



Seminar Nasional & International Conference

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon
vol. 3 | no. 3 | pp. 287-475 | Desember 2017
ISSN: 2407-8050

PROSIDING SEMILAR NASIONAL MASYARAKAT BIODIVERSITAS INDONESIA Bogor, 9 September 2017



Telaga Remis, Jawa Barat, foto: wisatajawa.co.id

Penyelenggara & Pendukung



PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 3 | no. 3 | pp. 287-475 | Desember 2017 | ISSN: 2407-8050 |

DEWAN PENYUNTING:

Ketua, **Ahmad Dwi Setyawan**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Anggota, **Sugiyarto**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Anggota, **Ari Pitoyo**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Anggota, **Sutomo**, UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya “Eka Karya”, LIPI, Tabanan, Bali
Anggota, **A. Widiastuti**, Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Depok
Anggota, **Gut Windarsih**, IAIN Sultan Maulana Hasanuddin, Serang
Anggota, **Supatmi**, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Cibinong, Bogor

PENYUNTING TAMU (PENASEHAT):

Abinawanto, Universitas Indonesia, Jakarta
Mustaid Siregar, PKT Kebun Raya Indonesia, Bogor
Ruhyat Partasasmita, Universitas Padjadjaran, Sumedang

PENERBIT:

Masyarakat Biodiversitas Indonesia

PENERBIT PENDAMPING:

Program Biosains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret Surakarta

PUBLIKASI PERDANA:

2015

ALAMAT:

Kantor Jurnal Biodiversitas, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126. Tel. & Fax.: +62-271-663375, Email: biodiversitas@gmail.com

ONLINE:

biodiversitas.mipa.uns.ac.id/psnmbi.htm

PENYELENGGARA & PENDUKUNG:



MASYARAKAT
BIODIVERSITAS
INDONESIA

BIODIVERSITAS
Journal of Biological Diversity



JUR. BIOLOGI FMIPA &
PS. BIOSAINS PPS
UNS SURAKARTA



FAKULTAS KEHUTANAN
IPB BOGOR



PKT KEBUN RAYA
INDONESIA
(KEBUN RAYA BOGOR)



DEP. BIOLOGI FMIPA
UI DEPOK

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

Pedoman untuk Penulis

Ruang Lingkup *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon)* menerbitkan naskah bertemakan keanekaragaman hayati pada tumbuhan, hewan dan mikroba, pada tingkat gen, spesies dan ekosistem serta etnobiologi (pemanfaatan). Di samping itu juga menerbitkan naskah dalam ruang lingkup ilmu dan teknologi hayati lainnya, seperti: pertanian dan kehutanan, peternakan, perikanan, biokimia dan farmakologi, biomedis, ekologi dan ilmu lingkungan, genetika dan biologi evolusi, biologi kelautan dan perairan tawar, mikrobiologi, biologi molekuler, fisiologi dan botani.

Tipe naskah yang diterbitkan adalah hasil penelitian (*research papers*) dan ulasan (*review*).

PENULISAN MANUSKRIP

Seminar Nasional merupakan tahapan menuju publikasi akhir suatu naskah pada jurnal ilmiah, oleh karena itu naskah yang dipresentasikan harus ringkas mungkin, namun jelas dan informatif (semacam komunikasi pendek pada jurnal ilmiah). Naskah harus berisi hasil penelitian baru atau ide-ide baru lainnya. Dalam **Pros Sem NasMasy Biodiv Indon** ini panjang naskah dibatasi hanya 2000-2500 kata dari abstrak hingga kesimpulan.

Naskah ditulis dalam Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris atau Bahasa Lokal Nusantara. Materi dalam Bahasa Inggris atau bahasa lokal telah dikoreksi oleh ahli bahasa atau penutur asli.

Naskah ditulis pada **template** yang telah disediakan di biodiversitas.mipa.uns.ac.id/M/template.doc.

Sebelum dikirimkan, mohon dipastikan bahwa naskah telah diperiksa ulang ejaan dan tata bahasanya oleh (para) penulis dan dimintakan pendapat dari para kolega. Struktur naskah telah mengikuti format Pedoman Penulisan, termasuk pembagian sub-judul. Format daftar pustaka telah sesuai dengan Pedoman Penulisan. Semua pustaka yang dikutip dalam teks telah disebutkan dalam daftar pustaka, dan sebaliknya. Gambar berwarna hanya digunakan jika informasi dalam naskah dapat hilang tanpa gambar tersebut. Grafik dan diagram digambar dengan warna hitam dan putih; digunakan arsiran (*shading*) sebagai pembeda.

Judul ditulis padat, jelas, informatif, dan tidak lebih dari 20 kata. *Authors* pada nama ilmiah tidak perlu disebutkan pada judul kecuali dapat membingungkan. Judu ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris (dan bahasa lokal, khusus untuk naskah berbahasa lokal).

Nama penulis bagian depan dan belakang tidak disingkat.

Nama dan alamat institusi harus ditulis lengkap dengan nama jalan dan nomor (atau yang setingkat), nama kota/kabupaten, kode pos, provinsi, nomor telepon dan faksimili (bila ada), dan alamat email penulis untuk korespondensi.

Abstrak harus singkat (200-300 kata). Abstrak harus informatif dan dijelaskan secara singkat tujuan penelitian, metode khusus (bila ada), hasil utama dan kesimpulan utama. Abstrak sering disajikan terpisah dari artikel, sehingga harus dapat berdiri sendiri (dicetak terpisah dari naskah lengkap). Pustaka tidak boleh dikutip dalam abstrak, tetapi jika penting, maka pengutipan merujuk pada **nama dan tahun**. Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Kata kunci maksimum lima kata, meliputi nama ilmiah dan lokal (jika ada), topik penelitian dan metode khusus; diurutkan dari A sampai Z; ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris.

Singkatan (jika ada): Semua singkatan penting harus disebutkan kepanjangannya pada penyebutan pertama dan harus konsistensinya.

Judul sirahan: Sekitar lima kata.

Pendahuluan adalah sekitar 400-600 kata, meliputi tujuan penelitian dan memberikan latar belakang yang memadai, menghindari survei literatur terperinci atau ringkasan hasil. Tunjukkan tujuan penelitian di paragraf terakhir. Pustaka dalam naskah ditulis dalam sistem "nama dan tahun"; dan diatur dari yang **terlama ke terbaru**, lalu dari **A ke Z**. Dalam mengutip sebuah artikel yang ditulis oleh dua penulis, keduanya harus disebutkan, namun, untuk tiga dan lebih penulis, hanya nama akhir (keluarga) penulis pertama yang disebutkan, diikuti dengan et al. (tidak miring), misalnya: Saharjo dan Nurhayati (2006) atau (Boonkerd 2003a, b, c; Sugiyarto 2004; El-Bana dan Nijs 2005; Balagadde et al 2008; Webb et

al. 2008). Kutipan bertingkat seperti yang ditunjukkan dengan kata *cit.* atau *dalam* harus dihindari.

Bahan dan Metode harus menekankan pada prosedur/cara kerja dan analisis data. Untuk studi lapangan, lebih baik jika lokasi penelitian disertakan. Keberadaan peralatan tertentu yang penting cukup disebutkan dalam cara kerja.

Hasil dan Pembahasan ditulis sebagai suatu rangkaian, namun, untuk naskah dengan pembahasan yang panjang dapat dibagi ke dalam beberapa sub judul. Hasil harus jelas dan ringkas menjawab pertanyaan mengapa dan bagaimana hasil terjadi, tidak sekedar mengungkapkan hasil dengan kata-kata. Pembahasan harus merujuk pada pustaka-pustaka yang penelitian terdahulu, tidak hanya opini penulis.

Kesimpulan Pada bagian akhir pembahasan perlu ada kalimat penutup.

Ucapan Terima Kasih disajikan secara singkat; semua sumber dana penelitian perlu disebutkan, dan setiap potensi konflik kepentingan disebutkan. Penyebutan nama orang perlu nama lengkap.

Lampiran (jika ada) harus dimasukkan dalam Hasil dan Pembahasan.

DAFTAR PUSTAKA

Sebanyak 80% dari daftar pustaka harus berasal dari jurnal ilmiah yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir, kecuali untuk studi taksonomi. Pustaka dari blog, laman yang terus bertumbuh (e.g. Wikipedia), koran dan majalah populer, penerbit yang bertujuan sebagai petunjuk teknis harus dihindari. Gunakan pustaka dari lembaga penelitian atau universitas, serta laman yang kredibel (e.g. IUCN, FAO dan lain-lain). Nama jurnal disingkat merujuk pada ISSN List of Title Word Abbreviations (www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php). Berikut adalah contoh penulisannya:

Jurnal:

Saharjo BH, Nurhayati AD. 2006. Domination and composition structure change at hemic peat natural regeneration following burning; a case study in Pelalawan, Riau Province. *Biodiversitas* 7: 154-158.

Penggunaan "et al." pada daftar penulis yang panjang juga dapat dilakukan, setelah nama penulis ketiga, e.g.:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L, et al. 1999. Future of health insurance. *N Engl J Med* 341: 325-329

Article DOI:

Slifka MK, Whitton JL. 2000. Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. DOI:10.1007/s001090000086

Buku:

Rai MK, Carpinella C. 2006. *Naturally Occurring Bioactive Compounds*. Elsevier, Amsterdam.

Bab dalam buku:

Webb CO, Cannon CH, Davies SJ. 2008. Ecological organization, biogeography, and the phylogenetic structure of rainforest tree communities. In: Carson W, Schnitzer S (eds). *Tropical Forest Community Ecology*. Wiley-Blackwell, New York.

Abstrak:

Assaeed AM. 2007. Seed production and dispersal of *Rhazya stricta*. The 50th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science, Swansea, UK, 23-27 July 2007.

Prosiding:

Alikodra HS. 2000. Biodiversity for development of local autonomous government. In: Setyawan AD, Sutarno (eds). *Toward Mount Lawu National Park; Proceeding of National Seminary and Workshop on Biodiversity Conservation to Protect and Save Germplasm in Java Island*. Sebelas Maret University, Surakarta, 17-20 July 2000.

Tesis, Disertasi:

Sugiyarto. 2004. Soil Macro-invertebrates Diversity and Inter-cropping Plants Productivity in Agroforestry System based on Sengon. [Dissertation]. Brawijaya University, Malang.

Dokumen Online:

Balagadde FK, Song H, Ozaki J, Collins CH, Barnet M, Arnold FH, Quake SR, You L. 2008. A synthetic *Escherichia coli* predator-prey ecosystem. *Mol Syst Biol* 4: 187. www.molecularsystemsbiology.com [21 April 2015]

PROSES PENGULASAN (REVIEW PROCESS)

Persetujuan penerbitan suatu naskah menyiratkan bahwa naskah tersebut telah diseminarkan (baik oral atau poster) (*open review*), disunting oleh Dewan Penyunting (*Editorial board*) dan diulas oleh pihak lain yang ditunjuk berdasarkan kepakarannya (Penyunting Tamu; *Guest editor*). Di luar tanggapan peserta seminar (*open review*), proses pengulasan dilakukan secara *double blind review*, dimana identitas penulis dan penyunting tamu disembunyikan. Namun, dalam kasus untuk mempercepat proses penilaian identitas keduanya dapat dibuka dengan persetujuan kedua belah pihak. Penulis umumnya akan diberitahu penerimaan, penolakan, atau keperluan untuk merevisi dalam waktu 1-2 bulan setelah presentasi. Naskah ditolak, jika konten tidak sesuai dengan ruang lingkup publikasi, tidak memenuhi standar etika (yaitu: kepenulisan palsu, plagiarisme, duplikasi publikasi, manipulasi data dan manipulasi kutipan), tidak memenuhi kualitas yang diperlukan, ditulis tidak sesuai dengan format, memiliki tata bahasa yang rumit, atau mengabaikan korespondensi dalam waktu tiga bulan. Kriteria utama untuk publikasi adalah kualitas ilmiah dan telah dipresentasikan. Makalah yang disetujui akan dipublikasikan dalam urutan kronologis. Publikasi ini dicetak/diterbitkan beberapa kali dalam setahun mengikuti jumlah kegiatan seminar. Namun, publikasi online dilakukan segera setelah *proof reading* dikoreksi penulis.

UNCORRECTED PROOF

Proof reading akan dikirimkan kepada penulis untuk korespondensi (*corresponding author*) dalam file berformat *.doc* atau *.rtf* untuk pemeriksaan dan pembetulan kesalahan penulisan (typographical). Untuk mencegah terhambatnya publikasi, *proof reading* harus dikembalikan dalam 7 hari.

PEMBERITAHUAN

Semua komunikasi mengenai naskah dilakukan melalui email: biodiversitas@gmail.com.

PEDOMAN ETIKA

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon setuju untuk mengikuti standar etika yang ditetapkan oleh Komite Etika Publikasi (*Committee on Publication Ethics*, COPE) serta Komite Internasional para Penyunting Jurnal Medis (*International Committee of Medical Journal Editors*, ICMJE). Penulis (atau para penulis) harus taat dan memperhatikan hak penulisan, plagiarisme, duplikasi publikasi (pengulangan), manipulasi data, manipulasi kutipan, serta persetujuan etika dan Hak atas Kekayaan Intelektual.

Kepenulisan Penulis adalah orang yang berpartisipasi dalam penelitian dan cukup untuk mengambil tanggung jawab publik pada semua bagian dari konten publikasi. Ketika kepenulisan dikaitkan dengan suatu kelompok, maka semua penulis harus memberikan kontribusi yang memadai untuk hal-hal berikut: (i) konsepsi dan desain penelitian, akuisisi data, analisis dan interpretasi data; (ii) penyusunan naskah dan revisi; dan (iii) persetujuan akhir dari versi yang akan diterbitkan. Pengajuan suatu naskah berarti bahwa semua penulis telah membaca dan menyetujui versi final dari naskah yang diajukan, dan setuju dengan pengajuan naskah untuk publikasi ini. Semua penulis harus bertanggung jawab atas kualitas, akurasi, dan etika penelitian.

Plagiarisme Plagiarisme (penjiplakan) adalah praktek mengambil karya atau ide-ide orang lain dan mengakuinya sebagai milik sendiri tanpa

mengikutsertakan orang-orang tersebut. Naskah yang diajukan harus merupakan karya asli penulis (atau para penulis).

Duplikasi publikasi Duplikasi publikasi adalah publikasi naskah yang tumpang tindih secara substansial dengan salah satu publikasi yang sudah diterbitkan, tanpa referensi yang dengan nyata-nyata merujuk pada publikasi sebelumnya. Kiriman naskah akan dipertimbangkan untuk publikasi hanya jika mereka diserahkan semata-mata untuk publikasi ini dan tidak tumpang tindih secara substansial dengan artikel yang telah diterbitkan. Setiap naskah yang memiliki hipotesis, karakteristik sampel, metodologi, hasil, dan kesimpulan yang sama (atau berdekatan) dengan naskah yang diterbitkan adalah artikel duplikat dan dilarang untuk dikirimkan, bahkan termasuk, jika naskah itu telah diterbitkan dalam bahasa yang berbeda. Mengiris data dari suatu "penelitian tunggal" untuk membuat beberapa naskah terpisah tanpa perbedaan substansial harus dihindari.

Manipulasi data Fabrikasi, manipulasi atau pemalsuan data merupakan pelanggaran etika dan dilarang.

Manipulasi pengacuan Hanya kutipan relevan yang dapat digunakan dalam naskah. Kutipan (pribadi) yang tidak relevan untuk meningkatkan kutipan penulis (*h-index*) atau kutipan yang tidak perlu untuk meningkatkan jumlah referensi tidak diperbolehkan.

Persetujuan etika Percobaan yang dilaksanakan pada manusia dan hewan harus mendapat izin dari instansi resmi dan tidak melanggar hukum. Percobaan pada manusia atau hewan harus ditunjukkan dengan jelas pada "Bahan dan Metode", serta diperiksa dan disetujui oleh para profesional dari sisi aspek moral. Penelitian pada manusia harus sesuai dengan prinsip-prinsip Deklarasi Helsinki dan perlu mendapatkan pendampingan dari dokter dalam penelitian biomedis yang melibatkan subyek manusia. Rincian data dari subyek manusia hanya dapat dimasukkan jika sangat penting untuk tujuan ilmiah dan penulis (atau para penulis) mendapatkan izin tertulis dari yang bersangkutan, orang tua atau wali.

Hak Atas Kekayaan Intelektual (HaKI) Penulis (atau para penulis) harus taat kepada hukum dan/atau etika dalam memperlakukan objek penelitian, memperhatikan legalitas sumber material dan hak atas kekayaan intelektual.

Konflik kepentingan dan sumber pendanaan Penulis (atau para penulis) perlu menyebutkan semua sumber dukungan keuangan untuk penelitian dari institusi, swasta dan korporasi, dan mencatat setiap potensi konflik kepentingan.

HAK CIPTA

Pengiriman naskah menyiratkan bahwa karya yang dikirimkan belum pernah dipublikasikan sebelumnya (kecuali sebagai bagian dari tesis atau laporan, atau abstrak); bahwa tidak sedang dipertimbangkan untuk diterbitkan di tempat lain; bahwa publikasi telah disetujui oleh semua penulis pendamping (*co-authors*). Jika dan ketika naskah diterima untuk publikasi, penulis masih memegang hak cipta dan mempertahankan hak penerbitan tanpa pembatasan. Penulis atau orang lain diizinkan untuk memperbanyak artikel sepanjang tidak untuk tujuan komersial. Untuk penemuan baru, penulis disarankan untuk mengurus paten sebelum diterbitkan.

OPEN ACCESS

Publikasi ini berkomitmen untuk membebaskan terbuka akses (*free-open access*) yakni tidak mengenakan biaya kepada pembaca atau lembaganya untuk akses. Pengguna berhak untuk membaca, mengunduh, menyalin, mendistribusikan, menyetak, mencari, atau membuat tautan ke naskah penuh, sepanjang tidak untuk tujuan komersial. Jenis lisensi adalah CC-BY-NC-SA.

PENOLAKAN

Tidak ada tanggung jawab yang dapat ditujukan kepada penerbit dan penerbit pendamping, atau editor untuk cedera dan/atau kerusakan pada orang atau properti sebagai akibat dari pernyataan yang secara aktual atau dugaan memfitnah, pelanggaran hak atas kekayaan intelektual dan hak pribadi, atau liabilitas produk, baik yang dihasilkan dari kelalaian atau sebaliknya, atau dari penggunaan atau pengoperasian setiap ide, instruksi, prosedur, produk atau metode yang terkandung dalam suatu naskah.

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

Kata Pengantar

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon) Volume 3, Nomor 3, Desember 2017 berisikan naskah-naskah dari kegiatan *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Bogor, 9 September 2017* yang bertemakan *Konservasi ex-situ untuk Perlindungan dan Pemuliaan Keanekaragaman Hayati*.

Prosiding ini juga menerbitkan beberapa naskah yang telah dipresentasikan pada beberapa seminar nasional sebelumnya, yang naskah revisinya baru disetujui Dewan Penyunting akhir-akhir ini.

Naskah-naskah yang diterbitkan dalam prosiding ini telah melalui beberapa tahapan proses seleksi, dimulai dari seleksi awal terhadap abstrak-abstrak yang dikirimkan untuk dipresentasikan pada seminar nasional; dilanjutkan dengan proses presentasi oral atau poster, sekaligus review melalui tanya jawab oleh sesama peserta seminar. Selanjutnya, naskah-naskah tersebut dinilai dan dikoreksi oleh penyunting, penyunting tamu, serta penyunting khusus untuk bahasa Inggris dan bahasa Indonesia. Setiap proses koreksi berimplikasi pada kewajiban revisi, sehingga naskah-naskah yang diterbitkan dalam prosiding ini telah melalui beberapa kali proses revisi oleh penulis atau para penulis. Sebelum dicetak naskah pra-cetak (*uncorrected proof*) telah dikirimkan kepada penulis atau para penulis untuk mendapatkan koreksi akhir dan dibaca oleh korektor (*proofreader*) untuk pembetulan kesalahan cetak dan penyesuaian dengan gaya selingkung prosiding ini.

Naskah yang secara kualitas berpotensi untuk diterbitkan namun karena alasan tertentu penulis belum dapat memenuhi saran revisi dari para penyunting, maka akan

diterbitkan pada edisi berikutnya. Sementara itu naskah yang berkualitas baik, disarankan untuk diterbitkan pada jurnal *Biodiversitas* (terindeks Scopus) atau *Nusantara Bioscience* (ESCI Web of Science). Sedangkan, naskah yang tidak lolos dari proses review dan penyuntingan, tidak dapat diterbitkan.

Atas terlaksananya penerbitan prosiding ini, ucapkan terima kasih disampaikan kepada para pemakalah utama, pemakalah, peserta, panitia dan para pihak lainnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada berbagai instansi yang telah mendukung kegiatan seminar tersebut dengan hadirnya para pemakalah utama dari lingkungannya, yaitu: Universitas Indonesia, Depok, Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Indonesia (Kebun Raya Bogor), LIPI, dan the University of Birmingham, United Kingdom; serta dukungan dari Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sebagian dana penerbitan prosiding ini diperoleh dari jurnal *Biodiversitas*, *Journal of Biological Diversity* dan *Nusantara Bioscience* dalam rangka penjarangan naskah berkualitas untuk jurnal-jurnal tersebut. Untuk itu diucapkan terima kasih.

Akhir kata, permohonan maaf disampaikan kepada para pihak atas kekurangsempurnaan yang terjadi, dengan harapan hal tersebut dapat menjadi pembelajaran bagi kegiatan selanjutnya.

Bogor, 31 Desember 2017

Ketua Dewan Penyunting

Rumusan

Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Bogor, 9 September 2017 yang bertemakan Konservasi ex-situ untuk Perlindungan dan Pemuliaan Keanekaragaman Hayati

Konservasi ex situ atau "konservasi di luar situs" bertujuan untuk melindungi spesies, varietas atau kultivar tumbuhan, hewan atau mikroba yang terancam punah di luar habitat aslinya. Misalnya, dengan memindahkan sebagian populasi dari habitat asli yang terancam dan menemukannya di lokasi baru, baik dalam pengelolaan manusia atau daerah liar.

Tingkat dimana manusia mengendalikan atau memodifikasi dinamika populasi yang dikelola sangat bervariasi, mencakup perubahan lingkungan hidup, pola reproduksi, akses terhadap sumber daya, dan perlindungan dari predasi dan kematian. Pengelolaan ex situ dapat terjadi di dalam atau di luar jangkauan geografis alami suatu spesies. Individu yang dipelihara ex situ berada di luar relung ekologi, sehingga tidak dalam tekanan seleksi yang sama dengan populasi liar, dan dapat mengalami seleksi buatan dalam beberapa generasi berikutnya.

Kawasan pertanian merupakan area konservasi ex situ; Keanekaragaman hayati pertanian juga dilestarikan dalam bentuk bank gen dimana sampel disimpan untuk melestarikan sumber daya genetik tersebut dan kerabat liarnya.

Kebun raya dan kebun binatang (termasuk akuarium) adalah metode konservasi ex situ yang paling konvensional, dimana spesimen dilindungi untuk pembibitan dan direintroduksi ke alam liar apabila diperlukan dan memungkinkan. Tempat ini tidak hanya menjadi rumah tempat perawatan spesies yang terancam punah, namun juga memiliki nilai pendidikan dengan menginformasikan kepada masyarakat tentang status terancam punahnya suatu spesies dan faktor-faktor yang menyebabkannya, agar tercipta ketertarikan masyarakat untuk menghentikan, bahkan membalikkan faktor-faktor yang mengancam tersebut.

Dalam seminar nasional ini diungkapkan ide-ide baru dan hasil-hasil penelitian baru dalam kajian keanekaragaman hayati pada tingkat genetik, spesies dan ekosistem, serta pemanfaatan, perlindungan dan pengembangannya.

Daftar Partisipan

No.	Nama	Institusi
1.	Abdul Rasyid Zarta	Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Kalimantan Timur
2.	Abdurrani Muin, Prof. Dr.	Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat
3.	Abinawanto, Dr.	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
4.	Adya Dhivara Sampurno	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
5.	Agung Sedayu	Universitas Negeri Jakarta, Jakarta
6.	Agus Astho Pramono	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor, Jawa Barat
7.	Agus Muhamad Maulana	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
8.	Ahmad Dwi Setyawan	Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
9.	Ainun Nadhifah	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
10.	Aisyah Handayani	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
11.	Anang Kadarsah	Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
12.	Andik Suhendi	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
13.	Angelita Puji Lestari	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang, Jawa Barat
14.	Anggun Ratna Gumilang	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
15.	Anita Rianti	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat
16.	Annisa Mardliyyah	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
17.	Arief Noor Rachmadiyanto	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
18.	Asep Agus Handakan Suryana	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
19.	Asep Sadili	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
20.	Ayu Nurdiantika Sari	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
21.	Budi Afriyansyah	Universitas Bangka Belitung, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
22.	Budiawati Supangkat Iskandar, Dr.	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
23.	Destri	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
24.	Desyana Rahma	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
25.	Dodi Frianto	Balai Litbang Teknologi Serat Tanaman Hutan, Bangkinang, Riau
26.	Dwi Astiani, Dr.	Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat
27.	Dwi Murti Puspitaningtyas	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
28.	Dyastri Intan Pratiwi Prayoga	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
29.	Edian Pratiwi	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
30.	Eka Candra Lina, Dr.	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat

31.	Eka Martha Della Rahayu	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
32.	Ekayanti Mulyawati Kaiin, Dr.	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
33.	Elly Kristianti Agustin	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
34.	Endang Saptiningsih	Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah
35.	Fathimah Noorahya	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
36.	Fayi Raihan Saleh	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
37.	Fikri Ardhani	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
38.	Fikrialdi Aditya	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
39.	Gema Wahyudewantoro	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
40.	Gina Saptiani	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
41.	Hanny Oktariani	Museum Geologi, Badan Geologi, KESDM, Bandung
42.	Hary Wawangningrum	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
43.	Hendra Gunawan, Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat
44.	Heni Safitri	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang, Jawa Barat
45.	Hesti Lestari Tata, Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat
46.	Ikhsan Matondang	Universitas Nasional, Jakarta
47.	Ikhsan Noviady	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
48.	Imawan Wahyu Hidayat	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
49.	Indah Sari	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
50.	Indra Gumay Febryano, Dr.	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
51.	Indri Wulandari, Dr.	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
52.	Intan Quarta Lailaty	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
53.	Irene Muffikh Nadhiroh	Pusat Penelitian Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta
54.	Irhamaulana Ario Mulyaputra	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
55.	Irvan Fadli Wanda	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
56.	Iskandar	Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Samarinda, Kalimantan Timur
57.	Johan Iskandar, Prof. Dr.	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
58.	Kalish Rachman Hamka	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
59.	Keukeu Kaniawati Rosada	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
60.	Laela Sari	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
61.	Maitshaa Adella	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat

62.	Maman Rahmansyah	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
63.	Masfiro Lailati	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
64.	Matheus Beljai	Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat
65.	Mawazin	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat
66.	Megatrikania Kendali	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
67.	Mellani Karina	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
68.	Muhamad Mahaimin	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
69.	Muhamat	Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan
70.	Muhammad Gunawan	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
71.	Mustaid Siregar	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
72.	My Syahrawati, Dr.	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
73.	Nani Nuriyatin	Universitas Bengkulu, Bengkulu
74.	Nigel Maxted, Dr.	University of Birmingham, UK
75.	Nintya Setiari	Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah
76.	Novri Nelly, Prof. Dr.	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
77.	Nurheni Wijayanto, Prof. Dr.	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
78.	Nursafira Fathaniah	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
79.	Puja Anggriana	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
80.	Puji Harsono, Dr.	Universitas Bengkulu, Bengkulu
81.	Purwati	Universitas Widya Gama Mahakam, Samarinda, Kalimantan Timur
82.	Rahmad Setia Budi	Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara
83.	Ria Cahyaningsih	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
84.	Richard Gatot Nugroho Triantoro	Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari, Papua Barat
85.	Rina Bogidarmanti	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat
86.	Rina Wahyu Cahyani	Balai Besar Litbang Ekosistem Hutan Dipterokarpa, Samarinda, Kalimantan Timur
87.	Rony Irawanto	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pasuruan, Jawa Timur
88.	Ruhyat Partasmita, Dr.	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
89.	Ryan Budi Setiawan	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
90.	Santoso	Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang, Jawa Barat
91.	Septian Helmi	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
92.	Shakti Silpama	Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat
93.	Sri Hartini	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat

94.	Sugiarti	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
95.	Susanti Withaningsih, Dr.	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
96.	Susni Herwanti	Universitas Lampung, Bandar Lampung, Lampung
97.	Syahik Nurbani	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
98.	Syamsyul Bachry H.	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
99.	Tati Suharti	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor, Jawa Barat
100.	Taufan Purwokusumaning Ndaru	Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur
101.	Taufikurrahman Nasution	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat
102.	Titien Ngatinem Praptosuwiryo, Dr.	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
103.	Tri Aryono Hadi	Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta
104.	Tri Esti Kurnia Kadarwati	Pusat Pendidikan dan Pengembangan SDM Peurum Perhutani, Madiun, Jawa Timur
105.	Tri Handayani	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
106.	Tri Lestari	Universitas Bangka Belitung, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
107.	Trizelia, Prof. Dr.	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
108.	Uga Gema Ramadhan	Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
109.	Vina Angelia	Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat
110.	Wafiqah Khaeriyah	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
111.	Widodo, Dr.	Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta
112.	Yeyen Anggraeni	Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat
113.	Yulmira Yanti	Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat
114.	Yuzammi, Dr.	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat
115.	Zaenal Mutaqien	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cianjur, Jawa Barat

PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 3 | no. 3 | pp. 287-475 | Desember 2017 | ISSN: 2407-8050 |

Jenis vegetasi pada pasir peneluran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sarang kura-kura moncong babi di Kaimana, Papua RICHARD GATOT NUGROHO TRIANTORO, SARAH YULIANA	287-293
Masukan jumlah energi satuan panas terhadap kualitas hasil panen babycorn (<i>Zea mays</i>) di dataran rendah INDRA DWIPA	294-298
Polimorfisme gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR) pada sapi Pasundan WIDYA PINTAKA BAYU PUTRA, PASKAH PARTOGI AGUNG, SAIFUL ANWAR, SYAHRUDDIN SAID, ALFANDY HERMANSYAH	299-303
Keragaman gen <i>Growth Hormone</i> (GH) pada beberapa rumpun sapi lokal Indonesia PASKAH PARTOGI AGUNG, SAIFUL ANWAR, WIDYA PINTAKA BAYU PUTRA, SYAHRUDDIN SAID	304-308
Review: Keanekaragaman organisme tanah dan hubungannya dengan keanekaragaman spesies tumbuhan kawasan hutan hujan tropis Pinang-Pinang, Padang, Indonesia FENKY MARSANDI, HERMANSAH AGUSTIAN, SYAFRIMEN YASIN	309-318
Anggrek primitif di Sumatera yang berpotensi sebagai tanaman hias SRI HARTINI	319-322
Hutan kota kawasan industri untuk konservasi ex-situ flora endemik dan terancam punah di lingkungan perkotaan HENDRA GUNAWAN, SUGIARTI, ANITA RIANTI, PRADNYA P. RADITYA RENDRA, ILYAS SUDARSO	323-333
Pendugaan pelepasan senyawa alelopati pada proses dekomposisi serasah daun tumbuhan invasif: <i>Calliandra calothyrsus</i> dan <i>Cinchona pubescens</i> ZAENAL MUTAQIEN	334-338
Intensitas perburuan dan pola perdagangan kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat, Papua RICHARD GATOT NUGROHO TRIANTORO, MIRZA DIKARI KUSRINI, LILIK BUDI PRASETYO	339-344
Analisis saintometrika dalam penelusuran potensi penelitian <i>biomedicine</i> berdasarkan data publikasi keanekaragaman hayati Indonesia IRENE MUFLIKH NADHIROH, RIA HARDIYATI, MIA AMELIA, RIZKA RAHMAIDA, TRI HANDAYANI	345-350
Keragaman morfologi dan genetik bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat ANNISA, ANNISA MARDLIYYAH, JOKO KUSMORO, JOHAN ISKANDAR	351-360
Perlakuan jenis tanaman dan media tanam pada lahan pasca tambang galian C di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur RINA W. CAHYANI, ASEF K. HARDJANA	361-367

Perubahan kondisi fisik, fisiologis, dan biokimia benih <i>Michelia champaca</i> pada berbagai tingkat kemasakan	368-375
AGUS ASTHO PRAMONO, EVAYUSVITA RUSTAM	
Pengaruh ukuran <i>Laser Assisted Hatching</i> terhadap viabilitas blastokista awal mencit (<i>Mus musculus</i>) pasca vitrifikasi sebagai upaya konservasi satwa langka	376-380
MUHAMMAD GUNAWAN, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, DWI SEPTY ANDINI, CLARISSA MIRAFRADITYA PUSPA ANGGRAINI, RIMA HAIFA, ZAHRA WIDYAWATI, SETIORINI	
Produksi buah dan benih mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah	381-389
AGUS A. PRAMONO, DIDA SYAMSUWIDA, DHARMAWATI F. DJAM'AN	
Pengaruh media dan dosis pupuk majemuk terhadap pertumbuhan bibit ramin di Persemaian Permanen Sukomoro, Sumatra Selatan	390-395
MAWAZIN	
Keanekaragaman lumut epifit pada marga <i>Cupressus</i> di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat	396-400
AINUN NADHIFAH, KIKI ZAKIYAH, IKHSAN NOVIADY	
Monitoring kesehatan pohon di Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua, Bogor, Jawa Barat	401-406
ARIEF NOOR RACHMADIYANTO, HENDRA HELMANTO, MUJAHIDIN	
Karakteristik morfologi dan anatomi daun genus <i>Garcinia</i> dataran tinggi	407-411
MASFIRO LAILATI	
Pertumbuhan awal biji-biji tanaman asli Cagar Biosfer Cibodas, Jawa Barat yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi	412-419
INTANI QUARTA LAILATY, AISYAH HANDAYANI	
Factors influencing the adoption of rice paddy threshing machine "Powered-Thresher": A case study of Serang District, Banten Province	420-425
TIAN MULYAQIN, ISHII KEICHI	
Pengaruh inokulan <i>Aspergillus niger</i> terhadap pertumbuhan kecambah sorgum tercekam kekeringan dan petumbuhannya di lapangan	426-432
MAMAN RAHMANSYAH, ARWAN SUGIHARTO, TITI JUHAETI	
Keanekaragaman jenis cendawan endofit pada tanaman gandum (<i>Triticum aestivum</i>) yang berpotensi sebagai bioinsektisida	433-437
TRIZELIA, WINARTO, AFDAL TANJUNG	
Kemampuan tumbuhan akuatik <i>Salvinia molesta</i> dan <i>Pistia stratiotes</i> sebagai fitoremediator logam berat tembaga	438-445
RONY IRAWANTO, FATIHAH BAROROH	
Kemampuan tumbuhan akuatik <i>Lemna minor</i> dan <i>Ceratophyllum demersum</i> sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb)	446-452
RONY IRAWANTO, ANJAR ARIS MUNANDAR	
Keanekaragaman dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang (<i>Cyathea</i> spp.) di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat	453-460
TAUFIKURRAHMAN NASUTION, DECKY INDRAWAN JUNAEDI	
Komposisi vegetasi dasar di hutan Bukit Seblat yang berbatasan dengan Desa Seblat Ulu, Taman Nasional Kerinci Seblat, Sumatera	461-465
IKHSAN NOVIADY, IMAWAN WAHYU HIDAYAT, YATI NURLAENI	

Kualitas sperma sapi hasil <i>sexing</i> setelah kapasitas secara in vitro EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, MUHAMMAD GUNAWAN	466-470
Eksplorasi potensi <i>Taxus sumatrana</i> di Gunung Kerinci, Sumatera DODI FRIANTO, EKA NOVRIYANTI	471-475

Jenis vegetasi pada pasir peneluran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sarang kura-kura moncong babi di Kaimana, Papua

Vegetation on nesting sand and its effect to existence of nest of pig-nosed turtle in Kaimana, Papua

RICHARD GATOT NUGROHO TRIANTORO^{*}, SARAH YULIANA

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari. Jl. Inamberi, Susweni, Manokwari 98313-Papua Barat, Indonesia.
Tel./Fax.: +62-986-213441, *email: richard_gnt@yahoo.com.

Naskah diterima: 21 November 2016. Revisi disetujui: 11 September 2017.

Abstrak. Triantoro RGN, Yuliana S. 2017. *Jenis vegetasi pada pasir peneluran dan pengaruhnya terhadap keberadaan sarang kura-kura moncong babi di Kaimana, Papua. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 287-293.* Lahan basah di Papua memiliki beragam spesies kura-kura potensial. Salah satunya adalah kura-kura moncong babi (*Carettochelys insculpta*). Di Indonesia jenis ini dilindungi dan secara alami hanya tersebar di wilayah selatan Papua. Populasinya di alam mengalami tekanan akibat tingginya aktivitas perburuan telur dari sarang-sarang alami serta perdagangan ilegal terhadap tukik-tukik tetasannya. Di sisi lain, keberhasilan persarangan menjadi penentu keberlangsungan populasi di alam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis vegetasi pada pasir peneluran dan hubungannya dengan keberadaan sarang kura-kura moncong babi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dan observasi di Sungai Jeprey dan Omba, Kabupaten Kaimana, Papua. Hasil penelitian menunjukkan ditemukan pasir peneluran kura-kura moncong babi yang bervegetasi sebanyak 3 lokasi dari 10 lokasi pasir peneluran di Sungai Jeprey dan 2 lokasi dari 9 lokasi pasir peneluran di Sungai Omba. Jumlah total jenis tumbuhan yang dijumpai di kedua lokasi sebanyak 30 jenis dari 20 famili. Jumlah vegetasi terbanyak dijumpai di pasir peneluran ke-1 di Sungai Jeprey dan pasir peneluran ke-2 di Sungai Omba, masing-masing 14 jenis dari 9 famili. Pasir peneluran ke-9 di Sungai Jeprey memiliki jumlah jenis vegetasi paling sedikit (7 jenis dari 7 famili). Jenis *Anthocephalus chinensis* merupakan jenis vegetasi yang dapat ditemukan di seluruh lokasi pasir peneluran bervegetasi di kedua sungai. Indeks kesamaan jenis sebesar 0,389 yang menunjukkan bahwa kesamaan jenis vegetasi di pasir peneluran antar kedua sungai tergolong rendah. Jumlah sarang terbanyak (16 sarang) di Sungai Jeprey diperoleh pada pasir peneluran dengan adanya vegetasi dan sarang terbanyak (6 sarang) di Sungai Omba diperoleh pada pasir peneluran tanpa adanya vegetasi. Beberapa jenis vegetasi perlu diwaspadai terkait pengaruhnya terhadap habitat persarangan kura-kura moncong babi yaitu *Mimosa pudica* dan *Merremia peltata* yang memiliki status sebagai jenis asing invasif (*Invasive Alien Species/IAS*) secara global.

Kata kunci: Kura-kura moncong babi, Papua, pasir peneluran, sarang, vegetasi

Abstract. Triantoro RGN, Yuliana S. 2017. *Vegetation on nesting sand and its effect to existence of nest of pig-nosed turtle in Kaimana, Papua. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 287-293.* Wetland regions in Papua have various species of turtles that potential to be developed. One of the potential turtles in Papua is pig-nosed turtle (*Carretochelys insculpta*). This species is a protected species in Indonesia and naturally dispersed only in the southern region of Papua. The population of pig-nosed turtle in wild has been facing pressure due to the activities of harvesting eggs from natural nests and the illegal trade on the hatchlings. Another threat related to the success of nesting is predicted come from the vegetation presence on the nesting sand. The aims of this study were to determine the species of vegetation on nesting sand and its relation to the presence of nest of pig-nosed turtle. The method of survey and observation were applied to collect data and information about the vegetation and the nest of pig-nosed turtle on Jeprey and Omba rivers in Kaimana, Papua. The results showed that it was found nesting sands of pig-nosed turtle with vegetation as many as 3 locations from 10 locations in Jeprey River and two locations from 9 locations of nesting sands in Omba River. The total numbers of plant species found in all of locations were 30 species from 20 families. The highest number of vegetation was found at first nesting sand in Jeprey River and second nesting sand in Ombra River, each of 14 species from 9 families. Ninth nesting sand in Jeprey River has the fewest number of vegetation (7 species from 7 families). The species of *Anthocephalus chinensis* is a species that can be found throughout vegetated-nesting sand locations in both rivers. The similarity index was 0,389 indicates that the similarity of vegetation in nesting sand between both locations is low. The highest number of nests was found on nesting sand with vegetation in Jeprey River, while in Omba River the highest number of nest was found on nesting sand without vegetation. Some species of vegetation needed to be considered related to the effect on the nesting habitat of pig-nosed turtle, i.e. *Mimosa pudica* and *Merremia peltata*, which already have a status as an invasive alien species (IAS) globally.

Keywords: Nest, nesting sand, Papua, pig-nosed turtle, vegetation

PENDAHULUAN

Kura-kura moncong babi (*Carettochelys insculpta*) merupakan satwa perairan air tawar yang mempunyai keunikan bentuk hidung yang menyerupai hidung babi. Spesies ini termasuk jenis kura-kura dengan ukuran tubuh besar (Tappin 2007; Georges et al. 2008a, b) dengan kaki berselaput dan mempunyai dua cakar (Tappin 2007; Georges et al. 2008b; Georges dan Thomson 2010). Jenis ini mudah dikenali karena merupakan satu-satunya jenis yang tersisa dari famili Carettochelyidae dan marga *Carettochelys* (Rhodin dan Genorupa 2000; Fritz dan Havaz 2007; Georges dan Thomson 2010; Van Dijk et al. 2012, 2014). Kura-kura moncong babi hanya dapat ditemukan di dataran rendah di wilayah selatan Papua (Indonesia) dan Papua New Guinea (PNG), dan di bagian utara Australia (Iskandar 2000; Fritz dan Havaz 2007; Tappin 2007; Georges et al. 2008b; Georges dan Thomson 2010; Van Dijk et al. 2012, 2014). Khusus di Papua, sebarannya terbentang dari Danau Yamur (de Roij 1915) sampai Merauke (Allison 2006).

Masyarakat lokal di wilayah selatan Papua telah memanfaatkan telur dan daging kura-kura moncong babi sebagai sumber makanan (Georges et al. 2008a, b). Permintaan pasar dalam beberapa tahun terakhir telah meningkatkan nilai ekonomi satwa tersebut. Nilai jual tukik (anakan) pada tahun 1999 di Senggo dan Atsy (Asmat) berkisar antara Rp 10.000,00-Rp 15.000,00 per ekor (Maturbong 1999), pada tahun 2009 berkisar antara Rp 25.000,00-Rp 30.000,00 per ekor di Atsy (Triantoro 2012), dan mencapai Rp 50.000,00 per ekor di Atsy pada tahun 2012 (Triantoro 2012, tidak dipublikasikan). Kura-kura moncong babi sendiri dijual seharga Rp 800.000,00 di Jakarta (Daniel 2011) dan berkisar 25-100 dolar Singapura di Singapura (Goh dan O'Riordan 2007). Kecenderungan semakin meningkatnya harga tukik menyebabkan telur kura-kura moncong babi sudah bukan sebagai sumber makanan utama. Pada rentang 1982-2009 (± 30 tahun), Eisemberg (2010) mendapati terjadinya peningkatan harga telur dan individu kura-kura moncong babi di Sungai Kikori (PNG). Meningkatnya harga telur dan keinginan masyarakat memperoleh pendapatan (uang) secara langsung menyebabkan eksploitasi telur kura-kura moncong babi terus terjadi. Perburuan telur berlangsung dari tahun ke tahun dengan intensitas sangat tinggi (Triantoro 2012). Akibat intensitas eksploitasi telur yang sangat tinggi, Georges et al. (2008a) mendapati adanya penurunan kualitas telur di Sungai Kikori dalam rentang waktu 3 tahun (2003-2006), sedangkan Eisemberg et al. (2011) mendapati adanya penurunan ukuran telur, konsumsi telur dan panjang kerapas kura-kura moncong babi secara substansial dalam rentang 30 tahun (1980-2009). Populasi kura-kura moncong babi di New Guinea juga semakin menurun seiring meningkatnya eksploitasi terhadap telur dan pemanfaatan dagingnya (Tappin 2007).

Di Indonesia, dengan sebaran populasi kura-kura moncong babi yang terbatas di wilayah selatan Papua, menjadikannya sebagai satwa yang dilindungi berdasarkan PP Nomor 7 Tahun 1999. CITES sendiri memasukkan kura-kura moncong babi dalam Appendix II CITES

(*Convention International Trade in Endangered Spesies of Wild Flora and Fauna*) (UNEP-WCMC 2011) dan dengan status rentan (*Vulnerable*) oleh *The IUCN Red List of Threatened Spesies* (IUCN 2015). Status Appendix II CITES dapat memberi ruang bagi pemanfaatan kura-kura moncong babi secara terbatas, tetapi dengan catatan status perlindungannya harus dicabut terlebih dahulu.

Proses kura-kura moncong babi membuat sarang dan bertelur terjadi pada malam hari saat musim kemarau (Doddy et al. 2000; 2009). Tempat peneluran umumnya dilakukan pada pasir, tetapi dapat juga dilakukan pada tanah liat atau tanah berpasir yang tercampur sampah alami seperti rumput, serasah dan lumpur (Doody et al. 2000). Pasir peneluran merupakan pasir yang terbawa arus sungai dan terkumpul pada cekungan-cekungan di sepanjang tepi sungai. Sarang kura-kura moncong babi umumnya dibuat pada pasir peneluran yang bersih dari vegetasi, dekat sungai utama dan rawa, pada pasir di delta sungai, atau pada pasir pantai di pesisir laut (Georges dan Kennett 1989; Doody et al. 2003b; Georges et al. 2008a). Induk kura-kura moncong babi melakukan proses peneluran secara berkelompok (Triantoro 2012) dengan terlebih dahulu melakukan pergerakan bersamaan di sepanjang sungai saat musim peneluran (Doody et al. 2003a).

Kura-kura menggunakan berbagai indikator lingkungan untuk dipilih sebagai tempat bersarang (Miller dan Dinkelacker 2008). Beberapa jenis kura-kura lebih menyukai lokasi sarang pada pasir terbuka dan sebagian lagi menyukai lokasi sarang di bawah vegetasi. Kura-kura punggung lunak (*softshell turtles*) secara khusus menempati gundukan pasir yang terbuka dan tinggi sebagai tempat membuat sarang (Bodie 2001). Induk betina *Malaclemys terrapin* memilih habitat pasir bervegetasi sebagai lokasi bersarang (Mitchell dan Walls 2013). Kura-kura jenis *Podocnemis lewyana*, *P. expansa*, dan penyu tempayan (*Caretta caretta*) membuat sarang pada area terbuka dan berumput yang mendapat sinar matahari secara langsung (Correa-H et al. 2010; Ferreira Júnior dan Castro 2010; Turkozan et al. 2011). Penyu hijau (*Chelonia mydas*), kura-kura (*Trachemis callirostris callirostris*), dan *Podocnemis erythrocephala* lebih menyukai membuat sarang di bawah tutupan vegetasi atau savana (Turkozan et al. 2011; Carvalho Jr et al. 2011; Restrepo et al. 2008). *Podocnemis unifilis* merupakan jenis kura-kura yang menempatkan sarangnya pada area terbuka atau di bawah vegetasi (Ferreira Júnior dan Castro 2010). Kura-kura moncong babi biasanya lebih menyukai pasir yang bersih untuk menempatkan sarangnya meskipun tidak selalu demikian (Georges 1992). Triantoro (2012) mendapati luasan tutupan vegetasi pada pasir peneluran memberikan pengaruh nyata terhadap keberadaan sarang. Penempatan sarang kura-kura moncong babi tetap pada pasir terbuka dan bersih, tetapi pasir peneluran tersebut tertutup sebagian oleh vegetasi. Secara spesifik belum diketahui jenis vegetasi yang mempengaruhi keberadaan sarang kura-kura moncong babi. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis vegetasi pada pasir peneluran dan hubungannya dengan sarang kura-kura moncong babi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada dua lokasi di Distrik Yamur, Kabupaten Kaimana, Provinsi Papua, yaitu Sungai Jeprey pada bulan Oktober 2013 dan Sungai Omba pada bulan Oktober-November 2014. Secara administratif, Sungai Jeprey termasuk dalam wilayah Kampung Urubika dengan letak koordinat 3,6965323⁰ LS dan 134,909103⁰ BT sedangkan Sungai Omba termasuk dalam wilayah Kampung Etahima dengan letak koordinat 3,8763667⁰ LS dan 135,016349⁰ BT. Kedua sungai tersebut terletak di dataran rendah dengan ketinggian Sungai Jeprey berkisar 39-77 m dpl dan ketinggian Sungai Omba berkisar 8-34 m dpl. Vegetasi di tepi Sungai Jeprey terdiri atas jenis *Anthocephalus cadamba*, *Cananga odorata*, *Macaranga mapp*, *Casia alata*, *Ficus nodosa*, *Ficus rubigionosa*, *Paraserianthes falcataria*, *Octomeles sumatrana*, *Pometia pinnata*, *Terminalia copelandii*, *Trevesia sundaica*, dan *Macaranga hypoleuca*.

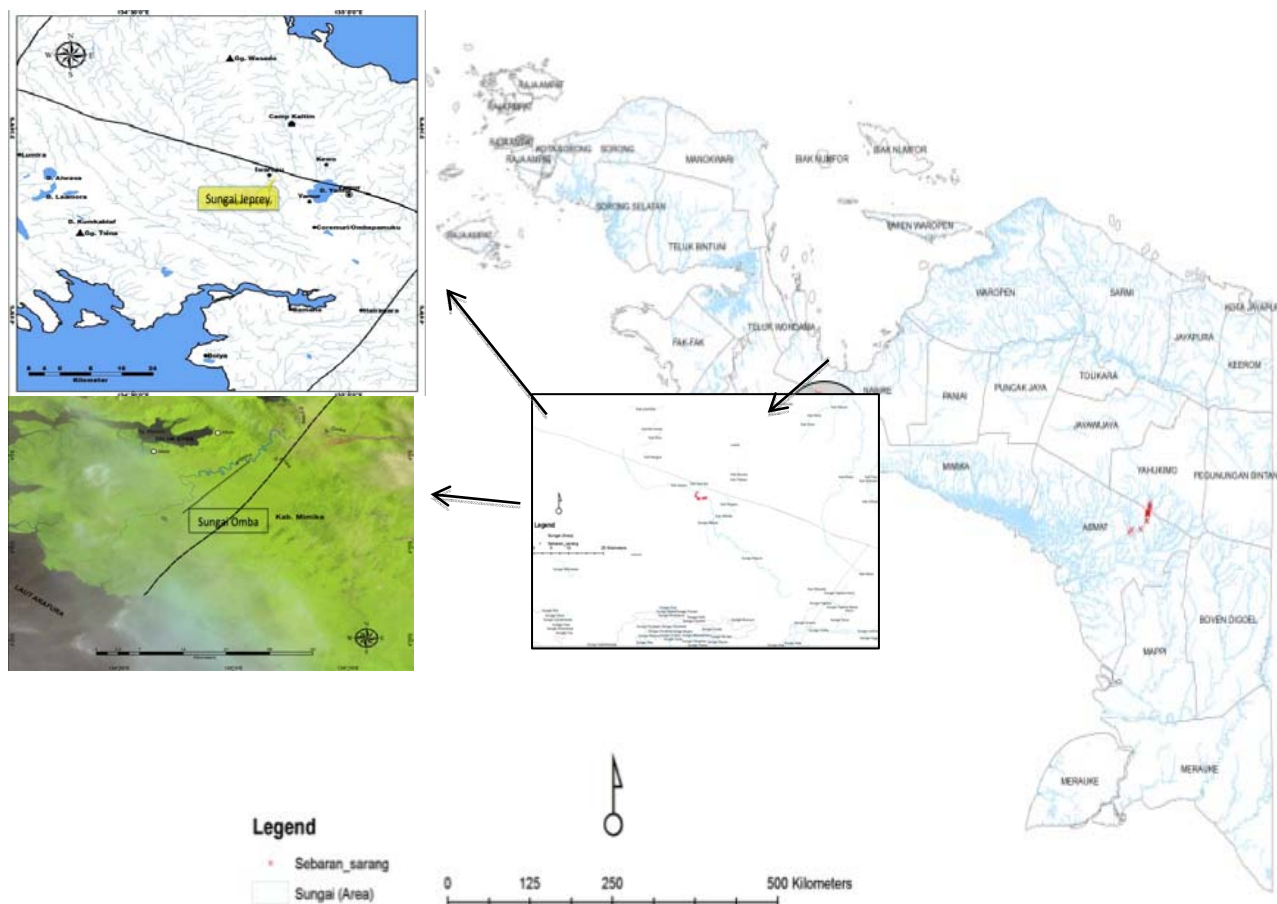
Cara kerja

Metode yang digunakan adalah metode survei dan observasi. Pengambilan data dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis vegetasi yang terdapat pada kawasan pasir peneluran di sepanjang Sungai Jeprey dan Omba dengan bantuan tenaga taksonom dari Balai

Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHKM) Manokwari, didukung dengan pembuatan spesimen herbarium. Jumlah lokasi yang diamati di Sungai Jeprey sebanyak 10 kawasan pasir peneluran, sedangkan di Sungai Omba sebanyak 9 kawasan pasir peneluran. Pendataan juga dilakukan terhadap keberadaan sarang kura-kura moncong babi di setiap lokasi pasir peneluran. Pendataan sarang di Sungai Jeprey dilakukan selama 14 hari, sedangkan di Sungai Omba dilakukan selama 8 hari. Pendataan sarang dilakukan pada pagi hari dengan dihitung jumlahnya. Jumlah sarang merupakan akumulasi jumlah sarang yang ditemukan dalam rentang waktu pengamatan di setiap lokasi pasir peneluran.

Analisis data

Jenis-jenis vegetasi pada pasir peneluran dan keberadaan sarang kura-kura moncong babi dianalisis menggunakan statistik kualitatif dan penyajiannya dilakukan dalam bentuk tabel dan gambar. Penentuan potensi jenis vegetasi invasif mengacu pada *Invasive Alien Species (IAS)* menurut *database ISSG-CABI (The Invasive Species Specialist Group-The Centre of Agriculture and Bioscience International)* tahun 2015, sedangkan indeks kesamaan jenis (*index of similarity*) mengikuti Odum (1993).



Gambar 1. Lokasi peneluran *Carettochelys insculpta* di Sungai Jeprey dan Omba, Kabupaten Kaimana, Papua

$$IS = \frac{2c}{a + b}$$

Dimana:

IS = indeks kesamaan jenis

c = jumlah spesies yang sama dan terdapat pada kedua komunitas

a = jumlah spesies di dalam komunitas a

b = jumlah spesies di dalam komunitas b

HASIL DAN PEMBAHASAN

Vegetasi yang terdapat pada pasir peneluran kura-kura moncong babi di Kaimana sebanyak 30 jenis dari 20 famili (Tabel 1). Jumlah jenis tumbuhan di Sungai Jeprey dan Omba, masing-masing sebanyak 18 jenis. Jumlah jenis dan famili terendah terdapat pada lokasi pasir peneluran ke-9 di Sungai Jeprey dengan 7 jenis dari 7 famili. Jenis *Anthocephalus chinensis* merupakan jenis vegetasi yang dapat ditemukan di seluruh lokasi pasir peneluran

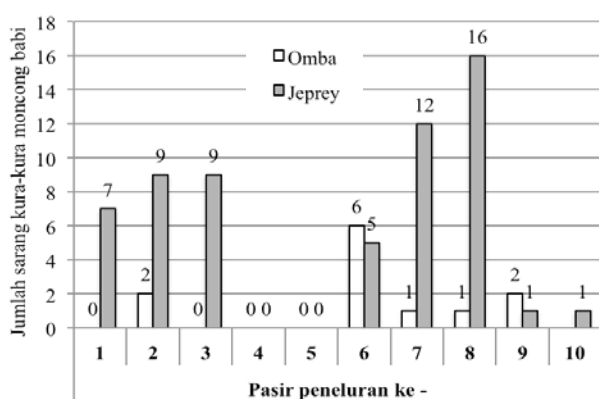
bervegetasi di kedua sungai. Jenis vegetasi bersifat invasif yang dapat mempengaruhi habitat persarangan kura-kura moncong babi yaitu *Mimosa pudica* dan *Merremia peltata*.

Jenis vegetasi pada kedua wilayah sungai yang diamati mempunyai jumlah yang sama (18 jenis), tetapi jumlah famili di Sungai Omba lebih banyak (14 famili) dibandingkan jumlah famili di Sungai Jeprey (12 famili). Anggota terbanyak berasal dari famili Moraceae (4 jenis), diikuti Euphorbiaceae (3 jenis), Fabaceae (3 jenis), Poaceae (3 jenis), Rubiaceae (2 jenis), dan dari 15 famili lainnya diwakili famili-famili lain masing-masing 1 jenis. Jenis vegetasi yang sama pada kedua kawasan sungai terdiri atas 6 jenis yaitu *Anthocephalus chinensis*, *Casuarina equisetifolia*, *Ficus nodosa*, *Ficus variegata*, *Mimosa pudica*, dan *Paspalum conjugatum*. Habitus vegetasi di lokasi pasir peneluran terdiri atas 5 tipe yaitu rumput (3 jenis), semak (3 jenis), perdu (2 jenis), liana (1 jenis), dan pohon (21 jenis). Vegetasi pohon mendominasi sebaran habitus pada pasir peneluran dengan 12 jenis di Sungai Jeprey dan 13 jenis di Sungai Omba.

Tabel 1. Jenis-jenis vegetasi pada pasir peneluran kura-kura moncong babi di Sungai Jeprey dan Omba, Kaimana, Papua

Jenis tumbuhan	Famili	Nama Dagang	Habitus	Dijumpai di pasir peneluran				
				1-SJ	8-SJ	9-SJ	2-SO	5-SO
<i>Anthocephalus chinensis</i> (Lam) A. Rich. ex Walp.	Rubiaceae	Jabon	Pohon	1	1	1	1	1
<i>Bidens pillosa</i> L.	Asteraceae	-	Semak	1	1	0	0	0
<i>Cananga odorata</i> Hook F. & Thomson	Annonaceae	Kananga	Pohon	1	0	0	0	0
<i>Cassia alata</i> L.	Fabaceae	Daun kurap	Pohon	1	1	1	0	0
<i>Casuarina equisetifolia</i> Forst. & Forst.	Casuarinaceae	Cemara	Pohon	0	1	0	1	1
<i>Coleus scutellarioides</i> (L.) Benth.	Lamiaceae	Mayana	Semak	0	0	0	1	1
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	-	Rumput	0	1	0	0	0
<i>Dillenia excelsa</i> (Jack) Martelli ex Gilg.	Dilleniaceae	Simpur	Pohon	0	0	0	1	1
<i>Falcataria molluccana</i> Miq.	Fabaceae	Sengon	Pohon	1	1	0	0	0
<i>Ficus globosa</i> Blume	Moraceae	Buah roda	Pohon	0	0	0	1	0
<i>Ficus nodosa</i> Teijsm & Binn.	Moraceae	Buah roda	Pohon	1	0	0	1	0
<i>Ficus rubiginosa</i> F.M. Bailey	Moraceae	Buah roda	Pohon	1	1	1	0	0
<i>Ficus variegata</i> Blume. Bldjr.	Moraceae	Buah roda	Pohon	1	0	0	1	0
<i>Glochidion zeylanicum</i> (Gaertn.) A. Juss	Euphorbiaceae	Katuk hutan	Pohon	1	0	1	0	0
<i>Glochidion</i> sp.	Euphorbiaceae	Katuk hutan	Pohon	0	0	0	1	1
<i>Leea indica</i> (Burm.f.) Merr	Leeaceae	-	Perdu	0	0	0	0	1
<i>Macaranga mappa</i> (L.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Mahan	Pohon	1	1	0	0	0
<i>Merremia peltata</i> (L.) Merr.	Convolvulaceae	Mantangan	Liana	0	0	1	0	0
<i>Metroxylon sagu</i> Rottb.	Arecaceae	Sagu	Pohon	0	0	0	0	1
<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae	Putri malu	Semak	1	1	1	1	0
<i>Ocrosia ficifolia</i> (S. Moore) Markgr.	Apocynaceae	Bintaro	Pohon	1	0	0	0	0
<i>Octomeles sumatrana</i> Miq.	Datiaceae	Binuang	Pohon	0	0	0	0	1
<i>Pandanus tectorius</i> Parkinson ex. Zucc.	Pandanaceae	Pandan tikar	Pohon	0	0	0	1	0
<i>Paspalum conjugatum</i> P.J. Bergius	Poaceae	Rumput	Rumput	1	0	1	1	0
<i>Saccharum spontaneum</i> L.	Poaceae	Gelagah	Rumput	0	0	0	1	1
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & Perry	Myrtaceae	Jambu	Pohon	0	0	0	1	0
<i>Terminalia copelandii</i> Elmer	Combretaceae	Ketapang	Pohon	0	0	0	0	1
<i>Timonius timon</i> (Spreng.) Merr.	Rubiaceae	-	Perdu	0	0	0	1	1
<i>Trichospermum javanicum</i> Blume	Tilliaceae	-	Pohon	1	0	0	0	0
<i>Vitex pinnata</i> L.	Verbenaceae	Laban	Pohon	0	1	0	0	0
		Jumlah jenis		14	10	7	14	11
		Jumlah famili		9	8	7	9	10

Keterangan: 1-SJ = Pasir 1-Sungai Jeprey, 8-SJ = Pasir 8-Sungai Jeprey, 9-SJ = Pasir 9-Sungai Jeprey, 2-SO = Pasir 2-Sungai Omba, 5-SO = Pasir 5-Sungai Omba, 0 = tidak dijumpai, 1 = dijumpai



Gambar 2. Jumlah sarang kura-kura moncong babi di Sungai Omba dan Jeprey, Kaimana, Papua

Berdasarkan daftar jenis vegetasi yang ditemukan, putri malu (*Mimosa pudica*) merupakan salah satu jenis yang dapat mengancam keberadaan pasir peneluran karena pertumbuhan dan perkembangannya yang cepat. Bersama dengan *Merremia peltata*, keduanya dikategorikan sebagai jenis invasif asing (*invasive alien species*) berdasarkan database dari lembaran data (*factsheet*) pada website www.cabi.org dan pantauan *The Invasive Species Specialist Group-IUCN* (IUCN/ISSG) yang dapat membahayakan keberadaan suatu habitat (CABI 2016).

Merremia peltata (L.) Merrill termasuk ke dalam famili Convulvulaceae, dikenal secara umum sebagai *merremia* atau di Indonesia sebagai *mantangan*. Jenis ini berbentuk liana perenial, berbatang teguh dengan daun membulat, dapat tumbuh memanjat hingga ketinggian 30 m. Mantangan merupakan jenis asli dari Afrika Timur dan menyebar hingga ke wilayah Asia dan Pasifik. Mantangan diketahui memiliki propagul berupa biji, akibat terbawa dalam material tanah yang dipindahkan atau sengaja ditanam sebagai tanaman hias. Jenis ini seringkali mampu menutupi pepohonan dan tumbuhan asli hutan yang pada akhirnya mematikan jenis-jenis asli tersebut. Kemampuannya untuk tumbuh lagi melalui trubusan dan tunas-tunas dari akar menyebabkan upaya eradikasi seringkali sulit dilakukan. Menurut Yansen et al. (2015), jenis ini merambat, menutupi banyak area dan menghambat pertumbuhan tunas-tunas tanaman hutan, juga membunuh semua semak dan pepohonan inangnya di kawasan TN Bukit Barisan Selatan. Adanya invasi atau sebaran yang luas dari jenis mantangan ini dapat menimbulkan dampak buruk terhadap habitat satwa, bahkan satwa besar seperti gajah yang diketahui menghindari kawasan yang didominasi oleh mantangan. Invasi jenis *Mimosa pudica* dan *Merremia peltata* secara alami di pasir peneluran kura-kura moncong babi, diperkirakan dapat menutupi permukaan pasir peneluran. Pada area peneluran 6 jenis kura-kura di Australia, jenis rumput invasif *Phragmites australis* sangat cepat menyebar dan menghambat proses peneluran kura-kura tersebut (Bolton dan Brooks 2010). Dampak tersebut terlihat juga terjadi di Sungai Vriendschap terhadap proses peneluran kura-kura moncong

babi karena adanya jenis rumput *Phragmites karka* (Triantoro 2012). Dampak rumput *Phragmites* terhadap kondisi pasir peneluran adalah tertutupnya pasir peneluran, sedangkan dampaknya terhadap induk kura-kura moncong babi berupa hambatan dalam proses pergerakannya mencari ruang untuk membangun sarang dan menyebabkan kegagalan persarangan. Akar mantangan, seperti halnya *Phragmites*, dapat menempati habitat tempat tumbuh dengan kepadatan yang tinggi dan mengganggu keberadaan sarang kura-kura moncong babi seperti yang terdapat pada pasir peneluran ke-9 di Sungai Jeprey (Tabel 1). Pasir peneluran dikuatirkan lebih memadat sebagai dampak ikutan dari kepadatan pertumbuhan dan persebaran vegetasi yang menutupi pasir peneluran.

Dampak padatnya pasir terhadap keberhasilan peneluran dapat ditemukan pada peneluran penyu dimana kepadatan pasir memberikan kontribusi bagi berkurangnya kehadiran jumlah sarang. Jumlah sarang penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*) di Suaka Margasatwa (SM) Jamursba Medi, Papua Barat didapati lebih sedikit pada bagian pantai yang pasirnya lebih padat dibandingkan pada pantai dengan pasir gembur (Triantoro dan Kuswandi 2005). Memadatnya pasir pantai diakibatkan sering mengalami limpasan atau abrasi air sungai. Kasus yang mirip ditemukan pada pantai Sekania. Pantai Sekania (Pulau Zakynthos, Yunani) bagian barat mempunyai jumlah sarang penyu tempayan (*Caretta caretta*) lebih sedikit dibandingkan jumlah sarang di bagian timur (Karavas et al. 2005). Bertambahnya konsentrasi pasir halus kearah barat pantai Sekania memberikan efek lebih padatnya pasir dibagian barat pantai dari pada pasir dibagian timur pantai.

Jumlah sarang terbanyak di Sungai Jeprey ditemukan pada pasir peneluran ke-8 (16 sarang), sedangkan di Sungai Omba ditemukan pada pasir peneluran ke-6 (6 sarang) (Gambar 2). Pasir peneluran ke-8 di Sungai Jeprey mempunyai jumlah sarang tertinggi dengan komposisi jenis vegetasi sebanyak 10 jenis dari 8 famili, sedangkan di Sungai Omba jumlah sarang tertinggi terdapat di pasir peneluran ke-6, tetapi di lokasi pasir tersebut tidak terdapat vegetasi.

Proses peneluran kura-kura moncong babi terjadi pada malam hari sampai menjelang pagi. Dalam pembuatan sarang, umumnya kura-kura memilih tempat berpasir yang agak tinggi dan terbuka, tetapi dapat juga memilih media lainnya apabila tempat berpasir tidak tersedia (Bodie 2001). Triantoro (2012) mengemukakan bahwa adanya tutupan vegetasi pada pasir peneluran memberikan kontribusi penting bagi keberadaan sarang kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat.

Nilai indeks kesamaan jenis (IS) vegetasi antara kedua kawasan sungai sebesar 0,364. Nilai ini menggambarkan perbedaan vegetasi pada pasir peneluran kedua kawasan sungai tinggi. Hubungan yang berbeda antara keberadaan vegetasi dan keberadaan sarang kura-kura moncong babi pada kedua sungai menggambarkan bahwa beragamnya jenis vegetasi dan tipe habitus bukan penentu utama keberhasilan persarangan kura-kura moncong babi di alam. Keberhasilan persarangan tanpa memilih pasir dengan

adanya vegetasi maupun pasir tanpa vegetasi diduga sebagai akibat dari sifat peneluran kura-kura moncong babi yang berkelompok dan faktor sifat induk yang ingin kembali bertelur di tempat induk tersebut menetas. Begon et al. (2006) menyatakan bahwa banyak individu dari berbagai spesies yang bergerak secara bersama-sama dari habitat satu ke habitat lainnya dan kembali berulang selama hidup mereka. Perubahan kondisi pasir peneluran yang terjadi secara dinamis di alam dari awalnya tidak terdapat vegetasi menjadi ditemukannya vegetasi, tidak serta merta ikut mempengaruhi induk kura-kura moncong babi dalam menentukan lokasi pasir peneluran sebagai tempat yang dipilih untuk bersarang.

Berdasarkan kondisi jumlah jenis tumbuhan dan jumlah sarang pada setiap pasir peneluran, terdapat dua kecenderungan. Di Sungai Jeprey, keberadaan vegetasi tampak tidak memiliki pengaruh terhadap jumlah sarang kura-kura yang dijumpai, dimana jumlah sarang masih cukup banyak meskipun jumlah jenis vegetasi dan bentuk habitus tumbuhan yang menutupi pasir peneluran cukup beragam. Adapun di Sungai Omba, keberadaan vegetasi diduga dapat mengurangi jumlah kura-kura yang naik dan meletakkan telurnya di pasir peneluran. Pada rangkaian proses peneluran, keberhasilan bersarang kura-kura moncong babi tidak dapat dianggap sama untuk setiap tahunnya di setiap pasir peneluran, terkait faktor seberapa jauh pengaruh lokasi, pasir dan tutupan vegetasi terhadap aktifitas peneluran (Doody et al. 2003a). Secara keseluruhan, pasir peneluran dengan jenis vegetasi dan habitus yang beragam dan pasir peneluran tanpa adanya vegetasi bukan menjadi dasar pemilihan bagi induk kura-kura moncong babi untuk melakukan persarangan, tetapi pembinaan habitat penelurannya harus dijauhkan dari jenis tumbuhan invasif seperti *Mimosa pudica* dan *Merremia peltata*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak perusahaan IUPHHK (Ijin Usaha Pemungutan Hasil Hutan Kayu) Kaltim Utama yang telah membantu dalam transportasi dari dermaga *logpond* di laut ke dermaga transit sungai menuju lokasi penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kandami, masyarakat kampung Yamur, kepala suku Etahima, serta masyarakat kampung Urubika dan Etahima yang telah membantu akses ke lokasi dan pengambilan data. Secara khusus, ucapan terima kasih disampaikan kepada Luther Rumawak dan Krisma Lekitoo dari Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari (BP2LHKM) yang telah membantu dalam identifikasi dan revisi nama ilmiah jenis-jenis vegetasi yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

Allison A. 2006. Herpetofauna of Papua. In: Marshall AJ, Beehler BM (eds.). The Ecology of Papua. Periplus, Singapura.
 Begon M, Townsend CR, Harper JL. 2006. Ecology from individuals to ecosystem. Fourth edition. Blackwell Publishing, United Kingdom.

Bodie JR. 2001. Stream and riparian management for freshwater turtles. *J Environ Manage* 62: 1-14.
 Bolton RM, Brooks RJ. 2010. Impact of the seasonal invasion of *Phragmites australis* (common reed) on turtle reproductive success. *Chelonian Conserv Biol* 9 (2): 238-243.
 CABI [The Centre of Agriculture and Bioscience International]. 2016. Invasive species compendium. www.cabi.org. Akses 5 September 2016.
 Carvalho Jr EAR, Pezzuti JCB, Maranhao MB. 2011. *Podocnemis erythrocephala* nests in the Lower Tapajós River, Central Amazonia, Brazil. *Chelonian Conserv Biol* 10 (1): 146-148.
 Correa-H JC, Cano-Castano AM, Paez VP et al. 2010. Reproductive ecology of the Magdalena River turtle (*Podocnemis lewyana*) in the Mompos Depression, Colombia. *Chelonian Conserv Biol* 9 (1): 70-78.
 Daniel S. 2011. Perdagangan Reptilia sebagai Binatang Peliharaan di DKI Jakarta. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
 Doody JS, Georges A, Young JE. 2000. Monitoring Plan for The Pig-Nosed Turtle in The Daily River, Northern Territory. Unpub. Report prepared by the Applied Ecology Research Group, University of Canberra, for the Parks and Wildlife Commission of the Northern Territory. Australia.
 Doody JS, Pauza M, Stewart B et al. 2009. Nesting behaviour of the pig-nosed turtle, *Carettochelys insculpta*, in Australia. *Chelonian Conserv Biol* 8 (2): 185-191.
 Doody JS, Sims RA, Georges A. 2003a. Gregarious behavior of nesting turtles (*Carettochelys insculpta*) does not reduce nest predation risk. *Copeia* 4: 894-898.
 Doody JS, West P, Georges A. 2003b. Beach selection in nesting pig-nosed turtles, *Carettochelys insculpta*. *Shorter Communications. J Herpetol* 37 (1): 178-182.
 Eisemberg CC, Rose M, Yaru B et al. 2011. Demonstrating decline of an iconic species under sustained indigenous harvest-the pig-nosed turtle (*Carettochelys insculpta*) in Papua New Guinea. *Biol Conserv* 144: 2282-2288.
 Eisemberg CC. 2010. Nesting Ecology, Harvest and Conservation of The Pig-Nosed Turtle (*Carettochelys insculpta*) in The Kikori Region, Papua New Guinea [Disertasi]. University of Canberra, Australia.
 Ferreira Júnior PD, Castro PTA. 2010. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. *Braz J Biol* 70 (1): 85-94.
 Fritz U, Havas P. 2007. Checklist of Chelonians of the World. *Vertebrate Zoology* 57 (2): 149-368.
 Georges A, Alacs E, Pauza M et al. 2008a. Freshwater turtles of the Kikori Drainage, Papua New Guinea, with special reference to the pig-nosed turtle, *Carettochelys insculpta*. *Wildlife Res* 35 (7): 700-711.
 Georges A, Doody JS, Eisemberg C et al. 2008b. *Carettochelys insculpta* Ramsay 1886-Pig-nosed turtle, fly river turtle. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, van Dijk PP, Saumure RA, Buhlmann KA and Iverson JB. (eds). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoise: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs* 5: 009.1-009.17. doi:10.3854/crm.5.009. insculpta.v1.2008, http://www.iucn-tftsg.org/cbftt.
 Georges A, Kennett R. 1989. Dry-season distribution and ecology of *Carettochelys insculpta* (Chelonia: Carettochelydidae) in Kakadu National Park, Northern Australia. *Aust Wildl Res* 16: 323-335.
 Georges A, Thomson S. 2010. Diversity of Australasian freshwater turtles, with an annotated synonymy and keys to species. *Zootaxa* 2496: 1-37
 Georges A. 1992. Thermal characteristics and sex determination in field nests of the pig-nosed turtle, *Carettochelys insculpta* (Chelonia: Carettochelydidae), from Northern Australia. *Aust J Zool* 40: 511-521.
 Goh TY, O'Riordan RM. 2007. Are tortoises and freshwater turtles still traded illegally as pets in Singapore? *Oryx* 41 (1): 97-100.
 Iskandar DT. 2000. Kura-kura dan buaya Indonesia dan Papua Nugini. PAL Media Citra, Bandung.
 IUCN. 2015. *Carettochelys insculpta*. In: The IUCN Red List of Threatened Species. http://www.iucnredlist.org
 Karavas N, Georghiou K, Arianoutsou M et al. 2005. Vegetation and sand characteristics influencing nesting activity of *Caretta caretta* on Sekania Beach. *Biol Conserv* 121: 177-188.
 Maturbongs JA. 1999. Trade monitoring of pig-nosed turtle (*Carettochelys insculpta*) from Vriendschap River, District of Suator,

- Merauke Regency, Irian Jaya. Report: WWF Sahul Bioregion, Jayapura. In: Convention on International Trade in Endangered Species (CITES). Thirteenth Meeting of the Conference of the Parties. Bangkok, Thailand, 2-14 October 2004.
- Miller JD, Dinkelacker SA. 2008. Reproductive structures and strategies of turtles. In: Wyneken J, Godfrey MH, Bels V (eds). *Biology of Turtles*. CRC Press, Boca Raton.
- Mitchell JC, Walls SC. 2013. Nest site selection by diamond-backed terrapins (*Malaclemys terrapin*) on a Mid-Atlantic Barrier Island. *Chelonian Conserv Biol* 12 (2): 303-308.
- Odum EP. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tanggal 27 Januari 1999 Jenis-jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi
- Restrepo A, Pineros VJ, Paez VP. 2006. Nest site selection by Colombian slider turtles, *Trachemys callirostris callirostris* (Testudine: Emydidae), in the Mompos Depression, Colombia. *Chelonia Conserv Biol* 5 (2): 249-254.
- Rhodin AGJ, Genorupa VG. 2000. Conservation status of freshwater turtles in Papua New Guinea. In: van Dijk S, Rhodin AJG (eds.). *Asian Turtle Trade: Proceedings of a workshop on conservation and trade of freshwater turtles and tortoises in Asia*. *Chelonian Res Monogr* 2: 129-136.
- Tappin AR. 2007. Freshwater biodiversity of New Guinea. In-Stream. Australia-New Guinea Fishes Association Queensland Inc. www.aquaportal.bg/site/Uploaded/NewGuinea.pdf
- Triantoro RGN, Kuswandi R. 2005. Faktor yang berpengaruh pada kualitas habitat peneluran penyu di Suaka Margasatwa Jamursba Medi. *Info Hutan* 2 (2): 93-102.
- Triantoro RGN. 2012. Ekologi Peneluran dan Intensitas Pemanfaatan Kura-kura Moncong Babi (*Carettochelys insculpta* Ramsay 1886) di Sungai Vriendschap Kabupaten Asmat, Papua. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Indonesia.
- Turkozan O, Yamamoto K, Yilmaz C. 2011. Nest sites preferences and hatching success of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles at Akyatan Beach, Turkey. *Chelonian Conserv Biol* 10 (2): 270-275.
- UNEP-WCMC. 2011. Appendix II CITES (Convention International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna). <https://cites.org/>
- Van Dijk PP, Iverson JB, Rhodin AGJ, Shaffer HB, Bour R. 2014. Turtles of the world, 7th edition: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution with maps, and conservation status. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, van Dijk PP, Saumure RA, Buhlmann KA, Iverson JB, Mittermeier RA. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. *Chelonian Research Monographs* 5 (7):000.329-479, doi:10.3854/crm.5.000.checklist.v7, www.iucn-tftsg.org/cbft/.
- Van Dijk PP, Iverson JB, Shaffer HB, Bour R, Rhodin AGJ. 2012. Turtles of the world, 2012 update: annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, van Dijk PP, Saumure RA, Buhlmann KA, Iverson JB, Mittermeier RA. (Eds.). *Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group*. *Chelonian Research Monographs* No. 5, pp. 000.243-000.328, doi:10.3854/crm.5.000.checklist.v5, www.iucn-tftsg.org/cbft/.
- Yansen, Wiryono, Deselina et al. 2015. The expansion of *Merremia peltata* (L.) Merrill in fragmented forest of Bukit Barisan Selatan National Park enhanced by its ecophysiological attributes. *Biotropia* 22 (1): 25-32.

Masukan jumlah energi satuan panas terhadap kualitas hasil panen babycorn (*Zea mays*) di dataran rendah

Input of thermal total unit to the quality of babycorn (*Zea mays*) harvest in lowland

INDRA DWIPA

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus Universitas Andalas. Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, Indonesia. Tel. +62-751-72701, ✉email: 1965indradwipa@gmail.com

Manuskrip diterima: 22 Januari 2017. Revisi disetujui: 12 September 2017.

Abstrak. Dwipa I. 2017. Masukan jumlah energi satuan panas terhadap kualitas hasil panen babycorn (*Zea mays*) di dataran rendah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 294-298. Penggunaan satuan panas panen merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kualitas hasil babycorn yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah masukan energi satuan panas yang tepat untuk menghasilkan tanaman babycorn yang berkualitas baik. Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanian penduduk di Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji, Padang pada ketinggian lahan ± 25 m dpl dari bulan Agustus-Desember 2015. Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 4 kelompok digunakan dalam penelitian ini dengan masing-masing perlakuan: A (710-730 SP), B (740-760 SP), C (770-790 SP), D (800-820 SP) dan E (830-850 SP). Data hasil pengamatan dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan Uji Duncan's New Multiple Range (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panen dengan satuan panas 830-850 SP memberikan hasil terbaik terhadap diameter tongkol, panjang tongkol dan kadar serat.

Kata kunci: Satuan panas, *Zea mays*, babycorn, panen

Abstract. Dwipa I. 2017. Input of thermal total unit to the quality of babycorn (*Zea mays*) harvest in lowland. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 294-298. Using of harvest thermal total unit is a way to obtain the best quality of babycorn harvest. The research aimed to study the total thermal unit to obtain the best babycorn yield. The research was conducted in the field of Kuranji Village, Subdistrict of Kuranji, Padang at altitude ± 25 m asl (above sea level) from August to December 2015. Randomized block design (RBD) was used in this research by 5 treatments and 4 blocks which each treatment A (710-730 TU), B (740-760 TU), C (770-790 TU), D (800-820 TU) dan E (830-850 TU). The data was analyzed using F test and further continued by DNMRT 5%. The result showed that harvesting by 830-850 TU was the best treatment for diameter of corn cob, length of corn cob and fiber content.

Keywords: Thermal unit, *Zea mays*, babycorn, harvest

PENDAHULUAN

Jagung merupakan tanaman sereal terpenting ketiga setelah beras dan gandum (Bala et al. 2011). Selain digunakan sebagai sumber karbohidrat, jagung juga dimanfaatkan sebagai sayuran terutama babycorn (Castro et al. 2013). Babycorn memiliki nilai nutrisi yang sama dengan sayuran non-legum seperti kembang kol, tomat, mentimun dan kubis (Lone et al. 2013). Jagung jenis ini memiliki potensi ekonomi yang tinggi sehingga beberapa perusahaan telah memproduksi jagung jenis ini ke dalam bentuk produk kaleng dan telah diekspor ke beberapa negara seperti negara-negara Eropa, Jepang dan Thailand (Singh et al. 2014). Babycorn muda telah lama menjadi salah satu bahan kuliner di Asia terutama Cina dan telah menyebar ke seluruh Asia dan dunia (Lone et al. 2013). Jumlah penggemar babycorn semakin bertambah tidak hanya di dalam negeri tetapi juga luar negeri (Buhaira dan Swari 2013). Kebutuhan jagung selalu meningkat dari tahun ke tahun akibat dari pertumbuhan penduduk dan

kebutuhan konsumsi penduduk yang berbahan jagung di Indonesia (Arma et al. 2013). Untuk bahan makanan mutu merupakan syarat utama, mutu babycorn yang berkualitas baik dapat dipenuhi dengan cara teknik budidaya yang tepat. Varietas yang biasa dipanen sebagai babycorn yang berkualitas baik adalah produktivitasnya tinggi, berumur pendek dan pada umur tertentu mencapai ukuran tertentu, rasanya manis dan tidak berserat, sedangkan bagian tengahnya tidak bergabus (Badami 2008).

Untuk mendapatkan babycorn yang berkualitas baik pemanenan harus dilakukan pada saat yang tepat. Keterlambatan panen menyebabkan menurunnya kualitas babycorn (Hayati et al. 2010). Keterlambatan panen menyebabkan tongkol menjadi keras dan besar, sebaliknya panen yang dilakukan terlalu dini menyebabkan tongkol mudah patah (Buhaira dan Swari 2013). Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan panen adalah menggunakan satuan panas. Satuan panas merupakan salah satu metode untuk menentukan saat matang dan menentukan umur dan saat panen berdasarkan pendekatan klimatologi dan

agronomi (Meena et al. 2013). Penerapan metode akumulasi satuan panas dalam menentukan umur panen didasarkan pada akumulasi panas yang diterima oleh tanaman, sehingga lebih presisi menentukan waktu panen (Sattar et al. 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah masukan energi satuan panas yang tepat untuk menghasilkan babycorn yang berkualitas baik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari Agustus-Desember 2015 di lahan pertanian penduduk Kelurahan Kuranji, Kecamatan Kuranji, Kota Padang, Sumatera Barat pada ketinggian \pm 25 m dpl dengan jenis tanah alluvial; sedangkan analisis kimia dilakukan di Laboratorium Gizi Dasar, Universitas Andalas, Padang.

Metode penelitian

Bahan yang digunakan meliputi benih babycorn hibrida, pupuk kandang kotoran sapi, pupuk buatan (Urea, SP 36 dan KCl), fungisida Benlate T-20, Diazinon 60 EC dan Furadan 3G, Agrep 40 WP, HCl 3%, NaOH 4 N, larutan luff, KY 20%, H₂SO₄ 25%, H₂SO₄ 0,3 N, NaOH 1,5 N aceton, akuades steril. Sedangkan alat yang digunakan adalah cangkul, sabit, kayu pagar. Papan label, timbangan, thermometer maksimum dan minimum, erlemeyer 300 dan 500 mL, labu ukur 300 dan 500 mL, labu didih 500 mL, batu didih, gelas ukur 50 mL, pipet gondok 25 mL dan 50 mL, kompor listrik, buret 50 mL, corong, pendingin tegak, gelas piala, cawan porselen, erlemeyer filtrang, kertas saring, corong Buchner dan pompa vacuum.

Penelitian ini disusun Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 4 kelompok. Pengelompokan tanaman didasarkan pada jumlah cahaya matahari yang diterima tanaman. Banyaknya plot yang digunakan adalah 20 buah dan jumlah tanaman sampel setiap plot adalah 4 batang.

Faktor pertama adalah waktu panen dengan 5 variasi jumlah masukan energi panas saat panen yaitu: 710-730 satuan panas (SP), 740-760 SP, 770-790 SP, 800-820 SP, dan 830-850 SP. Seluruh data di analisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

Tahapan kegiatan dan variabel yang diukur

Pengolahan tanah yang dilakukan sebanyak 2 kali dengan interval waktu satu minggu. Pada pengolahan lahan pertama, lahan dibersihkan dari sampah dan tumbuhan pengganggu lainnya. Tanah dicangkul dengan kedalaman 20-30 cm dan dibiarkan selama seminggu kemudian di cangkul lagi sampai gembur dan digaru sampai rata. Plot dibuat dengan ukuran 2,5 m x 1,5 m dengan jarak antar kelompok 1 m dan dalam kelompok 0,5 m. jarak tanam adalah 50 x 50 cm. pupuk kandang dicampur merata pada masing-masing plot sebanyak 10 ton/ha yang setara dengan 6 kg/plot yang diberikan dengan cara mencampurkan

dengan lapisan atas sampai rata yang diberikan sebelum tanam.

Penanaman dilakukan dengan cara menugalkan benih jagung sebanyak 2 biji per lubang dengan kedalaman 3 cm dengan jarak tanam 50 x 25 cm². benih yang digunakan adalah benih yang telah dilumuri dengan fungisida Ridomil 35 SD. Pupuk yang digunakan adalah Urea 222 kg/ha atau setara 2,76 g/tanaman, diberikan 2 kali pada waktu tanaman sebanyak setengah bagian dan pada umur 30 hari setelah tanam, SP-36 387 kg/ha (4,8 g/tanaman) diberikan pada waktu tanam dan KCl 100 kg/ha (4,2 g/tanaman) diberikan pada awal tanam. Pemeliharaan tanaman meliputi penjarangan, penyiangan, pembumbunan, penyiraman serta pengendalian organisme pengganggu tanaman. Penjarangan dilakukan 15 hari setelah tanam dengan meninggalkan satu tanaman terbaik dan seragam dalam petak tanaman untuk dipelihara dengan menggunakan gunting tajam. Penyiangan pertama pada umur 15 hari setelah tanam. Penyiangan kedua sekaligus pembumbunan pada waktu pemupukan kedua, penyiraman satu sampai dua kali sehari sampai panen apabila tidak hujan atau tanah kurang lembab. Untuk mencegah serangan lalat, saat tanam bibit diberikan insektisida Furadan 3G pada lubang tanam dengan dosis 30 kg/ha yang setara 0,3 g/plot. Untuk menghindari hama digunakan insektisida Diazinon 60 EC yang disemprotkan dengan konsentrasi 2 mL/liter air yang dimulai pada saat tanaman berumur dua minggu. Untuk mencegah serangan pathogen penyakit, tanaman disemprotkan Benlate T-20 dengan interval 1-2 minggu sebelum panen. Jika ada serangan mendadak, maka dilakukan pemberantasan langsung pada saat tersebut. Pemangkasan bunga jantan dilaksanakan sebelum bunga jantan mekar atau seawal mungkin setelah bunga jantan muncul. Hal ini dimaksudkan agar perkembangan tongkol lebih cepat, panen serentak akan terjamin dan hasil panen lebih baik. Panen dilakukan terhadap tongkol utama apabila tanaman sudah mencapai jumlah satuan panas masing-masing perlakuan.

Parameter pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini terdiri dari lapangan dan laboratorium:

Lapangan

Parameter yang diamati di lapangan adalah morfologi saat panen yang meliputi warna daun, kelobot, rambut bunga betina yang belum muncul dari kelobot, panjang tongkol, diameter tongkol serta tingkat kekerasan tongkol. Setelah parameter pengamatan di lapangan selesai diamati, pengamatan selanjutnya dilakukan di laboratorium.

Laboratorium

Kadar serat kasar (%). Kadar serat kasar dianalisis dengan cara menimbang sampel yang telah dihaluskan sebanyak 1 g (= x gram) dimasukkan kedalam gelas piala dan ditambahkan 50 mL H₂SO₄ 0,3 N dan dipanaskan selama 30 menit kemudian ditambahkan 25 mL NaOH 1,5 N dan dipanaskan selama 30 menit. Waktu mendidih harus diperhatikan agar api jangan terlalu besar agar cairan tidak menguap. Kertas saring dalam oven pada suhu 105-110°C

selama \pm 1 jam dan didinginkan dalam eksikator dan ditimbang. Cairan disaring dengan erlemeyer filtering dengan kertas saring di dalam corong Buchner dengan memakai pompa vakum (compressor) kemudian dicuci berturut-turut dengan 50 mL akuades panas, 50 mL H₂SO₄ 0,3 N, 50 mL akuades panas, 25 mL aseton. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110⁰C selama 1 jam. Kemudian didinginkan dalam eksikator lalu ditimbang. Pengeringan diulangi sampai terdapat berat tetap kemudian dipijarkan dalam tanur pada suhu 600⁰C sampai putih, selesai pemijaran diturunkan suhunya menjadi 120⁰C dengan memindahkan cawan ke dalam oven kemudian didinginkan dalam eksikator 1 jam dan ditimbang dengan rumus:

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{Z-Y-A}{X} \times 100\%$$

Z = berat cawan + kertas saring+ hasil saringan

A = berat kertas saring

Y = berat cawan + abu

X = berat contoh

Kadar gula total (%). Satu gram sampel yang telah dihaluskan ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu didih 500 mL dan ditambahkan 200 mL HCl 3%. 3 butir batu didih ditambahkan dan dihidrolisis selama 3 jam, kemudian didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH 4 N dengan kertas lakmus sebagai petunjuk dan diencerkan ke dalam labu ukur 500 mL dengan akuades dan diisi sampai tanda garis. Selanjutnya disaring dengan kertas saring ke dalam labu erlemeyer. 25 mL hasil saringan dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 300 mL dan ditambahkan 25 mL larutan luff dan beberapa batu didih. Hasil tersebut dididihkan selama 2 menit dan dalam keadaan mendidih selama 10 menit tepat di bawah pendingin tegak. 20 mL KY 20% ditambahkan perlahan dan kemudian ditambahkan 25 mL H₂SO₄ N. cairan dititar dengan Natrium Tiosulfat 0,1% dan larutan kanji sebagai indikator. Warna kuning gading menunjukkan selesainya pentiteran. Suatu blanko dengan 25 mL luff, ditambahkan 25 mL akuades, dan

ditambahkan 25 mL H₂SO₄ N, 20 mL KY 20% dititrasi dengan Tyosulfat 0,1 N dan amilum sebagai indikator.

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik dengan sidik ragam. Jika F hitung > F table 5% maka dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi saat panen

Hasil pengamatan morfologi babycorn saat panen ditunjukkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa panen pada satuan panas 710-730 SP menunjukkan tongkol masih lunak dan ujung tongkol mudah patah dan belum dihasilkannya babycorn yang berkualitas baik. Salah satu kriteria kualitas babycorn yang baik adalah ujung tongkol tidak mudah patah dan tidak cacat (Castro et al. 2013). Pada panen dengan satuan panas ini tanaman belum mengalami sikling sehingga tongkol belum berkembang dengan baik dan warna bunga betina sudah semakin cokelat dan mulai agak layu. Menurut Syafruddin et al. (2012), bunga betina akan mengalami kelayuan seiring dengan bertambahnya umur tanaman.

Pada saat penelitian asap kebakaran hutan dan lahan menyelimuti Kota Padang, sehingga memberikan pengaruh terhadap penampilan morfologi tanaman babycorn dan juga mempengaruhi terhadap energi yang diterima oleh tanaman. Syukur (2012) menyatakan bahwa hal ini dikarenakan radiasi yang sampai ke permukaan bumi berkurang dan mempengaruhi suhu harian baik pada suhu maksimum dan minimum, dan mempengaruhi energi yang dimanfaatkan oleh babycorn dan secara tidak langsung memerlukan waktu lebih lama untuk tercapainya saat panen sesuai dengan perlakuan satuan panas yang diberikan terhadap masing-masing tanaman babycorn. Bertambah pucatnya babycorn sejalan dengan peningkatan satuan panas saat panen disebabkan oleh meluasnya jaringan, berkurangnya pigmen pada tongkol dan berkurangnya kadar air yang dikandung tongkol (Asaduzzaman et al. 2014).

Tabel 1. Morfologi tanaman babycorn pada saat panen

Jumlah satuan panas	Morfologi tanaman saat panen
A (710-730 SP)	Daun berwarna hijau muda, kelobot berwarna hijau kekuning-kekuningan, batang berwarna hijau muda, rambut pada bunga betina belum muncul dari kelobot, tongkol berwarna kuning dan ujung tongkol mudah patah
B (740-760 SP)	Daun berwarna hijau muda, kelobot berwarna hijau, batang berwarna hijau muda, rambut pada bunga betina sudah muncul berwarna kuning kemerahan, tongkol berwarna kuning cerah dan ujung tongkol masih lunak
C (770-790 SP)	Daun berwarna hijau muda, kelobot berwarna hijau, batang berwarna hijau muda, rambut pada bunga betina berwarna kemerahan, tongkol berwarna kuning pucat dan ujung tongkol mulai agak keras
D (800-820 SP)	Daun berwarna hijau tua, kelobot berwarna hijau, batang berwarna hijau, rambut pada bunga betina kuning kecoklatan dengan ujung kemerahan, tongkol berwarna kuning keputihan dan keras
E (830-850 SP)	Daun berwarna hijau tua, kelobot berwarna hijau, batang berwarna hijau, ram but pada bunga betina coklat kemerahan, ujungnya berwarna coklat, tongkol berwarna putih dan keras

Diameter tongkol (cm) dan panjang tongkol (cm)

Hasil pengamatan diameter tongkol dan panjang tongkol yang dipanen menurut jumlah satuan panas ditampilkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa diameter tongkol dan panjang tongkol yang dipanen pada satuan panas 830-850 SP memperlihatkan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Pembesaran diameter dan pemanjangan tongkol diperlukan energi dimana energi ini berasal dari satuan panas, sehingga satuan panas merupakan masukan energi panas berupa konversi energi surya yang diperoleh tanaman (Buhaira dan Swari 2013). Energi ini digunakan tanaman untuk proses fisiologi dalam tubuh tanaman (Syukur 2012).

Pertambahan diameter tongkol dan panjang tongkol dipengaruhi oleh proses fisiologi yang terus berlangsung sejalan dengan semakin bertambahnya satuan panas (Syukur 2012). Penambahan diameter tongkol dan panjang tongkol menunjukkan bahwa semakin besarnya energi yang masuk ke tanaman dan terus berlangsungnya translokasi fotosintat organ sink yaitu tongkol (Rahmatika 2015). Selama penelitian berlangsung keadaan Kota Padang diliputi oleh kabut asap sehingga radiasi surya yang sampai ke permukaan bumi berkurang sehingga juga menghambat pertumbuhan terhadap diameter tongkol dan panjang tongkol bila dibandingkan dengan tidak adanya kabut asap. Ekowati dan Nasir (2012) menyatakan bahwa pola distribusi bahan kering tanaman jagung sebagian besar terletak di tongkol (60%), daun (20%), batang (13%) dan pelepah (7%) dari total produksi bahan kering. Pola distribusinya hampir sama untuk semua jenis varietas jagung termasuk babycorn. Arma et al. (2013) menyatakan bahwa pertambahan tongkol dipengaruhi oleh *detasseling* (pembuangan bunga jantan) sehingga pertumbuhannya lebih dominan ke arah tongkol. Pemanenan dengan perlakuan 710-730 SP pertambahan dan pembesaran tongkol berjalan lambat. Hal ini disebabkan oleh gula sebagai hasil fotosintesis terlebih dahulu dimanfaatkan dalam proses pemanjangan tongkol. Hal ini sesuai dengan Ekowati dan Nasir (2012) yang menyatakan bahwa secara fisiologi proses pemanjangan lebih dahulu mengadakan respon dengan adanya masukan energi dibandingkan dengan proses pembesaran.

Kadar serat kasar (%)

Hasil uji laboratorium terhadap kadar serat kasar babycorn yang dipanen menurut jumlah satuan panas ditampilkan pada Tabel 3 dimana setelah dianalisis dengan uji F memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa pemanenan dengan satuan panas 830-850 SP mempunyai kadar serat kasar tertinggi yaitu 1,49% dan memberikan pengaruh yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Tingginya kandungan serat pada perlakuan 830-850 SP disebabkan adanya kecenderungan dimana penambahan satuan panas pada saat panen mengakibatkan timbunan bahan kering di dalam tongkol semakin banyak (Suriadi dan Mukti 2011). Dengan meningkatnya timbunan bahan kering kandungan karbohidrat semakin tinggi dan kadar air semakin menurun. Hal ini dicerminkan oleh peningkatan tingkat kekerasan tongkol yang semakin keras yang ditunjukkan oleh

semakin tingginya kadar serat kasar yang dikandung tongkol (Syafuruddin et al. 2012).

Perlakuan pemberian satuan panas lainnya tidak memberikan pengaruh antar sesamanya. Hal ini disebabkan masih kecilnya perubahan gula menjadi serat kasar. Gula lebih banyak digunakan sebagai bahan dasar pembentukan energi untuk proses pembesaran dan pemanjangan tongkol dan sebagai substrat dalam pemanjangan dan pembesaran tongkol tersebut (Kuruseng 2008). Perubahan gula sederhana menjadi polisakarida membutuhkan energi yang berasal dari masukan satuan panas, sehingga semakin besar akumulasi satuan panas energi maka potensi perubahan gula menjadi serat semakin besar. Hal ini menyebabkan kadar gula total cenderung menurun seiring bertambahnya satuan panas panen (Arma et al. 2013).

Menurut Ekowati dan Nasir (2012), bertambahnya umur tanaman menyebabkan semakin banyak penumpukan selulosa sebagai komponen penyusun dinding sel, sehingga semakin tua suatu sel maka dinding sel semakin tebal dan keras. Buhaira dan Swari (2013) menyatakan bahwa babycorn yang dipanen lebih lambat dengan satuan panas yang lebih besar, maka tongkol lebih keras karena meningkatnya kandungan serat kasar, dimana sebagian besar serat kasar disusun oleh selulosa sebagai salah satu polisakarida.

Kadar gula total (%)

Hasil laboratorium terhadap kadar gula total babycorn yang dipanen menurut jumlah satuan panas ditampilkan pada Tabel 4. Pada Tabel 4 terlihat bahwa pemanenan dengan satuan panas 710-730 SP mempunyai kandungan gula total yang paling tinggi yaitu 2,16 % yang berbeda dengan pengaruh pemberian perlakuan lainnya. Peningkatan satuan panas saat panen berpengaruh terhadap rasa manis tongkol yang dicerminkan dengan semakin berkurangnya kandungan gula total yang dikandung tongkol (Syukur 2012).

Tabel 2. Diameter tongkol dan panjang tongkol waktu panen pada berbagai jumlah satuan panas.

Jumlah satuan panas	Diameter tongkol (cm)	Panjang tongkol (cm)
E (830-850 SP)	1,96 c	12,49 d
D (800-820 SP)	1,89 c	11,72 d
C (770-790 SP)	1,21 b	10,21 c
B (740-760 SP)	0,72 a	8,59 b
A (710-730 SP)	0,64 a	7,20 a
KK = 9,23 %		KK = 5,12 %

Tabel 3. Kadar serat kasar waktu panen pada berbagai jumlah satuan panas

Jumlah satuan panas	Kadar serat kasar (%)
E (830-850 SP)	1,49 b
D (800-820 SP)	1,30 a
C (770-790 SP)	1,23 a
B (740-760 SP)	1,18 a
A (710-730 SP)	1,14 a
KK = 17,15%	

Tabel 4. Kadar gula total waktu panen pada berbagai jumlah satuan panas

Jumlah satuan panas	Kadar gula total (%)
A (710-730 SP)	2,16 b
B (740-760 SP)	1,81 a
C (770-790 SP)	1,77 a
D (800-820 SP)	1,69 a
E (830-850 SP)	1,58 a
KK = 11,07 %	

Menurut Buhaira dan Swari (2013) gula total dimanfaatkan sebagai energi untuk perkembangan tongkol dan penumpukan sel menjadi serat serta proses respirasi (Syafuruddin et al. (2012) juga menyatakan bahwa kandungan gula total menurun disebabkan pemakaian gula dapat diimbangi besarnya tanpa fotosintat dari organ source ke sink yaitu tongkol, dibuktikan dengan masih hijaunya daun dan batang tanaman sampai saat terakhir pemanenan. Suardi dan Yasin (2011) melaporkan bahwa glukosa dan fruktosa merupakan hektosa yang paling penting dihasilkan ketika fotosintesis. Hasil fotosintesis ini ditranslokasikan ke bagian lain tumbuhan terutama bagian reproduktif yang pada babycorn adalah tongkol. Ekowati dan Nasir (2012) juga menyatakan bahwa hasil fotosintesis ditumpuk sehingga satuan panas waktu panen akan semakin bertambah. Terjadinya akumulasi bahan kering menunjukkan bahwa jaringan semakin tua dan semakin keras, kandungan gula menurun dan kandungan serat meningkat (Suardi dan Yasin 2011). Syafuruddin et al. (2012) juga menyatakan bahwa rasa manis semakin berkurang dengan bertambahnya umur tanaman yang disebabkan banyaknya transformasi gula menjadi polisakarida.

Penurunan kandungan gula dengan peningkatan satuan panas saat panen juga disebabkan oleh proses respirasi yang membutuhkan bahan dasar gula yang akan menghasilkan $\text{CO}_2\text{H}_2\text{O}$ dan energi yang menyebabkan semakin rendahnya kadar gula total dan semakin meningkatnya jumlah satuan panas saat panen (Hamidi et al. 2011). Buhaira dan Swari (2013) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan respirasi adalah tersedianya gula sebagai gahan dasar.

Dalam kesimpulan, hasil penelitian menunjukkan bahwa panen dengan satuan panas 830-850 SP memberikan hasil terbaik terhadap diameter tongkol, panjang tongkol dan kadar serat babycorn dan perlakuan 710-730 SP memberikan hasil terbaik terhadap kadar gula total.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian ini dan terima kasih juga diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arma MJ, Fermin U, Sabaruddin L. 2013. Produksi dan produksi tanaman jagung dan kacang tanah melalui pemberian nutrisi organik dan waktu tanaman dalam system tumpang sari. *Jurnal Agroteknos* 13 (1): 1-7
- Asaduzzaman M, Biswas M, Islam MN, Rahman MM, Begum R, Sarkar MAR. 2014. Variety and N-fertilizer rate influence the growth, yield and yield parameters of babycorn (*Zea mays* L.). *J Agric Sci* 6 (3): 118-131.
- Badami K. 2008. Respon jagung sayur (Babycorn) terhadap ketersediaan air dan pemberian bahan organik. *Jurnal Agrovigor* 1 (1): 1-11.
- Bala HMB, Ogunlele VB, Kuchinda NC, Tanimu B. 2011. Response of two groundnut (*Arachis hypogaea*) varieties to sowing date and NPK fertilizer rate in a semi-arid environment: yield and yield attributes. *Asian J Crop Sci* 3 (3): 130-134.
- Buhaira, Swari EI. 2013. Pertumbuhan dan hasil jagung muda (Babycorn) pada perbedaan dosis kascing. *Jurnal Agroekoteknologi* 2 (3): 132-137
- Castro RS, Silvia PSL, Cardoso MJ. 2013. Babycorn, green corn, and dry corn yield of corn cultivars. *Jurnal Horticultura Brasileira*. 31:100-105
- Ekowati D, Nasir M. 2011. Pertumbuhan varietas jagung varietas Bisi-2 pada pasir reject dan pasir asli di pantai Trisik Kulon Progo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 18 (3): 220-231.
- Hamidi N, Wardana ING, Sasmito H. 2011. Pengaruh penambahan tongkol jagung terhadap performa pembakaran bahan bakar briket blotong (*Filter Cake*). *Jurnal Rekayasa Mesin* 2 (2): 92-97.
- Hayati E, Ahmad AH, Rahman CT. 2010. Respon jagung manis (*Zea mays* Saccharata Shout) terhadap penggunaan mulsa dan pupuk organik. *Jurnal Agrovista* 14 (1). 21-24.
- Kuruseng H. 2008. Pertumbuhan dan produksi berbagai varietas tanaman jagung pada dua dosis pupuk urea. *Jurnal Agrisistem* 4 (1): 26-36.
- Lone AA, Allai BA, Nehvi FA. 2013. Growth, yield and economics of babycorn (*Zea mays* L.) as influenced by integrated nutrient management (INM) practices. *African J Agric Res* 8 (37): 4537-4540.
- Meena RS, Yadav RS, Meena VS. 2013. Heat unit efficiency of groundnut varieties in scattered planting with various fertility levels. *J Bioscan* 8 (4): 1189-1192.
- Rahmatika W. 2015. Respon macam varietas tanaman jagung terhadap terhadap beberapa dosis pupuk petroorganik. *Jurnal Cendekia*. 13 (2): 1-6
- Sattar A, Iqbal MM, Areeb A, Ahmed Z, Irfan M, Shabbir M, Aishia G, Hussain S. 2015. Genotypic variations in wheat for phenology and accumulative heat unit under different sowing times. *J Environ Agric Sci* 2 (8): 1-8.
- Singh G, Kumar S, Singh R, Singh SS. 2014. Growth and yield of Babycorn (*Zea mays* L.) as influenced by varieties, spacings and dates of sowing. *Indian J Agric Res* 49 (4): 353-357.
- Suarni, Yasin M. 2011. Jagung sebagai sumber pangan fungsional Ringkasan Jurnal Iptek Tanaman Pangan 6 (1): 41-56.
- Suriadi IAK, Murti MR. Kesetimbangan energi termal dan efisiensi transient penering aliran alami memanfaatkan kombinasi dua energi. *Jurnal Teknik Industri* 12 (1): 34-40.
- Syafuruddin, Nurhayati, Wati R. 2012. Pengaruh jenis pupuk dan terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas jagung manis. *Jurnal Floratek* 7: 107-114.
- Syukur A. 2012. Pendekatan satuan panas (Heat unit) untuk penentuan fase pertumbuhan dan perkembangan tomat di dalam rumah tanaman. *J. Agroland* 19 (2): 96-101.

Polimorfisme gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR) pada sapi Pasundan

Polymorphism of growth hormone receptor (GHR) gene in Pasundan cattle

WIDYA PINTAKA BAYU PUTRA^{1*}, PASKAH PARTOGI AGUNG¹, SAIFUL ANWAR¹, SYAHRUDDIN SAID¹, ALFANDY HERMANSYAH²

¹Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8754587, Fax.: +62-21-8754588. *email: widya.putra.lipi@gmail.com/banchet_putra18@yahoo.co.id

²Program Studi Bioteknologi dan Neurosains, Universitas Surya, Jl. Boulevard Gading Serpong Kav. M5 No. 21, Summarecon Serpong, Tangerang Selatan 15810, Banten

Manuskrip diterima: 22 Januari 2017. Revisi disetujui: 12 September 2017.

Abstrak. Putra WPB, Agung PP, Anwar S, Said S, Hermansyah A. 2017. Polimorfisme gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR) pada sapi Pasundan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 299-303. Identifikasi polimorfisme pada gen yang mengontrol sifat pertumbuhan dapat digunakan untuk seleksi ternak secara molekuler. Salah satu gen yang mengontrol sifat pertumbuhan adalah gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR) yang telah banyak digunakan sebagai marka genetik dalam meningkatkan produksi susu dan berat badan pada beberapa bangsa sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman gen GHR pada sapi Pasundan. Penelitian ini menggunakan 119 sampel DNA sapi Pasundan yang dipelihara di BPPT-SP Ciamis, Jawa Barat. Metode analisis DNA yang digunakan adalah PCR-RFLP dengan enzim restriksi *AluI* (AG*CT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa gen GHR (298 pb) pada sapi Pasundan bersifat polimorfik dengan tiga tipe genotipe yaitu: AA (0,412); AG (0,429) dan GG (0,160). Frekuensi alel A dan G masing-masing sebesar 0,626 dan 0,374. Estimasi jumlah alel efektif (N_e) sebesar 1,873 dan tidak terindikasi adanya efek terfiksasi ($F_{is} < 1,00$). Hasil uji *Chi-square* (χ^2) menunjukkan bahwa frekuensi genotipe pada sampel populasi yang diuji masih dalam keseimbangan Hardy-Weinberg (HWE). Nilai heterozigositas observasi (H_o) pada penelitian lebih besar daripada nilai heterozigositas harapan (H_e). Tingkat keragaman genetik (PIC) yang diperoleh sebesar 0,358 (sedang). Kesimpulan dari penelitian ini adalah gen GHR pada sapi Pasundan bersifat polimorfik sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai seleksi molekuler melalui kajian yang lebih dalam lagi. Penambahan jumlah sampel dari beberapa wilayah populasi sapi Pasundan akan memberikan informasi yang lebih akurat mengenai keragaman genetik GHR pada sapi Pasundan di Jawa Barat.

Kata kunci: gen GHR, PCR-RFLP, polimorfisme, sapi Pasundan

Singkatan: BPPT-SP: Balai Pengembangan Perbibitan Ternak Sapi Potong; DNA: deoxyribonucleic acid, F_{is} : fixsasi index; H_e : heterozigositas harapan, H_o : heterozigositas observasi; HWE: Hardy-Weinberg equilibrium, pb: pasang basa; N_e : jumlah alel efektif, PCR: polymerase chain reaction, PIC: polymorphism information content, RFLP: restriction fragment length polymorphism, χ^2 : nilai *Chi-square*

Abstract. Putra WPB, Agung PP, Anwar S, Said S, Hermansyah A. 2017. Polymorphism of growth hormone receptor (GHR) gene in Pasundan cattle. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 299-303. Identification of genetic polymorphism which controlling to the growth traits could be used as molecular selection for livestock. The objective of this study was to identify the genetic polymorphism of GHR in Pasundan cattle. Total of 119 DNA samples of Pasundan cattle that kept at BSD-BC of Ciamis, West Java was used in this study. The method used in the present study was PCR-RFLP with *AluI* (AG*CT) restriction enzyme. The result of this study showed that the GHR gene (298 bp) of Pasundan cattle were polymorphic with three genotype type of AA (0.412); AG (0.429) and GG (0.160). The Allelic frequencies of A and G were 0.626 and 0.374 respectively. The estimation of allelic effective numbers (N_e) was 1.873 and no fixation effect indicated ($F_{is} < 1.00$). The *Chi-square* (χ^2) test showed that the genotypic frequencies of GHR gene in the population tested was in the Hardy-Weinberg equilibrium (HWE). The observed of heterozygosity (H_o) values in this study were higher than expected of heterozygosity (H_e) value. The polymorphism information content (PIC) value was 0.358 (moderate). The conclusion of this study conducted that the GHR gene of Pasundan cattle was polymorphic and might be used as molecular selection through intensive study. Additional sample from another Pasundan's population places are needed to provide accurate information about the polymorphism of GHR gene in Pasundan cattle.

Kata kunci: gen GHR, PCR-RFLP, polimorfisme, sapi Pasundan

Abbreviations: BSD-BC: Bureau of Seedstock Development for Beef Cattle, DNA: deoxyribonucleic acid, F_{is} : fixation indices, H_e : expected heterozigositas, H_o : observed heterozigositas, HWE: Hardy-Weinberg equilibrium, bp: base pairs, N_e : number of effective allele, PCR: polymerase chain reaction, PIC: polymorphism information content, RFLP: restriction fragment length polymorphism, χ^2 : Chi-square value

PENDAHULUAN

Tingkat produksi daging dari peternakan sapi potong di Indonesia lebih rendah dari kebutuhannya, sehingga terjadi kesenjangan antara produksi dan kebutuhan daging. Beberapa hal yang menyebabkan kondisi tersebut adalah rendahnya populasi dan potensi genetik sapi potong, serta kondisi manajemen pemeliharaan yang kurang baik. Salah satu upaya untuk meningkatkan potensi genetik pada sapi potong adalah dengan cara seleksi ternak. Seleksi ternak dapat dilakukan dengan cara memilih pejantan dan betina yang unggul untuk dipakai sebagai sumber materi genetik bagi generasi berikutnya. Sapi Pasundan merupakan salah satu rumpun sapi asli Indonesia dari Jawa Barat yang dapat ditingkatkan mutu genetiknya melalui seleksi ternak untuk produksi daging. Sapi Pasundan ditetapkan sebagai salah satu rumpun sapi lokal di Indonesia berdasarkan keputusan Menteri Pertanian RI No. 1051/Kpts/SR.120/10/2014. Sapi ini dikenal pula sebagai sapi Rancah, merujuk pada lokasi awal tempat domestikasinya (Sutarno dan Setyawan 2015).

Seleksi pada sapi potong dilakukan berdasarkan sifat pertumbuhan antara lain: berat sapih, berat setahunan dan pertambahan berat badan harian (PBBH). Sifat pertumbuhan dikendalikan oleh banyak gen, dan ekspresinya merupakan akumulasi dari pengaruh genetik, lingkungan dan akumulasi keduanya (Hardjosubroto 1994). Salah satu gen yang mempengaruhi sifat pertumbuhan pada ternak adalah gen *growth hormone receptor* (GHR) atau disebut juga dengan gen reseptor hormon pertumbuhan. Gen GHR disandikan sebagai gen tunggal dan terletak pada kromosom 20 dan terdiri dari atas 10 ekson dan 9 intron dengan panjang 25.688 pb (Lin et al. 2009). Gen GHR memiliki fungsi memediasi aktivitas biologi hormon pertumbuhan pada sel target yang mempengaruhi pertumbuhan karkas pada sapi potong dan sifat produksi susu pada sapi perah (Crina et al. 2013; Zhou dan Jiang 2006). Salah satu bagian gen GHR yang digunakan untuk seleksi ternak adalah ekson 10. Martinez et al. (2016) melaporkan bahwa mutasi transisi A→G pada basa ke 3338 di daerah ekson 10 (2609-3876) pada gen GHR menyebabkan terjadinya perubahan asam amino serin menjadi glisin. Selanjutnya, berdasarkan titik mutasi tersebut, terbentuk dua tipe alel yaitu alel A dan G.

Identifikasi keragaman gen GHR pada sapi Pasundan sangat penting sebagai salah satu informasi dasar dalam rangka melengkapi kerangka kerja genetika molekuler untuk perbaikan mutu genetik ternak. Beberapa penelitian melaporkan bahwa keragaman gen GHR pada bangsa sapi *Bos taurus* berpengaruh terhadap karakteristik daging (Piedmontese), lemak karkas (Japanese Black) dan lemak intramuskular pada sapi Hanwoo dan sapi Irish *crossbred* (Di Stasio et al. 2005; Tatsuda et al. 2008; Han et al. 2009; Reardon et al. 2010). Selain itu Gen GHR juga berpengaruh terhadap pertambahan berat badan dan berat karkas pada sapi Nellore (*Bos indicus*) dan persilangannya (Curi et al. 2006), tetapi tidak berpengaruh terhadap performans reproduksi pada sapi Friesian Holstein (Hadi et al. 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman gen GHR ekson 10 pada sapi Pasundan yang dipelihara di Balai Pengembangan Perbibitan Ternak Sapi Potong (BPPT-SP) Ciamis, Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE

Prosedur

Koleksi sampel darah dan isolasi DNA

Penelitian ini menggunakan 119 ekor sapi Pasundan yang dipelihara di BPPT-SP Ciamis, Jawa Barat. Masing-masing sapi dikoleksi sampel darahnya sebanyak 5 mL ke dalam tabung vacutainer yang sudah berisi K₃EDTA. Sampel darah kemudian disimpan pada kondisi suhu refrigerator (4-5⁰C) sampai saatnya dilakukan isolasi DNA. Isolasi DNA dilakukan menggunakan Genomic DNA mini kit (Geneaid Biotech Ltd., Taiwan) sesuai prosedur yang tercantum dalam kit tersebut. Produk DNA yang diperoleh selanjutnya disimpan pada suhu -20⁰C sampai saatnya dilakukan PCR

Amplifikasi fragmen gen GHR

Fragmen DNA yang menjadi target untuk diamplifikasi adalah gen GHR sepanjang 298 pb (GenBank: EF207442). Amplifikasi dilakukan dengan menggunakan sepasang primer yang telah didesain oleh Andreas et al. (2010) yaitu: *GHR-Forward*: 5'-CGTTACTTCTGCGAGGTAGACGC-3' dan *GHR-Reverse*: 5'-GTCTGTGCTCACATAGCCAC-3'. Posisi pemotongan primer pada gen GHR (298 pb) ditunjukkan pada Gambar 1. Reaksi PCR dilakukan pada total volume 21 µL yang terdiri dari 1,50 µL DNA; 7,38 µL PCR kit KAPA2G Robust HotStart ReadyMix (Kapa Biosystem Inc., USA); primer *forward* dan *reverse* masing-masing sebanyak 2,40 µL dan 7,32 µL ddH₂O. Campuran tersebut kemudian diinkubasi dalam mesin *Mastercycler Gradient* (Eppendorf, Germany) dengan kondisi sebagai berikut: tahap denaturasi awal selama 5 menit pada suhu 94⁰C; tahap kedua yang terdiri dari 30 siklus yang masing-masing siklus terdiri dari denaturasi pada suhu 94⁰C selama 25 detik, penempelan (*annealing*) primer pada suhu 63⁰C selama 25 detik, dan pembuatan pasangan (komplemen) untai DNA (*extension*) pada suhu 72⁰C selama 25 detik; tahap terakhir yaitu *extension* pada suhu 72⁰C selama 5 menit. Produk PCR (3 µL setiap sampel) selanjutnya dielektroforesis pada tegangan 110 volt selama 30 menit menggunakan medium gel agarose 1% (Vivantis Inc., USA) yang telah direndam dalam larutan buffer 1 x TBE (Tris borate EDTA). Medium agarose 1% yang telah dielektroforesis selanjutnya direndam dalam larutan SyBr® (10 µL/100 µL pelarut) selama 60 menit kemudian divisualisasikan dalam G-BOX *Gel Documentation System* (Syngene, UK).

Analisis genotipe

Variasi genotipe pada gen GHR diidentifikasi menggunakan metode PCR-RFLP. Enzim restriksi yang digunakan adalah *AluI* (Biolabs Inc., USA) yang memiliki situs restriksi AG*CT untuk mendeteksi adanya mutasi A→G pada fragmen gen GHR. Posisi situs restriksi *AluI* pada gen GHR (298 pb) ditunjukkan pada Gambar 1. Sebanyak 4,20 µL produk PCR didigesti dalam campuran 0,28 µL enzim restriksi; 1,82 µL ddH₂O dan 0,70 µL 10x NE buffer pada suhu 37⁰C selama 60 menit. Elektrofesis dilakukan pada medium gel agarose 3% yang telah

direndam larutan 1 x TBE pada tegangan 110 volt selama 50 menit, kemudian divisualisasikan dalam G-BOX. Penentuan genotipe pada setiap sampel didasarkan pada pola pemotongan pita DNA (*band*) yang terbentuk dan dibandingkan dengan DNA *ladder* berukuran 100 pb (Kapa Biosystem Inc., USA) yang juga disertakan dalam elektroforesis.

Analisis data

Analisis data meliputi frekuensi genotipe, frekuensi alel, nilai *Chi square* (χ^2), heterozigositas harapan (H_e), heterozigositas observasi (H_o), *polymorphism information content* (PIC), jumlah alel efektif (N_e) dan fixsasi index (F_{is}). Estimasi frekuensi genotipe dan alel serta nilai χ^2 dihitung berdasarkan Nei dan Kumar (2000). Nilai PIC dihitung menurut petunjuk Botstein et al. (1980). Perhitungan nilai N_e dihitung menurut Motoo dan James (1964) sedangkan perhitungan nilai F_{is} dihitung menurut Rini et al. (2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

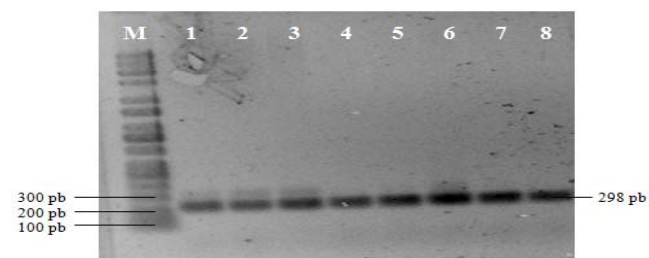
PCR-RFLP

Fragmen spesifik gen GHR sapi Pasundan di daerah ekson 10 sepanjang 298 pb berhasil diperoleh seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil RFLP gen GHR pada 119 ekor sapi Pasundan menggunakan enzim restriksi *AluI* menghasilkan 3 tipe genotipe yaitu AA, AG dan GG seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Genotipe AA terdiri dari 3 fragmen DNA dengan ukuran 167 pb, 81 pb dan 50 pb. Genotipe AG terdiri dari 4 fragmen DNA dengan ukuran 167 pb, 131 pb, 81 pb dan 50 pb. Genotipe GG terdiri dari 2 fragmen DNA dengan ukuran 167 pb dan 131 pb.

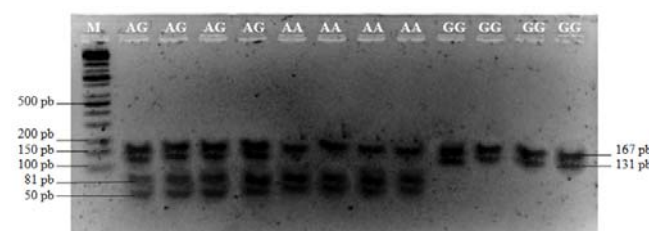
Polimorfisme gen GHR

Frekuensi genotipe AA, AG dan GG yang diperoleh pada penelitian ini masing-masing sebesar 0,412; 0,429 dan 0,160 dari 119 ekor sapi Pasundan yang diteliti. Frekuensi

alel A yang diperoleh lebih besar daripada alel G. Hasil uji *Chi square* (χ^2) pada populasi sapi Pasundan di BPPT-SP Ciamis masih dalam keseimbangan Hardy-Weinberg. Nilai heterozigositas observasi (H_o) yang diperoleh lebih besar dari nilai heterozigositas harapan (H_e). Tingkat keragaman genetik gen GHR pada populasi yang diuji termasuk kategori moderat ($0,25 < PIC < 0,50$). Alel A dan G pada gen GHR sapi Pasundan tidak menunjukkan adanya fixsasi ($F_{is} < 1,00$). Hasil perhitungan analisis genotipe pada gen GHR sapi Pasundan tersaji pada Tabel 1.



Gambar 2. Visualisasi hasil amplifikasi ruas gen GHR sepanjang 298 pb pada gel agarose 1%. M= marker 100 pb; 1-8 = nomor sampel



Gambar 3. Visualisasi hasil PCR-RFLP ruas gen GHR/*AluI* pada sapi Pasundan menunjukkan tiga macam tipe genotipe yaitu AA (167 pb, 81 pb, 50 pb); AB (167 pb, 131 pb, 81 pb, 50 pb) dan GG (167 pb, 131 pb). M= marker 100 pb

```

Forward>>>
3259      cg cttacttctg cgaggtagac gccaaaaagt acattgccct
                AluI
3301 ggccccctcac gtcgaggctg aatcacacgt agagccaag▼ctttaaccagg aagacattta
                AluI
3361 catcaccaca gaaagcctta cactacag▼ctgggaggtcg ggcagcag aacatgttcc
3421 aagttctgag atacctgtcc cagattatac ctccattcat atagtacagt ctccacaggg
3481 cctcgtactc aatgcgactg cctgcctt gctgacaaa gagtttctct catcatgtgg
3541 ctatgtgagc acagac
<<<Reverse
    
```

Gambar 1. Posisi pemotongan primer dan situs restriksi *AluI* di daerah ekson 10 pada gen GHR sepanjang 298 pb berdasarkan GenBank: EF207442

Tabel 1. Hasil analisis data genotipe gen GHR/*AluI* pada sapi Pasundan di BPPT-SP Ciamis

Frekuensi gen (N)			Frekuensi alel		χ^2	$H_e \pm SE$	H_o	PIC	N_e	F_{is}
AA	AG	GG	A	G						
0,412 (49)	0,429 (51)	0,160 (19)	0,626	0,374	0,542*	0,466±0,177	0,472	0,358	1,873	0,085

Keterangan: N= jumlah individu; χ^2 = Chi-square; H_e = heterozigositas harapan; H_o = heterozigositas observasi= PIC= *polymorphism information content*; N_e = jumlah alel efektif; F_{is} = indeks fixsasi pada masing-masing alel; *dalam keseimbangan genetik Hardy-Weinberg ($\chi^2 < 3,841$)

Pembahasan

Pada penelitian ini, polimorfisme gen GHR pada sapi Pasundan di BPPT-SP Ciamis dideteksi menggunakan metode PCR-RFLP. Kondisi optimal *annealing* yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 63°C selama 25 detik. Misrianti et al. (2011) memperoleh kondisi optimal *annealing* sebesar 62°C selama 45 detik pada gen GHR sapi Friesian Holstein dengan menggunakan primer yang sama seperti pada penelitian ini. Hasil yang berbeda juga ditunjukkan oleh Zulkharnaim et al. (2010) pada gen GHR sapi Bali menggunakan primer seperti pada penelitian ini dan memperoleh kondisi optimal *annealing* sebesar 60°C selama 1 menit. Perbedaan ini dapat terjadi karena metode penelitian yang digunakan antara lain bahan pereaksi PCR dan jenis mesin PCR yang digunakan berbeda sehingga kondisi *annealing* yang diperoleh menjadi berbeda-beda.

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa terdapat 2 situs restriksi *AluI* (AG*CT), yaitu pada basa ke 3338 dan 3389 yang selanjutnya akan menghasilkan 3 fragmen DNA (167 pb, 81 pb dan 50 pb) dan disebut dengan alel A. Keragaman gen GHR terjadi karena terdapat mutasi pada posisi basa ke 3338 dari basa A menjadi G (mutasi transisi) yang mengubah asam amino serin menjadi glisin (Martinez et al. 2016). Perubahan tersebut menyebabkan situs restriksi menjadi tidak dikenali oleh *AluI* sehingga menyebabkan munculnya 2 fragmen DNA (167 pb dan 131 pb) dan dikenal dengan alel G. Hasil *genotyping* pada gen GHR sapi Pasundan menghasilkan 3 tipe genotipe yaitu AA, AG dan GG. Perbedaan genotipe pada masing-masing individu disebabkan adanya tipe alel yang berbeda (A atau G) dari kromosom homolog yang diturunkan oleh masing-masing tetua (jantan dan betina) pada saat terjadi fertilisasi. Ternak dengan genotipe heterozigot (AG) merupakan

kombinasi 2 alel berbeda dari keduanya tetuanya. Sedangkan ternak dengan genotipe homozigot (AA atau GG) menunjukkan bahwa kedua tetua menyumbangkan alel yang sama (Nei dan Kumar 2000).

Identifikasi keragaman gen GHR ekson 10 (298 pb) dengan menggunakan primer yang didesain oleh Andreas et al. (2010) seperti pada penelitian ini juga pernah dilakukan pada sapi Friesian Holstein (Misrianti et al. 2011) dan beberapa bangsa sapi potong seperti sapi Bali, Pesisir, Simmental dan Limousin (Zulkharnaim et al. 2010). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keragaman gen GHR/*AluI* pada sapi juga terjadi di beberapa bagian gen GHR seperti yang tersaji pada Tabel 2.

Keseimbangan alel dalam suatu populasi (HWE) dilihat berdasarkan besarnya nilai *Chi-square* (χ^2) yang dihitung berdasarkan perbedaan frekuensi genotipe pengamatan dan frekuensi genotipe harapan. Suatu populasi dikatakan dalam keseimbangan genetik apabila nilai χ^2_{hitung} yang diperoleh lebih kecil dari nilai χ^2_{tabel} . Falconer dan Mackay (1996) menyatakan bahwa suatu populasi yang besar akan berada dalam keseimbangan genetik apabila tidak mengalami migrasi, mutasi, seleksi dan *genetic drift*. Vasconcellos et al. (2003) menambahkan bahwa suatu populasi dikatakan dalam keseimbangan genetik apabila frekuensi genotipe (p^2 , $2pq$, q^2) dan frekuensi alel (p dan q) konstan dari generasi ke generasi, karena penggabungan gamet terjadi secara acak dalam populasi yang besar. Sapi Pasundan pada penelitian ini berada dalam keseimbangan genetik. Hal itu disebabkan karena proses seleksi ternak baru mulai dikerjakan sejak tahun 2015, sehingga saat ini belum ada seleksi sapi Pasundan dalam jumlah yang besar.

Tabel 2. Hasil *genotyping* dengan enzim restriksi *AluI* di beberapa bagian gen GHR pada beberapa bangsa sapi

Bangsa sapi	Sub spesies	Daerah	N	Frekuensi alel		Referensi
				A	B	
Friesian Holstein (Indonesia)	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	370	0,75	0,25	Misrianti et al. (2011)
Friesian Holstein (Polandia) ♀	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	395	0,83	0,17	Olenksi et al. (2010)
Friesian Holstein (Polandia) ♂	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	477	0,89	0,11	Olenksi et al. (2010)
Friesian Holstein (Iran)	<i>Bos taurus</i>	PR	93	0,44	0,56	Rahbar et al. (2010)
Limousin	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	21	0,29	0,71	Zulkharnaim et al. (2010)
Simmental	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	17	0,27	0,73	Zulkharnaim et al. (2010)
Piemontese	<i>Bos taurus</i>	ekson 10	213	0,42	0,58	Di Stasio et al. (2005)
South Anatolian Red	<i>Bos taurus</i>	5'-RR	49	0,54	0,46	Akad et al. (2012)
East Anatolian Red	<i>Bos taurus</i>	5'-RR	50	0,56	0,44	Akad et al. (2012)
Turkish grey	<i>Bos taurus</i>	5'-RR	44	0,36	0,64	Akad et al. (2012)
Pesisir	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	48	0,62	0,38	Zulkharnaim et al. (2010)
Hariana	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	46	0,94	0,06	Deepika dan Raj (2013)
Kankrej	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	43	0,90	0,10	Deepika dan Raj (2013)
Mewati	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	43	0,94	0,06	Deepika dan Raj (2013)
Nagori	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	47	0,92	0,08	Deepika dan Raj (2013)
Tharparkar	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	47	0,97	0,03	Deepika dan Raj (2013)
Ghumusari	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	48	0,92	0,08	Deepika dan Raj (2013)
Kangayam	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	48	0,83	0,17	Deepika dan Raj (2013)
Binjharपुरi	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	47	0,85	0,15	Deepika dan Raj (2013)
Punganur	<i>Bos indicus</i>	ekson 10	36	0,86	0,14	Deepika dan Raj (2013)
Bali	<i>Bos javanicus</i>	ekson 10	162	0,99	0,01	Zulkharnaim et al. (2010)

Keterangan: N = jumlah individu; PR= *promotor region*; RR= *regulatory region*

Nilai heterozigositas observasi (H_o) dan heterozigositas harapan (H_e) dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menduga nilai silang dalam (*inbreeding*) pada suatu kelompok ternak (Hartl dan Clark 1997). Secara umum, nilai H_e merupakan indikator yang baik sebagai penciri genetik yang dapat menjelaskan keragaman populasi ternak dan dapat digunakan untuk membantu program seleksi ternak pada ternak yang akan digunakan sebagai sumber genetik pada generasi berikutnya (Moiloi et al. 2004; Marson et al. 2005). Nilai H_o pada gen GHR sapi Pasundan lebih besar dibandingkan dengan H_e dan mengindikasikan bahwa keragaman genetik gen GHR pada sapi Pasundan cukup tinggi.

Nilai PIC pada gen GHR sapi Pasundan dalam penelitian ini termasuk kategori sedang. Botstein et al. (1980) menyatakan bahwa terdapat tiga kategori nilai PIC yaitu rendah ($PIC < 0,25$), sedang/moderat ($0,25 < PIC < 0,50$) dan tinggi ($PIC > 0,50$). Selanjutnya dijelaskan bahwa nilai PIC tidak hanya dapat digunakan untuk menentukan informatifnya suatu penciri, tetapi juga dapat digunakan untuk menentukan ada tidaknya alel polimorfik, selain didasarkan pada nilai heterozigositas. Estimasi jumlah alel efektif yang diperoleh sebesar 1,82 yang berarti bahwa terdapat perbedaan frekuensi alel dalam gen GHR sapi Pasundan. Alel A pada gen GHR/*AluI* merupakan alel yang dominan. Alel A dan G pada penelitian ini tidak menunjukkan terjadinya fixasi ($F_{is} < 1,00$) dan dapat disebabkan proses seleksi pada sapi Pasundan di BPPT-SP Ciamis baru dimulai sejak tahun 2015, sehingga frekuensi alel A dan G masih cukup tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristek-Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (SINAS) No. 309/SP2H/LT/DRPM/VI/2016. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan karyawan BPPT-SP Ciamis dan Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Jawa Barat (BP2D) atas dukungan dan kerja samanya dalam pengumpulan data dan sampel darah sapi Pasundan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akad IA, Ahmet M, Kemal OO. 2012. A determination of growth hormone receptor gene polymorphisms in East Anatolian Red cattle, South Anatolian Red cattle, and Turkish Grey cattle. *Turk J Vet Anim Sci* 36: 27-33
- Andreas E. 2010. Telaah Kualitas Daging serta Identifikasi Keragaman gen GH dan GHR pada Kerbau. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Botstein D, White RL, Skolnick M, Davis RW. 1980. Construction of genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am J Hum Genet* 32: 314-331.
- Curi RA, Palmieri DA, Sugisawa L, Ferraz ALJ, Oliveira HN, Furlan LR, Silveira AC, Lopes CR. 2006. Effects of GHR gene polymorphisms on growth and carcass traits in Zebu and crossbred cattle. *Livest Sci* 101: 94-100
- Crina T, Carsai, Adrian V, Balteanu, Augustin V, Oliver C. 2013. Polymorphism within growth hormone receptor (GHR) gene in Romanian Black and White and Romanian Grey steppe cattle breeds. *ABAH Bioflux* 5: 1-5
- Di Stasio L, Destefanis G, Brugiapaglia A, Albera A, Rolando A. 2005. Polymorphism of the GHR gene in cattle and relationships with meat production and quality. *Anim Genet* 36: 138-140
- Deepika, Raj KS. 2013. Polymorphism studies og growth hormone receptor (GHR) gene in indigenous grey cattle breeds of India. *DHR-IJBLS* 4: 270-277
- Falconer DS, Mackay TFC. 1996. *Introduction to Quantitative Genetics*. Longman Inc, New York.
- Hadi Z, Atashi H, Dadpasand M, DerakhshandehA, Ghahramani SMM. 2015. The relationship between growth hormone polymorphism and growth hormone receptor gene with milk yield and reproductive performance in Holstein dairy cows. *IJVR* 15: 244-248
- Han SH, Cho IC, Kim JH, Ko MS, Jeong HY, Oh HS, Lee SS. 2009. A GHR polymorphism and its associations with carcass traits in Hanwoo cattle. *Genes & Genom* 31: 35-41
- Hardjosubroto W. 1994. *Aplikasi Pemuliaan Ternak di Lapangan*. Gramedia Widiasarana, Jakarta.
- Hartl DL, Clark AG. 1997. *Principle of Population Genetic*. Sinauer Associates, Inc Publisher, Sunderland.
- Keputusan Menteri Pertanian RI No. 1051/Kpts/SR.120/10/2014.
- Lin BZ, Sasazaki S, Lee JH, Mannen H. 2009. Genetic diversity of growth hormone receptor gene in cattle. *J Anim Sci* 80: 528-531
- Marson EP, Ferraz JBS, Meirelles FV, Balieiro JCC, Eler JP, Figuerido LGG, Mourao GB. 2005. Genetic characterization of European-Zebu composite bovine using RFLP markers. *Genet Mol Res* 4: 496-505
- Martinez R, Rocha JF, Bejarano, D, Gomez Y, Abuabara Y, Gallego J. 2016. Identification of SNPs in growth-related genes in Colombian creole cattle. *Genet Mol Res* 15: 1-16
- Misrianti R, Cece S, Anggraeni A. 2011. Keragaman gen hormon pertumbuhan reseptor (GHR) pada sapi perah Friesian Holstein. *JITV* 16: 253-259
- Moiloi B, Napolinto F, Catalilo G. 2004. Genetic diversity between Piedmontese, Meremmana and Podolica cattle breeds. *J Hered* 95: 250-256
- Motoo K, James FC. 1964. The number of alleles that can be maintained in a finite population. www.author.library.caltech.edu
- Nei M, Kumar S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Olenski K, Tomasz S, Stanislaw K. 2010. Inconsistency of associations between growth hormone receptor gene polymorphism and milk performance traits in Polish Holstein-Friesian. *Anim Sci Papers Report* 28: 229-234
- Rahbar R, Rahimi G, Pirsaraei ZA, Gholizadeh M. 2010. Identification of polymorphisms in promotor region of growth hormone receptor (GHR) gene and its association with milk related traits in Holstein cows. *Afr J Biotechnol* 9: 5460-5464
- Reardon W, Mullen AM, Sweeney T, Hamill RM. 2010. Association of polymorphisms in candidate genes with colour, water-holding capacity, and composition traits in bovine *M. longissimus* and *M. semimembranosus*. *Meat Science* 86: 270-275
- Rini AO, Cece S, Anggraeni A. 2013. GHRH | *HaeIII* polymorphism in dairy and beef cattle at National Livestock Breeding Centers. *Media Peternakan* 36: 185-191
- Sutarno, Setyawan AD. 2015. Genetic diversity of local and exotic cattle and their crossbreeding impact on the quality of Indonesian cattle. *Biodiversitas* 16: 327-354
- Tatsuda K, Oka A, Iwamoto E, Kuroda Y, Takeshita H, Kataoka H, Kouno S. 2008. Relationship of the bovine growth hormone gene to carcass traits in Japanese black cattle. *Anim Breed Genet* 125: 45-49
- Vasconcellos LPMK, Talhari DT, Pereira AP, Coutinho LL, Regitano LCA. 2003. Genetic characterization of Aberdeen Angus cattle using molecular marker. *J Genet Mol Biol* 26: 133-137
- Zhou Y, Jiang H. 2006. A milk trait-associated polymorphism in the bovine growth hormone receptor gene does not affect receptor signaling. *J Dairy Sci* 89: 1761-1764
- Zulkharnaim, Jakaria, Noor RR. 2010. Identifikasi keragaman genetik gen reseptor hormon pertumbuhan (GHR | *AluI*) pada sapi Bali. *Media Peternakan* 33: 81-87

Keragaman gen *Growth Hormone* (GH) pada beberapa rumpun sapi lokal Indonesia

Growth Hormone (GH) gene polymorphism in several Indonesian local breeds cattle

PASKAH PARTOGI AGUNG[✉], SAIFUL ANWAR, WIDYA PINTAKA BAYU PUTRA, SYAHRUDDIN SAID

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor km. 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-21-8754587/8754588, ✉email: paskah_partogi@yahoo.com

Manuskrip diterima: 23 Januari 2017. Revisi disetujui: 12 September 2017.

Abstrak. Agung PP, Anwar A, Putra WPB, Said S. 2017. Keragaman gen *Growth Hormone* (GH) pada beberapa rumpun sapi lokal Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 304-308. Melalui kajian ilmu genetika molekuler, individu yang berpotensi unggul secara genetik dalam suatu kelompok sapi dapat dideteksi lebih dini sehingga dapat digunakan sebagai calon pejantan maupun induk untuk meningkatkan produktivitas sapi potong lokal. Gen GH (*Growth Hormone*) menjadi salah satu gen yang mempengaruhi produktivitas ternak seperti sifat pertumbuhan dan reproduksi. Gen GH merupakan kandidat gen pada program MAS (*Marker Assisted Selection*) yaitu seleksi ternak dengan bantuan teknologi marker genetik untuk sifat pertumbuhan dan karkas pada sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal, yaitu rumpun sapi SO, PO, Bali, Pesisir dan Simmental Sumatera Barat yang berturut-turut sebanyak 41, 24, 19, 8, dan 31 sampel. Metode pendeteksian keragaman gen GH yang digunakan adalah metode PCR-RFLP menggunakan enzim restriksi *MspI*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sapi SO, PO, dan Pesisir ditemukan tiga genotipe (AA, BB dan AB), sapi Simmental Sumatera Barat dua genotipe (BB dan AB), sedangkan sapi Bali hanya satu genotipe (AA). Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa gen GH pada sapi SO, PO, Pesisir dan Simmental Sumatera Barat dalam kondisi beragam (polimorfik) sedangkan pada sapi Bali tidak beragam (monomorfik). Informasi dalam penelitian ini dapat dijadikan dasar atau landasan dalam memulai program seleksi dan perkawinan sapi potong lokal Indonesia berbasis teknologi molekuler.

Kata kunci: keragaman, gen GH, pertumbuhan, sapi lokal, Indonesia

Abstract. Agung PP, Anwar A, Putra WPB, Said S. 2017. *Growth Hormone* (GH) gene polymorphism in several Indonesian local breeds cattle. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 304-308. Through the molecular genetic study, the genetic potential of individuals can be detected early so that it can be used as a parental population to improve the productivity of local cattle. The GH (*Growth Hormone*) gene is one of the genes that affect the productivity of animals such as growth and reproduction. The GH gene is the candidate gene in the MAS (*Marker Assisted Selection*) program, i.e., the selection of animals using the genetic marker for growth and carcass trait in cattle. This study aims to identify the polymorphism of the GH gene in several Indonesian local breed cattle. The local breeds cattle used in this study including the SO cattle, PO, Bali, Pesisir, and Simmental cross cattle respectively by 41, 24, 19, 8, and 31 samples. The GH gene polymorphism was detected by PCR-RFLP method using *MspI* restriction enzyme. The results showed that the SO, PO, and Pesisir cattle have three genotypes (AA, BB and AB) for GH gene, otherwise the Simmental cross cattle have two genotypes (BB and AB), and the Bali cattle only have one genotype (AA). Based on these results it can be concluded that the GH gene in the SO, PO, Pesisir and Simmental Cross cattle was polymorphic while the Bali cattle do not have GH gene variant (monomorphic). The information in this study can be used as the basis or foundation to start the breeding program for the Indonesia local cattle based on the molecular technology.

Keywords: polymorphism, GH gene, growth, local breed, Indonesia

PENDAHULUAN

Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, konsumsi daging sapi per kapita tahun 2015 mengalami peningkatan sebesar 60% dari konsumsi tahun 2014 serta sekitar 1.4 juta ekor sapi diimpor ke Indonesia pada tahun 2015 (Kementerian Pertanian 2016). Produktivitas ternak Indonesia khususnya sapi lokal yang masih tergolong rendah (Diyanto dan Inounu 2009) merupakan masalah utama yang harus segera diselesaikan terkait dengan makin tingginya permintaan pasar akan

daging, susu, telur, dan hasil olahannya serta keinginan untuk tidak lagi mengandalkan impor untuk memenuhi tingginya permintaan tersebut. Pada dasarnya banyak hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak lokal Indonesia, baik produksi daging, susu, ataupun telur. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ternak Indonesia adalah dengan melakukan seleksi dan persilangan (Diyanto et al. 2005; Rasyid et al. 2007).

Perkembangan ilmu genetika molekuler saat ini telah membuka peluang untuk mengetahui tingkat keragaman

genetik pada tingkat DNA yang dapat digunakan untuk mengetahui potensi genetik dari suatu jenis ternak (Ribeca et al. 2014). Deteksi dini potensi genetik ternak dengan memanfaatkan teknologi DNA melalui identifikasi genotipe gen-gen tertentu yang mengontrol kemampuan produksi ternak atau sifat-sifat yang bernilai ekonomi merupakan hal yang perlu dilakukan dalam upaya menghasilkan bibit yang unggul melalui proses seleksi dan persilangan terarah (Curi et al. 2006; Dekkers 2007; Gill et al. 2010).

Parameter pertumbuhan merupakan salah satu parameter penting dalam program pemuliaan ternak. Sifat pertumbuhan pada ternak selain dipengaruhi oleh faktor nutrisi juga dikendalikan oleh faktor genetik, fisiologis, dan manipulasi (Lawrie 1995). Salah satu hormon yang berkaitan dengan pertumbuhan adalah *Growth Hormone* (GH) yang merupakan suatu hormon protein yang disintesis dan disekresikan oleh kelenjar hipofisa bagian anterior (Etherton dan Bauman 1998). GH diperlukan untuk pertumbuhan jaringan, metabolisme lemak, dan pertumbuhan tubuh yang normal (Burton et al. 1994). Selain itu, fungsi GH juga diketahui berperan dalam kemampuan reproduksi sapi dalam hal respon superovulasi, tingkat ovulasi, tingkat fertilitas dan kualitas embrio (Sumantri et al. 2011).

GH pada ternak sapi disandikan oleh gen GH yang berada di kromosom 19 pada posisi 19q26qter (Hediger et al. 1990). Pentingnya fungsi dari gen GH menjadikan gen ini menjadi kandidat gen untuk program seleksi ternak berdasarkan sifat pertumbuhan dan karkas pada sapi (Tambasco et al. 2003; Beauchemin et al. 2006; Ribeca et al. 2014). Program seleksi ternak dengan bantuan marker genetik (*Marker Assisted Selection*) dapat dilakukan secara efektif apabila penanda atau marker genetik yang dijadikan dasar seleksi berada dalam kondisi yang beragam (Hou et al. 2011).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keragaman gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal yang ada di Indonesia menggunakan metode PCR-RFLP (*Polymerase Chain Reaction-Restriction Fragment Length Polymorphism*).

BAHAN DAN METODE

Prosedur

Sampel darah dan isolasi DNA

Materi utama yang digunakan untuk mendapatkan sampel DNA sapi dalam penelitian ini adalah sampel darah yang diperoleh dengan cara melakukan koleksi sampel darah melalui pangkal tulang ekor sapi menggunakan tabung *Vacutainer* lengkap dengan *needle* dan *holder*. Sampel darah yang telah diperoleh kemudian dijadikan bahan dasar ekstraksi DNA. Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan *DNA extraction kit* (Geneaid) dengan mengikuti prosedur yang telah disediakan oleh produsen. Jumlah sampel darah yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 123 sampel yang terdiri dari sampel darah sapi Sumba Ongole (SO) dari pulau Sumba, NTT sebanyak 41 sampel, sapi Peranakan Ongole (PO) dari Jawa Barat sebanyak 24 sampel, sapi Bali dari pulau Nusa Penida, Bali

sebanyak 19 sampel, sapi Pesisir dari Sumatera Barat sebanyak 8 sampel dan sapi Simmental yang berasal dari Sumatera Barat sebanyak 31 sampel.

Analisis PCR-RFLP

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mendeteksi keragaman pada tingkat DNA adalah metode PCR-RFLP yang merupakan metode analisis lanjutan terhadap fragmen DNA hasil amplifikasi. Metode ini memanfaatkan enzim restriksi tertentu untuk memberikan informasi keragaman suatu fragmen DNA yang diakibatkan adanya perbedaan lokasi dan jumlah situs potong enzim restriksi tertentu. Dalam penelitian ini, enzim restriksi yang digunakan untuk mendeteksi keragaman gen GH adalah enzim *MspI*. Pasangan primer yang digunakan dalam proses PCR adalah primer forward 5'-GTCATAGGTCTGCTTGAGGA-3' dan primer reverse 5'-AGCCTTGACCCAGGGGAAACC-3' yang spesifik untuk amplifikasi gen GH (sebagian ekson 2 hingga sebagian ekson 5). Proses PCR dilakukan untuk memperbanyak fragmen DNA gen GH dengan bantuan mesin *thermocycler*. Campuran untuk mengamplifikasi gen GH terdiri dari 5-50 ng/ μ L DNA cetakan, 100 ng/ μ L masing-masing primer, 4,5 μ L PCR kit KAPA2G Robust HotStart ReadyMix (KAPA Biosystem Inc., USA), dan 4,7 μ L ddH₂O dengan volume akhir 12 μ L. Campuran tersebut kemudian diinkubasi dalam mesin *Mastercycler Gradient* (Eppendorf, Jerman) dengan kondisi sebagai berikut: tahap denaturasi awal selama 5 menit pada suhu 94°C; tahap kedua yang terdiri dari 35 siklus yang masing-masing siklus terdiri dari denaturasi pada suhu 94°C selama 30 detik, penempelan (*annealing*) primer pada suhu 57°C selama 45 detik dan pembuatan pasangan (komplemen) untai DNA (*extension*) pada suhu 72°C selama 45 detik; tahap terakhir yaitu *extension* pada suhu 72°C selama 5 menit.

Selanjutnya dilakukan proses elektroforesis terhadap sampel hasil PCR dengan medium separasi gel agarose 1% yang direndam dalam buffer 1x TBE (Tris borate EDTA) pada tegangan 180 volt selama 60 menit. Gel agarose tersebut kemudian diberi perlakuan perendaman dalam larutan SyBr® (10 μ L/100 mL pelarut) selama beberapa saat agar fragmen-fragmen DNA gen GH yang bermigrasi dalam gel agarose berdasarkan ukuran panjang basa dapat divisualisasi menggunakan *GBOX Gel Documentation System* (Syngene, UK).

Analisis data

Frekuensi alel dan heterozigositas

Genotipe ternak individu sapi dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan perbedaan jumlah dan ukuran pita-pita yang muncul setelah dilakukan proses visualisasi fragmen DNA gen GH hasil PCR. Setiap genotipe yang muncul dalam masing-masing populasi rumpun sapi kemudian dihitung frekuensi genotipe dan frekuensi alel menggunakan rumus Nei dan Kumar (2000). Frekuensi alel (χ_i) merupakan rasio relatif suatu alel terhadap keseluruhan alel pada suatu lokus dalam populasi, yang dihitung dengan rumus:

$$x_i = \frac{2n_{ii} + \sum n_{ij}}{2N}$$

Keterangan :

- X_{ii} = frekuensi genotipe ke-ii
 X_i = frekuensi alel ke-i
 n_{ii} = jumlah individu bergenotipe ii
 n_{ij} = jumlah individu bergenotipe ij
 N = jumlah individu sampel.

Heterozigositas

Heterozigositas merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keragaman genetik dalam suatu populasi (Tanabe et al. 1999). Heterozigositas dihitung menggunakan rumus penduga tidak bias (Nei 1987):

$$\hat{h} = \frac{2N(1 - \sum x_i^2)}{2N - 1}$$

Keterangan:

- \hat{h} = heterozigositas
 N = jumlah individu
 x = frekuensi alel

Dalam penelitian ini digunakan program CONVERT ver. 1.3.1 (Glaubitz 2004) untuk mengkonversi data genotipe setiap individu agar diperoleh data yang dapat digunakan dalam analisis frekuensi alel, heterozigositas, dan PIC (*Polymorphism Information Content*) dengan bantuan program POPGENE ver 1:32 (Yeh dan Boyle 1997) dan CERVUS ver 3.0.7 (Kalinowski et al. 2007).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Amplifikasi gen GH

Amplifikasi gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal yang ada di Indonesia menggunakan pasangan primer spesifik menghasilkan fragmen DNA dengan panjang sekitar 1072 pasang basa (pb). Hasil amplifikasi gen GH dalam penelitian ini ditampilkan dalam Gambar 1.

Identifikasi keragaman gen GH

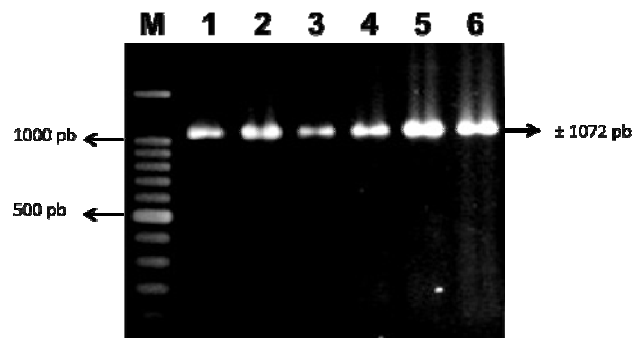
Identifikasi keragaman gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal yang ada di Indonesia dilakukan dengan metode PCR-RFLP menggunakan enzim restriksi *MspI* (Biolabs Inc., New England) yang spesifik memotong urutan basa C/CGG. Semua sampel diberi perlakuan yang sama agar enzim *MspI* dapat bekerja (suhu dan waktu inkubasi mengikuti panduan produsen). Hasil pemotongan fragmen DNA gen GH beberapa rumpun sapi lokal di Indonesia ditampilkan dalam Gambar 2.

Frekuensi gen GH

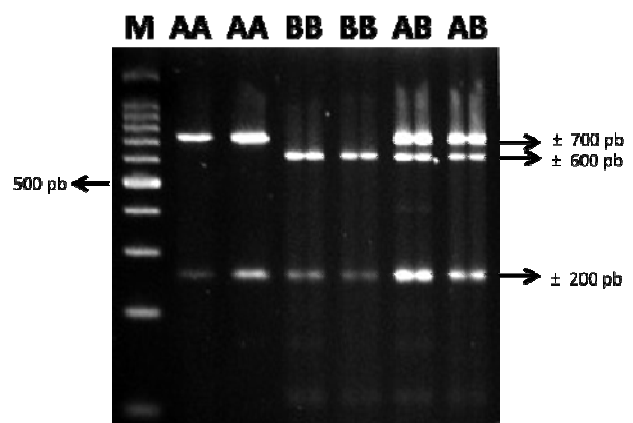
Berdasarkan informasi keragaman gen GH yang ditemukan dalam penelitian ini, maka dapat dihitung frekuensi genotipe dan alel terhadap masing-masing rumpun sapi. Informasi frekuensi genotipe dan alel yang ditemukan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Pembahasan

Pasangan primer yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pasangan primer yang didesain berdasarkan informasi sekuen gen GH yang tersedia di GenBank (www.ncbi.nlm.nih.gov) dengan nomor akses EF592534. Berdasarkan informasi sekuen tersebut, pasangan primer yang digunakan dalam penelitian ini akan menghasilkan fragmen DNA gen GH dengan panjang sekitar 1072 pb. Berdasarkan visualisasi hasil amplifikasi gen GH diketahui bahwa gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal di Indonesia dalam penelitian ini berhasil teramplifikasi dengan ukuran sesuai target.



Gambar 1. Visualisasi hasil amplifikasi gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal di Indonesia. M=DNA Ladder 100 bp; 1-6=nomor sampel.



Gambar 2. Visualisasi tiga genotipe gen GH yang terdeteksi dalam penelitian pada beberapa rumpun sapi lokal di Indonesia. M=DNA Ladder 100 bp; AA=Genotipe AA; BB=Genotipe BB; AB=Genotipe AB.

Tabel 1. Informasi keragaman gen GH beberapa rumpun sapi lokal Indonesia dalam penelitian

Rumpun Sapi	Jumlah Sampel (N)	Frekuensi Genotipe			Frekuensi Alel		Ho	He	PIC
		AA	BB	AB	A	B			
SO	41	0.80	0.07	0.13	0.87	0.13	0.12	0.24	0.205
PO	24	0.50	0.13	0.37	0.69	0.31	0.38	0.44	0.337
Bali	19	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.000
Pesisir	8	0.63	0.12	0.25	0.75	0.25	0.25	0.40	0.305
Simmental	31	0.00	0.45	0.55	0.27	0.73	0.55	0.40	0.319

Hasil pemotongan fragmen DNA gen GH pada beberapa rumpun sapi lokal di Indonesia dengan enzim *MspI* yang divisualisasikan menggunakan media agarose 3% memberikan informasi adanya tiga pola pemotongan yang berbeda pada masing-masing rumpun sapi lokal. Pola pemotongan enzim *MspI* yang berbeda menyebabkan perbedaan ukuran dan jumlah potongan fragmen DNA gen GH. Ditemukan adanya tiga genotipe, yaitu genotipe AA, BB, dan AB yang masing-masing memiliki frekuensi yang berbeda pada masing-masing rumpun sapi lokal yang dijadikan materi penelitian.

Genotipe AA merupakan genotipe dengan frekuensi tertinggi pada semua subpopulasi rumpun sapi yang digunakan dalam penelitian ini kecuali pada subpopulasi rumpun sapi Simmental. Pada subpopulasi rumpun sapi Simmental, genotipe AB merupakan genotipe dengan frekuensi tertinggi (0,55). Frekuensi genotipe gen GH dalam penelitian ini berbanding lurus dengan frekuensi alel yang ditemukan, yaitu alel A dan alel B. Alel A merupakan alel yang ditemukan pada semua subpopulasi rumpun sapi dalam penelitian dengan frekuensi lebih tinggi dibandingkan alel B kecuali untuk subpopulasi rumpun sapi Simmental.

Keragaman gen GH pada sapi SO yang diperoleh dalam penelitian ini mendukung hasil penelitian sebelumnya (Anwar et al. 2015) yang melaporkan adanya tiga genotipe gen GH pada sapi SO yaitu genotipe AA, BB, dan AB yang masing-masing dibedakan berdasarkan jumlah dan ukuran fragmen DNA gen GH dengan enzim restriksi *MspI*. Keragaman gen GH pada sapi PO dalam penelitian ini juga memberikan tambahan informasi mengenai keragaman gen GH khususnya pada daerah ekson 2 hingga ekson 5. Sebelumnya telah dilaporkan oleh Hartatik et al. (2013) bahwa terdapat dua alel (alel L dan V) pada populasi sapi PO. Demikian pula Papatungan et al. (2013) yang melaporkan adanya keragaman gen GH daerah intron 3 dengan enzim restriksi *MspI*.

Pada subpopulasi rumpun sapi Bali dalam penelitian ini hanya ditemukan genotipe AA yang dapat diterjemahkan sebagai informasi bahwa gen GH pada subpopulasi rumpun sapi Bali berada dalam kondisi tidak beragam (monomorfik). Hasil identifikasi keragaman gen GH pada subpopulasi rumpun sapi Bali dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Jakaria dan Noor (2011) yang menemukan hanya ada satu alel (alel L) gen GH pada sapi Bali dengan metode PCR-RFLP menggunakan enzim *AluI*. Namun, hasil yang berbeda dilaporkan oleh Rahayu et al. (2006) yang mendeteksi adanya keragaman gen GH pada

sapi Bali dengan enzim restriksi *HaeIII*.

Gen GH pada subpopulasi rumpun sapi Pesisir dari Sumatera Barat diketahui dalam kondisi beragam. Alel A pada subpopulasi rumpun sapi Pesisir merupakan alel dengan frekuensi lebih tinggi (0,75) dibandingkan dengan alel B (0,25). Adanya keragaman gen GH pada subpopulasi rumpun sapi Pesisir dari Sumatera Barat dalam penelitian ini dapat mendukung hasil penelitian sebelumnya oleh Jakaria et al. (2007) yang melaporkan adanya keragaman gen GH (alel L dan V) pada sapi Pesisir dari Sumatera Barat dengan enzim *MspI*.

Sampel sapi Simmental yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sapi Simmental hasil persilangan di Sumatera Barat yang memiliki perbedaan profil morfologi bila dibandingkan dengan sapi Simmental murni (Agung et al. 2014). Gen GH pada subpopulasi rumpun sapi Simmental hasil persilangan di Sumatera Barat dalam penelitian ini berada dalam kondisi beragam dimana alel B merupakan alel dengan frekuensi tertinggi (0,73). Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Mu'in (2008) yang melaporkan adanya keragaman gen GH pada sapi Simmental hasil persilangan dengan menggunakan enzim restriksi *AluI*.

Nilai heterozigositas observasi (H_o) dan heterozigositas harapan (H_e) dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menduga nilai *inbreeding* pada suatu kelompok ternak (Hartl dan Clark 1997). Secara umum, nilai H_e merupakan indikator yang dapat menjelaskan keragaman populasi ternak dan dapat digunakan untuk membantu program seleksi ternak pada ternak yang akan digunakan sebagai sumber genetik pada generasi berikutnya (Moiloi et al. 2004; Marson et al. 2005). Nilai H_o pada gen GH sapi Simmental *cross* lebih besar dibandingkan dengan H_e dan mengindikasikan bahwa keragaman genetik gen GH pada sapi Simmental *cross* cukup tinggi, sedangkan pada rumpun sapi lokal SO, PO, Bali, dan Pesisir nilai H_o lebih kecil dibandingkan dengan nilai H_e yang mengindikasikan keragaman genetik gen GH pada rumpun sapi tersebut masih cukup rendah. Keragaman genetik yang rendah dapat terjadi pada suatu kelompok ternak yang diakibatkan telah terjadinya proses seleksi dan minimnya introduksi pejantan baru pada suatu populasi, misalnya pada sapi Bali dalam penelitian ini.

Informasi keragaman gen GH pada ternak sapi lokal Indonesia dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan validasi marker genetik melalui analisis lanjutan asosiasi genotipe gen GH dengan berbagai parameter produktivitas ternak yang bernilai ekonomis. Program pemuliaan ternak

sapi dengan memanfaatkan marker genetik akan efektif bila menggunakan suatu marker genetik yang berada dalam kondisi beragam dan memiliki asosiasi yang kuat dengan parameter produktivitas ternak (misalnya bobot lahir, bobot sapih, berat karkas, pertumbuhan, dan lainnya), oleh karena itu perlu dilakukan studi lanjutan untuk mengetahui apakah genotipe gen GH yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki asosiasi dengan parameter produktivitas ternak sehingga nantinya keragaman genotipe gen GH dapat dijadikan sebagai landasan untuk memulai program pemuliaan sapi potong di Indonesia berbasis marker genetik melalui mekanisme seleksi dan perkawinan terarah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan dengan sumber pendanaan DIPA PN MeatMilk-Pro Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Cibinong, Bogor tahun 2014 dan juga Kegiatan Unggulan LIPI tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf *breeding* PT. KAR (Karya Anugerah Rumpin) atas bantuan teknis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung PP, Ridwan M, Handrie, Indriawati, Saputra F, Supraptono, Erinaldi. 2014. Profil Morfologi dan pendugaan jarak genetik sapi simmental hasil persilangan. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 19 (2): 112-122.
- Anwar S, Agung PP, Wulandari AS, Sudiro A, Said S, Tappa B. 2015. Deteksi polimorfisme gen growth hormone (gh-*MspI*) pada sapi sumba ongle (so). In: Setyawan AD, Sugiyarto, Pitoyo A, Hernawan UE, Sutomo, Widiastuti A (eds); *Proceeding of Indonesian Biodiversity Society National Seminar*. Gadjah Mada University, Yogyakarta, 21 March 2015. [Indonesian]
- Beauchemin VR, Thomas MG, Franke DE, Silver GA. 2006. Evaluation of DNA polymorphisms involving growth hormone relative to growth and carcass characteristics in brahman steers. *Genet Mol Res* 5 (3): 438-447.
- Burton JL, McBride BW, Block E, Glimm DR, Kenelly JJ. 1994. A review of bovine growth hormone. *Can J Anim Sci* 74: 167-201.
- Curi RA, Palmieri DA, Suguissawa L, de Oliveira HN, Silveira AC, Lopes CR. 2006. Growth and carcass traits associated with GH1/Alu I and POU1F1/Hinf I gene polymorphisms in Zebu and crossbred beef cattle. *Genet Mol Biol* 29 (1): 56-61.
- Dekkers JCM. 2007. Marker-assisted selection for commercial crossbred performance. *J Anim Sci* 85: 2104-2114.
- Diwyanto K, Priyanti A, Inounu I. 2005. Prospek dan arah pengembangan komoditas peternakan : unggas, sapi dan kambing-domba. *Wartazoa* 15 (1): 11-25.
- Diwyanto K, Inounu I. 2009. Dampak crossbreeding dalam program inseminasi buatan terhadap kinerja reproduksi dan budidaya sapi potong. *Wartazoa* 19 (2):93-102.
- Etherton TD, Bauman DE. 1998. Biology of somatotropin in growth and lactation of domestic animals. *Physiol Rev* 78 (3): 745-761.
- Gill JL, Stephen C, Bishop, McCorquodale C, John L. Williams JL, Wiener P. 2010. Associations between single nucleotide polymorphisms in multiple candidate genes and carcass and meat quality traits in a commercial Angus-cross population. *Meat Science* 86: 985-993.
- Glaubitz JC. 2004. Convert: a user-friendly program to reformat diploid genotypic data for commonly used population genetic software packages. *Mol Ecol Notes* 4:309-310.
- Hartatik T, Volkandari SD, Rachmana MP, Sumadi. 2013. Polymorphism leu/val of growth hormone gene identified from limousin cross local cattle in Indonesia. *Procedia Environ Sci* 17: 105-108.
- Hartl DL, Clark AG. 1997. *Principle of population genetic*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Hediger R, Johnson SE, Barendse W, Drinkwater RE, Moore SS, Hetzel J. 1990. Assignment of the GH gene locus to 19q26qter in cattle and to 11q25qter in sheep by in situ hybridization. *Genomics* 8: 171-174.
- Hou G-Y, Yuan Z-R, Zhou H-L, Zhang L-P, Li J-Y, Gao X, Wang D-J, Gao H-J, Xu S-Z. 2011. Association of thyroglobulin gene variants with carcass and meat quality traits in beef cattle. *Mol Biol Rep* 38:4705-4708.
- Jakaria, Duryadi D, Noor RR, Tappa B, Martojo H. 2007. Hubungan polimorfisme gen hormon pertumbuhan *MspI* dengan bobot badan dan ukuran tubuh sapi pesisir sumatera barat. *J Indon Trop Anim Agric* 32 (1): 33-40.
- Jakaria, Noor RR. 2011. Analysis on Alu-I growth hormone (ghAlu-I) gene in bali cattle. *J Indon Trop Anim Agric* 36 (2): 77-82.
- Kalinowski ST, Taper ML, Marshall TC. 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Mol Ecol* 16:1099-1106.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2016. *Statistik peternakan dan kesehatan hewan*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Jakarta. <http://ditjenpkh.pertanian.go.id/buku-statistik-peternakan-dan-kesehatan-hewan-tahun-2016>
- Lawrie RA. 1995. *Ilmu Daging*. Parakkasi A, penerjemah; Jakarta: Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari: *Meat Science*.
- Marson EP, Ferraz JBS, Meirelles FV, Balieiro JCC, Eler JP, Figuerido LGG, Mourao GB. 2005. Genetic characterization of European-Zebu composite bovine using RFLP markers. *Genet Mol Res* 4: 496-505.
- Moiloi B, Napolito F, Catalilo G. 2004. Genetic diversity between Piedmontese, Meremmana and Podolica cattle breeds. *J Hered* 95: 250-256.
- Mu'in MA. 2008. *Polimorfisme Genetik Growth Hormone Dan Insuline-Like Growth Factor-I Serta Efeknya Pada Pertumbuhan Prasapih Sapi Potong Di Indonesia*. [Dissertation]. Gadjah Mada University, Yogyakarta. [Indonesian]
- Nei M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
- Nei M, Kumar S. 2000. *Molecular evolution and phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Paputungan U, Hakim L, Ciptadi G, Lapihan HNF. 2013. Polymorphism of growth hormone *MspI* enzyme-restriction associated with production performance of Ongole-Crossbred cattle mated by artificial insemination technique. *J Basic Appl Sci Res* 3 (6): 581-589.
- Rahayu S, Sumitro SB, Susilawati T, Soemarno. 2006. Identifikasi polimorfisme gen gh (growth hormone) sapi bali dengan metode PCR-RFLP. *Berkala Penel Hayati* 12: 7-11.
- Rasyid A, Romjali E, Aryogi, Pamungkas D. 2007. Evaluasi produktivitas sapi potong persilangan dua dan tiga bangsa pada peternakan rakyat. In: Darmono, Wina E, Nurhayati, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulaningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T (eds): *Proceeding of Animal Husbandry Technology and Veterinary National Seminar*. Bogor, 21-22 August 2007. [Indonesian]
- Ribeca C, Bonfatti V, Cecchinato A, Albera A, Gallo L, Carnier P. 2014. Effect of polymorphisms in candidate genes on carcass and meat quality traits in double muscled Piedmontese cattle. *Meat Sci* 96: 1376-1383.
- Sumantri C, Imron M, Sugyono, Andreas E, Misrianti R, Ishak ABL. 2011. Growth hormone gene family (gh, ghr, ghrh and pit-1) polymorphisms and its association with superovulation response, ovulation rate, fertilization rate and embryo quality in embryo transfer station (bet) of cipelang. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 16 (2): 126-139.
- Tambasco DD, Paz CCP, Tambasco-Studart M, Pereira AP, Alencar MM, Freitas AR, Coutinho LL, Packer IU, Regitano LCA. 2003. Candidate genes for growth traits in beef cattle crosses *Bos taurus* × *Bos indicus*. *J Anim Breed Genet* 120 (1):51-56.
- Tanabe Y, Yokohama H, Murakami J, Kano H, Tanawaki O, Okabayashi H, Maeda Y, Koshimoto C, Nozawa K, Tumennasan K, Dashnyam B, Zhanchiv T. 1999. Polymorphisms of the plumage colors, the skin variations and blood proteins in the native chickens in mongolia. *Report of the Society for Researches on Native Livestock* 17: 139-153.
- Yeh, FC, Boyle TJB. 1997. Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. *Belg J Bot* 129:157-16.

Review:
**Keanekaragaman organisme tanah dan hubungannya dengan
keanekaragaman spesies tumbuhan kawasan hutan hujan tropis
Pinang-Pinang, Padang, Indonesia**

**Review: Diversity of soil organisms and their relationship with diversity of plant species in
tropical rainforest of Pinang-Pinang Padang, Indonesia**

FENKY MARSANDI^{1*}, HERMANSAH^{2}, AGUSTIAN², SYAFRIMEN YASIN²**

¹ Program Doktor Ilmu Pertanian, Universitas Andalas. Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang 25163, Sumatera Barat. *email: f.marsandi@yahoo.com

² Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Jl. Universitas Andalas, Limau Manis, Pauh, Kota Padang 25163, Sumatera Barat. **email: hermankarani@yahoo.com

Manuskrip diterima: 21 October 2016. Revisi disetujui: 13 September 2017.

Abstrak. Marsandi F, Hermansah, Agustian, Yasin S. 2017. Review: Diversity of soil organisms and their relationship with diversity of plant species in tropical rainforest of Pinang-Pinang Padang, Indonesia. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 309-318. Hutan hujan tropis adalah komunitas biologis terkaya di bumi sebagai pemegang peran penting dalam menjaga proporsi keanekaragaman hayati global. Hutan-hutan ini memberikan banyak jasa ekosistem dalam rangka pemenuhan kesejahteraan manusia. Tanah sebagai lantai hutan hujan tropis juga memiliki peran penting dalam menjaga keberlanjutan ekologi di hutan, di mana banyak makhluk hidup yang memiliki ketergantungan langsung atau tidak langsung pada tanah. Hal ini menyebabkan tanah merupakan media yang dapat memberikan nutrisi bagi makhluk hidup di dalamnya. Hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang (Padang, Sumatera Barat, Indonesia) memiliki keragaman pohon yang tinggi dan bervariasi sehingga menjadi daya tarik bagi para ilmuwan untuk melakukan penelitian. Para peneliti telah mengelompokkan plot Pinang-Pinang menjadi tiga kategori sesuai dengan tingkat keanekaragaman jenis pohon, yaitu *high diversity*, *middle diversity* dan *low diversity*. Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pada plot Pinang-Pinang dengan tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi memiliki tanah yang tidak subur dan sebaliknya. Fenomena tersebut dipengaruhi oleh kelompok tumbuhan hiperakumulator. Sehingga untuk memastikan hal tersebut, diperlukan kajian organisme tanah (fauna dan mikroba tanah) serta hubungannya dengan keragaman spesies pohon hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang Sumatera Barat, Indonesia.

Kata kunci: Hutan, keanekaragaman, organisme, pohon

Abstract. Marsandi F, Hermansah, Agustian, Yasin S. 2017. Review: Diversity of soil organisms and their relationship with diversity of plant species in tropical rainforest of Pinang-Pinang Padang, Indonesia. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 309-318. Tropical rain forests are the Earth's richest biological community as holder of an important role in maintaining the proportion of global biodiversity. These forests provide many ecosystem services in order fulfillment of human well-being. Land as a tropical rain forest floor also has an important role in maintaining ecological sustainability in the forest, where many living creatures that have direct or indirect dependency on the ground. This causes the soil is a medium that can provide nutrients for living things in it. The tropical rain forest of Pinang-Pinang (Padang, West Sumatra, Indonesia) has high diversity of tree and varied so that it becomes an attraction for scientists to conduct research. Researchers have grouped of Pinang-Pinang plots into three categories according to the degree of diversity of tree species, namely the high diversity, middle diversity and low diversity. The results of previous research on the plot state that Pinang-Pinang plot with a high degree of diversity of trees has the infertile soil and vice versa. Such phenomena are affected by plant group hyperaccumulator. So as to ensure the necessary study of soil organisms (microbes and soil fauna) as well as its relation to the diversity of species of tropical rainforest tree at Pinang-Pinang plot, West Sumatra, Indonesia.

Keywords: Diversity, forest, organism, tree

PENDAHULUAN

Hutan hujan tropis merupakan aset dunia yang menyimpan banyak keanekaragaman hayati baik kelompok hewan maupun tumbuhan serta mikroba, sehingga kawasan ini dikenal dengan istilah *megabiodiversity* dunia. Secara

geografis daerah hutan hujan tropis mencakup wilayah yang terletak di antara 23°27'LU dan 23°27'LS dan mencakup 30% wilayah dunia yang dimulai dari Amerika Selatan, bagian tengah dari benua Afrika, sebagian besar wilayah Asia Selatan dan wilayah Asia Tenggara, gugusan kepulauan di Samudera Pasifik dan sebagian kecil wilayah

Australia (Sevegnani et al. 2016). Melihat kondisi sekarang, hutan hujan tropis di seluruh dunia mulai menghilang dengan laju kecepatan yang tinggi disebabkan perubahan penggunaan lahan sebagai akibat dari aktivitas manusia (Mouchet et al. 2010; Laurance et al. 2011). Perusakan hutan secara luas akan membahayakan kondisi keanekaragaman hayati di dalamnya sehingga berdampak pada kerusakan layanan ekosistem secara serius yang disediakan oleh hutan hujan tropis, termasuk hilangnya keanekaragaman hayati, konservasi dan penyerapan karbon (Lemanceau et al. 2015).

Penebangan dan perladangan berpindah adalah dua hal yang paling umum dalam penggunaan lahan di daerah tropis dan hal tersebut juga merupakan pendorong utama terjadinya degradasi hutan hujan tropis (Liu et al. 2017). Penebangan kayu pada hutan hujan tropis super basah, dapat mengganggu struktur hutan, mengurangi biomassa, dan bahkan menyebabkan kepunahan lokal, terutama di hutan yang mengalami penebangan kayu secara ilegal. Namun, dampak negatif penebangan dapat diminimalkan dan metode logging yang lebih baik yang dapat diterapkan dengan benar (Zinner et al. 2014).

Bukit Pinang-Pinang yang terletak di kaki Gunung Gadut merupakan salah satu hutan hujan tropis di Kota Padang, Sumatera Barat yang memiliki curah hujan tinggi, ± 6500 mm/tahun, tanpa musim kering yang nyata, sehingga dikategorikan sebagai hutan hujan tropis super basah (Tahirna 2012). Berada pada ketinggian 460-550 m dpl. hingga 1500 m dpl, kawasan ini kerap dijadikan sebagai kawasan penelitian ekologi hutan. Kawasan ini secara keseluruhan tertutup dengan vegetasi tingkat pohon dan penyebarannya bervariasi dari kaki bukit hingga puncaknya (Mukhtar et al. 2013).

Hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang termasuk dalam kategori hutan yang memiliki tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi. Massunaga et al. (1998) membagi kawasan plot tersebut menjadi tiga kategori berdasarkan tingkat keanekaragaman pohonnya, yaitu area plot Pinang-Pinang dengan tingkat keanekaragaman pohon tinggi (*high diversity*), area dengan tingkat keanekaragaman pohon sedang (*middle diversity*) dan area dengan tingkat keanekaragaman pohon rendah (*low diversity*). Selanjutnya, hasil penelitian Kubota et al. (1998) pada plot Pinang-Pinang tersebut menunjukkan bahwa daerah yang memiliki keanekaragaman pohon yang tinggi memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah dan sebaliknya keanekaragaman pohon yang rendah memiliki tingkat kesuburan tanah yang tinggi. Hal ini dikemukakan berdasarkan hasil penelitiannya terhadap karakteristik status kimia tanah dimana kadar Ca, P, Al dan Fe tersedia di dalam tanah cukup rendah. Analisis biologi tanah terkait biota tanah perlu dihadirkan dalam rangka membangun suatu konsep yang utuh terkait teori tersebut di atas.

Kondisi kawasan hutan hujan tropis super basah sekitar plot Pinang-Pinang yang semakin sempit, membuat plot ini menjadi semakin terancam, oleh aktivitas deforestasi dan pertanian ladang berpindah. Tentunya hal ini tidak diinginkan, mengingat kawasan plot tersebut masuk ke dalam kelompok kawasan hulu DAS Kota Padang. Semakin meningkatnya populasi masyarakat lokal di

daerah tersebut, menyebabkan semakin meningkat kebutuhan manusia. Pemanfaatan areal kawasan sekitar dalam rangka pemenuhan kebutuhan, memaksa masyarakat untuk senantiasa memanfaatkan hutan sebagai sumber daya alam potensial dalam pemenuhan kebutuhannya. Tetapi hal tersebut tidak cukup, kebutuhan masyarakat lokal yang terus meningkat mengharuskan masyarakat untuk memikirkan keberlanjutan hidupnya dengan memanfaatkan kawasan yang ada sebagai ladang pertanian. Dengan demikian melakukan penelitian maupun review terhadap kondisi hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang merupakan langkah akademis dalam mempertahankan aset dunia dan plot penelitian internasional di Kota Padang, Sumatera Barat.

PETA TINGKAT KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN HUTAN HUJAN TROPIS SUPER BASAH PLOT PINANG-PINANG

Hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang merupakan hutan yang memiliki tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi, dimana hutan tersebut tingkat keanekaragaman pohonnya hampir sejajar dengan tingkat keanekaragaman pohon di hutan hujan tropis Amerika Selatan yang merupakan sumber biodiversitas dunia. Hutan Pinang-Pinang merupakan kebanggaan masyarakat Kota Padang dan hulu DAS Kota Padang (Gambar 1). Dalam naskah ini, dicoba menggambarkan peta tingkat keanekaragaman pohon hutan hujan tropis super basah plot Pinang-Pinang berdasarkan penelitian sebelumnya. Menggambar peta tingkat keanekaragaman tumbuhan dimaksudkan untuk mempermudah dalam meninjau dan mengidentifikasi lokasi penelitian. Peta tingkat keanekaragaman dilakukan berdasarkan data keanekaragaman pohon hasil penelitian Mukhtar dan Fumito (2009) yang menggambarkan peta keanekaragaman plot Pinang-Pinang dengan menggunakan rumus keanekaragaman pohon (Hotta 1986). Peta digambarkan secara manual dengan warna hitam, putih dan abu-abu (Gambar 2).

Gambar 2 merupakan plot Pinang-Pinang yang telah di arsir. Arsiran gambar menunjukkan tingkat keanekaragaman pohon pada plot Pinang-Pinang. Areal plot yang tidak diarsir atau berwarna putih menunjukkan tingkat keanekaragaman pohon yang rendah, sedangkan bagian plot yang diarsir warna abu-abu menunjukkan tingkat keanekaragaman pohon tingkat sedang dan yang berwarna hitam pekat menunjukkan tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi. Menurut Gillespie et al. (2008); Dalling dan Brown (2009); Walter and Hamilton (2014), setiap hutan hujan tropis di dunia memiliki tingkat keanekaragaman yang berbeda-beda, dimana kekayaan dan keanekaragaman hayati setiap hutan mengandung endemisme yang berbeda.

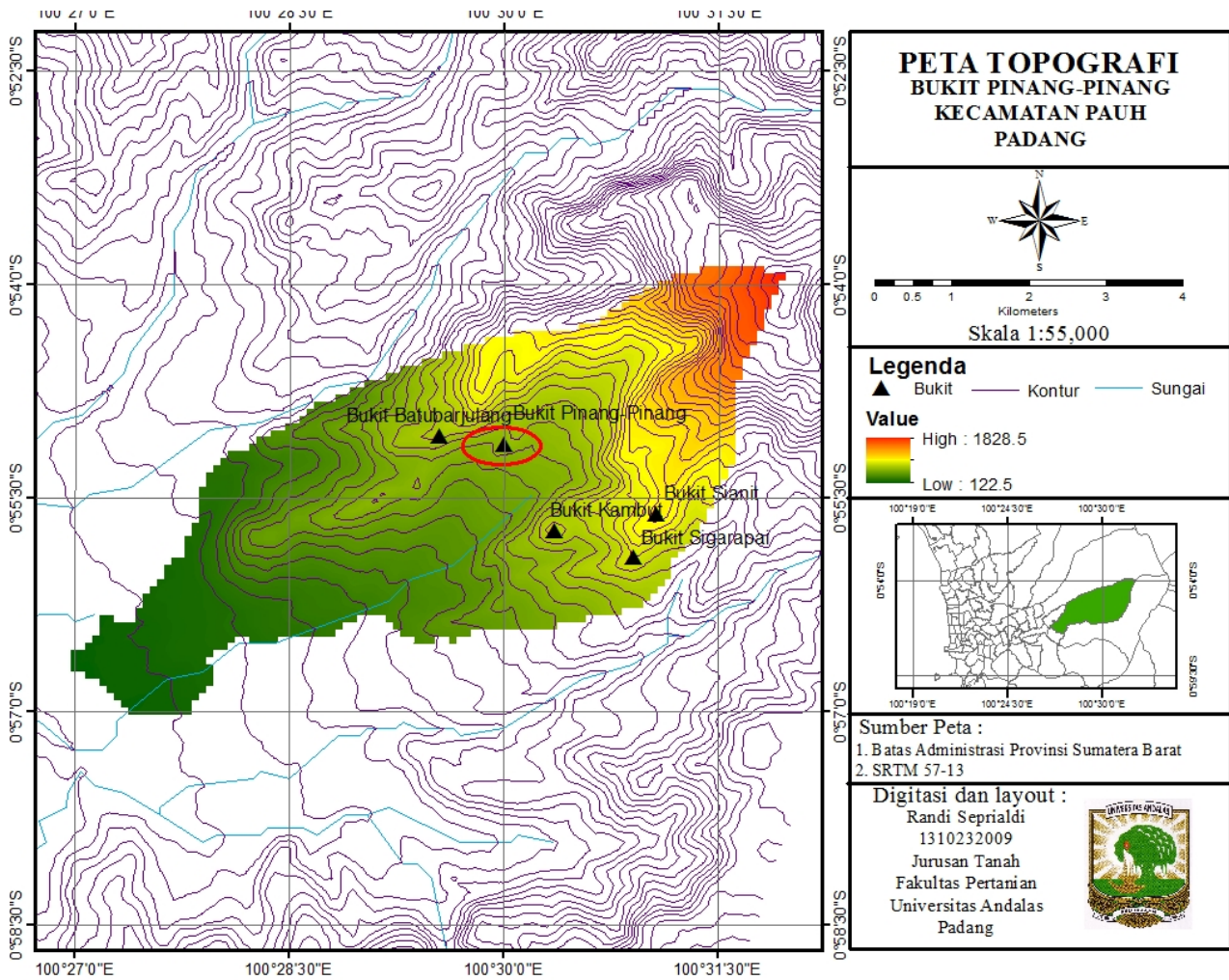
Dalam menentukan arsir tingkat keanekaragaman pohon digunakan rumus sebagai berikut (Massunaga 1999):

$$\square < \text{Mean} - \text{S.D.} \leq \square < \text{Mean} \leq \square < \text{Mean} + \text{S.D.}$$

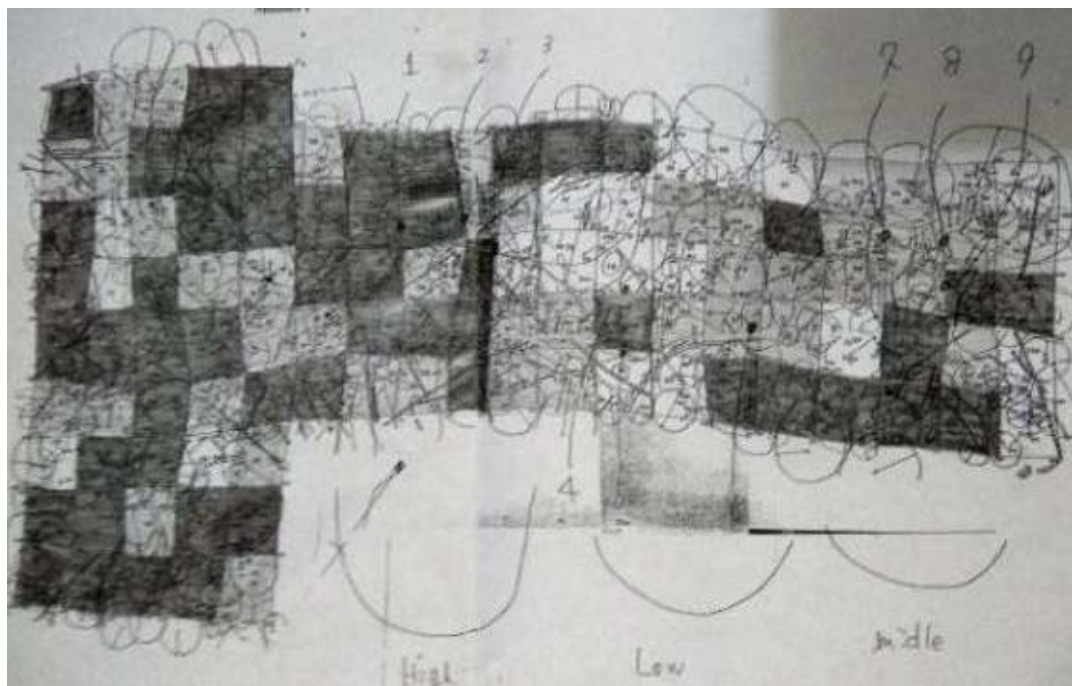
\square = Tingkat keanekaragaman rendah

\square = Tingkat keanekaragaman sedang

\square = Tingkat keanekaragaman tinggi



Gambar 1. Peta lokasi kawasan hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang, Padang, Sumatera Barat



Gambar 2. Peta tingkat keanekaragaman pohon hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang, Padang, Sumatera Barat



Gambar 3. Tingkat keanekaragaman pohon hutan hujan tropis Pinang-Pinang, Padang, Sumatera Barat. A. Tingkat keanekaragaman pohon rendah, B. Tingkat keanekaragaman pohon sedang, C. Tingkat keanekaragaman pohon tinggi

Hutan hujan tropis super basah, plot Pinang-Pinang dibagi menjadi tiga kategori karena plot ini memiliki tingkat keanekaragaman pohon yang sangat tinggi. Keanekaragaman pohon yang tinggi tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang mendukung untuk semakin beranekaragamnya pohon yang tumbuh dan berkembang pada areal tersebut. Melakukan pemetaan terhadap tingkat keanekaragaman hayati, telah dikenal sejak lama untuk memudahkan penilaian dan pemantauan terhadap keanekaragaman hayati (Rocchini et al. 2010; Nagendra et al. 2013; Kuenzer et al. 2014; Pettorelli et al. 2014; Rocchini et al. 2015). Pemetaan langsung dari individu tanaman dan spesies, pemetaan habitat, dan pemodelan hubungan antara pola distribusi spesies dan data penginderaan jauh akan memberikan kontribusi besar terhadap penelitian keanekaragaman hayati (Nagendra et

al. 2013), bahkan juga dapat digunakan penggalian tindakan entropi spektral untuk memprediksi keanekaragaman spesies (Hernández-Stefanoni et al. 2011; Roberts et al. 2012; Maeda et al. 2014).

POTENSI HUTAN HUJAN TROPIS PLOT PINANG-PINANG SEBAGAI SUMBER KEANEKARAGAMAN HAYATI

Berbagai komunitas hutan tropis terbukti sangat stabil, kepadatan populasinya konstan untuk waktu yang lama. Di sisi lain ekosistem tersebut dibentuk oleh populasi yang selalu berfluktuasi dalam kelimpahannya. Faktor lingkungan merupakan penyebab utama variasi itu yang sukar dihindari oleh komunitas. Apabila tidak ada spesies yang dominan, maka semua populasi secara relatif independen, dan mekanisme kendali interspesifik dalam komunitas dapat menahan berbagai pengaruh perubahan abiotik. Spesies dominan berpengaruh lebih besar terjadi pada komunitas hingga interaksi sesamanya lebih besar dan dengan peran spesies dominan yang lebih besar (Cornwell et al. 2008).

Pada hutan Pinang-Pinang ditemukan sekelompok bibit bunga bangkai (*Rafflesia arnoldi*). Hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang memiliki keanekaragaman jenis pohon yang tinggi dimana masih cukup banyak pohon yang belum teridentifikasi (Mukhtar et al. 2013). Hutan ini juga memiliki keunikan tersendiri dimana tingkat kesuburan tanah dalam 1 plot dapat berbeda-beda. Tahirna (2012) mengatakan bahwa Kubota et al. (1998) membagi plot berdasarkan tingkat keanekaragaman pohon, yaitu tinggi, sedang dan rendah. Hal tersebut dilakukan karena tingkat kesuburan tanah pada plot Pinang-Pinang tersebut berbeda-beda.

TINGKAT KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN YANG TINGGI MENUNJUKKAN TINGKAT KESUBURAN TANAH YANG RENDAH

Menurut Wiharto (2010) produktivitas tumbuhan di hutan hujan tropis dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu: (i) suhu dan cahaya matahari, (ii) curah hujan, (iii) interaksi antara suhu dan curah hujan, (iv) produktivitas serasah, (v) tahap suksesi komunitas, (vi) tanah, (vii) herbivora, (viii) system konservasi hara yang sangat ketat. Status nutrisi yang tersedia di dalam tanah sangat mempengaruhi keanekaragaman kelompok tumbuhan hutan hujan tropis.

Kubota et al. (1998) mengatakan bahwa pada hutan hujan tropis plot Pinang-Pinang, keanekaragaman tumbuhan atau pohon yang tinggi memiliki korelasi negatif terhadap kesuburan tanah di bawahnya. Dimana keanekaragaman tumbuhan yang tinggi terdapat pada areal yang tingkat kesuburan tanahnya rendah dan sebaliknya pada area yang memiliki tingkat keanekaragaman yang rendah, tingkat kesuburan tanahnya tinggi (subur). Kubota et al. (1998) menyimpulkan hal yang demikian dilandasi dari hasil penelitiannya terkait karakteristik kualitas tanah dan hubungannya dengan keanekaragaman spesies pohon

di hutan hujan tropis, Pinang-Pinang Sumatera Barat. Pada areal dengan keanekaragaman pohon tinggi, lebih sedikit ditemukan kandungan hara yang terdapat di dalam tanah dan sebaliknya pada areal dengan keanekaragaman pohon yang rendah memiliki kesuburan tanah yang tinggi yakni mengandung banyak unsur hara di dalam tanah (Hermansah et al. 2003)

Selanjutnya Massunaga (1999) menambahkan bahwa pada areal dengan tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi terdapat beberapa jenis tumbuhan hiperakumulator yang mampu menyerap logam ataupun unsur hara dalam jumlah yang tinggi. Adapun tanaman tersebut antara lain: *Eurya acuminata* dalam menyerap Ca dan Al, *Durio griffithii* dalam menyerap unsur P serta *Ptenandra coeruleascens* dalam menyerap unsur Fe. Mengkaji dan memahami kondisi keanekaragaman organisme di dalam tanah dan hubungannya dengan keanekaragaman tumbuhan serta mengidentifikasi jenis mikroba yang dominan pada keempat rhizosfer akar tanaman di atas merupakan langkah yang tepat dalam melengkapi ataupun meluruskan data hasil penelitian Kubota et al. (1998) terkait hubungan keanekaragaman spesies pohon dengan karakteristik kualitas tanah

Kajian dan penelitian hubungan antara keanekaragaman tumbuhan baik tumbuhan hiperakumulator maupun non hiperakumulator dengan keanekaragaman komunitas biota tanah di hutan hujan tropis super basah plot Pinang-Pinang perlu segera dilakukan untuk membuktikan kebenaran hasil penelitian sebelumnya. Data dari analisis kimia dan fisika tanah suatu kawasan, belum cukup untuk menyatakan hal tersebut di atas sebelum dilakukan pengkajian mendalam terhadap analisis biologi tanah pada kawasan tersebut.

DEKOMPOSISI BAHAN ORGANIK DAN SIKLUS UNSUR HARA HUTAN HUJAN TROPIS PLOT PINANG-PINANG

Serasah yang telah membusuk akan terdekomposisi dan berubah menjadi humus (bunga tanah) hingga akhirnya menjadi tanah. Serasah yang menutupi tanah di lantai hutan berfungsi sebagai spons yang akan menahan air hujan dan melepaskannya secara perlahan (Handa 2014). Selain itu, menurut Cardinale et al. (2011), lapisan serasah merupakan dunia kecil di atas tanah yang menyediakan tempat hidup bagi berbagai makhluk terutama bagi dekomposer. Berbagai jenis kumbang tanah, lipan, kaki seribu, cacing tanah, kapang dan jamur serta bakteri bekerja keras menguraikan bahan-bahan organik yang menumpuk, sehingga menjadi unsur-unsur yang dapat dimanfaatkan kembali oleh makhluk hidup lainnya.

Akibat proses dekomposisi serasah, selain memperoleh energi, mikroorganisme juga melepaskan senyawa-senyawa seperti CO₂, CH₄, asam-asam organik dan alkohol. Selama asimilasi C untuk pertumbuhan sel, juga terjadi penyerapan (immobilisasi) unsur-unsur lain seperti N, P, K dan S oleh mikroorganisme. Kecepatan dekomposisi bahan organik tergantung dari kadar bahan organik. Tanaman muda dan sisa-sisa tanaman yang ratio C

dan N-nya rendah mengalami dekomposisi lebih cepat dibandingkan dengan bahan-bahan sisa yang mengandung lignin (Yoshida dan Sugano 2015).

Siklus unsur hara pada ekosistem hutan adalah suatu kajian yang penting dan menarik karena dengan ekosistem yang kompleks dan sangat beragam berperan penting dalam biogeokimia secara global. Siklus ini sangat penting dalam mempelajari fungsi dan evolusi dari ekosistem hutan, serta merupakan suatu proses terpadu yang meliputi pemindahan energi dan hara di dalam ekosistem sendiri maupun antara ekosistem dengan atmosfer, biosfir, geosfir dan hidrosfir. Energi yang diperoleh untuk menggerakkan siklus ini diperoleh dari proses yang terjadi di biosfir yakni proses fotosintesis (Fujii et al. 2012).

Fujii et al. (2012) menyatakan bahwa kecepatan dekomposisi dikelompokkan menjadi senyawa yang cepat dan lambat sekali didekomposisikan. Hemiselulosa merupakan senyawa yang berada di antara cepat lambatnya proses dekomposisi berlangsung. Bahan organik yang mudah atau cepat didekomposisikan seperti gula, pati, dan protein sedangkan bahan organik yang lambat didekomposisikan seperti selulosa, lignin dan lemak. Proses dekomposisi serasah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (i) kadar serasah, (ii) macam vegetasi, (iii) aerasi dan pengolahan tanah, (iv) kelembaban, (v) unsur N, (vi) reaksi tanah, (vii) temperatur, (viii) kandungan lignin, (ix) ciri morfologi daun, (j) 2-96% dari proses dekomposisi tergantung dari kandungan N dan P daun dan (k) ukuran serasah (Folberth 2013).

Proses dekomposisi serasah yang dilakukan oleh kelompok organisme tanah di plot Pinang-Pinang berdasarkan tingkat keanekaragaman pohon, terlihat dari hasil penelitian Tahirna (2012) terkait akumulasi dan fraksinasi serasah pada plot tersebut (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa daerah dengan tingkat keanekaragaman pohon yang tinggi memiliki analisis kandungan hara C, N, P, K dan C/N yang bervariasi, dimana nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan hasil analisis kandungan hara pada daerah dengan tingkat keanekaragaman tumbuhan sedang maupun rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat keanekaragaman pohon dalam suatu kawasan hutan maka semakin tinggi pula kandungan haranya. Pada kawasan hutan hujan tropis dengan struktur batang yang tinggi dan besar, unsur hara banyak tersimpan di dalam tumbuhan, sehingga dengan semakin banyak serasah yang jatuh ke tanah, maka semakin banyak kandungan hara yang disumbangkan ke dalam tanah. Tetapi hal tersebut berlangsung dengan cepat, dimana tumbuhan akan mengambil kembali unsur hara tersedia di dalam tanah sebagai sumber nutrisi, yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi cepat dan struktur batangnya menjadi besar. Sebaliknya daerah dengan tingkat keanekaragaman pohon yang rendah, memiliki nilai analisis kandungan hara serasah yang juga rendah karena semakin sedikit pohon di kawasan tersebut, maka semakin sedikit pula serasah yang disumbangkan dan semakin sedikit kandungan hara yang tersedia (Bardgett 2010).

Tabel 1. Nilai kandungan hara dan akumulasi serasah pada tiga tingkat keanekaragaman pohon plot Pinang-Pinang, Padang, Sumatera Barat (Tahirna 2012)

Keragaman spesies tumbuhan	Fraksi	Kandungan hara dan lignin					Akumulasi serasah selama 6 bulan		
		C	N	P	K	C/N	Lignin (%)	Rata-rata	SD
Tinggi	L	53,14a	0,89a	0,08a	1,89a	62,45a	44,37a	4,55a	1,24
	F	49,16b	1,10b	0,14b	1,87a	45,85b		4,71a	1,14
	H	38,9c	1,42c	0,15b	1,83a	27,87c		1,36b	0,25
Sedang	L	51,5a	0,83a	0,09a	1,85a	64,68a	45,7a	3,90a	1,04
	F	45,1b	1,01b	0,14b	1,72a	45,65b		2,86a	0,41
	H	35,2c	1,16c	0,15b	1,84a	30,59c		0,68b	0,13
Rendah	L	52,6b	0,76a	0,10a	1,99a	68,85a	47,98a	3,86a	0,94
	F	46,7b	0,90b	0,12b	1,87a	53,52b		2,89b	1,13
	H	30,42c	1,00c	0,14c	1,82a	30,65c		0,45c	0,20

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda pada baris menunjukkan beda nyata pada taraf α 5% ($p < 0.05$) menurut uji student

Tabel 2. Nilai kandungan hara tanah di hutan Pinang-Pinang, Padang, Sumatera Barat (Kubota et al. 1998)

Keragaman spesies tumbuhan	Plot	Lapisan (cm)	C Total	N Total	C/N	P (mg/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	K (cmol/kg)
Tinggi	29	0-5	640st	0,47s	13,70s	5,09sr	13,60t	1,09s	0,34
		5-15	N.a	N.a	N.a	1,68sr	2,50r	0,24r	0,09r
	30	0-5	4,70t	0,35s	13,30s	5,92sr	6,60s	0,61r	0,23s
		5-15	N.a	N.a	N.a	0,57sr	7,90s	0,52r	0,16r
	31	0-5	7,90st	0,59t	13,40s	7,43	4,10r	0,56r	0,36s
		5-15	N.a	N.a	N.a	1,67	2,50r	0,28r	0,17r
Sedang	46	0-5	0,57st	0,46s	12,20s	5,25sr	7,30s	0,82s	0,40r
		5-15	N.a	N.a	N.a	3,69sr	4,10t	0,29s	0,20r
	51	0-5	5,50st	0,47s	11,60s	3,56sr	10,90s	0,89s	0,22r
		5-15	N.a	N.a	N.a	2,58sr	2,60r	0,33r	0,23r
52	0-5	8,20st	0,58t	12,10s	7,79sr	4,00r	0,60r	0,24	
	5-15	N.a	N.a	N.a	3,44sr	2,40r	0,32r	0,24e	
Rendah	55	0-5	5,60st	0,41s	13,70s	5,57sr	1,90r	0,60r	0,27
		5-15	N.a	N.a	N.a	3,98sr	3,00r	0,39r	0,30r
	56	0-5	5,70st	0,42s	13,70s	6,96	3,10r	0,68r	0,29
		5-15	N.a	N.a	N.a	5,28sr	1,00r	0,38r	0,30r
	61	0-5	6,60st	0,49s	13,50s	3,85sr	13,70t	1,03s	0,18r
		5-15	N.a	N.a	N.a	4,30sr	3,10r	0,44r	0,12r

Keterangan: Na: Not analyzed, sr: sangat rendah; r: rendah; s: sedang; t: tinggi; st: sangat tinggi

Tabel 1 memperlihatkan nilai akumulasi serasah pada tiga tingkat keanekaragaman pohon areal plot Pinang-Pinang. Hasil analisis menunjukkan bahwa data akumulasi serasah memiliki keselarasan dengan nilai kandungan hara pada masing-masing kawasan. Dimana pada daerah dengan tingkat keanekaragaman pohon tinggi memiliki akumulasi serasah yang juga tinggi. Sebaliknya, daerah dengan tingkat keanekaragaman pohon sedang memiliki nilai akumulasi serasah yang lebih rendah. Jika merujuk kepada penjelasan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa keanekaragaman pohon jelas mempengaruhi kuantitas akumulasi serasah pada plot Pinang-Pinang. Dengan terkumpulnya data tersebut dapat diartikan bahwa daerah dengan tingkat keanekaragaman pohon tinggi memiliki kandungan hara dan akumulasi serasah yang juga tinggi

dan sebaliknya. Namun, yang menjadi pertanyaan adalah ketika kandungan hara serasah tersebut tinggi, mengapa tanahnya tidak subur (Kubota et al. 1998), kemana perginya kandungan hara tersebut.

Selama 13 tahun setelah pernyataan Kubota et al. (1998), Tahirna (2012) mencoba membuktikannya kembali dengan melakukan analisis kandungan hara dan akumulasi serasah pada kawasan plot Pinang-Pinang dan dilanjutkan dengan analisis hara pada tanah, sehingga korelasi antara hara pada serasah dan tanah dapat membantu menjawab pernyataan Kubota et al. (1998). Adapun hasil analisis kandungan hara tanah pada ketiga area penelitian ditunjukkan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2, dapat dianalisis bahwa kandungan hara pada masing-masing areal dengan tingkat keanekaragaman

pohon yang berbeda memiliki nilai yang variatif, dimana tidak terlihat perbedaan yang signifikan antara masing-masing lokasi. Tetapi jika ditinjau dari aspek kedalamannya, unsur hara banyak terakumulasi pada kedalaman tanah 0-5 cm, sedangkan pada kedalaman 5-15 sangat sedikit jumlah unsur hara yang ditemukan (P, Ca, Mg dan K). Dengan kata lain, lapisan 0-5 cm merupakan lapisan permukaan yang bersentuhan langsung dengan serasah. Serasah yang jatuh di atas permukaan tanah akan mengalami dekomposisi oleh kelompok fauna permukaan tanah menjadi *fermented litter*, kemudian kelompok mesofauna dan mikroba tanah akan melanjutkannya hingga akhirnya menjadi *humified litter* dan berbagai unsur hara di dalam tanah. Akar tanaman menyerap nutrisi makanan yang berupa unsur hara melalui bulu-bulu akar. Nutrisi makanan akan banyak diserap oleh tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Pohon yang memiliki struktur batang yang besar tentunya memiliki struktur akar yang semakin dalam, dan semakin banyak kandungan hara yang diserap oleh pohon. Semakin banyak hara yang diserap, maka ketersediaan hara di dalam tanah semakin sedikit (Fernandez 2009).

KEANEKARAGAMAN ORGANISME TANAH DAN HUBUNGANNYA TERHADAP KEANEKARAGAMAN SPESIES TUMBUHAN KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS PLOT PINANG-PINANG

Organisme tanah memiliki peran sebagai salah satu indikator kesuburan tanah. Adanya organisme tanah menandakan kualitas tanah tersebut subur, karena kelompok organisme tanah umumnya bertindak sebagai dekomposer dalam suatu ekosistem. Keanekaragaman spesies tanaman dan kompleksitas komunitas heterotrofik telah mengalami penurunan dalam beberapa dekade terakhir (Butchart et al. 2010; Chapin et al. 2011). Dalam banyak literatur mengenai kekayaan spesies, suatu pandangan berlaku bahwa keragaman tanaman penutup dan aktifitas komunitas heterotrofik di dalam tanah dapat meningkatkan produksi primer dan stabilitas produksi dalam kondisi stres (Butchart et al. 2010).

Menurut BIS (2010) organisme penghuni ekosistem tanah diperkirakan sejumlah seperempat dari seluruh organisme di bumi. Diilustrasikan bahwa dalam satu sendok teh tanah kebun yang subur dapat ditemukan ribuan spesies, milyaran individu bakteri dan ratusan meter jaringan hifa jamur. BIS (2010) memperkirakan total biomassa bakteri pada tanah padang rumput di daerah sub tropis mencapai 1-2 ton/ha yang setara dengan berat 1-2 ekor sapi. Walaupun ukurannya sangat kecil, menurut Allison (2013) mikroorganisme tanah bertanggung jawab terhadap sebagian besar proses-proses biologis (60-80%) yang berkaitan dengan siklus unsur hara dan dekomposisi bahan organik. Setiap ekosistem dihuni oleh berbagai organisme yang memiliki peran tertentu. Ketika masing-masing kelompok fungsional dapat berperan dengan optimal, maka ekosistem berjalan secara dinamis dan produktif. Masing-masing kelompok tidak berdiri sendiri,

tetapi terjadi suatu ikatan saling ketergantungan. Oleh karena itu, gangguan yang terjadi pada suatu kelompok akan mengakibatkan terjadinya perubahan struktur dan fungsi ekosistem.

Tumbuhan merupakan jembatan antara ekosistem yang ada di atas dan di dalam tanah. Oleh karena itu, menurut Saiter et al. (2015) perubahan keragaman vegetasi akan berpengaruh terhadap fungsi dan peran ekosistem di dalam tanah. Perubahan struktur vegetasi akan mempengaruhi kondisi tanah, termasuk proses-proses pembentukan tanah, struktur tanah dan komunitas biota tanah (Garcia-Palacios et al. 2016).

Semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam, tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperakumulator. Sifat hiperakumulator berarti dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi. Dalam proses fitoekstraksi ini logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen/mati (Moenir 2010).

Penyerapan logam oleh tanaman dipengaruhi oleh efisiensi penyerapan, kecepatan transpirasi dan konsentrasi logam di dalam larutan tanah (Jabben 2009). Efisiensi penyerapan logam oleh tanaman dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia tanah, spesies kimia dari logam yang diserap dan sifat tanaman penyerapnya. Transpirasi juga merupakan variable yang menentukan kecepatan penyerapan suatu senyawa kimia pada suatu rancangan fitoremediasi dan dipengaruhi oleh jenis tanaman, luas permukaan daun, nutrisi yang tersedia, kelembaban tanah, suhu udara, kecepatan angin dan kelembaban udara. Interaksi yang kompleks antara tanah, logam dan tanaman yang dikendalikan oleh iklim, mengharuskan adanya strategi fitoremediasi yang bersifat lokal/spesifik.

Riset-riset fisiologi, biokimia dan genetika molekuler mengungkap bahwa adanya perbedaan yang besar dalam kemampuan mengakumulasi dan menoleransi logam pada tanaman hiperakumulator dengan tanaman normal, karena adanya perbedaan dari serangkaian proses fisiologis biokimia dan ekspresi gen-gen yang berperan dalam proses penyerapan, akumulasi dan toleransi tanaman terhadap logam (Jabben 2009).

Terdapat serangkaian proses fisiologis yang berperan dalam akumulasi logam sepanjang siklus hidup tumbuhan. Proses pertama adalah interaksi rizosferik pada zona perakaran, dimana terjadi proses pengolahan unsur-unsur di dalam tanah dari bentuk yang tidak dapat diserap menjadi bentuk yang dapat diserap dengan melibatkan sejumlah eksudat yang diproduksi akar (Moenir 2010).

Tumbuhan hiperakumulator memiliki kemampuan lebih tinggi dalam merubah logam pada zona perakaran menjadi bentuk yang tersedia seperti *Thlaspi caerulescens* terhadap Zn. Hiperakumulator memiliki kemampuan mempercepat terlarutnya logam pada rizosfer. Hal ini teramati pada hiperakumulator Zn. Hiperakumulator juga diperkirakan melepaskan kelat untuk logam yang spesifik ke rizosfer

oleh akar. Hal ini teramati pada penyerapan Fe. Akar tumbuhan hiperakumulator memiliki daya selektifitas yang tinggi terhadap unsur logam tertentu (Alvares 2008). Penyerapan logam oleh akar antara lain ditentukan oleh permeabilitas, transpirasi dan tekanan akar serta kehadiran dari sistem pemacu penyerap logam (*enhanced metaluptake system*), yang diperkirakan hanya dimiliki oleh tumbuhan hiperakumulator. Setiap tumbuhan di hutan hujan tropis super basah memiliki kemampuan menyerap logam yang beranekaragam, dan membuat hutan tersebut menimbulkan fenomena-fenomena unik karena bergamannya spesies.

KONVERSI HUTAN DI KAWASAN HUTAN HUJAN TROPIS PLOT PINANG-PINANG

Hutan hujan tropis memegang peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan manusia dan penyediaan jasa ekosistem, terutama jika ditinjau dari aspek kesuburan tanah. Dimana hutan hujan tropis memiliki kemampuan menyimpan keanekaragaman hayati di bumi. Tidak dapat dipungkiri bahwasanya manusia bergantung pada beragamnya manfaat yang disediakan oleh alam, seperti makanan, serat, bahan bangunan, air bersih, udara bersih dan pengaturan iklim. Semua elemen yang dibutuhkan untuk layanan ekosistem ini tergantung pada tanah, dan keanekaragaman hayati tanah merupakan kekuatan pendorong di dalam menyediakan fasilitas dalam tanah yang dibutuhkan (Colwell 2009).

Deforestasi hutan hujan tropis tidak dapat dipungkiri, bahwa hal tersebut telah terjadi. Deforestasi dan degradasi lahan hutan hujan tropis, sebagian besar disebabkan konversi hutan menjadi areal pertanian (Quezada et al. 2014). Hal tersebut menjadi tantangan utama dalam pengelolaan lahan tropis, yaitu tercapainya titik temu antara meningkatnya permintaan untuk produk-produk pertanian disamping itu juga melestarikan keanekaragaman hayati dan meningkatkan kehidupan pedesaan (DeFries et al. 2007; Harvey dan González-Villalobos 2007; Phalan et al. 2011).

Konversi hutan hujan tropis menjadi areal pertanian baik dengan skala kecil maupun dengan skala yang cukup besar menimbulkan suatu dampak ataupun perubahan yang terjadi pada keragaman biota tanah (Chazdon 2014). Hal tersebut harus diakui bahwa penggunaan lahan pertanian baik pertanian tradisional maupun pertanian modern akan mengubah komposisi biota tanah (DeFries et al. 2007; Harvey dan González-Villalobos 2007). Pada daerah tropis, juga terdapat keberagaman biota di lahan pertanian, dimana keberagaman tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan hutan hujan tropis (Melo et al. 2013; Zermeño- Hernández et al. 2015).

Pada areal pertanian dibutuhkan kelompok organisme tanah sebagai indikator kesuburan tanah. Dalam konteks ini, langkah pertama untuk menjelajahi penggunaan lahan pertanian yang bersahabat dengan keanekaragaman hayati adalah bagaimana mengukur keragaman lahan pertanian menggunakan lanskap, menilai gangguan ekologis yang dikenakan oleh kegunaan tersebut, dan mengevaluasi

dampak dari rezim gangguan ini pada potensi regenerasi hutan (Zermeño-Hernández et al. 2015).

Perubahan penggunaan hutan menjadi areal pertanian memberikan dampak terhadap kuantitas fauna tanah. kelompok fauna tanah tertentu yang mengalami degradasi habitat aslinya dapat menyebabkan keberadaan kelompok fauna ini tidak diinginkan oleh kelompok petani, dan pada akhirnya dibasmi dengan racun kimia (Zermeño-Hernández et al. 2015).

Selain itu, penambahan pupuk sebagai masukan hara tambahan dari luar untuk pertumbuhan dan produktifitas tanaman juga mempengaruhi keragaman organisme tanah. sebagian organisme tanah tidak menyukai kondisi tanah dengan asupan kimia dari luar terlalu tinggi dan sebagian lagi mampu bertahan pada kondisi tersebut. Biasanya kelompok organisme dengan ukuran yang lebih kecil akan cenderung bertahan dan sebaliknya yang berukuran besar akan hilang (Kladivko 2001; Jansa et al. 2002; Zermeño-Hernández et al. 2015).

Dengan demikian, proses dimana orang sekarang telah melihat dan mengamati interaksi biologis dan proses ekologis serta menggabungkan ke duanya dalam suatu pengamatan dalam rangka pengelolaan sumber daya dan pandangan dunia mereka, telah disebut sebagai yang memiliki 'pengetahuan-praktek-keyakinan'. (Barrera-Bassols 2009; Barrios et al. 2007).

Pengetahuan ini dapat dipahami sebagai fusi pengetahuan 'ekologi tradisional' dan pengetahuan 'teknis' baru yang diperoleh dari sumber eksternal kepada masyarakat, seperti agronomi (Barrios et al. 2007). memahami bagaimana petani menggabungkan informasi baru ke dalam pengelolaan lahan sangat penting dalam area baru, metode alternatif pertanian yang dipromosikan oleh kelompok dan otoritas masyarakat. Integrasi pengetahuan tradisional dan pengetahuan ilmiah dapat menyebabkan wawasan manajemen berkelanjutan dan mengurangi rusaknya biodiversitas tanah (Barrera-Bassols et al. 2009; Ayarza 2010).

Dari tulisan di atas, dapat disimpulkan bahwa: (i) Hutan hujan tropis super basah Pinang-Pinang memiliki keanekaragaman pohon yang tinggi, dimana terdapat beberapa tanaman hiperakumulator unsur hara. (ii) Hubungan antara tingkat keanekaragaman pohon dan kualitas kesuburan tanah plot hutan Pinang-Pinang berbanding terbalik satu dengan yang lainnya, dimana akan ditemukan kondisi tanah yang subur pada lokasi dengan tingkat keanekaragaman pohon yang rendah dan sebaliknya. (iii) Interaksi antara organisme tanah dengan tumbuhan (biotik) maupun dengan tanah (abiotik) memiliki pengaruh terhadap tingkat kesuburan tanah maupun tingkat keanekaragaman pohon.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang yang telah membantu memberikan fasilitas belajar dalam penyelesaian manuskript ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison SD, Lu Y, Weihe C, Goulden ML, Martiny AC, Treseder KK, Martiny JB. 2013. Microbial abundance and composition influence litter decomposition response to environmental change. *Ecology* 94: 714-725.
- Alvares CC, Castro AJA, Torre MCA, Cruz RFG. 2008. Accumulation and Distribution of Heavy Metals in *Scirpus americanus* and *Typha latifolia* from an Artificial Lagoon in San Luis Potosi, México. *Water Air Soil Pollut* 188: 297-309.
- Ayarza M, Huber-Sannwald E, Herrick JE, Reynolds JF, Garcia-Barrios L, Welchez LA., Lentes P, Pavon J, Morales J, Alvarado A, Pinedo M, Baquera N, Zelaya S, Pineda R, Amezcua E, Trejo M. 2010. Changing human-ecological relationships and drivers using the Quesungual agroforestry system in western Honduras. *Renew Agric Food Syst* 25: 219-227.
- Bardgett RD, Wardle DA. 2010. Aboveground - belowground Linkages: Biotic Interactions, Ecosystem Processes, and Global Change. Oxford University Press, Oxford.
- Barrera-Bassols N, Zinck JA, van Ranst E. 2009. Participatory soil survey: experience in working with a Mesoamerican indigenous community. *Soil Use Manag* 25: 43-56.
- Barrios E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecol Econ* 64: 269-285.
- BIS [Bio Intelligence Service], Europe Commision. 2010. Soil Biodiversity: Functions, Threats and Tools for Policy Makers. Technical Reports 2010. Tersedia di: www.biois.com/soilbiodiversity/231.html.
- Butchart SH, Walpole M, Collen B, van Strien A, Scharlemann JP, Almond RE, Baillie, JE, Bomharh B, Brown C, Watson, R. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328: 1164-1168.
- Cardinale BJ, Matulich KL, Hooper DU, Byrnes JE, Duffy E, Gamfeldt L, Balvanera P, O'Connor MI, Gonzalez A. 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. *Amer J Bot* 98: 572-592.
- Chapin III FS, Matson PA, Vitousek PM. 2011. Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer, New York.
- Chazdon RL. 2014. Second Growth: The Promise of Tropical Forest Regeneration in an Age of Deforestation. University of Chicago Press, Chicago.
- Colwell RK. 2009. EstimateS v. 8.2.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's Guide and Application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Cornwell WK, Cornelissen JHC, Amatangelo, K, Dorrepaal E, Eviner VT, Godoy O, Hobbie SE, Hoorens B, Kurokawa H, Perez-Harguindeguy N, Quested HM. 2008. Plant species traits are the predominant control on litter decomposition rates within biomes worldwide. *Ecol Lett* 11: 1065-1071.
- Dalling JW, Brown TA. 2009. Long-term persistence of pioneer species in tropical rain forest soil seed banks. *Am Nat* 173: 531-535.
- DeFries R, Hansen A, Turner B, Reid R, Liu J. 2007. Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. *Ecol Appl* 17: 1031-1038.
- Fernández-Ugalde O, Virto I, Bescansa P, Imaz MJ, Enrique A, Karlen DL. 2009. No-tillage improvement of soil physical quality in calcareous, degradation-prone, semiarid soils. *Soil Till Res* 106: 29-35.
- Folberth C, Yang H, Gaiser T, Abbaspour KC, Schulin R. 2013. Modeling maize yield responses to improvement in nutrient, water and cultivar inputs in sub-Saharan Africa. *Agric Syst* 119: 22-34.
- Fujii S, Takeda H. 2012. Succession of collembolan communities during decomposition of leaf and root litter: effects of litter type and position. *Soil Biol Biochem* 54: 77-85.
- García-Palacios P, Prieto I, Oursival JM, Heattenschwiler S. 2016. Disentangling the litter quality and soil microbial contribution to leaf and fine root litter decomposition responses to reduced rainfall. *Ecosystems* 19: 490-503.
- Ghazoul J, Sheil D. 2010. Tropical rain forest ecology, diversity, and conservation. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Gillespie RG., Claridge EM, Roderick GK. 2008. Biodiversity dynamics in isolated island communities: interaction between natural and human-mediated processes. *Mol Ecol* 17: 45-57
- Handa IT, Aerts R, Berendse F, Berg MP, Bruder A, Butenschoen O, Chauvet E, Gessner MO, Jabiol J, Makkonen M, McKie BG, Malmqvist B, Peeters ET, Scheu S, Schmid B, van Ruijven J, Vos VCA, Heattenschwiler S. 2014. Consequences of biodiversity loss for litter decomposition across biomes. *Nature* 509: 218-221.
- Harvey CA, González-Villalobos JA. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiv Conserv* 16: 2257-2292.
- Hermansah, Masunaga T, Wakatsuki T, Afizal Z. 2003. Dynamics of litter production and its quality in relation to soil chemical properties in a super wet tropical rain forest, West Sumatra, Indonesia. *Tropics* 12 (2): 115-130.
- Hernández-Stefanoni JL, Alberto Gallardo-Cruz J, Meave JA, Dupuy JM. 2011. Combining geostatistical models and remotely sensed data to improve tropical tree richness mapping. *Ecol Indic* 11 (5): 1046-1056.
- Hotta M. 1986. Diversity and Dynamics of Plant Life in Sumatra. Forest ecosystem and speciation in wet tropical environments. Part 2. Sumatra Nature Study, Botany. Kyoto University, Japan.
- Jabeen R, Ahmad A, Iqbal M. 2009. Phytoremediation of Heavy Metals: Physiological and Molecular Mechanisms. *Bot Rev* 75: 339-369.
- Jansa J, Mozafar A, Anken T, Ruh R, Sanders I, Frossard E. 2002. Diversity and structure of AMF communities as affected by tillage in a temperate soil. *Mycorrhiza* 12: 225-234.
- Kladivko EJ. 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Till Res* 61: 61-76.
- Kubota D, Masunaga T, Hermansah, Hotta M, Shinmura Y, Wakatsuki T. 1998. Soil environment and tree species diversity in tropical rain forest, West Sumatra, Indonesia. In: Schulte A, Ruhiyat (ed.), Soils of Tropical Forest Ecosystems: Characteristics, Ecology and Management. Springer, Berlin
- Kuenzer C, Ottinger M, Wegmann M, Guo H, Wang C, Zhang J, Dech S, Wikel-ski M. 2014. Earth observation satellite sensors for biodiversity monitoring: potentials and bottlenecks. *Intl J Remote Sens* 35 (18): 6599-6647.
- Laurance WF, Nascimento H, Laurance SG, Condit R, D'Angelo S, Andrade A. 2011. Inferred longevity of Amazonian rainforest trees based on a long-term demographic study. *For Eco Manag* 190: 131-143.
- Lemanceau R, Creamer BS, Griffith SC. 2015. Soil biodiversity and ecosystem functions across Europe: A transect covering variations in bio-geographical zones, land use and soil properties. *App Soil Ecol* 97: 1-2.
- Liu S, Yijie Y, Xuehua L, Fangyan C, Juejie Y, Junran L, Shikui D, Annah Z. 2017. Ecosystem Services and landscape change associated with plantation expansion in a tropical rainforest region of Southwest China. *Eco Mod* 353: 129-138
- Maeda EE, Heiskanen J, Thijs KW, Pellikka PKE. 2014. Season-dependence of remote sensing indicators of tree species diversity. *Remote Sens Lett* 5 (5): 404-412.
- Massunaga T. 1999. Mineral Composition of Leaves and Bark in Aluminium Accumulators in Tropical Rain Forest in Indonesia. Shimane University and Kagoshima University, Japan.
- Masunaga T, Kubota D, Wiliam U, Shinmura Y and Wakatsuki. 1998. Spatial Distribution pattern of trees in relation to soil edaphic status in tropical rain forest in West Sumatra, Indonesia: 1. Distribution of accumulating trees. *Tropics* 7 (3/4): 209-222.
- Melo FP, Arroyo-Rodríguez V, Fahrig L, Martínez-Ramos M, Tabarelli M. 2013. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends Ecol Evo* 28: 462-468.
- Moenir M. 2010. Kajian fitoremediasi sebagai alternatif pemulihan tanah tercemar logam berat. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri* 1 (2): 115-123.
- Mouchet MA, Villegger S, Mason NWH, Mouillot D. 2010. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Func Ecol* 24: 867-876.
- Muktar E, Fumito K. 2009. Juvenile height growth rate of seven major tree species in a tropical rain forest of West Sumatra. *Tropics* 18 (1): 1-6.
- Muktar E, Suwardi AB, Syamsuardi S. 2013. Komposisi jenis dan cadangan karbon di hutan tropis dataran rendah, Ulu Gadut, Sumatera Barat. *Berita Biologi* 12 (2): 169-172.
- Nagendra H, Lucas R, Honrado JP, Jongman RHG, Tarantino C, Adamo M, Mairota P. 2013. Remote sensing for conservation monitoring: assessing protected areas, habitat extent, habitat condition, species diversity, and threats. *Ecol Indic* 33: 45-59.
- Pettorelli N, William FL, Timothy GO, Martin W, Harini N, Woody T. 2014. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges. *J App Ecol* 51: 839-848.

- Phalan B, Onial M, Balmford A, Green RE. 2011. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. *Science* 333: 1289-1291.
- Quezada ML, Arroyo-Rodríguez V, Pérez-Silva E, Aide TM. 2014. Land cover changes in the Lachuá region, Guatemala: patterns, proximate causes, and underlying driving forces over the last 50 years. *Reg Environ Change* 14 (3): 1139-1149.
- Roberts DA, Roth KL, Perroy RL. 2012. Hyperspectral vegetation indices. In: Thenkabail PS, Lyon JG, Huete A (eds.). *Hyperspectral remote sensing of vegetation*. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Rocchini D, Balkenhol N, Carter GA, Foody GM, Gillespie TW, He KS, Kark S, Levin N, Lucas K, Luoto M, Nagendra H, Oldeland J, Ricotta C, Southworth J, Neteler M. 2010. Remotely sensed spectral heterogeneity as a proxy of species diversity: recent advances and open challenges. *Ecol Inform* 5 (5): 318-329.
- Rocchini D, Hernández-Stefanoni JL, He KS. 2015. Advancing species diversity estimate by remotely sensed proxies: a conceptual review. *Ecol Inform* 2: 22-28.
- Saiter FZ, Eisenlohr PV, França GS, Stehmann JR, Oliveira-Filho AT. 2015. Floristic units and their predictors unveiled in part of the Atlantic Forest hotspot: implications for conservation planning. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87 (4): 2031-2046.
- Sevegnani L, Alexandre U, Andre LG, Leila M, Alexander CV. 2016. Climate affects the structure of mixed rain forest in southern sector of Atlantic domain in Brazil. *Acta Oecol* 77: 109-117.
- Tahirna. 2012. *Dinamika Akumulasi dan Fraksinasi Serasah Menurut Tingkat Pelapukkan serta Hubungannya dengan Keragaman Spesies Tumbuhan di Lantai Hutan Hujan tropis Super Basah*. [Tesis]. Universitas Andalas, Padang.
- Venkata Ramana CH, Bhaskar CH, Prasada Rao PVV, Byragi Reddy T. 2015. Soil quality in four different areas of Visakhapatnam city, Andhra Pradesh, India. *Intl J Curr Micro Appl Sci* 4 (1): 528-532.
- Walter RK, Hamilton RJ. 2014. A cultural landscape approach to communitybased conservation in Solomon Islands. *Ecol Soc* 19 (4):1-10.
- Wiharto M. 2010. *Produktivitas Vegetasi Hutan Hujan Tropis*. Wahyu Media, Jakarta.
- Yoshida T, Sugano Y. 2015. A structural and functional perspective of Dy-Ptyperoxidase family. *Arch. Biochem. Biophys* 574: 49-55.
- Zermeño-Hernández I, Méndez-Toribio M, Siebe C, Benítez-Malvido J, Martínez-Ramos M. 2015. Ecological disturbance regimes caused by agricultural land uses and their effects on tropical forest regeneration. *Appl Veg Sci* 18: 443-455.
- Zinner D, Wygoda C, Razafimanantsoa, Rasoloarison R, Andrianadrasana HT, Ganzhorn JU, Torkler F. 2014. Analysis of deforestation patterns in the central Menabe, Madagascar, between 1973 and 2010. *Reg Environ Change* 14: 157.

Anggrek primitif di Sumatera yang berpotensi sebagai tanaman hias

Potential ornamental plants of primitive orchids Sumatra

SRI HARTINI

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Indonesia (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16003, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8322187, email: si_tini@yahoo.com

Manuskrip diterima: 22 Agustus 2017. Revisi disetujui: 14 September 2017.

Abstrak. Hartini S. 2017. *Anggrek primitif di Sumatera yang berpotensi sebagai tanaman hias. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 319-322.* Penelitian ini dilakukan pada periode 1995-2004 hampir di seluruh provinsi di Pulau Sumatera, untuk mengetahui keanekaragaman anggrek primitif di Sumatera dan potensinya sebagai tanaman hias. Anggrek primitif adalah jenis tumbuhan peralihan antara suku-suku dari ordo Asparagales dan suku Orchidaceae. Jenis-jenis anggrek primitif termasuk dalam subfamili Apostasioideae yaitu salah satu dari lima subfamili dalam suku Orchidaceae. Dalam Apostasioideae hanya memiliki dua marga yaitu *Neuwiedia* dan *Apostasia*. Hampir semua subfamili dalam anggrek memiliki benang sari tunggal, namun anggrek Apostasioideae memiliki 2-3 benang sari abaksial. Secara keseluruhan di Sumatera terdapat 7 jenis anggrek primitif yaitu *Apostasia odorata* Blume, *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia nuda* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia zollingeri* Rchb. (dengan 3 varietas yaitu var. *zollingeri*, var. *javanica* dan var. *singaporeana*), *Neuwiedia veratrifolia* Blume, dan *Neuwiedia griffithii* Rchb. Sedang yang ditemukan dalam penelitian ini adalah *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia veratrifolia* Blume dan *Neuwiedia zollingeri* Rchb. var. *javanica* de Vogel. Keempat jenis ini memiliki habitus dan perbungaan yang menarik sehingga berpotensi sebagai tanaman hias.

Kata kunci: Anggrek primitif, Sumatera, potensi, tanaman hias

Abstract. Hartini S. 2017. *Potential ornamental plants of Sumatran primitive orchids. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 319-322.* This research was conducted from 1995 to 2004 in almost all provinces of Sumatra Island, to know the diversity of primitive orchids in Sumatra and its potential as an ornamental plant. Primitive orchids are intermediate plants between the families of Asparagales and Orchidaceae. Species of primitive orchids is included in the subfamily Apostasioideae, one of five subfamilies within Orchidaceae. Apostasioideae have only two genera, namely *Neuwiedia* and *Apostasia*. Almost all of the orchid subfamilies have a single stamen, but Apostasioideae has 2-3 abaxial stamens. Overall in Sumatra, there are 7 species of primitive orchids i.e., *Apostasia odorata* Blume, *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia nuda* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia zollingeri* Rchb. (with 3 varieties namely var. *zollingeri*, *javanica* and *singaporeana*), *Neuwiedia veratrifolia* Blume, and *Neuwiedia griffithii* Rchb. Species found in this study was *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia veratrifolia* Blume and *Neuwiedia zollingeri* Rchb. var. *javanica* de Vogel. The fourth of the species have beautiful habitus and inflorescence, so they were potentially as ornamental plants.

Keywords: Primitive orchids, Sumatra, potential, ornamental plants

PENDAHULUAN

Ternyata tidak hanya pada manusia dikenal istilah primitif, namun pada anggrekpun juga dikenal anggrek primitif. Jenis-jenis anggrek primitif ini dalam sistematik tumbuhan tergabung dalam subfamili Apostasioideae yaitu salah satu dari lima subfamili dalam suku anggrek, Orchidaceae. Dalam Apostasioideae hanya ada dua marga, yaitu *Neuwiedia* dan *Apostasia* dengan masing-masing marga memiliki 9 jenis dan 7 jenis (Seidenfaden and Wood 1992; Judd et al 1993).

Apostasioideae dianggap sebagai keturunan dasar dalam anggrek berdasarkan data molekuler dan struktur bunganya. Hampir semua subfamili dalam anggrek memiliki benang sari tunggal, namun anggrek Apostasioideae memiliki 2-3 benang sari abaksial. *Neuwiedia* memiliki tiga kepala sari abaksial subur,

Apostasia memiliki dua kepala sari abaksial subur dan satu benang sari steril, sedang anggrek lainnya memiliki satu benang sari abaksial. Kepemilikan 2-3 benang sari abaksial adalah karakteristik yang unik untuk takson Apostasioideae (Stern et al. 1993; Pridgeon 1999).

Neuwiedia adalah marga anggrek primitif yang memiliki 9 jenis anggrek tanah. Jenis dari marga ini tumbuh dan terdistribusi di tempat-tempat yang lembab dan terlindung mulai dari Malaysia, Kalimantan, Jawa, Filipina, New Guinea dan barat daya Pasifik. Nama marga ini diberikan oleh Carl Ludwig von Blume untuk menghormati Pangeran Maximilian dari Wied-Neuwied (1782-1859). Sembilan jenis *Neuwiedia* yang telah dikenal yaitu *Neuwiedia annamensis* Gagnep., *Neuwiedia borneensis* de Vogel, *Neuwiedia elongata* de Vogel, *Neuwiedia griffithii* Rchb.f., *Neuwiedia inae* de Vogel, *Neuwiedia siamensis* de Vogel, *Neuwiedia singaporeana* (Wall. ex Baker) Rolfe,

Neuwiedia veratrifolia Blume, dan *Neuwiedia zollingeri* Rchb.f. Jenis *Neuwiedia zollingeri* sendiri memiliki 1 varietas yaitu *Neuwiedia zollingeri* var. *javanica* (J.J.Sm.) de Vogel.

Apostasia adalah marga anggrek primitif yang terdiri dari 7 jenis anggrek tanah. Jenis dari marga ini tumbuh dan terdistribusi di daerah lembab di wilayah Himalaya, India, Sri Lanka, New Guinea, dan Australia Utara. Jenis-jenis *Apostasia* menghasilkan perbungaan tegak yang muncul dari ujung batang dengan sampai enam cabang lateral. Mereka mendukung sampai dengan 30 bunga berwarna putih atau kuning. Bunga-bunga *Apostasia* tidak terbalik. Jenis *Apostasia* yang telah dikenal ada 7 jenis yaitu *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Apostasia latifolia* Rolfe, *Apostasia nuda* R.Br., *Apostasia odorata* Blume, *Apostasia parvula* Schltr., *Apostasia ramifera* S.C.Chen & K.Y.Lang, dan *Apostasia wallichii* R.Br. (de Vogel 1969; Dockrill 1992; Kocyan and Endress 2001; Kocyan 2004).

Keragaman anggrek primitif belum banyak diketahui, termasuk jenis anggrek primitif dari Sumatera. Hal ini menarik dilakukan karena Sumatera merupakan surga anggrek, dimana kemelimpahan jenis anggrek sangat tinggi akibat dari kondisi lingkungan yang sangat cocok sebagai tempat tumbuh. Selain itu anggrek primitif adalah jenis peralihan antara suku-suku dari ordo Asparagales (di antaranya adalah suku Liliaceae) dan suku Orchidaceae. Kelompok ini masih jarang diungkap keberadaannya di alam, sehingga dengan mengungkap keragamannya diharapkan dapat menambah informasi bagi para pecinta anggrek alam, serta untuk mengetahui strategi konservasinya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi jenis-jenis anggrek primitif yang terdapat di Sumatera.

BAHAN DAN METODE

Penelitian tentang keragaman anggrek primitif dilakukan pada kurun 1995-2014. Inventarisasi dilakukan secara eksploratif hampir di seluruh provinsi di Sumatera. Identifikasi tingkat marga dilakukan dengan cara melakukan pengamatan terhadap ciri-ciri morfologi dari anggrek primitif yang ditemukan. Untuk mengidentifikasi sampai tingkat jenis diperlukan pengamatan morfologi bunganya. Jenis-jenis yang sedang tidak berbunga hanya dapat diidentifikasi sampai tingkat marga, sedang beberapa jenis yang memiliki morfologi vegetatif yang khas dapat diidentifikasi sampai tingkat jenis, meskipun sedang tidak berbunga. Metode identifikasi dilakukan dengan cara penelusuran pustaka, mencocokkan foto-foto dengan pustaka dan pembuatan herbarium basah untuk keperluan identifikasi di Kebun Raya Bogor.

Pengoleksian material hidup untuk melestarikan jenis-jenis ini dilakukan di Kebun Raya Bogor (PKT-KRI, LIPI Bogor). Selain material hidup, data lapangan juga dicatat guna dijadikan acuan dalam proses aklimisasinya di Kebun Raya. Parameter pengamatan di lapangan yang digunakan adalah pertelaan jenis yang diamati, data mikro dan makroklimat, serta kegunaan/potensinya. Pengamatan ekologi dilakukan dengan cara mengamati, mengetahui,

mengukur antara lain letak koleksi, habitat, ketinggian tempat, pH tanah, suhu udara harian rata-rata, kelembaban harian rata-rata, dan lain-lain. Data ekologi ini sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi alami jenis-jenis yang akan dikoleksi untuk menentukan strategi konservasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil inventarisasi hanya ditemukan 4 jenis anggrek primitif di Sumatera, padahal menurut Comber (2001) di Sumatera terdapat 7 jenis anggrek primitif yaitu *Apostasia odorata* Blume, *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia nuda* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia zollingeri* Rchb. (dengan 3 varietas yaitu var. *zollingeri*, var. *javanica* dan var. *singaporeana*), *Neuwiedia veratrifolia* Blume, dan *Neuwiedia griffithii* Rchb. Sedang yang ditemukan dalam penelitian ini adalah *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia veratrifolia* Blume dan *Neuwiedia zollingeri* Rchb. var. *javanica* de Vogel. (Gambar 1)

Jenis-jenis *Apostasia* menghasilkan perbungaan tegak dengan sampai enam cabang lateral yang muncul dari akar utama yang tumbuh memanjang. Perbungaan ini mendukung sampai dengan 30 bunga berwarna putih atau kuning. Bunga-bunga jenis *Apostasia* non-resupinate (tidak terbalik) seperti halnya pada anggrek lain.

Neuwiedia adalah anggrek primitif yang berbulu, berupa herba tinggi tanpa rimpang. Biasanya tumbuh panjang, dengan daun berkerut-kerut. Perbungaan terminal, tidak bercabang, mendukung bunga-bunga berwarna putih atau kuning yang menggantung.

Berikut ini adalah uraian biologi dari masing-masing jenis anggrek primitif yang ditemukan dalam penelitian ini.

Neuwiedia zollingeri var. *javanica* (J.J.Sm.) de Vogel

Anggrek ini disebut juga dengan *Neuwiedia javanica*. Jenis ini biasanya tumbuh secara berkoloni, memiliki rhizome di dalam tanah. Tingginya mencapai 84 cm, mendukung 10-18 helai daun. Daunnya berbentuk lanset, panjang 23-46 cm, lebar 5-9,5 cm, pangkal daun lebar dan semakin meruncing ke arah ujung, permukaan berlipat-lipat, tangkai daun ± 9 cm. Bunga muncul dari sela-sela daunnya di bagian ujung batang dengan panjang tangkai perbungaan ± 25 cm. Bunga berwarna putih, kuning atau krem, seluruh permukaan bunga tertutup oleh bulu-bulu halus. Kelopak bunga berwarna hijau dan juga diselimuti oleh bulu-bulu halus. Bunga tidak mekar penuh dan dalam satu tandan hanya beberapa kuntum yang mekar bersamaan. Buahnya berbentuk bulat, berwarna putih dan berbulu. Jenis ini dibedakan dengan varietas lainnya karena bulunya (de Vogel 1969).

Jenis ini di alam tersebar di Sumatera, Jawa dan Bali (Comber 2001). Di Sumatera jenis ini dijumpai di lantai hutan sekunder atau hutan campuran, diantaranya ditemukan di kawasan hutan Taman Wisata Alam Sicike-cike (Hartini 2011), Cagar Alam Dolok Sipirok dan Suaka Margasatwa Barumon di Sumatera Utara (Hartini dan Puspitaningtyas 2005). Sedang di Jawa dijumpai tumbuh pada ketinggian 700-1.300 m dpl.



Gambar 1. Anggrek primitif dari Sumatera. A. Habitus *Neuwiedia zollingeri* var. *javanica*, B. Perbungaan *Neuwiedia zollingeri* var. *javanica*, C. Perbungaan *Neuwiedia veratrifolia*, D. Buah *Apostasia wallichii*, E. Bunga *Apostasia elliptica*

***Apostasia wallichii* R.Br.**

Jenis ini juga dikenal dengan nama *Apostasia lucida* Blume, *Apostasia papuana* Schltr. dan *Apostasia gracilis* Rolfe, *Apostasia alba* Rolfe. Jenis ini merupakan anggrek tanah yang tingginya dapat mencapai 91 cm dan tanpa umbi di dalam tanah. Daunnya banyak dan tersusun rapat pada batang bagian atas. Daun berbentuk garis, panjang 21-35 cm, lebar 1-1,7 cm, tepi daun bergelombang, tekstur agak halus. Perbungaan terminal, bercabang-cabang, setiap

cabang terdapat 7-15 kuntum bunga. Bunga berukuran kecil, berwarna kuning pucat, lebar ± 1 cm, didukung oleh tangkai bunga ± 2 cm. Kelopak dan mahkota berukuran hampir sama, $0,5 \times 0,1$ cm².

Apostasia wallichii sangat umum dijumpai di lantai hutan yang lembab, basah dan berhumus tebal. Dapat ditemukan mulai dari dataran rendah hingga pegunungan pada ketinggian 200-1.300 m dpl. Daerah penyebaran alaminya meliputi Sri Lanka, Nepal, Assam, sepanjang

Asia Tenggara hingga ke New Guinea dan Australia (Wood 1999; Comber 2001). Di Sumatera jenis ini ditemukan di hampir di seluruh provinsi, biasanya ditemukan pada ketinggian 500 m dpl, di antaranya ditemukan di kawasan hutan Cagar Alam Gunung Sago, Cagar Alam Maninjau Utara-Selatan (Munawaroh 2005) dan Cagar Alam Melampah Alahan Panjang di Sumatera Barat (Hartini 2006), serta di Suaka Margasatwa Barumun (Puspitaningtyas 2004) dan Cagar Alam Dolok Sibual-buali di Sumatera Utara (Hartini dan Puspitaningtyas 2005).

Apostasia elliptica J.J. Sm.

Jenis ini juga dikenal dengan nama *Adactylus ellipticus* (J.J.Sm.) Cretz. Selain di Sumatera, jenis ini di alam juga tersebar di Semenanjung Malaysia dan Borneo (Poulsen 1993; Comber 2001). Di Sumatera jenis ini antara lain ditemukan di Cagar Alam Melampah Alahan Panjang di Sumatera Barat pada ketinggian 700 m dpl (Hartini 2006).

Apostasia elliptica merupakan anggrek tanah yang memiliki batang tegak, kaku, jarang bercabang menuju bagian ujung, mendukung daun-daun yang berjarak berdekatan, panjang sekitar 34 cm, panjang antar ruas 1,4-2 cm. Daun berbentuk bulat panjang sampai lonjong-elips, meruncing panjang, bagian pangkal menyempit dan menutupi batangnya, panjang 4,5-7 cm dan lebar 0,85-2 cm, daun bagian bawah lebih kecil ukurannya dibanding bagian atas. Perbungaan tegak muncul dari bagian ujung batang (terminal), mula-mula mendatar kemudian menjuntai, jarang bercabang, bunga banyak, bunga-bunga dekat bagian pangkal agak jarang dan di bagian ujung lebih rapat, panjang tangkai 2,3 cm, dengan sekitar 10 bunga; bunga putih, panjang 1,5 cm (Poulsen 1993).

Neuwiedia veratrifolia Blume

Jenis ini memiliki sinonim *Neuwiedia amboinensis* J.J.Sm., *Neuwiedia calanthoides* Ridl., *Neuwiedia cucullata* J.J.Sm. dan *Neuwiedia lindleyi* Rolfe. Anggrek ini merupakan anggrek tanah, daun muncul dari dasar batang dan tersusun rapat seperti roset. Daunnya berbentuk lanset-panjang, permukaan berlipat-lipat, ukuran daun tidak sama, sangat bervariasi pada satu individu, paling besar $\pm 45 \times 6 \text{ cm}^2$. Perbungaan tegak memanjang ke atas, panjang $\pm 50 \text{ cm}$, mendukung 80 kuntum bunga yang tersusun rapat. Warna perhiasan bunga kuning emas, tidak terbuka penuh, hanya 6-10 kuntum yang mekar serempak. Kelopak berbulu pendek pada bagian luar dan di bagian dalam tak berbulu, $\pm 15 \times 2,75 \text{ mm}^2$, mahkota lebih lebar dari kelopaknya, $\pm 15 \times 5 \text{ mm}^2$, bibir lebar 6 mm.

Jenis ini tumbuh di lantai hutan yang lembab dan teduh, pada ketinggian 720 m dpl. Penyebarannya meliputi kawasan Asia Tenggara hingga New Guinea sampai ke kepulauan Pasifik (Comber 2001). Di Sumatera antara lain

ditemukan di Suaka Alam Batang Pangean I, Sumatera Barat (Puspitaningtyas 2005).

Sebagai kesimpulan, di Sumatera ditemukan 4 jenis anggrek primitif yaitu *Apostasia wallichii* R.Br., *Apostasia elliptica* J.J.Sm., *Neuwiedia zollingeri* Rchb. var. *javanica* de Vogel dan *Neuwiedia veratrifolia* Blume. Keempat jenis tersebut memiliki keindahan dalam habitus dan perbungaannya, sehingga berpotensi sebagai tanaman hias.

DAFTAR PUSTAKA

- Comber JB. 2001. Orchids of Sumatra. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- de Vogel EF. 1969. Monograph of the Tribe Apostasioideae (Orchidaceae). Blumea 17 (2): 329-331.
- Dockrill AW. 1992. Australian Indigenous Orchids. Volume 1 & 2, Surrey Beatty & Sons in association with The Society for Growing Australian Plants, Chipping Norton, NSW.
- Hartini S, Puspitaningtyas DM. 2005. Flora Sumatera Utara: Eksotik dan Berpotensi. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.
- Hartini S. 2005. Laporan Eksplorasi Flora Nusantara: Eksplorasi dan Penelitian Flora di Cagar Alam Sago Malintang, Sumatera Barat. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Hartini S. 2006. Laporan Eksplorasi Flora Nusantara: Eksplorasi dan Penelitian Flora di Cagar Alam Rimbo Panti dan Cagar Alam Melampah Alahan Panjang, Sumatera Barat. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Hartini S. 2011. Laporan Eksplorasi Flora Nusantara: Eksplorasi dan Penelitian Flora di Taman Wisata Alam Sicike-cike, Sumatera Utara. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Judd WS, Stern WL, Cheadle VI. 1993. 'Phylogenetic position of *Apostasia* and *Neuwiedia* (Orchidaceae)'. Bot J Linn Soc 113: 87-94.
- Kocyan A, Endress PK. 2001. 'Floral Structure and Development of *Apostasia* and *Neuwiedia* (Apostasioideae) and their Relationships to other Orchidaceae', Intl J Plant Sci 162: 847-867.
- Kocyan A, Qiu YL, Endress PK, Conti E. 2004. A Phylogenetic Analysis of Apostasioideae (Orchidaceae) based on ITS, trnL-F and matK sequences', Plant Syst Evol 247: 203-213.
- Munawaroh E. 2005. Eksplorasi dan Penelitian Flora di Kawasan Suaka Alam Maninjau Utara-Selatan Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Poulsen AD. 1993. Note on the rare terrestrial orchid *Apostasia elliptica* found in Borneo. Blumea 38 (1): 129-130.
- Pridgeon AM. 1999. Apostasioideae. In Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MW, Rasmussen FN (eds.). Genera orchidacearum. 1: 94-104, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Puspitaningtyas DM. 2004. Eksplorasi Flora di Kawasan Suaka Margasatwa Barumun Sumatera Utara. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Puspitaningtyas DM. 2005. Eksplorasi Flora di Kawasan SA Batang Pangean I Sumatera Barat. Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor.
- Seidenfaden G, Wood JJ. 1992. The Orchids of Peninsular Malaysia and Singapore (A Revision of R.E Holttum: Orchids of Malaya). Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark.
- Stern WL, Cheadle V, Thorsch J. 1993. Apostasiads, systematic anatomy, and the origins of Orchidaceae. Bot J Linn Soc 111: 411-45.
- Wood JJ. 1999. *Apostasia*. In Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MW, Rasmussen FN (eds). Genera Orchidacearum. Vol. 1, Oxford University Press, Oxford.

Hutan kota kawasan industri untuk konservasi ex-situ flora endemik dan terancam punah di lingkungan perkotaan

Industrial urban forest for ex situ conservation of endemic and threatened species of flora in urban environment

HENDRA GUNAWAN^{1,*}, SUGIARTI^{2,**}, ANITA RIANTI¹, PRADNYA P. RADITYA RENDRA³,
ILYAS SUDARSO⁴

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat. Tel. +62 2517520067, Fax. +62-251-8638111, *email: hendragunawan1964@yahoo.com

² Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Indonesia (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13, Bogor 16003, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-251-8322187, **email: ugiarachim@gmail.com

³ Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor Sumedang 45363, Jawa Barat

⁴ PT. Aqua Goden Mississippi. Jl. Mercedes Benz, Cicadas, Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 23 Agustus 2017. Revisi disetujui: 14 September 2017.

Abstract. Gunawan H, Sugiarti, Rianti A, Rendra PPR, Sudarso I. 2017. Hutan kota kawasan industri untuk konservasi ex-situ flora endemik dan terancam punah di lingkungan perkotaan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 323-333*. Industri di Kabupaten Bogor, Jawa Barat tumbuh pesat dan salah satu kawasan industri yang sedang tumbuh pesat adalah Kecamatan Gunung Putri. Dalam pengembangan Industri, kebijakan Pemerintah Kabupaten Bogor adalah membangun hutan kota untuk memperbaiki lingkungan dan mendukung pelestarian keanekaragaman hayati asli. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekayaan dan keanekaragaman vegetasi hutan kota PT. AGM Gunung Putri serta dampaknya bagi peningkatan kekayaan dan keanekaragaman jenis fauna. Sensus dan geotagging pohon serta observasi satwaliar dilakukan di seluruh area hutan kota. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa hutan kota PT. AGM Gunung Putri dapat dikategorikan sebagai hutan kota kawasan permukiman; hutan kota kawasan industri; dan hutan kota untuk pelestarian plasma nutfah. Hutan kota PT. AGM Gunung Putri berbentuk mengelompok. Sampai akhir tahun 2015 tercatat 72 spesies tanaman pohon, dengan jumlah 397 pohon. Secara umum ada kenaikan indeks keanekaragaman dari 2,06 pada 2010 menjadi 3,34 pada tahun 2015. Terdapat 1,4% spesies berstatus Endangered, 2,8% Vulnerable, 6,9% Least Concern, 1,4% Data Deficient dan Not Evaluated 87,5%. Ditemukan 27 spesies fauna yang terdiri atas dua spesies mamalia, lima spesies reptilia dan tujuh spesies aves dan 13 spesies insekta. Indeks keanekaragaman jenis keseluruhan komunitas fauna adalah 2,8.

Kata kunci: Flora, hutan kota, industri, konservasi, terancam

Abstract. Gunawan H, Sugiarti, Rianti A, Rendra PPR, Sudarso I. 2017. *Industrial urban forest for ex situ conservation of endemic and threatened species of flora in urban environment. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 323-333*. Industrial estate in Bogor regency is growing fastly, and one of the fastest growing industry is Sub District of Gunung Putri. Policy of the local government in supporting industrial estate is developing urban forest to improve environmental quality and conserving indigenous threatened species of flora. The objective of this research is to identify the richness and diversity of flora in the urban forest of PT. AGM Gunung Putri and its impact on the increase of richness and diversity of fauna. Census and geotagging of trees and field observation on fauna were conducted throughout the urban forest area. The result concludes that urban forest of PT. AGM Gunung Putri can be categorized as urban settlement forest, industrial urban forest and biodiversity conservation urban forest. Based on the distribution of trees, this urban forest can be categorized as an aggregate urban forest. Until 2015, there are 72 species consisting of 397 trees. In general, there is an increase of diversity index from 2,06 (2010) to 3,34 (2015). There are 1,4% species listed in red list IUCN as Endangered, 2,8% Vulnerable, 6,9% Least Concern, 1,4% Data Deficient and 87,5% Not Evaluated. Twenty-seven species of fauna were recorded consisting of two species of mammals, five species of reptiles, seven species of aves and 13 species of insects. Diversity index of fauna community is 2,8.

Keywords: Conservation, flora, threatened, urban forest, industry

PENDAHULUAN

Kabupaten Bogor, sebagai salah satu kota satelit ibukota Jakarta berkembang sangat cepat yang ditandai oleh tumbuhnya kawasan-kawasan budidaya seperti: kawasan pertanian, kawasan pertambangan, kawasan industri, kawasan pariwisata, dan kawasan permukiman.

Kecamatan Cibinong, Gunung Putri dan Kecamatan Cileungsi merupakan wilayah terpadat penduduknya yang disebabkan oleh pesatnya perkembangan industri di wilayah tersebut, baik industri besar maupun sedang, yang mendorong tingginya migrasi ke wilayah tersebut.

Pertumbuhan industri di Kabupaten Bogor cukup tinggi yaitu 5,65% (2011) dan 3,57% (2012). Kontribusi sektor

Industri terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) harga konstan mencapai 60,97%. Luas wilayah industri juga mengalami peningkatan sebesar 0,16%. Hal ini pada akhirnya mendorong kepada tingginya tingkat permintaan terhadap permukiman. Dampak selanjutnya adalah berkurangnya Ruang Terbuka Hijau (RTH) di wilayah-wilayah industri dan padat penduduk.

Kebijakan pengelolaan lingkungan Kabupaten Bogor tertuang dalam Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2005-2025. Dengan luas wilayah 298.838,304 ha, Kabupaten Bogor memiliki rencana pola ruang wilayah meliputi: kawasan lindung sebesar 44,69% dan kawasan budidaya sebesar 55,31% (Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 Tahun 2008). Strategi pengembangan kawasan budi daya adalah pengendalian agar tidak melampaui daya dukung dan daya tampung lingkungan, antara lain dengan mengembangkan Ruang Terbuka Hijau (Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 Tahun 2008).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang, suatu wilayah kota harus memiliki Ruang Terbuka Hijau (RTH) paling sedikit 30% dari luas wilayah kota, yang terdiri dapat terdiri dari sedikitnya 20% ruang terbuka hijau publik dan 10% ruang terbuka hijau privat. Ruang Terbuka Hijau adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, serta sebagai tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.71/Menhut-II/2009). Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan yang selanjutnya disingkat RTHKP adalah bagian dari ruang terbuka suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan dan tanaman guna mendukung manfaat ekologi, sosial, budaya, ekonomi dan estetika. Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 1 Tahun 2007, Jenis RTHKP meliputi: taman kota; taman wisata alam; taman rekreasi; taman lingkungan perumahan dan permukiman; taman lingkungan perkantoran dan gedung komersial; taman hutan raya; dan *hutan kota*. Hutan kota adalah suatu hamparan lahan yang bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002). Hutan kota berperan penting dalam meningkatkan kualitas perkotaan. Sementara laju pencemaran di wilayah perkotaan, saat ini cenderung meningkat dari waktu ke waktu, sehingga hutan kota yang tersedia haruslah memiliki luas yang memadai agar memiliki fungsi yang optimal sebagai penyerap polutan (Mukhlisin 2013).

Kabupaten Bogor tumbuh pesat sebagai daerah industri dan permukiman. Salah satu kawasan industri yang dikembangkan dan sedang tumbuh dengan pesat adalah Kecamatan Gunung Putri. Dalam pengembangan kawasan industri, salah satu kebijakan Pemerintah Kabupaten Bogor adalah mengembangkan hutan kotadengan fungsi memperbaiki dan menjaga iklim mikro dan nilai estetika;meresapkan air;menciptakan keseimbangan dan

keseerasian lingkungan fisik kota; danmendukung pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia (Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 Tahun 2008).

Kebijakan Pemerintah Kabupaten Bogor tersebut mendapat dukungan dan kontribusi dari PT. Aqua Golden Mississippi (PT. AGM) Plant Gunung Putri yang diaktualisasikan dalam program Aqua Lestari sebagai payung dengan mengacu pada *Danone Way* dan ISO 26000. Salah satu program Aqua Lestari PT. AGM adalah Perlindungan Keanekaragaman Hayati (Kehati) yang sinergi dengan program pemerintah yaitu PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. PT. AGM Gunung Putri telah memperoleh predikat PROPER Hijau berkat program perlindungan keanekaragaman hayati melalui pembangunan hutan kotadi lingkungan pabriknya. Kegiatan perlindungan keanekaragaman hayati di hutan kota merupakan bentuk kepatuhan lebih (*beyond compliance*) PT AGM Gunung Putri sehingga memperoleh predikat PROPER HIJAU.

Hutan kota PT AGM Gunung Putri seluas 0.773 hektar berada di dalam lingkungan pabrik, mulai dibangun sejak tahun 2010, hingga kini telah memiliki 72 spesies dengan 397 pohon yang terus dipelihara dan dimonitor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekayaan dan keanekaragaman vegetasi hutan kotaserta dampaknya bagi peningkatan kekayaan dan keanekaragaman jenis fauna.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2016 berlokasi di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Kelurahan Cicadas, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Bahan dan peralatan yang digunakan adalah peta areal hutan kota PT. AGM Gunung Putri, vegetasi tanaman, satwa yang ada di hutan kota, tally sheet pengamatan, serta buku-buku panduan pengenalan lapangan, seperti panduan lapangan pengenalan burung Jawa dan Bali serta Jawa, Bali Sumatera dan Kalimantan (MacKinnon 1991; MacKinnon et al. 1992), panduan pengenalan mamalia (Sutherland 2004), amfibi (Iskandar 2002; Kusri 2013; Halliday 2004), reptilia (Blomberg dan Shine 2004), kupu-kupu (Peggie 2011) dan serangga (Borror et al. 1992); serta buku identifikasi tumbuhan antara lain Backer dan Bakhuizen van den Brink (1963, 1965, 1968) Peralatan yang digunakan adalah teropong binokuler, kamera foto dengan lensa tele dan GPS Garmin Oregon 650.

Pendataan pohon secara sensus dengan *geotagging* menggunakan GPS. Semua pohon dicatat nama jenis dan tahun tanamannya. Pengamatan burung dilakukan dengan metode IPA (Van Lavieren 1983). Titik pengamatan IPA dibuat menyebar di seluruh blok hutan kota terutama di areal-areal peralihan dua tipe habitat atau lebih (Van Lavieren 1983; MacKinnon 1991). Observasi satwa mamalia, reptilian dan serangga dilakukan di seluruh area. Data satwa yang dicatat adalah jenis satwa yang teramati, jumlah individu dan frekuensi perjumpaannya.



Gambar 1. Peta lokasi hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Posisi geografis pohon diplotkan dalam peta area hutan kota. Jenis-jenis pohon disajikan dalam tabel dan diklasifikasikan secara taksonomis (spesies, genus dan famili), dikelompokkan menurut status konservasi, status keterancamannya, endemisitas, serta fungsi dan kegunaannya. Analisis juga dilakukan untuk mendapatkan nilai indeks keanekaragaman jenis Shannon Wiener (H') dan indeks evenness (E) (Odum 1994; Magurran 1988). Jenis-jenis burung disajikan dalam tabel dan diklasifikasikan secara taksonomi (spesies, genus, famili), dikelompokkan menurut status perlindungan (Peraturan Pemerintah Nomor 7/1999), status keterancamannya menurut Redlist IUCN (IUCN-WCU 2001) dan Appendix CITES (Soehartono dan Mardiatuti 2002). Jenis-jenis burung juga dikelompokkan menurut *feeding guilds* (Pomeroy 1992), serta dihitung nilai-nilai indeks keanekaragaman jenis Shannon Wiener (H') dan indeks evenness (E) (Odum 1994; Magurran 1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Vegetasi tanaman

Mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002 dan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.71/Menhut-II/2009, serta lokasi menurut Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor, maka Hutan kota PT. AGM Gunung Putri dapat dikategorikan sebagai “Hutan

Kota Kawasan Industri”. Hutan kota ini terletak di tengah-tengah kawasan industri yang padat dengan pabrik dan pemukiman. Berdasarkan tujuannya dan jenis-jenis yang ditanamnya, hutan kota PT. AGM Gunung Putri juga merupakan tipe “Hutan Kota Pelestarian Plasma Nutfah” karena berisi jenis-jenis pohon yang endemik, langka, dan terancam. Hutan kota ini juga berada di tengah pemukiman dan oleh karenanya ditanam jenis-jenis pohon penghasil pangan buah-buahan, sehingga memenuhi kriteria tipe “Hutan Kota Kawasan Permukiman”. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002 dan Peraturan Menteri Kehutanan No. P.71/Menhut-II/2009, hutan kota PT. AGM Gunung Putri, termasuk hutan kota berbentuk “mengelompok” karena dibangun dalam satu kesatuan lahan yang kompak di lingkungan pabrik.

Sampai tahun 2015 hutan kota PT. AGM Gunung Putri telah memiliki koleksi 72 spesies flora pohon yang termasuk dalam 17 famili dan 64 genus sebagaimana disajikan pada Tabel S1 dan Gambar S1. Secara umum, sejak tahun 2010 hingga tahun 2015 terjadi peningkatan jumlah spesies dan jumlah pohon yang ditanam di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, karena secara periodik dilakukan penanaman. Tahun 2010 hanya ada 14 spesies tetapi tahun 2015 sudah menjadai 72 spesies. Demikian juga jumlah pohon meningkat signifikan dari 41 pohon pada tahun 2010 menjadi 397 pohon pada tahun 2015 (Tabel 1).

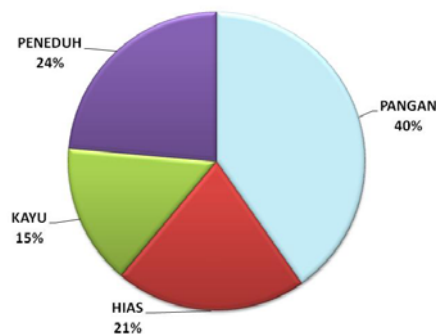
Kelimpahan pohon masih tidak merata, ada lima spesies yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi yaitu berturut-turut bambu pagar (*Schizotachyum* sp.) 15.37%, kenari (*Canarium indicum* L.) 12.85%, kelapa (*Cocos nucifera* L.) 11.08%, manglid (*Manglietia glauca* Bl.) 5.29%, dan keray payung (*Filicium decipiens* (Wight & Arn.) Thwaites) 5.29% (Tabel S1). Menurut Dahlan (2008) pohon keray payung merupakan salah satu jenis pohon yang memiliki daya serap tinggi terhadap karbondioksida (CO₂).

Berdasarkan kegunaan atau manfaat utama dari jenis-jenis pohon yang ditanam di hutan kota PT. AGM Gunung Putri dapat dikelompokkan ke dalam empat manfaat utama yaitu kayu, pangan, hias dan peneduh. Sebagian besar (40%) merupakan jenis-jenis pohon penghasil pangan, 24% merupakan jenis-jenis pohon peneduh, 21% merupakan tanaman hias dan 15% merupakan pohon-pohon hutan yang biasa dibudidayakan untuk diambil kayunya.

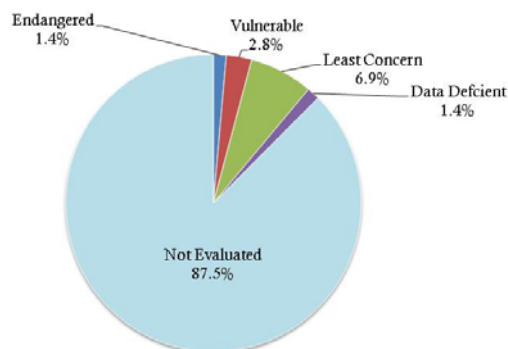
Sebagian besar (44 spesies) merupakan spesies asli 28 spesies yang diintroduksi ke Indonesia. Sebanyak 47 spesies merupakan pionir yang intoleran terhadap naungan atau menyukai cahaya matahari, sedangkan 25 spesies merupakan jenis yang toleran terhadap naungan yang biasanya merupakan jenis-jenis pohon pada tahap klimaks dalam suksesi. Menurut Saebo et al. (2005) bahwa jenis pohon yang dipilih untuk pengembangan hutan kota harus toleran terhadap suhu tinggi dan penyinaran matahari yang kuat serta toleran terhadap kondisi lingkungan yang kurang air.

Keanekaragaman jenis

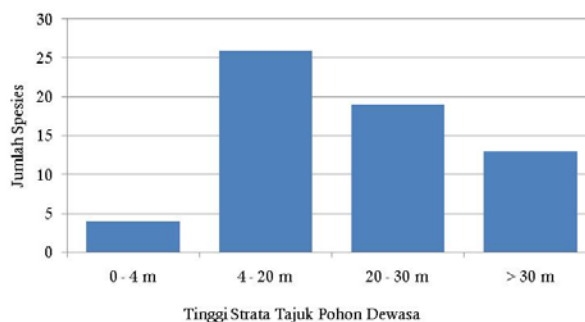
Dari aspek keanekaragaman spesies, hutan kota PT. AGM Gunung Putri mengalami dinamika namun ada kecenderungan meningkat. Pada pengukuran tahun 2010, indeks keanekaragaman spesiesnya 2,39, mengalami peningkatan menjadi 3,34 pada pengukuran tahun 2015. Sementara indeks kemerataan spesiesnya mengalami penurunan dari 0,98 di tahun 2010 menjadi 0,78 pada tahun 2015. Penurunan ini dikarenakan adanya penanaman spesies pohon dalam jumlah yang terlalu banyak yaitu kenari, keray payung, manglid, dan bambu pagar. Sebelumnya sudah ada kelapa yang jumlahnya banyak.



Gambar 2. Komposisi jenis pohon menurut manfaat atau kegunaan utamanya



Gambar 3. Komposisi jenis pohon berdasarkan status keterancamannya menurut IUCN



Gambar 4. Sebaran pohon menurut kelas tinggi strata tajuknya ketika dewasa

Tabel 1. Rekapitulasi perkembangan jumlah spesies dan jumlah pohon di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Pra 2010	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah spesies	14	18	28	36	42	46	72
Jumlah Pohon	41	61	93	104	224	231	397

Tabel 2. Perkembangan indeks keanekaragaman dan kemerataan spesies pohon di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Pra 2010	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Indeks Diversitas	2.39	2.58	2.92	3.23	2.55	2.65	3.34
Indeks Evenness	0.91	0.89	0.88	0.90	0.68	0.69	0.78

Peningkatan indeks pemerataan spesies dapat dilakukan dengan menambah jumlah spesies dalam proporsi yang seimbang antara 10-15 individu per spesies. Peningkatan pemerataan spesies juga dapat dilakukan dengan menambah jumlah individu spesies-spesies yang memiliki jumlah sedikit, terutama yang jumlah pohonnya hanya satu (tunggal). Ada 31 spesies yang hanya memiliki satu pohon. Spesies-spesies tersebut yang harus mendapat prioritas untuk ditingkatkan jumlah pohonnya. Peningkatan jumlah pohon dalam proporsi yang merata juga secara otomatis akan meningkatkan indeks keanekaragaman spesies.

Fauna (satwa liar)

Struktur dan komposisi

Di hutan kota PT. AGM Gunung Putri ditemukan 24 spesies fauna darat yang terdiri dari dua spesies mamalia, empat reptilia, tujuh spesies aves atau burung dan 11 spesies insekta atau serangga. Jumlah spesies masih mungkin bertambah bila pengamatan dilakukan lebih lama dan lebih sering sehingga mewakili kondisi fluktuasi akibat perbedaan musim. Daftar jenis fauna selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Jumlah spesies yang relatif sedikit juga disebabkan oleh luasan lahan bervegetasi yang sempit dan keanekaragaman jenis vegetasi yang rendah. Di samping itu, suasana pabrik yang bising dan intensif dengan aktifitas manusia juga bukan merupakan habitat yang baik bagi fauna khususnya satwa liar. Jenis-jenis pohon yang relatif masih sedikit dan luasan habitat yang tercipta juga masih sempit, belum memberikan daya dukung dan daya tampung bagi banyak jenis satwa. Menurut Setiawan et al. (2006) terdapat korelasi yang positif antara keanekaragaman jenis burung dan keanekaragaman pohon, dan Sabrina and Hanita (2012) menambahkan bahwa adanya buah, nektar, biji-bijian serta bentuk kanopi pada pohon merupakan daya tarik bagi burung. Oleh sebab itu, pengelolaan tata ruang bagi hutan kota memerlukan kebijakan yang tepat untuk mampu digunakan sebagai habitat yang baik bagi burung termasuk keberadaan vegetasi pohon (Melles 2005).

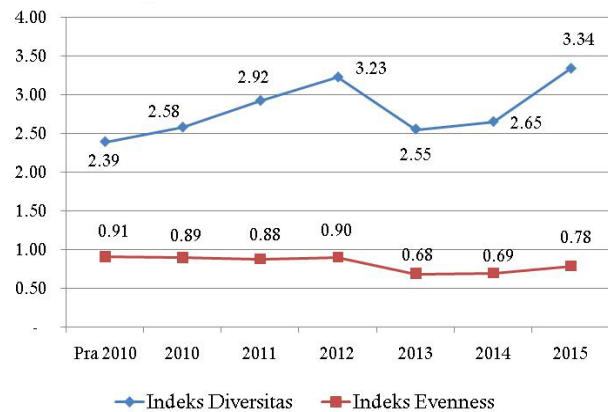
Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa satwa-satwa yang ditemukan di hutan kota sekitar pabrik umumnya adalah jenis-jenis yang sudah biasa berada di sekitar pemukiman manusia. Jenis-jenis tersebut sudah beradaptasi dengan kondisi habitat yang dekat dengan aktifitas manusia.

Komposisi jenis satwa menurut kelas taksanya didominasi oleh serangga dan burung. Jenis-jenis burung yang ditemukan pun hanya burung gereja dan burung bondol Jawa yang merupakan penghuni tetap hutan kota PT. AGM Gunung Putri. Sementara jenis burung lain diduga hanya mencari makan di hutan kota tersebut, tetapi bersarang di tempat lain. Menurut Handoyo et al. (2016), burung gereja merupakan salah satu jenis burung yang mudah berkembang biak dan memiliki adaptasi yang tinggi terutama di lingkungan perkotaan yang ramai.

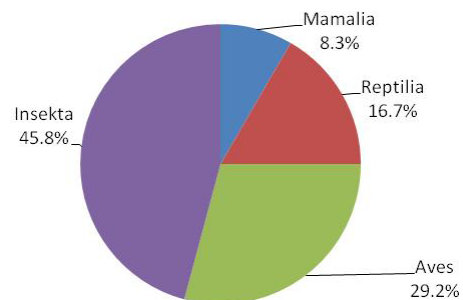
Keanekaragaman jenis

Kekayaan dan keanekaragaman jenis satwa per taksanya (kelas) di hutan kota PT. AGM Gunung Putri masih tergolong rendah, namun komunitas total tergolong sedang. Hal ini merupakan awal yang baik karena mengindikasikan

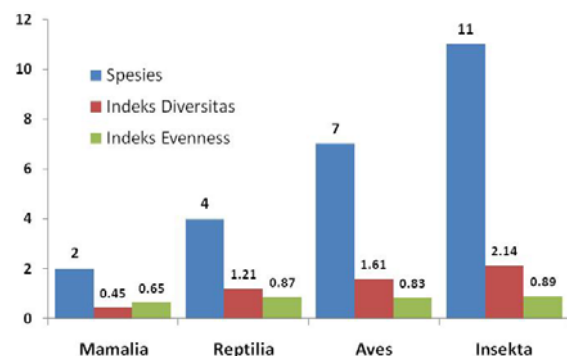
keberadaan hutan kota sudah berhasil menciptakan habitat berbagai jenis satwa. Ada dua jenis mamalia, empat jenis reptilia, tujuh jenis aves (burung) dan 11 jenis insekta (serangga) yang terdapat di hutan kota PT. AGM Gunung Putri (Tabel S2). Jenis-jenis satwa diperkirakan akan terus bertambah seiring dengan perkembangan jumlah dan umur pohon.



Gambar 5. Perkembangan indeks keanekaragaman (diversity index) dan indeks pemerataan (evenness index) spesies pohon di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat



Gambar 6. Komposisi jenis komunitas burung di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat



Gambar 7. Perkembangan kekayaan jenis, indeks diversitas dan indeks pemerataan fauna di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Tabel 3. Jenis-jenis fauna yang ditemukan di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Nama Lokal	Nama Latin	Famili	Status
Mamalia			
Tikus wirog	<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Muridae	LC/TL
Bajing kelapa	<i>Callosciurus notatus</i> (Boddaert, 1785)	Sciuridae	LC/TL
Reptilia			
Kadal kebun	<i>Eutropis multifasciata</i> (Kuhl, 1820)	Scincidae	NE/TL
Cecak terbang	<i>Draco volans</i> (Linnaeus, 1758)	Agamidae	NE/TL
Bunglon	<i>Bronchocela jubata</i> (Duméril & Bibron, 1837)	Agamidae	LC/TL
Cecak rumah	<i>Cosymbotus platyurus</i> (Schneider, 1792)	Gekkonidae	NE/TL
Aves			
Kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i> (Vieillot, 1818)	Pycnonotidae	LC/TL
Burung gereja	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	Passeridae	LC/TL
Bondol Jawa	<i>Lonchura leucogastroides</i> (Horfield & Moore, 1856)	Estrildidae	LC/TL
Walet sapi	<i>Collocalia esculenta</i> (Linnaeus, 1758)	Apodidae	LC/TL
Tekukur	<i>Spilopelia chinensis</i> (Scopoli, 1768)	Columbidae	LC/TL
Puyuh tegalan	<i>Turnix sylvaticus</i> (Desfontaines, 1789)	Turnicidae	LC/TL
Wiwik uncuang	<i>Cacomantis sepulcralis</i> (Muller, 1843)	Cuculidae	LC/TL
Insekta			
Capung hijau	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Odonata	
Capung kuning	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Odonata	
Kupu cokelat	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera	
Kupu hitam	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera	
Kupu biru	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera	
Kupu putih	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera	
Kupu kuning	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera	
Kumbang klekre	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Hemiptera	
Lebah	Spesies belum teridentifikasi	Ordo: Hymenoptera	
Tawon tatar	Spesies belum teridentifikasi	Ordo: Hymenoptera	
Belalang kayu	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Orthoptera	

Keterangan: *Keterangan: NE = Not Evaluated; LC = Least Concern; TL=Tidak Dilindungi

Tabel 4. Rekapitulasi jumlah spesies, indeks keanekaragaman (diversitas) dan indeks pemerataan (evenness) satwa di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Kelas taksa	Jumlah spesies	Indeks diversitas (H')	Indeks evenness (E)
Mamalia	2	0.45	0.65
Reptilia	4	1.21	0.87
Aves	7	1.61	0.83
Insekta	11	2.14	0.89
Total komunitas	24	2.79	0.88

Sebagai kesimpulan, secara umum hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat dapat dikategorikan sebagai hutan kota multifungsi karena memenuhi kriteria hutan kota tipe kawasan permukiman; tipe kawasan industri; dan tipe pelestarian plasma nutfah. Dari segi bentuknya, hutan kota PT. AGM Gunung Putri berbentuk hutan kota mengelompok. Sampai akhir tahun 2015 tercatat 72 spesies pohon, dengan jumlah 397 individu pohon. Secara umum ada kenaikan indeks keanekaragaman dari 2,06 pada 2010 menjadi 3,34 pada tahun 2015. Terdapat 1,4% spesies berstatus Endangered, 2,8% Vulnerable, 6,9% Least Concern, 1,4% Data Deficient dan Not Evaluated 87,5%. Di hutan kota PT. AGM Gunung Putri ditemukan

27 jenis fauna yang terdiri atas dua jenis satwa menyusui (mamalia), lima satwa melata (reptilia) dan tujuh jenis burung (aves) dan 13 jenis serangga (insekta). Indeks keanekaragaman jenis keseluruhan komunitas fauna 2,8.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tatang Sondana (Manager Pabrik PT. AGM Gunung Putri), Pramila (CSR PT. AGM Gunung Putri), Ilyas Sudarso (CSR PT. AGM Gunung Putri), Jumadi (Staf CSR PT. AGM Gunung Putri), Arman Abdurachman (CSR Head Office Aqua), Lusi Nawaningtyas (CSR Head Office Aqua).

DAFTAR PUSTAKA

- Backer CA, Bakhuizen van den Brink Jr R. 1963, 1965, 1968. Flora of Java, vol. 1, 2, 3. P. Noordhoff, Groningen.
- Blomberg S, Shine R. 2004. Reptiles. In: Sutherland WJ (ed). Ecological Census Techniques: A Handbook. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Dahlan EN. 2008. Jumlah Emisi CO₂ Dan Pemilihan Jenis Tanaman Berdaya Rosot Sangat Tinggi: Studi Kasus di Kota Bogor. Jurnal Media Konservasi 13 (2): 85-89.

- Halliday TR. 2004. Amphibians. In: Sutherland WJ. (ed). *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Handoyo F, Hakim L, Leksono AS. 2016. Analisis potensi ruang terbuka hijau Kota Malang sebagai areal pelestarian burung. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari* 7 (2): 85-96.
- Iskandar DT. 2002. *Amfibi Jawa dan Bali*. Puslitbang Biologi LIPI-GEF Biodiversity Collections Project. Bogor.
- IUCN-WCU. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1*. IUCN-The World Conservation Union. Gland, Switzerland.
- Kusrini MD. 2013. *Panduan Bergambar identifikasi Amfibi Jawa Barat*. Kerjasama Fakultas Kehutanan IPB dan Direktorat Konservasi Keanekaragaman Hayati. Jakarta.
- MacKinnon J, Phillips K, van Balen B. 1992. *Panduan Lapangan Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Birdlife International-Indonesia Program, Bogor.
- MacKinnon J. 1991. *Panduan Lapangan Pengenalan Burung-Burung di Jawa dan Bali*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Croom Helm, London.
- Melles SJ. 2005. Urban bird diversity as an indicator of human social diversity and economic inequality in Vancouver, British Columbia. *Urban Habitats* 3 (1): 25-48.
- Mukhlisin. 2013. Pemilihan jenis pohon untuk pengembangan hutan kota di kawasan perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 7 (1): 37-47.
- Odum EP. 1994. *Fundamentals of Ecology, Third Edition*. T. Samingan (terj.). Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Peggie Dj. 2011. *Kupu-Kupu Indonesia yang Bernilai dan Dilindungi*. Binamitra Megawarna, Jakarta.
- Peraturan Bupati Bogor Nomor 35 Tahun 2013 Tanggal: 31 Mei 2013 tentang Rencana Kerja Pembangunan Daerah Kabupaten Bogor Tahun 2014.
- Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2005-2025.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor: 2 Tahun 2006 Tentang Pengelolaan Kawasan Lindung
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.71/Menhut-II/2009 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Hutan Kota.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2009 Tentang Pedoman Konservasi Keanekaragaman Hayati di Daerah.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002 Tentang Hutan Kota.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang: Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2009 Tentang Tata Ruang di Wilayah Jabodetabek.
- Pomeroy D. 1992. *Counting Birds*. African Wildlife Foundation. Nairobi, Kenya.
- Sabrina I, Hanita N. 2012. Role of Ornamental Vegetation for bird's habitats in Urban Parks: Case study FRIM, Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 68: 894-909.
- Saebo A, Borzan Z, Ducatillion C, Hatzistathis A, Kagerstrom T, Supuka J, Garcia Valdecantos JL, Rego F, Slycken JV. 2005. The selection of plant material for street trees, park trees and urban woodland. Springer-Verlag Berling Heidelberg.
- Setiawan A, Alikodra HS, Gunawan A, Darnaedi D. 2006. Keanekaragaman jenis pohon dan burung di beberapa areal hutan kota Bandar Lampung. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 12 (1): 1-13.
- Soehartono T, Mardiasuti A. 2002. *CITES Implementation in Indonesia*. Nagao Natural Environment Foundation. Jakarta. 339p.
- Sutherland WJ. 2004. *Mammals*. In: Sutherland WJ. (ed). *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1990 Tentang: Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang,
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Van Lavieren LP. 1983. *Wildlife Management in The Tropics, II*. School of Environmental Conservation management. Bogor.

Tabel S1. Kategorisasi jenis-jenis pohon di hutan kota PT. AGM Gunung Putri, Bogor, Jawa Barat

Famili	Nama latin	Nama lokal	Manfaat	Status IUCN	Asal	Strata	Toleransi naungan	Jumlah pohon	Kelimpahan Relatif (KR)
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Jambu mete	P	NE	Introduksi	C	P	2	0.50
	<i>Bouea macrophylla</i> Griffith.	Gandaria	P	NE	Asli	C	T	1	0.25
	<i>Mangifera foetida</i> Lour.	Bacang	P	LC	Asli	B	T	1	0.25
Annonaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangga	P	DD	Introduksi	B	T	13	3.27
	<i>Annona Muricata</i> L.	Sirsak	P	NE	Introduksi	C	P	2	0.50
	<i>Cananga odorata</i> (Lam) Hook.P. & Thomson	Kenanga	H	NE	Asli	C	T	4	1.01
Apocynaceae	<i>Polyalthia longifolia</i> Sonn.	Glodogan tiang	T	NE	Introduksi	C	P	2	0.50
	<i>Cerbera manghas</i> L.	Bintaro	T	NE	Asli	C	P	1	0.25
	<i>Nerium olender</i> L.	Bunga jepun	H	NE	Introduksi	C	P	1	0.25
Araucariaceae	<i>Plumeria obtusa</i> L.	Kamboja	H	NE	Introduksi	C	P	8	2.02
	<i>Stropanthus</i> sp.	Stropanthus	H	NE	Introduksi	C	P	1	0.25
	<i>Wrightia religiosa</i> (Teijsm. & Binn.) Benth.ex Kurz	Melati anting	H	NE	Introduksi	D	T	1	0.25
Arecaceae	<i>Agathis borneensis</i> L.	Damar	K	EN	Asli	A	T	3	0.76
	<i>Areca catechu</i> L.	Pinang hias	H	NE	Asli	C	T	2	0.50
	<i>Cocos nucifera</i> L.	Kelapa	P	NE	Asli	C	P	44	11.08
Averrhoaceae	<i>Phoenix reclinata</i> Jacq.	Kurma	P	NE	Introduksi	C	P	1	0.25
	<i>Pinanga</i> sp.	Pinang	H	NE	Asli	C	P	3	0.76
	<i>Ptychosperma cuneatum</i> Burret	Palem hias	H	NE	Asli	C	P	1	0.25
	<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F. Cook	Palem raja	H	NE	Introduksi	C	P	10	2.52
	<i>Salacca zalacca</i> (Gaertn.) Voss. & Vilm.	Salak	P	NE	Asli	D	T	1	0.25
	<i>Veitchia merillii</i> (Becc.) H.E.Moore	Palem putri	H	NE	Introduksi	C	P	7	1.76
	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Belimbing	P	NE	Asli	C	T	2	0.50
Burseraceae	<i>Canarium indicum</i> L.	Kenari	T	NE	Asli	A	P	51	12.85
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Cemara laut	H	NE	Asli	A	P	1	0.25
Clusiaceae	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Manggis	P	NE	Asli	C	T	2	0.50
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Ketapang	T	NE	Introduksi	B	P	5	1.26
Fabaceae	<i>Albizia richardiana</i> (Voight.) King & Prain	Albasia	K	NE	Introduksi	A	P	8	2.02
	<i>Archidendron pauciflorum</i> (Benth.) I.C.Nielsen	Jengkol	P	NE	Asli	C	T	1	0.25
	<i>Denolix regia</i> (Bojer ex Hook.) Rafin	Flamboyan	H	LC	Introduksi	B	P	7	1.76
	<i>Leucaena glauca</i> Benth.	Lamtoro	T	NE	Introduksi	C	P	1	0.25
	<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) I.C.Nielsen	Jeungjing	K	NE	Asli	A	P	3	0.76
	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	Pete	P	NE	Asli	B	P	1	0.25
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Ki hujan	T	NE	Introduksi	A	T	1	0.25
Lamiaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	Asam Jawa	P	NE	Introduksi	C	T	2	0.50
	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Jati putih	K	NE	Introduksi	B	P	2	0.50
Lauraceae	<i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume	Kayu manis	P	NE	Asli	B	T	2	0.50
	<i>Persea americana</i> Mill.	Alpukat	P	NE	Introduksi	C	P	2	0.50

Lecythidaceae	<i>Barringtonia asiatica</i> (L.) Kurz	Keben	T	LC	Introduksi	C	P	1	0.25
Magnoliaceae	<i>Manglietia glauca</i> Bl.	Manglid	K	LC	Asli	A	P	21	5.29
	<i>Michelia alba</i> D.C.	Kantil	T	NE	Asli	B	P	2	0.50
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Randu	T	NE	Introduksi	A	P	1	0.25
	<i>Durio zibethinus</i> L.	Durian	P	NE	Asli	B	T	1	0.25
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Kembang spatul	H	NE	Asli	C	P	1	0.25
Meliaceae	<i>Sandoricum koetjape</i> (Burm.f.) Merr.	Kecapi	K	NE	Asli	A	T	1	0.25
	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mahoni	K	VU	Introduksi	B	P	8	2.02
	<i>Toona sureni</i> (Blume) Merr.	Suren	K	NE	Asli	B	P	2	0.50
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Nangka	P	NE	Introduksi	C	T	6	1.51
	<i>Artocarpus communis</i> Forts.	Sukun	P	NE	Asli	B	P	2	0.50
	<i>Artocarpus kemando</i> Miq.	Cempedak air	P	NE	Asli	C	T	6	1.51
	<i>Ficus alba</i> Reinw. ex. Blume	Beringin putih	T	NE	Asli	B	P	3	0.76
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Beringin	T	NE	Asli	A	P	6	1.51
	<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Karet kebo	T	NE	Asli	A	P	4	1.01
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Jambu biji	P	NE	Introduksi	C	P	3	0.76
	<i>Syzygium aqueum</i> (Burm.f.) Alaston	Jambu air	P	NE	Asli	C	T	2	0.50
	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamblang	P	NE	Asli	C	T	1	0.25
	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & Perry	Jambu bol	P	NE	Asli	C	T	4	1.01
	<i>Syzygium oleana</i>	Pucuk merah	H	NE	Introduksi	D	P	1	0.25
	<i>Syzygium polyanthum</i> (Wight) Walpers	Salam	P	NE	Asli	C	T	14	3.53
Oleaceae	<i>Jasminum sambac</i> (L.) Aiton	Melati	H	NE	Introduksi	D	P	1	0.25
Phyllanthaceae	<i>Antidesma bunius</i> (L.) Spreng	Buni	P	NE	Asli	C	P	1	0.25
Pinaceae	<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese	Pinus	K	VU	Asli	B	P	1	0.25
Poaceae	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. Ex. J.C.Wendl.	Bambu hijau	T	NE	Asli	C	P	1	0.25
	<i>Gigantochloa apus</i> (Hassk.) Kurz.	Bambu apus	T	NE	Asli	C	P	1	0.25
	<i>Schizotachyum</i> sp.	Bambu	T	NE	Asli	C	P	61	15.37
Sapindaceae	<i>Erioglossum rubiginosum</i> (Roxb.) Blume	Kilalayu	T	NE	Asli	C	P	1	0.25
	<i>Filicium decipiens</i> (Wight & Arn.) Thwaites	Keray payung	T	NE	Introduksi	B	P	21	5.29
	<i>Nephelium lappaceum</i> L.	Rambutan	P	LC	Asli	B	T	13	3.27
	<i>Pometia pinnata</i> J.R.Forst & G.Forst	Matoa	P	NE	Asli	A	T	1	0.25
Sapotaceae	<i>Achras zapota</i> L.	Sawo	P	NE	Introduksi	B	T	1	0.25
	<i>Pouteria duclitan</i> (Blanco) Baehni	Sawo belanda	P	NE	Asli	B	P	1	0.25
Sterculiaceae	<i>Sterculia maccrophylla</i> Vent.	Kepuh	K	NE	Asli	A	P	1	0.25
Verbenaceae	<i>Tectona grandis</i> L.	Jati	K	NE	Asli	B	P	2	0.50
Jumlah								397	100.00

Keterangan: P (Pangan) ; H (Hias) ; K (Kayu) ; T (Peneduh) ; NE (Not Evaluated) ; VU (Vulnerable) ; LC (Least Concern) ; DD (Data Deficient) ; EN (Endangered). Strata A (tinggi > 30m) ; Strata B (20-30m) ; Strata C (4-20m) ; Strata D (1-4 m) ; Strata E (0-1 m). Asli (Asli bisa berarti Asli lokal/Asli Jawa Barat/Asli Pulau Jawa/Asli Indonesia) ; Introduksi (Didatangkan dari luar Indonesia) ; T (Toleran terhadap naungan) ; P (Pionir (Intoleran terhadap naungan)

Tabel S2. Daftar jenis, kelimpahan relatif, frekuensi relatif dan indeks nilai penting satwa di hutan kota PT. AGM Gunung Putri

Nama lokal	Nama latin	Famili	Status	ni	f	KR	FR	INP
Tikus wirog	<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Muridae	LC/TL	5	1	4.81	1.79	6.59
Bajing Kelapa	<i>Callosciurus notatus</i> (Boddaert, 1785)	Sciuridae	LC/TL	1	1	0.96	1.79	2.75
Kadal Kebun	<i>Eutropis multifasciata</i> (Kuhl, 1820)	Scincidae	NE/TL	1	1	0.96	1.79	2.75
Cecak terbang	<i>Draco volans</i> (Linnaeus, 1758)	Agamidae	NE/TL	3	3	2.88	5.36	8.24
Bunglon	<i>Bronchocela jubata</i> (Duméril & Bibron, 1837)	Agamidae	LC/TL	5	4	4.81	7.14	11.95
Cecak rumah	<i>Cosymbotus platyurus</i> (Schneider, 1792)	Gekkonidae	NE/TL	7	3	6.73	5.36	12.09
Kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i> (Vieillot, 1818)	Pycnonotidae	LC/TL	13	7	12.50	12.50	25.00
Burung Gereja	<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	Passeridae	LC/TL	14	6	13.46	10.71	24.18
Bondol Jawa	<i>Lonchura leucogastroides</i> (Horfield & Moore, 1856)	Estrildidae	LC/TL	5	3	4.81	5.36	10.16
Walet sapi	<i>Collocalia esculenta</i> (Linnaeus, 1758)	Apodidae	LC/TL	15	5	14.42	8.93	23.35
Tekukur	<i>Spilopelia chinensis</i> (Scopoli, 1768)	Columbidae	LC/TL	2	1	1.92	1.79	3.71
Puyuh Tegal	<i>Turnix sylvaticus</i> (Desfontaines, 1789)	Turnicidae	LC/TL	1	1	0.96	1.79	2.75
Wiwik uncuing	<i>Cacomantis sepulchralis</i> (Muller, 1843)	Cuculidae	LC/TL	2	1	1.92	1.79	3.71
Capung Hijau	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Odonata		2	2	1.92	3.57	5.49
Capung kuning	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Odonata		1	1	0.96	1.79	2.75
Kupu coklat	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera		2	2	1.92	3.57	5.49
Kupu hitam	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera		1	1	0.96	1.79	2.75
Kupu Biru	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera		2	1	1.92	1.79	3.71
Kupu Putih	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera		6	4	5.77	7.14	12.91
Kupu Kuning	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Lepidoptera		5	3	4.81	5.36	10.16
Kumbang Klekre	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Hemiptera		7	1	6.73	1.79	8.52
Lebah	Spesies belum teridentifikasi	Ordo: Hymenoptera		1	1	0.96	1.79	2.75
Tawon Tatar	Spesies belum teridentifikasi	Ordo: Hymenoptera		2	2	1.92	3.57	5.49
Belalang kayu	Spesies belum diidentifikasi	Ordo: Orthoptera		1	1	0.96	1.79	2.75
			Jumlah	104	56	100.00	100.00	200.00

Keterangan: ni-jumlah individu teramati; f = frekuensi perjumpaan; KR=Kelimpahan Relatif; FR=Frekuensi perjumpaan Relatif; INP = Indeks nilai Penting. NE = Not Evaluated; LC = Least Concern; TL = Tidak Dilindungi.

Pendugaan pelepasan senyawa alelopati pada proses dekomposisi serasah daun tumbuhan invasif: *Calliandra calothyrsus* dan *Cinchona pubescens*

Presumption of allelopathic compound(s) released in the leaf litter decomposition process of invasive plants: *Calliandra calothyrsus* and *Cinchona pubescens*

ZAENAL MUTAQIEN

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Kebun Raya Cibodas, Sindanglaya PO Box 19 SDL Sindanglaya, Cipanas, Cianjur 43253, Jawa Barat, Indonesia. Tel.: +62-263-520448, 511383, Fax.: +62-263-512233, email: zaenal.mutaqien@lipi.go.id, enal@musician.org

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 14 September 2017.

Abstrak. Mutaqien Z. 2017. Pendugaan pelepasan senyawa alelopati pada proses dekomposisi serasah daun tumbuhan invasif: *Calliandra calothyrsus* dan *Cinchona pubescens*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 334-338. Jenis asing invasif adalah salah satu faktor utama penyebab perubahan dramatis pada berbagai sistem ekologi di seluruh dunia dan disinyalir sebagai salah satu penyebab utama kepunahan jenis asli. Namun masih diperlukan banyak pekerjaan untuk memahami bagaimana mekanisme, termasuk peran alelopati pada berbagai jenis tumbuhan invasif. *Cinchona pubescens* Vahl. dan *Calliandra calothyrsus* Meissn. diketahui sebagai jenis invasif di beberapa tempat, bahkan *C. pubescens* termasuk salah satu dari 100 organisme paling invasif di dunia. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan dari dugaan adanya mekanisme alelopati yang berasal dari proses dekomposisi daun dari dua jenis tumbuhan invasif tersebut. Percobaan perkecambahan *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek dengan Rancangan Acak Lengkap dengan dua perlakuan berupa pemberian cairan rendaman daun *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* dengan masa rendaman 7-180 hari dengan masing-masing tiga kali ulangan dilakukan untuk merepresentasikan proses penyebaran alelopati melalui proses dekomposisi yang mungkin terjadi di alam. Panjang akar dan batang kecambah diukur dan diproses menggunakan Anova dan uji lanjutan Duncan. Air rendaman daun *C. calothyrsus* tidak berpengaruh nyata pada perkecambahan *V. radiata*. Air rendaman *C. pubescens* berpengaruh nyata terhadap perkecambahan. Diduga kuat terdapat senyawa alelopatik yang dilepaskan pada proses dekomposisi daun *C. pubescens*. Semakin lama proses dekomposisi, semakin berkurang dampaknya terhadap perkecambahan.

Kata kunci: Alelopati, *Calliandra calothyrsus*, *Cinchona pubescens*, dekomposisi, invasif

Abstract. Mutaqien Z. 2017. Presumption of allelopathic compound(s) released in the leaf litter decomposition process of invasive plants: *Calliandra calothyrsus* and *Cinchona pubescens*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 334-338. Invasive alien species is one of the main cause of ecological systems dramatically changes and also native species extinction worldwide. However, more studies are needed to discover its mechanism, including role of allelopathy compound in invasive plants competition. *Cinchona pubescens* Vahl. and *Calliandra calothyrsus* Meissn. are recorded as invasive species in some regions. Moreover, *C. pubescens* is stated as one of 100 of the world's worst invasive alien species by IUCN. This study aimed to confirm indication of the existence of allelopathic mechanism in invasion process of these two invasive alien species by releasing allelopathic compound(s) from its leaves fall over decomposition process. To clarify this hypothesis, a preliminary study had been conducted by testing the effect of the compounds released from decomposition process over the times (7-180 days) to germination of *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek in the laboratory. Completely Randomize Design was used by applying liquid produced by decomposition process of these two invasive species and control (three repetitions) to test its effects. Radicles and hypocotyls length were measured, compared and Anova analyzed by using R-statistic 3.1.3. Germination of *V. radiata* only significantly inhibited by compound(s) released by decomposition processes of *C. callisaya*'s leaves. Its inhibition effect was reduced over the times

Keywords: Allelopathy, *Calliandra calothyrsus*, *Cinchona pubescens*, invasive alien species, decomposition

PENDAHULUAN

Ekologi invasi merupakan bidang kajian yang relatif baru. Perhatian pada topik ini baru dimulai sejak sekitar enam puluh tahun ke belakang. Satu dasawarsa terakhir para ilmuwan masih mendiskusikan konsep dan definisinya, dan hingga saat ini masih diwarnai berbagai

kontroversi. Jumlah artikel mengenai berbagai aspek dari topik ini meningkat secara dramatis sejak lima belas tahun belakangan (Richardson et al. 2000; Richardson dan Pysek 2008).

Calliandra calothyrsus Meissn. dan *Cinchona pubescens* Vahl. tercatat sebagai jenis tumbuhan invasif di beberapa region. Meskipun *C. calothyrsus* tidak tercatat

sebagai jenis tumbuhan invasif dalam *Global Invasive Species Database* (IUCN 2017), namun jenis pohon yang diintroduksi secara luas di sistem agroforestri di kawasan tropis dan subtropis ini dinyatakan sebagai jenis invasif dalam *Invasive Species Compendium* (CABI 2017), karena jenis ini tercatat telah menjadi invasif di kawasan Karibia, Hawaii, Uganda, Republik Dominika dan Indonesia (Kairo et al. 2003; Orwa et al. 2009; Setyawati et al. 2015). *C. pubescens* atau kina merah merupakan jenis tumbuhan yang diintroduksi secara luas di kawasan tropis khususnya di perkebunan kina. Namun kini jenis ini tidak hanya diketahui sebagai jenis tumbuhan invasif, namun termasuk ke dalam daftar *100 the world's worst invasive alien species-IUCN* (Lowe et al 2004; Global Invasive Species Database 2017). Jenis ini diketahui telah menginvasi kawasan Hawaii, Galapagos, terutama di dataran tinggi kawasan Pasifik, namun demikian ternyata di habitat aslinya di Ekuador, jenis ini kini telah langka (Richardson 1998; Buddenhagen et al. 2004; Jager 2015).

Alelopati atau pelepasan fitotoksin oleh tanaman telah ditawarkan menjadi alternatif teori atas salah satu faktor keberhasilan beberapa jenis tumbuhan invasif dalam berkompetisi di habitat barunya (Callaway and Aschehough 2000; Zeng et al. 2008). Beberapa jenis tumbuhan invasif yang diketahui melepaskan zat fitotoksin dan berpengaruh negatif terhadap jenis tumbuhan asli di antaranya adalah; *Centaurea maculosa* yang melepaskan zat fitotoksin (-) catechin dari akarnya yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkecambahan jenis asli (Bais et al. 2003), ekstrak daun *Spartina alternifolia* yang memiliki efek menghambat perkecambahan yang sangat signifikan terhadap biji lobak (Duan et al. 2015) dan daun *Clidemia hirta* pada konsentrasi diatas 60% yang menghambat perkecambahan dan pertumbuhan *Impatiens plathyetala* (Ismaini 2015).

Beberapa studi mengenai pengaruh senyawa fitotoksin dari *C. calothyrsus* menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Diketahui bahwa senyawa fenolik yang dihasilkan dari pupuk hijau yang berasal dari jenis kacang-kacangan (Leguminosae) bersifat alelopatik (Ohno 2001). Pupuk hijau *C. calothyrsus* juga dilaporkan dapat dengan efektif mengurangi gangguan dari gulma *Striga* spp. di perkebunan jagung hampir 70% hingga empat bulan aplikasi (Thijssen 1995). Hal ini diduga karena adanya senyawa alelopati yang dilepaskan *C. calothyrsus* (Singh et al. 2006). Temuan sebaliknya didapat pada investigasi potensi alelopati dari daun kering *C. calothyrsus* terhadap germinasi jagung. Ternyata pemberian ekstrak daun kering *C. calothyrsus* sebanyak 1-10% menyebabkan pertumbuhan akar dan batang kecambah meningkat signifikan dibandingkan kontrol (Karinge 1991).

Perbedaan hasil-hasil kajian serupa juga terjadi pada tanaman genus *Cinchona*. Seperti halnya berbagai penelitian di laboratorium yang menunjukkan bahwa senyawa alkaloid yang diekstrak dari *Cinchona* dapat menghambat perkecambahan, penelitian terkini menunjukkan bahwa ekstrak kering daun *Cinchona* sp. memberikan efek penghambatan yang kuat terhadap pertumbuhan kecambah *Lettuca sativa* (Shinwari et al. 2017). Namun demikian di lapangan *Cinchona* diyakini tidak menyebarkan senyawa alelopati berdasarkan hasil

investigasi pada senyawa alkaloid yang dihasilkan akar *C. ledgeriana* berusia 2 tahun, yang mana konsentrasinya di tanah sangat rendah dan tidak berpengaruh pada jenis tumbuhan lainnya (Aerts et al. 1991; Nair 2010). Hasil investigasi tersebut diyakini dan digeneralisasi pada semua jenis *Cinchona*, termasuk *C. pubescens* yang bersifat invasif.

Ada tidaknya mekanisme alelopati pada tumbuhan invasif *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* perlu dikaji lebih mendalam. Hasil observasi langsung penulis di beberapa tempat di lapangan menunjukkan bahwa di bawah tegakan *C. calothyrsus* masih ditemukan berbagai jenis herba tahan naungan yang dapat tumbuh dengan baik. Berbeda halnya dengan tegakan *C. pubescens*, hampir tidak ditemukan adanya herba dan anakan pohon yang hidup di antara serasahnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan dugaan adanya pelepasan senyawa alelopatik selama proses dekomposisi serasah.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi Kebun Raya Cibodas, LIPI, Cianjur, Jawa Barat. Bahan yang digunakan terutama adalah daun *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* tua yang telah luruh, kertas tisu, air, dan kacang hijau (*V. radiata*). Alat yang digunakan berupa timbangan digital, botol selai, gelas ukur, pipet, dan penggaris.

Studi pendahuluan

Sebelum dilakukan percobaan, dilakukan studi perkecambahan pendahuluan, untuk mendapatkan kondisi terbaik untuk melakukan perkecambahan di dalam botol selai. Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan melakukan perkecambahan pada botol selai dengan empat kondisi yang berbeda, yaitu: (i) Biji kacang hijau dikecambahkan tidak tenggelam menggunakan 10 mL air dengan media kertas tisu. (ii) Biji kacang hijau dikecambahkan tenggelam dengan menggunakan 20 mL air dengan media kertas tisu. (iii) Biji kacang hijau dikecambahkan tidak tenggelam dengan menggunakan 5 mL air tanpa media. (iv) Biji kacang hijau dikecambahkan tenggelam dengan menggunakan 20 mL air tanpa media.

Dari hasil pengamatan, ternyata kondisi perkecambahan terbaik adalah sesuai dengan perlakuan pertama (Gambar 1). Sehingga untuk percobaan selanjutnya dilakukan sesuai dengan kondisi tersebut.

Prosedur percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan asumsi kondisi dekomposisi serasah daun yang terjadi di lapangan pada saat musim hujan. Untuk didapatkan ekstrak senyawa yang dilepaskan pada saat proses dekomposisi dan diduga memberikan efek alelopati, dilakukan perendaman 12,5 gram daun kering *C. pubescens* dan *C. calothyrsus* dengan menggunakan 250 mL air. Metode yang hampir sama dilakukan oleh Karinge (1991) dan Duan et al. (2015).



Gambar 1. Studi pendahuluan untuk mendapatkan kondisi perkecambahan terbaik, sesuai urutan perlakuan

Tiga jenis perlakuan pada perkecambahan kacang hijau dilakukan, yaitu: aplikasi cairan hasil dekomposisi daun *C. pubescens*, dekomposisi daun *C. calothyrsus*, dan kontrol berupa air. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan dengan penempatan botol dilakukan secara acak dengan menggunakan angka acak. Setiap perlakuan dilakukan dengan menggunakan 25 butir kacang hijau yang telah teruji kesintasan dengan melakukan perendaman selama 5 menit. Setelah dilakukan perlakuan selama 1 minggu, kecambah kacang hijau diukur panjang batang dan akarnya. Pengamatan dilakukan pada waktu proses dekomposisi berjalan selama 7, 30 dan 180 hari.

Analisis data

Hasil pengukuran panjang akar dan batang kecambah kacang hijau dikelompokkan berdasarkan perlakuannya lalu diuji Anova dengan menggunakan SPSS Statistik 16 dilakukan untuk mengetahui perbedaan nyata dari perlakuan. *Cluster analyses* dilakukan untuk mengetahui pengelompokan hasil pengujian. Pengujian t-test dan regresi dilakukan untuk mengetahui perbedaan efek perlakuan terhadap akar dan batang menggunakan R-statistik 3.1.3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh terhadap kesintasan biji

Pengaruh proses dekomposisi daun *C. pubsecens* dan *C. calothyrsus* selama 7, 30 dan 180 hari terhadap persentase kesintasan biji ditunjukkan pada Tabel 1. Terlihat bahwa secara umum dekomposisi serasah daun kedua jenis tumbuhan invasif tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap rata-rata kesintasan biji *V. Radiata*, dimana pada semua perlakuan persentase perkecambahan biji >90%. Hasil uji ANOVA ($\alpha=0.05$) menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata antara perlakuan dengan kontrol.

Table 1. Potensi pertumbuhan maksimal *V. radiata* (%) pada proses dekomposisi of *C. pubescens* and *C. calothyrsus*

Waktu proses dekomposisi (hari)	Perkecambahan (%)		
	<i>C. pubescens</i>	<i>C. calothyrsus</i>	Kontrol
7	93.33 ± 02.31	98.67 ± 02.31	98.67 ± 02.31
30	94.67 ± 02.31	98.67 ± 02.31	97.33 ± 04.62
180	97.33 ± 02.31	92.00 ± 10.58	98.67 ± 02.31

Hasil ini berbeda dengan percobaan yang dilakukan (Thijssen 1995) pada *C. calothyrsus*. Secara umum, persentase kesintasan biji tertinggi didapat pada dekomposisi *C. calothyrsus* pada 7 hari, 30 hari dan kontrol. Pada dekomposisi *C. pubescens* persentase kesintasan biji cenderung meningkat seiring dengan bertambah lamanya waktu dekomposisi. Dapat disimpulkan bahwa senyawa yang dilepaskan dari proses dekomposisi serasah kedua tumbuhan invasif tersebut tidak mengganggu kesintasan benih tumbuhan asli (*resident/native species*).

Pengaruh terhadap pertumbuhan biji

Pengaruh proses dekomposisi daun *C. pubsecens* dan *C. calothyrsus* selama 7, 30 dan 180 hari terhadap panjang total, panjang batang dan akar kecambah dapat dilihat dari Tabel 2. berikut ini. Secara umum terlihat senyawa yang dihasilkan dari proses dekomposisi *C. pubescens* menyebabkan rata-rata pertumbuhan *V. radiata* menjadi relatif lebih pendek secara signifikan ($\alpha=0.05$), terutama pada proses dekomposisi 7 dan 30 hari, sedangkan pada dekomposisi 180 hari tidak berpengaruh nyata terhadap panjang pertumbuhan kecambah *V. radiata*.

Pengaruh senyawa yang dilepaskan pada proses dekomposisi serasah *C. pubescens* tersebut secara spesifik lebih terlihat pada pengukuran panjang hipokotil dan akar. Pada bagian hipokotil, senyawa yang dilepaskan pada proses dekomposisi *C. pubescens* dengan waktu 7 dan 30 hari tidak berbeda secara nyata. Namun pada bagian akar terlihat berbeda, dimana pada waktu proses dekomposisi 7 hari panjang akar lebih pendek secara nyata.

Table 2. Panjang rata-rata kecambah *V. radiata* pada berbagai perlakuan

Waktu proses dekomposisi (days)	Average length (cm)			
	<i>C. pubescens</i> f	<i>C. calothyrsus</i> f	Kontrol f	
Hipokotil	7	01.18 ±01.38 a	04.92 ±02.19 bc	04.44 ±02.24 a
	30	01.29 ±01.10 a	06.28 ±02.18 de	06.48 ±02.44 e
	180	05.65 ±02.45 cd	05.40 ±03.20 c	06.42 ±02.45 e
Akar	7	02.11 ±01.87 a	05.36 ±02.17 cd	05.50 ±02.55 cd
	30	3.11 ±02.17 b	06.09 ±02.14 de	06.75 ±02.26 e
	180	05.40 ±02.39 cd	05.10 ±03.75 c	06.59 ±02.94 e
Total	7	03.29 ±03.02 a	10.29 ±03.88 b	09.95 ±04.49 b
	30	04.41 ±02.94 a	12.38 ±03.99 cd	13.25 ±04.36 c
	180	11.06 ±04.31 bc	10.51 ±06.62 b	13.02 ±04.97 c

Berdasarkan struktur dan sifat senyawanya, alelopatik dikelompokkan menjadi menjadi 10 kategori (Li et al. 2010). Diketahui bahwa senyawa fitotoksik yang dilepas *C. calothyrsus* termasuk kedalam kategori fenol sedangkan yang dilepas *C. pubescens* adalah alkaloid quinine (benzoquinone, anthraquinone, dan quinine kompleks) menurut Aerts et al. (1991) dan Ohno (2001). Senyawa fenol adalah kelompok alelokimia tumbuhan yang paling penting dan paling umum di ekosistem. Senyawa ini dapat menghambat pemanjangan akar, pembelahan sel, merubah ultra-struktur sel dan perkembangan tumbuhan secara keseluruhan (Li et al. 2010). Namun pada penelitian ini tidak terlihat secara nyata adanya pengaruh senyawa fenol terhadap perkecambahan pada proses dekomposisi *C. calothyrsus*. Hal ini kemungkinan terjadi karena senyawa fenol telah terdegradasi pada daun yang telah luruh, namun hal ini perlu dikaji lebih mendalam.

Pada *C. pubescens*, hasil yang didapatkan berbeda dengan Aerts et al. (1991). Hal ini terjadi kemungkinan karena perbedaan jenis *Cinchona* yang digunakan, serta metode dan organ yang diobservasi berbeda. Aerts et al. (1991) melakukan observasi pada *C. calisaya*, yang tidak termasuk jenis invasif. Penelitian ini merupakan studi awal tentang peran “*novel weapon*” dalam proses invasi *C. pubescens*. Namun masih diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya pada seluruh kolega yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian di Laboratorium Ekologi Kebun Raya Cibodas, penulisan, diseminasi serta penerbitannya; Yati Nurlaeni, Masfiro Lailati, Lily Ismaini, Imawan Wahyu Hidayat, Bang Jali serta Proyek Eksplorasi dan Penelitian Flora Dataran Tinggi Basah - DIPA KRC 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Aerts RJ, Snoeijer W, van der Meijden E, Verpoorte R. 1991. Allelopathic inhibition of seed germination by *Cinchona* alkaloids?. *Phytochemistry* 30 (9): 2947-2951.
- Bais HP, Vepachedu R, Gilroy S, Callaway RM, Vivanco JM. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interaction. *Science* 301: 1377-1380.
- Buddenhagen C, Renteria JL, Gardener M, Wilkinson SR, Soria M, Yanez P, Tye A, Valle R. 2004. The control of a highly invasive tree *Cinchona pubescens* in Galapagos. *Weed Technology* 18: 1194-1202.
- CABI. 2017. Invasive Species Compendium. CAB International. Wallingford, UK. www.cabi.org/isc.
- Callaway RM, Aschehough ET. 2000. Invasive plant versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290: 521-523.
- Duan LL, Liang SC, Li FR, Zhou QJ. 2015. Comparison of the leaf allelopathic potential of the invasive wetland plant *Spartina alternifolia* and three native mangrove plants. *J Guangxi Normal University* 33 (2): 109-114.
- Global Invasive Species Database. 2017. Species profile: *Cinchona pubescens*. (<http://www.iucnisd.org/gisd/speciesname/Cinchona+pubescens>) downloaded on 03-09-2017.
- Ismaini L. 2015. Pengaruh alelopati tumbuhan invasif (*Clidemia hirta*) terhadap germinasi biji tumbuhan asli (*Impatiens plathyetala*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1 (4): 834-837.
- Jäger H. 2015. Biology and impacts of Pacific Island invasive species. 11. *Cinchona pubescens* (Red Quinine Tree) (Rubiaceae). *Pacific Science* 69 (2): 133-153.
- Kairo M, Ali B, Cheesman O, Haysom K, Murphy S. 2003. Invasive species threats in the Caribbean Region. Report to the Nature Conservancy. CAB International, Curepe, Trinidad and Tobago.
- Karinge PG. 1991. Effect of alley cropping with *Calliandra calothyrsus* (Meism) on sequentially grown maize and cowpeas. [Thesis]. University of Nairobi, Nairobi. [Kenya]
- Li ZH, Wang Q, Ruan X, Pan CD, Jiang DA. 2010. Phenolic and plant allelopathy. *Molecules* 15: 8933-8952.
- Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2004. 100 of the world's worst invasive alien species database. The Invasive Species Specialist Group a Specialist Group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN). Auckland.
- Nair KPP. 2010. The agronomy and economy of important tree crops of the developing world. Elsevier. London.
- Ohno T. 2001. Oxidation of phenolic acid derivatives by soil and its relevance to allelopathic activity. *Journal of Environmental Quality* 30 (5): 1631-1635.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R, Jamnadass R, Simons A. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>).

- Richardson D, Pysek P, Rejmanek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distribution* 6: 93-107.
- Richardson D, Pysek P. 2008. Fifty years of invasion ecology – the legacy of Charles Elton. *Diversity and Distribution* 14:161-168.
- Richardson DM. 1998. Forestry trees as invasive aliens. *Conservation Biology* 12 (1): 18-26.
- Setyawati T, Narulita S, Bahri IP, Raharjo GT. 2015. A guide book to invasion alien species in Indonesia, Research, Development and Innovation Agency, Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia, Bogor.
- Shinwari MI, Iida O, Shinwari MI, Fujii Y. 2017. Evaluation of phytodiversity for allelopathic activity and application to minimize climate change impact: Japanese medicinal plants. *Pakistan Journal of Botani* 49 (SI): 139-144.
- Singh HP, Batish DR, Kohli RK. 2006. Handbook of sustainable weed management. The Haworth Press Inc., New York.
- Thijssen R. 1995. Weeds and trees. *ILEIA Newslett* 11 (3): 1-20.
- Zeng RS, Malik AU, Luo SM. 2008. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. Springer Science+Business Media, LLC, New York.

Intensitas perburuan dan pola perdagangan kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat, Papua

Poaching intensity and trading pattern of pig-nosed turtle in Vriendschap River, Asmat District, Papua

RICHARD GATOT NUGROHO TRIANTORO^{1,*}, MIRZA DIKARI KUSRINI², LILIK BUDI PRASETYO²

¹ Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari. Jl. Inamberi-Susweni, PO. Box 159, Manokwari 98313, Papua Barat. Tel.: +62-986-213441, *email: richard_gnt@yahoo.com

² Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Jl. Raya Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 24 Agustus 2017. Revisi disetujui: 15 September 2017.

Abstrak. Triantoro RGN, Kusri MD, Prasetyo LB. 2017. Intensitas perburuan dan pola perdagangan kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat, Papua. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 339-344*. Perburuan dari alam untuk mendapatkan keuntungan ekonomi telah terjadi pada masyarakat lokal di Selatan Papua dengan memanfaatkan jenis kura-kura moncong babi. Perburuan berlebihan setiap tahun terhadap telur dari alam, dikuatkan mempercepat laju penurunan populasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui intensitas pemanfaatan telur kura-kura moncong babi dan pola perdagangannya. Pendataan dilakukan tanggal 8-25 November 2011 menggunakan metode survey dengan teknik observasi dan wawancara dalam bentuk *Forum Group Discussion* (FGD). Hasil penelitian menunjukkan intensitas pemanfaatan telur sangat tinggi ($\geq 75\%$), pemanenan induk dalam jumlah tidak terbatas, pola perdagangan terjadi dalam tiga sistem, dan aktifitas perburuan dimulai pagi hari sebelum matahari terbit. Nilai penjualan telur selama 18 hari di wilayah Sungai Vriendschap sebesar Rp 46.322.500, sementara nilai jual di kampung atau distrik sebesar Rp 105.880.000.

Kata kunci: Intensitas, kura-kura moncong babi, Papua, perburuan, perdagangan

Abstract. Triantoro RGN, Kusri MD, Prasetyo LB. 2017. *Poaching intensity and trading pattern of pig-nosed turtle in Vriendschap River, Asmat District, Papua. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 339-344*. Poaching from the wild for economic benefits has occurred in local communities in Southern Papua by utilizing of pig-nosed turtle. Excessive poaching every year against its eggs from the wild, is feared to accelerate the rate of population decline. This study aims to determine the intensity of egg utilization of pig-nosed turtle and trade pattern. Data collection was conducted on 8-25 November 2011 using survey method with observation and interview technique in Forum Group Discussion (FGD). The results showed that the intensity of egg utilization was very high ($\geq 75\%$), unlimited harvesting of mains, trading pattern occurred in three systems, and hunting activity started in the morning before sunrise. The value of the sale of eggs for 18 days in the Vriendschap river area of Rp 46,322,500, while the sale value in the village or district of Rp 105.880.000.

Keywords: Intensity, poaching, trading, pig-nosed turtle, Papua

PENDAHULUAN

Di Papua dan Papua Barat terdapat tidak kurang dari 250 kelompok etnik masyarakat setempat yang banyak di antaranya membangun aturan untuk hidup harmonis bersama alam (Indrawan et al. 2007). Masyarakat dari anggota kelompok etnik tersebut banyak yang masih hidup secara tradisional dengan melakukan aktifitas kegiatan yang menyatu dengan alamnya seperti memancing dan berburu sesuai kebutuhan kesehariannya. Kegiatan pemanfaatan sumberdaya alam berupa tumbuhan dan satwa liar dilakukan secara terkontrol alami, dimana pemanfaatan hanya untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari (*subsistence*).

Hutan sebagai penyedia sumber daya alam menjadi bagian tidak terpisahkan dalam tatanan kehidupan masyarakat lokal Papua terutama yang berdiam di wilayah pedalaman. Kehilangan hutan beserta ekosistemnya sebagai

akibat faktor alam maupun aktifitas manusia memberikan batasan bagi mereka dalam mencari sumber pangan maupun sumber pendapatan. Ketergantungan dari hutan diakibatkan masyarakat lokal Papua masih banyak yang bersifat peramu dengan memanfaatkan sumber daya alam secara langsung saat membutuhkan dan dibiarkan berkembang secara alami apabila tidak dibutuhkan. Seperti suku Kamoro di Selatan Papua, menggantungkan kebutuhan hidupnya dengan berburu seperti babi, menangkap ikan dan meramu sepanjang tahun, dan memanfaatkan tumbuhan dan satwa liar musiman seperti buah-buahan, sayuran hutan hujan, kura-kura, dan sejumlah jenis burung musim tertentu (Muller 2005). Etika kerja masyarakat Papua yang hidup berkelompok di daerah rawa mengandalkan sagu untuk kelangsungan hidupnya (misalnya, masyarakat Asmat, Kamoro, Waropen, Bauzi, dan Inawatan) yang berpusat pada upaya-upaya untuk

memenuhi kebutuhan mendesak (misalnya, mengumpulkan cukup makanan untuk kebutuhan sehari) dan tidak melakukan kerja sebagai investasi untuk masa depan (Kartikasari et al. 2012).

Dari berbagai satwa liar yang dimanfaatkan dari alam, kura-kura air tawar merupakan salah satu kelompok satwa liar yang dimanfaatkan untuk pemenuhan hidup mereka. Kura-kura moncong babi (*Carettochelys insculpta* Ramsay 1886) telah dimanfaatkan sebagai sumber makanan secara turun temurun dan sering di eksploitasi oleh penduduk asli di Papua Nugini/Papua New Guinea (PNG) (Georges et al. 2006; IUCN 2017). Kura-kura air tawar dan telur-telurnya di konsumsi secara teratur (Georges et al. 2008b). Terkait budaya, penduduk lokal di wilayah Sungai Vriendschap dahulu menggunakan kura-kura moncong babi sebagai hantaran pernikahan, namun tidak ada pantangan dalam pemanfaatannya (Triantoro dan Rumawak 2010).

Populasi kura-kura moncong babi di Indonesia tersebar di Selatan Papua mulai dari Danau Yamur di Kabupaten Kaimana (De Roij 1915; Rhodin dan Genorupa 2000) sampai ke wilayah Kabupaten Merauke (Allison 2006), dengan perkiraan populasi tinggi terdapat di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat. Kura-kura moncong babi dilindungi berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian (SK Mentan) No. 327/Kpts/Um/5/1978, dikuatkan pula oleh PP No. 7 Tahun 1999, dan belum diberikan kuota pemanfaatan walau telah dimasukkan dalam Apendiks 2 CITES (Dirjen PHKA 2007, 2008; Kemenhut 2010, 2011, 2012). Pada kenyataannya, perdagangan kura-kura moncong babi tetap terjadi dan dapat ditemui pada tempat penjualan satwa di dalam dan luar negeri. Di Indonesia dan PNG, tingkat perburuannya sangat tinggi sebagai sumber makanan dan sebagai pemasok bagi industri hewan peliharaan internasional (Georges et al. 2008a; IUCN 2017), penangkapan biasanya dilakukan pada musim peneluran (Georges et al. 2008b). Statusnya yang dilindungi dan dengan wilayah sebaran populasi yang terbatas, tidak menyurutkan penghentian perburuan terhadap jenis ini akibat permintaan pasar. Disisi lain perburuan terus menerus tanpa memperhatikan aspek kelestarian populasi, turut mempercepat penurunan populasi kura-kura moncong babi di alam.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sungai Vriendschap (Gambar 1) yang termasuk dalam wilayah administrasi Kabupaten Asmat, Papua. Pendataan dilakukan dalam rentang waktu 8-25 November 2011. Wilayah Vriendschap merupakan area terbuka dimana suhu dapat mencapai 44 °C dengan topografi landai. Sungai Vriendschap merupakan sungai utama yang merupakan gabungan dari sungai Baliem dari daerah Wamena dan sungai Seng dari daerah Yahukimo. Pasir sebagai tempat bertelur terkumpul pada kedua sisi tepi sungai. Alur-alur sungai maupun cabang-

cabang sungai cukup banyak, terdapat mengikuti sungai utama sehingga dapat terjadi koneksi antara sungai utama dengan cabang-cabang sungai atau alur-alur sungai. Kampung berjarak sangat jauh dari Sungai Vriendschap dan tidak terdapat pemukiman disepanjang Sungai Vriendschap. Saat musim peneluran, hampir seluruh masyarakat lokal (beserta keluarganya) dapat ditemui di sepanjang sungai. Pondok-pondok (bivak) sederhana dibangun di tepi sungai sebagai tempat tinggal sementara selama musim peneluran (3-4 bulan). Bahan makanan selama musim perburuan telur dibawa dari kampung. Kekurangan bahan makanan diambil dari alam. Waktu tempuh dari Agats (ibu kota Kabupaten Asmat) ke lokasi penelitian membutuhkan waktu sehari (± 10 jam) tanpa henti menggunakan *speed boat* 40 PK.

Cara kerja

Pendataan difokuskan pada para pencari atau pemburu telur yang ditemui di sepanjang Sungai Vriendschap. Metode yang digunakan dalam pendataan adalah survei dengan teknik observasi dan wawancara dalam bentuk *Forum Group Discussion* (FGD). Jumlah pencari telur di lokasi perburuan yang berhasil di wawancarai sebanyak 12 informan. Keterbatasan informan diakibatkan banyak informan yang tidak dapat ditemui karena sembunyi atau lari akibat adanya patroli yang dilakukan BBKSDA Papua. Pengambilan data intensitas perburuan dilakukan pada 3 (tiga) dari 5 (lima) wilayah yang terdapat di Sungai Vriendschap, yaitu wilayah pemanfaatan Bor yang berada pada bagian rawa (mendekati muara sungai), wilayah pemanfaatan Obokain yang berada pada bagian tengah dari panjang sungai, dan wilayah pemanfaatan Sumo yang terdapat pada bagian hulu sungai. Penilaian intensitas perburuan dibuat dalam kelas pemanfaatan berdasarkan persentase perburuan jumlah sarang pada setiap lokasi terpilih (Tabel 1).

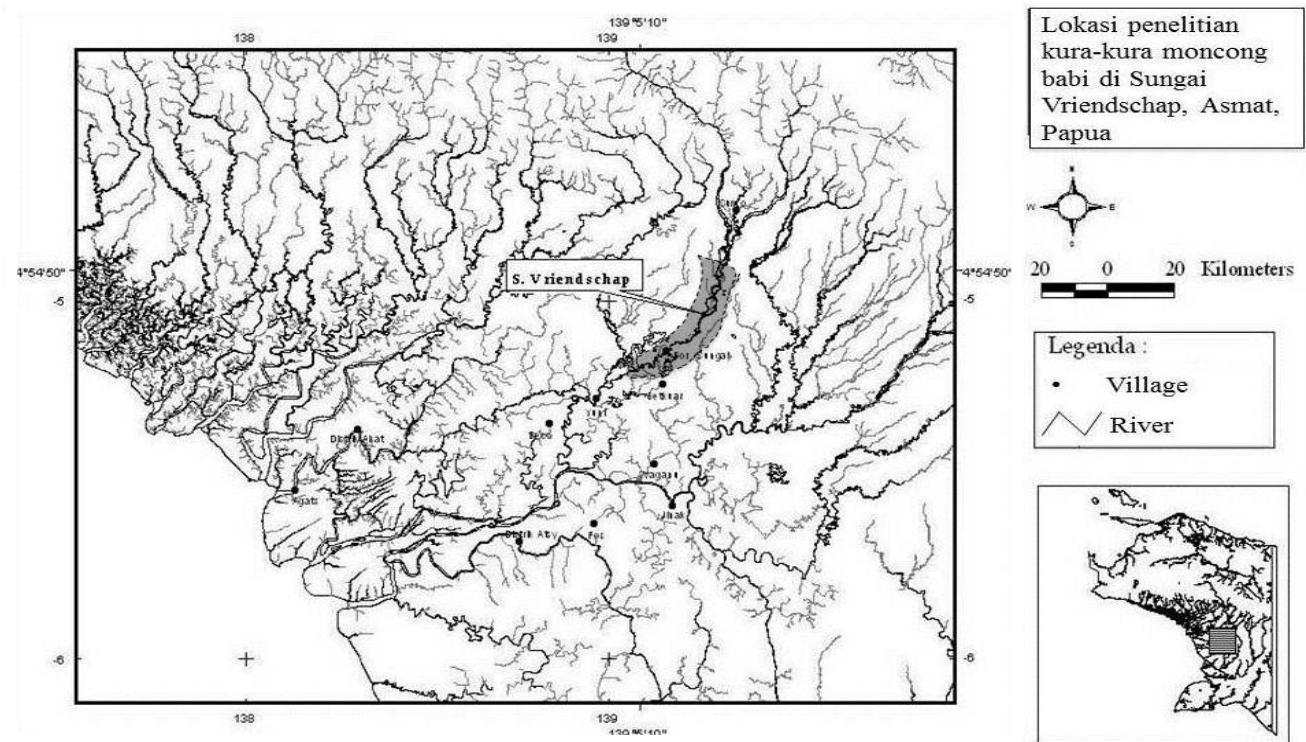
Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan mengolah data dalam bentuk tabulasi terlebih dahulu. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik atau gambar.

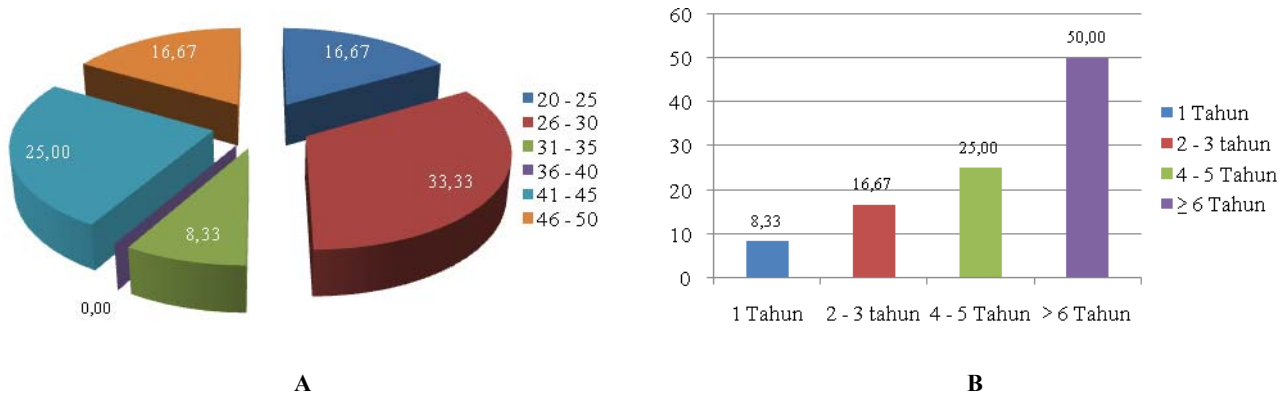
Tabel 1. Kelas intensitas perburuan sarang kura-kura moncong babi

Kelas Pemanfaatan	Kriteria
Sangat tinggi	: Jika lebih dari 75% jumlah sarang yang dimanfaatkan
Tinggi	: Jika sebesar 51-75% jumlah sarang yang dimanfaatkan
Menengah	: Jika sebesar 26-50% jumlah sarang yang dimanfaatkan
Rendah	: Jika sebesar 1-25% jumlah sarang yang dimanfaatkan
Sangat rendah	: Jika penduduk tidak memanfaatkan sarang labi-labi moncong babi

Keterangan: Modifikasi dari Genting Oil Kasuri (GOK 2009)



Gambar 1. Lokasi penelitian kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat, Papua



Gambar 2. Sebaran umur (A) dan pengalaman perburuan informan (B) terhadap telur kura-kura moncong babi di Sungai Vriendschap, Kabupaten Asmat, Papua

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas perburuan

Informan yang berhasil terdata di Sungai Vriendschap, dipetakan sebarannya berdasarkan umur dan pengalaman perburuan telur (Gambar 2).

Penduduk usia produktif adalah penduduk berusia 15-64 tahun sedangkan penduduk usia tidak produktif adalah penduduk yang berusia 0-14 tahun dan usia 64 tahun ke atas (BPS dan Bappeda Provinsi Papua Barat 2011). Masih

produktifnya usia pencari telur (Gambar 3.A) menggambarkan telur kura-kura moncong babi memberikan rangsangan keuntungan ekonomi (jual) kepada masyarakat lokal untuk meningkatkan pendapatan atau kesejahteraan mereka. Pengalaman informan lebih dari 6 tahun sebanyak 50% (Gambar 3.B) memperlihatkan kecenderungan para informan menggeluti perburuan telur cukup lama. Kecenderungan tersebut menggambarkan pekerjaan perburuan telur memberikan dampak positif bagi pendapatan masyarakat lokal sehingga terus dilakukan di setiap musim peneluran.

Masyarakat lokal telah memanfaatkan telur dan induk kura-kura moncong babi sebagai sumber makanan (Georges et al. 2008a, b). Seiring permintaan pasar perdagangan, perubahan pemanfaatan terjadi di wilayah Sungai Vriendschap. Perburuan untuk mendapatkan keuntungan ekonomi dilakukan terhadap telur-telurnya sedangkan perburuan induk dilakukan untuk kebutuhan makanan. Induk kura-kura tidak diperdagangkan secara lokal (Eisemberg et al. 2015). Pengambilan telur dari sarang tidak dibedakan antara sarang yang baik, sarang yang kemungkinan rusak akibat tergenang luapan sungai, ataupun sarang yang dimungkinkan rusak akibat predator alami. Tingginya perburuan telur disebabkan telur tidak lagi menjadi prioritas pemenuhan kebutuhan pangan sehari-hari. Telur lebih digunakan untuk pemenuhan nilai ekonomi. Konsumsi telur hanya dilakukan terhadap telur yang diprediksi tidak menetas (rusak) atau pada saat kebutuhan bahan makanan sudah tidak ada dan belum sempat mencari di hutan.

Berburu telur kura-kura moncong babi sudah merupakan suatu pekerjaan yang menghasilkan pendapatan cukup baik bagi masyarakat lokal. Perburuan telur saat ini dapat digolongkan sebagai pekerjaan utama bagi mereka. Pekerjaan ini lebih menguntungkan bagi masyarakat lokal karena jaminan mendapatkan uang dari telur cukup baik dengan hanya melakukan pengecekan sarang dan pengumpulan telur di pagi hari. Seluruh sarang yang ditemukan dibongkar dan telur-telurnya diambil. Tidak ada telur yang ditinggalkan dalam sarang untuk menetas secara alami, dan terjadi di seluruh wilayah sungai. Kondisi tersebut mengakibatkan intensitas perburuan telur kura-kura moncong babi sangat tinggi (> 75% pada Tabel 1). Permintaan perdagangan yang tinggi berdampak pada perburuan di alam (Georges et al. 2008a). Pemanfaatan secara tradisional berubah dari *subsistence* menjadi *over exploitation* akibat meningkatnya permintaan pasar dan nilai ekonomi kura-kura moncong babi. Terjadi perubahan perilaku pada masyarakat lokal menjadi lebih *money oriented*. Tekanan perdagangan telah mengubah hubungan masyarakat lokal dengan sumberdaya tradisionalnya (Georges et al. 2008b). Perubahan budaya ikut juga berdampak dimana kura-kura moncong babi yang dahulu dijadikan hantaran pernikahan kepada pihak perempuan (Triantoro dan Rumawak 2010) menjadi hilang dan diganti dengan uang.

Pencari telur berada di wilayah peneluran pada rentang waktu 3-4 bulan dengan frekuensi perburuan dilakukan setiap hari apabila kondisi di lokasi memungkinkan (baik). Waktu pengumpulan telur hampir serempak diantara para pencari telur yaitu dimulai pada jam 04.00 pagi saat matahari belum terbit dengan menggunakan senter sebagai penerang. Pengecekan keberadaan sarang dilakukan dengan menusuk-nusuk pasir menggunakan tongkat yang ujungnya sudah diberi besi atau menggunakan tongkat kayu yang ujungnya sudah dibuat sedemikian rupa untuk memudahkan penusukan. Apabila sarang yang ditemukan sedikit maka telur langsung diambil, sedangkan apabila sarang yang ditemui banyak maka sarang-sarang ditandai terlebih dahulu. Sarang ditandai menggunakan tongkat kecil yang ujungnya sudah diberi penanda (label)

menyerupai bendera berbahan pita, tali rafia atau bungkus mie instan. Penanda sarang merupakan pemilik sarang dan tidak boleh ada pengambilan telur oleh pencari telur lain tanpa seijin yang menemukan sarang.

Masyarakat lokal mulai mendapat nilai ekonomi dari telur kura-kura moncong babi sejak tahun 2001 dan pertukaran dengan perahu dimulai tahun 2006 (Triantoro dan Rumawak 2010). Pengenalan perahu bermotor kepada masyarakat lokal secara tidak langsung mendorong perburuan terus berlangsung lebih cepat dan efisien. Penggunaan perahu bermesin di PNG telah meningkatkan perburuan kura-kura moncong babi oleh masyarakat lokal (Georges et al. 2008a, b; Eisemberg et al. 2011). Perburuan induk kura-kura moncong babi umumnya dilakukan secara bersamaan pada saat pengecekan sarang dan ditujukan untuk pemenuhan pangan para pencari (lokal) selama perburuan telur. Jumlah induk yang ditangkap tidak terbatas jumlahnya. didasarkan atas pertimbangan jumlah kepala keluarga (KK) dan sebagai persediaan makanan di hari-hari berikutnya. Induk yang ditangkap adalah induk hendak atau selesai bersarang tetapi belum sempat kembali ke air. Penangkapan induk dapat juga dilakukan menjelang malam hari saat induk terlihat mulai bermain atau berkumpul dekat tepi pasir. Pemanfaatan dagingnya merupakan dampak dari lamanya waktu di lokasi perburuan telur, dengan bekal seadanya dan masih kuatnya sifat ketergantungan makanan dari alam.

Adanya pendapatan dari nilai telur juga diikuti dengan semakin tingginya pemanfaatan daging kura-kura moncong babi oleh masyarakat lokal. Penangkapan induk dalam jumlah besar biasa dilakukan oleh masyarakat lokal di musim peneluran. Induk dewasa ditangkap secara intensif terutama di saat musim peneluran, sebelum atau sesudah induk bertelur dengan membalikkan punggungnya (Georges et al. 2008b). Konsumsi induk kura-kura moncong babi di wilayah Sungai Vriendschap mengikuti jumlah kelompok pencari. Apabila dalam kelompok pencari terdapat 5 kepala keluarga maka minimal induk yang di konsumsi dalam sehari adalah 5 induk. Pemanfaatan induk lebih didasarkan pada keinginan untuk mengkonsumsi dagingnya sebagai sumber makanan (protein) dibandingkan untuk mendapatkan uang (dijual) atau alasan budaya. Kura-kura moncong babi disukai karena ukuran telur yang besar dan mempunyai daging yang banyak (Georges et al. 2008a, b). Berkenaan dengan konsumsi induk, daging dan telur penyus mungkin yang paling banyak dieksploitasi di seluruh dunia (Magnino et al. 2009). Beberapa alasan masyarakat lokal mengkonsumsi daging kura-kura moncong babi adalah (i) jenis kura-kura besar, (ii) ingin mengkonsumsi daging, (iii) persediaan bahan makanan dalam proses perburuan telur terbatas, (iv) mudah dijumpai saat bertelur di musim peneluran, dan (v) wilayah di dominasi oleh sungai dan rawa yang memungkinkan sumber makanan alami berasal dari satwa perairan. Konsumsi daging kura-kura moncong babi secara intensif di setiap tahun rentang musim peneluran, memberikan tekanan terhadap kestabilan populasinya di alam. Eksploitasi berlebihan satwa liar untuk komersial dan konsumsi dapat menyebabkan turunnya populasi (Vitt dan Caldwell 2009). Pada penyus, Caputo et al. (2005)

menyampaikan bahwa eksploitasi terhadap penyu sebagai sumber makanan telah lama dianggap faktor utama yang berkontribusi terhadap penurunan populasi.

Pola perdagangan

Pola perdagangan telur di Sungai Vriendschap dilakukan dalam 3 pola yaitu dengan pola pertukaran (pertukaran), pola penjualan tukik langsung kepada pembeli, dan kombinasi antara pola pertukaran dan penjualan langsung tukik. Pola pertukaran yang dilakukan adalah kesepakatan sejumlah telur yang di tukarkan dengan satu set perahu (perahu, mesin, dayung). Perahu dijadikan alat pertukaran karena (i) sebagai alat transportasi utama, (ii) kondisi wilayah yang di dominasi oleh air, (iii) tidak terdapatnya sarana angkutan air regular dan (iv) memudahkan perburuan. Jumlah telur yang di pertukaran dengan satu set perahu untuk tahun 2011 berkisar 2-4 ember dimana pertukaran telur sebanyak 2 ember didapati di wilayah Bor, 3 ember di wilayah Obokain dan 4 ember di wilayah Sumo, dengan jumlah telur setiap ember \pm 1.500 butir. Pada pola pertukaran telur murni, pencari lokal hanya menjual sejumlah telur secara pertukaran dengan satu set perahu. Apabila jumlah telur pertukaran telah tercukupi dan ada kelebihannya maka dilakukan pertukaran kembali (berulang) seperti kesepakatan semula. Kekurangan jumlah telur untuk melengkapi nilai pertukaran telur dengan perahu dapat ditebus oleh pencari telur pada tahun berikutnya. Pola penjualan tukik secara langsung dilakukan sendiri oleh pencari lokal dan ada yang menjualnya berkolaborasi dengan pemodal dari luar (tukik dijual oleh pemodal dari luar). Kombinasi pola pertukaran murni dan penjualan langsung dirasakan oleh beberapa kelompok masyarakat lokal lebih memberikan keuntungan. Selain mendapatkan perahu dan dukungan logistik (bahan makanan dan bensin) dari pemodal, kelebihan keuntungan dapat diterima dalam bentuk uang tunai yang dapat disimpan maupun digunakan untuk membeli kebutuhan hidup lainnya. Keuntungan bagi masyarakat lokal dengan sistem pertukaran adalah perahu bermesin pertukarannya dapat diterima di awal musim walau belum menyerahkan atau melengkapi kesepakatan jumlah telur. Jumlah (penjualan) telur yang dilakukan dengan sistem pertukaran tidak ada ketentuan atau standar, tergantung kepada tawar menawar antara pemilik modal yang juga merangkap pencari telur dari luar dengan masyarakat lokal pemilik wilayah adat sekaligus sebagai pencari telur lokal. Kondisi tersebut mengakibatkan terdapat perbedaan antara jumlah telur yang di pertukaran pada setiap wilayah pemanfaatan atau pada setiap kelompok pencari telur.

Triantoro et al. (2013) mengkalkulasi nilai pemanfaatan hasil tetasan telur (tukik) kura-kura moncong babi secara sederhana selama 3 bulan sebesar Rp 184. 800. 00 di wilayah Sungai Vriendschap dan Rp 422. 400. 000 di luar wilayah Sungai Vriendschap (kampung atau distrik). Sebagai perbandingan bahwa harga kura-kura moncong babi di pasar Kemuning, Jakarta, dijual dengan harga Rp 800.000/ekor (Daniel 2011) dan di Singapura, dijual (*illegal*) dengan harga berkisar 25-50 S\$/panjang kerapas < 5 cm dan 100 S\$/panjang kerapas 5-10 cm (Goh dan

O’Riordan 2007). Pada kenyataannya penghasilan bersih setiap kelompok pencari dapat berbeda disebabkan: (i) nilai jual yang berlaku saat penjualan karena masing-masing pencari mempunyai jalur tersendiri dalam memasarkan tukik, (ii) persentase tetas telur yang dipanen, (iii) perbedaan jumlah telur yang berhasil dipanen, dan (iv) pengeluaran terhadap bahan makanan, bahan bakar minyak (bensin), dan kebutuhan lain yang digunakan selama musim perburuan.

Dampak perburuan dan pemanfaatan saat ini

Perburuan telur yang tinggi secara terus menerus pada setiap musim peneluran dapat berdampak bagi penurunan populasi kedepannya. Pada masyarakat lokal di Sungai Vriendschap, perburuan saat ini sangat minim memberikan kesempatan kura-kura moncong babi untuk melakukan regenerasi. Seluruh telur diambil dan induknya di konsumsi. Pemanfaatan lestari dapat terwujud apabila telur tidak diambil seluruhnya atau sebagian hasil tetasan dikembalikan ke alam, dan konsumsi induk dapat dikurangi. Perburuan yang dilakukan dengan bijaksana dapat memberikan kesempatan kura-kura moncong babi melakukan regenerasi dan masyarakat lokal dapat memperoleh nilai pemanfaatan yang berkesinambungan. Pada komunitas masyarakat yang memanfaatkan kura-kura yang disertai upaya konservasi, dapat ditemukan pada masyarakat Aborigin dan masyarakat Afrika. Pada masyarakat Aborigin, intensitas pemanenan induk kura-kura leher ular (*Chelodina rugosa*) cukup rendah karena dilakukan atas dasar kebutuhan ritual budaya dan hal tersebut memberikan kesempatan bagi *C. rugosa* untuk bertahan dan berkembangbiak dengan baik (Fordham et al. 2006). Pembagian daerah pemanenan kura-kura *Kinixys homeana* dan *Kinixys erosa* di Delta Niger (Afrika Barat) juga memperlihatkan jumlah kura-kura darat ditemui jauh lebih banyak di daerah pemujaan (*veneration area*) dibandingkan jumlah kura-kura darat yang ditemui di daerah panen (*harvest area*) (Luiselli 2003).

Intensitas perburuan telur yang sangat tinggi, tidak adanya kearifan tradisional dalam mendukung populasi berkelanjutan, nilai jual tukik yang terus meningkat, dan pemanfaatan induk sebagai sumber makanan di setiap tahun rentang musim peneluran, dapat mendorong penurunan populasi secara cepat dan akhirnya menyebabkan kepunahan jenis kura-kura moncong babi. Akibat perburuan yang tinggi, Eisemberg et al. (2011) mendapati adanya penurunan ukuran populasi kura-kuramoncong babi secara substansial dalam tiga dekade terakhir (1980-2009) di kawasan Kikori (PNG). Vitt dan Caldwell (2009) juga menyampaikan akibat pemanenan, pengurangan habitat alami dan fragmentasi telah menjadi faktor utama pendorong spesies amfibi dan reptil ke jurang kepunahan. Perburuan berlebihan setiap tahunnya akan menurun pada suatu waktu dan sulit untuk mendapatkan telur dan induk walau hanya sebagai sumber makanan. Ketika sumber daya yang dieksploitasi mulai berkurang, harga ikut meningkat dan menciptakan insentif besar untuk eksploitasi berlebihan, sumber daya kemudian menjadi langka dan bahkan punah (Indrawan et al. 2007).

Alternatif pemanfaatan berkelanjutan yang dapat dilakukan oleh masyarakat lokal di wilayah Sungai Vriendschap adalah pada bidang perikanan. Melimpahnya sumber daya perikanan dengan bentang wilayah landai, yang ditunjang rawa-rawa permanen dan sirkulasi air yang baik, menjadi modal alam yang telah ada. Tentu saja tidak mudah dalam mewujudkannya karena faktor pendidikan, budaya, aksesibilitas, pendapatan (pasar), dan peran pemerintah daerah setempat menjadi kunci alternatif pemanfaatan sumberdaya alam diluar kura-kura moncong babi. Dibutuhkan upaya lebih, kemauan dan kerja yang kuat, ditunjang dana yang memadai untuk merubah budaya masyarakat dari peramu menjadi petani produktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Yeri Reba dan Endra dari Dinas Kehutanan Kabupaten Asmat, Papua yang telah mendukung kelancaran transportasi selama penelitian, serta Yohannes Wibisono yang telah membantu selama di lokasi. Ucapan terimakasih disampaikan pula kepada masyarakat lokal, terutama kepada Samuel Syap dan istrinya yang telah mendampingi dalam menjalin komunikasi dengan masyarakat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Allison A. 2006. Herpetofauna of Papua. In: Marshall AJ, Beehler BM (eds.). The Ecology of Papua. Periplus, Singapura.
- BPS [Badan Pusat Statistik] dan Bappeda [Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Papua Barat]. 2011. Penduduk asli papua di provinsi papua barat. Badan Perencanaan Pembangunan Provinsi Papua Barat, Manokwari.
- Caputo FP, Canestrelli D, Boitani L. 2005. Conserving the Terecay (*Podocnemis unifilis*, Testudines: Pelomedusidae) through a community-based sustainable harvest of its eggs. *Biol Conserv* 126: 84-92.
- Daniel S. 2011. Perdagangan Reptilia sebagai Binatang Peliharaan di DKI Jakarta. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- De Roij N. 1915. The reptiles of the Indo-Australian Archipelago I: Lacertilia, Chelonia, Emydosauria. E. J. Brill Ltd, Leiden.
- Dirjen PHKA [Direktur Jenderal PHKA]. 2007. Kuota pengambilan tumbuhan alam dan penangkapan satwa liar yang termasuk appendix cites untuk periode Tahun 2007. Surat Keputusan Dirjen PHKA No. SK. 33/IV-KKH/2007 tanggal 26 Februari 2007. Lampiran 1. Kementerian Kehutanan.
- Dirjen PHKA [Direktur Jenderal PHKA]. 2008. Kuota pengambilan tumbuhan alam dan penangkapan satwa liar yang termasuk appendix cites untuk periode Tahun 2008. Surat Keputusan Dirjen PHKA No. SK. 06/IV-KKH/2008 tanggal 18 Januari 2008. Lampiran 1. Kementerian Kehutanan.
- Eisemberg CC, Rose M, Yaru B et al. 2011. Demonstrating decline of an iconic species under sustained indigenous harvest-the pig-nosed turtle (*Carettochelys insculpta*) in Papua New Guinea. *Biol Conserv* 144: 2282-2288.
- Eisemberg CC, Rose M, Yaru B, Georges A. 2015. Spatial and temporal patterns of harvesting of the vulnerable pig-nosed turtle *Carettochelys insculpta* in the Kikori region, Papua New Guinea. *Oryx* 49 (4): 659-668.
- Fordham D, Georges A, Corey B, Brook BW. 2006. Feral pig predation threatens the indigenous harvest and local persistence of snake-necked turtles in Northern Australia. *Biol Conserv*. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.07.001
- Georges A, Alacs E, Pauza M et al. 2008a. Freshwater turtles of the Kikori Drainage, Papua New Guinea, with special reference to the pig-nosed turtle, *Carettochelys insculpta*. *Wildlife Res* 35 (7): 700-711.
- Georges A, Doody JS, Eisemberg C et al. 2008b. *Carettochelys insculpta* Ramsay 1886-Pig-nosed turtle, fly river turtle. In: Rhodin AGJ, Pritchard PCH, van Dijk PP, Saumure RA, Buhlmann KA and Iverson JB. (eds). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoise: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs 5: 009.1-009.17. doi:10.3854/crm.5.009. insculpta.v1.2008, <http://www.iucn-tftsg.org/cbftt>.
- Georges A, Guarino F, Bitto B. 2006. Freshwater turtles of the TransFly region of Papua New Guinea-notes on diversity, distribution, reproduction, harvest and trade. *Wildlife Res* 33: 373-384.
- Goh TY, O'Riordan RM. 2007. Are tortoises and freshwater turtles still traded illegally as pets in Singapore? *Oryx* 41 (1): 97-100.
- GOK [Genting Oil Kasuri]. 2009. Analisis dasar lingkungan blok Kasuri PSC di Kabupaten Fakfak dan Bintuni. [Laporan Akhir]. Kerjasama BP Migas dan UNIPA, Manokwari.
- Indrawan M, Primack RB, Supriatna J. 2007. Biologi Konservasi. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- IUCN. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017. 1. <www.iucnredlist.org>. [31 Agustus 2017].
- Kartikasari SN, Marshall AJ, Beehler BM. 2012. Ekologi Papua. Yayasan Pustaka Obor Indonesia dan Conservation International, Jakarta.
- Kemenhut [Kementerian Kehutanan]. 2010. Export quota of Appendix-II species of Indonesia Wild Fauna and Flora for the period of 8 February 2010 to 31 December 2010. Director of Biodiversity Conservation. CITES Management Authority of Indonesia.
- Kemenhut [Kementerian Kehutanan]. 2011. Export quota of Appendix-II species of Indonesia Wild Fauna and Flora for the period of 1 January 2011 to 31 December 2011. Director of Biodiversity Conservation. CITES Management Authority of Indonesia.
- Kemenhut [Kementerian Kehutanan]. 2012. Export quota of Appendix-II species of Indonesia Wild Fauna and Flora for the period of 1 January to 31 December 2012. Director of Biodiversity Conservation. CITES Management Authority of Indonesia.
- Keputusan Menteri Pertanian (SK Mentan) No. 327/Kpts/Um/5/1978
- Luiselli L. 2003. Comparative abundance and population structure of sympatric afro-tropical tortoises in six rainforest areas: the differential effects of "traditional veneration" and of "subsistence hunting" by local people. *Acta Oecologica* 24: 157-163.
- Magnino S, Colin P, Dei-Cas E, Madsen M, McLauchlin J, Nöckler K, Maradona MP, Tsigarida E, Vanopdenbosch E, Peteghem CV. 2009. Biological risks associated with consumption of reptile products. *Int J Food Microbiol* 134: 163-175.
- Muller K. 2005. Keragaman Hayati Tanah Papua. In: Wanggai F, Sumule A (eds). Universitas Negeri Papua, Manokwari [Indonesia].
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tanggal 27 Januari 1999 Jenis-jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi
- Rhodin AGJ, Genorupa VG. 2000. Conservation status of freshwater turtles in Papua New Guinea. In: van Dijk S, Rhodin AJG (eds.). Asian Turtle Trade: Proceedings of a workshop on conservation and trade of freshwater turtles and tortoises in Asia. *Chelonian Res Monogr* 2: 129-136.
- Triantoro RGN, Rumawak ZL. 2010. Populasi dan habitat labi-labi moncong babi *Carettochelys insculpta* Ramsay (1886) di Sungai Vriendschap Kabupaten Asmat. [Laporan]. Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Manokwari. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- Triantoro RGN, Wibisono Y, Setyawati T, Kusri MD, Prasetyo LB. 2013. Status pemanfaatan dan pengelolaan labi-labi moncong babi di Papua. In : Utomo PM, Innah HS (eds) Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Manokwari. Balai Penelitian Kehutanan, Manokwari.
- Vitt LJ, Caldwell JP. 2009. Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Elsevier, Oklahoma.

Analisis saintometrika dalam penelusuran potensi penelitian *biomedicine* berdasarkan data publikasi keanekaragaman hayati Indonesia

Scientometrics analysis to investigate the potency of *biomedicine* research based on Indonesia biodiversity publication

IRENE MUFLIKH NADHIROH[✉], RIA HARDIYATI, MIA AMELIA, RIZKA RAHMAIDA, TRI HANDAYANI

Pusat Penelitian Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Jend. Gatot Subroto Kav 10 Jakarta Selatan 12710, Jakarta. Telp./Fax. +62-21-5225206, ✉email: irene.muflikh@gmail.com

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 15 September 2017.

Abstrak. Nadhiroh IM, Hardiyati R, Amelia M, Rahmaida R, Handayani T. 2017. Analisis saintometrika dalam penelusuran potensi penelitian *biomedicine* berdasarkan data publikasi keanekaragaman hayati Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 345-350*. Indonesia sebagai negara *mega biodiversity*, memiliki potensi kekayaan keanekaragaman hayati yang besar. Salah satunya adalah penemuan obat *biomedicine* yang berasal dari sumber daya genetik yang berasal dari Indonesia. Penelitian terkait dengan sumber daya genetik keanekaragaman hayati di Indonesia telah banyak dilakukan. Beberapa diantaranya terkait dengan proses penemuan obat baru dengan berbasiskan sumber daya genetik keanekaragaman hayati Indonesia. Saintometrika adalah pendekatan kuantitatif dalam penelitian mengenai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penemuan obat *biomedicine* berdasarkan publikasi ilmiah menggunakan pendekatan saintometrika. Salah satu penerapan saintometrika adalah mengungkap potensi dan tren ilmu pengetahuan dari data publikasi ilmiah. Banyak metode yang dapat digunakan terkait dengan penerapan tersebut, salah satunya metode *Co-word analysis*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data publikasi ilmiah internasional keanekaragaman hayati Indonesia terkait *biomedicine* yang berasal dari basis data Scopus. Berdasarkan data tersebut, mayoritas tahapan penelitian yang dilakukan masih pada tahap *drug discovery*. Oleh sebab itu, analisis lebih lanjut diperlukan untuk memberikan panduan dalam melakukan penelitian yang lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan adanya potensi besar pada beberapa spesies keanekaragaman hayati Indonesia, berdasarkan hubungannya dengan kata kunci terkait penemuan obat, seperti anti-kanker, antioxidant, dan lain-lain. Hasil ini dapat diaplikasikan dalam manajemen penelitian, yaitu dengan memberikan dana lebih besar pada penelitian tersebut, sehingga dapat menghasilkan produk yang bermanfaat.

Kata kunci: *biomedicine*, Indonesia, keanekaragaman hayati, saintometrika

Abstract. Nadhiroh IM, Hardiyati R, Amelia M, Rahmaida R, Handayani T. 2017. *Scientometrics analysis to investigate the potency of biomedicine research based on Indonesia biodiversity publication. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 345-350*. Indonesia as a mega biodiversity country, has great potential with a wealth of biodiversity. One of them is the discovery of biomedical drugs derived from genetic resources originating from Indonesia. Research related to genetic resources of biodiversity in Indonesia has been done a lot. Some of them are related to new drug discovery process based on genetic resources of Indonesia's biodiversity. Scientometrics is a quantitative approach in research on the development of science and technology. This study aims to analyze the potential discovery of biomedical drugs based on scientific publications using the approach Scientometrics. One application of saintometrika is to reveal the potential and scientific trends of scientific publication data. Many methods can be used related to the application, one of which is *Co-word analysis* method. The data used in this study is the international scientific publication data biomedical Indonesia related biomedical data originating from Scopus. Based on these data, the majority of research stages conducted are still at drug discovery stage. Therefore, further analysis needs to be needed to provide guidance in conducting more efficient research. The results indicate the great potential of some species of biodiversity in Indonesia, judging by their relation to *keywords* related to drug discovery, such as anti-cancer, antioxidant, and others. This result can be applied in research management, ie by providing more funds in the study, so as to produce useful products.

Keywords: *biomedicine*, Indonesia, biodiversity, scientometrics, *co-word*

PENDAHULUAN

Data publikasi ilmiah bidang keanekaragaman hayati (kehati) Indonesia telah berkembang dalam jumlah yang signifikan, berdasarkan Handayani et al. (2016) diketahui

bahwa rata-rata pertumbuhan publikasi bidang keanekaragaman hayati adalah 9% per tahun, sejak 1990 hingga 2015. Signifikansi ini menunjukkan bahwa bidang keanekaragaman hayati merupakan salah satu bidang yang banyak diminati. Bukan hanya bagi peneliti domestik,

tetapi juga peneliti dari luar negeri. Indonesia sebagai negara mega-biodiversitas telah menjadi daya tarik tersendiri bagi peneliti. Begitu banyak sumber daya alam keanekaragaman hayati yang menarik untuk dijadikan objek penelitian. Dengan begitu besarnya sumber daya alam keanekaragaman hayati, dengan ribuan bahkan ratusan ribu spesies yang dimiliki Indonesia, sangatlah besar upaya yang harus dilakukan untuk mempelajarinya. Bahkan tujuan besar yang harus dicapai bukan hanya untuk dapat mempelajarinya, tetapi juga mengambil manfaat secara ekonomis sehingga dapat dirasakan oleh seluruh masyarakat Indonesia. Untuk mengetahui posisi Indonesia dalam mengeksplorasi dan memanfaatkan sumber daya keanekaragaman hayati dapat dilakukan dengan studi saintometrika. Beberapa penelitian diketahui menggunakan pendekatan saintometrika untuk mengetahui perkembangan riset bidang keanekaragaman hayati serta dinamika yang terjadi didalamnya (Liu et al. 2011)).

Potensi didefinisikan sebagai sebuah kemampuan yang belum terlihat secara seutuhnya, bahkan terkadang belum terlihat sama sekali. Dalam konteks penelitian, potensi sebuah hasil penelitian dijelaskan dalam beberapa indikator. Biasanya terukur dalam sebuah nilai yang dapat didefinisikan, seperti *Technology Readiness Level* (TRL). TRL sendiri mengukur tingkat kesiapan sebuah teknologi untuk menjadi sebuah produk yang dapat dipasarkan. Sedangkan, penelitian merupakan proses investigasi yang sistematis terhadap sebuah objek untuk mendapatkan fakta. Penelitian sendiri memiliki resiko akan kegagalan. Einstein pernah mengatakan bahwa, “*if we knew what it was we were doing, it would not be called research, would it?*”. Hal ini menegaskan sisi ketidakpastian dari sebuah penelitian. Penelitian merupakan sebuah kegiatan dimana, peneliti (pada umumnya) tidak dapat menebak bagaimana hasil akhir yang akan didapatkan. Oleh sebab itu, kegagalan dalam penelitian merupakan sebuah penemuan. Bahkan terkadang terdapat “*unintended outcome*” yang menjadi sebuah produk/teknologi. Potensi yang cukup besar dari sumber daya keanekaragaman hayati adalah dalam bidang *biomedicine*, lebih tepatnya adalah potensi penemuan obat baru berbasis sumber daya keanekaragaman hayati Indonesia. Proses penemuan obat baru tidaklah mudah dan memerlukan waktu lama. Beberapa penelitian telah mengaplikasikan *text mining* dalam mengidentifikasi potensi obat bagi suatu penyakit berdasarkan fakta-fakta yang didapatkan dalam publikasi ilmiah (Blagosklonny 2002; Perez-Iratxeta et al. 2002). Penerapan *text mining* yang telah populer adalah identifikasi penyebab molekuler penyakit dengan menggunakan fakta dari database dan literatur. Sebagai contoh, peneliti *biomedicine* harus mengatasi gen set besar yang telah diusulkan sebagai gen kandidat untuk penyakit tertentu (Rebholz-Schuhmann et al. 2012).

Indonesia sebagai salah satu negara mega biodiversitas memiliki tanggung jawab cukup besar untuk dapat memanfaatkan sumber daya alam yang dimiliki untuk kebaikan umat manusia. Penelitian terkait *biomedicine* dengan menggunakan biodiversitas Indonesia pun telah banyak dilakukan. Tetapi, hasil penelitian yang telah diproduksi menjadi sebuah produk yang bermanfaat masih

belum signifikan. Oleh sebab itu artikel ini bertujuan untuk memberikan suatu pendekatan dalam menelusuri potensi *biomedicine*, terutama dalam hal penemuan obat baru, berdasarkan data publikasi ilmiah bidang keanekaragaman hayati.

BAHAN DAN METODE

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kumpulan publikasi ilmiah internasional yang berhubungan dengan keanekaragaman hayati Indonesia yang berasal dari Scopus (www.scopus.com). Scopus merupakan basis data publikasi ilmiah internasional yang bereputasi tinggi. Jenis publikasi yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada artikel yang diterbitkan pada tahun 1990-2015. Pemilihan tahun terbit dimulai dari tahun 1990 didasarkan pada penyelenggaraan Konvensi Keanekaragaman Hayati di Rio de Janeiro tahun 1992. Salah satu tanggung jawab negara yang ikut menandatangani konvensi tersebut adalah melaksanakan program pelatihan dan penelitian untuk perlindungan dan pemanfaatan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan. Hal tersebut menjadi acuan bagi beberapa negara untuk meningkatkan penelitian keanekaragaman hayati. Penelitian ini menggunakan beberapa kombinasi kata pencarian yang digunakan dalam pengambilan data, yaitu nama kelas yang tercatat pada tujuh kingdom (Animalia, Plantae, Bacteria, Fungi, Protozoa, Chromista, dan Archaea) yang dikombinasikan dengan kata “Indonesia” pada *affiliation country*. Kombinasi kata pencarian tersebut dijaring pada bagian “*title, abstract, and keyword*”. Adapun bahasa komputer yang digunakan untuk mendapatkan data adalah “(TITLE-ABS-KEY (Name of class) AND AFFIL-COUNTRY (Indonesia)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1989 AND PUBYEAR < 2016”. Hasil penelusuran dengan menggunakan kombinasi kata pencarian tersebut menunjukkan bahwa jumlah artikel yang dihasilkan oleh kelas dari kingdom “plantae” cukup rendah. Hal ini disebabkan oleh pola penulisan artikel yang berhubungan dengan kingdom “plantae” jarang menyebutkan nama class pada bagian “*title, abstract, and keyword*”. Oleh karena itu, dilakukan penambahan kata pencarian dalam menjaring artikel keanekaragaman hayati dengan menggunakan tujuh nama kingdom (“animalia”, “plantae”, “bacteria”, “fungi”, “protozoa”, “chromista”, dan “archaea”) yang dikombinasikan dengan kata “Indonesia” pada *affiliation country*. Selain itu, penambahan data juga dilakukan dengan menjaring artikel melalui kata pencarian “plant” untuk kingdom plantae dan “animal” untuk kingdom. Total artikel yang didapatkan dari kata pencarian tersebut adalah sebanyak 2.432 artikel.

Metode

Penelitian ini akan menggunakan *keyword based network*, yaitu salah satu aplikasi *co-word* yang dapat digunakan dalam memahami informasi mengenai iptek yang terkandung dalam sebuah dokumen ilmiah, baik paten, publikasi ilmiah seperti jurnal ilmiah, prosiding

maupun buku ilmiah. Pada dasarnya *keyword based network* merupakan implementasi dari *text mining* yang merupakan salah satu alat dalam membuat data text (tulisan) yang belum terstruktur menjadi memiliki struktur yang lebih jelas. Dalam perkembangannya *keyword based network* banyak diimplementasikan dalam usaha memahami morfologi dari data paten, untuk menemukan peluang teknologi baru (Lee et al. 2009a,b).

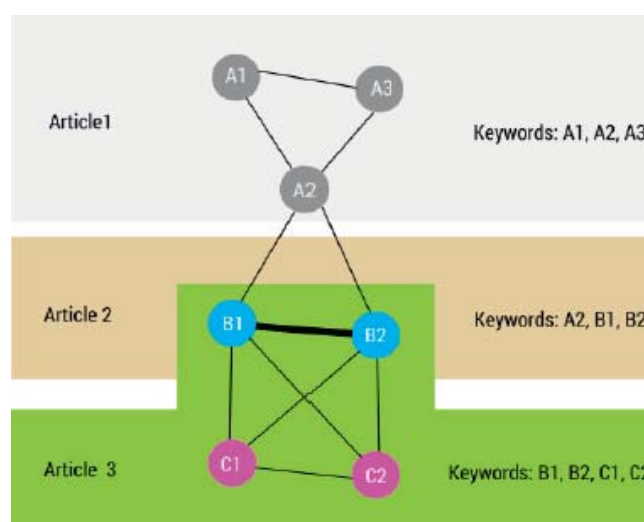
Keyword based network akan memberikan informasi bagaimana *keyword* pada publikasi ilmiah/paten saling berhubungan. Selain itu, jumlah insiden atau banyaknya *keyword* tersebut muncul pada publikasi ilmiah/paten di waktu tertentu merupakan salah satu indikasi bahwa *keyword* tersebut adalah isu yang paling banyak menjadi perhatian dalam publikasi. Dengan mengetahui informasi mengenai *keyword*, akan memberikan pandangan terhadap perkembangan ilmu pengetahuan pada bidang tertentu dan di waktu tertentu. Jika data ini dapat dilakukan penelusuran lebih jauh, hal ini dapat menjelaskan beberapa fenomena yang terjadi saat ini, misalnya terkait dengan tidak berjalannya program pemerintah atau akan adanya stagnasi. Walau demikian, itu menghasilkan output seperti itu perlu dilakukan penelusuran mendalam dengan studi literatur ataupun metode kualitatif lainnya.

Sebelum dilakukan analisis dengan *keyword based network*, akan dilakukan pemilihan terhadap artikel ilmiah yang memang membahas mengenai aplikasi *biomedicine*. Pemilihan dilakukan dengan melakukan penjarangan dari data publikasi keanekaragaman hayati yang telah dikumpulkan. Publikasi yang dipilih adalah publikasi yang mengandung beberapa kata pada kolom "title", "source title", "author keyword" dan "indexed keyword". Kata-kata yang digunakan sebagai penjarang adalah "drug", "drugs" dan "anti". Dengan dilakukan penjarangan, maka publikasi yang dilakukan analisis lebih lanjut adalah publikasi yang memang terkait dengan penelitian *biomedicine*.

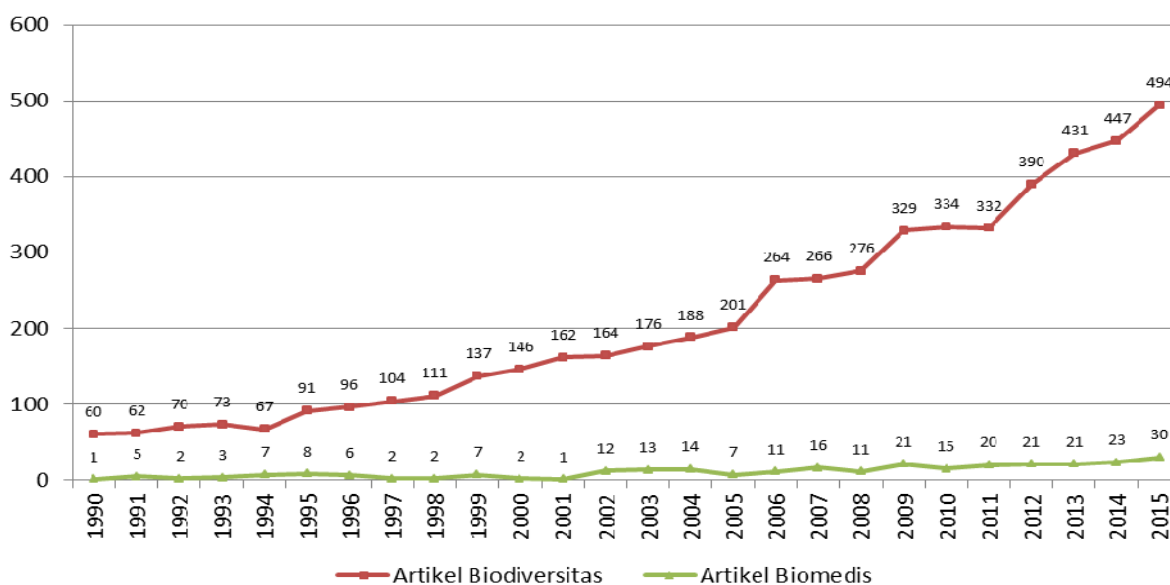
HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi penelitian *Biomedicine* berdasarkan publikasi bidang keanekaragaman hayati

Terdapat 389 artikel yang berhasil diidentifikasi dengan proses penjarangan yang dijelaskan pada bagian metode. Dari 389 artikel tersebut dilakukan pemilihan lagi dengan membaca satu per satu artikel tersebut. Terdapat 2 artikel yang dikeluarkan karena tidak sesuai dengan definisi penelitian *biomedicine* yang diharapkan pada penelitian ini. Kemudian terdapat 106 artikel yang harus dikeluarkan karena, mayoritas pada kelompok artikel ini merupakan penelitian obat untuk hewan, yang tidak masuk pada cakupan penelitian. Sehingga terdapat 281 artikel yang diikutikan dalam analisis selanjutnya.



Gambar 1. Formulasi *keyword based network*



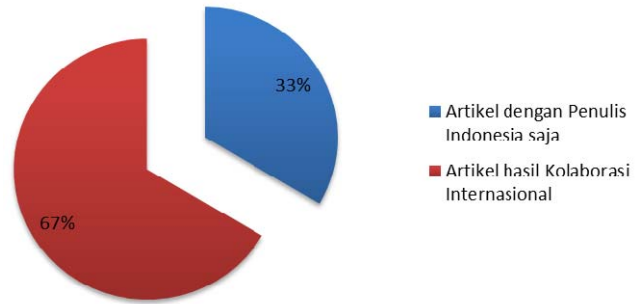
Gambar 2. Sebaran jumlah artikel biodiversitas dan *biomedicine* keanekaragaman hayati Indonesia, 1990-2015. Sumber data: Scopus.com (diolah)

Table 1. Sebaran artikel *biomedicine* penelitian keanekaragaman hayati Indonesia berdasarkan Nama Jurnal (1990-2015)

No	Nama Jurnal	Jumlah Artikel
1	Journal of Natural Products	49
2	International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences	12
3	Chemical and Pharmaceutical Bulletin	8
4	International Journal of PharmTech Research	8
5	American Journal of Tropical Medicine and Hygiene	7
6	Malaria Journal	6
7	Natural Product Communications	6
8	Journal of Ethnopharmacology	6
9	Pakistan Journal of Biological Sciences	5
10	Phytochemistry	4
11	Marine Drugs	4
12	Journal of Natural Medicines	4
13	International Journal of Pharma and Bio Sciences	3
14	International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research	3
15	Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences	3
16	International Journal of Phytomedicine	3
17	International Journal of ChemTech Research	3
18	Veterinary Microbiology	3
19	Phytotherapy Research	3
20	The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health	3

Sumber: Scopus.com (diolah)

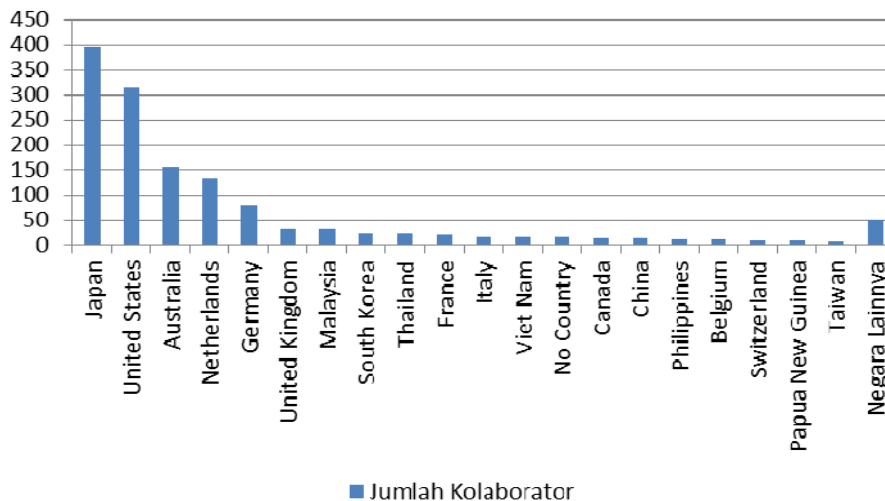
Jumlah artikel bidang keanekaragaman hayati mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan (Gambar 2). Begitu pula dengan jumlah artikel bidang *biomedicine*, terlihat adanya peningkatan meskipun tidak begitu signifikan. Kesenjangan yang cukup besar antara keduanya menjadi indikasi bahwa penelitian bidang keanekaragaman hayati yang dilakukan oleh peneliti dengan afiliasi Indonesia masih berkisar pada eksplorasi spesies. Sedangkan pada penelitian pada bidang *biomedicine* masih belum banyak berkembang.



Gambar 2. Persentase Artikel berdasarkan Kegiatan Kolaborasi. Sumber: Scopus.com (diolah)

Mayoritas artikel mengenai aplikasi *biomedicine* berdasarkan keanekaragaman hayati di Indonesia dipublikasi di *Journal of Natural Product*, yaitu sebanyak 51 artikel. Sebanyak 12 artikel dipublikasi di *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Tabel 1 memperlihatkan 20 besar jurnal dengan jumlah artikel *biomedicine* terbanyak. Terlihat bahwa artikel-artikel tersebut mayoritas dipublikasi pada jurnal terkait *pharmacy, natural product* serta *medicine*. Jumlah artikel yang tercakup pada 20 besar jurnal tersebut adalah sebanyak 167 artikel atau sebanyak 51% dari total artikel bidang *biomedicine* yang terjaring dari publikasi bidang keanekaragaman hayati.

Dari 281 artikel bidang *biomedicine* yang terjaring, terdapat 2.538 penulis. Sebanyak 1.144 penulis (45%) merupakan penulis dengan afiliasi Indonesia, sedangkan sisanya berasal dari berbagai negara. Jepang merupakan negara kolaborator terbesar dengan sebanyak 395 penulis Jepang yang berkolaborasi dengan penulis Indonesia, diikuti dengan Amerika Serikat sebanyak 315 penulis dan Australia sebanyak 156 penulis.



Gambar 3. Sebaran jumlah kolaborator berdasarkan asal negara. Sumber: Scopus.com (diolah)

Kolaborasi internasional masih menjadi tulang punggung dalam kegiatan penelitian *biomedicine* berbasis keanekaragaman hayati di Indonesia. Hal ini terlihat dari besarnya persentase artikel hasil kolaborasi internasional dibandingkan dengan jumlah artikel hasil dari penulis Indonesia. Hal ini sejalan dengan yang telah diklaim oleh Lakitan et al. (2012) yang menyebutkan bahwa terdapat ketergantungan dengan kolaborasi internasional dalam produktivitas ilmiah Indonesia, hal ini diukur dengan lebih banyaknya artikel hasil kolaborasi internasional dibandingkan artikel hasil kerjasama antar institusi di Indonesia. Sesungguhnya kolaborasi internasional merupakan suatu yang sangat positif, karena beberapa penelitian juga telah menyebutkan bahwa transfer pengetahuan antar negara maju dengan negara berkembang, antar negara maju

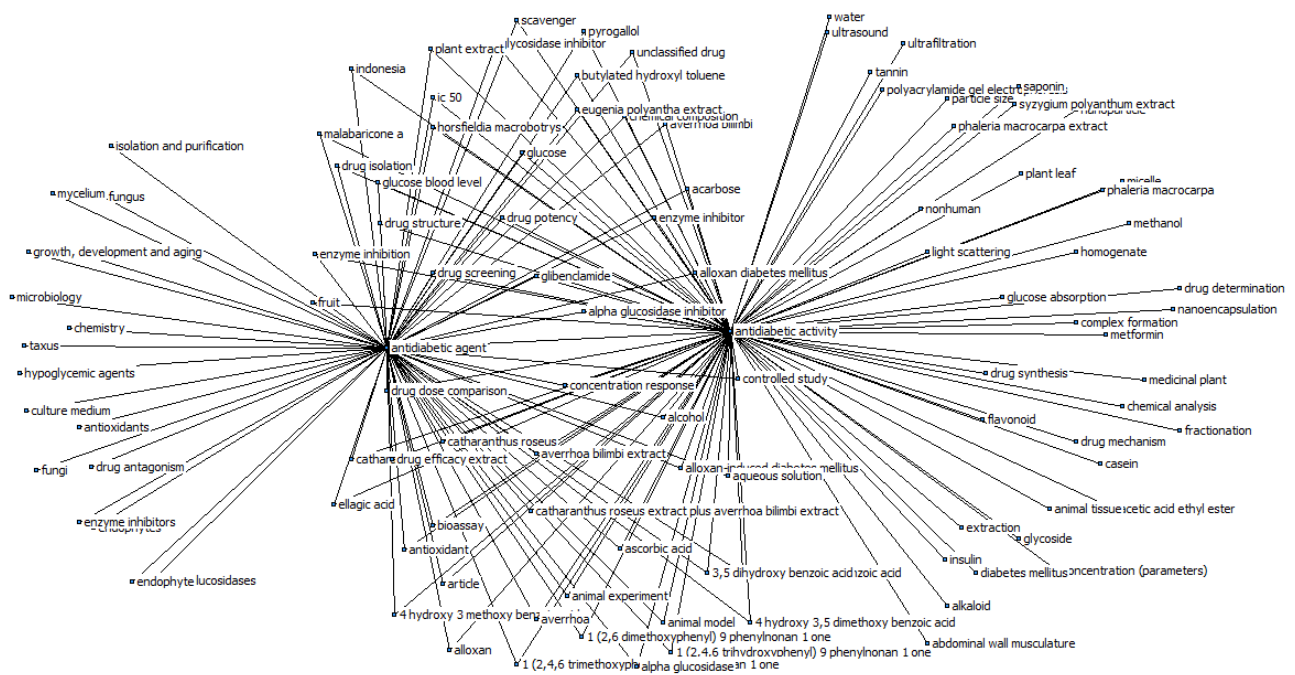
teknologi dan negara berkembang memiliki pengaruh yang positif dengan produktivitas ilmiah di negara berkembang (Lee dan Bozeman 2005)

Co-word analysis

Kata kunci yang berhasil dijaring dari 281 artikel adalah sebanyak 2.753 kata kunci. Setelah dilakukan analisis terhadap relasi masing-masing kata kunci berdasarkan kemunculannya pada artikel, didapatkan 110.478 relasi. Beberapa kata kunci yang muncul sangat umum, seperti “*article*” atau “Indonesia”. Untuk itu, dilakukan pemilihan pada relasi yang terjadi antar kata kunci “*anti**” dan “*drug*”. Setelah dilakukan pemilihan kembali, didapatkan 25.256 relasi dengan 2.570 kata kunci yang muncul.



Gambar 4. *Keyword network* pada bidang *biomedicine* berdasarkan publikasi keanekaragaman hayati Indonesia, 1990-2015



Gambar 5. *Keyword network* pada kata kunci “*antidiabetic**”

Co-word analysis pada “antidiabetic” keyword dan relasinya

Salah satu penerapan *biomedicine* yang paling populer adalah dalam pencarian obat ataupun alternatif pangan sehat yang antidiabetes. Selain itu, untuk melihat aplikasi yang lebih jelas, maka kata kunci “antidiabetic” diambil sebagai contoh kasus. Gambar 5 memperlihatkan bagaimana *keyword network* yang telah terbentuk pada kata kunci “antidiabetic”. Beberapa kata kunci yang memiliki relasi dengan “antidiabetic” adalah “eugenia polyantha extract”, “1 (2,4,6 trihydroxyphenyl) 9 phenylnonan 1 one”, “glycosidase inhibitor”, “averrhoa bilimbia extract”, “catharanthus roseus”, “catharanthus roseus extract plus averrhoa bilimbia extract”, “butylated hydroxyl toluene”, “4 hydroxy 3 methoxy benzoic acid”, “1 (2, 6 dimethoxyphenyl) 9 phenylnonan 1 one”, “3,5 dihydroxy benzoic acid”, dan lain-lain. Kata kunci tersebut dapat diindikasikan sebagai potensi pengembangan obat bagi antidiabetes.

Pembahasan

Saintometrika sudah menjadi pendekatan yang umum digunakan untuk mengetahui perkembangan dari suatu bidang ilmu. Saintometrika dapat memberikan beberapa informasi seperti pertumbuhan jumlah artikel, hingga pemetaan aktor yang terkait di suatu bidang ilmu tertentu. Jeong dan Kim (2010) menunjukkan bagaimana struktur intelektual pada bidang *biomedicine*. Lievrouw et al. (1987) melakukan analisis triangulasi untuk mengidentifikasi *invisible actor* yang berperan dalam perkembangan bidang *biomedicine*. Pendekatan *text mining* dalam aplikasi *biomedicine* sendiri juga telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian yang menggunakan pendekatan saintometrika pun telah banyak dilakukan. Chaman Sab et al. (2017) melakukan pemetaan terhadap potensi *biomedicine* di India pada tahun 2012 hingga 2016 (Chaman Sab et al. 2017). Zhu et al. (2013) menggunakan *biomedicine text mining* dalam aplikasi di bidang penelitian mengenai kanker. Rebholz-Schuhmann et al. (2013) juga melakukan penelusuran hubungan *gene-disease* pada penyakit diabetes melitus tipe 2 berdasarkan publikasi serta artikel terkait yang tersedia pada web.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia dihadapkan pada tantangan untuk memberikan bukti atas investasi penelitian dan pengembangan yang selama ini telah diberikan oleh pemerintah. Sebagai seorang peneliti juga memiliki tanggung jawab atas penggunaan dana APBN dalam melakukan penelitian. Tantangan terbesar adalah dalam memberikan peningkatan nilai ekonomi dari hasil litbang. Analisis saintometrika dengan pendekatan *co-word* dan *text mining* dapat menjadi

salah satu pendekatan yang digunakan. Dengan melakukan analisis lebih mendalam pada data publikasi ilmiah serta mengidentifikasi penelitian yang potensial untuk diberikan insentif lebih, terkait meningkatkan TRL dari hasil penelitian tersebut. Selain itu analisis saintometrika juga dapat menunjukkan bagaimana evolusi yang terjadi pada suatu bidang penelitian, sehingga jika memang telah terjadi akumulasi pengetahuan yang dianggap cukup dapat dijadikan rujukan bahwa penelitian tersebut sudah cukup dan memiliki kapabilitas untuk diberikan insentif lebih untuk ditingkatkan TRL nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Blagosklonny MV. 2002. P53: an ubiquitous target of anticancer drugs. *Intl J Cancer* 98 (2): 161-166.
- Chaman Sab M, Dharani Kumar P, Biradar BS. 2017. Mapping of Indian biomedicine Research: A Scientometric Analysis of Research Output During 2012 -2016. *Indian J Inform Sour Serv* 7 (2): 2231-6094.
- Handayani TH, Amelia M, Rahmaida R, Hardiyati R, Nadhiroh IM. 2016. Kajian Saintometrika Perkembangan Publikasi Ilmiah Keanekaragaman Hayati Indonesia sebagai Bahan Rekomendasi Kebijakan Arah Penelitian Keanekaragaman Hayati Nasional. Laporan Teknis Penelitian. PAPPITEK-LIPI.
- Jeong S, Kim H.-G. 2010. Intellectual structure of biomedical informatics reflected in scholarly events. *Scientometrics* 85 (2): 541-551.
- Lakitan B, Hidayat D, Herlinda S. 2012. Scientific productivity and the collaboration intensity of Indonesian universities and public R&D institutions: Are there dependencies on collaborative R&D with foreign institutions? *Technol Soc* 34 (3): 227-238.
- Lee S, Bozeman B. 2005. The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity. *Soc Stud Sci* 35 (5): 673-702.
- Lee S, Yoon B, Lee C, Park J. 2009a. Business planning based on technological capabilities: Patent analysis for technology-driven roadmapping. *Technol Forecast Soc Change* 76 (6): 769-786.
- Lee S, Yoon B, Park Y. 2009b. An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach. *Technovation* 29 (6-7): 481-497.
- Lievrouw LA, Rogers EM, Lowe CU, Nadel E. 1987. Triangulation as a research strategy for identifying invisible colleges among biomedical scientists. *Social Networks* 9 (3): 217-248.
- Liu X, Zhang L, Hong S. 2011. Global biodiversity research during 1900–2009: a bibliometric analysis. *Biodiv Conserv* 20 (4): 807–826.
- Perez-Iratxeta C, Bork P, Andrade MA. 2002. Association of genes to genetically inherited diseases using data mining. *Nature Genet* 31 (3): 316-319.
- Rebholz-Schuhmann D, Grabmüller C, Kavaliuskas S, Croset S, Woollard P, Backofen R et al. 2013. A case study: semantic integration of gene-disease associations for type 2 diabetes mellitus from literature and biomedical data resources. *Drug Discovery Today* 0 (0). DOI: 10.1016/j.drudis.2013.10.024
- Rebholz-Schuhmann D, Oellrich A, Hoehndorf R. 2012. Text-mining solutions for biomedical research: enabling integrative biology. *Nature Rev Genet* 13 (12): 829-839.
- Zhu F, Patumcharoenpol P, Zhang C et al. 2013. Biomedical text mining and its applications in cancer research. *J Biomed Inform* 46 (2): 200-211.

Keragaman morfologi dan genetik bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat

Morphological and genetic diversity of bamboos in Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat

ANNISA*, ANNISA MARDLIYYAH, JOKO KUSMORO, JOHAN ISKANDAR

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor, Sumedang 45363, Jawa Barat. Tel.: +62-22-7796412 ext. 104, Fax.: +62-22-7795545, *email: annisa.annisa4@gmail.com

Manuskrip diterima: 22 Agustus 2017. Revisi disetujui: 17 September 2017.

Abstrak. Annisa, Mardliyyah A, Kusmoro J. 2017. Keragaman morfologi dan genetik bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 351-360*. Bambu merupakan tanaman serbaguna yang telah dimanfaatkan sejak dahulu oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari. Pemanfaatan bambu secara terus menerus memungkinkan terjadinya pengurangan jenis maupun populasi bambu yang tersedia di alam. Penelitian keragaman morfologi dan genetik bambu dapat membantu mengumpulkan data plasma nutfah untuk keperluan pemanfaatan berkelanjutan dan konservasi bambu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman morfologi dan genetik bambu yang berada di Arboretum Universitas Padjadjaran. Penelitian keragaman morfologi dilakukan dengan identifikasi berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan morfometrik organ vegetatif, sedangkan penelitian keragaman genetik dilakukan dengan menggunakan penanda molekuler SSR. Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi yang meliputi identifikasi morfologi dan penentuan lokasi koleksi bahan uji, koleksi bahan uji, tahap isolasi DNA, visualisasi hasil isolasi DNA dan amplifikasi dengan penanda SSR. Analisis data morfologi dan amplifikasi dilakukan secara deskriptif. Analisis kekerabatan secara genetik dilakukan dengan UPGMA pada *software* NTSYS 2.02. Hasil penelitian keragaman morfologi menunjukkan bahwa terdapat sepuluh jenis bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran, yang terdiri dari empat marga, yaitu *Bambusa*, *Gigantochloa*, *Phyllostachys*, dan *Schizostachyum*. Hasil penelitian keragaman genetik menunjukkan bahwa sepuluh lokus penanda SSR yang dirancang dari *Phyllostachys* di Cina dan *Bambusa* di India dapat diaplikasikan pada bambu Arboretum Universitas Padjadjaran. Total alel yang dihasilkan adalah sebanyak 117 alel dengan ukuran berkisar antara 83-893bp. Nilai PIC dari kesepuluh primer berkisar antara 0,84-0,943 yang dikategorikan sangat informatif. Berdasarkan nilai koefisien kesamaan dapat disimpulkan bahwa bambu Arboretum Universitas Padjadjaran memiliki tingkat keragaman genetik yang tinggi.

Kata kunci: Arboretum, bambu, *cross-amplification*, morfologi, *simple sequence repeat* (SSR)

Abstract. Annisa, Mardliyyah A, Kusmoro J. 2017. *Morphological and genetic diversity of bamboos in Arboretum Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 351-360*. Bamboos are versatile plant that have been used for a long time by Indonesian people in everyday life. The utilization of bamboo, continuously, could possibly reduced species and population of bamboos that available in nature. The study of morphological and genetic diversity can assist in gathering data for the purpose of conservation and sustainability use of bamboo's germplasm. Research aimed to identify morphological and genetic diversity of bamboos in Arboretum Universitas Padjadjaran. The research of morphological diversity was done by identification based on the result of morphological observation and vegetative organ morphometric, while the research of genetic diversity was done by using SSR molecular marker. This research used observation method which included morphological identification and determination of location for collecting plant materials, collecting plant materials, DNA isolation, visualization of DNA products, and amplification by using SSR marker. Morphology and amplification data were analysed descriptively. Clustering analysis based on genetic was done by UPGMA on Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (NTSYS) 2.02. Result of morphological diversity research showed there were ten species of bamboos in Arboretum Universitas Padjadjaran that consisted of four genus such as *Bambusa*, *Gigantochloa*, *Phyllostachys*, and *Schizostachyum*. Result of genetic diversity research showed that ten loci of SSR markers designed from *Phyllostachys* in China and *Bambusa* in India can be applied on Arboretum's bamboos. The total alleles were 117 alleles with range size of 83-893bp. PIC value of the primers were ranged between 0.84-0.94, which categorized as very informative. Based on similarity coefficient values it can be concluded that bamboo Arboretum Universitas Padjadjaran has high level genetic diversity.

Keyword: Arboretum, bamboo, *cross-amplification*, morphology, *simple sequence repeat*

PENDAHULUAN

Tanaman rumpun bambu (Bambusoideae) telah lama digunakan dalam kehidupan sehari-hari oleh masyarakat

Indonesia. Sejak dahulu, bambu dianggap masyarakat Indonesia sebagai tanaman serbaguna. Bambu dikonsumsi sebagai sayur, dijadikan alat rumah tangga, alat musik, hingga bahan bangunan (Akmal et al. 2011). Bambu di

dunia diperkirakan ada 1200- 1300 jenis. Berdasarkan data di lapangan dan di laboratorium, bambu di Indonesia diketahui terdiri atas 143 jenis dan di Jawa diperkirakan hanya ada 60 jenis. Berdasarkan data di atas dapat dipastikan bahwa bambu merupakan sumber daya yang sangat melimpah dan memiliki keragaman yang cukup tinggi. Namun pada kenyataannya, tidak semua masyarakat mengenal jenis-jenis bambu dengan baik (Widjaja 2001). Bambu tumbuh subur di beberapa wilayah di Indonesia, dua di antaranya adalah Jawa Barat dan Bali (Akmal et al. 2011). Kabupaten Sumedang merupakan salah satu penghasil bambu yang cukup besar di Jawa Barat. Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan dan Perkebunan Sumedang, hampir semua kecamatan di Kabupaten Sumedang memiliki luas talun bambu atau *kebon awi* yang tidak kurang dari sepuluh hektar (Dishutbun Sumedang dalam Irawan et al. 2006).

Kajian mengenai keragaman morfologi bambu di Kabupaten Sumedang telah dilakukan di empat kecamatan, yaitu Jatinangor, Sumedang Selatan, Jatigede, dan Tomo melalui struktur morfologi dan anatomi epidermis buluh bambu (Irawan et al. 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman bambu tertinggi terdapat di Kecamatan Jatinangor yaitu sebanyak 12 jenis, delapan jenis dan dua varietas diantaranya terdapat di Arboretum Universitas Padjadjaran berdasarkan tata nama ilmiah sehingga dapat dikatakan sebagian besar bambu yang ditemukan di Kabupaten Sumedang berada di Arboretum Universitas Padjadjaran. Namun, penelitian keragaman genetik bambu di Kabupaten Sumedang belum pernah dilakukan.

Pemahaman yang baik mengenai keragaman genetik dan distribusinya adalah hal mendasar bagi konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan. Keragaman genetik dapat membantu untuk menentukan spesies yang harus dikonservasi dan juga dapat meningkatkan pemahaman terhadap taksonomi dan asal mula evolusi suatu spesies tumbuhan (Rao and Hodgkin 2002; Annisa et al. 2013). Meskipun ketersediaan bambu di alam melimpah, pemanfaatan secara terus-menerus dikhawatirkan akan mengurangi jumlah individu maupun jumlah jenis bambu yang tersedia di alam. Eevera et al. (2008) mengatakan bahwa eksploitasi secara berlebihan dan erosi genetik pada spesies bambu menjadi alasan pentingnya pengumpulan data plasma nutfah untuk tujuan konservasi, keperluan klasifikasi, dan identifikasi bambu. Oleh karena itu, penelitian mengenai keragaman genetik bambu juga sangat dibutuhkan untuk menunjang program konservasi, pemanfaatan berkelanjutan dan taksonomi bambu.

Keragaman genetik dapat dianalisis dengan bantuan penanda molekuler. Rai et al. (2008) mengatakan penanda molekuler digunakan untuk melengkapi data penanda konvensional seperti penanda morfologi maupun penanda biokimia. Penelitian ini menggunakan penanda *simple sequence repeat* (SSR) karena menurut Thomas et al. (2016), SSR dicirikan dengan hipervariabilitas, reproduksibilitas, dapat langsung dianalisis dengan PCR, dan dapat dengan mudah dideteksi dengan *Agarose Gel Electrophoresis* (AGE) baik dalam jumlah sampel kecil maupun besar. Grover and Sharma (2014) menjelaskan bahwa SSR juga bersifat kodominan dan mampu

menunjukkan polimorfisme lebih tinggi dibandingkan sistem penanda kontemporer lainnya. Locus SSR pun memiliki kemampuan *cross-amplification*. Menurut Oliveira et al. (2013), *cross-amplification* pada primer dikembangkan untuk digunakan dalam amplifikasi locus SSR dari jenis-jenis yang dekat atau cukup jauh tingkat kekerabatannya.

Cross-amplification pada bambu telah diuji oleh Jiang et al. (2013) di Cina dan oleh Nayak and Rout (2005) di India. Jiang et al. (2013) menguji penanda SSR yang dirancang dari *Phyllostachys edulis* dan penanda tersebut mampu mengamplifikasi 71 sampel *P. edulis* dari tiga populasi berbeda. Nayak and Rout (2005) menguji penanda SSR yang dirancang dari *Bambusa arundinacea* dan penanda tersebut mampu mengamplifikasi jenis-jenis bambu dari marga yang berlainan.

Penelitian keragaman bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran dengan cara inventarisasi secara berkala penting sebagai pembaruan data dari hasil penelitian Irawan et al. (2006) sehingga bambu Arboretum Universitas Padjadjaran dapat terus dikonservasi. Penelitian keragaman genetik dilakukan untuk menguji kemampuan *cross-amplification* penanda yang dirancang dari *P. edulis* dan *B. arundinacea* terhadap bambu Arboretum Universitas Padjadjaran. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang saling melengkapi mengenai keragaman morfologi maupun genetik bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Pengambilan data morfologi dan koleksi bahan uji dilaksanakan di Arboretum Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat (Gambar 1). Isolasi, uji kualitas, dan kualitas DNA serta amplifikasi dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler dan Laboratorium Preparasi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat.

Prosedur

Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi yang meliputi tahap identifikasi morfologi dan penentuan lokasi koleksi bahan uji, koleksi bahan uji, isolasi DNA, visualisasi hasil isolasi DNA, amplifikasi dengan menggunakan penanda SSR, dan visualisasi hasil amplifikasi. Isolasi DNA dilakukan berdasarkan metode dari Doyle and Doyle (1987) yang dimodifikasi oleh Vijay and Uttamkumar (2013). Amplifikasi dilakukan berdasarkan metode dari Jiang et al. (2013). Elektroforesis gel agarosa dilakukan berdasarkan metode Lee et al. (2012) yang dimodifikasi.

Identifikasi dan penentuan lokasi koleksi bahan uji

Identifikasi morfologi dilakukan melalui pengamatan morfologi dan pengukuran organ vegetatif (morfometrik). Hasil pengamatan morfologi dan morfometrik dicocokkan

dengan kunci identifikasi dan deskripsi yang disusun oleh Dransfield and Widjaja (1995) dan Widjaja (2001). Lokasi rumpun bambu yang teridentifikasi sebagai spesies dan varietas berbeda ditandai titik koordinatnya menggunakan GPS. Jika ditemukan banyak rumpun bambu untuk satu jenis bambu yang sama, pemilihan titik koordinat rumpun bambu dilakukan berdasarkan keberadaan dan jumlah daun bambu muda yang memadai. Titik koordinat berfungsi sebagai acuan lokasi rumpun bambu yang akan dituju dan dikoleksi daun mudanya saat proses koleksi bahan uji untuk isolasi DNA.

Koleksi bahan uji

Proses koleksi bahan uji dilakukan berdasarkan metode dari Chase and Hills (1991) dengan menggunakan silika gel. Koleksi bahan uji dilakukan dengan cara menyusuri Arboretum Universitas Padjadjaran melalui jalan setapak menuju titik koordinat yang telah ditandai menggunakan GPS pada saat kegiatan identifikasi. Daun muda, yang ditandai dengan berwarna hijau cerah, diambil sebanyak empat sampai enam gram dari rumpun bambu yang sama untuk setiap jenisnya dan dibersihkan permukaan atas maupun bawah dengan alkohol 70%.

Daun yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam ziplock berisi silika gel dengan perbandingan berat daun dan silika gel adalah 1:10. Ziplock diberi keterangan nama jenis dan tanggal koleksi. Seluruh ziplock disimpan dalam styrofoam box dan dibiarkan hingga daun mengering dan siap digunakan.

Isolasi, uji kualitas dan kuantitas DNA

Mula-mula sampel daun bambu berukuran 0,5 cm x 0,5 cm ditambahkan ke dalam 500 µl buffer CTAB 3% ditumbuk hingga halus. Hasil tumbukan ditambahkan 0,005 gram PVP, 5 µl RNase, dan 3,5 µl β-mercaptoethanol. Campuran diinkubasi pada suhu 65°C selama 15 menit. 100 µl 20% SDS ditambahkan ke dalam tabung sentrifugasi dan

diinkubasi kembali selama 45 menit. Setelah diinkubasi, 7,5 M ammonium asetat ditambahkan sebanyak 150 µl, dan diinkubasi pada suhu 4°C selama 15 menit. Kloroform-isoamil alkohol (24:1) ditambahkan sebanyak 1x volume campuran dan disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 5 menit. Etanol absolut ditambahkan sebanyak 2x volume *supernatant*, dihomogenisasi, lalu diinkubasi kembali pada suhu 4°C selama 30 menit. Setelah diinkubasi, campuran disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit. Pelet DNA kering, *buffer* TE ditambahkan ke dalam tabung sebanyak 25 µl. DNA diinkubasi di dalam *freezer* bersuhu -20°C selama 24 jam dan setelah itu dapat disimpan untuk penggunaan jangka panjang. Uji kualitas dan kuantitas DNA dilakukan dengan elektroforesis hasil isolasi DNA menggunakan gel agarosa 0,7% dan analisis spektrofotometri dilakukan dengan mengukur nilai absorbansi untuk mengetahui kemurnian dan konsentrasi DNA hasil isolasi.

Amplifikasi dan visualisasi hasil amplifikasi

DNA diamplifikasi dengan 10 pasang primer yang dirancang berdasarkan Jiang et al. (2013) dan Nayak and Rout (2005) (Tabel 1). PCR dilakukan dengan volume total reaksi sebanyak 20 µl yang terdiri dari 37,5 ng DNA *template*, 10 µl 2x GoTaq Green Master Mix, 2,5 mM MgCl₂, 0,48 µM primer reverse dan forward, dan ditambahkan *nuclease free water* hingga mencapai volume 20 µl. Siklus PCR diulang sebanyak 35 kali dengan pengaturan suhu sebagai berikut: 94°C selama 5 menit; 94°C selama 30 detik, 62°C diturunkan hingga 50°C selama 30 detik, 72°C selama 30 detik; 72°C selama 5 menit, dan dilanjutkan dengan suhu 4°C untuk waktu yang tidak ditentukan. Setelah proses amplifikasi selesai, DNA hasil amplifikasi dielektroforesis menggunakan gel agarosa 2%, diwarnai dengan *Diamond Nucleic Acid* (PROMEGA).

Tabel 1. Urutan primer yang digunakan berdasarkan Jiang et al. (2013) dan Nayak and Rout (2005)

No.	Lokus	Sekuen Primer (5'-3')	Motif Ulangan	Estimasi Ukuran Alel (bp)	Suhu <i>Annealing</i> (°C)
1	APhe 01	F: CACCTCTTTTCGTCATCAACC R: ATCTAACGGCCCAAATGC	(AG) 29	219-255	54,5
2	APhe 10	F: TAAGGCCACGTTGCCAG R: CGCTGAAATCCACCCAGAAG	(AG) 19	191-227	57
3	APhe 13	F: TCGCCATCCCTTATCCAC R: GCAACGACGCACCTCCTA	(CT) 17	160-178	56
4	APhe 28	F: CCTCCGATGAAGCTGAAC R: CGGGTCCTTGGACAAACT	(TC) 14	243-261	54
5	APhe 32	F: CCTCAAGGCCAGGGTAAG R: CTCGGTTTCTTTGGTTTGTT	(CT) 13	96-112	52,5
6	APhe 98	F: TCTCCATGCGAATGTGAT R: CGTCTAGTGCTAGGGTTTGT	(CCA) 8	168-189	53
7	APhe 100	F: GACATTAGGCGAGGTTCGG R: GGGAGATGGACAGGTTTGTCT	(CTT) 8	189-204	56,5
8	APhe 141	F: AGGCCATAAGGAACCTGCT R: GCTTCCAAACCTCCCATC	(CGT) 7	321-336	54,5
9	ABa10	F: GGTGGGGTCTAGCACCTAAG R: TACCAGCATGTAACGGTCCG	(GT)12C(TA)10	146	57
10	ABa20	F: TTGATTGCCCTACTCTGTCTG R: TCAACGGTGGATGACCTAGG	(AC)31(AT)7	169	55

Keterangan : A = Adenin, G = Guanin, C = Sitosin, T = Timin. bp: base pair (pasang basa). Nomor 1-8: Primer sumber Jiang et al. (2013). Nomor 9 dan 10: Primer sumber Nayak and Rout (2005)

Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif, yaitu mendeskripsikan hasil identifikasi, hasil isolasi DNA, hasil uji kualitas dan kuantitas DNA, serta hasil amplifikasi yang diperoleh untuk mengetahui keragaman morfologi dan genetik bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran. Hasil amplifikasi dianalisis dari segi ukuran alel, jumlah alel, jumlah pita polimorfik, dan *Polymorphic Information Content* (PIC). Jumlah alel dan jumlah pita polimorfik dapat diketahui melalui elektroforegram hasil amplifikasi PCR. Ukuran alel dapat diketahui melalui Gel Analyzer 2010a.

Informativitas sebuah penanda molekuler yang digunakan dapat diketahui berdasarkan nilai PIC. Nilai PIC dapat diketahui dengan algoritma dari Smith et al. (1997). Kategori informativitas penanda molekuler berdasarkan nilai PIC berdasarkan Musyoki et al. (2015) tersaji pada Tabel 2.

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n f_i^2$$

dengan, f_i^2 merupakan frekuensi alel i , $i=1,2,3, \dots, n$ (Smith et al. 1997)

Analisis kekerabatan secara genetik dilakukan dengan *Unweighted-Pair Group Method with Arithmetic* (UPGMA) pada *software Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System* (NTSYS) 2.02 menggunakan koefisien kesamaan Dice (Bao et al. 2007) dengan cara memasukkan matriks biner (1-0) yang telah dibuat berdasarkan kemunculan pita pada elektroforegram. Bila ada pita diberi nilai 1, jika tidak ada pita diberi nilai 0, jika penampilan pita meragukan diberi nilai 999 (*null allele atau missing data*). Matriks ini selanjutnya dimasukkan ke dalam program NTSYSpc 2.02 untuk membuat dendrogram.

Dice (1945) menjelaskan bahwa nilai koefisien 1 menunjukkan bahwa kedua taksa memiliki kesamaan unit bersama pada seluruh unit, sedangkan koefisien yang nilainya lebih kecil daripada 1 menunjukkan bahwa kedua taksa memiliki lebih sedikit kesamaan unit bersama. Wijayanto et al. (2013) mengemukakan bahwa semakin kecil nilai koefisien kemiripan (mendekati nol), maka hubungan kekerabatannya semakin jauh, dan sebaliknya semakin besar nilai koefisien kemiripan (mendekati satu), maka hubungan kekerabatannya semakin dekat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman morfologi

Hasil identifikasi morfologi menunjukkan bahwa terdapat sepuluh bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran. Bambu tersebut terdiri dari satu bambu yang dapat diidentifikasi hingga tingkat marga, tujuh bambu yang dapat diidentifikasi hingga tingkat jenis, dan dua bambu yang dapat diidentifikasi hingga tingkat varietas berdasarkan tata nama ilmiah. Jenis bambu yang diidentifikasi, kode bambu, dan titik koordinat lokasi bambu tersaji dalam Tabel 3. Peta lokasi tanaman bambu tersaji pada Gambar 1.

Irawan et al. (2006) sebelumnya telah melakukan kajian mengenai jenis-jenis bambu di Kabupaten Sumedang yang meliputi empat kecamatan, yaitu Jatinangor, Sumedang Selatan, Jatigede, dan Tomo berdasarkan struktur morfologi dan anatomi epidermis buluh bambu. Hasil penelitian menunjukkan keragaman bambu tertinggi terdapat di Kecamatan Jatinangor dengan ditemukannya 12 jenis bambu, delapan jenis dan dua varietas diantaranya terdapat di Arboretum Universitas Padjadjaran. Jenis-jenis bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran yang diidentifikasi oleh Irawan et al. (2006) antara lain *Bambusa vulgaris* Schard. var. *vittata*, *B. vulgaris* Schard. var. *vulgaris*, *B. multiplex* (Lour.) Raeusch, *B. tuldooides* Munro, *Gigantochloa apus* (J.A & J.H. Schultes) Kurz, *G. atroviolacea* Widjaja, *G. atter* (Hassk.) Kurz, *G. pseudoarundinacea* (Steud.) Widjaja, *Phyllostachys bambusoides* Siebold et Zuccarini, dan *Schizostachyum silicatum* Widjaja. Jenis-jenis yang ditemukan dan diidentifikasi oleh Irawan et al. (2006) berbeda dengan jenis-jenis yang ditemukan dan diidentifikasi pada penelitian ini. *B. tuldooides*, *B. multiplex*, dan *S. silicatum* tidak ditemukan pada penelitian ini, tetapi ditemukan jenis baru, yaitu *Bambusa sp.*, *B. glaucophylla* dan *S. iraten*. Perbedaan hasil identifikasi bambu ini disebabkan oleh adanya penambahan koleksi bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran.

Tabel 2. Kategori Informativitas Penanda Molekuler Berdasarkan Nilai PIC (Musyoki et al. 2015)

Nilai PIC	Kategori
Kurang dari 0,25	Kurang Informatif
0,25 - 0,5	Cukup Informatif
Lebih dari 0,5	Sangat Informatif

Tabel 3. Nama Jenis dan Titik Koordinat Lokasi Bambu

Nama ilmiah	Nama daerah	Kode bambu	Titik koordinat
<i>Bambusa glaucophylla</i> Widjaja	Bambu Putih	NJ	S 06°55.872' E 107°46.377'
<i>Bambusa vulgaris</i> Schard. ex Wendl. var. <i>striata</i>	Haur Koneng	HK	S 06°55.764' E 107°46.402'
<i>Bambusa vulgaris</i> Schard. ex Wendl var. <i>vulgaris</i>	Haur Hejo	HJ	S 06°55.629' E 107°46.288'
<i>Bambusa sp.</i>	Haur	BS	S 06°55.715' E 107°46.400'
<i>Gigantochloa apus</i> (J.A. & J.H. Schultes) Kurz	Awi Tali	TL	S 06°55.630' E 107°46.320'
<i>Gigantochloa pseudoarundinacea</i> (Steud.) Widjaja	Awi Surat	SR	S 06°55.617' E 107°46.279'
<i>Gigantochloa atroviolacea</i> Widjaja	Awi Hideung	HD	S 06°55.697' E 107°46.349'
<i>Gigantochloa atter</i> (Hassk.) Kurz	Awi Kekes	KS	S 06°55.746' E 107°46.374'
<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold et Zuccarini	Pring Cendani	PB	S 06°55.722' E 107°46.293'
<i>Schizostachyum iraten</i> Steud.	Awi Tamiyang	TM	S 06°55.605' E 107°46.276'



Skala 1: 239 m

Gambar 1. Peta Lokasi Bambu di Arboretum Unpad (Google Earth, 2017). Keterangan: NJ: *B. glaucophylla*; HK: *B. vulgaris* var. *striata*; HJ: *B. vulgaris* var. *vulgaris*; BS: *Bambusa* sp.; TL: *G. apus*; SR: *G. pseudoarundinacea*; HD: *G. atroviolacea*; KS: *G. atter*; PB: *P. bambusoides*; TM: *S. iraten*

Bambusa glaucophylla

Nama daerah : Bambu putih (Indonesia) (Widjaja 2001)

Rumpun simpodial dan agak padat. Buluh berbuku-buku berwarna hijau kusam tertutupi bulu putih atau coklat kehitaman dengan tinggi 2 m, diameter 1-1,5 cm, panjang ruas 10-19 cm, memiliki 4 cabang dengan satu cabang yang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh dengan panjang 4 cm dan lebar 10,5 cm dengan bulu coklat pada permukaannya, terdapat kuping pelepeh dengan panjang 0,2 cm dengan bulu kejur sepanjang 0,1 cm. Daun pelepeh buluh tegak dengan panjang 3 cm dan lebar 0,5 cm, berbentuk menyegitiga dengan pangkal gundul. Helaian daun berwarna hijau bergaris putih dengan panjang 9-12,5 cm dan lebar 1,4-2 cm, dan memiliki kuping pelepeh.

Bambusa vulgaris var. *striata*

Nama daerah: bambu kuning (Indonesia), pring kuning (Jawa), awi koneng, haor koneng (Sunda) (Widjaja 2001), haur koneng.

Rumpun simpodial dan rapat. Buluh agak berbuku-buku berwarna kuning dengan garis hijau, tinggi 5,5-6 m, diameter 6-8 cm, panjang ruas 23-29 cm, memiliki 5 cabang dengan satu cabang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh, panjang pelepeh 30 cm dengan lebar 13 cm, permukaan pelepeh berbulu coklat, terdapat kuping pelepeh dengan panjang 1 cm dengan bulu kejur 0,4 cm. Daun

pelepeh buluh tegak dengan panjang 5 cm, lebar 5,5 cm, bentuk menyegitiga dengan pangkal gundul. Helai daun berwarna hijau tua dengan panjang 16,5-22 cm, lebar 2,4-3,3 cm, serta memiliki kuping pelepeh daun.

Bambusa vulgaris var. *vulgaris*

Nama daerah: bambu ampel (Indonesia), pring ampel, aor, haor, (Jawa), awi ampel, aor, haor (Sunda) (Widjaja 2001), haur hejo.

Rumpun simpodial dan rapat. Buluh berbuku-buku berwarna hijau mengkilap dengan tinggi 17 m, diameter 4-8,5 cm, panjang ruas 30-36 cm. Sistem percabangan memiliki 5 cabang dengan satu cabang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh dengan panjang 9 cm dan lebar 14 cm, permukaannya tertutupi bulu coklat, terdapat kuping pelepeh dengan tinggi 1,8 cm dengan bulu kejur sepanjang 0,2 cm. Daun pelepeh buluh tegak dengan panjang 5,7 cm dan lebar 2,5 cm, berbentuk menyegitiga, dan berpangkal gundul. Helai daun berwarna hijau dengan panjang 14-18,5 cm dan lebar 2-2,3 cm, serta memiliki kuping pelepeh daun.

Bambusa sp.

Nama daerah: Haur (Sunda)

Rumpun simpodial dan padat. Buluh berbuku-buku berwarna hijau kusam kekuningan tertutupi bulu coklat

dengan tinggi 9-10 m, diameter 7-8 cm, panjang ruas 35-37 cm, memiliki 9 cabang dengan satu cabang yang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh dengan panjang 47 cm dan lebar 32 cm dengan bulu coklat pada permukaannya, terdapat kuping pelepeh dengan panjang 0,3 cm dengan bulu kejur sepanjang 0,3 cm. Daun pelepeh buluh tegak dengan panjang 9 cm dan lebar 5 cm, berbentuk menyegitiga dengan pangkal bergerigi. Helaian daun berwarna hijau dengan panjang 21,5-31 cm dan lebar 3,5-3,9 cm, dan memiliki kuping pelepeh.

Gigantochloa apus

Nama daerah: Bambu tali (Indonesia), pring tali, pring apus (Jawa), awi tali (Sunda) (Widjaja 2001).

Rumpun simpodial dan rapat. Buluh tegak berwarna hijau tua kusam dengan tinggi 11 m, diameter 6-7 cm, panjang ruas 30-40 cm, memiliki 2-4 cabang dengan satu cabang lebih besar. Pelepeh buluh tidak mudah luruh dengan panjang 18 cm dan lebar 25 cm serta memiliki permukaan yang berbulu coklat. Daun pelepeh buluh terkeluk balik dengan panjang 20 cm dan lebar 2,5 cm, berbentuk menyegitiga dengan pangkal bulat. Helaian daun berwarna hijau dengan panjang 40-48 cm dan lebar 5-8 cm.

Gigantochloa atroviolacea

Nama daerah: Bambu hitam (Indonesia), pring wulung, pring ireng (Jawa), awi hideung (Sunda) (Widjaja 2001).

Rumpun simpodial dan rapat. Sistem percabangan yaitu memiliki banyak cabang dengan satu cabang lebih besar. Cabang berwarna hijau kehitaman. Helaian daun berwarna hijau dengan panjang 24-29 cm dan lebar 3,2-4 cm, memiliki bulu kejur dengan panjang 0,1 cm.

Gigantochloa atter

Nama daerah: Bambu ater (Indonesia), awi ater, awi temen (Sunda), pring legi (Jawa) (Widjaja 2001), awi kekes (Sunda).

Rumpun simpodial dan padat. Buluh tegak berwarna hijau kusam dengan tinggi 8-20 m, diameter buluh 6,2-10 cm, panjang ruas 29-35 cm, permukaan buluh ditutupi bulu putih. Jumlah cabang sebanyak 9 dengan salah satu cabang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh dengan panjang 39 cm dan lebar 23 cm yang ditutupi bulu coklat, terdapat kuping pelepeh dengan panjang 0,5 cm. Daun pelepeh buluh tegak dengan panjang 6,5 cm dan lebar 4,5 cm, berbentuk menyegitiga, dan berpangkal bergerigi. Helai daun berwarna hijau dengan panjang 35-37 cm dan lebar 3,9-6,1 cm tanpa bulu kejur.

Gigantochloa pseudoarundinacea

Nama daerah: Bambu gombang (Indonesia), pring gombang, pring andong, pring surat (Jawa), awi andong, awi gombang (Sunda) (Widjaja 2001), awi surat.

Rumpun simpodial dan rapat. Buluh tegak berwarna hijau dengan garis-garis kuning ditutupi bulu berwarna abu-abu, tinggi 12 m, diameter 8-12 cm, panjang ruas 35-45 cm, memiliki 9 cabang dengan satu cabang yang lebih besar. Pelepeh buluh mudah luruh dengan panjang 42 cm dan lebar 31 cm yang ditutupi bulu coklat, memiliki kuping

pelepeh dengan tinggi 1 cm. Daun pelepeh buluh terkeluk balik dengan panjang 17 cm dan lebar 5,7 cm, bentuk menyegitiga dengan pangkal bergerigi. Helaian daun berwarna hijau tua dengan panjang 29-33 cm dan lebar 3,5-4,3 cm, dan dilengkapi kuping pelepeh.

Phyllostachys bambusoides

Nama daerah: pring cendani (Jawa) (Widjaja 2001)

Rumpun monopodial dan jarang. Buluh tegak berwarna hijau cerah sesekali berbintik hitam dengan tinggi 4,6 m, diameter 1,8-2 cm, panjang ruas 8-16 cm dengan ruas di buluh bagian bawah lebih pendek daripada buluh bagian tengah dan atas. Buku berwarna putih. Tipe percabangan dikotom atau terdiri dari dua cabang yang sama besar. Pelepeh buluh mudah luruh. Helaian daun berwarna hijau dengan panjang 7,5-9,5 cm dan lebar 1,3-1,7 cm, terdapat kuping pelepeh dengan panjang bulu kejur 0,5 cm.

Schizostachyum iraten

Nama daerah: Bambu suling (Indonesia), pring wuluh (Jawa), awi tamiyang (Sunda) (Widjaja 2001)

Rumpun simpodial dan rapat. Buluh tegak berwarna hijau dengan tinggi 3,2 m, diameter 0,8-1,1 cm, panjang ruas 52 - 72 cm, memiliki cabang yang sama besar. Pelepeh buluh tidak mudah luruh, lebar pelepeh 14,5 cm, permukaan pelepeh berbulu coklat, terdapat kuping pelepeh dengan tinggi 0,5 cm dan bulu kejur dengan panjang 1 cm, daun pelepeh buluh terkeluk balik dengan panjang 3,5 cm dan lebar 0,5 cm, bentuk menyegitiga, pangkal menggerigi. Helai daun berwarna hijau tua memiliki panjang 33 - 35 cm, lebar 4,7 - 5,5 cm, dan panjang bulu kejur 1 cm.

Keragaman genetik

Penelitian ini menggunakan sepuluh pasang primer SSR yang diujikan ke sepuluh bambu di Arboretum Universitas Padjadjaran. Hasil amplifikasi tersaji pada Tabel 4. Secara umum, seluruh penanda yang dirancang oleh Jiang et al. (2013) pada penelitian ini dapat mengamplifikasi seluruh jenis dan varietas bambu yang diuji, baik pada marga *Bambusa*, *Gigantochloa*, *Phyllostachys*, maupun *Schizostachyum*, kecuali lokus APhe 01 tidak dapat mengamplifikasi *G. atter* dan lokus APhe 100 tidak dapat mengamplifikasi *G. pseudoarundinacea*. Lokus ABa10 pada penelitian ini diketahui dapat mengamplifikasi seluruh jenis dan varietas bambu uji yang di antaranya terdapat jenis *B. vulgaris* var. *vulgaris* dan *B. vulgaris* var. *striata*. Penelitian Nayak and Rout (2005) juga menjelaskan bahwa lokus ABa 10 dapat mengamplifikasi *B. vulgaris* var. *striata*. Namun, ukuran pita yang diamplifikasi memiliki perbedaan, yaitu 146 bp pada *B. vulgaris* var. *striata* di India dan 154 bp pada *B. vulgaris* var. *striata* di Arboretum Universitas Padjadjaran. Perbedaan ukuran alel pada kedua bambu tersebut disebabkan oleh jumlah pengulangan motif yang berbeda. Hal ini yang disebut dengan variasi alel. Penelitian ini mendukung pernyataan Thomas et al. (2016) bahwa salah satu karakter penting dari lokus SSR adalah variasi alel yang tinggi.

Tabel 4. Hasil amplifikasi pada sepuluh bahan uji

Lokus SSR	Bahan uji									
	NJ	HK	HJ	BS	TL	SR	HD	KS	PB	TM
APhe 01	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
APhe 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
APhe 13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
APhe 28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
APhe 32	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
APhe 98	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
APhe 100	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
APhe 141	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ABa 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ABa 20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Keterangan: (+): Dapat diamplifikasi (-): Tidak dapat diamplifikasi; APhe: Primer yang dirancang dari *P. edulis* di Cina (Jiang et al., 2013); ABa: Primer yang dirancang dari *B. arundinacea* di India (Nayak and Rout, 2005); NJ: *B. glaucophylla*; HK: *B. vulgaris var. striata*; HJ: *B. vulgaris var. vulgaris*; BS: *Bambusa sp.*; TL: *G. apus*; SR: *G. pseudoarundinacea*; HD: *G. atroviolacea*; KS: *G. atter*; PB: *P. bambusoides*; TM: *S. iraten*

Selain itu, lokus ABa 20 pada penelitian ini dapat mengamplifikasi seluruh jenis dan varietas bambu uji, baik pada marga *Bambusa*, *Gigantochloa*, *Phyllostachys*, maupun *Schizostachyum*. Nayak and Rout (2005) menjelaskan bahwa lokus ABa 20 dapat mengamplifikasi *Dendrocalamus strictus*, *B. nana*, dan *B. multiplex*. Hasil penelitian bambu di Arboretum Unpad mendukung penelitian Nayak and Rout (2005) bahwa lokus ini dapat mengamplifikasi jenis-jenis pada marga *Bambusa* maupun jenis-jenis dari marga selain *Bambusa*.

Penanda yang digunakan pada penelitian ini, yaitu penanda yang dirancang dari *P. edulis* di Cina dan *B. arundinacea* di India menunjukkan bahwa keduanya memiliki kemampuan *cross-amplification*. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan penanda yang dapat mengamplifikasi jenis-jenis lain, terutama jenis-jenis pada marga yang sama dengan asal primer dirancang, yaitu *Phyllostachys* dan *Bambusa*. Kemampuan *cross-amplification* diperlihatkan juga pada penelitian Li et al. (2016) yang menyimpulkan bahwa lokus yang dirancang dari *Amentotaxus formosana* dapat digunakan untuk mengamplifikasi jenis-jenis lain dari marga *Amentotaxus*.

Detail perolehan ukuran alel, jumlah alel per lokus, jumlah pita polimorfik, dan penghitungan PIC (*Polymorphic Information Content*) tersaji pada Tabel 5. Amplifikasi DNA bambu menggunakan sepuluh lokus SSR pada penelitian ini menghasilkan jumlah alel keseluruhan sebanyak 117 alel. Jumlah alel per lokus adalah tujuh hingga 19 alel. Jiang et al. (2013) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa alel yang dihasilkan pada setiap lokus berkisar antara 2-10 alel. Penelitian yang dilakukan oleh Nayak and Rout (2005) menunjukkan setiap lokus menghasilkan alel sebanyak 2-13 alel. Pancoro et al. (2016) mengemukakan bahwa jumlah alel yang berbeda setiap lokus dapat digunakan untuk mengetahui tingkat polimorfisme. Semakin banyak alel yang dimiliki oleh suatu lokus, maka lokus tersebut memberikan informasi yang lebih baik tentang polimorfisme.

Jumlah alel tiap spesies pada penelitian ini berkisar antara 1-3 alel. Hal ini mengindikasikan bahwa bambu

Arboretum Universitas Padjadjaran diduga merupakan organisme poliploid. *Grass Phylogeny Working Group dalam Yeasmin (2015)* mengemukakan bahwa kromosom bambu pada dasarnya berjumlah 12 kromosom ($x=12$) pada bambu pohon, sedangkan sebelas kromosom pada bambu herba ($x=11$). Clark et al. dalam Yeasmin (2015) menambahkan bahwa terdapat dua kelompok poliploid yang berbeda pada bambu pohon. Bambu pohon pada daerah tropis merupakan organisme heksaploid ($2n=6x=72$) dan bambu pohon pada daerah beriklim sedang merupakan organisme tetraploid ($2n = 4x = 48$). Ukuran alel yang diperoleh pada penelitian ini bervariasi, yaitu 83-893 bp. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian dari Jiang et al. (2013) dan Nayak and Rout (2005) yang masing-masing memperoleh ukuran alel dengan rentang 96-336 bp dan 146-261 bp. Sugiantari, et al. (2015) menjelaskan bahwa perbedaan ragam alel yang dihasilkan kemungkinan disebabkan oleh perbedaan populasi yang diuji.

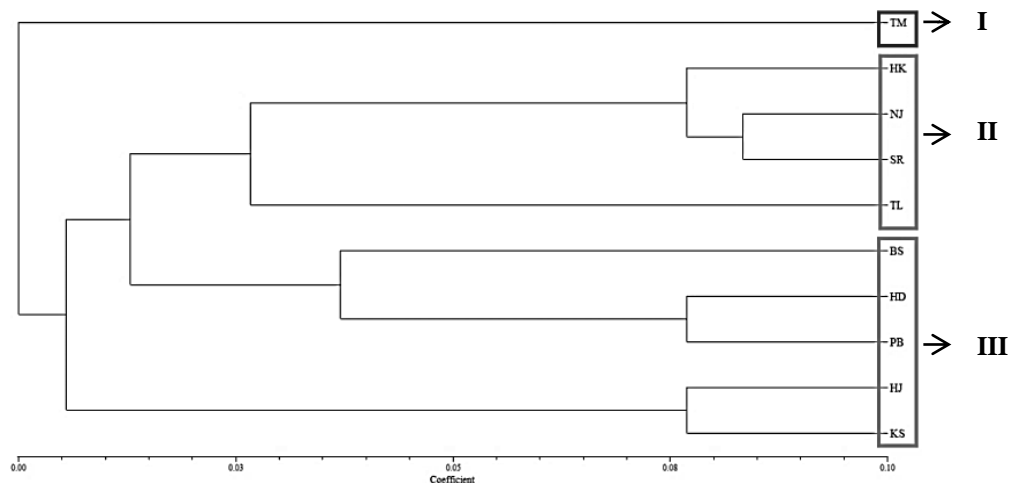
Polymorphic Information Content (PIC) merupakan sebuah ukuran keragaman alel pada suatu lokus. Nilai PIC yang didapatkan pada penelitian ini adalah berkisar antara 0,84-0,943. Nilai PIC pada penelitian Nayak and Rout (2005) adalah 0,864 untuk ABa 10 dan 0,860. untuk ABa 20. Berdasarkan kategori menurut Musyoki et al. (2015), dapat dikatakan bahwa seluruh primer yang digunakan sangat informatif. Zargar et al. (2016) menjelaskan bahwa PIC merupakan ciri penting pada primer yang mengindikasikan potensi primer untuk digunakan dalam membedakan beragam individu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai PIC, primer tersebut akan semakin baik dalam membedakan berbagai individu yang diuji.

Hasil amplifikasi DNA menggunakan sepuluh penanda molekuler SSR telah dibuat matriks biner untuk digunakan dalam analisis kluster menggunakan *Unweighted-Pair Group Method with Arithmetic (UPGMA)* pada *software NTSYSpc 2.02* untuk mengetahui kelompok serta hubungan kekerabatan sepuluh bambu yang diuji. Hasil pengelompokan didasarkan kepada koefisien kesamaan Dice. Hasil pengelompokan disajikan dalam bentuk dendrogram (Gambar 2).

Tabel 5. Data alel, pita DNA, dan polimorfisme DNA bambu Arboretum Unpad

Lokus SSR	Ukuran Alel (bp)	Alel per Lokus	Jumlah Pita Polimorfik	PIC
APhe 01	143-471	15	14	0,929
APhe 10	174-695	15	15	0,933
APhe 13	124-219	8	5	0,859
APhe 28	224-278	9	8	0,880
APhe 32	83-117	10	10	0,900
APhe 98	117-455	13	13	0,923
APhe 100	140-699	11	11	0,909
APhe 141	310-355	7	4	0,840
ABa 10	143-793	10	10	0,900
ABa 20	130-893	19	17	0,943
Total	83-893	117	108	

Keterangan: bp: base pair (pasang basa); APhe: Primer yang dirancang dari *P. edulis* di Cina (Jiang et al. 2013); ABa: Primer yang dirancang dari *B. arundinacea* di India (Nayak and Rout 2005).



Gambar 2. Dendrogram tingkat kesamaan genetik berdasarkan koefisien kesamaan. Keterangan: NJ: *B. glaucophylla*; HK: *B. vulgaris* var. *striata*; HJ: *B. vulgaris* var. *vulgaris*; BS: *Bambusa* sp.; TL: *G. apus*; SR: *G. pseudoarundinacea*; HD: *G. atroviolacea*; KS: *G. atter*; PB: *P. bambusoides*; TM: *S. iraten*

Berdasarkan tingkat kesamaan genetik, bambu Arboretum Universitas Padjadjaran dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Kelompok I terdiri dari *S. iraten* (TM). Kelompok II terdiri dari *B. vulgaris* var. *striata* (HK), *B. glaucophylla* (NJ), *G. pseudoarundinacea* (SR), dan *G. apus* (TL). Kelompok III terdiri dari *Bambusa* sp. (BS), *P. bambusoides* (PB), *G. atroviolacea* (HD), *B. vulgaris* var. *vulgaris* (HJ), dan *G. atter* (KS). Hasil dendrogram menunjukkan bahwa bambu uji belum dapat dikelompokkan berdasarkan marga atau jenis, melainkan dikelompokkan berdasarkan *subtribe*. Berdasarkan Ohrnberger (1999), *Tribe* Bambuseae memiliki sepuluh *subtribe*. *Subtribe* yang mengelompokkan marga-marga yang diujikan pada penelitian ini terdapat tiga *subtribe*, yaitu Bambusinae, Melocanninae, dan Shibataeinae. *Subtribe* Bambusinae terdiri atas marga *Bambusa* dan *Gigantochloa*. *Subtribe* Melocanninae terdiri dari marga

Schizostachyum. *Subtribe* Shibataeinae terdiri dari marga *Phyllostachys*.

Hasil penelitian ini mendukung pengelompokkan *Tribe* Bambuseae menjadi tiga *subtribe* yang berisi marga-marga yang bersesuaian. *Subtribe* Melocanninae yang berisi jenis *S. iraten* dari marga *Schizostachyum* telah terpisah sendiri pada kelompok I. Menurut Liese and Kohl (2015), secara morfologi *subtribe* ini memiliki ciri khas, yaitu memiliki ruas yang sangat panjang. Panjang ruas ini merupakan fenotip yang merupakan hasil ekspresi dari faktor genetik. Kelompok II dan III terlihat adanya kemiripan. Kedua kelompok ini sama-sama terdiri dari kombinasi marga *Bambusa* dan *Gigantochloa* dimana keduanya tergabung dalam *subtribe* yang sama, yaitu Bambusinae. Menurut Liese and Kohl (2015), secara morfologi *subtribe* ini memiliki ciri khas, yaitu rimpangnya berleher pendek, buluh berongga atau padat, dan ruasnya memiliki panjang

Tabel 6. Nilai koefisien kesamaan genetik

	NJ	HK	HJ	BS	TL	SR	HD	KS	PB	TM
NJ	1,000									
HK	0,077	1,000								
HJ	0,000	0,000	1,000							
BS	0,000	0,000	0,000	1,000						
TL	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000					
SR	0,083	0,077	0,077	0,000	0,000	1,000				
HD	0,000	0,074	0,000	0,074	0,000	0,000	1,000			
KS	0,000	0,000	0,077	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000		
PB	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000	1,000	
TM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Keterangan: NJ: *B. glaucophylla*; HK: *B. vulgaris* var. *striata*; HJ: *B. vulgaris* var. *vulgaris*, BS: *Bambusa* sp.; TL: *G. apus*; SR: *G. pseudoarundinacea*; HD: *G. atroviolacea*; KS: *G. atter*; PB: *P. bambusoides*; TM: *S. iraten*

yang hampir sama. Perbedaan antara kelompok II dan III terletak pada keberadaan marga *Phyllostachys* di kelompok III. *Phyllostachys* yang merupakan anggota *Subtribe* Shibataeinae, bergabung di kelompok III bersama beberapa jenis dari marga *Bambusa* dan *Gigantochloa* yang tergabung dalam *Subtribe* Bambusinae. Fenomena tersebut dapat terjadi karena kemungkinan kesepuluh primer yang digunakan belum dapat membedakan ketiga *subtribe* secara tepat, melainkan hanya dapat memisahkan dua *subtribe* (Melocanninae dan Bambusinae) dan satu *subtribe* masih tergabung bersama *Subtribe* Bambusinae. Penambahan jumlah primer diperlukan untuk dapat memisahkan *Subtribe* Bambusinae dan *Subtribe* Shibataeinae, bahkan membedakan hingga ke tingkat marga dan jenis. Reflinur dan Lestari (2015) mengemukakan bahwa semakin banyak marka DNA polimorfis yang mencakup semua lokasi genom suatu individu, semakin besar peluang mendapatkan peta genetik yang lebih lengkap dan akurat.

Tabel 6. menunjukkan nilai-nilai koefisien kesamaan genetik berdasarkan nilai koefisien kesamaan Dice antar bahan uji. Unit yang dijadikan patokan dalam menentukan koefisien kesamaan Dice pada penelitian keragaman genetik adalah kepemilikan alel. Nilai koefisien Dice yang didapatkan pada penelitian ini adalah berkisar dari 0-0,083. Hal ini menunjukkan bahwa bambu-bambu Arboretum Universitas Padjadjaran memiliki kesamaan hingga 8,3% yang artinya memiliki keragaman hingga 91,7%. Kekerabatan terjauh terjadi antara *S. iraten* (TM) dengan sembilan bahan uji lainnya, yaitu sebesar 0. Hal ini ditunjukkan elektroforegram hasil amplifikasi seluruh lokus bahwa tidak ada alel yang berukuran sama yang terdapat pada *S. iraten* (TM) dan kesembilan bahan uji lainnya. Kekerabatan terdekat terjadi pada *G. pseudoarundinacea* (SR) dengan *B. glaucophylla* (NJ) sebesar 0,083. Hal tersebut terjadi karena terdapat alel berukuran sama yang ditemukan pada kedua jenis bambu tersebut, yaitu 500 bp pada lokus ABa 20. Nilai koefisien kesamaan dengan rentang 0-0,083 menunjukkan bambu-bambu Arboretum Universitas Padjadjaran memiliki kesamaan genetik yang rendah, sehingga dapat dikatakan memiliki tingkat keragaman genetik yang tinggi. Menurut McDonald dan McDermott (1993), struktur genetik dari

suatu populasi dipengaruhi pula oleh beberapa faktor seperti besarnya populasi, cara reproduksi, individu yang diteliti, aliran gen, dan seleksi alam.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penanda yang dirancang oleh Jiang et al. (2013) dari *P. edulis* dan primer yang dirancang Nayak and Rout (2005) dari *B. arundinacea* dapat diaplikasikan pada bambu Arboretum Universitas Padjadjaran untuk mengetahui tingkat keragaman genetik pada bambu-bambu tersebut. Fiani (2015) mengatakan bahwa informasi keragaman genetik suatu jenis penting untuk mendukung program konservasi maupun program pemuliaan. Pengkajian keragaman genetik antar individu atau antar populasi merupakan aspek penting dalam upaya pelestarian dan pemanfaatan sumber daya genetik tanaman. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat sepuluh jenis bambu yang ada di Arboretum Universitas Padjadjaran yang dapat diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi. Bambu Arboretum Universitas Padjadjaran memiliki tingkat keragaman genetik yang tinggi berdasarkan nilai koefisien kesamaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti berterima kasih kepada semua pihak yang membantu pengerjaan penelitian ini, terutama masyarakat yang berada di sekitar Arboretum Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dan Universitas Padjadjaran melalui *Academic Leadership Grant* (ALG).

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal I, Arimbi N, Primasanti N, Sawitri W, Kusumawardhani D, Soraya D. 2011. Bambu untuk Rumah Modern. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. [Indonesia]
- Annisa, Chen S, Cowling WA. 2013. Global genetic diversity in oilseed *Brassica rapa*. *Crop Pasture Sci* 64: 993-1007.
- Bao L, Chen K, Zhang D, Cao Y, Yamamoto T, Teng Y. 2007. Genetic diversity and similarity of pear (*Pyrus L.*) cultivars native to East Asia revealed by SSR (simple sequence repeats) markers. *Genet Resour Crop Ev* 54: 959-971.

- Chase MW, Hills HH. 1991. Silica gel: an ideal material for field preservation of leaf samples for DNA studies. *Taxon* 40: 215-220.
- Dice LR. 1945. Measure of the amount of Ecologic Association Between Species. *Ecological Society of America* 26: 297-302.
- Dransfield S, Widjaja EA. 1995. *Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) 7: Bamboos*. Prosea Network Office, Wageningen.
- Eevera T, Rajandran K, Saradha S, Lashmi A. 2008. Analysis of genetic variation in selected bamboo species using RAPD. *Tree For Sci Biotech* 2: 54-56.
- Fiani A. 2015. Review: Strategy for genetic resources conservation of sugar palm (*Arenga pinnata*). *Proceeding of National Seminar of Society for Indonesian Biodiversity*. 1: 687-690. [Indonesian]
- Grover A, Sharma PC. 2014. Development and use of molecular markers: past and present. *Crit Rev Biotechnol* 36: 1-13.
- Irawan B, Rahayuningsih SR, Kusmoro J. 2006. *Keanekaragaman Jenis Bambu di Kabupaten Sumedang Jawa Barat*. Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Jakarta. [Indonesian]
- Jiang W-X, Zhang W-J, Ding Y-L. 2013. Development of polymorphic microsatellite markers for *Phyllostachys edulis* (Poaceae), an important bamboo species in China. *Appl Plant Sci* 1: 1-3.
- Lee PY, Costumbrado J, Hsu CY, Kim YH. 2012. Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments. *J Vis Exp* 62: 3-5.
- Li C-Y, Chiang T-Y, Chiang Y-C, Hsu H-M, Ge X-J, Huang J-J, Chen C-T, Hung K-H. 2015. Cross-species, amplifiable EST-SSR markers for *Amentotaxus* species obtained by next-generation sequencing. *Molecules* 21: 1-11.
- Liese W, Kohl M. 2015. *Bamboo: The Plant and Its Uses*. Springer, Hamburg.
- McDonald BA, McDermott JM. 1993. Population genetic of plant pathogenic fungi, electrophoretic markers give unprecedented precision to analysis of genetic structure of population. *Biol Sci* 43: 311-319.
- Musyoki MA, Kioko WF, Mathew NP, Muriira KG, Wavinya ND, Felix M, Chemtai LR, Mwenda, NS, Kiambi MJ, Ngithi NL. 2015. Genetic diversity studies on selected rice (*Oryza sativa* L.) genotypes based on amylose content and gelatinization temperature. *Advances in Crop Science and Technology* 3: 193. doi:10.4172/2329-8863.1000193
- Nayak S, Rout GR. 2005. Isolation and characterization of microsatellites in *Bambusa arundinacea* and cross species amplification in other bamboos. *Plant Breed* 124: 599-602.
- Ohrnberger D. 1999. *The Bamboos of The World*. Elsevier, Amsterdam.
- Oliveira GAF, Padua JG, Costa JL, Jesus OND, Carvalho FMD, Oliveira EJD. 2013. Cross-species amplification of microsatellite loci developed from *Passiflora edulis* Sims. in related *Passiflora* species. *Braz Arch Biol Technol* 56: 785-792.
- Pancoro A, Septiyani TA, Indriyani NLP, Santoso PJ. 2016. Analisis progen F1 hasil persilangan intra dan inter-spesies durian (*Durio* sp.) menggunakan marka SSR. *Jurnal Hortikultura* 26: 171-180.
- Rai IN, Wijana G, Semarang CGA. 2008. Identifikasi variabilitas genetik wani Bali (*Mangifera caesia* Jack.) dengan analisis penanda RAPD. *Jurnal Hortikultura* 18: 125-134. [Indonesian]
- Rao VR, Hodgkin T. 2002. Genetic diversity and conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Cell Tiss Org* 68: 1-19.
- Reflinur, Lestari P. 2015. Penentuan lokus gen dalam kromosom tanaman dengan bantuan marka DNA. *Jurnal Litbang Pertanian* 34: 177-186. [Indonesian]
- Smith JSC, Chin ECL, Shu H, Smith OS, Wall SJ, Senior ML, Mitchell SE, Kresovich S, Ziegler J. 1997. An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.): comparisons with data from RFLPS and pedigree. *Theor Appl Genet* 95: 163-173.
- Sugiantari NLPR, Junitha IK, Kriswiyanti E. 2015. Analisa keragaman genetik kelapa rangda (*Cocos nucifera* L.) di Bali berdasarkan penanda DNA SSR. *Jurnal Simbiosis* 3: 334-337.
- Thomas B, Murray BG, Murphy DJ. 2016. *Encyclopedia of Applied Plant Sciences*. Academic Press, Oxford.
- Vijay WN, Uttamkumar BS. 2013. Random amplified polymorphic DNA based genetic characterization of four important species of Bamboo, found in Raigad district, Maharashtra State, India. *Afr J Biotechnol* 12: 4446-4452.
- Widjaja EA. 2001. *Identikit Jenis-Jenis Bambu di Jawa*. Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor. [Indonesian]
- Wijayanto T, Boer D, Ente L.. 2013. Hubungan kekerabatan aksesi pisang kapok (*Musa paradisiaca* Formatypica) di Kabupaten Muna berdasarkan karakter morfologi dan penanda RAPD. *Jurnal Agroteknos* 3: 163-169. [Indonesian]
- Yeasmin L.; Ali MN, Gantait S, Chakraborty S. 2015. Bamboo: an overview on its genetic diversity and characterization. *3 Biotech* 5: 1-11.
- Zargar SM, Farhat S, Mahajan R, Bhakhri A, Sharma A. 2016. Unraveling the efficiency of RAPD and SSR markers in diversity analysis and population structure estimation in common bean. *Saudi J Biol Sci* 23: 139-149.

Perlakuan jenis tanaman dan media tanam pada lahan pasca tambang galian C di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur

Trial of plant species with the treatment of planting media on post C quarry land in KHDTK Labanan, Berau District, East Kalimantan

RINA W. CAHYANI[✉], ASEF K. HARDJANA

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa. Jl. A.W. Syahrani No. 68 Sempaja, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia.
Tel./Fax. +62-541-206364, *email: rinaw.b2pd@gmail.com

Manuskrip diterima: 25 Agustus 2017. Revisi disetujui: 22 September 2017.

Abstrak. Cahyani RW, Hardjana AK. 2017. Perlakuan jenis tanaman dan media tanam pada lahan pasca tambang galian C di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 361-367*. Meningkatnya kebutuhan material bangunan terutama batu kapur mendorong meningkatnya kegiatan penambangan terhadap batu tersebut. Kondisi ini telah terjadi di sekitar Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Labanan, dimana kegiatan penambangan rakyat ini semakin meluas dan meninggalkan lahan pasca tambang yang tidak terpola kondisi lahannya, berbatu dan kering. Kegiatan penambangan batu kapur ini termasuk dalam kategori tambang galian C yang dilakukan dengan sistem penambangan terbuka baik dengan alat sederhana maupun menggunakan alat berat. Dampak dari penambangan ini adalah perubahan sifat fisik maupun kimia tanah diantaranya peningkatan bulk densitas dan kelembaban tanah serta penurunan permeabilitas dan kesuburan tanah. Perlu dilakukan rehabilitasi untuk memperbaiki kondisi lahan tersebut, salah satunya adalah dengan penanaman jenis tanaman yang cocok terhadap kondisi ekstrim tersebut dan juga dilakukan perlakuan terhadap lubang tanam dalam rangka memperbaiki kondisi tanah di sekitar tanaman tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi awal dari persentase hidup dan pertumbuhan tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang galian C di KHDTK Labanan. Berdasarkan hasil pengukuran kedua yang berjarak 10 bulan dengan pengukuran pertama, maka didapatkan informasi persentase hidup tanaman tertinggi terdapat pada jenis laban (*Vitex sp.*) sebesar 91,67%, kemudian sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan yang terendah Johar (*Cassia siamea*) sebesar 56%. Riap tinggi dan diameter tanaman tertinggi terdapat pada jenis sengon, yaitu sebesar 223,84 cm untuk riap tinggi dan 2,79 cm untuk riap diameter, untuk jenis laban berada di urutan kedua dan johor yang terendah. Pemberian varian komposisi pupuk organik dan anorganik tidak memberikan pengaruh nyata terhadap variasi pertumbuhan masing-masing jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang galian C, kemungkinan besar faktor yang berperan besar adalah kondisi tempat tumbuh seperti curah hujan, temperatur dan kandungan unsur hara alami yang ada di dalam tanah.

Kata kunci: Batu kapur, galian C, KHDTK Labanan, pasca tambang, pertumbuhan tanaman

Abstract. Cahyani RW, Hardjana AK. 2017. Trial of plant species with the treatment of planting media on post C quarry land in KHDTK Labanan, Berau District, East Kalimantan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 361-367*. The increasing demand for building materials especially limestone encourages increased mining activities against the stone. This condition has occurred around KHDTK Labanan, where the people's mining activities are widening and leaving the post-mining land that is not patterned by the condition of the land, rocky and dry. This limestone mining activity is included in the category of C quarry mining carried out with open pit mining system either with simple equipment or heavy equipment. The impact of this mining is the change in physical and chemical properties of the soil including increased bulk density and soil moisture and decreased permeability and soil fertility. Rehabilitation needs to be done to improve the condition of the land, one of which is by planting the appropriate plant species against these extreme conditions and also done the treatment of planting holes in order to improve the soil conditions around the plant. The purpose of this study was to find out the initial information of the percentage of plant life and growth that was planted on post-mining land C in KHDTK Labanan. Based on the result of the second measurement which is 10 months with the first measurement, the highest percentage of plant life is found in laban (*Vitex sp.*) 91.67%, then sengon (*Paraserianthes falcataria*), and the lowest of Johar (*Cassia siamea*) equal to 56%. High ropes and high plant diameter are found in the type of sengon, which is 223.84 cm for high radar and 2.79 cm for diameter ratios, for the laban type being the second and the lowest johor. Giving variant composition of organic and inorganic fertilizers did not give a real effect on the growth variation of each type of plant that is planted in the post C quarry mining area, most likely the factors that play a major role is the growing places such as rainfall, temperature and natural nutrient content that exists in the ground.

Keywords: C extract, KHDTK Labanan, limestone, post mining, plant growth

PENDAHULUAN

Semakin majunya kemampuan manusia dalam mengelola alam untuk memenuhi kebutuhan hidupnya,

membuat semakin banyak sumber daya alam yang tereksplorasi dan menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan bila dilakukan secara berlebihan. Salah satu contoh adalah kondisi penambangan batu kapur yang

terjadi di sekitar KHDTK Labanan, diindikasikan dengan peningkatan kegiatan penambangan batu kapur yang terjadi di kawasan tersebut. Kegiatan penambangan batu kapur dilakukan dengan sistem penambangan terbuka baik dengan alat sederhana maupun menggunakan alat berat. Aktivitas ini menyebabkan lahan mengalami kerusakan baik dari segi kondisi fisik maupun kimia tanah. Dampak negatif penambangan bahan galian c antara lain adalah lapisan tanah menjadi bercampur dengan batuan, terjadi peningkatan *bulk density* (pemadatan) dan kelembaban tanah, serta penurunan permeabilitas dan kesuburan tanah (Cahyani et al. 2016). Hal ini diperparah lagi dengan kebiasaan penambang yang meninggalkan lahan bekas tambang tersebut setelah cadangannya habis tanpa melakukan kegiatan reklamasi. Jika hal ini tidak diimbangi dengan upaya untuk merehabilitasi ekosistem pada lahan pasca tambang tersebut, dikhawatirkan akan menyebabkan penurunan mutu lingkungan, berupa kerusakan ekosistem yang selanjutnya mengancam dan membahayakan kelangsungan hidup manusia itu sendiri.

Upaya rehabilitasi lahan bekas tambang galian C di sekitar KHDTK Labanan perlu dilakukan, karena kegiatan penambangan bahan galian yang mengakibatkan hilangnya eksistensi hutan beserta seluruh fungsi ekologi dan hidrologinya. Kegiatan rehabilitasi ini menjadi sangat penting dalam rangka mengembalikan fungsi ekosistem hutan yang telah terfragmentasi, sehingga secara tidak langsung juga dapat membantu alam mempercepat perbaikan dirinya melalui proses suksesi.

Kegiatan rehabilitasi pada lahan bekas tambang batu kapur dilakukan dengan cara memperbaiki kondisi lahan terlebih dahulu melalui penanaman jenis lokal maupun eksotis yang memiliki pertumbuhan yang cepat untuk menutup tanah dan mengurangi erosi, sehingga secara perlahan dapat memperbaiki kesuburan tanah. Pemilihan jenis tanaman yaitu jenis Sengon (*Paraserianthes falcataria*), Laban (*Vitex sp.*) dan Johar (*Cassia siamea*) mengacu pada referensi di lahan bekas pertambangan batubara umumnya ditanami lima jenis pohon cepat tumbuh, seperti johar, sengon, sengon buto, laban, dan ketapang (Mukhtar dan Heriyanto 2012). Penambahan unsur-unsur nutrisi dalam tanah seperti pupuk organik maupun anorganik juga perlu dilakukan untuk menambahkan unsur makro yang diperlukan oleh tanaman untuk menunjang kehidupannya sekaligus memperbaiki struktur tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi awal dari persentase hidup dan pertumbuhan tanaman yang ditanam pada lahan ekstrim di bekas tambang batu kapur yang berada di sekitar KHDTK Labanan.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Lokasi kegiatan penelitian dilaksanakan pada kawasan pertambangan batu kapur yang dikelola oleh masyarakat lokal maupun pendatang yang berada di dalam kawasan hutan KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian dilaksanakan pada kurun

waktu bulan November 2015 sampai dengan bulan Oktober 2016.

Bahan dan alat

Bahan yang diperlukan dalam kegiatan penelitian meliputi tanaman jenis sengon (*Paraserianthes falcataria*), laban (*Vitex sp.*) dan johar (*Cassia siamea*) untuk diukur pertumbuhannya, kemudian pupuk tanaman, yang terdiri dari kompos kotoran ayam, kambing dan sapi, NPK dan ZA. Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi kaliper dan meteran adalah alat yang digunakan untuk mengukur diameter dan tinggi tanaman, cangkul dan linggis digunakan untuk membuat lubang tanam dan penggemburan tanah di sekitar tanaman.

Cara kerja

Uji coba jenis tanaman dilakukan pada plot penelitian yang berada pada lahan bekas tambang batu kapur dengan prosedur sebagai berikut: (i) Penanaman tanaman dimulai dengan pembuatan jalur tanam sebanyak 12 jalur dengan jarak tanam 4 x 4 meter dengan panjang masing-masing jalur adalah 100 m, dan jarak antara jalur 4 meter. (ii) Setiap jalur tanam diberikan perlakuan yang berbeda, dimana setiap 4 jalur berselang dilakukan perlakuan yang sama seperti pada 4 jalur sebelumnya, adapun tiap jalur untuk setiap jenis tanaman terdiri dari kombinasi pupuk sebagai berikut: Jalur 1/jenis tanaman (P1): kombinasi pupuk kompos kotoran ayam, pupuk NPK dan pupuk ZA; Jalur 2/jenis tanaman (P2): kombinasi pupuk kompos kotoran kambing pupuk NPK dan pupuk ZA; Jalur 3/jenis tanaman (P3): kombinasi pupuk kompos kotoran sapi, pupuk NPK dan pupuk ZA; Jalur 4/jenis tanaman (P): pupuk NPK dan pupuk ZA. (iii) Pembuatan lubang tanam berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm kemudian diisi dengan perlakuan kombinasi pupuk dan ditutup dengan tanah sampai penuh. (iv) Pembuatan jalur tanam sifatnya fleksibel (dapat dibelokkan jika terbentur batu atau kolam/genangan air). (v) Pemasangan ajir sebagai penanda jarak tanam pada jalur tanam dengan jarak 4 m pada setiap jalurnya.

Analisis data

Pengambilan data persentase hidup, tinggi dan diameter tanaman dilakukan pada tiap jalur untuk tiap jenis tanaman dengan jarak waktu dari pengukuran pertama dan kedua adalah 10 bulan. Pengambilan data persentase hidup tanaman dilakukan dengan menghitung jumlah tanaman yang hidup untuk masing-masing jenis tanaman yang telah ditanam. Nilai persentase hidup tanaman diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Persentase hidup (\%)} = \frac{\text{Jumlah tanaman hidup}}{\text{Jumlah tanaman keseluruhan}} \times 10$$

Data pertumbuhan tanaman meliputi tinggi dan diameter tanaman diambil dari tanaman yang hidup pada setiap jalur tanam. Data tinggi diambil dengan menggunakan meteran kayu sedangkan data diameter diambil menggunakan kaliper pada bagian batang yang berjarak 5-10 cm dari permukaan tanah, berdasarkan kondisi terkini batang. Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman diukur dengan menentukan riap tinggi (cm) dan

riap diameter (cm), yaitu selisih tinggi maupun diameter pada pengukuran awal dengan tinggi maupun diameter pada pengukuran terakhir.

Data pertumbuhan tanaman yang dikumpulkan kemudian dilakukan analisis statistik dengan menggunakan analisis keragaman atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada software SPSS 17 menggunakan uji F taraf 5% dan jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

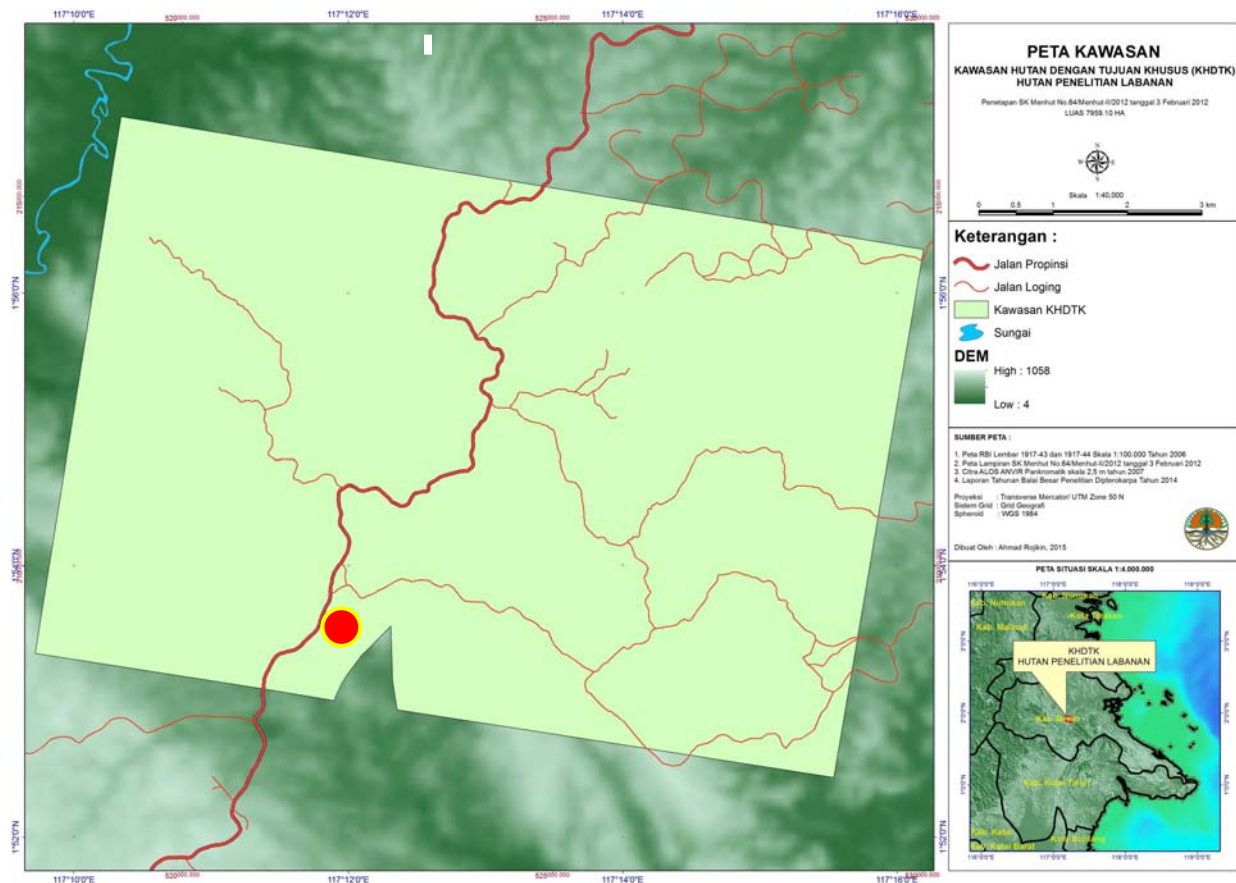
Persentase hidup tanaman

Dari hasil pengamatan maupun pengukuran kedua dengan jarak 10 bulan setelah pengukuran pertama diketahui bahwa persentase hidup tanaman rata-rata dari ketiga jenis tanaman yang ditanam pada lahan bekas tambang batu kapur, dimulai dari jenis laban yang memiliki persen hidup tertinggi sebesar 87,92% diikuti oleh sengon sebesar 76,38% dan johar 62,63% yang memiliki persen hidup terendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mukhtar dan Heriyanto (2012) yang menyebutkan bahwa laban mempunyai kemampuan hidup yang tinggi di daerah kritis sebagai contoh di lahan pasca tambang.

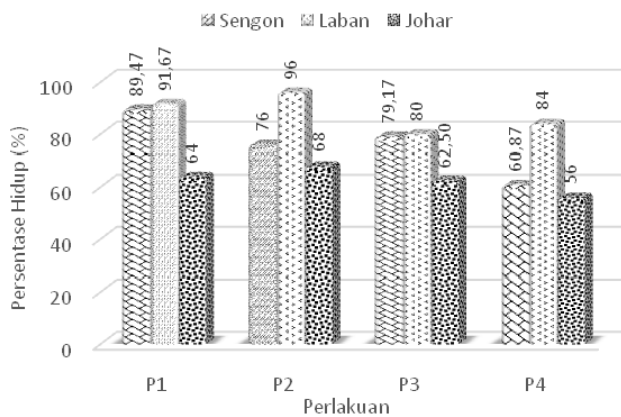
Laban memiliki persentase hidup tertinggi dari ketiga jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur di KHDTK Labanan, walaupun secara umum persen

hidup dari ketiga jenis tersebut bervariasi mulai dari 56-96%, seperti disajikan pada Gambar 2. Kematian tanaman umumnya disebabkan oleh stress pada tanaman akibat dari perubahan kondisi lingkungan tempat tumbuh dari lingkungan persemaian menjadi kondisi areal bekas tambang batu kapur yang ekstrim, selain itu aliran dan genangan air pada waktu musim hujan juga menjadi penyebab kematian dari tanaman tersebut. Jenis tanaman yang memiliki persentase hidup > 90% pada lingkungan yang ekstrim dianggap telah dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan tersebut (Adman 2013).

Secara umum ketiga jenis tanaman menunjukkan persentase hidup di atas 50%, namun hal ini masih jauh lebih rendah dari persentase hidup tanaman sejenis yang ditanam di lahan pasca tambang batubara ataupun lahan kering tanpa aktivitas penambangan di atasnya. Menurut Adman (2013) dalam penelitiannya menunjukkan hasil bahwa tanaman laban dapat bertahan hidup hingga 100% selama 10 bulan pada lahan pasca tambang batubara di PT Singlurus Pratama, Kabupaten Kutai Kartanegara. Sementara itu, hasil penelitian Hadiyan (2010) menyebutkan hasil analisis data uji keturunan sengon umur 4 bulan di KHDTK Cikampek memiliki persentase hidup rata-rata mencapai 86,83%. Selanjutnya Hendrati dan Hidayati (2014) menyebutkan bahwa persentase hidup tanaman johar umur 22 bulan sebesar 80% yang ditanam di lahan tandus Gunung Kidul, Yogyakarta.



Gambar 1. Lokasi penelitian (●) di kawasan hutan KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur



Gambar 2. Persentase hidup 3 jenis tanaman pada lahan bekas tambang batu kapur

Pertumbuhan tanaman

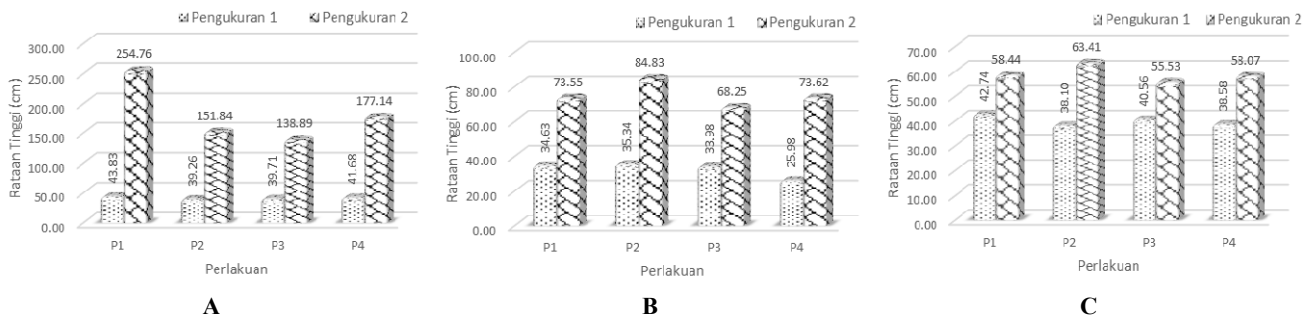
Data pertumbuhan tinggi dan diameter rata-rata tanaman sengon, laban dan johar dari pengukuran pertama dan sesudah pengukuran kedua dengan empat perlakuan dosis pupuk tersaji pada Gambar 3 dan 4.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa rerata tinggi untuk 3 jenis tanaman yang diberi perlakuan pupuk yang sama terdapat perbedaan pertumbuhannya, khususnya pada sengon dengan rerata tinggi yang lebih besar dari 2 jenis lainnya, yaitu laban dan johar. Pada sengon tinggi rata-rata terbesar adalah 254,76 cm merupakan perlakuan tanaman yang diberikan kombinasi pupuk kompos kotoran ayam, pupuk NPK dan pupuk ZA (P1), sedangkan tanaman laban tinggi rata-rata terbesar 84,83 cm dan johar sebesar 63,41 cm merupakan perlakuan tanaman yang diberikan

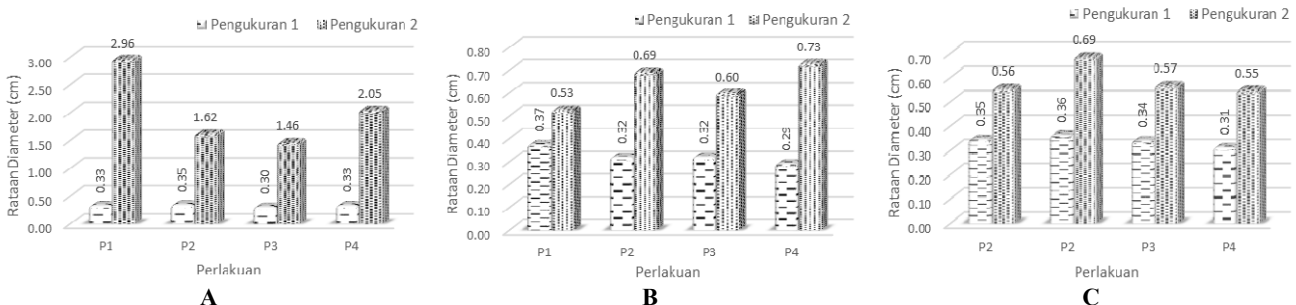
kombinasi pupuk kompos kotoran kambing pupuk NPK dan pupuk ZA (P2).

Pada Gambar 4 menunjukkan rerata diameter terbesar masih didominasi oleh sengon dengan diameter rata-rata sebesar 2,96 cm pada tanaman yang diberikan kombinasi pupuk kompos kotoran ayam, pupuk NPK dan pupuk ZA (P1). Kemudian diikuti oleh laban yang memiliki diameter rata-rata terbesar adalah 0,73 cm pada perlakuan kombinasi pupuk NPK dan pupuk ZA (P4). Dan yang terendah diameter rata-ratanya adalah johar, yaitu 0,69 cm dengan perlakuan kombinasi pupuk kompos kotoran kambing pupuk NPK dan pupuk ZA (P2).

Hasil rataan tinggi dengan perlakuan P1 ini lebih baik dari hasil penelitian Sudomo dan Mile (2007) yang menggunakan dosis pupuk kandang untuk pertumbuhan sengon pada umur 9 bulan, dengan rataan tinggi sebesar 253 cm, namun pada hasil rataan diameter menunjukkan hasil yang lebih besar, yaitu 3,46 cm dari hasil penelitian ini. Adman (2013) menyebutkan hasil penelitian pertumbuhan laban umur 10 bulan pada lahan pasca tambang, memiliki rataan tinggi sebesar 100,69 cm dan rataan diameter sebesar 1,90 cm, hasil tersebut lebih besar dari pertumbuhan laban yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur. Sebagai pembandingan terkait pertumbuhan johar yang ditanam pada lahan ekstrim bekas tambang batu kapur yang tergolong rendah dari kedua jenis lainnya, maka Hendrati dan Hidayati (2014) menyebutkan bahwa pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman johar umur 22 bulan yang ditanam di lahan tandus Gunung Kidul, Yogyakarta, menunjukkan pertumbuhan yang lebih besar, yaitu sebesar 223,1 cm untuk tinggi dan 2,5 cm untuk diameter.



Gambar 3. Rataan tinggi 3 jenis tanaman pada lahan bekas tambang batu kapur. A. Sengon, B. Laban, C. Johar



Gambar 4. Rataan diameter 3 jenis tanaman pada lahan bekas tambang batu kapur

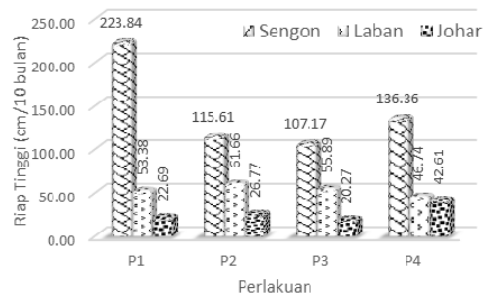
Setelah dilakukan pembahasan terkait rataan pertumbuhan ketiga jenis tanaman tersebut, kemudian dihitung riapnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pertumbuhan baik tinggi maupun diameternya dari pengukuran awal hingga pengukuran terakhir, yang dipisahkan berdasarkan empat perlakuan dosis pupuk seperti yang tersaji pada Gambar 5 dan 6.

Berdasarkan penghitungan riap tinggi dan riap diameter masing-masing jenis tanaman dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 bahwa riap tinggi dan riap diameter tanaman sengon lebih tinggi dibandingkan jenis tanaman yang lain. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyebutkan bahwa sengon merupakan jenis tanaman *fast growing* atau cepat tumbuh (Krisnawati et al. 2011) dan dapat beradaptasi pada berbagai keadaan lingkungan serta dapat memperbaiki kondisi tanah (Heyne 1987; Sudomo 2007b). Pertumbuhan sengon dapat cukup baik walaupun di kondisi tanah yang secara umum kurang subur bahkan tandus dari jenis tanaman lainnya, hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kesesuiannya kondisi iklim lokasi penelitian dengan syarat tumbuh sengon, seperti curah hujan rata-rata tahunan, temperature, dan ketinggian tempat tumbuh pada lokasi penelitian (Sudomo 2007a).

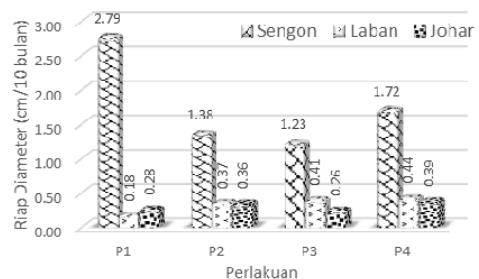
Walaupun kondisi pertumbuhan ketiga jenis tanaman tersebut lebih rendah dari hasil penelitian lainnya, namun dapat dikategorikan suatu keberhasilan dalam melakukan rehabilitasi pada lahan pasca tambang batu kapur yang tergolong bahan tambang galian C. Dimana dalam pengelolaan pasca tambangnya tidak dilakukannya penataan lahan atau reklamasi oleh si penambang, sehingga menjadikan lahan tersebut tandus dan kering. Untuk itu dalam uji coba jenis tanaman ini dilakukan pemberian pupuk organik yang dikombinasikan dengan pupuk non organik. Menurut Anonim (1990) dalam Safuan (2002) menyebutkan bahwa pemberian pupuk organik tidak hanya menambah unsur hara tanaman, tetapi juga memperbaiki aerasi, mempermudah penetrasi akar dan memperbaiki menciptakan kapasitas menahan air dan bahan organik lainnya, sehingga dapat mengkondisi yang sesuai untuk tanaman. Selain itu pupuk dari bahan organik maupun non organik dapat juga meningkatkan pH, KTK, serapan hara dan menurunkan Al-dd, sehingga membuat struktur tanah menjadi remah (Sudomo dan Mile 2007). Dengan adanya pemberian kombinasi pupuk ini menunjukkan hasil pertumbuhan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada pertumbuhan tinggi dan diameter antara pengukuran pertama dan pengukuran kedua.

Pembahasan statistik

Pengaruh dari 4 perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik yang dicobakan pada 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur terhadap pertumbuhan tinggi maupun diameternya dapat diketahui dari analisis varians (ANOVA) yang disajikan pada Tabel 1 dan 2.



Gambar 5. Riap tinggi 3 jenis tanaman yang ditanam di lahan pasca tambang batu kapur



Gambar 6. Riap diameter 3 jenis tanaman yang ditanam di lahan pasca tambang batu kapur

Tabel 1. Analisis varians (ANOVA) pengaruh perlakuan kombinasi pupuk dengan pertumbuhan tinggi dari 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	Uji F hitung	F tabel
Perlakuan pupuk	39122.810	3	13040.937	1.519 _{ns}	0.210
Galat	2541675.227	296	8586.741		
Total	2580798.037	299			

Keterangan: ns adalah tidak berbeda nyata pada taraf uji F 5%

Tabel 2. Analisis varians (ANOVA) pengaruh perlakuan kombinasi pupuk dengan pertumbuhan diameter dari 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat bebas	Kuadrat tengah	Uji F hitung	F tabel
Perlakuan pupuk	3.919	3	1.306	1.071 _{ns}	0.362
Galat	361.194	296	1.220		
Total	365.113	299			

Keterangan: ns adalah tidak berbeda nyata pada taraf uji F 5%

Merujuk pada Tabel 1 dan 2 menunjukkan hasil analisis varians (ANOVA) dari pengaruh perlakuan kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur adalah tidak berbeda nyata pada taraf uji F 5%. Dengan begitu hasil ini memberikan informasi awal bahwa perlakuan kombinasi pupuk tersebut tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi maupun diameter dari tanaman sengon, laban dan johar.

Menurut Suriadikarta dan Simanungkalit (2006) menyebutkan bahwa pemupukan dengan pupuk organik tidak difokuskan pada penyediaan hara tanah yang dapat diserap oleh tanaman, melainkan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga memudahkan tanaman dalam menyerap hara yang tersedia di tanah. Ketika hara yang tersedia di tanah sangat kecil dan tidak diikuti dengan pola pengelolaan lahan yang intensif, maka input hara yang diterima tanaman akan sangat rendah dan tidak berpengaruh banyak terhadap pertumbuhan tanaman tersebut. Sejalan dengan hal tersebut, Badrunasar (2012) menyatakan bahwa dibalik keunggulannya terdapat beberapa kelemahan pupuk kompos (organik) yakni unsur hara yang terkandung sangat kecil, meningkatkan biaya angkut karena kebutuhan yang sangat banyak, dan cenderung membutuhkan biaya investasi yang tinggi dalam pemeliharaan tanaman. Sehingga dengan pengolahan lahan yang intensif, seperti pola agroforestry maupun pola Hutan Tanaman Industri (HTI), kemudian dibarengi dengan perlakuan pemupukan dengan pupuk organik dan anorganik, seperti NPK berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jabon (Abdulah et al. 2013). Mansur dan Surahman (2011) menjelaskan bahwa perlakuan pupuk NPK dengan dosis 100 g menghasilkan rata-rata pertumbuhan diameter yang paling besar untuk jabon, jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pemupukan tidak berimbang antara N, NP, NK dan NPK dengan takaran tidak profesional dapat menurunkan ketersediaan hara di tanah hingga mencapai tingkat kritis (Howeler 1981; Wargiono 2003). Salah satu cara untuk meningkatkan unsur hara dan meminimalkan antagonisme antar kation tersebut adalah dengan melakukan pemupukan NPK dengan takaran berimbang yang merupakan indikator penting dalam merehabilitasi lahan pasca tambang batu kapur yang kering dan tandus dengan kadar hara yang rendah untuk Al dan Ca, sedangkan untuk P, bahan organik, pH dan K adalah sangat rendah. Pemupukan NPK terus menerus dan tidak lengkap seperti N, NP, NK, PK dan NPK dengan takaran tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman dapat juga menurunkan ketersediaan hara dalam tanah dan efeknya lebih cepat daripada tanpa pemupukan (Wargiono 1990 dalam Sudomo 2007b).

Pada kegiatan perusahaan tanaman cepat tumbuh seperti sengon di areal HTI menggunakan jenis pupuk lambat urai, hal ini dilakukan karena kondisi areal HTI yang terletak pada lahan yang terbuka sehingga berlimpah mendapatkan sinar matahari, temperatur dan curah hujan yang tinggi, serta lahan-lahan marginal yang sangat rawan terjadinya erosi permukaan (pencucian tanah lapisan atas). Jenis pupuk lambat urai yang sering digunakan seperti osmocote, SCU, precise, dekastar, dekaform dan IBNU

(Sudomo 2007b). Informasi pupuk lambat urai ini dapat menjadi rekomendasi untuk diujicobakan kembali pada 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur di sekitar KHDTK Labanan, apabila terjadi penurunan pertumbuhan pada tanaman tersebut pada periode pengamatan berikutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Laban memiliki persentase hidup tertinggi dibandingkan dengan tanaman sengon dan johar yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur di KHDTK Labanan, walaupun secara umum persen hidup dari ketiga jenis tersebut bervariasi mulai dari 56-96%. Rataan tinggi dan diameter tanaman sengon yang terbaik pertumbuhannya dibandingkan dengan tanaman laban dan johar, dan hal ini terjadi pada perlakuan tanaman yang dikombinasikan dengan perlakuan P1, sama halnya dengan tanaman johar rata-rata pertumbuhannya konsisten pada perlakuan P2, sedangkan pada tanaman laban tidak konsisten. Berdasarkan hasil perhitungan riap tinggi dan diameter dari pengukuran pertama dan pengukuran kedua yang berselang 10 bulan, riap pertumbuhan tertinggi dimiliki oleh tanaman sengon, kemudian diikuti tanaman laban dan johar. Pemberian perlakuan terhadap 3 jenis tanaman dengan kombinasi pupuk organik dan anorganik untuk pertumbuhan tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman tersebut, baik itu dimensi pertumbuhan tinggi maupun diameternya.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan bahwa untuk meningkatkan pertumbuhan baik tinggi maupun diameter baiknya dilakukan pemupukan NPK yang lebih diintensifkan dengan takaran berimbang, atau dapat pula menggunakan pupuk lambat urai untuk diujicobakan kembali pada 3 jenis tanaman yang ditanam pada lahan pasca tambang batu kapur di sekitar KHDTK Labanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulah L, Mindawati N, Kosasih AS, Darwo. 2013. Evaluasi Pertumbuhan Awal Jabon (*Neolamarckia cadamba* Roxb.) di Hutan Rakyat. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 10 (3): 119-128.
- Adman B. 2013. Revegetasi Lahan Pasca Tambang Batubara dengan Jenis-jenis Pionir Lokal Kalimantan. Swara Samboja 2 (2): 17-22.
- Badrunasar A. 2012. Teknik Pembuatan Pupuk Organik. Balai Penelitian Teknologi Agroforestry. Kementerian Kehutanan. Ciamis.
- Cahyani RW, Maharani R, Hardjana AK. 2016. Identifikasi Jenis Pohon dan Potensi Simpanan Karbon Vegetasi pada Lahan Pasca Tambang Bahan Galian Golongan C di KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. Prosiding Semnas Apik 2016. Jakarta.
- Hadiyan Y. 2010. Evaluasi pertumbuhan awal kebun benih uji keturunan sengon (*Paraserianthes falcataria*) umur 4 bulan di Cikampek, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 7 (2): 85-91.
- Hendrati RL, Hidayati N. 2014. Budidaya Johar (*Cassia seamea*) untuk Antisipasi Kondisi Kering. IPB Press, Bogor.
- Heyne T. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Howeler RH. 1981. Mineral Nutrition and Fertilization of Cassava. CIAT. Colly. Colombia.
- Krisnawati H, Varis E, Kallio M, Kanninen M. . *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen Ekologi, Silviculture dan Produktivitas. CIFOR, Bogor.

- Mansur I, Surahman. 2011. Respon tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba*) terhadap pemupukan lanjutan (NPK). *Jurnal Silvikultur Tropika* 3 (1): 71-77.
- Mukhtar AS, Heriyanto NM. 2012. Keadaan suksesi tumbuhan pada kawasan bekas tambang batu bara di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 9 (4): 341-350.
- Safuan LO. 2002. Kendala Pertanian Lahan Kering Masam Daerah Tropika dan Cara Pengelolaannya. Makalah Pengantar Sains. Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Sudomo A. 2007a. Pengaruh tanah pasir berlempung terhadap pertumbuhan sengon dan nilam pada sistem agroforestry. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 1 (2): 1-8.
- Sudomo A. 2007b. Pengaruh pemberian NPK tablet terhadap pertumbuhan awal sengon (*Paraserianthes falcataria* L. forberg). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 1 (3): 109-114.
- Sudomo A, Mile MY. 2007. Uji Lima Sumber Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. forberg) dengan Pemberian Pupuk Kandang. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 1 (3): 99-108.
- Suriadikarta DA, Simanungkalit RDM. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Dalam: Simanungkalit RDM, Suriadikarta DA, Saraswati R, Setyorini D, Hartatik W (ed). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Wargiono J. 2003. Pemupukan NPK dan Sistem Tanam Ubi Kayu pada Tanah Ultisol Lampung. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Lampung.

Perubahan kondisi fisik, fisiologis, dan biokimia benih *Michelia champaca* pada berbagai tingkat kemasakan

Changes in the physical, physiological, and biochemical conditions of *Michelia champaca* seeds at various levels of maturity

AGUS ASTHO PRAMONO*, EVAYUSVITA RUSTAM

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan . Jl. Pakuan Cihuleut PO Box 105, Bogor 16001, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8327768, *email: agusastho@gmail.com

Manuskrip diterima: 21 Agustus 2017. Revisi disetujui: 23 September 2017.

Abstrak. Pramono AA, Rustam E. 2017. Perubahan kondisi fisik, fisiologis, dan biokimia benih *Michelia champaca* pada berbagai tingkat kemasakan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 368-375*. Bambang lanang atau cempaka (*Michelia champaca*) merupakan salah satu jenis pohon unggulan sebagai penghasil kayu pertukangan di daerah Sumatera. Benih *M. champaca* sering dilaporkan sebagai benih orthodox, intermediet atau rekalsitran. Informasi tentang variasi mutu benih yang berkaitan dengan tahap perkembangan buah bambang lanang yang dicirikan dengan perubahan kandungan biokimia, mutu fisik dan fisiologis benih sangat diperlukan untuk mengetahui karakter benih, dan waktu panen buah yang tepat untuk menghasilkan kualitas benih terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan ciri fisik, fisiologis dan biokimia benih selama tahap perkembangan buah bambang lanang. Benih diekstraksi dari buah yang berasal dari tegakan di Bogor (Jawa Barat), dan Lahat (Sumatera Selatan) dengan berbagai tahap perkembangannya. Pengamatan terhadap panjang, lebar, berat, kadar air, kandungan protein, lemak, karbohidrat, dan daya berkecambah benih dilakukan terhadap empat kelompok benih. Pengelompokan didasarkan pada tahap perkembangan buah yang dicirikan oleh warna benih yaitu: (i) putih, (ii) putih kecoklatan, (iii) coklat kehitaman, dan (iv) hitam. Analisis data dilakukan dengan menggunakan ANOVA, *Principal Component Analysis*, dan korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih mencapai perkembangan fisik maksimal ketika berwarna hitam. Sejalan dengan tahap perkembangan benih, kadar air dan kandungan karbohidrat menurun, sedangkan kandungan lemak dan protein meningkat. Daya berkecambah berkorelasi dengan kadar air, kandungan protein, dan kandungan lemak. Benih telah mencapai masak fisiologis ketika benih telah berwarna hitam. Benih yang telah masak memiliki kadar air 16,7-18,8%, kandungan karbohidrat 5,1-7,0%, lemak 19,2-20,6% dan protein 9-10%, dengan daya berkecambah benih berkisar antara 28% dan 69,7%. Karakteristik biokimiawi benih dan perubahannya selama perkembangan benih mengindikasikan bahwa benih bambang lanang termasuk benih rekalsitran.

Kata kunci: Biokimia benih, bambang lanang, masak fisiologis, rekalsitran, viabilitas benih

Abstrak. Pramono AA, Rustam E. 2017. Changes in the physical, physiological, and biochemical conditions of *Michelia champaca* seeds at various levels of maturity. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 368-375*. Bambang lanang or champak (*Michelia champaca*) is one of wood carpentry tree species in Sumatera. *M. champaca* seeds are often reported as orthodox, intermediate or recalcitrant seeds. Information on seed quality variations related to the developmental stages of fruit characterized by changes in biochemical content, physical and physiological quality of seeds is necessary to determine the characteristics of seeds and the timing of fruits harvesting that produces the best quality seeds. The research aimed to study changes in physical, physiological and biochemical characteristics of seed during the seed development of bambang lanang. Seeds were extracted from fruit derived from stands in Bogor (West Java), and Lahat (South Sumatra) with various stages of development. Observations of length, width, weight, moisture content, protein content, fat, carbohydrate, and seed germination were performed on four groups of seeds. The grouping was based on the stage of fruit development that was characterized by the color of the seeds: (i) white, (ii) brownish white, (iii) blackish brown, and (iv) black. Data analysis was performed using ANOVA, Principal Component Analysis, and correlation. The results showed that the seeds achieve maximum physical development when the seed became black. In line with the development stage of seeds, water content and carbohydrate content decreased, while the fat and protein content increased. Germination percentage correlates with moisture content, protein content, and fat content. The seeds have reached physiological maturity when the seeds became black. The mature seeds have a water content of 16.7-18.8%, carbohydrate content of 5.1-7.0%, fat 19.2-20.6% and protein 9-10%, with germination seeds are in the range of 28% and 69.7%. The biochemical characteristics of the seeds and their changes during the seed development indicate that the seed of bambang lanang is recalcitrant seed

Kata kunci: Biochemistry of seed, bambang lanang, physiological maturity, recalcitrant, seed viability

PENDAHULUAN

Bambang lanang (*Michelia champaca* L.) merupakan salah satu dari beberapa jenis tanaman hutan yang

berdasarkan pemanfaatannya digolongkan sebagai pohon penghasil kayu. Di Sumatera jenis bambang lanang ini dijadikan unggulan daerah. Pemanfaatan yang berasal dari hutan alam sudah sangat mempengaruhi ketersediaan jenis

ini di alam. Pelestarian dan pengembangan perlu dilakukan sehingga keberlangsungan populasi jenis bambang lanang tetap terjaga. Buah atau biji merupakan bagian dari tanaman yang berperan dalam upaya konservasi jenis ini.

Informasi kondisi benih saat mencapai masak secara fisiologis adalah penting, karena benih yang telah masak secara fisiologis telah memiliki kondisi fisiologis yang telah siap untuk dapat mengekspresikan vigornya secara maksimal. Benih yang diunduh sebelum masak secara fisiologis pada umumnya memiliki kualitas fisiologis yang rendah. Benih yang terlambat diunduh juga dapat berakibat buruk, karena benih masak yang dibiarkan tetap berada di pohon akan menghadapi lingkungan dengan kelembaban dan suhu tinggi, sehingga kualitas fisik dan fisiologis dapat menurun. Penentuan masak fisiologis tidak selalu dapat ditentukan dari tampilan morfologinya, karena masak fisiologis benih dapat dicapai sebelum buah secara morfologis terlihat masak. Dengan demikian informasi tentang kaitan antara tahapan perkembangan bunga dan buah bambang lanang dengan perubahan ciri biokimia, mutu fisik dan fisiologis benih sangat diperlukan agar diketahui karakter benih, dan waktu panen buah yang tepat dengan kualitas benih yang baik.

Perkembangan buah diawali dengan tahap pengembangan zigot dan diikuti oleh tahap pertengahan pematangan, tahap pengeringan di mana benih menjalani persiapan untuk dorman (Mandal dan Mandal 2000). Selama perkembangannya menuju kematangan, benih menunjukkan perubahan dalam ciri fisik, fisiologis dan biokimia benihnya. Komposisi kimia benih ditentukan oleh faktor genetik, oleh karena itu sangat bervariasi di antara spesies, varietas dan kultivar. Durasi dari tahap-tahap perkembangan benih bervariasi antar spesies dan dipengaruhi faktor lingkungan (Mandal dan Mandal 2000).

Kandungan biokimia benih berkaitan dengan viabilitas dan karakteristik daya simpan benih (Mello et al. 2010; Shaban 2013; Prajith et al. 2014). Informasi tentang kandungan biokimia benih selama pemasakan diperlukan untuk mengetahui periode-periode penting dalam perkembangan benih yang menentukan kualitas fisiologi benih, yang berkaitan dengan ciri morfologinya yaitu warna dan ukuran buah dan benih. Kandungan biokimia benih juga dapat digunakan untuk mengetahui karakter daya simpannya. Benih yang memiliki daya simpan tinggi memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sedangkan benih yang memiliki daya simpan rendah memiliki kadar air dan lemak yang tinggi (Yuniarti et al. 2013). Menurut Fernando et al. (2013) benih *M. champaca* termasuk intermediet dan sering dilaporkan sebagai benih orthodox, intermediet atau rekalsitran.

Pada benih orthodox setelah proses pembuahan, perkembangan benih dapat dibedakan menjadi 3 tahap yaitu *histodifferentiation* di mana jaringan embrionik terbentuk, ekspansi sel dan pengisian cadangan makanan (*cell expansion and reserve deposition*) ketika terjadi pengumpulan cadangan makanan, dan pengeringan untuk pemasakan (*maturatation drying*) (Newton et al. 2013; Wang et al. 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik daya simpan dan saat pengunduhan benih

bambang lanang (*Michelia champaca*) yang tepat yang didasarkan pada karakteristik perubahan biokimia selama perkembangan benih.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Benih yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari hasil ekstraksi buah yang diunduh dari dua lokasi yaitu Bogor (Jawa Barat) dan Lahat (Sumatera Selatan). Data geografis dan kondisi iklim dari lokasi pengamatan ditampilkan pada Tabel 1. Pengujian mutu fisik dan fisiologis benih dilakukan di laboratorium Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan dan analisis biokimia benih dilakukan di *Seameo Biotrop Services Laboratory*. Penelitian dilakukan dari Februari 2013 hingga Desember 2013.

Metode

Untuk mengetahui perubahan fisik-fisiologis dan biokimia benih setelah ekstraksi benih dibagi menjadi empat kelompok yang mewakili tingkat perkembangan benih (Rustam et al. 2013) yaitu benih dengan kulit berwarna putih (P), putih kecoklatan (PC), coklat kehitaman (CH), dan hitam (H) (Gambar 1). Untuk lokasi Lahat, karena pada saat pengamatan tidak ditemukan buah dengan benih berwarna putih maka benih hanya dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu PC, CH dan H. Parameter untuk perubahan fisik benih selama perkembangannya meliputi perubahan panjang, lebar dan berat. Pengamatan parameter fisik dilakukan dengan menggunakan sampel benih sebanyak 10 butir yang diambil secara acak dari setiap kelompok warna benih. Sebagai ulangan, pengamatan dari setiap parameter dilakukan 3 kali. Parameter untuk kondisi fisiologis benih adalah daya berkecambah benih. Pengujian daya berkecambah yang dilakukan pada setiap tingkat warna benih menggunakan sampel sebanyak 100 benih yang diulang 3 kali. Pengujian perkecambahan dilakukan dengan menabur benih pada media campuran pasir dan tanah (1: 1), penaburan hingga pengamatan kecambah dilakukan di dalam rumah kaca. Untuk parameter biokimia benih, pada setiap kelas warna benih dilakukan analisis kimia yang meliputi kadar karbohidrat, lemak dan protein benih. Selain itu, pada setiap kelas warna benih dilakukan pengukuran kadar air. Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan metode oven pada suhu $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama 17 ± 1 jam.

Analisis data

Untuk mengetahui ada tidaknya perubahan yang nyata di antara kelas warna benih, pada parameter kondisi fisik benih, dilakukan analisis dengan ANOVA. Selain itu, juga dilakukan analisis PCA (*Principal Component Analysis*) untuk mengetahui kaitan antar parameter fisik, fisiologis dan biokimia benih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran dan berat benih

Dari hasil pengujian terhadap ciri fisik, terlihat bahwa berat benih mengalami peningkatan sejalan dengan pemasakan benih. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar kelompok benih ($P=0,009$). Benih dari Bogor saat masih berwarna putih memiliki berat basah berkisar 0,06-0,21 g dengan rata-rata $0,13 \pm 0,01$ dan setelah benih tua (berwarna hitam) benih memiliki kisaran berat 0,1-0,29 g dengan rata-rata $0,18 \pm 0,01$ g. Sedangkan benih dari Lahat yang berwarna putih kecoklatan memiliki berat 0,06-0,281 g dengan rata-rata $0,13 \pm 0,01$ g kemudian meningkat dengan kisaran 0,11-0,32 g dengan rata-rata $0,19 \pm 0,02$ g ketika berwarna hitam (Tabel 2).

Dari hasil ini tampak bahwa proses perkembangan biomasa benih masih terus terjadi dari benih berwarna putih hingga benih berwarna hitam. Hal ini menunjukkan bahwa sampai tahap perubahan warna cokelat kehitaman menjadi hitam kondisi benih masih dalam tahap ekspansi sel atau perkembangan ukuran benih di mana benih masih mendapat suplai nutrisi dari tanaman.

Peningkatan berat basah, peningkatan berat kering dan penurunan kadar air ini sejalan dengan banyak hasil penelitian lainnya. Penelitian seperti ini jarang dilakukan pada jenis-jenis tanaman kehutanan, laporan yang hasilnya sejalan dengan penelitian ini banyak dijumpai pada jenis-jenis tanaman pertanian seperti pada buncis (*Cuminum cyminum* L) (Rebey et al. 2013), dan pada kedelai (Chen et al. 1998). Pada benih *castor bean* (*Ricinus communis* L.) (Chandrasekaran dan Liu 2013), berat basah naik sejalan dengan perkembangan benih namun pada fase akhir pemasakan terjadi penurunan berat (Chandrasekaran dan Liu 2013). Hal ini mengindikasikan bahwa perkembangan benih tahap kedua pada bambang lanang masih terjadi sampai benih berwarna hitam, dimana pada periode ini selain terjadi perubahan ukuran yang mengindikasikan adanya ekspansi sel, juga terjadi perubahan berat yang mengindikasikan adanya penimbunan cadangan makanan di dalam benih.

Hasil penelitian Atta et al. (2004) pada kapri (*Pisum sativum*) mengungkapkan bahwa bahwa berat kering benih berbeda secara nyata antar genotip. Pada penelitian bambang lanang ini, tampak bahwa benih yang berasal dari Bogor memiliki berat yang tidak berbeda nyata dengan benih dari Lahat, namun demikian terjadi perbedaan secara nyata terjadi pada ukuran benih (Tabel 3).



Gambar 1. Perbedaan tampilan fisik benih dari 4 tahap perkembangannya

Tabel 2. Kisaran ukuran benih dari 2 populasi

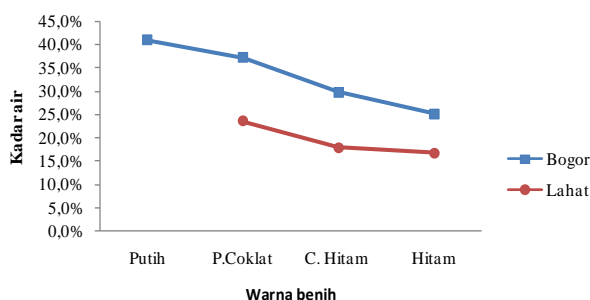
Lokasi	Parameter	Warna benih	Rataan \pm SD	Sig.
Lahat	Panjang (mm)	P.Coklat	7,13 \pm 0,20	a
		C Hitam	8,26 \pm 0,29	b
		Hitam	9,27 \pm 0,31	c
	Lebar (mm)	P.Coklat	5,24 \pm 0,27	0,576
		C Hitam	5,17 \pm 0,24	
		Hitam	5,39 \pm 0,27	
Berat (g)	P.Coklat	0,13 \pm 0,01	a	
	C Hitam	0,15 \pm 0,00	a	
	Hitam	0,19 \pm 0,02	b	
Bogor	Panjang (mm)	Putih	6,57 \pm 0,53	a
		P.Coklat	6,31 \pm 0,08	a
		C Hitam	7,53 \pm 0,27	b
		Hitam	8,06 \pm 0,35	b
	Lebar (mm)	Putih	5,21 \pm 0,26	0,051
		P.Coklat	5,75 \pm 0,32	
		C Hitam	5,54 \pm 0,10	
		Hitam	5,87 \pm 0,26	
	Berat (g)	Putih	0,13 \pm 0,01	0,112
		P.Coklat	0,16 \pm 0,04	
		C Hitam	0,15 \pm 0,01	
		Hitam	0,18 \pm 0,01	

Tabel 1. Data geografis dan kondisi iklim lokasi penelitian

Lokasi	Letak geografis	Ketinggian (m dpl)	Curah hujan (mm/th)	Suhu ($^{\circ}$ C)
Bogor Utara, Jabar	106 $^{\circ}$ 48' BT, 6 $^{\circ}$ 26'LS	\pm 260	3500-4000	21-30
Lahat, Sumsel	103 $^{\circ}$ 07' BT, 3 $^{\circ}$ 54' LS.	650-725	2000-4000	21-32

Tabel 3. Rataan ukuran dan berat benih dari 3 warna benih dari kedua lokasi dan hasil uji T-nya

Warna buah	Asal benih	Panjang		Sig.	Lebar		Sig.	Berat		Sig.
		Rataan	± SD		Rataan	± SD		Rataan	± SD	
PC	Lahat	7,13	± 0,204	0,003*	5,24	± 0,271	0,102	0,133	± 0,014	0,230
	Bogor	6,31	± 0,081		5,75	± 0,322		0,164	± 0,036	
CH	Lahat	8,26	± 0,287	0,033*	5,17	± 0,235	0,067	0,151	± 0,002	0,644
	Bogor	7,53	± 0,271		5,54	± 0,099		0,155	± 0,012	
H	Lahat	9,27	± 0,307	0,011*	5,39	± 0,265	0,090	0,189	± 0,021	0,478
	Bogor	8,06	± 0,347		5,87	± 0,259		0,179	± 0,006	

**Gambar 2.** Berat dan kadar air pada beberapa kelas warna benih bambang lanang dari Lahat dan Bogor

Kadar air benih

Kadar air benih dari Bogor yang tertinggi terjadi saat benih berwarna putih yaitu 41,0% kemudian semakin menurun seiring dengan proses perkembangan benih hingga warna benih menjadi hitam dengan kadar air terendah yaitu 25,1%. Sedangkan benih dari Lahat juga menunjukkan penurunan kadar air benih. Benih yang berwarna putih kecoklatan memiliki kadar air 23,6% kemudian menurun seiring perkembangan benih hingga pada benih berwarna hitam kadar air menjadi 16,7% (Gambar 2). Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi terbaik untuk penyimpanan benih diperoleh ketika benih sudah berwarna hitam, pada saat benih memiliki kadar air terendah.

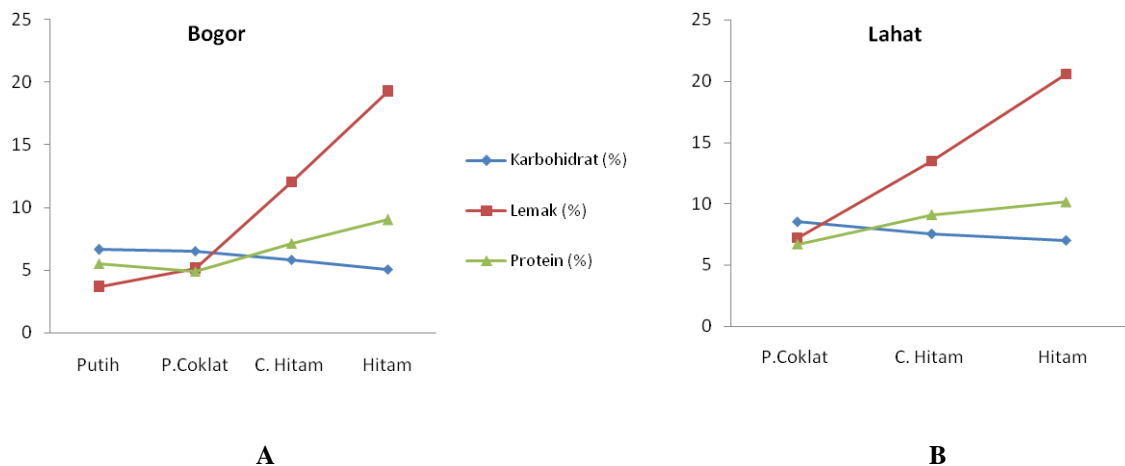
Perubahan kadar air benih selama perkembangannya menjadi faktor penting yang menentukan viabilitas dan karakteristik fisiologis penyimpanan benih. Tidak ditemukannya fase pengeringan benih (*maturation drying*) selama perkembangan benih menjadi salah satu ciri bahwa benih ortodok perkembangan benih terdiri dari 3 tahap yaitu tahap histodiferensiasi, tahap ekspansi sel (dan pengisian cadangan makanan) dan tahap pengeringan (Newton et al. 2013; Wang et al. 2014). Pada fase ketiga benih mengalami pengeringan, dan perkembangan benih berhenti. Fase ini merupakan persiapan benih untuk dorman. Pada benih bambang lanang, ketika benih telah masak (benih telah berwarna hitam), sebagaimana karakter benih rekalsitran pada umumnya, benih masih memiliki kadar air yang relatif tinggi dan proses metabolisme tetap berjalan aktif, sehingga jangka hidup benih bambang lanang akan menjadi pendek dikarenakan inisiasi perkecambahan segera berjalan setelah benih terlepas dari induknya.

Kadar air benih di Bogor lebih tinggi daripada kadar air benih yang berasal dari Lahat. Ini diduga karena perbedaan curah hujan. Bogor yang memiliki curah hujan lebih tinggi menghasilkan benih dengan kadar air yang lebih tinggi. Mungkin juga disebabkan oleh faktor genetik, karena menurut Atta et al. (2004) berat kering benih berbeda secara nyata antar genotip.

Kadar protein

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi protein meningkat sejalan dengan pemasakan benih hingga benih berwarna hitam (Gambar 3). Hal ini juga menunjukkan bahwa ketika benih berwarna hitam perkembangan benih masih berada pada tahap penumpukan cadangan makanan, sebagaimana pada benih ortodoks, misalnya pada tanaman alfafa. Xu et al. (1991) mengemukakan bahwa pada alfafa akumulasi protein maksimum terjadi di sekitar akhir periode akumulasi cadangan atau di awal fase pengeringan, dan sedikit penambahan terjadi di sekitar pertengahan fase pengeringan. Gejala yang nampak pada penelitian ini mirip dengan hasil penelitian Mandal dan Mandal (2000) pada tanaman kacang. Selama tahap kedua terjadi ekspansi sel, embrio membesar dan terjadi sintesis yang cepat dan akumulasi cadangan makanan. Protein disimpan dalam tubuh protein. Secara umum, ada peningkatan mendadak dalam kandungan protein yang terjadi dalam beberapa hari selama periode ekspansi sel (Mandal dan Mandal 2000). Pada pohon *Pongamia pinnata* yang juga menghasilkan benih rekalsitran, konsentrasi protein terlarut total pada benih juga meningkat sejalan dengan perkembangan benih, dimana pada biji yang telah masak kandungan protein dapat mencapai lebih dari tiga kali lipat dibandingkan dengan benih yang belum masak (Kesari dan Rangan 2011).

Protein merupakan salah satu bahan cadangan makanan utama dan penting yang menumpuk dalam jumlah tinggi selama tahap kedua perkembangan biji, yaitu tahap pertengahan pematangan, setelah perkembangan zigot dan sebelum pengeringan. Sebagian besar protein berhubungan dengan metabolisme primer, yang menunjukkan kebutuhan yang besar akan bahan ini untuk pertumbuhan embrio. Protein juga berperan penting selama perkembangan benih, terlibat dalam metabolisme gula yang menyediakan sumber karbon, dan juga dalam berbagai aktifitas biokimia benih lainnya (Li et al. 2012).



Gambar 3. Kondisi kandungan lemak, protein dan karbohidrat pada beberapa kelas warna benih bambang lanang dari Bogor (A) dan Lahat (B)

Sebagian besar protein tidak aktif di dalam metabolisme benih dan hanya berfungsi sebagai cadangan makanan untuk digunakan dalam pertumbuhan embrio selama perkecambahannya. Hanya sebagian kecil protein yang secara metabolik aktif, tetapi mereka sangat penting untuk perkembangan benih dan perkecambahannya, yaitu sebagai enzim untuk katalisis dalam semua proses metabolisme pencernaan, translokasi, dan pemanfaatan cadangan makanan, dan semua aktifitas pertumbuhan (Copeland 1976). Albumin dan globulin merupakan penyusun utama dari cadangan protein benih pada tanaman dikotil, sedangkan pada tanaman monokotil protein utama adalah prolamins dan glutelins (Mandal dan Mandal 2000). Protein pada benih dapat dibedakan dengan protein lain, misalnya: (i) terakumulasi dalam jumlah tinggi dalam biji selama tahap pertengahan pemasakan benih dan digunakan selama perkecambahannya; (ii) disintesis hanya dalam benih (dalam kotiledon atau endosperm) bukan di jaringan lain; (iii) tidak memiliki aktivitas fungsional lain selain sebagai cadangan makanan; (iv) disimpan terutama di organel penyimpanan khusus yang disebut badan protein (*protein bodies*) (Mandal dan Mandal 2000). Cadangan protein di dalam benih disintesis terutama dari fotoasimilat berupa gula dan dari asam amino (Borek et al. 2009; Meyer et al. 2012).

Terdapat perbedaan kandungan protein antara benih dari Bogor dengan Lahat. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor genetik (Atta et al. 2004), atau karena faktor lingkungan (Bewley dan Black 1985).

Kandungan lemak

Benih yang masih muda memiliki kandungan lemak dan protein yang lebih rendah dibanding dengan benih yang sudah tua. Saat benih tua dengan kandungan lemak dan protein tinggi, nilai daya berkecambahnya juga tinggi baik yang berasal dari Bogor maupun Lahat, masing-masing dengan nilai 28% dan 69,75% (Gambar 3). Hal ini disebabkan lemak dan protein di dalam benih akan dimanfaatkan oleh embrio sebagai energi selama

perkecambahannya. Kandungan lemak yang tinggi yang dapat mencirikan kematangan benih yaitu pada benih *S. stenoptera* dengan kandungan lemak sebesar 15.47% dengan nilai daya berkecambah sebesar 85.33% (Rohandi et al. 2011). Hal yang sama terjadi pada suren, benih dengan kandungan lemak antara 20-24% nilai daya berkecambahnya mencapai 70% (Rustam dan Sudrajat 2012). Pada tahap ini benih sudah dapat dikatakan masak secara fisiologis.

Lemak meningkat selama pemasakan dijumpai pada benih *Cuminum cyminum* (Rebey et al. 2013), *castor bean* (*Ricinus communis* L.) (Chandrasekaran dan Liu 2013). Lipida atau lemak adalah cadangan makanan utama yang dimobilisasi selama perkecambahannya karena konsentrasi mereka sangat berkurang setelah perkecambahannya, sedangkan protein merupakan cadangan makanan yang kedua yang banyak digunakan dalam proses perkecambahannya (Alencar et al. 2012).

Selain kadar air benih yang tinggi, kandungan lemak yang tinggi diduga juga menjadi ciri yang menunjukkan bahwa benih bambang lanang termasuk benih rekalsitran. Dari data pada benih 18 jenis tanaman kehutanan yang telah diteliti menunjukkan bahwa sebagian besar benih rekalsitran memiliki kandungan minyak yang tinggi (Yuniarti et al. 2013). Menurut Jyoti dan Malik (2013) penyebab utama untuk kerusakan benih berminyak selama penyimpanan adalah terjadinya kerusakan oksidatif dari lemak. Oksidasi lemak menghasilkan hidrogen peroksida, asam lemak teroksidasi, dan radikal bebas. Radikal bebas dapat bereaksi dan merusak molekul-molekul yang berada di sekitarnya. Ketika berada dalam keadaan tanpa aktivitas enzim pada saat benih dalam kondisi kering, asam lemak teroksidasi akan menumpuk dan merusak komponen sel dan menyebabkan kerusakan benih. Lipid dalam perkembangan benih disintesis terutama dari gula (kebanyakan dari sukrosa dan glukosa) dan pada tingkat yang lebih rendah dari asam amino yang disediakan oleh tanaman induk (Borek et al. 2015). Cadangan lipida di

dalam benih disintesis terutama dari fotoasimilat berupa gula dan dari asam amino (Borek et al. 2009; Meyer et al. 2012).

Kandungan karbohidrat

Berdasarkan beberapa penelitian menunjukkan bahwa karakteristik pengumpulan cadangan makanan menjadi penentu dalam toleransi benih terhadap pengeringan dan penyimpanan. Jenis-jenis cadangan makanan yang tergolong karbohidrat terutama adalah monosakarida (glukosa, fruktosa), disakarida (sukrosa) dan polisakarida (antara lain rafinosa, staciosa) (Mello et al. 2010).

Berbeda dengan kandungan protein dan lemak. Pada penelitian ini kandungan karbohidrat mengalami penurunan secara lambat selama perkembangan benih. Benih yang masih muda memiliki kandungan karbohidra 8,52% dan semakin berkurang sampai benih tua mencapai 5,08% (Gambar 3). Kandungan karbohidrat menurun selama pengeringan atau pengurangan kadar air benih bambang lanang. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian lainnya. Karohidrat menurun juga ditemukan pada kacang (*Arachis hypogaea*) (Basha et al. 1976), pati dan gula terlarut turun pada kedelai (Chen et al. 1998). Akumulasi pati terjadi selama tahap kedua ketika ekspansi sel terjadi dan embrio membesar (Mandal dan Mandal 2000).

Pada benih rekalsitran *Saraca asoca* kandungan glukosa dan fruktosa meningkat pada awal perkembangan benih kemudian menurun sampai akhir perkembangan benih. Sedangkan kandungan sukrosa meningkat hingga lebih dari pertengahan perkembangan benih kemudian menurun (Prajith et al. 2014). Pada benih bambang lanang peningkatan kandungan karbohidrat diduga dapat terjadi pada awal perkembangan yaitu sebelum benih berwarna putih atau putih kecoklatan. Tampak pada benih dari Bogor tidak terjadi penurunan karbohidrat yang berarti dari benih berwarna putih ke benih putih kecoklatan, kemudian selanjutnya terjadi penurunan hingga benih berwarna hitam.

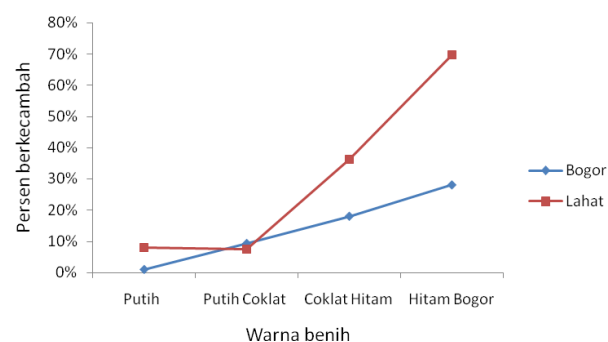
Kandungan karbohidrat yang relatif rendah pada benih bambang lanang menunjukkan bahwa jenis ini termasuk rekalsitran. Pada jenis ortodok kadar karbohidrat kebanyakan tinggi (Mello et al. 2010; Yuniarti 2016). Biji ortodok mengumpulkan lebih banyak sukrosa hingga akhir fase pematangan daripada benih rekalsitran. Sukrosa merupakan karbohidrat yang berpengaruh terhadap daya simpan benih (Prajith et al. 2014). Selain itu, kandungan karbohidrat berpengaruh terhadap daya simpan benih, karena gula berperan penting dalam pergerakan air, melindungi kerusakan selaput sel embrio selama pengeringan benih (Mello et al. 2010).

Perubahan fisiologis benih serta hubungannya dengan parameter fisik dan biokimia

Daya kecambah benih sebagai parameter fisiologis benih meningkat seiring dengan perubahan warna dari putih, menjadi putih kecoklatan, coklat kehitaman, hingga hitam. Peningkatan daya kecambah ini terjadi baik pada sampel penelitian yang dipeoreh di Bogor maupun Lahat (Gambar 4).

Hasil uji korelasi daya berkecambah benih berkorelasi negatif dengan kadar air dan berkorelasi positif dengan lemak dan protein (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian lainnya diantaranya adalah Wahid dan Bounoua (2013). Hal ini disebabkan lemak dan protein di benih akan dimanfaatkan oleh embrio sebagai energi selama perkecambahan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa protein dikumpulkan selama proses pengisian benih kemudian diurai selama perkecambahan dan pertumbuhan bibit, yang dikendalikan oleh fitohormon (Kesari dan Rangan 2011; Alencar et al. 2012; Tan-Wilson dan Wilson 2012), hal tersebut menunjukkan bahwa protein diperlukan pada tahap perkecambahan dan pertumbuhan bibit (Dobiesz dan Piotrowicz-Cieslak 2017). Protein diurai menjadi asam amino bebas untuk biosintesis dan pembangkit energi (Tan-Wilson dan Wilson 2012; Tonguc et al. 2012). Selama proses perkecambahan, protein diperlukan sebagai sumber sulfur dan nitrogen (Shaban 2013). Selain itu, protein berpengaruh terhadap viabilitas benih karena protein terlibat di dalam metabolisme gula yang menyediakan sumber karbon, dan juga terlibat di dalam berbagai aktifitas biokimia benih lainnya (Li et al. 2012).

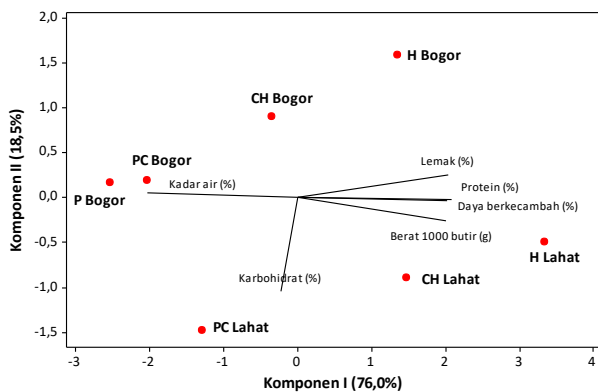


Gambar 4. Daya kecambah beberapa kelas warna benih bambang lanang dari Bogor dan Lahat.

Tabel 4. Koefisien korelasi (r) antara kadar air, berat 1000 butir, karbohidrat, lemak, protein dan daya berkecambah

Parameter	KA	Berat 1000 butir	Karbohidrat	Lemak	Protein
DB	-0,814*	-0,334	-0,090	0,861*	0,872*

Keterangan = **: berkorelasi nyata pada taraf kepercayaan 0,01, *: berkorelasi nyata pada taraf kepercayaan 0,05, ns: tidak berkorelasi nyata



Gambar 5. Hasil PCA terhadap benih yang berasal dari Lahat dan Bogor. Keterangan: P=putih, PC= putih kecoklatan, CH= coklat kehitaman, H= hitam

Komposisi minyak atau lipida juga berkaitan dengan viabilitas (Lee et al. 2012). Perkecambahan yang diawali dengan imbibisi terjadi peningkatan respirasi dan konsumsi gula (Tonini et al. 2010), dan gula sebagian besar berasal dari katabolisme lipida (Suda dan Giorgini 2000). Lipida, sebagai cadangan utama yang dimobilisasi selama perkecambahan, berperan penting sebagai sumber bahan bakar untuk perkecambahan dan pengembangan bibit awal, (Alencar et al. 2012; Tonguc et al. 2012; Borek et al. 2015), dan berperan sangat penting ketika perkecambahan dan pertumbuhan bibitnya menghadapi kondisi buruk (Alencar et al. 2012).

Hasil PCA menunjukkan keterkaitan antar parameter dengan asal benih (Gambar 4). Terlihat benih yang berwarna putih (P) dan putih kecoklatan (PC) yang berasal dari Bogor berkaitan dengan kadar air yang tinggi dan daya berkecambah serta protein yang rendah, kebalikannya dengan benih berwarna hitam dari Lahat.

Karena benih bembang lanang memiliki ciri biokimia dengan kadar air berada pada kisaran 11-20%, dan lemak yang berada pada kisaran 20-30% maka berdasarkan Yuniarti et al. (2013) benih bembang lanang termasuk dalam benih yang memiliki daya simpan sedang (6-12 bulan), namun berdasarkan kandungan karbohidratnya yang sangat rendah yaitu mendekati 5% maka benih bembang lanang termasuk jenis yang memiliki daya simpan rendah (1-6 bulan).

Beberapa ahli benih mengemukakan teori bahwa benih rekalsitran sebenarnya seperti benih ortodok namun tidak semua tahap perkembangan benihnya terselesaikan hingga benih masak. Benih mungkin berkecambah ketika masih di dalam buah atau buah terlepas dari pohon sebelum melewati semua fase pemasakan benih (Barbedo et al. 2013). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa sampai benih berwarna hitam proses penurunan kadar air dan kandungan karbohidrat terus berlanjut secara perlahan. Berat kering, berat basah, kandungan protein dan lemak masih terus meningkat secara cepat sampai benih berwarna hitam. Hal ini mengindikasikan bahwa sampai benih berwarna hitam masih terjadi fase ekspansi sel dan

penumpukan cadangan makanan, dan tidak mengalami fase pemasakan sebagaimana benih ortodok. Fase pengeringan seharusnya terjadi setelah benih berwarna hitam, namun hal ini tidak terjadi karena setelah berwarna hitam benih akan terlepas dari buahnya dan jatuh dari pohon induknya. Dengan demikian, seperti halnya pada benih rekalsitran lainnya, pada benih bembang lanang benih hanya mengalami 2 fase yaitu fase histodiferensiasi dan fase ekspansi sel dan penumpukan cadangan makanan (*reserve deposition*), tidak mengalami fase pengeringan untuk pemasakan (*maturation drying*), di mana ketika menjelang masak benih mengalami penurunan kadar air secara drastis dan proses penimbunan makanan yang melambat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses perkembangan biomasa benih masih terus terjadi dari benih berwarna putih sampai benih berwarna hitam. Kadar air benih dari Bogor yang tertinggi terjadi saat benih berwarna putih kemudian semakin menurun seiring proses perkembangan benih hingga warna benih menjadi hitam. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi terbaik untuk penyimpanan diperoleh ketika benih sudah berwarna hitam pada saat kadar air pada posisi terendah. Kandungan lemak yang tinggi dan tidak ditemukannya fase pengeringan benih (*maturation drying*) selama perkembangan benih merupakan ciri bahwa benih bembang lanang termasuk jenis rekalsitran. Kandungan lemak dan proteain sebagai sumber energi untuk perkecambahan juga terus meningkat hingga benih berwarna hitam. Dengan demikian viabilitas benih tertinggi akan dicapai jika benih diunduh ketika benih telah berwarna hitam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alencar NLM, Innecco R, Gomes-Filho E, Gallão MI, Alvarez-Pizarro JC, Prisco JT, de Oliveira AB. 2012. Seed reserve composition and mobilization during germination and early seedling establishment of *Cereus jamacaru* D.C. ssp. *jamacaru* (Cactaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 84 (3): 823-832.
- Atta S, Maltese S, Cousin R. 2004. Protein content and dry weight of seeds from various pea genotypes. *Agronomie* 24 (5): 257-266.
- Barbedo CJ., Centeno DC, Ribeiro RCLF. 2013. Do recalcitrant seeds really exist? *Hoehnea* 40 (4): 583-593.
- Borek S, Pukacka S, Michalski K, Ratajczak L. 2009. Lipid and protein accumulation in developing seeds of three lupine species: *Lupinus luteus* L., *Lupinus albus* L., and *Lupinus mutabilis* Sweet. *J Exp Bot* 60 (12): 3453-3466.
- Borek S, Ratajczak W, Ratajczak L. 2015. Regulation of storage lipid metabolism in developing and germinating lupin (*Lupinus* spp.) seeds. *Acta Physiol Plant* 37: 119.
- Basha SMM, Cherry JP, Young CT. 1976. Changes in Free Amino acid, carbohydrate, and proteins of maturing seeds from various peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Cereal Chem* 53 (4): 586-597.
- Chandrasekaran U, Liu A. 2013. Seed filling and fatty acid changes in developing seeds of castor bean (*Ricinus communis* L.). *Australian J Crop Sci* 7 (11): 1761-9765.
- Chen Z, Ilarslan H, Palmer RG, Shoemaker RC. 1998. Development of protein bodies and accumulation of carbohydrates in a soybean (*Leguminosae*) shriveled seed mutant. *Amer J Bot* 85 (4): 492-499.
- Dobiesz M, Piotrowicz-Cieslak. 2017. Proteins in relation to vigor and viability of white lupin (*Lupinus albus* L.) Seed Stored for 26 Years. *Front Plant Sci* 8: 1392.
- Fernando MTR, Jayasuriya KMG, Walck JL, Wijetunga ASTB. 2013. Identifying dormancy class and storage behaviour of champak (*Magnolia champaca*) seeds, an important tropical timber tree. *J Natl Sci Foundation Sri Lanka* 41 (2): 141-146

- Jyoti, Malik CP. 2013. Seed deterioration: a review. *Intl J Lifesci Biotechnol Pharm Res* 2 (3): 374-385.
- Kesari V, Rangan L. 2011. Coordinated changes in storage proteins during development and germination of elite seeds of *Pongamia pinnata*, a versatile biodiesel legume. *AoB PLANTS* 2011 plr026.
- Li W, Gao Y, Xu H, Zhang Y, Wang J. 2012. A proteomic analysis of seed development in *Brassica campestris* L. *PLoS ONE* 7 (11): e50290. DOI: 10.1371/journal.pone.0050290.
- Lee L, Welti R, Roth M, Schapaugh WT, Li J, Trick HN. 2012. Enhanced seed viability and lipid compositional changes during natural aging by suppressing phospholipase D α in soybean seed. *Plant Biotechnol J* 10 (2): 164-173.
- Mello JIO, Barbedo CJ, Salatino A, Figueiredo-Ribeiro RCL. 2010. Reserve carbohydrates and lipids from the seeds of four tropical tree species with different sensitivity to desiccation. *Braz Arch Biol Technol* 53 (4): 889-899.
- Mandal S, Mandal RK. 2000. Seed storage proteins and approaches for improvement of their nutritional quality by genetic engineering. *Current Sci* 79 (5): 576-589.
- Mello JIO, Barbedo CJ, Salatino A, Figueiredo-Ribeiro RCL. 2010. Reserve carbohydrates and lipids from the seeds of four tropical tree species with different sensitivity to desiccation. *Braz Arch Biol Technol* 53 (4): 889-899.
- Meyer K, Stecca KL, Ewell-Hicks K, Allen SM, Everard JD. 2012. Oil and protein accumulation in developing seeds is influenced by the expression of a cytosolic pyrophosphatase in arabidopsis. *Plant Physiol* 159: 1221-1234.
- Rohandi A, Widyani N. 2011. Analisis perubahan fisiologi dan biokimia benih tengkawang selama pengeringan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 8 (1): 31-40.
- Rebey IB, Kefi S, Limam R, Marzouk B. 2013. Variation in Fatty acid composition during maturation of cumin (*Cuminum cyminum*) seeds. *African J Biotechnol* 12 (34): 5303-5307.
- Rustam E, Pramono AA, Syamsuwida D. 2014. Perkembangan bunga dan buah bambang lanang (*Michelia champaca*). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan* 2 (2): 67-76.
- Rustam E, Sudrajat DJ. 2012. Karakteristik morfologi, biokimia dan daya simpan benih surian (*Toona sinensis* Roem). Dalam: Mindawati N, Bramasto Y. (ed.) *Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian” Teknologi Perbenihan Jenis-jenis Potensial untuk Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan. Pangkal Pinang, 3 Oktober 2012.
- Shaban M. 2013. Biochemical aspects of protein changes in seed physiology and germination. *Intl J Adv Biol Biomed Res* 1 (8): 885-898.
- Suda CNK, Giorgini JF. 2000. Seed reserve composition and mobilization during germination and initial seedling development of *Euphorbia heterophylla*. *Braz Fisiol Veg* 12: 226-245
- Tan-Wilson AL, Wilson KA. 2012. Mobilization of seed protein reserves. *Physiologia Plantarum* 145: 140-153.
- Tonguc M, Elkoyunu R, Erbas S, Karakurt Y. 2012. Changes in seed reserve composition during germination and initial seedling development of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Turk J Biol.* 36: 107-112.
- Tonini PP, Purgatto E, Buckeridge MS. 2010. Effects of abscisic acid, ethylene and sugars on the mobilization of storage proteins and carbohydrates in seeds of the tropical tree *Sesbania virgata* (Leguminosae). *Ann Bot* 106: 607-616.
- Yuniarti N, Zanzibar M, Pramono AA. 2013. Pendugaan vigor daya simpan benih antar jenis tanaman hutan berdasarkan karakteristik fisik, fisiologis dan kandungan biokimia. *Prosiding Seminar nasional Silvikultur I dan Pertemuan Ilmiah Tahunan Masyarakat Silvikultur Indonesia*.
- Wahid N, Bounoua L. 2013. The relationship between seed weight, germination and biochemical reserves of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Morocco *New Forests* 44: 385-397.
- Wang WQ, Ye JQ, Rogowska-Wrzesinska A, Katarzyna I, Wojdyla KI, Jensen ON, Moller IA, and Song SQ. 2014. Proteomic comparison between maturation drying and prematurely imposed drying of zea mays seeds reveals a potential role of maturation drying in preparing proteins for seed germination, seedling vigor, and pathogen resistance. *J Proteome Res* 13: 606-626.
- Xu N, Coulter KM, Krochko JE, Bewley JD. 1991. Morphological stages and storage protein accumulation in developing alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds. *Seed Sci Res* 1: 119-125.

Pengaruh ukuran *Laser Assisted Hatching* terhadap viabilitas blastokista awal mencit (*Mus musculus*) pasca vitrifikasi sebagai upaya konservasi satwa langka

The effect of Laser Assisted Hatching size on mice's (*Mus musculus*) of early blastocyst viability post vitrification as a rare endangered conservation effort

MUHAMMAD GUNAWAN^{1,✉}, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN¹, DWI SEPTY ANDINI^{2,✉}, CLARISSA MIRAFRADITYA PUSPA ANGGRAIN², RIMA HAIFA², ZAHRA WIDYAWATI², SETIORINI²

¹Laboratorium Reproduksi, Pemuliaan dan Kultur Sel Hewan, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor km. 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./Fax. +62- 21-8754587/8754588, ✉email: muhammadgunawan@ymail.com

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Kampus UI Depok, Depok 16424, Jawa Barat, ✉email: septyandini1408@gmail.com

Manuskrip diterima: 11 Agustus 2016. Revisi disetujui: 27 September 2017.

Abstrak. Gunawan M, Kaiin EM, Andini DS, Anggraini CMP, Haifa R, Widyawati Z, Setiorini. 2017. Pengaruh ukuran Laser Assisted Hatching terhadap viabilitas blastokista awal mencit (*Mus musculus*) pasca vitrifikasi sebagai upaya konservasi satwa langka. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 376-380. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa ukuran penipisan zona pelusida dengan Laser Assisted Hatching dapat memengaruhi viabilitas kultur embrio pascavitrifikasi. Embrio uji yang digunakan dalam penelitian yaitu embrio blastokista awal pascavitrifikasi yang dibagi menjadi lima perlakuan (KK 1, KK 2, KP1, KP2, dan KP3) dengan lima kali ulangan. KK 1 merupakan kelompok kontrol normal yang divitrifikasi tanpa penipisan zona pelusida dan dikultur selama 72 jam, KK 2 merupakan kelompok kontrol perlakuan tanpa vitrifikasi dengan penipisan 1/2 zona pelusida dan dikultur selama 72 jam, KP1, KP2, dan KP3 merupakan kelompok perlakuan blastokista awal yang divitrifikasi dan diberikan perlakuan penipisan zona pelusida masing-masing dengan ukuran 1/4 dari keliling zona pelusida, 1/2 keliling zona pelusida dan 2/3 keliling zona pelusida secara berurutan. Berdasarkan hasil penelitian persentase viabilitas embrio setelah kultur 72 jam pada KK 1, KK 2, KP1, KP2, dan KP3 secara berturut-turut yaitu 68,33%; 80,00%; 66,67%; 78,33%; 65,00. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ukuran penipisan 1/2 keliling zona pelusida (KP2) merupakan ukuran yang paling efektif untuk membantu meningkatkan viabilitas blastokista awal karena ukuran tersebut mendekati perkembangan embrio pada KK 2.

Kata kunci: Blastokista awal, *Laser Assisted Hatching*, penipisan zona pelusida, vitrifikasi

Abstrak. Gunawan M, Kaiin EM, Andini DS, Anggraini CMP, Haifa R, Widyawati Z, Setiorini. 2017. The effect of Laser Assisted Hatching size on mice's (*Mus musculus*) of early blastocyst viability post vitrification as a rare endangered conservation effort. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 376-380. The aim of this study was to find out that the zona thinning of embryo with Laser Assisted Hatching can assist in the viability of embryo culture post vitrification. The embryo test used in the study was early blastocyst post vitrification divided into five treatments (KK 1, KK 2, KP1, KP2, and KP3) with five replications. KK 1 is a normal control group that is vitrified without thinning of the zona pellucida and cultured for 72 hours, KK 2 is a treatment control group without vitrification with zona thinning of 1/2 zona pellucida and cultured for 72 hours, KP1, KP2, and KP3 are blastocyst treatment groups a vitrified and thinning of pellucid zone treatment of each 1/4 of the of the pellucid zone, 1/2 of the pellucid zone and 2/3 of the pellucid zone in succession. Based on the results of the research, the percentage of viability KK 1, KK 2, KP1, KP2, and KP3 are respectively 68.33%; 80.00%; 66.67%; 78.33%; 65.00. The results of this study indicate that the thinning 1/2 of the zona pellucida (KP2) is the most effective measure to help improve the development of early blastocyst culture and viability as it approximates embryonic development in KK 2.

Keyword: Early blastocyst, laser assisted hatching, thinning zona pellucida, vitrification

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati kedua tertinggi di dunia setelah Brazil. Sejumlah besar spesies hewan dan tumbuhan di dunia ditemukan di Indonesia. Spesies tersebut tersebar di 17.000an pulau yang dimiliki Indonesia. Spesies mamalia jumlahnya mencapai 515 spesies, namun saat ini

populasinya di Indonesia mengalami kepunahan hingga 20% (Rainforest Action Network 2016). Salah satu upaya yang tepat untuk mengatasi kepunahan tersebut ialah Teknologi Reproduksi Berbantuan (*Assisted Reproduction Technology*) (Madiah et al. 2006).

Teknologi reproduksi berbantuan dapat mengatasi masalah reproduksi makhluk hidup di antaranya, untuk mengatasi infertilitas pada mamalia dan memaksimalkan

proses peningkatan mutu produksi hewan (Madihah et al. 2006). Teknologi yang biasa digunakan meliputi manipulasi embrio, pembekuan embrio, dan transfer embrio. Salah satu cara yang tepat untuk mengatasi kepunahan populasi mamalia ialah dengan penyimpanan embrio (kriopreservasi embrio) (Simione 2009).

Teknik kriopreservasi embrio, adalah teknik penyimpanan embrio pada suhu -196°C . Prinsip teknik tersebut, adalah mencegah kerusakan sel dengan cara memperlambat aktivitas metabolisme dalam sel pada suhu rendah (-196°C) (Batuhan et al. 2010). Metode tersebut dapat dibagi menjadi kriopreservasi konvensional (pembekuan secara lambat) dan vitrifikasi (pembekuan secara cepat). Krioprotektan adalah zat kimia yang dibutuhkan pada proses kriopreservasi embrio untuk mencegah terbentuknya kristal es dan melindungi sel selama proses pembekuan sehingga viabilitas dan perkembangan embrio tetap terpelihara (Amorim et al. 2011). Krioprotektan intraseluler adalah etilen glikol (EG) dan dimetil sulfoksida (DMSO) (Kasai et al. 2002). Selain itu krioprotektan ekstraseluler adalah protein, polimer, dan sukrosa (Rizal 2002). Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan kombinasi EG dan DMSO sebagai krioprotektan intraseluler dan sukrosa sebagai krioprotektan ekstraseluler.

Upaya pelestarian spesies dengan teknik vitrifikasi embrio telah berkembang dengan pesat, namun masih terdapat beberapa kendala, antara lain penurunan viabilitas embrio dan pengerasan zona pelusida (Chi 2002). Zona pelusida akan mengalami pengerasan akibat proses vitrifikasi pada suhu rendah. Hal ini akan menghambat proses *hatching* pada embrio sehingga pertumbuhan embrio kurang optimal (Hsieh et al. 2002). Oleh karena itu perlu dilakukan teknik dalam mengatasi masalah pengerasan zona pelusida embrio pascavitrifikasi.

Manipulasi zona pelusida dilakukan dengan beberapa metode misalnya dengan penipisan zona pelusida. Wang et al. (2016) menyatakan bahwa teknik penipisan zona pelusida lebih mudah dilakukan dan tidak menimbulkan resiko besar. Teknik penipisan zona pelusida dilakukan dengan tiga cara yaitu secara mekanik, kimia, dan laser. Teknik penipisan zona pelusida menggunakan laser lebih aman dibandingkan teknik lainnya (Wang et al. 2016).

Laser Assisted Hatching (LAH) adalah teknik penembakan zona pelusida dengan menggunakan sinar *infrared*. Teknik tersebut telah diterapkan pada embrio mencit (Lee et al. 2015) dan embrio manusia (Wang et al. 2016). Viabilitas dapat diketahui dengan melakukan kultur embrio. Kultur embrio dilakukan dengan menggunakan medium yang sesuai, agar embrio dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Widjiati et al. 2012). Medium kultur yang digunakan adalah medium CZB (Chatot Ziomek Bavister).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran penipisan zona pelusida menggunakan laser 1/4 dari keliling zona pelusida, 1/2 dari keliling zona pelusida dan 2/3 dari keliling zona pelusida terhadap viabilitas dan proses viabilitas pada embrio pascavitrifikasi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Salemba, Jakarta. Semua percobaan dengan mencit dilakukan sesuai dengan standar *International Conference on Harmonization Good Clinical Practice* (ICH-GCP).

Metode penelitian

Pemeliharaan hewan uji

Mencit dewasa (*Mus musculus* L.) galur DDY dipelihara dalam bak kandang plastik. Bak kandang plastik tersebut berisi serbuk kayu yang berfungsi sebagai alas untuk menyerap kotoran. Mencit diberi makanan dan minuman secara *ad libitum* (tanpa batas). Berat mencit untuk perlakuan dipelihara hingga mencapai kurang lebih 35-50 gram. Kandang-kandang plastik yang berisi mencit ditempatkan di dalam rumah hewan dan diterangi lampu *tube lamp* dengan siklus terang selama 12 jam (pukul 08.00-20.00 WIB) dan siklus gelap 12 jam (pukul 20.00-08.00 WIB) setiap hari. Sirkulasi udara dibantu dengan menggunakan *exhaust fan*.

Superovulasi

Mencit betina galur DDY berumur 10-15 minggu disuperovulasi dengan penyuntikan hormon PMSG (Folligon) dengan dosis 5 IU/0,1 mL, 48 jam kemudian mencit tersebut disuntik dengan hormon hCG (Chorulon) dengan dosis 5 IU/0,1 mL secara intraperitoneal. Kemudian, mencit dikawinkan secara alami dengan mencampurkan mencit jantan galur DDY dalam satu kandang dengan perbandingan kawin 1:1. Tanda terjadinya perkawinan dilakukan dengan pemeriksaan *vaginal plug* pada pagi hari berikutnya.

Koleksi embrio

Pengambilan embrio uji dilakukan dengan cara pembedahan bagian abdomen (perut) mencit betina yang bunting hari ke 4 untuk mendapatkan embrio tahapan blastokista awal. Mencit betina yang telah dibius sebelumnya, dibedah kemudian dilakukan isolasi bagian uterusnya untuk dilakukan *flushing* uterus. *Flushing* uterus dilakukan dengan menggunakan medium CZB (Chatot Ziomek Bavister) Hepes.

Vitrifikasi

Vitrifikasi dilakukan dengan sistem *Closed Pulled Straw* menggunakan krioprotektan etilen glikol (EG) dan dimetil sulfoksida (DMSO) dengan konsentrasi 15%, serta sukrosa sebanyak 0,5 M. Vitrifikasi dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu tahapan adaptasi dengan cara menempatkan embrio dalam medium CZB + HEPES selama 5-10 menit. Selanjutnya embrio dipaparkan ke dalam medium ekuilibrasi (medium CZB Hepes + serum 20% + 10% EG + 10% DMSO) selama 3 menit, lalu embrio dipindahkan ke dalam medium vitrifikasi yaitu mCZB Hepes + serum 20% + 0,5 M sukrosa + 15% EG + 15% DMSO). Selanjutnya embrio akan dikemas didalam

straw ukuran 0,25 mL dengan bantuan *syringe* 2,5 mL dan disimpan dalam nitrogen cair selama 24 jam.

Thawing

Thawing (pencairan embrio) dilakukan dengan mencelupkan *straw* berisi embrio ke dalam *water bath* dengan suhu 37°C selama 30 detik, kemudian dikeringkan dan diketuk-ketuk agar medium didalam *straw* tercampur. Selanjutnya *straw* dibuka diatas kaca arloji yang berisi medium CZB. Kemudian embrio dipindahkan ke dalam medium mCZB Hepes yang ditempatkan pada kaca arloji. Embrio diamati di bawah mikroskop stereo dan selanjutnya dipindahkan ke dalam medium adaptasi (mCZB + 5% BSA) dalam bentuk spot 30 µL untuk 5-10 embrio.

Laser Assisted Hatching

Perlakuan *laser* dilakukan pada satu per satu embrio dengan menggunakan mikroskop *inverted* (Observer. A1, Zeiss) dengan perbesaran lensa 25L melalui komputer program spesialisasi OCTAX Eyeware (2.0.0.128). Pengaturan penipisan ketebalan dan keliling zona pelusida diatur dalam komputer program spesialisasi dengan penipisan 60-80% dari keliling zona pelusida. Kontrol normal (KK1) merupakan embrio blastokista awal setelah vitrifikasi kemudian di kultur. Kontrol perlakuan (KK2) merupakan embrio blastokista awal tanpa vitrifikasi dan dilakukan penipisan dengan ukuran 1/2 keliling zona pelusida. Perlakuan *Laser Assisted Hatching* merupakan embrio blastokista awal setelah vitrifikasi kemudian dilakukan penipisan zona pelusida sesuai dengan arah jarum jam. Arah jarum 12.00-03.00 untuk ukuran penipisan 1/4 keliling zona pelusida (KP1), arah jarum jam 12.00-06.00 untuk ukuran penipisan 1/2 keliling zona pelusida (KP2) dan arah 12.00-07.00 untuk ukuran 2/3 keliling zona pelusida (KP3).

Kultur in vitro embrio

Embrio dipindahkan kembali ke medium adaptasi (mCZB Hepes + 10% BSA) dan selanjutnya dipindahkan

kedalam medium CZB kultur dalam bentuk spot 50 µL untuk 5-10 embrio. Embrio dikultur dalam inkubator 5% CO₂ dengan suhu 37,5°C. Setelah itu, dilakukan pewarnaan dengan pewarna Hoechst/PI untuk melihat morfologi normal dan degenerasi.

Analisis data

Data dianalisis secara statistik menggunakan program komputer *Statistical Product and Service Solution* (SPSS) versi 16.00. Data diuji normalitasnya dengan uji Saphiro-Wilk dan diuji homogenitasnya dengan uji Levene. Data yang normal dan homogen tersebut kemudian diuji dengan uji parametrik analisis variansi (ANAVA). Data selanjutnya diuji dengan uji perbandingan berganda *Least Significance Difference* (LSD).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Persentase viabilitas embrio 72 jam pada kelompok perlakuan KK1, KK2, KP1, KP2, dan KP3 secara berturut-turut yaitu 68,33%; 80,00%; 66,67%; 78,33%; 65,00% (Table 1). Gambar 1 menunjukkan embrio yang terbentuk.

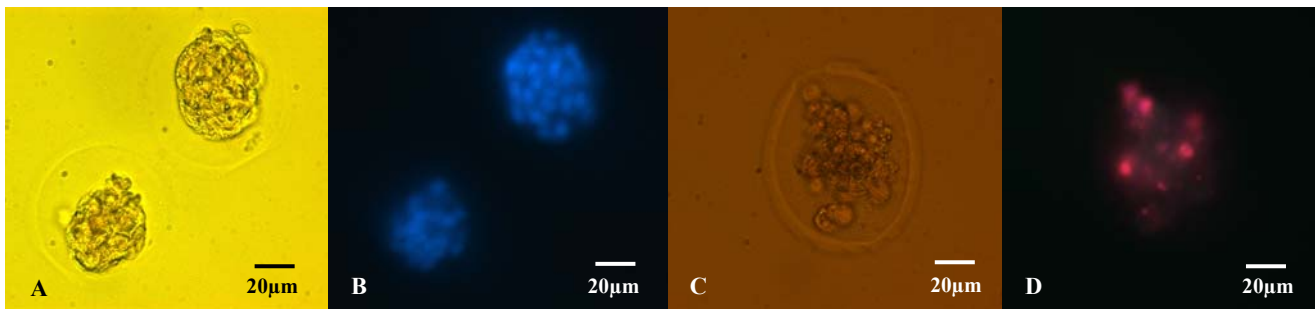
Pembahasan

Persentase viabilitas embrio mencit setelah kultur 72 jam yang diperoleh masing-masing kelompok secara deskriptif cukup beragam (Tabel 1). Hasil yang beragam kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya vitrifikasi dan ukuran penipisan zona pelusida (Wang et al. 2016). Hasil statistik menunjukkan bahwa viabilitas embrio bersifat normal dan homogen, sehingga keberagaman viabilitas yang diperoleh tidak signifikan secara statistik. Hasil rerata viabilitas embrio setelah kultur 72 jam berdasarkan uji ANAVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata pada setiap kelompok perlakuan.

Tabel 1. Persentase viabilitas embrio hasil kultur 72 jam

Ulangan	Jumlah embrio	KK 1		KK 2		Perlakuan KP1		KP2		KP3	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	50	6	60	8	80	6	60	9	90	8	80
2	50	7	70	8	80	6	60	8	80	6	60
3	50	6	60	8	80	7	70	7	70	7	70
4	50	7	70	7	70	8	80	8	80	7	70
5	50	7	70	8	80	6	60	8	80	5	50
6	50	8	80	9	90	7	70	7	70	6	60
	Rata-rata		68,33 ^a		80,00 ^b		66,67 ^a		78,33 ^{ab}		65,00 ^a
	SD		7,53		6,32		8,16		7,53		10,49

Keterangan: ^{a, b, c} Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$) dengan uji ANAVA



Gambar 1. Embrio dengan morfologi normal dan degenerasi melalui pewarnaan Hoechst/PI. Keterangan: A. Blastokista awal morfologi normal, B. Blastokista awal normal hasil pewarnaan, C. Blastokista awal degenerasi, D. Blastokista awal degenerasi hasil pewarnaan

Hasil uji LSD menunjukkan adanya perbedaan nyata antar kelompok. Hasil persentase terbesar terdapat pada kelompok perlakuan 2 (KP2) yaitu kelompok embrio pascavitrifikasi dengan LAH penipisan 1/2 keliling zona pelusida sebesar 78,33% dan hasil terkecil terdapat pada kelompok perlakuan 3 (KP3) yaitu kelompok embrio pascavitrifikasi dengan LAH penipisan 2/3 keliling zona pelusida sebesar 65%. Hal tersebut disebabkan oleh perlakuan vitrifikasi pada embrio sehingga embrio mengalami pengerasan zona pelusida dan mengganggu perkembangan embrio serta menyebabkan viabilitas embrio menurun. Pengerasan ini diakibatkan adanya pendinginan pada tahapan vitrifikasi yang dapat menghambat metabolisme embrio hingga mengalami kematian (Boediono et al 2005; Lee et al. 2015). Namun dengan adanya teknologi penipisan zona pelusida dapat membantu meningkatkan viabilitas embrio. Teknologi mikromanipulasi embrio dengan laser (LAH) dapat dilakukan dengan penipisan (Rink 1996). Pada penelitian ini ukuran penipisan dapat memengaruhi keadaan embrio pascavitrifikasi. Kelompok perlakuan 2 (KP2) adalah perlakuan LAH yang paling efektif, karena penipisan dilakukan di area alami *hatching* sehingga embrio dapat melakukan *hatching* secara sempurna (Sung et al 2014; Hammadeh et al 2011). Sebaliknya embrio yang mengalami penipisan 1/4 dan 2/3 mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan 1/2. Hal tersebut dikarenakan pada penipisan 1/4 embrio masih terhalang oleh zona pelusida yang mengeras, sehingga perkembangan terjadi tidak sempurna. Sedangkan penipisan 2/3 dianggap dapat merusak embrio karena blastosol yang ada didalam embrio akan terkena radiasi akibat dari paparan laser (Popula 2004). Zona pelusida sendiri juga memiliki fungsi yang penting bagi embrio selama masa perkembangannya yaitu untuk melindungi embrio secara mekanik dan sebagai perantara transportasi zat selama perjalanannya di dalam uterus pada proses in vivo dan di dalam medium pada proses in vivo (Sadler 2012).

Pewarnaan embrio dilakukan untuk dapat melihat ciri-ciri morfologi embrio yang normal dan degenerasi. Pewarnaan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pewarna Hoechst dan PI (Propidium-Iodida). Penggunaan pewarna tersebut untuk mewarnai embrio setelah kultur 72 jam. Pewarna Hoechst mudah berikatan

dengan inti blastomer dibandingkan dengan pewarna lain. Hal ini dikarenakan pewarna Hoechst memiliki permeabilitas yang tinggi terhadap sel sehingga mudah masuk ke dalam inti blastomer (Hawes et al. 2000). Pewarna hoechst akan memendarkan cahaya warna biru pada mikroskop fluorescense dengan panjang gelombang cahaya 330-380 nm (Joung et al. 2012).

Embrio yang hidup akan menunjukkan fluoresensi yang maksimal yang disebabkan oleh ikatan senyawa pewarna tersebut dengan daerah pada rantai DNA blastomer yang banyak mengandung pasangan basa A-T (Hawes et al. 2000). Pewarna PI juga digunakan untuk melihat embrio dengan morfologi embrio degenerasi. Pewarna PI berfungsi untuk mewarnai embrio yang mati dengan memendarkan warna merah. Embrio yang mengalami kematian akan mengalami kerusakan, yaitu ditandai dengan berkurangnya kemampuan permeabilitas embrio (Triwulanningsih et al. 2002). Hal ini menyebabkan pewarna Hoechst tidak dapat berpenetrasi dengan inti blastomer, sebaliknya pewarna PI akan mudah terserap ke dalam membran blastomer dan kemudian memendarkan warna merah pada mikroskop fluorescense yang diamati. Pewarna ini yang menjadi indikator bahwa embrio mengalami degenerasi atau kematian blastomer (Triwulanningsih et al. 2002).

Dpat disimpulkan bahwa variasi ukuran penipisan zona pelusida menggunakan 1/4 dari keliling zona pelusida, 1/2 dari keliling zona pelusida, dan 2/3 dari keliling zona pelusida berpengaruh terhadap viabilitas blastokista awal pascavitrifikasi; dengan ukuran yang paling efektif yaitu penipisan 1/2 dari keliling zona pelusida.

DAFTAR PUSTAKA

- Amorim CA, Curaba M, Langendonck AV, Dolmans M, Donnez J. 2011. Vitrification as an alternative means of cryopreserving ovarians tissue. *Reprod BioMed Online* 23: 160-186.
- Batuhan O, Hassani A, Saffa. 2010. Techniques for ovarian tissue, whole ovary, oocyte, and embryo cryopreservation. *J Reprod Infert* 11: 3-15.
- Boediono A. 2005. Vitrifikasi vs pendinginan lambat pada pembekuan embrio. Kongres I PATRI, Denpasar, 3-4 Oktober.
- Chi HJ, Koo JJ, Kim MY, Joo JY, Chang SS, Chung KS. 2002. Cryopreservation of human embryos using ethylene glycol in controlled slow freezing. *Human Reprod* 17: 2146-2151.
- Hammadeh MI, Hammadeh CF, Ali KR. 2011. Assisted hatching in assisted reproduction: a state of the art. University of Saarland. *J Assist Reprod Genet* 28: 119-128.

- Hawes SM, Latham KE. 2000. Effect of paternal genotype on embryo fragmentation at the 2 cell stage of mouse embryogenesis. *Theriogenology* 4: 45-54.
- Hsieh Y. 2002. Laser assisted hatching of embryos is better than the chemical method for enhancing the pregnancy rate in woman with advanced age. *Fertil Steril* 78: 179-182.
- Joung J, Park, Yun H, Hye C, Choon P, Booh Y. 2012. Cryopreservation of embryo by concentration of ethylene glycol and day 6,7,8,9, embryo in Korea Native Cattle (Hanwo). *J Embryo Transf* 27: 253-258.
- Kasai M, Ito, Edashige K. 2002. Morphological appearance of cryopreserved mouse blastocyst as a tool to identify the type of crioinjury. *Human Reproduction* 17: 1863-1874.
- Lee YS, Park MJ, Park SH, Koo JS, Moon HS, Joo BS. 2015. Effect of laser-assisted hatching multi-point zona thinning on development and hatching of cleavage embryos in mice. *Clin Exp Reprod Med* 42: 51-57.
- Madihah, Kusumaningtyas H, Boediono A, Sumarsono SH. 2006. The quality, implantation rate and in-vivo viability of the swiss webster mouse (*Mus musculus albinus*) embryo after vitrification. *Biota* 11: 72-79. [Indonesian]
- Popula RD, Vijayalaxmi C, Charulata, Rajyalakshmi. 2004. Laser assisted hatching a treatment of choice for poor prognosis in in vitro fertilization women. *International Congress Series* 1271: 151-154.
- Rainforest Action Network. 2016. Indonesia's Rainforests: Biodiversity and Endangered Species. http://www.ran.org/indonesia_s_rainforests_biodiversity_and_endangered_species.
- Rink K. 1996. Non-contact microdrilling of mouse zona pellucida using a 1,48 μm diode laser beam: efficacy and safety of the procedure. *Fertil Steril* 64: 604-611.
- Rizal M, Toelihere MR, Yusuf TL, Purwantara B, Situmorang P. 2002. Kualitas semen beku domba garut dalam berbagai konsentrasi gliserol. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 7: 194-199. [Indonesian]
- Sadler TW. 2012. *Langman's Medical Embriology* Langman's Medical Embriology. Williams & Wilkins, Maryland.
- Simione FP. 2009. Thermo scientific nalgene and nunc cryopreservation guide. Thermo Fisher Scientific Inc, Waltham.
- Sung BP, Kim JH, Young BC, Hwa KA, Hwan KL, Bo JY, Seok CY, Boo BS. 2014. The effect of various assisted hatching techniques on the mouse early embryo development. *Clin Exp Reprod Med* 41: 68-74.
- Triwulanningsih E, Toelihere MR, Yusuf TL, Purwantara B, Diwyanto K, Rutledge JJ. 2002. Seleksi dan kapasitas spermatozoa dengan metode percoll gradient vkyuk fertilisasi oosit dan produk embrio in vitro pada sapi. *Berita Biologi* 6: 423-430. [Indonesian]
- Wang, Hua E, Wang A, Wang B, Li B. 2016. Outcomes of vitrified-warmed cleavage-stage embryo hatching after *in vitro* laser-assisted zona pellucida thinning in patients. *Biomed Rep* 5: 376-382.
- Widjiati, Pusporini SE, Arifin MZ. 2012. Perbandingan angka fertilitas dan hambatan perkembangan embrio mencit yang dikultur dalam medium M16 dan *Human Tubal Fluid*. *Jurnal Veteriner* 13: 227-234.

Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah

Production of Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) fruits and seeds in Parung Panjang and Jonggol (Bogor, West Java) and its relation to soil fertility status

AGUS A. PRAMONO[✉], DIDA SYAMSUWIDA, DHARMAWATI F. DJAM'AN

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan . Jl. Pakuan Ciheuleut PO Box 105, Bogor 16001, Jawa Barat. Tel./Fax.:+62-251-8327768, ✉email: agusastho@gmail.com

Manuskrip diterima: 21 Agustus 2017. Revisi disetujui: xxx September 2017.

Abstrak. Pramono AA, Syamsuwida D, Djam'an DF. 2017. Produksi buah dan benih mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Parung Panjang dan Jonggol (Bogor, Jawa Barat) serta kaitannya dengan status kesuburan tanah. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 381-389. Mahoni merupakan jenis tanaman hutan tropis yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Keberhasilan program penanaman mahoni tergantung kepada tersedianya benih yang berasal dari sumber benih berkualitas. Namun pada saat ini produksi dari sumber benih masih belum dapat memenuhi target kebutuhan. Dengan demikian, diperlukan upaya untuk mengoptimalkan produksi benih. Tujuan kegiatan adalah mengetahui karakteristik produksi buah dan benih mahoni pada tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, serta kaitannya dengan status kesuburan tanah. Bahan penelitian merupakan tegakan mahoni di BKPH Cariu, KPH Bogor, dan tegakan kebun benih di Hutan Penelitian BPTPTH di Parung Panjang, Kabupaten Bogor. Pada setiap tegakan dibuat 3 plot pengamatan seluas 50 m x 50 m. Analisis unsur hara tanah dilakukan pada setiap plot. Analisis hara daun dilakukan pada 8 pohon dari setiap tegakan. Secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada di Jonggol. Di Parung Panjang semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot. Buah dari Parung Panjang lebih berat dan lebih panjang dari pada buah dari Jonggol. Di Jonggol hampir semua parameter produksi buah dan benih berbeda nyata antar plot, sedangkan di Parung Panjang tidak. Jumlah benih bernaas dan benih hampa per buah berbeda nyata antara kedua tegakan. Buah dari Parung Panjang berisi benih bernaas yang lebih banyak dan lebih berat daripada buah dari Jonggol. Tanah di kedua lokasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Sebagian besar unsur hara makro berada pada status sangat rendah hingga sedang, sedangkan kandungan hara mikro sebagian besar berada pada taraf cukup. Kesuburan tanah di Parung Panjang lebih baik dari pada Jonggol. Hasil analisis hara daun, mengindikasikan bahwa perbedaan produksi buah dan benih berkaitan dengan perbedaan kandungan P pada daun. Unsur N dan K terindikasi bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi.

Kata kunci: Benih, buah, mahoni, hara, *Swietenia macrophylla*

Abstract. Pramono AA, Syamsuwida D, Djam'an DF. 2017. Production of Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) fruits and seeds in Parung Panjang and Jonggol (Bogor, West Java) and its relation to soil fertility status. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 381-389. Mahogany is a tropical forest tree species which have high economic values. The success of plantation programme of mahogany depends on the availability of seeds collected from qualified seed sources. However, currently, seed production from seed sources has not met the target needs. Therefore, it is required an effort to optimize seed production. The activities aimed to determine the characteristics of seed and fruit production of mahogany at Parung Panjang and Jonggol stands in relation to soil fertility status. The material for investigation were mahogany stands in BKPH Cariu, KPH Bogor and seed stands in BP2TPTH forest research in Parung Panjang, Bogor District. Three observation plots of 50 m x 50 m at each stand were made. Soil nutrition was analyzed at each plot. Leaves collected from 8 trees of each stand were analyzed to determine their nutrition. Generally, fruit production in Parung Panjang was more varied than Jonggol. All the parameters of fruit production in Parung Panjang showed no significant difference among plots. The fruits produced from Parung Panjang were heavier and longer than those collected from Jonggol. Both of locations possessed a low level of soil fertility. Mostly, macronutrients were at the level of very low to moderate, while micronutrients were a lot enough. Soil fertility in Parung Panjang better than Jonggol. The analysis of leaf nutrients indicated that the differences in fruit and seed production were related to the difference of Phosphorous content in the leaves. Nitrogen and potassium were not differentiating factors to the fruit and seed production in both locations.

Keywords: Fruit, mahogani, nutrient, seed, *Swietenia macrophylla*

PENDAHULUAN

Swietenia macrophylla adalah salah satu dari 3 spesies mahoni yang termasuk keluarga Meliaceae. Mahoni yang dikenal sebagai *ouro verde* (emas hijau) ini kayunya berharga tinggi dan telah diperdagangkan sejak abad ke 16. Keindahan kayu, karakteristik fisik dan kemudahan dalam pengerjaan kayu menyebabkan kayu mahoni banyak diperdagangkan untuk berbagai keperluan terutama untuk pembuatan barang-barang mewah seperti interior kantor, kabin, mebel, konstruksi kapal, panel, dan alat musik (Langbour et al., 2011; Saunders and Reeve 2014). Mahoni yang berada di hutan alam sudah dimasukkan ke dalam daftar Appendix II CITES (Saunders and Reeve 2014). Oleh karena itu, produksi kayu mahoni didorong berasal dari hutan tanaman baik milik negara maupun masyarakat untuk menekan penebangan ilegal dan kerusakan hutan alam.

Ketersediaan benih berkualitas yang berasal dari sumber benih akan menjamin keberhasilan program penanaman hutan yang pada gilirannya akan meningkatkan produktivitas tegakan hutan. Namun demikian, beberapa kendala masih sering ditemui dalam penyediaan benih berkualitas, diantaranya yang teridentifikasi adalah keberadaan sumber benih unggul masih terbatas baik jumlah maupun kualitasnya (Santoso 2011). Surat Keputusan Kementerian Kehutanan No.707/Menhut-II/2013 telah menetapkan lima jenis tanaman hutan yang penanamannya diwajibkan menggunakan benih unggul yang dikoleksi dari sumber benih bersertifikat. Diantara lima jenis yang telah ditetapkan diantaranya adalah mahoni. Akan tetapi produksi benih yang dihasilkan dari sumber benih tersebut masih belum memenuhi target penanaman secara nasional. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengetahui potensi produksi dari suatu sumber benih dan upaya untuk memahami teknik memaksimalkan produksi benih.

Variasi produksi benih antar individu atau antar tegakan berhubungan erat dengan pembungaan, penyerbukan dan pembentukan buah yang sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan (eksternal dan internal), biologi dan genetik. Faktor lingkungan eksternal meliputi kondisi iklim, ketinggian tempat, jenis tanah dan tingkat kesuburan (Haferkamp 1988; Pramono et al. 2016a, 2016b), sedangkan faktor internal termasuk karakter dendrometri, nutrisi, fitohormon dan genetik (Berjano et al. 2006; Pramono et al. 2016b). Secara genetik produksi benih dipengaruhi kuat oleh keragaman genetik populasi tanaman tersebut. Keberhasilan proses reproduksi suatu tanaman bergantung pada kemampuannya melampaui tahapan-tahapan perkembangan yang dimulai dengan inisiasi kuncup bunga dan berakhir dengan kematangan buah dan biji. Kegagalan pada salah satu tahapan perkembangan ini dapat berakibat pada turunnya produktivitas benih sebagai hasil akhirnya. Di bidang kehutanan, semua penelitian tentang ekologi reproduksi mengarah pada hasil akhir berupa peningkatan kuantitas dan kualitas benih, baik dari sisi genetis maupun fisiologis.

Menurut Kelly et al. (2007) pengaruh tapak terhadap pembungaan yang sangat signifikan adalah akibat dari perbedaan kondisi iklim dan tanah, misalnya perbedaan

kesuburan tanah (Kelly et al. 2007). Wani et al. (2010) juga menyatakan bahwa nutrisi tanah menentukan persentase bunga sempurna, pemasakan bunga, dan viabilitas pollen. Rendahnya status nutrisi pada tanaman dapat menyebabkan terbentuknya pistil yang cacat, sehingga keseimbangan suplai nutrisi selalu diperlukan untuk menciptakan produksi buah yang optimum. Untuk memenuhi kebutuhan hara pembentuk buah dan benih biasanya tanah harus mengandung unsur nitrogen, fosfat dan kalium yang cukup. Anasir nitrogen (N) sangat berperan dalam pembentukan protein disamping fungsinya untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Dalam kaitannya dengan produksi buah, maka indikator tempat tumbuh yang penting adalah pH tanah dan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Kaitannya pH larutan tanah dengan kesuburan tanah sangat erat karena mempengaruhi ketersediaan unsur hara penting seperti nitrogen (N), potasium/kalium (K) dan pospor (P).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik produksi buah dan benih mahoni pada tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, serta mengetahui sejauh mana kaitan produksi buah dan benih mahoni dengan status kesuburan tanah. Dengan demikian, potensi produksi buah dan benih mahoni di kedua lokasi tersebut dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh pengguna benih sebagai sumber benih.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian berada di BKPH Cariu-KPH Bogor, dan Hutan Penelitian Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan (BPTPTH) di Parung Panjang-Kabupaten Bogor. Lokasi tegakan di Jonggol berada pada posisi astronomis $106^{\circ}10'18,84''$ BT dan $6^{\circ}37'58,47''$ LS dengan ketinggian 250 m dpl. Tegakan di Hutan Penelitian Parung Panjang berada pada posisi $106^{\circ}30'52,29''$ BT dan $6^{\circ}22'53,53''$ LS, pada ketinggian tanah 313 m dpl. Penelitian tahun pertama dilakukan mulai bulan Februari sampai dengan bulan Desember 2015.

Bahan dan alat

Tegakan mahoni di Jonggol yang digunakan untuk bahan penelitian merupakan hutan produksi yang di tanam pada tahun 1999, sedangkan tegakan di Parung Panjang merupakan Sumber benih Semai mahoni tahun tanam 1996. Alat-alat yang digunakan adalah: (i) Peralatan laboratorium : preparat, mikroskop, silet, timbangan analitis, pinset dan kaliper. (ii) Peralatan lapangan : kamera, alat ukur, tangga pengamatan, kantong plastik, dan label.

Pengamatan dan pengukuran produksi benih

Pada kedua tegakan dibuat 3 plot penelitian seluas $50 \times 50 \text{ m}^2$. Pada setiap plot diambil sampel tanah untuk dianalisis unsur hara makro dan mikronya. Pohon-pohon yang berada pada setiap plot dipetakan posisinya, diberi nomor dan diukur dimensinya secara sensus.

Pada saat musim bunga dan buah dilakukan pengamatan kondisi pembungaan dan pembuahan dari setiap plot sampel. Pada setiap plot dihitung jumlah pohon

yang berbunga dan jumlah pohon yang berbuah. Kemudian dilakukan pengunduhan buah terhadap pohon-pohon yang berbuah pada saat puncak musim buah yaitu pada bulan Juni (Parung Panjang) dan Juli (Jonggol). Karena jumlah pohon yang berbuah sangat bervariasi di antara plot, maka pada setiap plot diambil 3 sampai 10 pohon sampel untuk diamati produksi buah dan benihnya. Pohon yang diunduh dipilih dari pohon yang memiliki kelas diameter yang relatif sama yaitu memiliki diameter batang antara 20-42 cm. Pada setiap pohon yang berbuah dihitung jumlah buah per pohon. Semua buah pada pohon diunduh, namun untuk pohon yang kondisinya tidak memungkinkan untuk diunduh seluruhnya maka pengunduhan dilakukan minimal 1/3 dari jumlah total buah yang ada, kemudian data dikonversi menjadi data produksi total (Nurhasybi dan Sudradjat 2009). Buah yang telah diunduh kemudian diukur panjang dan diameternya, dihitung jumlah benih bernas dan benih hampa, kadar air benih dan daya kecambah benihnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi buah

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang yang memiliki kisaran panjang buah antara 114,8 mm-164,6 mm, dan berat buah antara 260-505 g memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada produksi buah di Jonggol. Selain memiliki variasi tinggi, buah yang berasal dari Parung Panjang secara nyata juga memiliki rata-rata ukuran dan berat yang lebih tinggi (panjang = 83,19, berat = 420,65 g) daripada buah dari Jonggol (panjang = 130,65 mm, berat 300,84 g), sedangkan bentuk buah (rasio Panjang:diameter) antara Parung Panjang dan Jonggol tidak berbeda nyata.

Berbeda dengan buah dari Parung Panjang di mana semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot, produksi buah di Jonggol walaupun variasinya rendah namun semua parameter berbeda nyata antar plot, kecuali rasio panjang/diameter buah, dan jumlah total benih per buah.

Ukuran buah di Parung Panjang yang berkisar 114,8-164,6 mm dan di Jonggol berkisar 113,0-164,6 mm memiliki variasi yang lebih rendah daripada ukuran buah mahoni di Malaysia yang diteliti oleh Mansor et al. (1997) yang memiliki panjang buah berkisar dari 101,3-174,0 mm. Namun demikian Buah yang berasal dari Parung Panjang

dan Jonggol yang memiliki bobot antara 210-505 g lebih bervariasi daripada hasil penelitian Mansor et al. (1997) dengan berat antara 222-482 g. hal ini diduga karena bobot atau jumlah benih bernas yang berada di dalam buah dari Parung Panjang dan jonggol memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada benih dari Malaysia.

Produksi buah mahoni di Parung Panjang ($27,5 \pm 12$) buah per pohon, dan Jonggol ($36,3 \pm 18$) buah per pohon (Tabel 2) lebih tinggi dari hasil penelitian Grogan dan Galvao (2006), di dua lokasi penelitiannya di Brazil rata-rata pohon mahoni hanya menghasilkan 14,5 dan 3,9 buah per pohon. Sedangkan penelitian Snook et al., (2005) menyatakan bahwa pohon yang memiliki diameter batang kurang dari 75 cm menghasilkan buah selama 6 tahun adalah 91 ± 8 buah (rata-rata tahunan 15 ± 2 buah per tahun) (Snook et al. 2005).

Produksi benih

Jumlah dan berat benih bernas per pohon secara umum lebih tinggi di Parung Panjang daripada Jonggol. Di Jonggol terdapat perbedaan nyata antar plot dalam hal jumlah dan berat benih bernas per pohon. Untuk jumlah benih bernas dan jumlah benih hampa di dalam setiap buah, di Jonggol secara nyata berbeda dari pada di Parung Panjang. Jumlah benih bernas di Parung Panjang lebih rendah daripada di Jonggol. Di Parung Panjang juga terdapat perbedaan yang nyata antar plot pengamatan.

Data menunjukkan bahwa buah mahoni dari Parung Panjang mengandung benih rata-rata $62,29 \pm 4,183$ dengan jumlah benih bernas $43,64 \pm 5,964$ benih/buah, sedangkan benih dari Jonggol mengandung benih rata-rata $61,91 \pm 3,485$ dengan benih bernas $48,27 \pm 3,646$. Benih bernas dari kedua lokasi ini lebih sedikit dari pada hasil penelitian oleh Mansor et al. (1997) terhadap mahoni di Malaysia. Dalam penelitiannya, buah mahoni mengandung benih bernas antara 48-65 butir. Namun jumlah benih hasil penelitian di Parung Panjang dan Jonggol ini lebih banyak daripada hasil penelitian Grogan dan Galvao (2006) di Brazil yang menunjukkan bahwa setiap buah mahoni yang ditelitinya mengandung $60,3 \pm 0,2$ benih/buah dengan rata-rata berisi benih bernas sebanyak $42,4 \pm 0,5$ benih/buah.

Rata-rata berat persatuan benih terdapat perbedaan sangat nyata antara Parung Panjang dengan Jonggol (Tabel 4). Di Parung Panjang berat benih rata-rata $0,84 \pm 0,12$ g lebih berat dari pada benih di Jonggol dengan rata-rata $0,48 \pm 0,10$ g. Di Parung Panjang berat benih tidak berbeda nyata antar plot sedangkan di Jonggol terdapat perbedaan nyata antar plot.

Tabel 1. Produksi buah dan hasil ANOVA antar plot di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Plot	N	Kisaran	Rataan±SD	ANOVA		
						F	Sig.	
Berat buah/ pohon (kg)	Parung Panjang	PP1	4	7,5 - 22,7	13,20 ± 6,727	0,449	0,648	
		PP2	3	6,0 - 15,5	9,37 ± 5,320			
		PP3	9	5,0 - 18,9	11,70 ± 4,654			
	Jonggol	JG1	6	6,6 - 16,6	9,53 ± 3,790	a	7,980	0,004**
		JG2	10	5,0 - 16,6	8,89 ± 3,087	a		
		JG3	3	15,6 - 18,7	17,10 ± 1,552	b		
Jumlah buah/pohon (butir)	Parung Panjang	PP1	4	16 - 52	30,0 ± 15,94	0,795	0,472	
		PP2	3	13 - 34	20,7 ± 11,59			
		PP3	9	14 - 46	28,7 ± 10,86			
	Jonggol	JG1	6	19 - 45	26,7 ± 10,31	a	30,693	0,000**
		JG2	10	21 - 45	31,6 ± 7,69	a		
		JG3	3	64 - 78	71,3 ± 7,02	b		
Panjang buah (mm)	Parung Panjang	PP1	4	129,7 - 162,8	146,6 ± 13,9	1,208	0,328	
		PP2	3	114,8 - 157,5	133,8 ± 17,69			
		PP3	9	123,2 - 164,6	146,7 ± 13,38			
	Jonggol	JG1	6	129,7 - 164,6	142,2 ± 11,79	b	5,662	0,014**
		JG2	10	113,0 - 149,8	126,8 ± 10,24	a		
		JG3	3	113,7 - 130,6	120,2 ± 9,14	a		
Diameter buah (mm)	Parung Panjang	PP1	4	82,9 - 92,6	86,9 ± 4,43	1,025	0,384	
		PP2	3	73,2 - 90,3	83,2 ± 7,25			
		PP3	9	69,3 - 90	81,5 ± 6,43			
	Jonggol	JG1	6	81 - 89,2	84,3 ± 3,05	b	6,801	0,007**
		JG2	10	71,2 - 85,5	77,7 ± 3,9	a		
		JG3	3	73,0 - 80,2	77,5 ± 3,9	a		
Rasio Panjang/Diameter buah	Parung Panjang	PP1	4	1,6 - 1,9	1,7 ± 0,17	1,448	0,268	
		PP2	3	1,5 - 1,9	1,6 ± 0,19			
		PP3	9	1,5 - 2,4	1,8 ± 0,27			
	Jonggol	JG1	6	1,5 - 2,0	1,7 ± 0,15	1,515	0,250	
		JG2	10	1,5 - 1,8	1,6 ± 0,09			
		JG3	3	1,5 - 1,6	1,6 ± 0,08			
Berat buah (g)	Parung Panjang	PP1	4	393 - 495	452,5 ± 43,16	0,804	0,467	
		PP2	3	260 - 474	393,5 ± 97,63			
		PP3	9	340 - 505	418,6 ± 58,24			
	Jonggol	JG1	6	325 - 415	370 ± 36,78	b	12,224	0,001**
		JG2	10	210 - 381	274,9 ± 46,63			
		JG3	3	218 - 283	249 ± 32,6			

Tabel 2. Perbandingan produksi buah dan Uji T-nya antara tegakan di Parung Panjang dan di Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Lokasi	Lokasi	Rataan±SD	Uji T		
			t	df	Sig.
Berat buah/ pohon (kg)	Parung Panjang	11,6375 ± 5,10501	0,790	33	0,435
	Jonggol	10,3895 ± 4,24498			
Jumlah buah/pohon (butir)	Parung Panjang	27,50 ± 11,978	-1,828	33	0,077
	Jonggol	36,32 ± 17,673			
Panjang buah (mm)	Parung Panjang	143,63 ± 14,707 a	2,802	34	0,008**
	Jonggol	130,65 ± 13,091 b			
Diameter buah (mm)	Parung Panjang	83,19 ± 6,261	1,860	34	0,072
	Jonggol	79,78 ± 4,687			
Rasio Panjang/Diameter buah	Parung Panjang	1,75 ± 0,240	1,742	34	0,090
	Jonggol	1,64 ± 0,115			
Berat buah (g)	Parung Panjang	420,65 ± 65,368 a	5,586	34	0,000**
	Jonggol	300,84 ± 63,224 b			

Tabel 3. Produksi benih dan hasil ANOVA antar plot di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Plot	Kisaran	Rataan±SD	ANOVA			
					F	Sig		
Jumlah benih bernas/pohon (butir)	Parung Panjang	PP1	835,20 - 2490,80	1391,13 ± 761,05	1,154	0,346		
		PP2	522,60 - 1339,60	810,73 ± 458,63				
		PP3	623,00 - 2079,20	1301,44 ± 454,83				
	Jonggol	JG1	811,30 - 2065,50	1295,53 ± 450,71			a	
		JG2	1001,70 - 2061,00	1508,40 ± 360,20			a	
		JG3	2944,00 - 3715,20	3426,13 ± 420,29			b	
Berat benih bernas/pohon (g)	Parung Panjang	PP1	835,20 - 2490,80	1391,13 ± 761,05	0,989	0,398		
		PP2	522,60 - 1339,60	810,73 ± 458,63				
		PP3	623,00 - 2079,20	1301,44 ± 454,83				
	Jonggol	JG1	527,52 - 1367,54	738,73 ± 313,96			a	
		JG2	347,70 - 1202,20	674,32 ± 234,52			a	
		JG3	1424,74 - 1568,89	1473,26 ± 82,82			b	
Jumlah benih bernas/buah	Parung Panjang	PP1	42,2 - 52,2	46,7 ± 4,39	7,487	0,006**		
		PP2	27,1 - 40,2	36,2 ± 6,12			a	
		PP3	39,2 - 52,1	45,6 ± 3,62			b	
	Jonggol	JG1	42,7 - 56,4	49,2 ± 5,12			0,247	0,784
		JG2	44 - 52,7	47,8 ± 3,01				
		JG3	46 - 51,6	48 ± 3,12				
Jumlah benih hampa/buah	Parung Panjang	PP1	13,5 - 25,7	18,03 ± 5,348	1,636	0,230		
		PP2	15,1 - 41,1	23,98 ± 11,712				
		PP3	7,8 - 24,7	16,57 ± 4,500				
	Jonggol	JG1	42,7 - 56,4	49,2 ± 5,12			0,247	0,784
		JG2	44,0 - 52,7	47,8 ± 3,01				
		JG3	46,0 - 51,6	48 ± 3,12				
Rasio benih/ovul	Parung Panjang	PP1	0,62 - 0,78	0,7123 ± 0,069	1,826	0,197		
		PP2	0,40 - 0,73	0,6120 ± 0,146				
		PP3	0,63 - 0,87	0,7352 ± 0,068				
	Jonggol	JG1	0,70 - 0,88	0,78 ± 0,067			0,512	0,609
		JG2	0,72 - 0,85	0,79 ± 0,047				
		JG3	0,70 - 0,79	0,75 ± 0,051				
Berat per satuan benih (g)	Parung Panjang	PP1	0,77 - 1,06	0,90 ± 0,145	2,909	0,088		
		PP2	0,81 - 0,97	0,91 ± 0,074				
		PP3	0,66 - 0,93	0,78 ± 0,101				
	Jonggol	JG1	0,45 - 0,66	0,57 ± 0,095			5,306	0,017**
		JG2	0,35 - 0,58	0,44 ± 0,073				
		JG3	0,38 - 0,53	0,44 ± 0,083				

Tabel 4. Perbandingan produksi benih dan Uji T-nya antara tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Parameter	Lokasi	Rataan±SD	t	Uji T	
				df	Sig
Jumlah benih bernas/pohon (butir)	Parung Panjang	1231,86 ± 547,13	-2,086	33	0,045*
	Jonggol	1743,98 ± 842,85			
Berat benih bernas/pohon (g)	Parung Panjang	1062,82 ± 437,92	1,285	33	0,208
	Jonggol	877,25 ± 403,53			
Jumlah benih bernas per buah	Parung Panjang	43,64 ± 5,964	-2,846	34	0,007**
	Jonggol	48,27 ± 3,646			
Jumlah benih hampa per buah	Parung Panjang	18,6529 ± 7,12970	2,713	34	0,010*
	Jonggol	13,6316 ± 3,58640			
Jumlah total benih	Parung Panjang	62,29 ± 4,183	0,295	34	0,769
	Jonggol	61,91 ± 3,485			
Rasio benih/ovul	Parung Panjang	0,70 ± 0,099	-3,008	34	0,005**
	Jonggol	0,78 ± 0,053			
Rataan berat benih	Parung Panjang	0,84 ± 0,119	9,767	34	0,000**
	Jonggol	0,48 ± 0,100			

Tabel 5. Kandungan hara tanah di areal tegakan mahoni di plot Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Hara	PP1		PP2		PP3		JG1		JG2		JG3	
Ph H ₂ O	4,57	(m)	4,57	(m)	4,47	(sm)	5,17	(m)	4,73	(m)	5	(m)
N tot	0,21	(s)	0,29	(s)	0,27	(s)	0,25	(s)	0,17	(r)	0,15	(r)
P ₂ O ₅ tersedia	5,23	(sr)	5,5	(sr)	3,43	(sr)	4,9	(sr)	3	(sr)	4,13	(sr)
Ca	4,81	(r)	4,85	(r)	2,79	(r)	8,6	(s)	3,22	(r)	4,72	(r)
Mg	1,76	(s)	2,3	(t)	9,5	(st)	15,68	(st)	8,97	(st)	9,79	(st)
K	0,49	(s)	0,18	(r)	0,14	(r)	0,17	(r)	0,17	(r)	0,15	(r)
KTK	18,41	(s)	27,02	(s)	31,34	(t)	23,44	(s)	17,84	(s)	20,31	(s)
Al ₃ [±]	5,8	(r-s)	6,67	(r-s)	10,08	(s-t)	0,12	(sr)	2,44	(sr-r)	2,45	(sr-r)
Zn	6,33	(c)	8,03	(c)	13	(c)	45,33	(c)	38	(c)	28,33	(c)
Mn	2,13	(r-s)	3,23	(s)	697,7	(st)	1152	(st)	1242	(st)	653,7	(st)
Fe	36,73	(t-st)	39,6	(t-st)	7,65	(s-t)	4,4	(r-s)	4,32	(r-s)	4,47	(r-s)
Br	701,7		1042		0		0		0		0	

Keterangan= sm: sangat masam, m: masam, sr: sangat rendah, r : rendah, s: sedang, t: tinggi, st: sangat tinggi, c: cukup

Status hara tanah

Kesuburan tanah berperan dalam inisiasi dan perkembangan bunga. Sebagai contoh adalah penelitian Peba and Tabla (2007) pada pohon *M. zapota*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa tanah yang subur mampu menjamin pematangan dalam proporsi yang lebih besar dan menghasilkan produksi buah lebih besar dibandingkan dengan pohon yang tumbuh ditempat yang kurang subur. Berdasarkan kandungan hara tanah dan menurut kriteria status kesuburan tanah (Anonim, 2005), kedua lokasi memiliki ph yang masam dan tingkat kesuburan yang rendah (Tabel 5). Sebagian besar unsur hara makro nilainya berada pada status sangat rendah hingga sedang, yang berarti nilainya berada dibawah standar kapabilitas tanah untuk dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Sebagian besar kandungan hara mikro pada tanah di kedua lokasi relatif baik. Kandungan Ca pada tanah secara umum tergolong rendah, kandungan Mg termasuk sedang sampai sangat tinggi, Zn tergolong cukup, dan Mn termasuk sedang sampai sangat tinggi. Secara umum kesuburan tanah di Parung Panjang relatif lebih baik dari pada Jonggol.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan N total tanah pada lahan di Parung Panjang berkisar antara 0,21%-0,29%. yang menurut kriteria Anonim (2005) termasuk sedang. Di Jonggol kandungan N berkisar antara 0,12%-0,25% yang tergolong rendah hingga sedang. Nitrogen merupakan anasir hara yang sangat mobil, sehingga sulit tersimpan dalam bahan induk tanah dan lebih banyak tersimpan dalam bahan organik (Poerwowidodo 1991). Bahan organik yang berada di tanah sangat ditentukan oleh kondisi vegetasinya, di mana jenis vegetasi dan kecepatan dekomposisi seresahnya merupakan salah satu faktor penentu kandungan N di dalam tanah (Rahmi dan Biantary 2014). Di lahan hutan, bahan organik yang berasal dari vegetasi merupakan salah satu sumber utama N, karena di hutan pada umumnya unsur N bukan berasal dari pemupukan.

Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara utama yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman baik

pertumbuhan organ vegetatif maupun generatif. Secara umum dibandingkan dengan lahan hutan di Parung Panjang kandungan N total dalam tanah di Jonggol lebih miskin dan lebih bervariasi, dari rendah hingga sedang, berkisar antara 0,12-0,25. Dengan demikian diduga di beberapa tempat di Jonggol kebutuhan Nitrogen untuk pertumbuhan dan proses fisiologis lainnya diantaranya adalah proses reproduksi tidak dapat terpenuhi dengan baik. Kandungan N yang lebih rendah ini bisa menjadi penyebab lebih rendahnya pasokan N untuk pembentukan dan perkembangan buah atau benih. Seperti diketahui unsur hara N merupakan unsur penting untuk membantu mensintesa klorofil. Apabila kekurangan unsur ini maka salah satu dampaknya adalah terjadinya pengguguran daun dan penurunan produksi buah karena perkembangan, pembesaran dan pematangan buah terganggu (Budi 2010). Banyak penelitian pada beberapa tanaman keras menunjukkan adanya peran anasir N dalam reproduksi. Misalnya pada pohon zaitun. Ketersediaan N diperlukan dalam perkembangan reproduksi tanaman zaitun, peningkatan ketersediaan N meningkatkan intensitas pembungaan (Erel, et al. 2008), jumlah bunga setiap karangan bunga (Erel et al. 2013), dan tingkat keberhasilan pembentukan buah (Erel, et al. 2008). Peningkatan N berperan meningkatkan berat buah zaitun namun kemudian menurun saat kandungan N berlebihan (Erel et al. 2011). Pada pohon surian pemupukan N pada tahap fenologi yang tepat dapat meningkatkan produksi buah (Pramono, 2016) Pada apel Nitrogen berpengaruh terhadap pembelahan sel pada buah muda (Curetti et al. (2013).

Unsur lainnya yang juga dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar adalah fosfor (P). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan unsur P tanah di Parung Panjang dan Jonggol berada pada posisi yang sangat rendah yaitu berkisar antara 3,0 ppm-5,5 ppm. Keadaan ini diduga karena tanah tersebut terbentuk dari bahan induk yang miskin unsur P dan kandungan P dalam bahan organik juga rendah. Kondisi tanah di kedua lokasi yang ber-pH asam dapat meningkatkan kadar ion Al, Fe dan Mn. Ion ini mampu mengikat unsur P di dalam tanah sehingga unsur P

menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Yamani 2010; Yuliasrin 2016)

Anasir P sangat penting karena berperan dalam transfer energi berupa ATP, fotosintesis dan pembentuk fosfolipid. Kekurangan unsur P dapat berakibat tanaman menjadi kerdil, gangguan pada pertumbuhan akar, keterlambatan reproduksi dan warna gelap pada daun (Pinatih et al. 2015, Nord et al. 2009). Ketersediaan fosfor di dalam tanah sering suboptimal untuk pertumbuhan tanaman karena imobilitasnya yang ekstrim di sebagian besar tanah (Nord et al. 2009). Selain itu, secara umum tanaman memiliki kisaran variasi yang rendah dalam adaptasinya terhadap ketersediaan fosfor yang rendah (Nord et al. 2009). Beberapa penelitian pada tanaman buah menunjukkan bahwa P pada tanah berpengaruh terhadap produksi bunga. Erel et al. (2013) menyatakan bahwa ketersediaan P berpengaruh terhadap intensitas pembungaan jika terjadi defisiensi P yang parah. Erel et al. (2016) juga menyatakan tingkat nutrisi fosfor berkorelasi positif dengan tingkat tumbuhnya tunas reproduksi, berat karangan bunga (*inflorescence*), tingkat bunga hermafrodit, dan berat putik pada pohon zaitun. Selain produksi bunga, peningkatan kandungan P tanah berdampak positif terhadap produksi buah misalnya pada pohon oak (*Quercus ilex* L.) (Marcos et al. 2007), dan pohon zaitun (*Olea europaea* L.) (Erel et al. 2013). Keberhasilan pembentukan buah (*fruit set*) dan bobot buah juga dapat dipengaruhi oleh kandungan P (Erel et al. 2011). Erel et al. (2016) menyatakan bahwa pada pohon zaitun tingkat nutrisi fosfor berhubungan positif dengan ketahanan buah kecil, keberhasilan pembentukan buah, dan jumlah total buah (Erel et al. 2016).

Hasil analisis hara tanah menunjukkan bahwa tanah di Parung Panjang dan Jonggol memiliki kandungan K yang rendah hingga sedang. Kandungan K pada tanah di kedua tempat ini diduga tidak berpengaruh terhadap produksi buah dan benih, karena menurut Erel et al. (2013) kalium

akan berpengaruh terhadap intensitas pembungaan dan produktivitas jika terjadi defisiensi K yang lama dan berat, misalnya pada tanaman zaitun (Erel et al., 2013). Kandungan K juga tidak berpengaruh terhadap keberhasilan pembentukan buah (Erel, et al. 2008, Erel et al. 2013), kandungan K akan berpengaruh terhadap jumlah total buah per pohon jika K berada dalam kondisi minimum (Erel et al. 2008). Anasir K tidak berpengaruh secara langsung terhadap produksi buah, tetapi berperan dalam pencegahan kerontokan buah, karena K memacu penebalan dinding sel dan kekuatan tangkai (Poerwowidodo, 1993), namun demikian kandungan K di kedua lokasi penelitian dalam status cukup.

Secara umum kandungan unsur hara mikro di kedua lokasi cukup tersedia sehingga diduga unsur hara mikro kecuali Fe dan Br tidak menjadi faktor pembatas dalam produksi buah dan benih mahoni di Parung Panjang dan Jonggol. Kandungan anasir hara Fe pada tanah di Parung Panjang juga lebih tinggi daripada di Jonggol.

Status nutrisi daun

Sudah umum diketahui bahwa status hara pada daun dipengaruhi oleh status hara tanah, namun dalam penelitian ini perbedaan kondisi status hara tanah di antara kedua lokasi tidak diikuti dengan perbedaan kondisi hara daun (Tabel 5 dan tabel 6). Kandungan Boron pada tanah di Jonggol tidak terdeteksi sedangkan di Parung Panjang kandungannya lebih tinggi, namun kandungan hara daun di kedua lokasi tidak berbeda nyata, demikian juga dengan kandungan anasir N. Hal seperti ini juga terjadi pada tanaman surian (Pramono et al. 2015). Diduga status hara daun mahoni tidak hanya ditentukan oleh status hara tanah tetapi juga oleh faktor lainnya, misalnya ketinggian tempat, posisi topografi, kemiringan, dan tipe vegetasi (Wu et al. 2007).

Tabel 6. Perbandingan status nutrisi daun dan uji T-nya antara tegakan mahoni di Parung Panjang dan Jonggol, Bogor, Jawa Barat

Unsur	Lokasi	Range	Rataan	Uji T		
				t	df	Sig.
N (%)	Parung Panjang	1,53 - 2,27	2,05 ± 0,25	-1,934	14	0,074
	Jonggol	1,62 - 2,21	1,83 ± 0,20			
P (%)	Parung Panjang	0,058 - 0,117	0,089 ± 0,020	-3,957	14	0,001**
	Jonggol	0,032 - 0,073	0,054 ± 0,014			
K (%)	Parung Panjang	1,07 - 1,71	1,40 ± 0,23	1,983	14	0,067
	Jonggol	1,41 - 1,87	1,60 ± 0,17			
Ca (%)	Parung Panjang	1,42 - 2,79	2,09 ± 0,48	-3,488	14	0,004**
	Jonggol	0,39 - 1,86	1,17 ± 0,57			
B (ppm)	Parung Panjang	1,01 - 2,99	1,81 ± 0,75	0,403	14	0,693
	Jonggol	1,15 - 4,46	2,01 ± 1,22			

Hasil analisis terhadap 5 unsur hara pada daun, hanya 2 unsur hara yang berbeda nyata antara kedua tempat yaitu unsur P dan Ca. Kandungan anasir P pada daun di Parung Panjang yang rata-rata sebesar $0,089 \pm 0,020\%$ secara nyata lebih tinggi dari pada kandungannya di Jonggol yang sebesar $0,054 \pm 0,014\%$. Belum diketahui apakah kandungan P pada nilai tersebut termasuk rendah atau tinggi, karena sampai saat ini informasi tentang rentang kandungan P pada daun mahoni dan nilai optimalnya belum tersedia. Namun demikian, kandungan P pada daun mahoni di lokasi penelitian relatif rendah dibandingkan dengan nilai P pada pohon lain, seperti pada citrus yang berkisar dari 0.08% sampai 0.14% (Raveh 2013). Pada zaitun konsentrasi P berkisar antara 0,08 hingga 0,12% (Paskovic et al. 2013), dan bobot buah maksimum ditemukan bersesuaian dengan kandungan P daun sekitar 0,2% (Erel et al. 2011).

Secara umum sudah diketahui bahwa kandungan hara P pada daun berkaitan dengan pembuahan. Hasil penelitian Kainer et al. (2007) mengemukakan bahwa konsentrasi P daun berkorelasi negatif dengan produksi buah pada pohon *Bertholletia excelsa*. Namun demikian beberapa penelitian lain pada beberapa di tanaman buah-buahan misalnya pada pohon zaitun menunjukkan adanya pengaruh positif dari kandungan P daun terhadap pembentukan buah dan jumlah buah yang tumbuh hingga masak (Erel et al. 2013). Untuk pembungaan, anasir P hanya berpengaruh jika tanaman berada pada kondisi defisiensi berat. Intensitas pembungaan zaitun tidaklah dipengaruhi oleh P sepanjang kekurangan berat P bisa dihindarkan yaitu P daun di atas 0.09%. Sedangkan jumlah bunga per malai cenderung meningkat dengan meningkatnya P, namun pada konsentrasi di atas batas sekitar 0,13%, peningkatan konsentrasi P daun tidak berpengaruh (Erel et al. 2013). Karena di Jonggol kondisi lahannya marginal, dimana kandungan P sangat rendah, diduga perbedaan kandungan P daun antara tegakan di Parung Panjang dan di Jonggol selain berpengaruh terhadap pembuahan juga berpengaruh terhadap pembungaan.

Karena kandungan P terindikasi menjadi salah satu faktor yang menentukan produksi buah dan benih maka peningkatan kandungan P melalui pemupukan diduga dapat meningkatkan produksi buah dan benih mahoni di kedua tempat tersebut. Pemupukan P biasanya dikombinasikan dengan N dan/atau dengan K untuk menghasilkan peningkatan produksi benih misal pada *Thevetia peruviana* J. (Aboyeji and Abayomi 2013). Penyemprotan pohon mangga Hindi empat kali dengan 2% mono kalium fosfat, dan 2% di-kalium fosfat pada saat bunga mekar penuh, setelah pembentukan buah, selama buah tumbuh, dan sebelum panen sangat efektif untuk meningkatkan retensi buah (Baiea et al. 2015).

Nitrogen merupakan anasir hara yang penting dalam sistem reproduksi. Menurut Nord et al., (2009) daun merupakan penyimpan cadangan nitrogen untuk persediaan buah. Hal ini merupakan fungsi dari daun yang sama pentingnya dengan fungsi fotosintesis. Namun demikian pada penelitian ini anasir N bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi, karena kandungan N daun dari kedua lokasi tidak berbeda

nyata. Hasil beberapa penelitian juga menemukan bahwa N menjadi faktor pembatas ketika konsentarsi N daun berada di bawah ambang tertentu. Pada zaitun, selama tingkat daun N adalah di bawah 1,4%, meningkatnya nutrisi N ditemukan untuk meningkatkan intensitas pembungaan dan fruit set. Pada citrus menurut penelitian Raveh (2013) konsentrasi N optimal untuk mendukung produksi buah adalah berkisar antara 1,7% sampai 2,4%, Dibandingkan dengan kedua jenis tersebut, kandungan N daun mahoni di kedua tempat ini yang berada pada kisaran 1,53% hingga 2,27%, diduga masih berada pada taraf ketercukupan anasir N.

Demikian juga dengan anasir hara K, anasir hara ini juga diduga bukan sebagai faktor pembeda dalam produksi buah dan benih dari kedua lokasi penelitian. Belum diketahui apakah kandungan K di kedua lokasi ini termasuk tinggi atau rendah, karena belum ditemukan laporan tentang kisaran kandungan K daun mahoni. Namun demikian kandungan K daun mahoni di kedua lokasi yang berkisar antara 1,07-1,87%, relatif tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi K daun pada jenis tanaman lain, misalnya pada pinus yang berada di bawah 0,18, dan pada *C. lusitanica* yang berada di bawah 1,5 (Davis et al. 2007).

Dalam kesimpulan, secara umum produksi buah mahoni di Parung Panjang memiliki variasi yang lebih tinggi dari pada di Jonggol. Di Parung Panjang semua parameter produksi buah tidak berbeda nyata antar plot, sedangkan di Jonggol hampir semua parameter produksi buah dan benih berbeda nyata antar plot, Buah dari Parung Panjang lebih berat dan lebih panjang dari pada buah dari Jonggol. Jumlah benih bernas dan benih hampa per buah berbeda nyata antara kedua tegakan. Buah dari Parung Panjang berisi benih bernas yang lebih banyak dan lebih berat daripada buah dari Jonggol. Tanah di kedua lokasi memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Sebagian besar unsur hara makro berada pada status sangat rendah hingga sedang, sedangkan kandungan hara mikro sebagian besar berada pada taraf cukup. Kesuburan tanah di Parung Panjang lebih baik dari pada Jonggol. Hasil analisis hara daun, mengindikasikan bahwa perbedaan produksi buah dan benih berkaitan dengan perbedaan kandungan P pada daun. Unsur N dan K terindikasi bukan merupakan faktor pembeda dalam produksi buah dan benih di kedua lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboyeji CM, Abayomi YA. 2013. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizer on agromorphological traits and yield performance of gum bush (*Thevetia peruviana* J.) in Southern Guinea Savanna Zone of Nigeria. Intl J Appl Agric Apicult Res 9(1&2): 28-41.
- Baiea MHM, El-Sharony TF, El-Moneim EA. 2015. Effect of different forms of potassium on growth, yield and fruit quality of mango cv. Hindi. Intl J ChemTech Res 8(4): 1582-1587.
- Anonim. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian, Jakarta.
- Berjano R, Vega C, Arista M, Ortiz PL, Talavera S. 2006. A multi-year study of factors affecting fruit production in *Aristolochia paucineris* (Aristolochiaceae). Amer J Bot 93(4): 599-606.
- Curetti M, Sánchez E, Tagliavini M, Gioacchini P. 2013. Foliar-applied urea at bloom improves early fruit growth and nitrogen status of spur

- leaves in pear trees, cv. Williams Bon Chretien. *Scientia Horticulturae* 150:16-21.
- Davis MR, Coker G, Parfitt RL, Simcock R, Clinton PW, Garrett LG, Watt MS. 2007. Relationships between soil and foliar nutrients in young densely planted mini-plots of *Pinus radiata* and *Cupressus lusitanica*. *For Ecol Manag* 240: 122-130.
- Erel R, Dag A, Ben-Gal A, Schwartz A, Yermiyahu U. 2008. Flowering and Fruit Set of Olive Trees in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. *J Amer Soc Hort Sci* 133(5): 639-647.
- Erel R, Dag A, Ben-Gal A, Yermiyahu U, Schwartz A. 2011. The roles of nitrogen, phosphorus and potassium on olive tree productivity. *Acta Hort (ISHS)* 888: 259-268.
- Erel R, Yermiyahu U, Opstal JV, Ben-Gal A, Schwartz A, Dag A. 2013. The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. *Scientia Horticulturae* 159: 8-18.
- Erel R, Yermiyahu U, Yasuor H, Chamus DC, Schwartz A, Ben-Gal A, Dag, A. 2016. Phosphorus nutritional level, carbohydrate reserves and flower quality in olives. *PLoS ONE* 11(12): e0167591. DOI: 10.1371/journal.pone.0167591.
- Grogan J, Galvao J. 2006. Factors Limiting Post-logging Seedling Regeneration by Big-leaf Mahogany (*Swietenia macrophylla*) in Southeastern Amazonia, Brazil, and Implications for Sustainable Management. *Biotropica* 38(2): 219-228.
- Haferkamp M. 1988. Environmental factors affecting plant productivity. In: White RS, Short RE (eds). *Achieving Efficient Use of Rangeland Resources*. Fort Keogh Research Symposium. Miles City. Montana Agr. Exp. Sta, Bozeman.
- Kainer KA, Wadt LHO, Staudhammer CL. 2007. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *For Ecol Manag* 250: 244-255.
- Kelly BA, Fleury SG, Bouvet JM. 2007. Impact of agroforestry practices on the flowering phenology of in parklands *Vitellaria paradoxa* in southern Mali. *Agroforest Syst* 71: 67-75.
- Langbour P., Gerard J., Roda JM., Fauzi, PA., Guibal D. 2011. Comparison of wood properties of planted big-leaf mahogany (*swietenia macrophylla*) in Martinique Island with naturally grown mahogany from Brazil, Mexico and Peru. *Journal of Tropical Science* 23(3):252-259.
- Marcos GM, Obrador JJ, Garcia E, Cubera E. 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforest Syst* 70: 25-40.
- Mansor M, Noor, NM, Krishnapillay B. 1997. Collection and handling of mahogany (*Swietenia macrophylla*) seeds for optimum viability. *Journal of Tropical Forest Science* 9(3): 398-410.
- Nord EA, Lynch JP. 2009. Plant phenology: a critical controller of soil resource acquisition. *J Exp Bot* 60(7): 1927-1937.
- Nurhasybi dan Sudradjat DJ. 2009. Teknik pendugaan potensi produksi benih tanaman hutan. *Info Benih Volume* 12(2): 71-82.
- Paskovic I, Perica S, Pecina M, Hancevic K, Paskovic MP, Custic MH. 2013. Leaf mineral concentration of five olive cultivars grown on calcareous soil. *J Central Eur Agric* 14(4): 1471-1478.
- Peba LS, Tabla VP. 2007. Fenologi dan penyerbukan *Manilkara zapota* di hutan dan pekarangan. *For Ecol Manag* 248: 136-142.
- Pinatih IDASP, Kusmiyarti TB, Susila KD. 2015. Evaluasi status kesuburan tanah pada lahan pertanian di Kecamatan Denpasar Selatan. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 4(4): 282-292.
- Pramono AA, Siregar IZ, Palupi ER, Kusmana C. 2015. Hubungan antara status nutrisi dengan produksi buah dan benih surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) di hutan rakyat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 12(3): 195-206
- Pramono AA. 2016. Pengaruh dosis pemupukan urea pada tahap fenologi yang berbeda terhadap produksi buah surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan*. 4(1): 17-24
- Pramono AA, Syamsuwida D, Aminah A. 2016a. Variasi produksi benih gelam (*Melaleuca leucadendron*) pada beberapa tegakan di Sumatera Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 2(2): 143-148.
- Pramono AA, Palupi ER, Siregar IZ, Kusmana C. 2016b. Characteristics of flower, fruit and seed production of surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) in Sumedang, West Java. *Trop Life Sci Res* 27(1): 77-91.
- Rahmi A, dan Biantary MP. 2014. Karakteristik sifat kimia tanah dan status kesuburan tanah lahan pekarangan dan lahan usaha tani beberapa kampung di kabupaten kutai barat. *Ziraa'ah* 39(1): 30-36.
- Raveh E. 2013. Citrus leaf nutrient status: A critical evaluation of guidelines for optimal yield in Israel. *J Plant Nutr Soil Sci* 176: 420-428.
- Santoso H. 2011. Kebijakan sumber benih dan potensi kebutuhan benih untuk mendukung penanaman satu milyar pohon. *Makalah Seminar Nasional Pembangunan Sumber Benih*, Yogyakarta.
- Saunders J, Reeve R. 2014. The EU Timber Regulation and CITES. *Energy, Environment and Resources PP EER* 2014/08. CIFOR, Chatham House. London.
- Surat Keputusan Kementerian Kehutanan No.707/Menhut-II/2013 tentang Penetapan Jenis Tanaman Hutan yang Benihnya Wajib Diambil dari Sumber Benih Bersertifikat
- Snook LK, Camara-Cabrales L, Kelty MJ. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): patterns of variation and implications for sustainability. *For Ecol Manag* 206: 221-235.
- Yamani A. 2010. Kajian tingkat kesuburan tanah pada hutan lindung Gunung Sebatung di Kabupaten Kotabaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis* 11(29): 32-37.
- Yuliastrin A. 2016. Status hara makro tanah yang ditumbuhi populasi bintangur (*Calophyllum* spp.) (Studi kasus di hutan lindung Sei Tembesi dan Bukit Tiban, Batam). *Jurnal Matematika, Sain, dan Teknologi* 17(2): 68-76.
- Wani IA, Bhat MY, Lone AA, Mir MY. 2010. Unfruitfulness in fruit crops: Causes and remedies. *African J Agric Res* 5(25): 3581-3589.
- Wu CC, Tsui CC, Hsieh CF, Asio VB, Chen ZS. 2007. Mineral nutrient status of tree species in relation to environmental factors in the subtropical rain forest of Taiwan. *For Ecol Manag* 239: 81-91.

Pengaruh media dan dosis pupuk majemuk terhadap pertumbuhan bibit ramin di Persemaian Permanen Sukomoro, Sumatra Selatan

The effect of growth media and fertilizer dosage on the growth of ramin seedlings in Permanent Nursery of Sukomoro, South Sumatra

MAWAZIN

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16118, Jawa Barat. Tel. +62-251-7520067, Fax. +62-251-8638111,
*email: mawazin22@gmail.com

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 7 September 2017.

Abstrak. Mawazin. 2017. Pengaruh media dan dosis pupuk majemuk terhadap pertumbuhan bibit ramin di Persemaian Permanen Sukomoro, Sumatra Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 390-395*. Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz.) merupakan jenis pohon komersial, tumbuh secara alami di hutan rawa gambut. Di Indonesia tumbuh terbatas di Provinsi Riau, Jambi, Sumatra Selatan, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah. Ramin termasuk jenis yang pertumbuhannya lambat, sehingga pembuatan bibit memerlukan waktu yang relatif lebih lama dibanding jenis tumbuhan lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi media dan dosis pupuk *Growmore* terhadap pertumbuhan tinggi bibit ramin di persemaian. Rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dua faktor, yaitu komposisi media dan dosis pupuk *Growmore*. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan komposisi media tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit umur 3 bulan dan 12 bulan, sedangkan perlakuan dosis pupuk *Growmore* tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit pada umur 3 bulan, tetapi berpengaruh nyata pada umur 12 bulan.

Kata kunci: ramin, komposisi media, pupuk majemuk, pertumbuhan tinggi

Abstracts. Mawazin. 2017. The effect of growth media and fertilizer dosage on the growth of ramin seedlings in Permanent Nursery of Sukomoro, South Sumatra. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 390-395*. Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz.) is a commercial tree species which grows naturally in peat swamp forest of Indonesia and Malaysia. In Indonesia, this species grows in the provinces of Riau, Jambi, South Sumatra, West and Central Kalimantan. This species grows relatively slower compared to other forest tree species, therefore require much longer time to grow until mature stage. Growth from seed to seedling stage and from cutting to rooting stage is also slow including until their being transplanted into the field. Timeframe is therefore critical to prepare planting materials for ramin mass planting activities. In order to promote the growth various approaches need to be taken. This experiment is aimed to obtain the most suitable growing media and dosage of growth promotor "Growmore" to accelerate the growth of ramin seedlings in the nursery. Design used was randomized complete design consisting of two factors, growing media and dosage of growth promotor. Results revealed that growth media did not show significant effect to the growth at the age of 3 and 12 months after application in the nursery, as well as the dosage of growth promotor for the age of 3 months. However, the dosage showed significant effect to the growth 12 months after the growth promotor application. This findings, however, requires further experiment using relatively large number of samples.

Keywords: ramin, growth medium, growth promotor, *Growmore*

PENDAHULUAN

Ramin (*Gonystylus* spp.) merupakan salah satu genus dari famili Thymeliaceae dan genus ini diperkirakan terdiri dari 30 jenis. Jenis-jenis dari genus ini, hanya beberapa jenis yang tumbuh secara dominan dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi, dan salah satu diantaranya adalah *Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz. yang dikenal dengan nama perdagangan ramin. *G. bancanus* adalah jenis pohon komersial yang tumbuh terbatas pada hutan rawa gambut (Bastomi 2005). Di Indonesia, *G. bancanus* tumbuh secara alami di Provinsi Riau, Jambi, Sumatra Selatan, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Penyebaran dan pertumbuhan ramin di hutan rawa gambut sangat

dipengaruhi oleh ketebalan gambut (Istomo 1994). Sebagian besar jenis *G. bancanus* tumbuh secara alami terutama di hutan rawa gambut dataran rendah sampai dengan ketinggian 100 m dpl., di daerah yang sewaktu-waktu tergenang air dan lebih menyukai tanah yang bergambut tebal (Sidiyasa, 2005).

Gonystylus bancanus telah dieksploitasi sejak sekitar tahun 1972 bersamaan dengan dimulainya eksploitasi hutan di Indonesia. Populasi jenis ini sejak akhir tahun 1990-an diperkirakan telah mengalami penurunan sangat signifikan yang disebabkan eksploitasi besar-besaran, kebakaran hutan, pembalakan, terutama pembalakan liar, dan konversi habitat ke penggunaan lainnya. Untuk menyelamatkan jenis ramin dan mencegah hilangnya populasi di alam dan

terjadinya degradasi habitat alaminya, maka Departemen Kehutanan RI pada tahun 2001 mengeluarkan kebijakan penghentian sementara (*moratorium*) eksploitasi ramin di seluruh Indonesia. Pada tahun yang sama, semua jenis ramin (*Gonystylus* spp.) dimasukkan ke dalam *Appendix II CITES* yang berarti perdagangan Internasional jenis ini diatur sesuai dengan ketentuan-ketentuan CITES (Richter et al. 2014).

Rehabilitasi dan penanaman kembali ramin sampai saat ini masih terkendala ketersediaan benih dan bibit, khususnya yang berasal dari hutan alam, sementara pengadaan bibit dari stek pucuk yang berasal dari kebun konservasi dan kebun pangkas masih sangat terbatas. Di samping itu, pertumbuhan bibit ramin termasuk lambat, sehingga untuk memproduksi bibit yang siap tanam di lapangan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan jenis-jenis tumbuhan lain. Berdasarkan pengamatan langsung bibit ramin di persemaian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat, pertumbuhan bibit ramin diduga mengalami stagnansi setelah dipindah dari persemaian KOFFCo ke persemaian konvensional di bawah *shading net*. Hal ini ditunjukkan bibit ramin yang dipelihara di persemaian konvensional di Bogor selama 9 bulan jumlah daun yang muncul rata-rata hanya 2 helai dan tingginya kurang dari 25 cm.

Untuk mempercepat pertumbuhan bibit di persemaian dan lapangan, berbagai percobaan telah dilakukan. Kombinasi berbagai media pertumbuhan telah banyak dilakukan, seperti dengan menggunakan gambut murni (Muin 2003), campuran media gambut, tanah mineral dan sekam padi (Fithri 1997), campuran dengan serbuk gergaji (Soerianegara et al. 1996). Pemacu pertumbuhan juga telah dilakukan dengan aplikasi mikroorganisme (mikoriza) (Hendromono 1986; Muin 2003; Turjaman 2005). Demikian pula, pemberian berbagai dosis pupuk dan hormon seperti Rootone-F (Saragih 1998; Deman 1998). Respon berbagai perlakuan tersebut pada pertumbuhan anakan ramin sangat beragam dan belum menunjukkan hasil yang konsisten. Dengan hasil-hasil di atas dapat dikatakan bahwa pemberian berbagai perlakuan untuk mempercepat pertumbuhan anakan ramin masih sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab kebutuhan tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi media dan dosis pupuk *Growmore* terhadap pertumbuhan tinggi bibit ramin di persemaian. Hasil penelitian diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan mempercepat waktu pembuatan bibit yang siap ditanam di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat.

Penelitian dilaksanakan selama 12 bulan pada bulan Agustus 2014 sampai dengan Agustus 2015. Penelitian dilakukan di persemaian permanen Balai Perbenihan Tanaman Hutan, Sumatera Selatan di Sukomoro Km 20, Palembang, Sumatera Selatan.

Bahan dan alat.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit ramin (*G. bancanus*) yang ditumbuhkan dari stek pucuk, media tanam berupa tanah *top soil*, pasir halus, tanah gambut, pupuk *Growmore*, timbangan, wadah ember, air pelarut, bedeng persemaian, alat penyiraman, mistar, alat tulis dan *tally sheet*.

Metode penelitian

Persiapan media

Media terdiri dari dua macam yang sekaligus sebagai perlakuan, yaitu (i) media *top soil* dan pasir halus dicampur dengan perbandingan 2:1, kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 35 x 50cm; (ii) media *top soil* + pasir halus + tanah gambut dicampur dengan perbandingan 1:1:1, kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 35 cm x 50 cm. Perlakuan berikutnya adalah dosis hormon pemacu pertumbuhan *Growmore* dengan lima dosis yang berbeda sebagai berikut: (i) G 0 (Kontrol), (ii) G 1 (0,5 gram dalam 250 mL air), (iii) G 2 (1,0 gram dalam 250 mL air), (iv) G 3 (1,5 gram dalam 250 mL air), dan (v) G4 (2 gram dalam 250 mL air).

Pemberian dosis Growmore

Hormon *Growmore* berupa serbuk/powder ditimbang sesuai dengan dosis perlakuan, kemudian dilarutkan dalam air sampai volume mencapai 250 mL, diaduk sampai merata dan kemudian setelah larut disiramkan ke dalam media pertumbuhan bibit. Informasi kandungan hara di dalam *Growmore* yang tertera di dalam label adalah Total nitrogen (N-20%), Available phosphate (P₂O₅-20%), Soluble potash (K₂O-20%) dan Lainnya (40%).

Persiapan bibit

Bibit yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit ramin yang berasal dari stek pucuk yang berumur sekitar satu tahun. Selanjutnya bibit dipindahkan ke dalam polybag yang telah diisi dengan media sesuai dengan perlakuan.

Pemeliharaan.

Pemeliharaan bibit setelah diberi perlakuan adalah penyiraman dan penyiangan. Penyiraman dilakukan secara rutin setiap hari, dimana pada musim kemarau disiram sebanyak 2 kali, yaitu pada pagi hari dan sore hari, sedangkan pada musim penghujan dilakukan penyiraman sehari sekali, yaitu pada pagi hari. Sedangkan penyiangan dilakukan secara berkala selama penelitian.

Pengamatan/pengukuran.

Pengamatan respon bibit terhadap perlakuan dilakukan secara berkala terhadap seluruh bibit, yaitu dengan mengukur tinggi bibit setelah 3 bulan dan 12 bulan sejak perlakuan diberikan.

Analisa data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) *tree plot* tanaman tunggal, dengan dua faktor, yaitu: (i) komposisi media: M1 dan M2, (ii) dosis pupuk *Growmore*: G0, G1, G2, G3, G4, (iii) jumlah bibit yang ditanam/diberi perlakuan adalah 2 komposisi media x

5 dosis pupuk x 10 ulangan, sehingga jumlah seluruhnya sebanyak 100 bibit. Respon yang diamati adalah pertambahan tinggi tanaman selama 12 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan bibit umur 3 bulan

Hasil pengukuran menunjukkan pertumbuhan tinggi bibit ramin yang ditanam pada media tanah *top soil* + pasir halus (M1) sebesar 10,8 cm dan pada media tanah *top soil* + tanah gambut (M2) sebesar 11,4 cm (Gambar 1.A), sedangkan pertumbuhan tinggi bibit ramin dengan dosis *Growmore* berturut turut adalah Kontrol (G0) sebesar 9,8 cm; G1 sebesar 10,5 cm; G2 sebesar 11,1 cm; G3 sebesar 12,1 cm; G4 sebesar 12,2 cm (Gambar 1b) (Tabel S1). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan media dan dosis hormon dilakukan uji sidik ragam seperti pada Tabel 1.

Dari uji sidik ragam (Tabel 1) diketahui bahwa perlakuan media tidak berbeda nyata secara statistik terhadap tinggi bibit pada umur 3 bulan. Penggunaan media tanah *top soil* + pasir halus (2:1) tanpa tanah gambut dan media tanah *top soil* + pasir halus + tanah gambut (1:1:1) tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tingginya. Hal ini mengindikasikan untuk pembuatan bibit ramin di persemaian sampai umur 3 bulan dapat digunakan media tanah *top soil* + pasir halus (2:1), apabila tidak tersedia tanah gambut.

Uji sidik ragam terhadap perlakuan berbagai dosis *Growmore* pada umur 3 bulan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan tinggi bibit. Pemupukan adalah penambahan unsur hara pada media yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, agar pertumbuhannya lebih baik. Menurut Harjadi (1991), pemberian pupuk pada tingkat yang lebih tinggi, dapat memberikan respon pertumbuhan yang lebih baik terhadap tinggi anakan karena memberikan efek pertumbuhan khususnya perkembangan bagian-bagian vegetatif tanaman.

Perlakuan dosis hormon *Growmore* dan perlakuan media tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit pada umur 3 bulan. Pertumbuhan ramin yang secara alamiah berjalan lambat, sehingga efek perlakuan hanya

terlihat setelah melampaui periode tertentu. Pertumbuhan tanaman pada awalnya mengalami penambahan ukuran sel yang kecil (*lag phase*), selanjutnya penambahan pertumbuhan sel akan meningkat pada periode waktu tertentu (Leiwakabessy et al. 2003). Disamping itu, struktur perakaran bibit ramin pada umur 3 bulan yang relatif masih terbatas juga dapat mempengaruhi respon berbagai perlakuan terhadap pertumbuhan tinggi anakan.

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor genetik, kandungan unsur hara media, suhu dan kelembaban di sekitar tanaman (Pahan 2012). Selanjutnya, unsur hara pada media akan dimanfaatkan untuk proses fotosintesa dan hasil fotosintesa akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman untuk memacu pertumbuhan (Gardner et al.1991). Namun, kondisi unsur hara pada media yang banyak belum tentu dapat diserap seluruhnya oleh bibit, karena tanaman mempunyai batas kemampuan optimal menyerap unsur hara dan hanya akan memanfaatkan unsur hara sesuai ukuran dan takaran yang dibutuhkan untuk pertumbuhannya (Poerwowidodo 1993). Penggunaan polybag berukuran besar 35 x 50 cm untuk media tumbuh memungkinkan kandungan unsur hara cukup tersedia, namun perlakuan penambahan pupuk belum terlihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan bibit pada umur 3 bulan.

Pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan bibit ramin umur 12 bulan

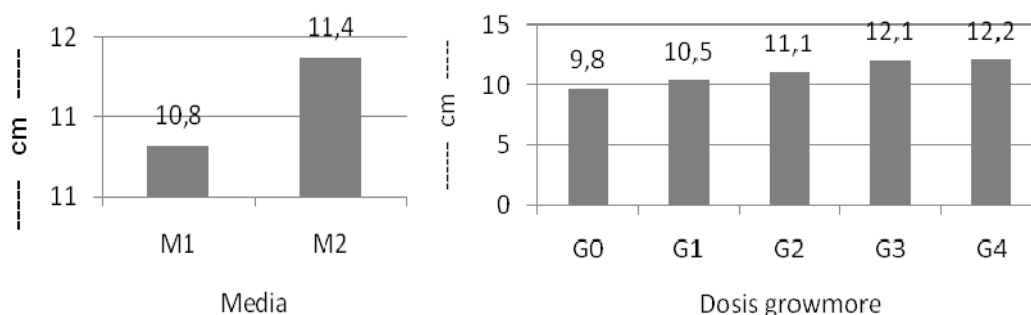
Hasil pengukuran pertumbuhan tinggi bibit setelah berumur 12 bulan adalah sebagai berikut: perlakuan M1: media tanah *top soil* + pasir halus (2:1) sebesar 45,6 cm dan M2: media tanah *top soil* + pasir halus + tanah gambut (1:1:1) sebesar 44,3 cm (Gambar 2.A), sedangkan perlakuan dosis *Growmore* adalah kontrol (G0) sebesar 33,0 cm, G1 sebesar 47,4 cm; G2 sebesar 47,4 cm; G3 sebesar 52,4 cm; dan G4 sebesar 47,4 cm (Gambar 2.B) (Tabel S1).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan media dan dosis *Growmore* terhadap pertumbuhan tinggi bibit setelah 12 bulan, maka dilakukan uji sidik ragam seperti ditampilkan pada Tabel 1.

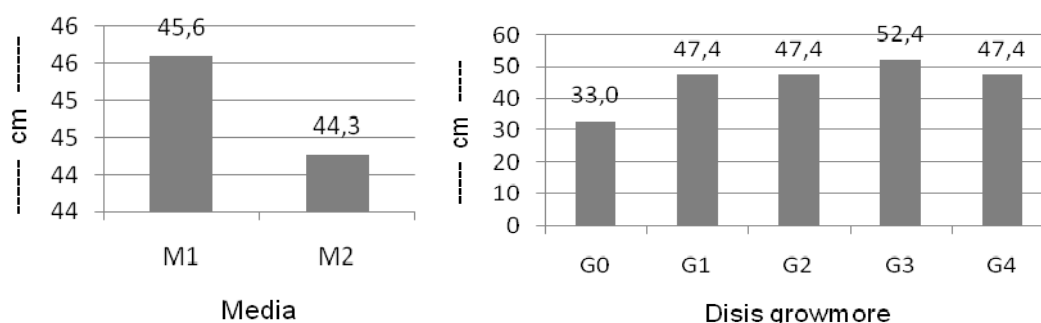
Tabel 1. Sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tinggi bibit umur 3 bulan dan 12 bulan

Sumber keragaman	dB	Umur 3 bulan			F-hit.	dB	Umur 12 bulan		
		Jumlah kuadrat	Rataan kuadrat	F-hit.			Jumlah kuadrat	Rataan kuadrat	F-hit.
Media	1	7,56	7,56	0,16 ^{tn}	1	37,16	37,16	0,13 ^{tn}	
<i>Growmore</i>	4	86,01	21,50	0,47 ^{tn}	4	4.031,72	1.007,93	3,61*	
Media x <i>Growmore</i>	4	73,70	18,42	0,40 ^{tn}	4	1.857,48	464,37	1,66 ^{tn}	
Error	90	4.099,07	45,54		74	20.645,70	278,99		
Total	99	4.266,34			83	26.572,07			

Keterangan: tn = Tidak berbeda nyata pada taraf 5%; * =Berbeda nyata pada taraf 5%



Gambar 1. A. Pengaruh media, B. Pengaruh dosis *Growmore*



Gambar 2. A. Pengaruh media, B. Pengaruh dosis *Growmore*

Perlakuan media tanah *top soil* + pasir halus (2:1) tanpa tanah gambut dan media tanah *top soil* + pasir halus + tanah gambut (1:1:1) tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit umur 12 bulan (Tabel 1). Hal ini memberikan indikasi bahwa untuk pembuatan bibit ramin di persemaian, tidak mengharuskan menggunakan media gambut dan dapat menggunakan media tanah *top soil* + pasir halus (2:1). Hal ini juga didukung oleh berbagai penelitian lain dimana respon terhadap berbagai media terhadap pertumbuhan anakan ramin juga sangat beragam, seperti yang pernah dilakukan sebelumnya antara lain oleh Daryono 1994; Fithri 1997; Muin 2003).

Sedangkan perlakuan dosis hormon memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan dan sekurangnya ada satu perlakuan yang secara nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit. Perlakuan hormon pada umur 3 bulan di atas tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi, tetapi setelah umur 12 bulan dosis hormon menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Pada gambar 2b dapat dilihat bahwa perlakuan dosis dengan berat sebesar 1,5 gram di dalam 250 mL air memberikan efek nyata terhadap pertumbuhan bibit ramin di dalam persemaian. Meski menggunakan polybag berukuran relatif besar diduga unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bibit belum mencukupi sehingga penambahan pupuk *Growmore* dengan dosis tertentu (1,5 gram) diduga

dapat memperbaiki kondisi kesuburan media, sehingga dapat memacu pertumbuhan bibit ramin di dalam persemaian. Hasil percobaan ini menunjukkan kesamaan dengan hasil percobaan yang dilakukan oleh Viloga et al. (2013) yang menyatakan bahwa penggunaan dosis *Growmore* sebanyak 3 g/L air/bibit dapat memberikan respon pertumbuhan tinggi tanaman buah naga yang lebih baik dibandingkan dengan dosis 2 g/L air maupun 1 g/L air. Penelitian pemupukan juga telah dilakukan Fithri (1997) dengan memberikan dosis pupuk NPK sebesar 4 gram per bibit juga telah memacu pertumbuhan bibit ramin di persemaian, baik dengan menggunakan media gambut, sekam padi maupun tanah mineral.

Dalam kesimpulan, komposisi media tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan bibit ramin baik pada awal pertumbuhan (3 bulan) maupun setelah 12 bulan. Sedangkan, pemberian pupuk *Growmore* tidak berbeda nyata secara statistik pada awal pertumbuhan, tetapi pertumbuhan selanjutnya pemberian pupuk *Growmore* menunjukkan respon yang positif terhadap pertumbuhan bibit ramin pada umur 12 bulan. Untuk meningkatkan pertumbuhan bibit ramin disarankan penambahan pupuk *Growmore* pada media tanam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan penelitian ini, yaitu Tajudin E. Komar atas bimbingan dan pengarahannya, Kepala Balai Perbenihan Tanaman Hutan Se-Sumatera atas fasilitas persemaian dan para staf persemaian yang telah membantu melakukan penanaman dan pengukuran tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastoni. 2005. Kajian ekologi dan silvikultur ramin di Sumatera Selatan dan Jambi. Prosiding Semiloka Nasional Konservasi dan Pembangunan Hutan Ramin di Indonesia. Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam. Kerjasama ITTO PPD 87/03 Rev. 2F.
- Daryono H. 1994. Impact of logging on peat swamp forest in Central Kalimantan. PhD Thesis. UPLB Philippines.
- Deman WL. 1998. Pengaruh campuran media tumbuh dan rootone F terhadap pertumbuhan anakan ramin (*G. bancanus*). Thesis S1. Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan. Universitas Palangkaraya.
- Fithri MH. 1997. Pengaruh campuran media tumbuh dan pemberian pupuk NPK terhadap pertumbuhan anakan ramin (*G. bancanus*). Thesis S1. Fakultas Pertanian Jurusan Kehutanan. Universitas Palangkaraya.
- Franklin P, Gardner R, Brent P, Roger L, Mitchell. 1991. Physiologi of crop plant. Diterjemahkan oleh Herawati Susilo. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI Press. Jakarta
- Harjadi SS. 1991. Pengantar Agronomi. Gramedia. Jakarta
- Hendromono. 1986. Pengaruh manipulasi kondisi lingkungan terhadap proses berakar stek ramin (*G. bancanus*). Bulletin Penelitian Hutan 6 (18):1-12
- Istomo. 1994. Hubungan antara komposisi, struktur dan penyebaran ramin (*G. bancanus*) dengan sifat-sifat tanah gambut. Studi Kasus di Areal HPH PT Inhutani III Kalimantan Tengah. Thesis Program Pasca Sarjana IPB.
- Leiwakabessy FM, Wahjudin UM, Suwarno. 2003. Kesuburan tanah. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB. Bogor. 252hal.
- Muin A. 2003. Pertumbuhan anakan ramin (*G. bancanus*) dengan inokulasi cendawan mikoriza *arbuskula* (CMA) pada berbagai intensitas cahaya dan dosis posfat alam. Disertasi Doktor.
- Pahan I. 2012. Panduan lengkap kelapa sawit. Manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir. Penebar Swadaya. Jakarta
- Poerwidodo. 1993. Telaah kesuburan tanah. Angkasa. Bandung
- Richter HG, Gembruch K, Koch G. 2014. *Gonystylus* spp. (Ramin) - CITES II. In: CITESwoodID: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information. ftp://delta-intkey.com/citesw/en/www/thygoni.htm [16th May 2014].
- Saragih SP. 1998. Respon pertumbuhan semai ramin (*G. bancanus*) terhadap pemberian pupuk NPK dan Mikoriza. [Skripsi]. Universitas Palangkaraya
- Setyamidjaja D. 1986. Pupuk dan pemupukan. CV. Simplex. Jakarta
- Sidiyasa K. 2005. Potensi, botani, ekonomi, dan ekologi ramin (*Gonystylus* spp.). Prosiding Semiloka Nasional. Konservasi dan Pembangunan Hutan Ramin di Indonesia, Bogor, 28 September 2005: 9-34.
- Turjaman M, Tamai Y, Segah H, Limin SH, Cha JY, Osaki M, Tawaraya K. 2005. Inoculation with the ectomycorrhizal fungi *Pisolithus arhizus* and *Scleroderma* sp. improves early growth of *Shorea pinanga* nursery seedlings. New Forest 30:67-73.
- Viloga N, Hercules G, Tengku ES. 2013. Pemberian pupuk kandang sapi dan *Growmore* 12-45-10 pada pertumbuhan tanaman buah naga. Jurnal Dinamika Pertanian 2 (18): 91-96.

Tabel S1. Pertumbuhan tinggi ramin umur 3 bulan dan umur 12 bulan

Media	Ulangan	Umur 3 bulan					Umur 12 bulan				
		G1	G2	G3	G4	G5	G1	G2	G3	G4	G5
M1	1	6	16	18	6	1	25	49	-	-	40
	2	4	20	6	11.5	18	23	67	-	78.5	37
	3	2	8	6.5	9	8	14	-	-	49	-
	4	22	4	14.5	10	3	33	-	53	70	34
	5	16	6	14	12	8	42	9	-	45	48
	6	11	11	15	6	24	46	48	32	29	67
	7	4	19	11	20	4	25	51	62	57	35
	8	3	10	1.5	17	14	31	51	27.5	64	75
	9	18	20	5	13	20	26	-	105	66	17
	10	4	4	14	13	10	30	57	63	44	45
M2	1	7	8	6.5	14	1	7	53	20	-	-
	2	7	7	8	9	20	33	68	34	28	56
	3	7	4	3	8	17	31	39	33	-	45
	4	2	5	9	11	6	-	35	43	30	48
	5	14	5	19	16	24	45	-	-	64	39
	6	5	6	21	19	20	37	67	-	61	40
	7	21	2	27	8	13	43	35	75	36	82
	8	14	18	6	21	9	38	55	18	72	30
	9	17	29	2	10	17	51	49	25	62	59
	10	11	7	14	8	6	43	25	54	39	57

Keterangan: G1-G5 = dosis *Growmore*

Keanekaragaman lumut epifit pada marga *Cupressus* di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat

Diversity of epiphytic moss in genus *Cupressus* at Cibodas Botanic Gardens, West Java

AINUN NADHIFAH¹✉, KIKI ZAKIYYAH², IKHSAN NOVIADY¹

¹Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat. Tel. +62-263-512233, 520448, Fax. +62-263-512233, ✉email: ainu001@lipi.go.id

²Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam As-Syafi'iyah. Jl. Jatiwaringin Raya No. 12, Pondokgede, Jaticempaka, Kota Bekasi 17411, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 1 September 2017. Revisi disetujui: 26 Desember 2017.

Abstrak. Nadhifah A, Zakiyyah K, Noviady I. 2017. Keanekaragaman lumut epifit pada marga *Cupressus* di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 396-400. Lumut berfungsi sebagai organisme perintis dan merupakan bagian dari keanekaragaman hayati yang belum banyak mendapat perhatian. Kebun Raya Cibodas (KRC) merupakan salah satu satuan kerja Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang salah satu tugas dan fungsinya sebagai lembaga konservasi ex situ tumbuhan dataran tinggi basah. Keanekaragaman lumut epifit, khususnya anggota marga *Cupressus*, di KRC belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman lumut epifit dari marga *Cupressus* di KRC serta memberikan data dan informasi tambahan mengenai keanekaragaman lumut di KRC. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling* dengan lokasi pengambilan sampel pada pohon *Cupressus* spp. di vak III F. Pengambilan sampel lumut dimulai dari area pangkal batang hingga batas ketinggian 1,3 meter (dbh). Jenis lumut yang diidentifikasi kemudian dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan hasil penelitian lumut epifit sebelumnya, terutama pada Gymnospermae. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 11 jenis lumut epifit dari 10 marga dan 7 suku. Bentuk kehidupan lumut yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain *mats* (hamparan), *pendant* (menggantung), *fans* (kipas), *short turfs* (rumput pendek), dan *dendroid* (menyerupai pohon). Jenis yang paling banyak ditemukan dari suku Lejeuneaceae, antara lain *Lejeunea mimula* Hürl., *Lejeunea patersonii* (Stephani.) Stephani., *Lopholejeunea wiltensii* Stephani., dan *Ptychanthus striatus* (Lehm. & Lindenb.) Nees.

Kata kunci: Cibodas, *Cupressus*, keanekaragaman, Lejeuneaceae, lumut

Abstract. Nadhifah A, Zakiyyah K, Noviady I. 2017. Diversity of epiphytic moss in genus *Cupressus* at Cibodas Botanic Gardens, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 396-400. Moss serves as a pioneer organism and is a part of biodiversity that has not received much attention. Cibodas Botanic Gardens (CBG) is one of the work units of Indonesian Institute of Sciences (LIPI) which is one of duties and functions as an ex situ conservation institution of wetland plant. The diversity of epiphytic moss, especially the member of *Cupressus* genus, at CBG has not been reported. This study aimed to determine the diversity of epiphytic moss from the genus of *Cupressus* in CBG and to provide the additional data and information on the diversity of mosses at CBG. The method used in this research was purposive sampling with the location of sampling at *Cupressus* spp. tree. in vak III F. The sampling of moss started from the base of stem to the height of 1.3 meters (dbh). The type of moss identified was then analyzed descriptively and compared with previous epiphytic moss studies, especially on Gymnospermae. The results showed there were 11 species of epiphytic moss of 10 genera and 7 families. The life form of moss found in this study included mats, pendant, fans, short turfs, and dendroid. The most common species of Lejeuneaceae family included *Lejeunea mimula* Hürl., *Lejeunea patersonii* (Stephani.) Stephani., *Lopholejeunea wiltensii* Stephani., and *Ptychanthus striatus* (Lehm. & Lindenb.) Nees.

Keywords: Cibodas, *Cupressus*, diversity, Lejeuneaceae, moss

PENDAHULUAN

Lumut merupakan kelompok tumbuhan berspora yang memiliki tubuh berupa talus. Pada lumut primitif, talusnya berbentuk lembaran, sedangkan pada lumut yang lebih maju talusnya menyerupai tumbuhan tingkat tinggi dengan batang tegak dan dikelilingi daun (Glime 2017). Lumut merupakan bagian dari keanekaragaman hayati yang belum banyak mendapat perhatian. Sepintas, organisme tersebut tampak tidak menarik perhatian dan bahkan sering

dianggap sebagai penyebab lingkungan terlihat kotor dan licin. Namun apabila diperhatikan secara seksama, beberapa jenis tumbuhan lumut cukup menarik. Secara morfologis, lumut memiliki struktur mirip akar yaitu rizoid sebagai penyerap air sekaligus berfungsi untuk melekatkan diri pada substrat tanah, bebatuan, atau pepohonan (Damayanti 2006).

Lumut terdiri dari tiga divisi, yaitu Bryophyta, Anthocerotophyta, dan Marchantiophyta. Bryophyta dikenal sebagai lumut daun atau lumut sejati.

Anthocerotophyta atau lumut tanduk mempunyai gametofit bertalus dengan sporofit *indeterminate* dan berklorofil. Marchantiophyta dikenal sebagai lumut hati yang terdiri dari dua tipe, yaitu lumut hati bertalus (*thallose liverwort*) dan lumut hati berdaun (*leafy liverwort*) (Glime 2017).

Secara ekologis, keberadaan lumut dipengaruhi oleh lingkungan berupa faktor biotik dan abiotik. Salah satu bentuk adaptasi lumut terhadap faktor abiotik berupa ketersediaan air adalah semua bagian tubuhnya mampu mengisap dan menyimpan air dari udara. Tumbuhan ini memiliki strategi kehidupan berupa lekas hilang, hidup berkoloni, tumbuh setahun, spesies hidup pendek, spesies menahun, dan tinggal menahun untuk mempertahankan eksistensinya (During 1979). Selain itu, lumut memiliki bentuk kehidupan khusus sebagai adaptasi morfologi untuk menyesuaikan diri terhadap habitatnya (Smith 1982). Lumut berbentuk *mats* (hamparan), *wefts* (anyaman), dan *cushions* (bantalan) efektif dalam menyimpan air, sehingga menjadi karakteristik habitat kering. Lumut *pendants* (menggantung) mampu menyisir kelembapan dari kabut. Lumut *dendroids* (menyerupai pohon) mampu mengangkut air ke bagian atas tumbuhan, sehingga memiliki toleransi yang lebih baik dalam kondisi kering. Lumut *tails* (menyerupai ekor) dan *fans* (menyerupai kipas) beradaptasi lebih baik dalam kondisi pertukaran gas yang kurang dan mampu menghindari kebasahan sepanjang batang pohon.

Penelitian lumut penting untuk dilakukan, karena hingga saat ini telah banyak hasil penelitian yang menunjukkan manfaat dari tumbuhan tersebut, diantaranya lumut secara ekologi turut berperan dalam menjaga keseimbangan siklus air dan unsur hara hutan (Hofstede et al. 1994; Hölscher et al. 2004). Kondisi lingkungan yang berbeda berupa iklim mikro dan kerapatan vegetasi juga dapat menyebabkan perbedaan komposisi spesies lumut. Oleh karena itu, lumut dapat digunakan sebagai indikator perubahan kondisi lingkungan atau perubahan habitat (Putrika 2012).

Lumut dapat tumbuh pada berbagai macam substrat. Lumut epifit hidup pada bagian tubuh pohon, diantaranya pada permukaan batang pohon (*corticolous*), ranting (*ramicolous*), dan permukaan daun (*epiphyllous*) (Richards 1984; Gradstein dan Pócs 1989). Lumut epifit dipengaruhi oleh struktur permukaan kulit kayu dan sangat peka dalam merespons perubahan iklim mikro berupa suhu udara, kelembapan, dan intensitas cahaya di sekitar tempat tumbuhnya, sehingga lumut epifit dapat dijadikan sebagai indikator perubahan kondisi lingkungan atau perubahan habitat (Ariyanti et al. 2008).

Keanekaragaman jenis lumut epifit dipengaruhi oleh kondisi habitat (Adhitya et al. 2014). Richards (1984) juga menyatakan bahwa lumut epifit secara ekologi dikelompokkan menjadi *sun epiphyte*, *shade epiphyte*, dan generalis berdasarkan banyaknya intensitas cahaya pada suatu habitat. Lumut yang bersifat *sun epiphyte* umumnya mempunyai bentuk hidup yang cenderung padat untuk mengurangi kehilangan air, sedangkan *shade epiphyte* cenderung berbentuk *expose growth* untuk memaksimalkan paparan cahaya matahari.

Kebun Raya Cibodas (KRC) merupakan salah satu satuan kerja Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang memiliki tugas dan fungsi sebagai lembaga konservasi *ex situ* tumbuhan dataran tinggi basah, penelitian, pendidikan lingkungan, dan pariwisata. KRC berada di kaki Gunung Gede dan Gunung Pangrango dengan ketinggian antara 1300-1425 meter di atas permukaan laut dengan luas area sekitar 85 hektar. Salah satu marga yang menjadi koleksi KRC adalah *Cupressus*. Marga ini termasuk dalam tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) yang memiliki perawakan berupa pohon yang dapat mencapai 30 meter (Backer dan Bakhuizen 1965). Jumlah marga *Cupressus* di KRC sebanyak 70 nomor koleksi (SINDATA KRC 2016). Penelitian tentang keanekaragaman lumut di Kebun Raya Cibodas telah banyak dilakukan, namun lumut epifit khususnya yang tumbuh pada marga *Cupressus* belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian khususnya tentang keanekaragaman lumut di kawasan tersebut dengan harapan bahwa hasil yang diperoleh akan dapat memberikan tambahan data dan informasi mengenai keanekaragaman lumut di KRC.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada bulan Juni hingga Agustus 2015. Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada vak III F.

Cara kerja

Pengambilan sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*, yaitu dengan cara memilih pohon *Cupressus* spp. yang paling banyak ditumbuhi lumut. Pengambilan sampel lumut dimulai dari area pangkal batang hingga batas ketinggian 1,3 meter (dbh). Pengambilan sampel dilakukan dengan menyayat koloni lumut bersama dengan substratnya, kemudian dimasukkan ke dalam amplop. Spesimen selanjutnya dikeringanginkan. Spesimen yang sudah kering kemudian dibungkus kembali dan dibawa ke Laboratorium Kebun Raya Cibodas untuk keperluan identifikasi.

Identifikasi

Identifikasi jenis lumut dilakukan di Laboratorium KRC dengan menggunakan mikroskop cahaya dan buku identifikasi.

Analisis data

Jenis lumut yang telah diidentifikasi dianalisis secara deskriptif, kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian lumut epifit sebelumnya terutama pada *Gymnospermae* (Adhitya et al. 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Komposisi jenis lumut epifit dapat tergantung pada jenis pohon inang yang berhubungan dengan karakteristik fisik dan kimia pohon tersebut. Jenis pohon yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda juga, sehingga dapat menjadi faktor penting dalam keanekaragaman tumbuhan epifit, khususnya tumbuhan lumut (Putrika 2012). Pada lokasi penelitian, terdapat dua jenis *Cupressus* yang dijadikan sampel yaitu *Cupressus goveniana* dan *Cupressus sempervirens*. Pemilihan sampel berdasarkan jumlah lumut yang tumbuh pada permukaan batang pohon tersebut. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan perbedaan morfologi yang dapat diamati secara visual oleh mata. Hasil penelitian menunjukkan dari 12 nomor yang dikoleksi, terdapat 11 jenis lumut epifit dari 7 suku (Tabel 1).

Jenis-jenis lumut epifit yang ditemukan

Aerobryopsis longissima (Dozy & Molk.) M. Fleisch.

Jenis lumut ini biasanya tumbuh tegak dengan cabang sekunder yang sangat ramping dan bercabang cukup banyak, tampak berkilau, berwarna hijau hingga kuning pucat. Berdaun cukup banyak, tegak-menyebarkan, berbentuk *ovate-lanceolate*, dan ujung meruncing-memanjang. Daun bergelombang transversal hingga setengah panjang daun, panjang daun dapat mencapai 4 mm. Tulang daun tidak terlalu terlihat dan berakhir dekat ujung daun. Sel daun berbentuk *linear* atau *linear-rhomboidal*, memiliki *papilla* tunggal yang dapat terlihat secara jelas berbeda pada bagian tengah daun (Streimann 1991).

Hypopterygium ceylanicum Mitt.

Lumut ini hidup secara berkelompok. Batang utama menjalar (*pleurocarpus*) dan batang sekunder tegak mencapai 3 cm, bercabang banyak pada bagian atas, menjari. Lumut ini memiliki daun berbentuk *ovatus* dengan ujung daun meruncing, tepi daun bergerigi, sel daun berbentuk *oval-hexagonal*, susunan daun tersebar, memiliki tulang daun yang hanya sampai pertengahan daun, serta memiliki *amphigastria* (Bartram 1939). Lumut ini berwarna hijau kekuningan dan dikenal dengan *peacock moss*.

Isopterygium albescens (Hook.) A. Jaeger.

Daun berbentuk *ovatus* dengan ujung daun meruncing, tepi daun bergerigi, sel daun berbentuk *oval-hexagonal*, susunan daun tersebar, panjang 2 mm dan lebar 1,5 mm, memiliki tulang daun yang hanya sampai pertengahan daun, serta memiliki *amphigastria* (anak daun). Lumut ini berwarna hijau-kekuningan yang sedikit pudar, batang sekunder berdiri tegak, tingginya sekitar 3 cm, bercabang pendek, berbentuk seperti pohon palem. Terdapat pada kayu dan bebatuan yang lembap (Bartram 1939). Distribusi lumut ini meliputi Sumatera, Jawa, dan New Guinea.

Lejeunea mimula Hürl.

Daun berbentuk *orbicular* dengan ujung membulat, bentuk sel daun *isodiametric*, dinding sel tebal, sisi helaian daun bertepi rata. Lumut ini memiliki *amphigastria* yang menutupi daun ventral dan berbentuk seperti ginjal. Lumut ini hidup pada habitat yang lembap dan basah (Gradstein 2011).

Lejeunea patersonii (Stephani.) Stephani.

Lumut ini dapat ditemukan di dataran rendah hutan hujan dan habitat utama dataran tinggi hutan hujan. Daun berbentuk bulat dengan tepi yang bergerigi tumpul, memiliki *lobule* berukuran 1/3 panjang daun, bagian bawah daun sangat jelas terlihat bercelah. Lumut ini termasuk lumut berukuran kecil yang memiliki lebar 0,6-2 mm (Gradstein 2011).

Leucoloma molle (Müll. Hal.) Mitt.

Lumut ini berwarna hijau pucat dan terlihat sedikit kehitaman. Percabangan batang mencapai 5 cm. Bagian bawah batang/percabangan seringkali tidak berdaun. Daun berbentuk linear dan meruncing, panjang daun 3,5-6 mm, lebar daun 0,6 mm, bergigi pada bagian bawah, mempunyai papila yang kasar, dan sel alar. Daun bagian atas tersusun rapat, susunan daun *falcate secund*. Lumut ini biasa tumbuh pada ranting pohon di tempat yang teduh dan tersebar luas di wilayah Malesia terutama hutan hujan tropis (Bartram 1939).

Tabel 1. Jenis-jenis lumut pada marga *Cupressus* di Kebun Raya Cibodas, Cianjur, Jawa Barat

Suku	Jenis	Bentuk kehidupan
Meterioceae	<i>Aerobryopsis longissima</i> (Dozy & Molk.) M. Fleisch.	<i>Pendant</i>
Hypopterygiaceae	<i>Hypopterygium ceylanicum</i> Mitt.	<i>Dendroid</i>
Hypnaceae	<i>Isopterygium albescens</i> (Hook.) A. Jaeger.	<i>Mats</i>
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea mimula</i> Hürl.	<i>Mats</i>
Lejeuneaceae	<i>Lejeunea patersonii</i> (Stephani) Stephani.	<i>Mats</i>
Dicranaceae	<i>Leucoloma molle</i> (Müll. Hal.) Mitt.	<i>Short turf</i>
Lejeuneaceae	<i>Lopholejeunea wiltensii</i> Stephani.	<i>Mats</i>
Meterioceae	<i>Meteorium miquelianum</i> (Müll. Hal.) M. Fleisch.	<i>Pendant</i>
Neckeraceae	<i>Neckeropsis gracilentia</i> (Bosch. & Sande Lac.) M. Fleisch.	<i>Fans</i>
Lejeuneaceae	<i>Ptychanthus striatus</i> (Lehm. & Lindenb.) Nees.	<i>Mats</i>
Pterobryaceae	<i>Symphysodontella attenuatula</i> M. Fleisch.	<i>Dendroid</i>

Lopholejeunea wiltensii Stephani

Lumut ini merupakan salah satu jenis lumut epifit yang tumbuh merayap pada kulit pohon. Ketika kering, tubuhnya berwarna hijau pucat atau cokelat kehitaman. Percabangan jarang. Daun tersusun secara *incubous* dan terdiri atas 3 baris, bagian cuping besar dengan ujung membulat dan tepi rata, bagian cuping kecil hampir membentuk segi empat, daun lateral berbentuk seperti ginjal dan berukuran besar (Gradstein 2011).

Meteorium miquelianum (Müll. Hal.) M. Fleisch.

Lumut ini berwarna hijau keemasan, daun tersusun menyebar secara bebas, bertumpuk cukup padat, memiliki permukaan yang cekung seperti sendok, sangat berlipat-lipat, panjang daun dapat mencapai 3 mm, bagian bawah daun lebar-membulat dan perlahan berkerut hingga ujung daun, dan seluruh tepi daun sedikit bergerigi. Tulang daun tidak terlalu terlihat dan berakhir dekat ujung daun. Bentuk sel daun *linear-rhomboidal* dan berpapila. Lumut ini sering ditemukan tumbuh epifit pada pepohonan. Distribusi jenis ini yaitu India Utara, Malaysia dan sekitarnya, Papua Nugini, Cina, dan Jepang (Bartram 1939).

Neckeropsis gracilenta (Bosch. & Sande Lac.) M. Fleisch.

Lumut ini berwarna hijau kekuningan, menjuntai panjang 20-30 cm, memiliki percabangan yang agak tertutup. Panjang daun 1,8 mm, berbentuk seperti lidah, sangat berombak, ujung daun membulat, sedikit bergerigi di bagian bawah daun. Tulang daun tunggal, ramping, panjang $\frac{3}{4}$ dari panjang daun. Bentuk sel daun *rhomboidal*. Distribusi spesies ini yaitu Sumatera, Jawa, Sulawesi, Kalimantan, Papua Nugini, dan Samoa (Bartram 1939).

Ptychanthus striatus (Lehm. & Lindenb.) Nees.

Daun berbentuk bulat telur, berujung meruncing, tepi daun bergerigi, bentuk sel daun *isodiametric*, daun tanpa *vitta*, tersusun atas tiga baris, memiliki anak daun, daun lateral tersusun secara *incubous*, bagian cuping besar berbentuk bulat telur dengan ujung runcing, daun ventral menyirip, berbentuk bulat telur terbalik, memanjang dengan lipatan membentuk alur-alur berjumlah 8-9, dan bercabang seperti tipe *Frullania*. Tumbuhan ini termasuk lumut berukuran besar, memiliki panjang 12 cm dan lebar 2-3 mm, berwarna hijau gelap atau hijau kecokelatan. Secara umum, lumut ini epifit pada pangkal batang pada hutan pegunungan dengan ketinggian di atas 1000 m dpl (Gradstein 2011).

Lumut ini dapat dengan mudah dibedakan dari kelompok Lejeuneaceae yang lain, khususnya di Jawa, karena memiliki ciri khas yaitu memiliki ukuran yang besar dan kuat, bentuk menyirip, percabangan dengan tipe *Frullania*, dan ujung lobus daun runcing (Haerida et al. 2010).

Symphysodontella attenuatula M. Fleisch.

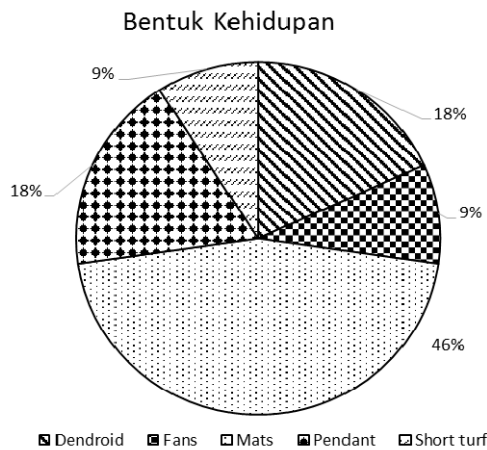
Lumut ini memiliki batang sekunder yang kaku. Tingginya dapat mencapai 4 cm, berbentuk *pinnate* atau sedikit *frondose* dengan batang yang pendek atau ujung

percabangan berbentuk seperti flagel. Daun tersusun secara tegak, mengilap, panjang 2 mm, berbentuk *oblong-lanceolate*, memiliki cekungan yang cukup dalam, tepi daun rata, dan ujung meruncing. Tulang daun tunggal dan berakhir pada $\frac{1}{3}$ panjang daun. Bentuk sel daun panjang dan sempit dengan dinding sel yang tampak jelas. Lumut ini biasa ditemukan menempel pada pepohonan dan banyak ditemukan di Pulau Jawa (Bartram 1939).

Pembahasan

Rata-rata jenis lumut epifit yang ditemukan pada setiap pohon berjumlah 6 jenis dengan 4-7 jenis per pohon. Jumlah ini lebih sedikit jika dibandingkan dengan lumut epifit pada hutan hujan tropis pegunungan (Gradstein dan Culmsee 2010), namun lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah lumut epifit Gymnospermae di Kebun Raya Bogor (KRB) (Adhitya et al. 2014). Kondisi habitat dan iklim mikro pada masing-masing tempat diduga menjadi faktor penyebab perbedaan jumlah jenis lumut. Lumut memerlukan lingkungan yang lembap untuk reproduksi, perkecambahan spora, perkembangan, dan proses metabolisme. KRC memiliki suhu dan kelembapan udara yang lebih tinggi dibandingkan dengan KRB. KRC memiliki temperatur udara rata-rata 20,1°C dan kelembapan udara 80,82%. Kondisi iklim yang cenderung basah mengakibatkan KRC sangat potensial sebagai lokasi pertumbuhan lumut. Meskipun demikian, KRC memiliki kanopi pohon yang lebih terbuka jika dibandingkan dengan hutan hujan tropis pegunungan. Hal ini diduga menjadi penyebab lebih rendahnya jumlah jenis lumut epifit di KRC dibandingkan dengan hutan hujan tropis pegunungan.

Bentuk kehidupan lumut yang ditemukan bervariasi (Gambar 1). Secara umum, adaptasi ekologi tercermin dalam arsitektur dasar atau bentuk kehidupan tumbuhan lumut (Mägdefrau 1982). Bentuk kehidupan lumut yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain *mats* (hamparan), *pendant* (menggantung), *fans* (kipas), *short turfs* (rumput pendek), dan *dendroid* (bentuk pohon). Bentuk kehidupan lumut menurut Smith (1982) merupakan bentuk adaptasi morfologi lumut sesuai habitatnya. Bentuk kehidupan juga merupakan salah satu bentuk adaptasi fisiologi lumut terhadap kondisi iklim mikro (Frahm 2003). Bentuk kehidupan lumut berupa hamparan (*mats*) paling banyak ditemukan di KRC (46%), diikuti oleh *pendant* (18%) dan *dendroid* (18%). Smith (1982) menyebutkan bahwa sebagian besar bentuk kehidupan lumut pada hutan hujan tropis adalah berupa hamparan (*mats*), sedangkan menurut Khotimperwati et al. (2015), bentuk kehidupan *pendant* dan *dendroid* hanya dapat ditemukan di hutan alam. Ketiga bentuk kehidupan tersebut dapat ditemukan di KRC, hal ini diduga karena lokasi KRC yang berada di daerah dataran tinggi basah, tepatnya di kaki Gunung Gede Pangrango yang merupakan salah satu hutan hujan tropis di Indonesia. Keberadaan bentuk kehidupan *pendant*, *dendroid*, dan *fans* juga merupakan indikator habitat yang mempunyai kelembapan udara yang tinggi (Sporn 2009).



Gambar 1. Persentase bentuk kehidupan lumut epifit pada marga *Cupressus* di Kebun Raya Cibodas, Cianjur, Jawa Barat

Suku *Lejeuneaceae* paling banyak ditemukan dibandingkan dengan anggota suku lainnya dalam penelitian ini. Suku tersebut juga banyak dijumpai dalam penelitian lumut di perkebunan dan hutan hujan tropis sub-pegunungan (Ariyanti et al. 2008; Sporn et al. 2009), pada *Gymnospermae* (Adhitya et al. 2014), pada *Angiospermae* di Kebun Raya Bogor (Apriana 2010; Junita 2010), dan di hutan hujan tropis pegunungan (Gradstein dan Culmsee 2010). Goffinet dan Shaw (2009) dan Gradstein (2011) juga menyatakan bahwa *Lejeuneaceae* merupakan suku dari lumut hati berdaun yang memiliki jumlah jenis terbesar. Karakter dari anggota suku *Lejeuneaceae* yang berupa kantong air menjadi salah satu faktor yang diduga dapat menyebabkan suku tersebut banyak dijumpai. Kantong air pada suku *Lejeuneaceae* memungkinkan anggota suku tersebut dapat beradaptasi untuk menyimpan air dan mengurangi risiko kekeringan, sehingga menyebabkan lumut tersebut dapat bertahan hidup dengan baik (Gradstein dan Pócs 1989).

Selain suku *Lejeuneaceae*, juga ditemukan suku *Meteoriaceae*, *Hypnaceae*, *Hypopterygiaceae*, *Neckeraceae*, *Dicranaceae*, dan *Pterobryaceae*. Gradstein dan Pocs (1989) menyebutkan bahwa *Lejeuneaceae*, *Meteoriaceae*, *Hypnaceae*, dan *Neckeraceae* merupakan suku yang banyak ditemukan di hutan hujan tropis. *Hypnaceae* merupakan lumut epifit fakultatif yang dapat membentuk karpet yang luas pada bagian bawah batang (Gradstein et al. 2001). Suku ini termasuk dalam kelompok lumut daun yang tumbuh menjalar (*pleurocarpus*), berukuran sedang, daun biasanya mengilat, batang bercabang tidak beraturan dan dapat berikatan kuat, sehingga dapat membentuk hamparan (*mats*) yang menyelimuti pohon.

Berdasarkan pembahasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman lumut epifit pada marga *Cupressus* di Kebun Raya Cibodas terdiri dari 11 jenis dari 7 suku dengan berbagai macam bentuk kehidupan, diantaranya *mats* (hamparan), *pendant* (menggantung), *fans* (kipas), *short turfs* (rumput pendek), dan *dendroid* (bentuk pohon). Suku *Lejeuneaceae* paling banyak ditemukan dibandingkan dengan anggota suku

lainnya dalam penelitian ini, antara lain *Lejeunea mimula* Hürl., *Lejeunea patersonii* (Stephani.) Stephani., *Lopholejeunea wiltensii* Stephani., dan *Ptychanthus striatus* (Lehm. & Lindenb.) Nees. Kondisi habitat dan iklim mikro merupakan faktor yang mempengaruhi keanekaragaman jenis lumut epifit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya F, Nunik SA, Nina RD. 2014. Keanekaragaman lumut epifit pada *Gymnospermae* di Kebun Raya Bogor. *Floribunda* 4(10): 212-216.
- Apriana D. 2010. Keragaman dan Kelimpahan Lumut Hati Epifit di Kebun Raya Bogor. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ariyanti NS, Bos MM, Kartawinata K et al. 2008. Bryophytes on tree trunks in natural forests, selectively logged forests and cacao agroforests in Central Sulawesi, Indonesia. *Biol Cons* 141: 2516-2527.
- Backer CA, Van den Brink Jr. RCB. 1965. *Flora of Java (Spermatophytes only)*. Vol. II. NVP Noordhooff-Groningen, Netherlands.
- Bartram EB. 1939. Mosses of the Philippines. *Philipp J Sci* 68: 1-423.
- Damayanti L. 2006. Koleksi Bryophyta taman lumut Kebun Raya Cibodas. Volume II No. 4. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Cianjur.
- During HJ. 1979. Life strategies of Bryophytes: A preliminary review. *Lindbergia* 5: 2-18.
- Frahm JP. 2003. Manual of tropical Bryology. In: Leon-Vargas Y, O'Shea BJ, Tan BC (eds). *Tropical Bryology. An International Journal on The Biology of Tropical Bryophytes*.
- Glime JM. 2017. Meet the Bryophytes. In: Glime JM (ed). *Bryophyte Ecology: Physiological Ecology*. Volume 1. digitalcommons.mtu.edu.
- Gradstein SR, Pócs T. 1989. *Tropical rainforest ecosystem*. Elsevier Science, Amsterdam.
- Gradstein SR. 2011. Guide to the liverworts and hornworts of Java. SEAMEO BIOTROP, Bogor.
- Gradstein SR, Culmsee H. 2010. Bryophyte diversity on tree trunks in montane forests of Central Sulawesi, Indonesia. *Tropical Biology* 31: 95-105.
- Goffinet B, Shaw AJ. 2009. *Bryophyte biology*. Second edition. Cambridge University Press, New York.
- Haerida I, Gradstein SR, Tjitrosodirdjo SS. 2010. *Lejeuneaceae* subfamily *Ptychanthoideae* (Hepaticae) in West Java. *Garden's Bulletin Singapore* 62(1): 53-103.
- Hofstede RGM, Wolf JHD, Benzing DH. 1994. Epiphytic biomass and nutrient status of a Colombian upper montane rain forest. *Selbyana* 14: 37-45.
- Hölscher D, Köhler L, van Dijk AIJM et al. 2004. The importance of epiphytes to total rainfall interception by a tropical montane rain forest in Costa Rica. *J Hydrol* 292: 308-322.
- Junita N. 2010. Lumut Sejati Epifit pada Pangkal Pohon di Kebun Raya Bogor. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor. [Indonesia]
- Khotimperwati L, Rahadian R, Baskoro K. 2015. Perbandingan komposisi tumbuhan lumut epifit pada hutan alam, kebun kopi dan kebun teh di sepanjang gradien ketinggian Gunung Ungaran, Jawa Tengah. *Bioma* 17: 83-93.
- Mägdefrau K. 1982. Life-forms of Bryophytes. In: Smith AJE (ed). *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London.
- Putrika A. 2012. Komunitas lumut epifit di kampus Universitas Indonesia, Depok. [Tesis]. Program Pascasarjana, Universitas Indonesia, Depok.
- Richards PW. 1984. The ecology of tropical forest Bryophytes. In: Schuster RM (ed). *New Manual of Bryology*. Hattori Botanical Laboratory, Nichinan.
- SINDATA KRC. 2016. Sistem informasi data tanaman koleksi tumbuhan Kebun Raya Cibodas. sindata.krcibodas.lipi.go.id.
- Smith AJE. 1982. *Bryophyte ecology*. Chapman and Gall, London.
- Sporn SG, Bos MM, Kessler M et al. 2009. Vertical distribution of epiphytic Bryophytes in an Indonesia rainforest. *Biodivers Conserv* 19: 745-760.
- Streimann H. 1991. Taxonomic studies on Australian *Meteoriaceae* (Musci) 2: The genera *Aerobyopsis*, *Barbella*, *Floribundaria*, *Meteoriopsis*, *Meteorium* and *Weymouthia*. *J Hattori Bot Lab* 69: 277-312.

Monitoring kesehatan pohon di Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua, Bogor, Jawa Barat

Monitoring tree health at Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital Cisarua, Bogor, West Java

ARIEF NOOR RACHMADIYANTO[✉], HENDRA HELMANTO, MUJAHIDIN

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, Jawa Barat.
Tel./fax. +62-251- 8322-187, ✉email: ariefnoor20@gmail.com

Manuskrip diterima: 6 Oktober 2017. Revisi disetujui: 26 Desember 2017.

Abstrak. Rachmadiyahanto AN, Helmanto H, Mujahidin. 2017. *Monitoring kesehatan pohon di Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua, Bogor, Jawa Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 401-406.* Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua, Bogor merupakan salah satu rumah sakit rujukan nasional penyakit paru. Kondisi lingkungan rumah sakit yang rindang mampu mendukung penyembuhan pasien yang menderita penyakit paru. Akan tetapi, kerindangan pohon-pohon peneduh di kawasan tersebut harus diimbangi dengan kewaspadaan terhadap pohon-pohon yang berusia tua. Tujuan penelitian ini adalah monitoring kesehatan pohon di lingkungan RSPG. Metode penelitian menggunakan *purposive sampling* berdasarkan tingkat kerawanan pohon dengan metode *Forest Health Monitory (FHM)* dan *PiCUS Sonic Tomograph*. Hasil pengecekan di seluruh lingkungan RSPG menunjukkan terdapat 37 pohon yang diidentifikasi rawan dan perlu dilakukan monitoring kesehatannya. Empat belas pohon teridentifikasi tumbuh normal dan tujuh diantaranya perlu perapian. Pohon yang memiliki dahan/cabang kering sebanyak 11 pohon yang memerlukan pemangkasan ringan. Kondisi tajuk yang tidak seimbang dan perlu dilakukan pemangkasan berat sejumlah 8 pohon. Hasil pengecekan menggunakan alat *Picus Sonic Tomograph*, *Persea americana* Mill. (pohon alpukat) dan *Spathodea campanulata* P. Beauv. (ki acret/crut-crutan) dalam kondisi berlubang/gerowong, sehingga perlu dilakukan penebangan. Dua pohon juga direkomendasikan untuk ditebang karena tumbuh di dekat bangunan yang dikhawatirkan dahan besar dan akar akan merusak struktur bangunan. Rekomendasi penanganan agar segera dilaksanakan untuk menjaga keselamatan pasien, pengunjung, dan pegawai di lingkungan RSPG.

Kata kunci: *Forest Health Monitory*, kesehatan pohon, *PiCUS Sonic Tomograph*, RSPG Dr. M. Goenawan Partowidigdo

Abstract. Rachmadiyahanto AN, Helmanto H, Mujahidin. 2017. *Monitoring tree health at Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital Cisarua, Bogor, West Java. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 401-406.* Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital Cisarua, Bogor is one of the national reference hospitals of lung disease. The shady hospital environment condition is able to support the healing of patients suffering from lung disease. However, the shade of shade trees in the area must be balanced with the awareness of old trees. The purpose of this research was to monitor the tree health in Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital environment. The research method used a purposive sampling based on the tree vulnerability with *Forest Health Monitory (FHM)* and *PiCUS Sonic Tomograph* methods. The results of checks throughout Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital environment indicated that there were 37 trees identified as vulnerable and need to be monitored for their health. Fourteen trees were identified growing normally and seven of them needed for fireplaces. Trees with dry branches were 11 trees that required light pruning. The condition of canopy was unbalanced and needed to be done for heavy pruning of 8 trees. The checking results using *PiCUSs Sonic Tomograph* tool, *Persea americana* Mill. (avocado tree) and *Spathodea campanulata* P. Beauv. (ki acret/crut-crutan) in hollow condition (*gerowong*), so that needed to be done for logging. Two trees were also recommended to be felled because they grew near the building which feared that large branches and root will damage the building structure. For the recommended handling was to be implemented immediately to safeguard the safety of patients, visitors and employees at Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital.

Keywords: Dr. M. Goenawan Partowidigdo lung hospital, *Forest Health Monitory*, *PiCUS Sonic Tomograph*, tree health

PENDAHULUAN

Interaksi antara manusia dan tumbuhan sudah tidak dapat dipisahkan. Sejak lama, tumbuhan memiliki peran yang penting terhadap kelangsungan hidup manusia. Proses fotosintesis pada tumbuhan mengabsorpsi CO₂ dan menghasilkan O₂ yang berfungsi sebagai bahan respirasi pada manusia dan hewan. Organ-organ tumbuhan telah

banyak dimanfaatkan oleh manusia, diantaranya sebagai sumber makanan, obat, dan bahan bangunan. Salah satu topik yang menjadi fokus diskusi akhir-akhir ini yaitu peran tumbuhan sebagai penyimpan karbon. Tumbuhan memiliki beberapa habitus, salah satunya adalah pohon. Pohon merupakan salah satu bentuk habitus tumbuhan yang memiliki dimensi paling besar dibandingkan bentuk lain. Pohon memiliki banyak fungsi bagi ekosistem hidup

manusia. Nowak (2004) menyebutkan pohon peneduh (*shade trees*) di perkotaan berperan sebagai identitas kota, penyerap polusi udara, peredam kebisingan, penyejuk udara kota, penapis angin, serta penunjang konservasi tanah dan keindahan kota. Pohon memiliki karakteristik yang berbeda dengan habitus tumbuhan yang lain. Salah satu karakteristik pohon adalah dapat mencapai umur yang tua dan memiliki dimensi yang lebih besar dibanding habitus lain. Akan tetapi, pohon memiliki beberapa kekurangan seperti memiliki potensi patah, roboh, atau mati yang dapat menimbulkan risiko kerugian secara material dan menimbulkan korban. Inspeksi dan monitoring kesehatan pohon sesuai dengan kaidah silvikultur untuk menjaga kesehatan pohon yaitu dengan melakukan tahap-tahap mengendalikan (*controlling*), memfasilitasi (*facilitating*), melindungi (*protecting*) dan menyelamatkan (*salvaging*) (Nyland 2002).

Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) merupakan salah satu rumah sakit pemerintah pusat yang berada di wilayah Cisarua, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Rumah sakit ini memiliki kawasan yang luas dan banyak pohon dengan umur yang cukup tua. Selain itu, tingginya aksesibilitas masyarakat di kawasan tersebut membutuhkan kewaspadaan yang tinggi terhadap risiko pohon tumbang atau roboh. Pohon yang berumur semakin tua memiliki potensi yang lebih besar untuk roboh atau mati.

Tidak ada pohon yang sepenuhnya aman, mengingat kemungkinan angin yang sangat kencang dapat merusak atau menumbangkan pohon secara mekanis. Oleh sebab itu, biasanya pohon dapat diidentifikasi jika terdapat bahaya dari cacat atau karakteristik pohon rawan tumbang (Lonsdale 2000). Penilaian terhadap kesehatan pohon dan penilaian risiko pohon tumbang atau roboh sangat perlu dilakukan di kawasan RSPG, untuk menghindari kejadian pohon tumbang yang dapat menimbulkan korban jiwa. Penilaian tersebut dapat dilakukan secara sederhana hingga menggunakan bantuan teknologi tertentu. Penilaian sederhana dapat dilakukan secara visual. Penilaian dengan menggunakan bantuan teknologi antara lain dilakukan dengan menggunakan *PiCUS 2 Sonic Tomograph*. Alat ini dapat menggambarkan kondisi kesehatan batang dengan bantuan analisis rambatan gelombang suara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kesehatan pohon sebagai acuan dalam penanganan dan pemeliharaan pohon-pohon berumur tua di lingkungan RSPG Dr. M. Goenawan Partowidigdo.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat pada bulan April 2017. Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo (RSPG) Cisarua terletak di tepi Jalan Raya Puncak, Kabupaten Bogor dengan koordinat antara 6°41'14,38" - 6°41'26,45" LS dan 106°56'19,28" - 106°56'29,47" BT. Penggunaan lahan didominasi oleh bangunan, namun masih banyak

ditemukan ruang terbuka hijau. Lokasi pengambilan sampel pohon secara menyeluruh di area terbuka hijau, dengan jumlah sampel sebanyak 37 pohon. Gambar 1 menunjukkan sebaran titik sampel pohon dilakukan pengamatan.

Cara kerja

Metode penelitian dilakukan melalui pengamatan secara visual dengan metode *Forest Tree Health Monitoring* (Mangold 1997) dan pengamatan dengan *Sonic Tomography* pada pohon-pohon yang dianggap memiliki potensi tumbang. Beberapa syarat pohon yang dilakukan pengecekan adalah pohon berukuran cukup besar (tinggi dan berdiameter besar), memiliki umur yang cukup tua, dan tumbuh di lokasi yang sering diakses oleh manusia.

Pengolahan data hasil pengamatan secara deskriptif dan akumulasi kategori kondisi kesehatan pohon. Data hasil pengamatan visual dikategorikan berdasarkan jarak dengan bangunan atau jalan, kondisi akar, tajuk, cabang dan gerowong. Kondisi gerowong akan di lanjutkan dengan pengecekan menggunakan *Sonic Tomography* untuk mengetahui kondisi internal batang pohon berdasarkan kecepatan rambatan gelombang.

Pengamatan secara visual

Pengamatan secara visual dilakukan dengan mengamati pohon dari bagian akar, batang, dan tajuk dengan sudut pandang melingkar 360°. Pengamatan dilakukan untuk melihat ada tidaknya gejala atau tanda deteriorasi. Hasil pengamatan kondisi visual pohon didukung dengan data hasil pengamatan melalui *Sonic Tomography*. Hasil pengamatan secara visual dicatat pada *tallysheet* yang tersedia.

Pengamatan dengan menggunakan *Sonic Tomography*

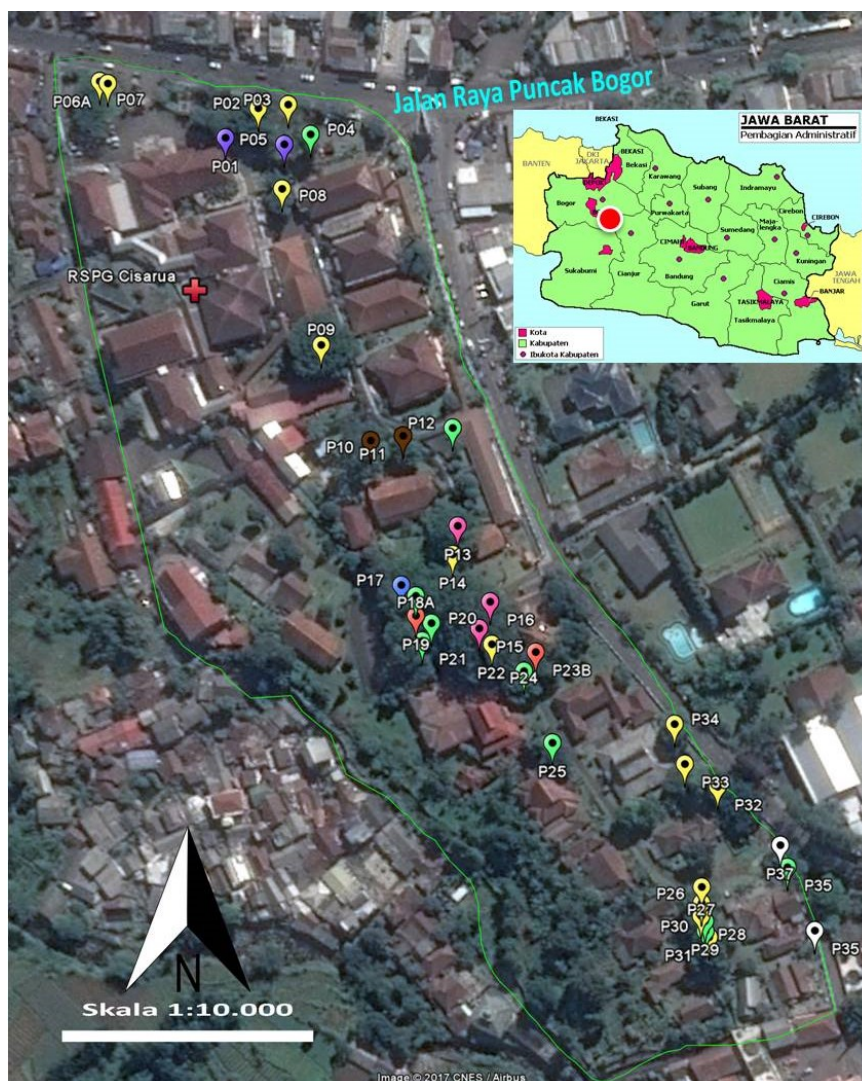
Pengamatan ini dilakukan untuk melihat kondisi internal batang pohon dari beberapa jenis tanaman yang memerlukan data pendukung, dengan menggunakan alat *PiCUS® Sonic Tomograph*. Nicolotti *et.al.* (2013) menyebutkan teknologi yang paling efektif untuk mendeteksi kelapukan pohon adalah menggunakan *ultrasonic tomograph*. Tipe teknologi ini dapat menentukan posisi anomali dan mengestimasi ukuran dan bentuk batang pohon. Pemasangan sensor alat dilakukan pada pohon yang diduga mengalami kerusakan di dalam batang. Ketinggian pemasangan alat berbeda-beda, tergantung dari hasil pengamatan awal kejadian kerusakan batang. Jumlah sensor yang digunakan disesuaikan dengan besarnya diameter pohon (minimal 6 sensor).

Data kecepatan rambatan gelombang suara didapat dengan mengetukkan palu khusus pada paku yang telah ditempel metal pin. Ketukan menghasilkan gelombang suara yang akan merambat ke dalam batang pohon. Waktu perambatan gelombang antar titik pengirim ke titik penerima lainnya direkam oleh perangkat lunak yang tersedia di dalam *PiCUS® Sonic Tomograph* (Puspitasari 2014). Data kecepatan gelombang suara akan digunakan oleh perangkat lunak pada alat tersebut untuk memerikan gambaran kondisi pohon dalam bentuk citra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman jenis pohon di RSPG Cisarua, Bogor, Jawa Barat ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengamatan, Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 10

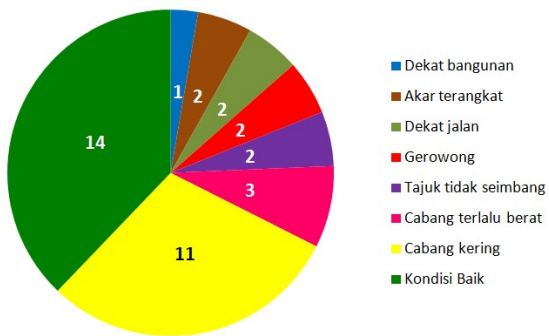
famili dari 13 jenis pohon. Famili Pinaceae mendominasi dengan jumlah 11 pohon, diikuti dengan Sapindaceae (6 pohon) dan Moraceae (4 pohon). *Pinus merkusii* atau lebih dikenal dengan pinus mendominasi kemudian diikuti oleh *Filicium decipiens* atau kerai payung.



Gambar 1. Titik sampel pengamatan kesehatan pohon di RSPG Cisarua, Bogor, Jawa Barat

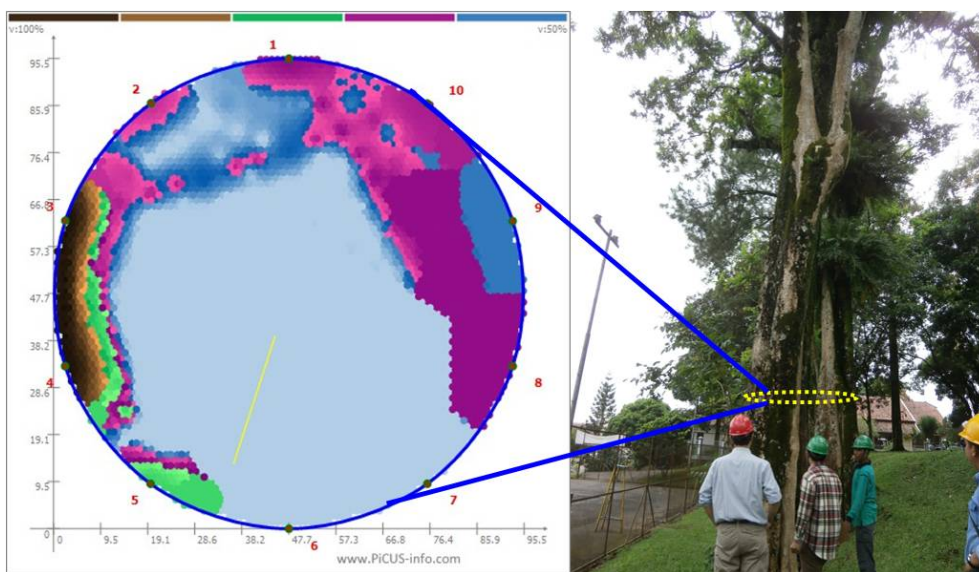
Tabel 1. Jenis-jenis pohon yang diamati di RSPG Cisarua, Bogor, Jawa Barat

Nama	Nama daerah	Famili	Jumlah
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangga	Anacardiaceae	3
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Ki acret	Bignoniaceae	2
<i>Persea americana</i> Mill.	Alpukat	Lauraceae	2
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Trembesi	Leguminosae	2
<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.	Flamboyan	Leguminosae	1
<i>Durio zibethinus</i> L.	Durian	Malvaceae	1
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mahoni	Meliaceae	2
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Nangka	Moraceae	3
<i>Ficus benjamina</i> L.	Beringin	Moraceae	1
<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese	Pinus	Pinaceae	11
<i>Maesopsis eminii</i> Engl.	Kayu afrika	Rhamnaceae	3
<i>Dimocarpus longan</i> Lour.	Kelengkeng	Sapindaceae	2
<i>Filicium decipiens</i> (Wight & Arn.) Thwaites	Kerai payung	Sapindaceae	4

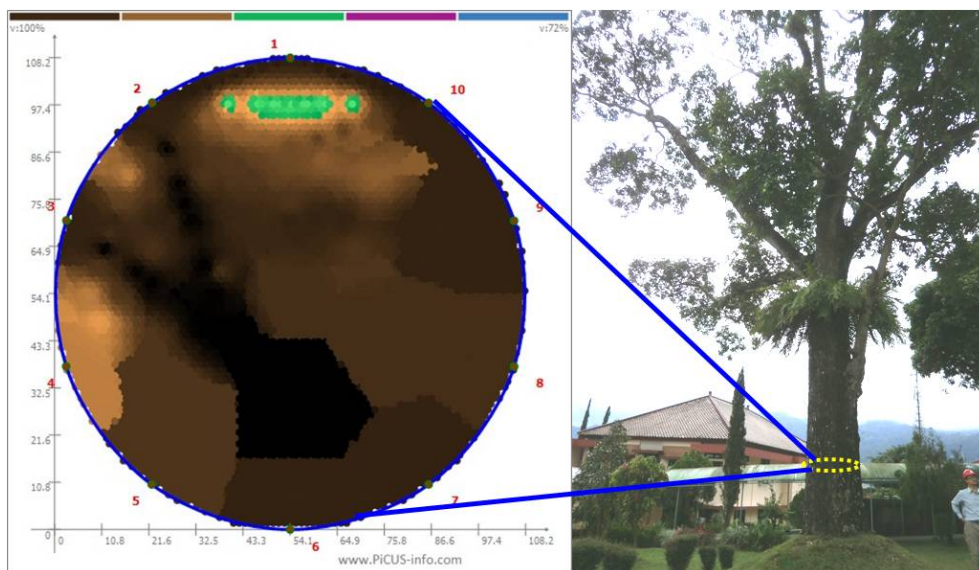


Berdasarkan hasil pengamatan, jarak titik pohon dengan bangunan dan pengamatan secara visual dapat dikelompokkan menjadi delapan kategori (Gambar 2). Kategori pohon dengan kondisi baik mendominasi dengan jumlah 14 pohon, diikuti oleh pohon dengan kondisi cabang kering dengan jumlah 11 pohon. Sebanyak 62% dari total sampel menunjukkan tingkat kesehatan yang buruk, dengan kondisi dekat bangunan, dekat jalan, akar terangkat, tajuk tidak seimbang, cabang terlalu berat, cabang kering, dan gerowong.

Gambar 2. Kategori kondisi kesehatan pohon di RSPG Cisarua, Bogor, Jawa Barat



Gambar 3. Penampang horisontal batang pohon *Spathodea campanulata* dengan Sonic Tomograph di Cisarua, Bogor, Jawa Barat



Gambar 4. Penampang horisontal batang pohon *Swietenia macrophylla* dengan Sonic Tomograph di Cisarua, Bogor, Jawa Barat

Berdasarkan hasil pengamatan secara visual didapatkan hasil diduga dengan kondisi gerowong pada pohon *P. americana* (alpukat) dan *S. campanulata* (ki acret), sehingga dilakukan pengecekan dengan menggunakan *Sonic Tomograph*. Gambar 3 menunjukkan hasil pengecekan penampang horisontal batang pohon *S. campanulata* dengan *Sonic Tomograph*. Tingkat kecerahan warna menunjukkan bahwa kondisi batang semakin rapuh/lunak bahkan berlubang. Warna biru muda cerah mencapai 60% yang menandakan bagian tengah batang mengalami lapuk dan berlubang/gerowong.

Pelapukan dan pembusukan yang terjadi pada pohon dapat disebabkan oleh banyak faktor seperti serangan rayap, jamur atau resapan air yang masuk secara terus menerus dan faktor-faktor lainnya. Menurut Tainter dan Baker 1996, pembusukan biasanya dimulai dari tengah (*Heart Decay*) namun pembusukan juga bisa dimulai dari luar/kulit pohon. Jika pembusukan terjadi dari tengah (*Heart Decay*) maka akan menurunkan lebih dari dua kali lipat volume kayu. Secara ekonomi, pohon yang mengalami kelapukan akan menurunkan nilai ekonominya (Liang *et.al.* 2008). Dari segi keamanan pohon yang memiliki diameter besar dan berada di lokasi yang sering diakses oleh manusia sangat berbahaya bagi keselamatan apabila kondisi batang lapuk atau keropos.

Spathodea campanulata merupakan pohon *native* hutan tropis Afrika yang mampu tumbuh dengan ketinggian 15-18 m, lebar tajuk 10-15 m, dan daun hijau sepanjang tahun. Jenis kayunya lembut, sehingga mudah rapuh dan cenderung mudah patah atau tumbang roboh jika terkena terpaan angin kencang (Watson *et al.* 1994).. Cabangnya cenderung mudah tumbuh, karena tergolong tanaman yang memiliki pertumbuhan cepat (Francis 1990), sehingga perlu dilakukan pemangkasan. Dalam jangka panjang, akar mampu mengangkat jalan atau trotoar jika tumbuh di tepi jalan (Watson *et al.* 1994).

Sebagai pembanding adalah pohon *S. macrophylla* (mahoni) yang berada dekat dengan bangunan dan memiliki diameter 152 cm yang dikhawatirkan mengalami pelunakan. Gambar 4 menunjukkan hasil pengecekan dengan *Sonic Tomograph*. Hasil menunjukkan lebih dari 90% berwarna cokelat mendekati hitam gelap, hal ini menunjukkan batang *S. macrophylla* masih dalam kondisi padat dan sehat. Warna hijau menunjukkan inisiasi pembusukan, namun masih dalam kondisi yang diperbolehkan. Rekomendasi untuk pohon tersebut adalah dilakukan pemangkasan ringan untuk mengurangi beban tajuk, sehingga menurunkan risiko tumbang akibat terpaan angin atau faktor lainnya. Pengamatan kondisi perakaran di bawah tajuk perlu dilakukan untuk mengurangi risiko akar tanaman terangkat.

Rekomendasi pemangkasan ringan perlu dilakukan pada kondisi kesehatan pohon dengan kategori dekat bangunan, dekat jalan, dan cabang kering. Perawatan selanjutnya adalah pengamatan perkembangan cabang secara berkala setiap satu hingga dua bulan sekali. Rekomendasi pemangkasan berat juga perlu dilakukan pada pohon dengan kategori akar terangkat, cabang terlalu berat, tajuk tidak seimbang. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk

mengurangi beban tajuk pohon, sehingga meminimalkan risiko patah atau tumbang pohon. Rekomendasi terakhir adalah penebangan terhadap pohon dengan kondisi gerowong dan berpotensi tumbang. Pemangkasan bertujuan untuk merangsang percabangan, membentuk kanopi dan mengatur tinggi tanaman sehingga mudah dalam pemeliharaan (Hariyadi, 2005).

Keberadaan pohon di perkotaan jika dikelola dengan baik akan mampu menstabilkan polusi di lingkungan tersebut. Pohon memiliki peranan meningkatkan kualitas udara, meredam kebisingan, menurunkan suhu lingkungan, memperindah lokasi dan melestarikan air tanah (Nowak, 2004). Daun dapat menyerap kebisingan sampai 95%. Jenis tumbuhan yang paling efektif untuk meredam suara ialah yang mempunyai tajuk yang tebal dengan daun yang rindang (Dahlan 1992).

Manajemen perawatan pohon dengan cara identifikasi risiko secara dini dapat menurunkan patah atau tumbang pohon dan meningkatkan efisiensi penanganan dan pengelolaan. Sistem penilaian standar perlu diusulkan untuk mengurangi subjektivitas penilaian terhadap hasil pengamatan dan risiko. Pemetaan dan evaluasi populasi pohon yang rawan patah atau tumbang merupakan salah satu sistem penilaian dan memprioritaskan penanganan risiko kesehatan pohon (Ellison 2005).

Rekomendasi penanganan agar segera dilaksanakan untuk menjaga keselamatan pasien, pengunjung, dan pegawai di lingkungan RSPG. Penebangan perlu dilakukan pada pohon *P. americana* dan *S. campanulata*. Pohon-pohon lainnya perlu dilakukan pemangkasan untuk mengurangi beban tajuk dan meminimalkan risiko patah atau tumbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahlan EN. 1992. Hutan Kota Untuk Pengelolaan dan Peningkatan Kualitas Lingkungan. Buku. APHI Jakarta.
- Ellison MJ. 2005. Quantified tree risk assessment used in the management of amenity trees. *Arboriculture* 31 (2): 57-65.
- Francis JK. 1990. *Spathodea campanulata* Beauv. African tulip tree. *Bignoniaceae. Bignonia* family. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry (Rio Piedras) 30: 1-5.
- Gilman EF, Watson DG. 1994. *Spathodea campanulata* African tulip-tree. Fact Sheet ST-600.
- Hariyadi. 2005. Sistem budi daya tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn). Seminar Nasional Pengembangan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) untuk Biodiesel dan Minyak Bakar. Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, Institut Pertanian Bogor. 22 Desember 2005.
- Liang S, Wang X, Wiedenbeck J, Cai Z, Fu F. 2008. Evaluation of acoustic tomography for tree decay detection. In Proceedings of the 15th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood-Session (Vol. 1, pp. 49-54).
- Lonsdale D. 2000. Hazards from trees, A general guide. Forestry Commission, Edinburgh.
- Mangold R. 1997. Overview of the forest health monitoring program. USDA Forest Service, USA.
- Nicolotti G, Socco LV, Martinis R, Godio A, Sambuelli L. 2003. Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. *J Arboric* 29: 66-78.
- Nowak DJ. 2004. The Effect Of Urban Trees On Air Quality. Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest

- Climate Project. Buku. USDA Forest Service General Technical Report. New York.
- Nyland RD. 2002. Silviculture : Concepts and Application second edition. McGraw-Hill. New York.
- Puspitasari DAI. 2014. Evaluasi Kesehatan Pohon Peneduh Jenis Angsana (*Pterocarpus indicus* Willd.) secara Sonic Tomography di Kota Surabaya. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tainter EH and EA Baker. 1996. Principles of Forest Pathology. John Wiley and Sons. Inc. New York.

Karakteristik morfologi dan anatomi daun genus *Garcinia* dataran tinggi

Characteristics of morphology and anatomy of montane *Garcinia* leaves

MASFIRO LAILATI

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat.
Tel.: +62-263-512233, 520448; Fax.: +62-263-512233, *email: lailatimsf@gmail.com, masfiro.lailati@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 25 Agustus 2017. Revisi disetujui: 27 Desember 2017.

Abstrak. Lailati M. 2017. *Karakteristik morfologi dan anatomi daun genus Garcinia dataran tinggi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 407-411.* *Garcinia* merupakan genus tumbuhan yang termasuk dalam suku Clusiaceae. Ada sekitar 100 jenis *Garcinia* yang tersebar di Indonesia. Sebagian besar *Garcinia* tersebar dan tumbuh di dataran rendah dan hanya sedikit yang tumbuh di dataran tinggi. Tercatat sekitar seperlima dari jumlah *Garcinia* di Indonesia merupakan jenis *Garcinia* dataran tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai tahap awal untuk mengetahui karakteristik morfologi dan anatomi daun koleksi *Garcinia* spp. dataran tinggi di Kebun Raya Cibodas (KRC). Metode penelitian yang digunakan adalah observasi langsung di lapangan, pengamatan di laboratorium, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan terdapat sepuluh jenis *Garcinia* koleksi KRC dari kegiatan eksplorasi di Indonesia yang diamati. Jenis tersebut adalah *G. beccarii*, *G. burkillii*, *G. celebica*, *G. dulcis*, *G. havilandii*, *G. horsfieldiana*, *G. lateriflora*, *G. latissima*, *G. Mangostana*, dan *G. rostrata*. Karakter morfologi dan anatomi pada daun *Garcinia* berbeda pada tiap jenisnya. Karakter morfologi berbeda pada *circumscription*, morfometri, dan arsitektur internal daun serta memiliki tipe stomata *paracytic* dan *anomocytic*.

Keywords: Anatomi, daun, *Garcinia*, morfologi

Abstract. Lailati M. 2017. *Characteristics of morphology and anatomy of montane Garcinia leaves. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 407-411.* *Garcinia* is a plant genus of the family of Clusiaceae. There were 100 species of *Garcinia* spread in Indonesia. Most of *Garcinia* is scattered and grown in the lowlands and only a few of *Garcinia* grow in the highland (montane). It was recorded, about one-fifth of the total of *Garcinia* in Indonesia is montane *Garcinia*. The aim of this study was to determine the morphological and anatomical characteristics of montane *Garcinia* spp. collection leaves in Cibodas Botanical Garden (CBG). The research method used was a direct observation in field, laboratory observation, and study of literature. The results of research showed there were ten species of *Garcinia* of CBG collections observed from exploration activities in Indonesia. The species were *G. beccarii*, *G. burkillii*, *G. celebica*, *G. dulcis*, *G. havilandii*, *G. horsfieldiana*, *G. lateriflora*, *G. latissima*, *G. mangostana* and *G. rostrata*. The morphological and anatomical characteristics of *Garcinia* leaves were different in each other. The morphological character was different on *circumscription*, *morphometry* and *internal architecture* of leaves and had the *paracytic* and *anomocytic* stomata types.

Keywords: Anatomy, *Garcinia*, leaves, morphology

PENDAHULUAN

Garcinia spp. merupakan anggota dari suku Clusiaceae yang dikenal dengan sebutan manggis-manggis. Tidak kurang dari 200 jenis *Garcinia* tumbuh tersebar di seluruh dunia dan 100 jenis di antaranya terdapat di kawasan Asia Tenggara. Tiga puluh dari 100 jenis *Garcinia* di Asia Tenggara termasuk dalam buah-buahan yang dapat dimakan (*edible fruits*) (Jansen 1991; Noor 1998; Uji 2007). Manggis (*Garcinia mangostana*) merupakan jenis *Garcinia* yang paling dikenal masyarakat. Manggis merupakan salah satu jenis buah tropika primadona yang memiliki pangsa pasar besar di dunia. Penelitian mengenai *Garcinia* sudah banyak dilakukan, diantaranya manggis (*G. mangostana*) yang kulit buahnya memiliki manfaat sebagai sumber antioksidan alami, antiinflamasi, antihistamin, dan antibakteri yang termasuk dalam golongan *xanthone*. Beberapa senyawa tersebut sangat penting dalam industri kesehatan dan farmasi. *Garcinia* spp. atau kerabat dari

manggis yang lain juga telah banyak dibuktikan kandungan kimianya melalui berbagai penelitian ilmiah. Chen et al. (2010) melaporkan tumbuhan dari genus *Garcinia* kaya akan senyawa *xanthone*, selain itu ditemukan juga senyawa fenolik seperti jenis flavonoid, benzofenon, dan antrakuinon.

Uji (2007) melaporkan bahwa terdapat 64 jenis *Garcinia* yang tersebar di Indonesia. Pulau Kalimantan mempunyai keanekaragaman jenis *Garcinia* tertinggi dibandingkan dengan pulau-pulau lainnya di Indonesia. Jenis *Garcinia* yang ditemukan di Indonesia ditemukan tumbuh dari dataran rendah sampai dataran tinggi (pegunungan), bahkan pada ketinggian > 2000 m dpl. Namun, sebagian besar *Garcinia* ditemukan tumbuh di dataran rendah pada ketinggian < 1000 m dpl. Jika merujuk pada jenis *Garcinia* yang tumbuh di dataran tinggi di Indonesia yang berjumlah kurang lebih 20 jenis (Uji 2007), koleksi *Garcinia* spp. di Kebun Raya Cibodas sudah mewakili sekitar 60% (SinDATA KRC 2017).

Karakter morfologi yang banyak digunakan sebagai informasi pada tanaman Angiosperma adalah morfologi organ generatif (bunga). Namun, tidak semua tanaman dapat dijumpai bunganya, sehingga identifikasi dilakukan menggunakan bagian tanaman yang lain, seperti organ vegetatif. Organ vegetatif yang dapat memberikan informasi mengenai suatu tanaman diantaranya daun, akar, dan batang. Dari ketiga organ tersebut, organ daun memiliki informasi paling banyak dan dapat menjadi solusi yang tepat untuk menggantikan proses identifikasi jika tidak ditemukan organ bunga (Stuessy 1991). Karakter dari organ vegetatif dapat menjadi informasi tambahan ataupun informasi utama dalam membedakan dan mengenali suatu jenis tanaman. Informasi lainnya yang dapat diketahui dari organ vegetatif daun adalah karakter anatomi dari permukaan epidermis daun, diantaranya bentuk dan jumlah sel epidermis, jumlah stomata, dan tipe stomata yang berfungsi sebagai agen pertukaran gas dan uap air dari dalam sel ke lingkungan dan dapat membantu memahami kemampuan adaptasi suatu tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai tahap awal untuk mengetahui karakteristik morfologi dan anatomi daun koleksi *Garcinia* spp. dataran tinggi di Kebun Raya Cibodas (KRC).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Raya Cibodas terhadap sepuluh jenis koleksi *Garcinia* spp. pada bulan Juli-September 2017. Metode penelitian yang digunakan adalah observasi dan pengukuran langsung di kebun, pengamatan anatomi di laboratorium, dan studi literatur. Parameter yang diamati adalah karakteristik morfologi daun yaitu tipe bangun daun (*circumsriptio*), morfometri yang meliputi panjang dan lebar lamina serta panjang petiolus, serta arsitektur internal daun yang meliputi *apex polii* (tipe ujung daun), *basis polii* (tipe pangkal daun), dan *margo polii* (tipe tepian daun). Karakteristik anatomi daun yang diamati meliputi tipe stomata, jumlah stomata, jumlah sel epidermis, indeks dan kerapatan stomata. Kerapatan stomata adalah jumlah stomata dibagi luas bidang hitung, dimana luas bidang hitung = $1/4 \pi d^2 = 0,212$, sedangkan indeks stomata adalah jumlah stomata dibagi jumlah stomata dan sel epidermis dalam luasan tertentu. Penghitungan indeks stomata (I) dilakukan dengan menggunakan rumus : $I = [S/(E+S)] \times 100$; dimana S = jumlah stomata dan E = jumlah sel epidermis dalam satuan luas yang sama (Salisbury 1995 dalam Hajar 2011). Pengamatan anatomi daun dilakukan dengan menggunakan mikroskop merek Olympus CX-21 dengan perbesaran total 10x40. Data kemudian dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran morfologi daun *Garcinia* spp ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran terhadap sepuluh koleksi *Garcinia* spp. di Kebun Raya Cibodas, terdapat perbedaan pada bentuk bangun daun dan morfometri pada masing-masing jenis

(Tabel 1). Bentuk bangun daun (*circumsriptio*) merupakan bentuk secara keseluruhan dari lamina daun. Bentuk keseluruhan daun yang terlihat dapat langsung disesuaikan tipenya dengan gambar identifikasi dari buku identifikasi tanaman. Berdasarkan hasil pengamatan, tipe *circumsriptio* pada sepuluh jenis *Garcinia* yang diamati adalah *lanceolate*, *ovate*, *elliptic*, *oblong*, dan *oval*. *Garcinia celebica* merupakan jenis yang memiliki ukuran daun paling besar dibandingkan dengan jenis lainnya dengan panjang lamina $31,56 \pm 1,96$ cm; lebar lamina $13,9 \pm 1,42$ cm; dan panjang petiolus $2,12 \pm 0,18$ cm. Karakter morfologi yang diamati (fenotipe) tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor penting lainnya yang dapat mempengaruhi dan bertanggung jawab terhadap fenotipe adalah gen (genotipe) yang dimiliki oleh suatu individu. Interaksi kompleks antara gen dan lingkungan akan mempengaruhi ekspresi fenotipe pada tingkat sel dan seluruh bagian tanaman (Briggs dan Walter 1984). Informasi mengenai fenotipe dapat diketahui dengan meneliti lebih lanjut struktur penyimpan gen yaitu kromosom. Bagian kromosom yang bertanggung jawab terhadap karakter morfologi daun adalah struktur kromosom. Struktur kromosom bertanggung jawab dalam membatasi proses pembelahan dan perluasan sel, sehingga tidak terlalu lebar atau terlalu kecil (Tsukaya 2005). Selain itu, faktor lingkungan juga mempengaruhi karakteristik morfologi daun. Secara umum, faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi morfologi daun antara lain intensitas cahaya, kualitas cahaya, kelembapan udara, temperatur, ketersediaan nutrien, dan ketersediaan air.

Arsitektur internal daun pada sepuluh jenis *Garcinia* yang diamati hampir sama (Tabel 2). Karakter *basis folii* dan *margo folii* sama pada semua jenis *Garcinia* yang diamati, yaitu memiliki pangkal daun berbentuk *rotundus* (membulat) dan tepian daun *integer* (rata). Adapun *apex polii* (tipe ujung daun) pada ketujuh jenis *Garcinia* memiliki bentuk meruncing, sedangkan ketiga jenis lainnya membulat.

Jumlah stomata dan sel epidermis pada jenis *Garcinia* yang diamati berbeda-beda (Tabel 3). Pengamatan stomata dilakukan pada bagian bawah daun (abaksial). Hal ini dilakukan karena pada tumbuhan darat, stomata lebih banyak terdapat pada epidermis daun bagian bawah. Berdasarkan hasil pengamatan, kerapatan stomata antar jenis *Garcinia* berbeda-beda, berkisar antara 33,02-61,32 stomata/mm². *Garcinia dulcis* dan *G. rostrata* memiliki kerapatan stomata paling tinggi yaitu 61,32 stomata/mm². Dwijoseputro (1978) menyatakan bahwa distribusi stomata sangat berhubungan dengan kecepatan dan intensitas transpirasi pada daun, misalnya letak stomata satu dengan stomata yang lain memiliki jarak tertentu. Dalam batas tertentu, semakin banyak pori stomata maka semakin cepat penguapan yang terjadi. Jika letak stomata tersebut terlalu berdekatan maka penguapan dari pori stomata yang satu akan menghambat penguapan dari pori stomata di dekatnya. Hal ini karena jalan yang ditempuh oleh molekul-molekul air yang melewati pori stomata tersebut tidak lurus, melainkan membelok akibat pengaruh sudut pada sel-sel penutup. Stomata pada *Garcinia* yang diamati berbentuk oval (Gambar 1), dimana pada umumnya,

distribusi stomata pada tanaman darat berbentuk oval. Stomata yang berbentuk oval lebih memudahkan proses pengeluaran air daripada stomata berbentuk bundar. Deretan molekul-molekul air yang dilewatkan akan lebih banyak jika keliling stomata lebih panjang. Adapun hasil pengamatan tipe stomata pada jenis *Garcinia* yang diamati adalah *paracytic* dan *anomocytic*. Tipe stomata *paracytic* ditunjukkan dengan setiap sel penjaga yang bergabung dengan satu atau lebih sel tetangga, dimana sumbu membujurnya sejajar dengan sumbu sel tetangga dan *aperture*.

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa karakter morfologi dan anatomi pada daun *Garcinia* spp. berbeda pada tiap jenis yang diamati. Karakter morfologi

berbeda pada *circumsriptio*, *morfometri*, dan arsitektur internal daun. Tipe bangun daun diantaranya *lanceolate*, *ovate*, *elliptic*, *oblong*, dan *oval*. *Garcinia celebica* merupakan jenis *Garcinia* yang mempunyai ukuran daun paling besar (panjang 31,56±1,96 dan lebar 13,9±1,42). Arsitektur internal daun pada *basis folii* dan *margo folii* pada semua jenis *Garcinia* yang diamati sama, yaitu *rotundus* (membulat) dan *integer* (rata), sedangkan pada *apex folii* yaitu *acuminatus* (meruncing) dan *rounded* (membulat). Kerapatan stomata antarjenis juga berbeda, yaitu berkisar antara 33,02-61,32 stomata/mm². *Garcinia dulcis* dan *G. rostrata* memiliki kerapatan stomata paling tinggi yaitu 61,32 stomata/mm², serta memiliki tipe stomata *paracytic* dan *anomocytic*.

Tabel 1. Hasil pengukuran morfologi daun *Garcinia* spp. di KRC, Jawa Barat

Jenis daun <i>Garcinia</i>	<i>Circumsriptio</i>	Panjang lamina (cm)	Lebar lamina (cm)	Panjang petiolus (cm)
<i>Garcinia beccari</i> Pierre.	<i>Lanceolate</i>	14,04±2,08	5,52±0,23	1,34±0,11
<i>Garcinia burkillii</i> Whitmore.	<i>Ovate</i>	8,80±0,67	5,16±0,54	1,00±0,10
<i>Garcinia celebica</i> L.	<i>Elliptic</i>	31,56±1,96	13,9±1,42	2,12±0,18
<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz.	<i>Oblong</i>	27,78±2,46	14,12±0,43	2,06±0,11
<i>Garcinia havilandii</i> Stapf.	<i>Lanceolate</i>	10,98±0,38	3,90±0,16	0,72±0,08
<i>Garcinia horsfieldiana</i> Pierre.	<i>Lanceolate</i>	11,82±0,89	3,94±0,23	0,82±0,08
<i>Garcinia lateriflora</i> Blume.	<i>Oval</i>	18,36±1,79	9,70±0,49	1,46±0,13
<i>Garcinia latissima</i> Miq.	<i>Ovate</i>	17,90±1,11	7,66±0,98	1,78±0,13
<i>Garcinia mangostana</i> L.	<i>Lanceolate</i>	19,22±1,41	7,36±0,78	1,22±0,08
<i>Garcinia rostrata</i> (Hassk.) Miq.	<i>Lanceolate</i>	10,42±1,44	4,20±0,32	1,42±0,16

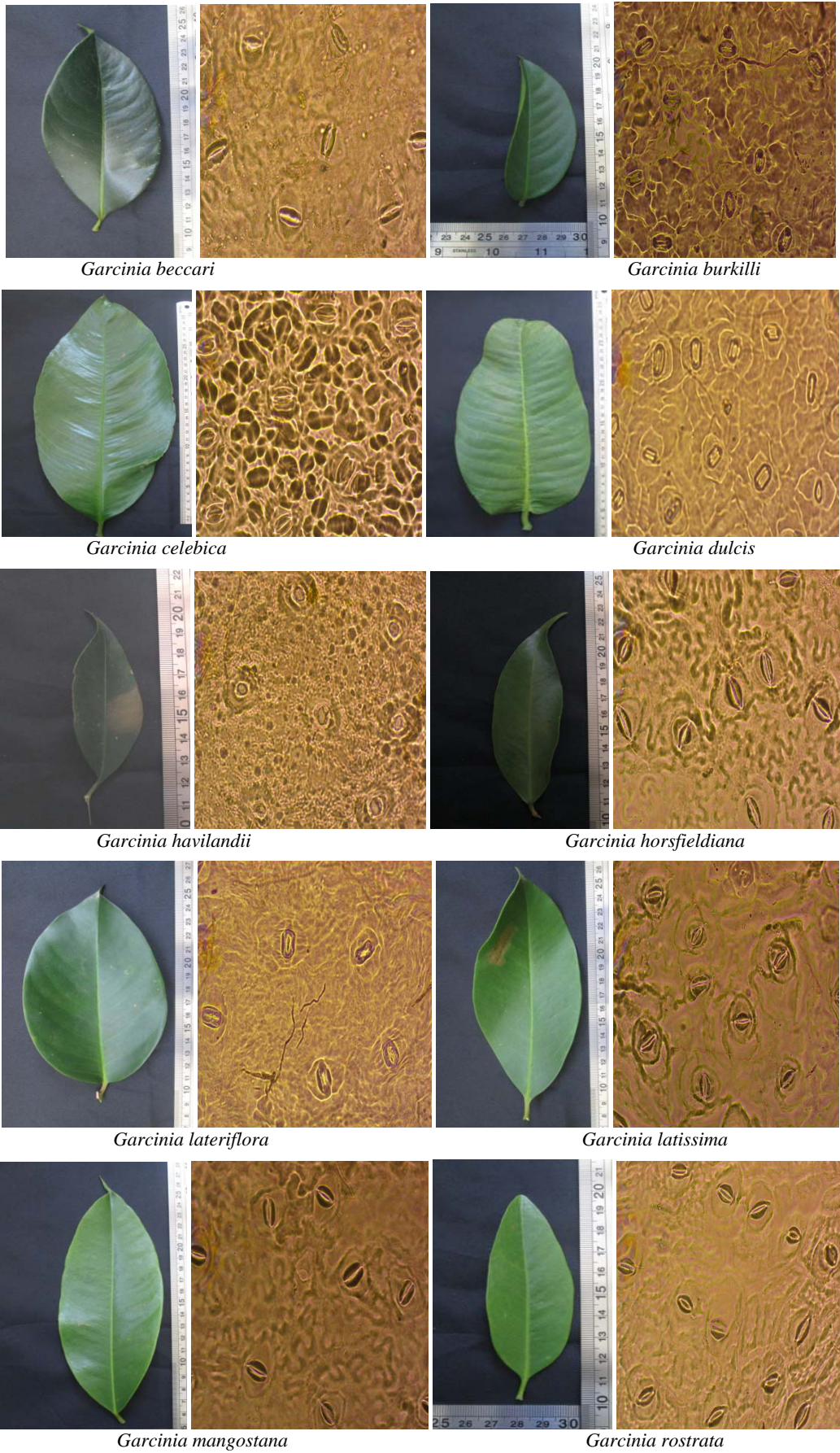
Tabel 2. Hasil pengamatan karakter morfologi daun *Garcinia* spp. di KRC, Jawa Barat

Jenis Daun <i>Garcinia</i>	Karakter morfologi			
	<i>Apex folii</i>	<i>Basis folii</i>	<i>Margo folii</i>	Warna
<i>Garcinia beccari</i> Pierre.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia burkillii</i> Whitmore.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia celebica</i> L.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz.	<i>Rounded</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau muda
<i>Garcinia havilandii</i> Stapf.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia horsfieldiana</i> Pierre.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau muda
<i>Garcinia lateriflora</i> Blume.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia latissima</i> Miq.	<i>Rounded</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau muda
<i>Garcinia mangostana</i> L.	<i>Acuminatus</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau tua
<i>Garcinia rostrata</i> (Hassk.) Miq.	<i>Rounded</i>	<i>Rotundatus</i>	<i>Integer</i>	Hijau kekuningan

Keterangan: *Integer* = rata, *rotundatus* = membulat, *acuminatus* = meruncing, *rounded* = membulat

Tabel 3. Tipe stomata dan karakter anatomi daun *Garcinia* spp. di KRC, Jawa Barat

Jenis daun <i>Garcinia</i>	Tipe stomata	Abaksial daun			Kerapatan (mm ²)
		Jumlah stomata	Jumlah epidermis	Indeks	
<i>Garcinia beccari</i> Pierre.	<i>Paracytic</i>	7	47	12,96	33,02
<i>Garcinia burkillii</i> Whitmore.	<i>Anomocytic</i>	9	54	14,29	42,45
<i>Garcinia celebica</i> L.	<i>Anomocytic</i>	9	62	12,68	42,45
<i>Garcinia dulcis</i> (Roxb.) Kurz.	<i>Paracytic</i>	13	44	22,81	61,32
<i>Garcinia havilandii</i> Stapf.	<i>Paracytic</i>	7	42	14,29	33,02
<i>Garcinia horsfieldiana</i> Pierre.	<i>Paracytic</i>	10	37	21,28	47,17
<i>Garcinia lateriflora</i> Blume.	<i>Paracytic</i>	8	41	16,33	37,74
<i>Garcinia latissima</i> Miq.	<i>Paracytic</i>	11	33	25,00	51,89
<i>Garcinia mangostana</i> L.	<i>Paracytic</i>	8	30	21,05	37,74
<i>Garcinia rostrata</i> (Hassk.) Miq.	<i>Paracytic</i>	13	36	26,53	61,32



Gambar 1. Morfologi dan anatomi daun *Garcinia* spp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Registrasi Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas atas kerjasamanya dalam perolehan data koleksi tumbuhan *Garcinia* spp. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ujang Rustandi dan Abidin yang telah membantu peneliti selama pengamatan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Briggs D, Walters SM. 1984. Plant variation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Chen Y, Yang G, Zhong F et al. 2010. Two new prenylated xanthenes from the bark of (*Garcinia xanthochymus*). Bull Korean Chem Soc 31 (11): 3418-3420.
- Dwijoseputro D. 1978. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT Gramedia, Jakarta.
- Hajar S. 2011. Studi Variasi Morfologi dan Anatomi Daun serta Jumlah Kromosom *Hibiscus rosa-sinensis* L. di Kampus Universitas Indonesia Depok. [Skripsi]. Universitas Indonesia, Depok.
- Jansen PCM. 1991. Edible fruits and nut. In: Verheij EWM, Coronel RE (eds). Plants Resources of South-East Asia. Pudoc. Higham, Charles, Wageningen.
- Noor NM. 1998. Timber trees: Lesser-known timber. In: Sosef MSM, Hong LT, Prawirohatmodjo S (eds). Plants Resources of South-East Asia. Prosea, Bogor.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. Fisiologi Tumbuhan. ITB Bandung, Bandung.
- SinDATA KRC. 2017. Sistem informasi data tanaman. sindata.krcibodas.lipi.go.id.
- Stuessy TF. 1991. Plant taxonomy: The systematic evolution of comparative data. Colombia University Press, New York.
- Tsukaya H. 2005. Leaf shape: Genetic control and environmental factors. Int J Dev Biol 49(5-6): 547-555.
- Uji T. 2007. Keanekaragaman, persebaran dan potensi jenis-jenis *Garcinia* di Indonesia. Berk Penel Hayati 12: 129-135.

Pertumbuhan awal biji-biji tanaman asli Cagar Biosfer Cibodas, Jawa Barat yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi

Early growth of native plant seeds in Cibodas Biosphere Reserve, West Java potentially as high carbon stock storage

INTANI QUARTA LAILATY[✉], AISYAH HANDAYANI

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat.
Tel.: +62-263-512233, 520448; Fax.: +62-263-512233, ✉email: intani.quarta.lailaty@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2017. Revisi disetujui: 27 Desember 2017.

Abstrak. Lailaty IQ, Handayani A. 2017. *Pertumbuhan awal biji-biji tanaman asli Cagar Biosfer Cibodas yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi.* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 412-419. Cagar Biosfer Cibodas (CBC) merupakan salah satu cagar biosfer tertua di Indonesia yang menjadi model pengelolaan kawasan berkelanjutan dalam rangka adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. CBC meliputi beberapa tipe ekosistem, baik ekosistem alami berupa kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) maupun ekosistem buatan, salah satunya Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai area penyangga (*buffering zone*). Salah satu tahapan dalam upaya mitigasi perubahan iklim yang dilakukan oleh KRC adalah dengan perbanyak tumbuhan asli yang berpotensi sebagai penyimpan stok karbon tinggi. *Acer laurinum* Hassk. dan *Altingia excelsa* Noronha merupakan jenis tumbuhan asli kawasan Gunung Gede Pangrango yang memiliki potensi tersebut. Penelitian ini menggunakan desain percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial untuk membandingkan pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup, serta lima media tanam yang berbeda (*cocopeat*, humus, humus-sekam, pasir, dan sekam). Analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR) dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan biji *A. laurinum* lebih cepat dibandingkan *A. excelsa*. Perlakuan tanpa sungkup menghasilkan persentase germinasi yang lebih tinggi pada biji *A. laurinum*, sedangkan daya kecambah *A. excelsa* lebih cepat pada perlakuan sungkup. Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang paling baik untuk kedua perlakuan tanaman. Media humus dan perlakuan sungkup merupakan perpaduan terbaik untuk pertumbuhan biji *A. laurinum* dilihat dari parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Sementara itu, media pasir dan perlakuan tanpa sungkup menghasilkan *A. excelsa* dengan tinggi batang, jumlah daun, serta panjang daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Kelembapan dan pH media optimum untuk pertumbuhan kedua biji berturut-turut berkisar antara 40-80% dan 5,8-6,8. Perbanyak tanaman yang berpotensi menyimpan cadangan karbon tinggi perlu terus ditingkatkan serta diupayakan untuk dapat diaklimatisasi kembali ke alam dalam rangka mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci: Cagar Biosfer Cibodas, mitigasi, perkecambahan, stok karbon, tumbuhan asli, media tanam

Abstract. Lailaty IQ, Handayani A. 2017. *Early growth of original plant seeds in Cibodas Biosphere Reserve, West Java potentially as high carbon stock storage.* Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 412-419. The Cibodas Biosphere Reserve (CBR) is one of the oldest biosphere reserves in Indonesia that to be a model of sustainable area management in the climate change adaptation and mitigation. CBR includes several ecosystem types, both natural ecosystems of Mount Gede Pangrango National Park and artificial ecosystems, one of them is Cibodas Botanical Garden (CBG) as a buffering zone. One of the stages of climate change mitigation effort conducted by CBG is the propagation of native plants that have the potential as carbon stock storage. *Acer laurinum* Hassk. and *Altingia excelsa* Noronha are native plants of Mount Gede Pangrango that have the potential. This study used a Completely Randomized Factorial Design to compare the seeds growth of *A. laurinum* and *A. excelsa* by the treatment of hoods and without hoods, and five different planting media (*cocopeat*, humus, humus-husk, sand, and husk). Data analysis was performed using *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR) and *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) at the significance level of 5%. The results showed that the seed growth of *A. laurinum* was faster than *A. excelsa*. The treatment without hood resulted in a higher percentage of germination in *A. laurinum* seeds, while *A. excelsa* germination was faster at the hood treatment. In general, the humus medium produced the best germination for both plants. Humus medium and hood treatment was the best combination for *A. laurinum* seed growth seen from the stem height parameter, number of leaf, length and width of leaf, and length of root. Meanwhile, the sand medium and the treatment without hood produced *A. excelsa* with stem height, leaf number, and leaf length that higher than other treatments. The optimum humidity and pH of media for the growth of both seeds between 40-80% and 5.8-6.8, respectively. Plant propagation that has the potential to store the high carbon reserve needs to be continuously improved and strived to be acclimatized back to nature in the context of climate change mitigation.

Keywords: Carbon stock, Cibodas Botanical Garden, germination, mitigation, native species, planting media

PENDAHULUAN

Sesuai dengan *Holocoenotic Concept*, adanya perubahan lingkungan di suatu ekosistem akan mempengaruhi kondisi lingkungan yang lain. Perubahan global (*global change*) diartikan sebagai perubahan lingkungan secara menyeluruh, meliputi perubahan iklim, perubahan kondisi atmosfer di udara, serta perubahan kondisi lahan dan sistem ekologi yang mempengaruhi kehidupan dan pemenuhan kebutuhan di bumi. Salah satu isu *global change* yang saat ini sedang terjadi dan berdampak cukup besar bagi dunia adalah pemanasan global. Fenomena peningkatan temperatur global ini secara gradual disebabkan oleh meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu dampak dari pemanasan global yang mempengaruhi suhu lingkungan adalah perubahan iklim (*climate change*). Berbagai dampak dari perubahan iklim telah kita rasakan di berbagai sektor kehidupan hingga saat ini, antara lain di bidang pertanian, sosial, ekonomi, kemerosotan biodiversitas, dan juga politik (Lailaty 2015). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menghadapi perubahan lingkungan melalui adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Salah satu upaya mitigasi yaitu melalui konservasi sumber daya alam.

Mitigasi bertujuan untuk membatasi dan menurunkan emisi GRK yang dapat dilakukan dengan cara mengurangi penggunaan sumber daya energi yang banyak menghasilkan emisi CO₂ (disebut *source*) yang dihasilkan oleh pembangunan dan aktivitas antropogenik lainnya. Upaya mitigasi juga dapat dilakukan dengan cara menambah, memperkuat, atau memperluas sistem bumi yang berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon secara alami (disebut *sink*), yaitu hutan dan lautan, agar emisi CO₂ dan GRK yang terlepas ke udara dapat ditangkap, diserap, dan disimpan kembali di dalam pepohonan, hutan, lahan gambut, dan, dalam kondisi tertentu, laut. Menurut Hairiah et al. (2011), langkah awal dalam mitigasi perubahan iklim adalah menginventarisasi cadangan karbon pada berbagai tipe ekosistem melalui pengukuran dan pendugaan (estimasi) biomassa dengan metode-metode yang telah distandardisasi. Selanjutnya, disetukan oleh Lailaty (2015), diperlukan upaya perluasan berbagai kawasan konservasi sesuai komitmen global, seperti Undang-Undang mengenai Tata Ruang Nasional, *Convention on Biological Diversity* (CBD), *Committee on Climate Change* (CCC), dan *Seville Strategy* sebagai upaya mitigasi perubahan iklim.

Kawasan konservasi global di Indonesia yang telah diakui UNESCO terdiri dari 10 Cagar Biosfer (CB), yaitu Cibodas, Siberut, Leuser, Tanjung Puting, Lore Sindu, Pulau Komodo, Giam Siak Kecil-Pulau Batu, Wakatobi, dan dua CB yang diresmikan pada tahun 2015, yaitu Bromo Tengger Semeru-Arjuno dan Takabonerate-Kepulauan Selayar (Gibbons 2015). Pada 18-20 Maret 2016, melalui sidang Dewan Koordinasi International (*International Coordinating Council/ICC*), Program MAB (*Man and the Biosphere*) ke-28 di Lima, Peru, UNESCO menetapkan Belambangan, Jawa Timur, sebagai Cagar Biosfer baru di Indonesia (UNESCO 2016). Cagar Biosfer Cibodas (CBC) merupakan salah satu cagar biosfer tertua

yang telah dijadikan lokasi riset perubahan iklim. CBC memiliki posisi strategis di Sundaland dan termasuk dalam *Global Hotspot Biodiversity*, yang menjadi bagian penting dalam menghadapi perubahan iklim. Kawasan biogeografi tersebut berfungsi sebagai gudang biodiversitas, akan tetapi keberadaannya terancam oleh manusia (Myers et al. 2000 dalam Widyatmoko dan Astutik 2013). CBC meliputi beberapa tipe ekosistem, baik ekosistem alami berupa kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP) maupun ekosistem buatan, salah satunya Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai area penyangga (*buffering zone*). Kebun raya sebagai area konservasi *ex situ* memiliki signifikansi tinggi dalam penyimpanan karbon dan sekaligus sebagai tempat konservasi keanekaragaman tumbuhan, khususnya spesies asli. Berdasarkan hasil riset Widyatmoko dan Astutik (2013) di KRC, diperoleh hasil bahwa kebun raya sebagai ekosistem buatan memiliki stok karbon yang lebih tinggi, yaitu sebesar 117,55 ton C/ha, dibandingkan dengan ekosistem buatan lainnya, diantaranya perkebunan teh (55,51 ton C/ha) dan agropolitan (5,05 ton C/ha). Tanaman yang berada di KRC sebagian besar berupa pohon dengan usia tahunan. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi dan perlindungan terhadap pohon-pohon berkayu yang berpotensi dalam penyerapan karbon sebagai bentuk mitigasi perubahan iklim global.

Gerakan nasional penurunan emisi gas rumah kaca, salah satunya dilakukan melalui penanaman satu miliar pohon dengan misi *One Billion Indonesian Trees for The World* yang telah dimulai pada tahun 2010. Dalam pemilihan jenis tanaman perlu diperhatikan asas keseimbangan ekosistem, meliputi keserasian, keselarasan, kelestarian, pemulihan, homeostasis, penghematan, dan integritas (Astutik et al. 2013). Selain itu, diperlukan juga perbanyak spesies asli Indonesia untuk menghindari banyaknya tanaman introduksi yang dikhawatirkan berpotensi invasif. Pada penelitian Astutik et al. (2013), diperoleh 10 jenis tumbuhan dari 98 jenis yang berada di plot permanen Resort Cibodas, TNGGP yang menghasilkan nilai cadangan karbon tertinggi dengan menggunakan persamaan alometrik Feldpausch. Nilai tertinggi diperoleh dari *Altingia excelsa* Noronha (Rasamala, Sunda) yaitu sebesar 142.529,910 ton C per hektar, sedangkan nilai terendah diperoleh dari *Acer laurinum* Hassk. (Calik angin, Sunda) yaitu sebesar 2.550,367 ton C per hektar. Kesepuluh jenis tumbuhan penyimpan cadangan karbon tertinggi tersebut selanjutnya direkomendasikan sebagai jenis pohon yang dimanfaatkan sebagai penutup lahan berbasis vegetasi, khususnya pada tipe ekosistem dataran tinggi basah. Perbanyak jenis-jenis tanaman melalui biji relatif lebih mudah untuk dilakukan. Hal ini dilakukan dalam upaya mendukung ketersediaan bibit secara kontinu yang selanjutnya digunakan untuk keperluan konservasi. Dalam penelitian ini dilakukan penanaman biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan menggunakan berbagai perlakuan dan media tanam untuk mengetahui pertumbuhan awal dan media terbaik bagi bibit kedua jenis tanaman penyimpan cadangan karbon tersebut.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan di rumah kaca penelitian Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Cianjur. Penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Agustus 2017. Kondisi rumah kaca penelitian memiliki suhu udara antara 20-21°C dan kelembapan udara antara 70-80%.

Metode penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga faktor percobaan, yaitu jenis tanaman, perlakuan sungkup dan tanpa sungkup, serta media tanam. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* koleksi Kebun Raya Cibodas. Media tanam yang digunakan yaitu media sekam, humus, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Terdapat 20 kombinasi perlakuan untuk dua jenis tumbuhan dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup. Masing-masing kombinasi perlakuan terdiri dari tiga ulangan, sehingga terdapat 60 satuan percobaan (bak perkecambahan). Tiap satuan percobaan terdiri atas 10 biji, sehingga terdapat 600 satuan pengamatan.

Cara kerja

Karakterisasi dan pemilihan biji

Karakteristik biji diamati secara visual kualitatif. Biji dipilih dengan bentuk dan ukuran yang serupa, serta dipilih biji yang tua dan viabel untuk ditanam.

Penyemaian biji

Media penyemaian yang digunakan terdiri dari media sekam, humus, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Masing-masing media dimasukkan ke dalam bak plastik berukuran 40 cm x 30 cm x 15 cm yang bagian bawahnya sudah dilubangi. Tiap bak masing-masing ditanami sejumlah 10 biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* sesuai perlakuan (sungkup dan tanpa sungkup) dan diulang sebanyak tiga kali. Masing-masing media diukur pH dan kelembapan media. Seluruh bak semai disimpan di rumah kaca, dan selanjutnya dilakukan penyiraman secukupnya.

Pengamatan pertumbuhan

Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali dengan parameter pertumbuhan yaitu daya kecambah, tinggi batang, dan jumlah daun. Daya kecambah dihitung dengan rumus menurut Draper et al. (1985), yaitu: $DK = (n/N) \times 100\%$; dimana DK = daya kecambah, n = biji yang berkecambah, dan N = biji yang dikecambahkan. Pengamatan daya kecambah dihentikan ketika tanaman perlakuan telah mencapai germinasi 100%. Pertumbuhan kecambah berupa tinggi batang diamati dengan cara mengukur menggunakan penggaris secara berkala. Jumlah daun dihitung berdasarkan keberadaan helai daun yang telah muncul sempurna. Pengamatan dilakukan hingga 5 bulan setelah tanam. Selanjutnya, pada akhir pertumbuhan diamati secara keseluruhan tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif serta analisis ragam dengan uji F pada taraf nyata 5%. Jika uji F berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut nilai tengah dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*) pada taraf nyata 5%. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Microsoft Excel* dan *Statistical Tool for Agricultural Research (STAR 2.0.1)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik biji dan pola perkecambahan

Rasamala (*A. excelsa*, Altingiaceae) merupakan tanaman khas hutan basah campuran di perbukitan dan pegunungan. Di Indonesia, jenis tumbuhan tersebut banyak tersebar di daerah Jawa Barat, Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Bengkulu. Rasamala umumnya tumbuh secara berkelompok dan tumbuh dengan baik di daerah dengan iklim basah serta kemarau sedang dengan tipe curah hujan A-B, pada ketinggian 500-1500 m dpl. *Altingia* sering ditemukan berasosiasi dengan pohon oak, *Podocarpus*, *Quercus* dan *Castanopsis*. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan kebutuhan air hujan sekurang-kurangnya 100 mm pada musim kemarau. Rasamala dapat tumbuh pada tanah vulkanik dengan drainase yang baik, tanah berpasir atau berbatu, serta di daerah bukit dan pegunungan (Martawijaya et al. 1981). Rasamala mampu tumbuh hingga sangat tinggi, mencapai 40-60 meter, dengan nilai ekonomi cukup tinggi yang dimanfaatkan untuk diambil kayunya maupun bahan campuran pewangi alami. Di Jawa, jenis ini berbunga dan berbuah sepanjang tahun. Puncak pembungaan terjadi pada bulan April hingga Mei, sedangkan waktu terbaik untuk pengumpulan biji pada bulan Agustus hingga Oktober. Bunga rasamala tidak memiliki petal dan sepal dengan banyak stamen, diindikasikan polinasi terjadi dengan bantuan angin. Biji beraroma harum dan disebarkan oleh semut, monyet, dan burung pemakan biji. Biji rata, *obovate*, dan dikelilingi oleh sayap sempit yang beraroma wangi (Orwa et al. 2009). Perkecambahan bersifat epigeal dengan masa germinasi 10-20 hari dan tumbuh hingga 70 hari (Bisjt et al. 1999).

Calik angin (*A. laurinum*) adalah satu-satunya tanaman mapel tropis yang dapat tumbuh hingga 40-48 meter. Habitus tanaman ini berupa pohon dengan pertumbuhan mengelompok atau terpecah di hutan primer maupun hutan sekunder, daerah perbukitan, dan montan dengan ketinggian 700-2500 m dpl (Priyadi et al. 2010; Sukarya et al. 2013). Persebaran tanaman ini meliputi Asia Timur, Cina Selatan, Myanmar, Thailand, Kamboja, Laos, Vietnam, Malaysia, Filipina, dan Indonesia. *Acer laurinum* banyak ditemukan di daerah dengan curah hujan sepanjang tahun yang membutuhkan naungan dari sinar matahari. Tanaman ini membutuhkan unsur hara tinggi untuk dapat tumbuh. Tumbuhan calik angin dapat berupa *monoecious* ataupun *dioecious*. Tanaman ini banyak dimanfaatkan kayunya untuk furnitur maupun pembuatan alat musik. *Acer laurinum* memiliki bentuk biji pipih bersayap dengan ukuran 3,5-7,5 cm. Perkecambahan biji tipe epigeal dengan

proses polinasi yang dibantu oleh lebah (Fern 2014).

Daya kecambah

Perkecambahan merupakan tahapan awal dari proses terbentuknya individu baru pada tumbuhan berbiji. Di dalam biji, terkandung berbagai senyawa kimia yang berperan penting dalam perkecambahan, sehingga embrio dapat tumbuh aktif menjadi individu baru apabila berada pada kondisi lingkungan yang sesuai, diantaranya kesesuaian air, udara, cahaya, dan sumber hara. Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis biji rekalsitran, yaitu biji dengan kadar air yang tinggi dan tidak dapat disimpan lama karena dapat menghilangkan daya kecambah dan mengakibatkan kematian biji. Daya kecambah merupakan proporsi dari suatu sampel benih secara normal selama masa uji perkecambahan dan umumnya dinyatakan dalam persentase. Menurut Departemen Kehutanan (2004), daya kecambah dapat digunakan untuk menyatakan viabilitas biji suatu tanaman.

Hasil pada Gambar 1 menunjukkan bahwa daya kecambah *A. laurinum* lebih tinggi dibandingkan *A. excelsa*. Germinasi biji *A. laurinum* mencapai 100% pada media *cocopeat* dengan perlakuan tanpa sungkup pada 5 minggu setelah tanam. Sementara itu, pertumbuhan *A. excelsa* tidak ada yang mencapai 100% germinasi hingga akhir pengamatan selama 5 bulan setelah tanam. Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang paling baik untuk kedua perlakuan tanaman. Perlakuan tanpa sungkup menghasilkan persentase germinasi lebih tinggi pada biji *A. laurinum*, sedangkan daya kecambah *A. excelsa* lebih cepat pada perlakuan sungkup. Menurut Mahdi (1986), pohon induk sebagai sumber biji berpengaruh pada perkecambahan biji dan pertumbuhan semai. Setiap pohon menghasilkan biji dengan sifat unggul yang berbeda-beda, salah satunya kandungan kimia dalam biji. Disampaikan juga oleh De La Cruz (1982), bahwa komposisi kimia dalam biji dikendalikan oleh faktor genetik, sedangkan jumlah masing-masing komponen kimia tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti lingkungan tumbuh pohon induk dan juga iklim. Dalam penelitian ini, kondisi biji yang digunakan relatif sama karena dipetik pada waktu yang tidak jauh berbeda dan dalam keadaan matang. Selain itu, Hartmann dan Kester (1976) juga menyebutkan bahwa viabilitas biji yang berasal dari pohon dan semak bervariasi, dari tahun ke tahun, berbeda antarlokasi, dan berbeda antarpohon.

Kecepatan perkecambahan berkaitan erat dengan komposisi kimia dalam biji. Faktor dormansi dan kadar promotor serta inhibitor mempengaruhi daya kecambah biji. Asam absisat dan fenol umumnya bersifat menghambat pertumbuhan biji, sedangkan giberelin memacu germinasi biji. Pemberian sungkup plastik memberikan iklim mikro yang berbeda untuk masing-masing tanaman. Sungkup plastik menurunkan intensitas cahaya matahari yang menyebabkan suhu dan kelembapan udara menjadi menurun. Kondisi tersebut juga berpengaruh terhadap daya kecambah kedua jenis tanaman uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. excelsa* membutuhkan kondisi yang lebih lembap dan teduh dibandingkan dengan *A. laurinum* yang dapat tumbuh dengan baik pada kondisi

tanpa sungkup. Akan tetapi, perlakuan ada dan tidaknya penyungkupan tidak berbeda nyata apabila diuji secara statistik (Tabel 3).

Secara umum, media humus menghasilkan daya kecambah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan media yang lain. Humus daun merupakan hasil pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme. Menurut Normasiwi dan Lailaty (2016), daya serap humus daun cukup tinggi, sehingga dapat mempertahankan media agar tetap lembap. Kandungan air yang tinggi dapat menginisiasi proses germinasi biji menjadi semakin cepat. Sebaliknya, media sekam menghasilkan daya kecambah paling rendah pada seluruh perlakuan dan media tanam (Gambar 1). Hal ini dikarenakan sekam memiliki kemampuan mengikat air yang rendah. Selain itu, unsur hara pada sekam kurang memadai untuk biji berkecambah dibandingkan dengan media tanam lainnya.

Perbandingan pertumbuhan semai *Acer laurinum* dan *Altingia excelsa*

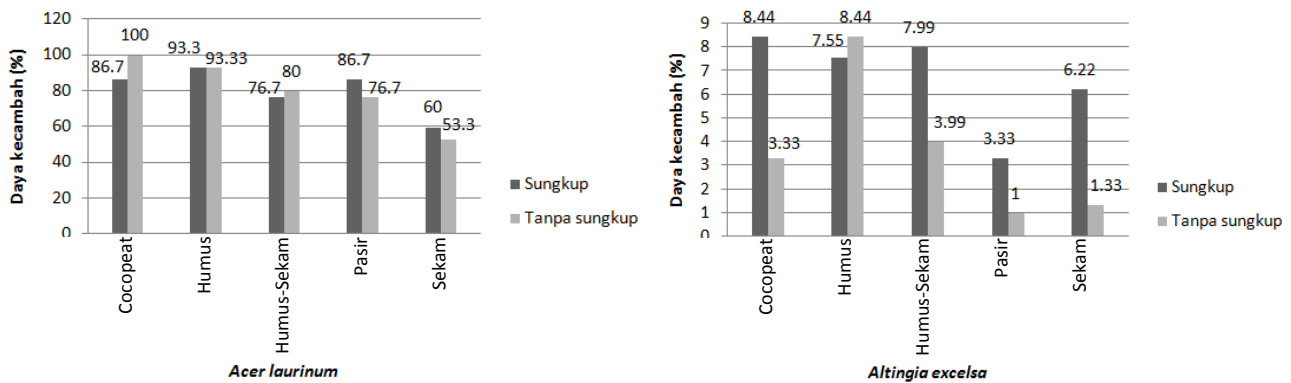
Propagasi tanaman sebagai cadangan karbon telah banyak dilakukan, baik melalui stek maupun perbanyakan dari biji dengan berbagai media tanam. Prayugo (2007) menjelaskan bahwa media tanam yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan, antara lain memiliki kemampuan mengikat air dan menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman, mampu mengontrol kelebihan air, memiliki sirkulasi dan aerasi yang baik, dapat mempertahankan kelembapan di sekitar akar tanaman, dan tidak mudah lapuk atau rapuh. Pada penelitian ini digunakan lima jenis bahan organik sebagai media tanam *A. laurinum* dan *A. excelsa*, yaitu humus, sekam, pasir, *cocopeat*, dan campuran humus-sekam. Secara umum, media sekam menghasilkan tinggi batang dan panjang akar yang lebih tinggi pada tanaman *A. laurinum*, sedangkan jumlah daun serta panjang dan lebar daun tertinggi diperoleh dari penanaman di media humus (Tabel 2). Sekam membentuk struktur fisik media yang remah dengan porositas optimal. Kondisi tersebut menciptakan interaksi yang baik antara media, akar, dan air, sehingga akar dapat tumbuh dengan baik serta menyerap air dan unsur hara organik dengan lebih optimal. Pada tanaman rasamala, tinggi batang tertinggi diperoleh dari perlakuan penambahan media *cocopeat*, sedangkan jumlah daun, lebar daun, dan panjang akar tertinggi diperoleh pada tanaman dengan media pasir (Tabel 2).

Pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor internal, berupa faktor genetik tumbuhan itu sendiri, serta faktor eksternal, seperti iklim dan media. Media dapat dimanipulasi struktur dan komposisinya berdasarkan kebutuhan masing-masing tanaman. Setiap media tanam memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut Wuryaningsih dan Andyantoro (1998), sekam bersifat porous dan tidak dapat menggumpal atau memadat, sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan baik dan sempurna. Akan tetapi, sekam cenderung lebih miskin unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. *Cocopeat* yang berasal dari serbuk sabut kelapa memiliki kemampuan menyerap air delapan kali dari berat keringnya. Selain itu, media tersebut mengandung unsur

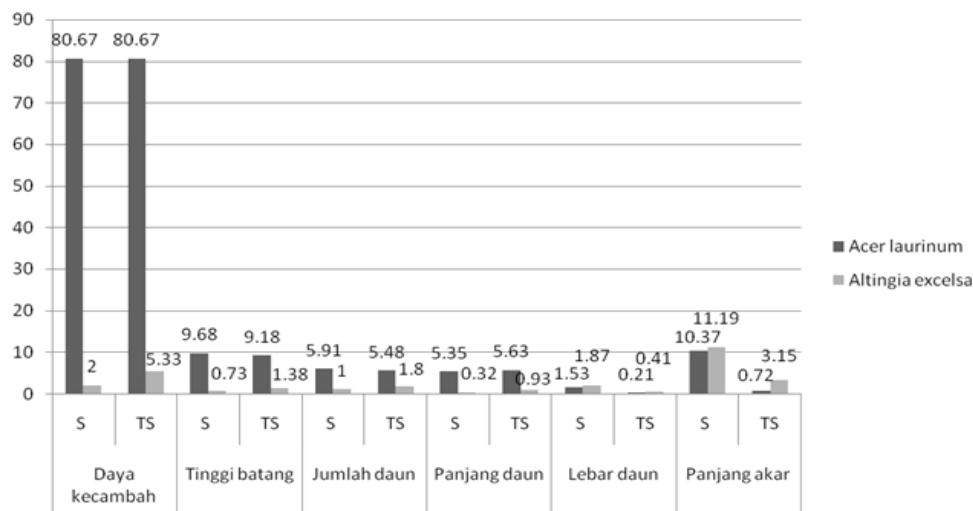
hara utama, seperti N, P, K, Ca, dan Mg. Media *cocopeat* memiliki pori mikro yang mampu menghambat gerakan air lebih besar, sehingga ketersediaan air pada media menjadi lebih tinggi. Namun, disebutkan oleh Istomo dan Valentino (2012), bahwa pada kondisi tertentu hal tersebut dapat menyebabkan media menjadi jenuh air akibat terhambatnya pertukaran udara. Hal ini dapat mengakibatkan pertumbuhan akar dan proses perkembangan tanaman menjadi terhambat.

Dari Gambar 2, dapat dilihat bahwa perlakuan tanpa sungkup memberikan hasil yang lebih baik untuk semai *A. excelsa* yang ditunjukkan dengan nilai yang lebih tinggi pada parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Sementara itu, *A. laurinum* membutuhkan tambahan sungkup untuk parameter pertumbuhan yang lebih baik. Secara keseluruhan, media humus dan perlakuan sungkup merupakan kombinasi yang paling baik untuk pertumbuhan biji *A. laurinum* dilihat dari parameter tinggi batang, jumlah daun, panjang dan lebar daun, serta panjang akar. Media pasir dan perlakuan tanpa sungkup memberikan hasil pada *A. excelsa* dengan tinggi batang, jumlah daun, serta panjang daun yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 1). Media humus berasal dari hasil pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme. Humus banyak ditemukan pada lapisan

top soil, dengan kemampuan daya tukar ion yang tinggi, sehingga dapat menyimpan unsur hara yang berfungsi dalam menunjang kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Daya serap humus daun juga tinggi, sekitar 80-90% dari bobotnya, sehingga media dapat tetap basah. Tetapi, menurut Prayugo (2007), media tanam ini mudah ditumbuhi jamur, terlebih ketika terjadi perubahan suhu, kelembapan, dan aerasi yang ekstrim. Untuk mencegahnya, media humus dapat ditambah dengan media lain. Media campuran humus dan sekam juga dapat menghasilkan pertumbuhan yang baik pada *A. laurinum* (Tabel 1). Dalam penelitian ini, rasamala dapat tumbuh dengan baik pada media berpasir. Pasir sering digunakan sebagai alternatif pengganti tanah. Se jauh ini, pasir dianggap memadai dan paling mudah didapatkan serta sesuai untuk penyemaian benih, pertumbuhan bibit tanaman, dan perakaran stek batang. Pasir memiliki sistem aerasi dan drainase yang baik sebagai media tanam. Selain itu, bobot pasir yang cukup berat mempermudah tegaknya batang tanaman. Namun demikian, media pasir memiliki pori-pori makro yang menyebabkan pasir lebih mudah basah dan kering akibat penguapan. Oleh karena itu, media pasir membutuhkan pengairan yang lebih banyak dibandingkan media lainnya.



Gambar 1. Daya kecambah biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* pada berbagai media tanam dan perlakuan



Gambar 2. Parameter pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup

Tabel 1. Parameter pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* pada berbagai media tanam dan perlakuan.

Perlakuan	Jenis	Cocopeat	Humus	Humus-Sekam	Pasir	Sekam
Tinggi batang (cm)						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	4,80 ^a	5,91 ^a	6,39 ^a	6,76 ^a	5,69 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,00 ^b	0,00 ^b	3,67 ^b	1,33 ^b	0,00 ^b
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 ^a	7,51 ^a	6,13 ^a	6,56 ^a	4,22 ^a
	<i>A. excelsa</i>	1,67 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	6,33 ^a	1,00 ^b
Jumlah daun						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	4,80 ^a	5,91 ^a	6,39 ^a	6,76 ^a	5,69 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,00 ^b	0,00 ^b	3,67 ^b	1,33 ^b	0,00 ^b
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 ^a	7,51 ^a	6,13 ^a	6,56 ^a	4,22 ^a
	<i>A. excelsa</i>	1,67 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	6,33 ^a	1,00 ^b
Panjang daun (cm)						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	5,16 ^a	5,49 ^a	5,29 ^a	5,81 ^a	4,99 ^b
	<i>A. excelsa</i>	0,00 ^b	0,00 ^b	1,08 ^b	0,53 ^a	0,00 ^a
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	3,00 ^a	7,51 ^a	6,13 ^a	6,56 ^a	4,22 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,91 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	2,74 ^b	0,99 ^b
Lebar daun (cm)						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,54 ^a	1,59 ^a	1,39 ^a	1,62 ^a	1,50 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,00 ^b	0,00 ^b	0,64 ^a	0,42 ^b	0,00 ^b
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,22 ^a	2,63 ^a	1,98 ^a	1,72 ^a	1,82 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,51 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	1,33 ^a	0,22 ^b
Panjang akar (cm)						
Sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,54 ^a	1,59 ^a	1,39 ^a	1,62 ^a	1,50 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,00 ^b	0,00 ^b	0,64 ^a	0,42 ^b	0,00 ^b
Tanpa sungkup	<i>A. laurinum</i>	1,22 ^a	2,63 ^a	1,98 ^a	1,72 ^a	1,82 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,51 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b	1,33 ^a	0,22 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%

Proses pertumbuhan dan perkembangan kecambah dimulai dengan bertambahnya tinggi tanaman dan munculnya helaian daun. Selain pengaruh unsur hara dalam media, pertumbuhan tinggi semai juga dipengaruhi oleh faktor internal tanaman, salah satunya hormon, seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Dengan perlakuan penyungkupan, kadar auksin dan giberelin semakin meningkat sehingga menyebabkan bertambahnya pertumbuhan tinggi batang. Pengaktifan auksin dan giberelin juga memacu aktifnya sitokinin yang berperan dalam proses pembelahan sel. Disebutkan juga oleh Kimball (1991) bahwa pada tahap semai, aktivitas jaringan meristem apikal sangat aktif melakukan pembelahan mitosis untuk menghasilkan sel-sel baru yang berperan dalam pertumbuhan batang.

Unsur-unsur hara makro dan mikro dibutuhkan tanaman untuk membentuk organ-organ tanaman. Unsur P dan K dibutuhkan dalam pembentukan akar, sedangkan unsur N banyak diperlukan dalam organogenesis daun. Terbentuknya akar yang baik akan memicu pertumbuhan daun dan batang. Dari Tabel 2, terlihat bahwa humus dengan kandungan hara yang tinggi menghasilkan jumlah daun paling banyak dibandingkan media tanam yang lain.

Jumlah daun serta panjang dan lebar daun memberikan gambaran luas area daun. Luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan mengandung klorofil yang lebih banyak (Sulistyaningsih et al. 2005). Daun yang memiliki kandungan klorofil tinggi diharapkan lebih efisien dalam menangkap energi foton yang selanjutnya digunakan dalam proses fotosintesis.

Perbedaan perlakuan sungkup dan tanpa sungkup mempengaruhi iklim mikro tanaman, seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan. Intensitas cahaya yang didapatkan tidak akan jauh berbeda karena sungkup yang digunakan berupa plastik bening, sehingga cahaya yang ditangkap oleh tanaman masih berupa cahaya merah dan merah jauh yang berperan dalam fotosintesis. Selain kondisi udara, kondisi media tanam juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Dari pengukuran seluruh media, terlihat bahwa pH media *A. laurinum* dan *A. excelsa* berkisar antara 5,8 hingga 6,8. Sementara itu, kelembapan media (RH) cukup beragam, terendah pada media sekam (10-18%) dan tertinggi pada media humus yaitu sebesar 77% (Tabel 4).

Tabel 2. Pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa* dengan berbagai media tanam

Parameter	Jenis	Cocopeat	Humus	Humus-sekam	Pasir	Sekam
Daya kecambah	<i>A. laurinum</i>	93,33 ^a	93,33 ^a	78,33 ^a	81,67 ^a	56,67 ^a
	<i>A. excelsa</i>	1,67 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	6,67 ^b	6,67 ^b
Tinggi batang (cm)	<i>A. laurinum</i>	7,83 ^a	1,07 ^a	1,04 ^a	1,04 ^a	7,86 ^a
	<i>A. excelsa</i>	8,67 ^a	0,00 ^a	1,06 ^a	3,00 ^a	3,50 ^a
Jumlah daun	<i>A. laurinum</i>	3,90 ^a	6,71 ^a	6,26 ^a	6,66 ^a	4,95 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,83 ^b	0,00 ^b	1,83 ^b	3,83 ^b	0,50 ^a
Panjang daun (cm)	<i>A. laurinum</i>	4,53 ^a	6,08 ^a	5,69 ^a	5,82 ^a	5,35 ^a
	<i>A. excelsa</i>	4,55 ^a	0,00 ^b	5,42 ^a	1,64 ^b	4,95 ^a
Lebar daun (cm)	<i>A. laurinum</i>	1,38 ^a	2,11 ^a	1,68 ^a	1,67 ^a	1,66 ^a
	<i>A. excelsa</i>	0,26 ^b	0,00 ^b	0,32 ^b	0,88 ^b	0,11 ^b
Panjang akar (cm)	<i>A. laurinum</i>	9,77 ^a	11,07 ^a	12,09 ^a	7,45 ^a	13,50 ^a
	<i>A. excelsa</i>	2,50 ^b	0,00 ^b	1,43 ^a	4,87 ^a	0,88 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi $p < 0,05$

Tabel 3. Pengaruh antar perlakuan dan media tanam terhadap pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa*.

Parameter	Media (M)	Jenis (J)	Perlakuan (P)	M x J	J x P	M x P	M x J x P
Daya kecambah	**	**	ns	**	ns	ns	ns
Tinggi batang	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
Jumlah daun	**	**	ns	**	ns	**	**
Panjang daun	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Lebar daun	ns	ns	**	**	ns	ns	**
Panjang akar	ns	**	ns	**	ns	ns	ns

Keterangan: ns = Tidak berbeda nyata ($p > 0,05$), ** = berbeda nyata secara signifikan ($p < 0,05$)

Tabel 4. Rerata pH dan kelembapan media tanam pada pertumbuhan biji *A. laurinum* dan *A. excelsa*.

Jenis	Media	pH Media		RH Media (%)	
		Sungkup	Tanpa Sungkup	Sungkup	Tanpa Sungkup
<i>A. laurinum</i>	Cocopeat	5,87 ^a	5,93 ^a	36,67 ^b	35,00 ^c
	Humus	6,20 ^a	6,53 ^a	77,67 ^a	77,00 ^a
	Humus-sekam	6,27 ^a	6,47 ^a	20,83 ^c	54,00 ^b
	Pasir	6,40 ^a	6,20 ^a	26,00 ^c	26,67 ^{cd}
	Sekam	6,78 ^a	6,77 ^a	18,67 ^c	17,50 ^d
<i>A. excelsa</i>	Cocopeat	6,00 ^a	6,13 ^a	89,33 ^a	91,67 ^a
	Humus	6,53 ^a	6,63 ^a	59,33 ^b	54,33 ^b
	Humus-sekam	6,63 ^a	6,67 ^a	31,67 ^c	27,83 ^d
	Pasir	6,67 ^a	6,73 ^a	35,83 ^c	40,17 ^c
	Sekam	6,80 ^a	6,73 ^a	12,50 ^d	10,83 ^c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama untuk masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi $p < 0,05$

Jenis-jenis tumbuhan asli Cagar Biosfer Cibodas yang berpotensi tinggi sebagai penyimpan karbon

Cagar Biosfer Cibodas (CBC) memiliki beberapa potensi jasa lingkungan, diantaranya kemampuannya dalam menyerap karbon (*carbon sequestration*). Penyerapan karbon menjadi penting karena berhubungan dengan upaya

mitigasi perubahan iklim. Penurunan emisi karbon bukan suatu usaha yang mudah, diperlukan peningkatan usaha konservasi agar terjadi penyerapan karbon yang optimum. Penyerapan karbon yang terjadi di CBC tentunya tidak hanya sebatas wilayah inti, yaitu Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, namun dapat juga dilakukan pada zona

penyangga dan transisi. Kebun Raya Cibodas (KRC) sebagai kawasan konservasi *ex situ* pada zona penyangga CBC telah memulai upaya mitigasi perubahan iklim. Dari laporan Astutik et al. (2013), diketahui terdapat 10 jenis tanaman asli CBC yang memiliki kemampuan stok karbon tinggi, yaitu *Altingia excelsa*, *Schima wallichii*, *Castanopsis javanica*, *Castanopsis tungurrut*, *Oreocnide scabra*, *Castanopsis argentea*, *Sundacarpus amara*, *Lithocarpus sundaicus*, *Dacrycarpus imbricatus*, dan *Acer laurinum*. Diperlukan perbanyakan dan penanaman jenis-jenis tersebut untuk memenuhi kebutuhan konservasi. Penyimpanan biji jenis-jenis asli juga telah dilakukan di unit Bank Biji KRC. Tujuannya adalah untuk menyimpan dan mengkonservasi plasma nutfah yang ada. Pengelolaan dan penanganan biji diperlukan supaya sumber plasma tetap terjaga dan berkualitas, antara lain melalui pengumpulan biji, ekstraksi biji, dan penyimpanan biji yang sesuai standar. Selanjutnya, proses perbanyakan dan budidaya biji-biji yang berpotensi sebagai penyimpan karbon tinggi harus terus diupayakan dan diaplikasikan dalam usaha mitigasi perubahan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala dan staf Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cianjur, Jawa Barat yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Muslim, Sudrajat Rahdiana, dan Ikhsan Noviady, yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik S, Widyatmoko D, Rozak AH. 2013. Seleksi dan evaluasi jenis-jenis pohon lokal yang berpotensi tinggi dalam sekustrasi karbon pada tipe ekosistem dataran tinggi basah. Laporan Teknis Program Tematik. BKT Kebun Raya Cibodas-LIPI, Cianjur.
- Bisht NS, Ahlawat SP, Singh UV. 1999. Nursery techniques of local tree species. SFRI Information Bulletin No. 9. State Forest Research Institute, Istanagar.
- De La Cruz RE. 1982. Seed biology. Training Course in Biological Aspect of Silviculture. BIOTROP, Bogor.
- Departemen Kehutanan. 2004. Kamus biologi teknologi benih tanaman hutan. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan, Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Fern K. 2014. *Acer laurinum*. Useful tropical database. tropical.theferns.info. [29 Agustus 2017].
- Gibbons Z. 2015. Bromo-Semeru dan Takabonerate diakui UNESCO. Antara News, London.
- Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR et al. 2011. Pengukuran cadangan karbon: Dari tingkat lahan ke tingkat bentang lahan. World Agroforestry Centre, Bogor.
- Hartmann HT, Kester DE. 1976. Plant propagation. 3rd edition. Prentice Hall of India, Private Limited, New Delhi.
- Istomo, Valentino N. 2012. Pengaruh perlakuan kombinasi media terhadap pertumbuhan anakan tumih (*Combretocarpus rotundatus* (Miq.) Danser). Jurnal Silviculture Tropika 3 (2): 81-84.
- Kimball JW. 1991. Biologi. Edisi kelima, Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lailaty IQ. 2015. Dampak perubahan iklim global terhadap stabilitas kehidupan: Pembangunan vs konservasi. Kumpulan *Essay* Terpilih Seminar Nasional Pembangunan Indonesia yang Berkelanjutan di Era *Sustainable Development Goals*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Mahdi A. 1986. The biology of *Santalum album* seed with special emphasis on its germination characteristics. Biotrop Technical Buletin 1 (1): 1-9.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI et al. 1981. Atlas kayu Indonesia. Jilid 2. Departemen Kehutanan, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG et al. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. Nature 403: 853-858.
- Normasiwi S, Lailaty IQ. 2016. Inisiasi perlakuan media tanam terhadap pertumbuhan stek daun violces (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.). Prosiding Seminar Nasional Biologi V. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Orwa C, Mutua A, Kindt R et al. 2009. Agroforestry database: A tree reference and selection guide version 4.0. www.worldagroforestry.org. [29 Agustus 2017].
- Prayogo S. 2007. Media tanam untuk tanaman hias. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Priyadi H, Takao G, Rahmawati I et al. 2010. Five hundred plant species in Gunung Halimun Salak National Park West Java. CIFOR, Bogor.
- Sukarya DG, Witono JR, Ariati SR et al. 2013. 3500 plant species of the botanic gardens of Indonesia. PT Sukarya dan Sukarya Pandetama, Jakarta.
- Sulistyaningsih E, Kurniasih B, Kurniasih E. 2005. Pertumbuhan dan hasil caisin pada berbagai warna sungkup plastik. Ilmu Pertanian 12 (1): 65-76.
- UNESCO. 2016. Belambangan Biosphere Reserve. www.unesco.org. [29 Agustus 2017].
- Widyatmoko D, Astutik S. 2013. Peran strategis Cagar Biosfer Cibodas dalam menghadapi perubahan lingkungan. Mangemen Hulu: Pengelolaan Kawasan Cagar Biosfer Cibodas. ICIAR-LIPI, Bogor.
- Wuryaningsih S, Andyantoro S. 1998. Pertumbuhan setek melati berbuku satu dan dua pada beberapa macam media. Agri Journal 5 (1-2): 32-41.

Factors influencing the adoption of rice paddy threshing machine “Powered-Thresher”: A case study of Serang District, Banten Province

Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi mesin perontok padi “power-threser”: Studi kasus di kabupaten serang, provinsi banten

TIAN MULYAQIN^{1,♥}, ISHII KEICHI^{2,♥♥}

¹BPTP Banten. Jl. Ciptayasa KM. 01 Ciruas, Serang, 42182, Banten, Indonesia Tel. +62-254-282507, ♥email: tian.mulyaqin@yahoo.com

²Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, Sendai-Japan. ♥♥email: ishiik@bios.tohoku.ac.jp

Manuscript received: 27 January 2017. Revision accepted: 29 December 2017.

Abstrak. Mulyaqin T, Keichi I. 2017. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi mesin perontok padi “Power Threser”: Studi kasus di Kabupaten Serang, Provinsi Banten. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 420-425*. Fokus utama kebijakan pemerintah Indonesia tidak hanya meningkatkan produksi padi, tetapi juga mengurangi kehilangan hasil pada proses panen dan pasca panen untuk menyelamatkan produksi padi dan memastikan tercapainya ketahanan pangan nasional. Pengenalan dan diseminasi mesin perontok padi seperti power threser kepada petani padi merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mengurangi kehilangan hasil dan upah tenaga kerja, terutama pada tahap perontokan. Makalah ini menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi penggunaan power threser di wilayah produksi padi di Kabupaten Serang, Provinsi Banten, Indonesia. Data yang digunakan dalam kajian ini dikumpulkan melalui wawancara menggunakan kuesioner terstruktur kepada 103 responden, meliputi 61 responden sebagai adopter dan 42 responden sebagai non-adopter mesin perontok padi. Kajian ini dilaksanakan di 4 kecamatan (Kecamatan Ciruas, Kecamatan Lebak Wangi, Kecamatan Pontang, Kecamatan Tirtayasa) di Kabupaten Serang pada musim tanam pertama tahun 2014/2015. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan model regresi logistic probit. Hasil kajian menunjukkan bahwa faktor yang signifikan mempengaruhi adopsi petani terhadap power threser secara positif yaitu luas garapan dan sumber keuangan dan faktor yang secara negatif mempengaruhi petani secara signifikan yaitu jumlah rumah tangga tani yang bekerja di sawah dan pekerjaan sampingan sebagai buruh tani. Betul adanya, di wilayah yang tingkat keberadaan buruh taninya masih tinggi enggan untuk menggunakan mesin perontok padi dikarenakan kemungkinan terjadinya konflik akibat buruh yang tergantikan oleh mesin tersebut. Akan tetapi, diseminasi informasi tentang mesin melalui kegiatan penyuluhan oleh stake holder (pemerintah, penyuluh, petani) kepada petani sebagai pengguna merupakan faktor penting untuk meningkatkan adopsi teknologi pertanian seperti mesin perontok ini.

Kata kunci: power threser, padi, kehilangan hasil

Abstract. Mulyaqin T, Keichi I. 2017. *Factors influencing the adoption of rice paddy threshing machine “Powered-Thresher”: A case study of Serang District, Banten Province. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 420-425*. For ensuring national food security, main focus policy of Indonesia government is not only to increase rice production, but also to reduce harvest and post-harvest losses in order to safe rice production. Introducing and disseminating threshing machine such as powered-thresher to rice farmer is one of the government efforts to reduce yield losses and labor cost, especially on threshing stage. This paper examined the factors influencing the adoption of powered-thresher in rice production area in Serang District, Banten Province, Indonesia. The data used in this study were collected mainly through an interview survey using structured questionnaire to 103 respondents, including 61 respondents as adopters and 42 respondents as non-adopters of paddy’s threshing machine. It was conducted in 4 (four) sub-district (Ciruas, Lebak Wangi, Pontang, Tirtayasa) in Serang district area for the first season of 2014/2015 cropping season with descriptive statistics and probit logistic regression model as a tool for data analysis. Empirical study shows that the significant factors influencing the adoption of power threshers positively are farm size and financial source, and the significant factors that influencing the adoption of power thresher negatively are the labor availability including the number of the household member who working in farm and side job as a labor and threshing cost. This is true in the case of a non-adopter area where high labor availability prevents the use of power thresher because of the possibility of conflict due to labor displacement. However, dissemination information about the machine through agriculture extension activity by stakeholder (government, extension officer, farmers) to the farmer as a user is the important factor to increase adoption of agriculture technology, especially this kind of threshing machine.

Keywords: powered-thresher, rice, yield loss

INTRODUCTION

Rice is a strategic and important cereal crop commodity in Indonesia. Rice is a staple food for more than 95% of the

population, with a per capita consumption of rice of approximately 97.40 kg/year. In addition, rice is a source of income for more than 21 million people in Indonesia. In order to ensure national food security, the policy focus of

the Ministry of Agriculture (2010–2014) is to increase rice production and to reduce harvest and post-harvest losses (Ministry of Agriculture of Indonesia 2014).

High yield losses during harvesting and post-harvest activities still constrain national rice production. Each harvest and post-harvest activity, including cutting, threshing, winnowing, drying, milling, transporting, and marketing, can cause a yield loss that reduces rice farming profits. Losses from improper harvest and post-harvest activities reached 20.51%, broken up as follows: 9.52% on harvesting, 4.78% on threshing, 2.13% on drying, 2.19% on milling, 0.19% on transporting, and 1.61% on storage (Purwanto 2011). Vulnerable points that result in yield losses occur in the cutting stage (2–9%) and the threshing stage (2–4%) (see Table 1). In addition, harvesting is critical to rice farming because it is labor intensive, with more than 50% of total labor costs being harvest and post-harvest activities (Mayunar 2012).

Implementing different technologies would result in different yield losses. Introducing and disseminating threshing machines, such as power threshers, to rice farmers, is one of the government's efforts and policy to reduce yield loss and labor costs, especially in the threshing stage. Threshing using power thresher is the current ultimate technology for Indonesia. Pingali (2007) stated that the agricultural machinery adoption in the densely populated countries such as in Asia, it could increase the agricultural productivity and decreased the unit cost of crop production.

According to our observations, the use of power threshers is increasing, but some farmers still refuse to use these threshers, because of labor issues. Their labor is hired using the traditional hiring system for rice harvesting. Thus, laborers believe that if farmers use power threshers, they will lose their jobs. The purpose of this study is to assess the factors influencing the adoption of power thresher.

MATERIALS AND METHODS

Data sources

The data used in this study were collected mainly through an interview survey using structured questioner, conducted in 4 (four) Subdistrict (Ciruas, Lebak Wangi, Pontang, Tirtayasa) in Serang District area for the first season of 2014/2015 cropping season. The number of sample farmers covered in the survey was 103 respondents, including 61 respondents as a powered-thresher adopter and 42 respondents as powered-thresher non-adopter of paddy's threshing Machines. Also, additional information was collected from thresher rental owner, extension officers and agricultural service officer, and secondary data was obtained from official documents, notes, reports and records relating to this research.

Model specification

This study tries to assess the factors causing the farmer to adopt power threshers based on a probit model analysis.

The probit model examines several variables, which are assumed because the factors will influence the adoption of power threshers. The explanatory variables included in this analysis are the characteristics of respondents (age and education), farm size, information or knowledge about power thresher, farmer perception about conflict with labor, availability of labor for harvesting (side job of respondent as labor and member of family who works in rice farming), financial resources for rice farming, and threshing costs. These are defined in Table 2, along with the expected signs of their coefficients.

The probit model is often used in situations where an individual chooses between two alternatives. In this case, the decision is whether to adopt (or not adopt) a threshing machine (power thresher). Many of previously researched using this probit model (e.g., Gould et al. 1989; Traore et al. 1998; Neil and Lee. 1999; Egyir 2007; Zhou et al. 2010; Barungi et al. 2013; Boniphace et al. 2015). From an economic perspective, an individual i decides to adopt if the utility associated with the adoption choice (V_{1j}) is higher than the utility associated with the decision not to adopt (alternative choice), (V_{0j}). Following Koop (2003), the difference in utilities of the two choices is stated as $y^*_j = V_{1j} - V_{0j}$ and the econometric specification of the model is given as:

$$y^*_j = X_j B + e_j,$$

Where y^*_j is an unobserved (latent) random variable that defines a farmer's binary (adoption) choices, X_j is sets of explanatory variables associated with individual j . B is a vector of coefficients associated with the explanatory variable, while e_j represents the random error terms, defined as $e \sim N(0,1)$. The relationship between the unobserved variable y^*_j and the observed outcome (Y_j) can be specified as:

$$y_j = 1 \quad \text{if } y^*_j \geq 0 \\ y_j = 0 \quad \text{if } y^*_j < 0$$

The dependent and independent variables in this research described in Table 2.

Table 1. Rice yield loss influenced by different harvesting technology

Harvest Activity	Harvest Technology	Yield Loss (%)
Cutting	Sickle	9.52*
	Serrated Sickle	7.80**
	Reaper	6.00**
Threshing	Paddy Mower	2.00**
	Beating	4.79*
	Pedal Thresher	4.75**
Cutting and Threshing	Power Thresher	1.90**
	Combine Harvester	2.50***

Note: *) Nugraha et al. (2007); **) Tjahjohutomo (2008); ***) Purwadaria et al. (1994)

Table 2. Dependent and independent variable

Variable	Unit	Variable Description	Exp. Impact
Y Adoption	Dummy	D = 1 if farmer already uses a power thresher; 0 otherwise	+
X ₁ Age	Years	Age of respondent	+
X ₂ Education level	Years	Level of education of respondent	+
X ₃ Farm size	Hectare	Total farm size of respondent	+
X ₄ Information	Dummy	D = 1 if farmer already knows about power thresher; 0 otherwise	+
X ₅ Conflict	Dummy	D = 1 if farmer perceives if they use the power thresher conflict will happen; 0 otherwise	-
X ₆ Work in farm	Persons	Number of household members who work on the farm	-
X ₇ Side job labor	Dummy	D = 1 if the farmer has side business as labor in farm, 0 otherwise	-
X ₈ Financial sources	Dummy	D = 1 if the farmer can only raise finance by self-financed, and 0 otherwise	+
X ₉ Threshing cost	Indonesian Rupiah	Amount of cost for threshing activity	-/+

RESULTS AND DISCUSSION

Socioeconomic characteristics of respondents

A total of 103 respondents, 61 as a power thresher adopter and 42 non-adopter were interviewed. The selected socioeconomic characteristics of the respondent include age, formal education, farming experience, farm size, land status, financial source for rice farming, and primary and secondary business.

Age, formal education, and farming experience

As shown in Table 3, most respondents were within the age range of 41 to 60 years (52.46% for adopters and 52.38% for non-adopters). Then, 42.62% of adopters and 35.71% of non-adopters were within the age range of 20 to 40 years, and less than 5% of adopters and 11.90% of non-adopters were more than 60 years old. These results show that the ages of respondents in the research site are in good proportion and their peak age of productivity. A significant proportion of the farmers were between 41 and 50 years, indicating that they were mainly middle-aged and in their economically active stage and, as such, can withstand the stress and be productive.

The formal education of respondents falls primarily within the formal education range of 6 and 9 years (77.05% for adopters and 85.71% for non-adopters). Thus, most farmers have a formal education until the elementary school or junior high school. Thus, the level of education among respondents is not low, with only 3.28% of adopters and 7.14% of non-adopters not having a formal education or not finishing elementary school. This may have a positive influence on their farming practices because they have access to information on improved methods of production, which help to improve productivity.

Rice farming experience in the research site shows that the most respondents are within the range of 5 to 15 years (65.57% for adopters and 54.76% for non-adopters). In addition, 24.59% of adopters and 33.33% of non-adopters have rice farming experience of between 16 and 30 years, 6.56% of adopters and 7.14% of non-adopters have rice farming experience of fewer than 5 years, and 3.28% of

adopters and 4.76% of non-adopters have rice farming experience of more than 30 years. Thus, most respondents have sufficient experience in rice farming; In addition to education, rice farming experience may also have a positive influence on rice farming practices.

Farm size and land status

The land is the primary and significant input for rice production. The average farm size in the research site is between 0.1 and 1.9 hectares (see Table 4), so these could be categorized as a small-hold farmer (less than 2 hectares). As shown in Table 4, most adopters and non-adopters have farm sizes between 0.5 and 1 hectare (73.77% and 66.67%, respectively). Then, 18.03% of adopters and 19.05% of non-adopters have farm sizes greater than 1 hectare, while 8.20% of adopters and 14.29% of non-adopters have farm sizes less than 0.5 hectares. However, most non-adopters own their land for rice farming (57.14%), while for adopters, this figure is only 26.23%. Most adopters share or rent their land (62.30% and 11.48%, respectively), while 42.86% of non-adopters share their land.

Financial source for rice farming

The availability of financial resources is important for buying or hiring inputs for rice farming. Table 5 describes the sources of finance for rice farming. Most respondents use their own money and loans (73.77% of adopters and 47.62% of non-adopters), while 18.03% of adopters and 45.24% of non-adopters are self-financed, and 8.20% of adopters and 7.14% of non-adopters use loans. Usually, farmers receive loans from input sellers, output buyers, landowners, farmers' groups, or other farmers, because the procedure is easy. The farmer will usually pay back the loan after harvesting.

Primary and secondary business

Farmers whose primary business is farming make up 88.52% of adopters and 90.48% of non-adopters (Table 6.). Most respondents have a secondary business as farm labor (24.59% of adopters and 45.24% of non-adopters), which means they also work as a laborer on another farm and

receive an income from that farm. In the Serang District, there is a traditional system called *sambatan*, or mutual help, according to which farmers help each other with rice farming in the rotation or by exchanging labor.

Other secondary businesses of farmers are those business related to agriculture, such as input and output sellers and agriculture machine rental (16.39% of adopters and 2.38% of non-adopters). Then, 9.84% of adopters and 9.52% of non-adopters have a secondary business not related to agriculture, and 4.92% of adopters are private company officers.

Table 3. Age, formal education, and farming experience of respondents

	Adopter		Non-Adopter	
	Freq	Percent	Freq	Percent
Age (Year)				
< 20	0	0.00	0	0.00
20–40	26	42.62	15	35.71
41–60	32	52.46	22	52.38
> 60	3	4.92	5	11.90
Total	61	100.00	42	100.00
Formal education (Year)				
< 6	2	3.28	3	7.14
6–9	47	77.05	36	85.71
10–12	10	16.39	2	4.76
> 12	2	3.28	1	2.38
Total	61	100.00	42	100.00
Rice farming experience (Year)				
< 5	4	6.56	3	7.14
5–15	40	65.57	23	54.76
16–30	15	24.59	14	33.33
> 30	2	3.28	2	4.76
Total	61	100.00	42	100.00

Table 4. Farm size and land status

Farm size and land status	Adopter		Non-adopter	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Farm size (hectare)				
<0.5	5	8.20	6	14.29
0.5-1	45	73.77	28	66.67
>1	11	18.03	8	19.05
Total	61	100.00	42	100.00
Land status				
Own	16	26.23	24	57.14
Tenant	7	11.48	0	0.00
Share	38	62.30	18	42.86
Total	61	100.00	42	100.00

Table 5. Financial source for rice farming, primary and secondary business

Financial source for rice farming	Adopter		Non-Adopter	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Self-finance	11	18,03	19	45,24
Loan	5	8,20	3	7,14
Self-finance + loan	45	73,77	20	47,62
Total	61	100,00	42	100,00

Table 6. Primary and secondary business of respondents

Type of business	Adopter		Non-Adopter	
	Freq	Percent	Freq	Percent
Primary business				
Farmer	54	88,52	38	90,48
Farm labor	1	1,64	0	0,00
Business-related to agriculture	1	1,64	0	0,00
Business not related to agriculture	1	1,64	2	4,76
Government officer	0	0,00	2	4,76
Private company officer	4	6,56	0	0,00
No side business		0,00	0	0,00
Total	61	100,00	42	100,00
Secondary business				
Farmer	4	6,56	6	14,29
Farm labor	15	24,59	19	45,24
Business-related to agriculture	10	16,39	1	2,38
Business not related to agriculture	6	9,84	4	9,52
Government officer	0	0,00	0	0,00
Private company officer	3	4,92	0	0,00
No side business	23	37,70	12	28,57
Total	61	100	42	100

Power thresher adoption in Serang District

The adoption of power threshers in the Serang District shows a slow, but increasing trend. The number of power threshers in the Serang District increased from 11 units in 2003 to 127 unit in 2013 (Ministry of Agriculture 2014). The slow adoption of harvest and post-harvest technology could be caused by several factors: (i) There is no information about the technology available to the farmer and agriculturist; (ii) the price of a machine is not affordable to individual farmers; (iii) the absence of a rental service for machines; and (iv) social conflict with labor, because laborers are worried about losing their jobs (Swastika 2012)

The same reasons are evident in this study (see Figure 1), where non-adopters are not using threshers because they do not know about the machine (19.5%), or do not believe the machine is available in the area (50%). However, the main reasons for these machines not being adopted in this area (Pontang Subdistrict and Tirtayasa Subdistrict) are a conflict if a farmer uses the machine (57.14%), most farmers perceiving that they still have enough hired labor (80.95%), and enough family labor (11.90%). According to the respondents and the agriculture extension officer, the refusal to use power threshers is coming mainly from labor, because they believe that if a farmer already uses a power thresher they will lose their job when harvesting time coming. Other farmers perceived that using a power thresher is too costly (2.38%), or that their farm is too far from the road (78.57%).

The information flow of technology to the farmer is an important factor to increase the adoption of technology. Information about power threshers as paddy threshing machines have reached respondents (Table 7.). All adopters already know about the power thresher (80.95%), but so do most non-adopter farmers, although 19.05% of non-adopters did not know about power thresher. Most respondents who already knew about power threshers

received information from an extension officer (51.76% of adopters and 73.33% of non-adopters), other farmers (42.35% of adopters and 17.78 of non-adopters), and other sources of information such as newspapers, radio, and TV (5.88% of adopters and 8.89% of non-adopters).

Farmers knew about the machines from the year 2004 or 2005, but only began to adopt the technology around 2007. Figure 2 shows some of the reasons for adopting a power thresher for threshing (figure 2.). In the research site, some farmers own their thresher machine. In this case, they use the machines but also rent them to other farmers (3.28% of adopters perceived that the acquisition of power threshers was for additional income). Other reasons for power thresher adoption are the speed of operation (98.36%), cleaner results (95.08%), lower losses (55.74%), lower costs (42.62%), shortage of labor (26.23%), and the speed of the next crop (14.75%).

Factors influencing the adoption of power thresher

The probit model (Table 7) shows that the significant factors influencing a farmer to adopt a power thresher are farm size, the number of household members working on the farm, side job as farm labor, financial source, and threshing costs. Farm size is found to have a significant and positive relationship with the probability of power thresher adoption at the 1% significance level. This finding is consistent with the literature that large-scale farmers are more inclined to adopt new technologies than are small-scale farmers (see Abara and Singh 1993).

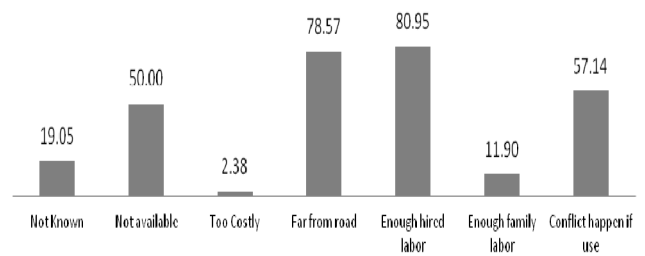


Figure 1. Non-adopter reasons for not using power thresher. Note: Percentage of respondent farmers who said "Yes," allowing more than two answers

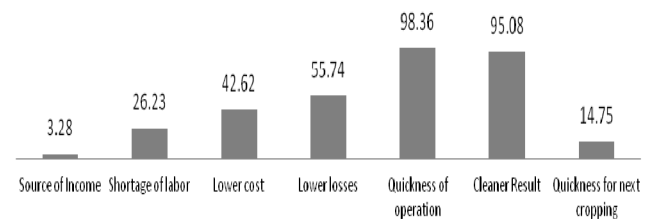


Figure 2. Adopter reasons for hiring/purchasing power thresher. Note: Percentage of respondent farmers who said "Yes," allowing more than two answers

Table 7. Knowledge and information about power threshers

	Adopter		Non-adopter	
	Freq.	Percent.	Freq.	Percent.
Known	61	100	34	80.95
Not Known		0	8	19.05
Total	61	100	42	100.00
Source of Information*)				
Extension officer	44	51,76	33	73,33
Another farmer	36	42,35	8	17,78
Others	5	5,88	4	8,89
Total	85	100,00	45	100,00

Note: *) Percentage of respondent farmers who said, "Yes," allowing more than two answers

Table 8. Probit model empirical analysis result using R application

Coefficients	Estimate	SE	z value	Pr(> z)	Sig.
(Intercept)	-5.49	703.6	-0.008	0.99377	
Age	-0.04566	0.03481	-1.312	0.18959	
Education level	0.1115	0.2267	0.492	0.62271	
Farm size	5.851	2.086	2.805	0.00503	**
Information	9.467	703.6	0.013	0.98926	
Conflict	-9.837	502.3	-0.02	0.98438	
Work in farm	-1.043	0.396	-2.634	0.00845	**
Side Job as labor	-1.941	0.6784	-2.861	0.00422	**
Financial source	1.707	0.7323	2.331	0.01976	*
Threshing cost	-0.000001532	5.839E-07	-2.625	0.00868	**

Note: Signif. level: '***' 1% '**' 5% Null deviance: 139.263 on 102 degrees of freedom, Residual deviance: 29.671 on 93 degrees of freedom AIC: 49.671, Number of Fisher Scoring iterations: 19

In contrast, the number of household members who are working on the farm and farmer who have side jobs as laborers has a significant and negative relationship with the probability of power thresher adoption at the 1% significance level. In this case, farmers prefer to use human labor to thresh their paddy, because there is enough labor and their source of income is farm labor.

From an economic view, minimizing costs is very important to maximizing profit. Threshing costs have a significant and negative relationship with the probability of power thresher adoption at the 1% significance level. Farmers will look for the lowest cost technology for threshing activity. The source of finance for paddy farming has a significant and positive relationship with the probability of power thresher adoption at the 5% significance level. Farmers who depend on their own finance and loans will try to adopt appropriate and low-cost technology to maximize their profit.

The education level of respondents and the information about power threshers have positive relationships with the probability of power thresher adoption but are not significant. In fact, I assumed that education level is an important factor affecting power thresher adoption. The level of education is related to the ability to process more complex information and make decisions (Negassa 2009).

Another assumption is that conflict will have a significant impact on power thresher adoption. The extension officer and the farmers in the research site explain that the main concern about adopting power threshers in the non-adopter area is the possible conflict with labor. Hence, efforts to disseminate power threshers in the non-adopter area would still be possible with an appropriate approach.

As a conclusion, the empirical analysis shows the various factors that significantly influence the adoption of power threshers. Farm size, financial capability, and source of funds are the positive factors. On the other hand, threshing costs (rent/hire/labor) and the high availability of labor are the main negative factors. This is true in the case of non-adopters, where high labor availability prevents the use of power threshers because of possible conflict owing to labor displacement.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to offer his sincere thanks to Indonesian Agency for Agricultural Research and Development for funding this research under the SMARTD Program.

REFERENCES

- Negassa A. 2009. Improving smallholder farmers marketed supply and market access for dairy product in Arsi Zone, Ethiopia. Research report 21, ILRI International Livestock research institute, Nairobi, Kenya.
- Abara IOC, Singh S. 1993. Ethics and biases in technology adoption: The small farm argument. *Technol Forecast Soc Change* 43: 289-300.
- Barungi M, Ng'ong'ola DH, Edriss A, Mugisha J, Waithaka M, Tukahirwa J. 2013. Factors influencing the adoption of soil erosion control technologies by farmers along the slopes of Mt. Elgon in Eastern Uganda. *J Sustain Dev* 6: 9-25.
- Boniphace NS, Fengying N, Chen F. 2015. An analysis of smallholder farmers' socio-economic determinants for inputs use: A case of major rice producing regions in Tanzania. *Russian J Agric Socio-Econ* 2 (38): 41-55.
- Gould BW, Supe WE, Klemme RM. 1989. Conservation tillage: the role of farm and operator characteristics and the perception of soil erosion. *Land Econ* 65 (2): 167-182.
- Henningsen A. 2014. Introduction to econometric production analysis with R (draft version). Departement of Food and Economics Resource. University of Copenhagen, Denmark.
- Egyir IS. 2007. Assessing the Factors of Use of Agro-chemicals by Plantain Farmers in Ghana Using the ASTI Analytical Framework. www.africa-platform.org/resources
- Koop G. 2003. *Bayesian Economy*. John Wiley & Son Inc, USA.
- Mayunar. 2012. The Productivity and Profit Level of Rice Farming through Legowo Planting System in Kramatwatu Subdistrict – Serang District. *Buletin of BPTP Banten*. Banten. [Indonesian]
- Ministry of Agriculture of Indonesia. 2014. Annual Report of Government Institution Sub-Directorate of Postharvest, Directorate General of Food Crops Ministry of Agriculture in 2014. [Indonesian]
- Neill SP, Lee DR. 1999. Explaining the adoption and disadoption of sustainable agriculture: the case of cover crops in northern Honduras. Working paper 31. Departement of Agriculture, Resource, and Managerial Economics, Cornell University.
- Nugraha S, Thahir R, Sudaryono. 2007. Description of rice harvesting loss in 3(three) different agro-ecosystem. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* 3(1): 42-49. [Indonesian]
- Adesope OM, Matthews-Njoku EC, Oguzor NS, Ugwuja VC. 2012. Effect of Socio-Economic Characteristics of Farmers on Their Adoption of Organic Farming Practices, Crop Production Technologies. Sharma S (ed.). *InTech*, Croatia. www.intechopen.com
- Pingali P. 2007. *Agricultural Mechanization: Adoption Pattern and Economic Impact*. Handbook of Agricultural Economics, Volume 3. Elsevier B.V., the Netherlands.
- Purwadaria HK, Ananto EE, Sulistiadji K, Sutrisno, Thahir R. 1994. Development of stripping and threshing type harvester. Postharvest Technologies for Rice in the Humid Tropics-Indonesia. Technical report submitted to GTZ-IRRI Project, IRRI. The Philippines.
- Purwanto. 2011. Kehilangan pascapanen padi kita masih tinggi. io.ppijepang.org [Indonesian]
- Swastika DKS. 2012. Harvest and Post-Harvest Technologies: Adoption Constraint and Development Strategy. pse.litbang.pertanian.go.id [Indonesian]
- Tjahjohutomo R. 2008. Commercialization of technological innovations of agricultural research and development. Presented at Workshop to build synergy of A-B-G in commercialization of local agricultural machinery. The Faculty of Agricultural Technology. IPB, Bogor 2008.8. IAARD, Jakarta. [Indonesian]
- Traore N, Landry R, Amara N. 1998. On-farm adoption of conservation practices: the role of farm and farmer characteristics, perceptions, and health hazards. *Land Econ* 74 (1) : 114-127
- Zhou Y, Yang H, Mosler HJ, Abbaspour KC. 2010. Factors affecting farmers decisions on fertilizer use: A case study for the Chaobai watershed in Northern China. *J Sustain Dev* 4 (1): 80-102

Pengaruh inokulan *Aspergillus niger* terhadap pertumbuhan kecambah sorgum tercekam kekeringan dan petumbuhannya di lapangan

Effect of *Aspergillus niger* inoculant to sorghum seedling growth due to drought stress and its growth in the field

MAMAN RAHMANSYAH[✉], ARWAN SUGIHARTO, TITI JUHAETI

Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel./fax.: +62-21-8765067, ✉email: manrakam@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 4 September 2017. Revisi disetujui: 29 Desember 2017.

Abstrak. Rahmansyah M, Sugiharto A, Juhaeti T. 2017. Pengaruh inokulan *Aspergillus niger* terhadap pertumbuhan kecambah sorgum tercekam kekeringan dan petumbuhannya di lapangan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 426-432*. Pupuk hayati (inokulan *Aspergillus niger*) dan hidrogel digunakan pada kultivasi sorgum untuk melihat performa adaptasi tanaman tercekam kekeringan pada tingkat kecambah, serta pertumbuhannya di lapangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh inokulan terhadap pertumbuhan biomassa dan aktivitas selulase tanah pada tingkat kecambah (21 HST/hari setelah tanam), dan dilanjutkan pada fase generatif (60 HST) serta fase tumbuh tribus batang (120 HST) pasca panen biji. Pada periode kecambah, respons terhadap inokulan berupa biomassa dan aktivitas selulase tanah diamati pada jenis tanah dan level penggunaan hidrogel yang berbeda. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 0,2% adalah level optimal hidrogel untuk pembenahan tanah dibandingkan komposisi pada level 0,4% dan 0,8%. Inokulan yang diberikan secara signifikan meningkatkan biomassa kecambah, sedangkan penambahan hidrogel justru menurunkan biomassa kecambah. Aktivitas selulase tanah sejalan dengan kenaikan biomassa, namun responsnya berbeda ketika tumbuh pada jenis tanah yang berbeda. Penambahan hidrogel juga mampu mempertahankan water potensial (Ψ) pada daun dan tanah secara signifikan. Hasil pengamatan performa aktivitas selulase di lapangan memperlihatkan bahwa pemberian kompos menunjukkan aktivitas enzim yang tinggi di dalam tanah. Pemberian bahan organik kompos bersama inokulan menunjukkan hasil yang baik pada pertumbuhan tunas batang pasca panen biji, dimana efek pertumbuhannya sebanding dengan perlakuan pupuk NPK.

Kata kunci: *Aspergillus niger*, pupuk hayati, selulase, sorgum

Abstract. Rahmansyah M, Sugiharto A, Juhaeti T. 2017. Effect of *Aspergillus niger* inoculant to sorghum seedling growth due to drought stress and its growth in the field. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 426-432*. Biofertilizer (*Aspergillus niger* inoculant) and hydrogel were used in sorghum cultivation to determine the growth performance in drought stress condition on seedling stage, and plant growth in the field. The aims of the study were to determine the inoculant influence to plant biomass growth and the soil cellulase activity at seedling period (21 DAP/day after planting), and continued into generative phase (60 DAP) and after harvesting seed (120 DAP). In the seedling period, biomass weight and soil cellulase activity were observed at different soil type for each dose of hydrogel. The result showed that the optimum level of hydrogel was 0.2% for soil conditioner compared to 0.4% and 0.8% levels. Inoculant significantly increased seedling biomass, while a high dose of hydrogel reduced plant biomass. The activity of cellulase in soil was being in accordance with biomass increase, but the response was different when it grew in the different soil type. The water potential (Ψ) of seedling leaf and soil increased significantly because of hydrogel augmented in soil. The cellulase activity in the field trial was high due to compost enrichment in soil. The application of compost organic mixed with inoculants gave high result on the growth of sorghum leaf sprouting after seed harvested, in which the effect of growth was same with the treatment of NPK fertilizer in soil.

Keyword: *Aspergillus niger*, biofertilizer, cellulase, sorghum

PENDAHULUAN

Tekanan populasi penduduk bumi dan perubahan iklim global menjadi masalah bagi manusia di masa mendatang. Fokus kegiatan untuk menghadapi tantangan tersebut banyak bermuara kepada perimbangan pemenuhan ketersediaan pangan. Produk pangan di masa mendatang akan lebih mengedepankan hasil kegiatan pertanian ramah lingkungan (green product). Sementara itu di sisi lain, tantangan anomali cuaca akibat perubahan iklim harus

diperhitungkan agar praktik agronomi tetap berhasil (DNPI 2012). Oleh karena itu, strategi budi daya ke depan perlu difokuskan kepada pemilihan jenis tanaman tahan kering dan cara budi daya yang adaptif terhadap perubahan cuaca ekstrim.

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman budi daya yang tahan kering dibanding padi, jagung, dan gandum. Akar tanaman tersebut memiliki daya penetrasi yang kuat untuk menembus tekstur tanah yang kompak dan efisien dalam penggunaan air, sehingga tahan

terhadap kondisi kering (Schittenhelm dan Schroetter 2014). Sorgum dapat menjadi pilihan sebagai penyedia kebutuhan karbohidrat di masa mendatang, berkenaan dengan kemampuannya dalam menghadapi cuaca kering. Produktivitas sorgum dapat ditopang dengan penggunaan pupuk hayati berbasis sumber daya mikrobia. Mikrobia tersebut berperan dalam melakukan mineralisasi bahan organik tanah menjadi hara yang dapat diserap oleh tumbuhan (Bhattacharjee dan Dey 2014).

Fungi *Aspergillus niger* van Tieghem, 1867 merupakan jenis mikrobia tanah, mampu menghasilkan asam indolasetat (IAA) dan giberelin (GA_3) (Bilkay et al. 2010). Senyawa-senyawa tersebut merupakan metabolit sekunder, berfungsi sebagai hormon yang diperlukan oleh tumbuhan untuk pertumbuhan akar, batang, dan daun. Pada sistem yang lain, enzim selulase disekresikan oleh fungi sebagai mekanisme alami dalam memperoleh sumber karbon dari selulosa di dalam tanah sebagai sumber metabolisme (Sohail et al. 2009; Das dan Varma 2011). Selulosa tersedia di dalam tanah sebagai komponen organik. Proses mineralisasi selulosa menunjang ketersediaan hara bagi fungi untuk dapat berkembang biak. Populasi fungi mendukung ketersediaan hormon tumbuh yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Berdasarkan fenomena tersebut maka peran selulase di dalam tanah terkait dengan ketersediaan hormon tumbuh sebagai penjamin mekanisme simbiosis alami antara mikrobia dan tumbuhan (Prescot et al. 2002).

Penggunaan pupuk hayati berbasis sumber daya mikrobia merupakan suatu praktik agronomi ramah lingkungan. Penggunaan pupuk hayati ditentukan oleh kesintasan sumber-sumber mikrobia serta keberhasilan peran dan fungsinya ketika hidup di dalam tanah. Aktivitas enzim merupakan salah satu indikator berjalannya peran dan fungsi mikroba (Varma dan Shukla 2011). Selulase sebagai enzim ekstraseluler dihasilkan oleh mikroba di lingkungan rizosfer tumbuhan. Pada penguraian bahan organik, selulase memerlukan air untuk proses hidrolisis.

Di sisi lain, ketersediaan air di lahan kering dapat diatasi dengan teknologi pembenah tanah dengan menggunakan hidrogel. Material hidrogel adalah jaringan rantai polimer berbentuk gel, yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan air. Oleh karena itu, hidrogel dapat dimanfaatkan sebagai pembenah tanah (soil conditioner entrapment for plant growth) karena berfungsi sebagai reservoir air, yang dalam praktiknya sesuai untuk digunakan dalam sistem agronomi di lahan kering (Demitri et al. 2013; Ahmed 2015). Ketika ketersediaan air melimpah maka kehidupan mikrobia tanah akan lebih dikontrol oleh faktor temperatur. Namun, ketika tanah mengering maka air menjadi pengontrol kehidupan mikrobia dibanding suhu tanah (Voroney 2007).

Mengacu kepada praktik penggunaan pupuk hayati berbahan fungi *A. niger* serta untuk menghadapi kendala kekeringan pada lahan, pengamatan dilakukan terhadap performa tanaman sorgum pada tingkat perkecambahan dan pertumbuhan di lapangan. Aktivitas selulase diamati selama perkecambahan dan saat terjadi stres akibat cekaman kekeringan pada media tanah yang diberi hidrogel. Respons aktivitas selulase dan perolehan biomasa diamati pada dua jenis tanah yang berbeda karakter fisik

dan kimianya. Pada penanaman sorgum di lapangan, monitoring aktivitas selulase dilakukan pada sampel tanah yang diperoleh dari bawah tegakan sorgum ketika berbunga, kemudian dilanjutkan pada tingkat pertumbuhan tunas batang setelah biji sorgum dipanen. Pengamatan aktivitas selulase tersebut diamati sebagai respons terhadap aplikasi pupuk hayati yang dikombinasikan dengan kompos dan pupuk NPK.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat performa aktivitas enzim selulase pada kondisi lingkungan tanah yang diberi pupuk hayati berbahan *A. niger*, dalam kaitannya dengan performa pertumbuhan sorgum pada tingkat kecambah yang mengalami cekaman kekeringan, pertumbuhan sorgum ketika berbunga, serta jumlah tunas batang sorgum setelah biji dipanen.

BAHAN DAN METODE

Pertumbuhan sorgum pada tingkat kecambah

Benih sorgum biji putih diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Serealia, Departemen Pertanian, Maros, Sulawesi Selatan. Tiga butir benih ditanam pada pot berisi masing-masing 250 g tanah kering yang dilembapkan dengan 100 mL air (kontrol), dan pada kelompok pot lainnya diberikan 100 mL inokulan cair yang mengandung *A. niger* 6×10^{11} colony forming unit (CFU) per mililiter. Fungi ini terverifikasi menghasilkan IAA 0,022 mg/L/jam, dan mampu melakukan pelarutan fosfat (Ca-P) sebanyak 0,93 mg/L/jam pada media kultur di laboratorium (Sugiharto 2012).

Sebanyak 24 pot dipersiapkan untuk jenis tanah A (diperoleh dari lahan kering di daerah pantai wilayah Grogak, Bali Utara), masing-masing 12 pot untuk kelompok yang diberi inokulan, dan 12 pot lainnya tanpa inokulan. Pada setiap kelompok (12 pot) diberikan pembenah tanah masing-masing 0%, 0,2%, 0,4%, dan 0,8% hidrogel, masing-masing terdiri dari 3 pot untuk setiap dosis hidrogel sebagai ulangan. Hidrogel komersial yang digunakan memiliki rasio-serap 18 kali bobot asal.

Sementara itu, untuk tanah B, diperoleh dari lahan kering di wilayah perbukitan Kabupaten Jembrana, Bali Barat, dipersiapkan sebanyak 24 pot yang sama seperti untuk persiapan tanah A. Sementara itu, sampel tanah C berupa tanah kebun tempat penanaman sorgum di lahan Puslit Biologi LIPI, Cibinong. Komposisi kimia-fisika tanah disajikan pada Tabel 1.

Ketika kecambah berumur 7 hari, satu benih terbaik pada setiap pot dibiarkan tumbuh, sedangkan benih lainnya dipangkas. Benih yang hidup dipelihara selama 16 hari dengan mempertahankan kelembapan tanah sesuai kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan terhadap aktivitas selulase tanah pada umur 14 dan 21 hari setelah tanam (HST). Pengaruh cekaman kekeringan dimonitor melalui kondisi water potential (WP) pada daun dan tanah setelah pot tidak diberi air selama 5 hari (16-21 HST). Pengukuran WP (Ψ /Mpa) dilakukan dengan menggunakan alat WP4 Dewpoint Potentiometer. Pertumbuhan tingkat kecambah diukur melalui kondisi bobot kering biomasa tumbuhan bagian atas (shoot) pada umur 21 hari.

Tabel 1. Kondisi fisik dan kimia tanah

Jenis tanah	C _{org} (%)	N _{total} (%)	Rasio C/N	Fosfor (ppm)	Unsur mikro (cmol/kg)				Tekstur (%) Pasir - Debu - Liat	pH
					Ca	Mg	K	Na		
A	1,95	0,14	13,9	55,9	34,74	5,11	0,32	4,03	29,8 - 47,3 - 22,97	7,67
B	3,12	0,25	12,5	39,9	8,04	4,05	1,08	3,13	15,8 - 31,8 - 52,44	6,25
C	2,21	0,04	55,3	146,4	0,64	0,02	0,07	14,60	9,2 - 90,7 - 0,02	6,20

Sampel tanah dari uji pertumbuhan sorgum di lapangan

Sampel tanah dikumpulkan secara komposit sebanyak 500 g dari tanah permukaan pada petak-petak uji. Masing-masing petak (5 m x 5 m) merupakan uji perlakuan dengan pemberian: (i) kompos (250 g/m²) dicampur dengan inokulan (250 mL/m²); (ii) kompos (500 g/m²); (iii) inokulan (500 mL/m²); dan d) pupuk NPK (2:1:1; 60 g/m²). Inokulan yang digunakan mengandung *A. niger* hasil TPC (total plate count) sebanyak 9x10⁶ CFU/mL. Kerapatan tanaman sebanyak 84 tanaman per petak. Pengambilan sampel tanah dilakukan ketika tanaman berbunga (60 HST) dan setelah panen biji ketika pangkal batang menghasilkan tunas (120 HST). Parameter uji pertumbuhan tunas dilakukan dengan mengukur jumlah tunas pada setiap pangkal pohon, serta indeks daun terpanjang dan terpendek pada setiap sampel.

Aktivitas selulase

Aktivitas enzim selulase diukur pada masing-masing sampel tanah A dan B yang diambil dari pot pada sorgum umur 14 dan 21 hari. Sampel tanah C diambil dari kebun pada daerah perakaran sorgum saat tanaman berbunga (60 HST) dan ketika batang menghasilkan tunas batang yang baru (120 HST). Sebanyak 100 g masing-masing sampel tanah diambil secara komposit, dan dibawa ke laboratorium. Sampel dimasukkan ke dalam botol sentrifuse 500 mL berisi 200 mL larutan penyangga sitrat (4,2 g asam sitrat dalam 200 mL akuades, ditambah dengan 8,82 g trisodium sitrat dihidrat; pH 4,48), diinkubasi selama 120 menit di atas shaker pada kecepatan 80 rpm, sehingga diperoleh ekstrak enzim kasar (EEK). Larutan disentrifuse pada suhu 4°C pada kecepatan 9000 rpm selama 15 menit, kemudian supernatan dipisah sebagai EEK. Sebanyak 2,5 mL EEK dituang ke dalam tabung reaksi 100 mL, dan ditambah dengan 2,5 mL larutan CMC (carboxymethyl cellulose) 1% (1 g CMC dalam 100 mL H₂O), kemudian diinkubasi pada suhu 50°C di dalam shaker-waterbath selama 60 menit pada kecepatan 80 rpm. Setelah diinkubasi, sampel ditambah dengan 5 mL larutan asam dinitro salisilat/DNS (0,75 g DNS, 1,40 g NaOH, dan 100 mL H₂O), kemudian ditangas dalam air panas (90°C) selama 10 menit untuk menghentikan aktivitas enzim. Setelah dingin, ke dalam masing-masing tabung ditambahkan 1 mL larutan garam Rochelle 4% (4 g KNaC₄H₄O₆·4H₂O/100 mL H₂O) untuk menstabilkan warna hasil reaksi DNS. Selanjutnya, gula pereduksi yang terbentuk dari hasil aktivitas selulase diukur dengan

spektrofotometer (540 nm). Sebelum diukur, larutan diencerkan sepuluh kali dengan akuades. Penghitungan aktivitas enzim selulase (Unit/mL) dihitung dengan mengacu kepada persamaan garis linier hasil pengukuran larutan gula standar (Miller 1959; Ghose 1987; Adney dan Baker 1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan sorgum dan aktivitas enzim

Akumulasi biomasa kering tanaman sorgum umur 21 HST terjadi lebih besar pada tanaman yang diberi inokulan. Efek inokulan menjadi tidak terlihat ketika tanah diberikan pembenah tanah 0,4% dan 0,8% hidrogel. Pemberian hidrogel 0,2% tidak mempengaruhi efektivitas pemakaian inokulan untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Gambar 1). Biomasa kecambah sorgum yang tumbuh di tanah B cenderung lebih tinggi dibanding di tanah A. Pemberian pembenah tanah (hidrogel) pada kecambah umur 21 HST belum berpengaruh nyata karena tanaman hidup di tanah yang masih memiliki kelembapan yang sesuai dengan kapasitas lapang. Kandungan karbon organik pada tanah B yang lebih tinggi (Tabel 1) berimplikasi kepada aktivitas enzim selulase, dan berpengaruh terhadap biomassa kecambah.

Hasil yang diperoleh menunjukkan aktivitas selulase lebih tinggi pada tanah yang diberi inokulan, baik pada jenis tanah A maupun tanah B. Aktivitas selulase pada tanah B lebih besar dibanding pada tanah A, karena terkait dengan kandungan karbon organik tanah yang lebih tinggi pada tanah B. Aktivitas enzim pada sampel tanah A yang ditumbuhi sorgum umur 14 HST belum tampak nyata, dan baru kelihatan pada tanaman umur 21 HST. Pada tanah B, aktivitas enzim tanah terlihat berbeda sejak tanaman berumur 14 HST, terutama pada tanah yang diberi pupuk hayati. Pemberian pembenah tanah sampai 0,4% tidak mengganggu aktivitas selulase tanah pada kedua jenis tanah, baik tanah A maupun B, sebagai tempat sorgum berkecambah (Gambar 2).

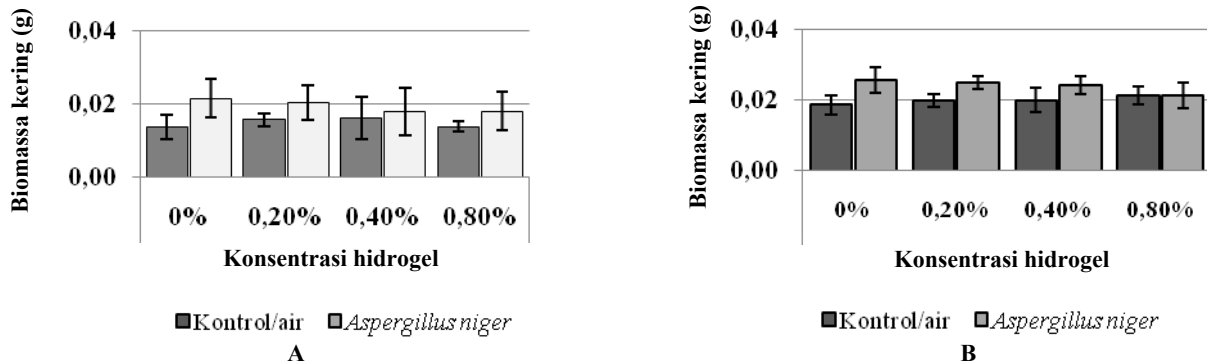
Terdapat korelasi antara parameter biomassa dan performa enzim selulase pada jenis tanah A dan B yang digunakan (Gambar 3). Antara parameter biomassa ($r=0,880$) dan aktivitas selulase ($r=0,937$) berkorelasi kuat, karena nilainya berada di atas batas korelasi tabel ($r=0,834$). Pengamatan ini dilakukan pada kecambah sorgum umur 21 HST.

Hasil pengamatan terhadap performa pertumbuhan sorgum dan aktivitas selulase di lapangan pada tanaman umur 60 dan 120 HST dapat dilihat pada Gambar 4. Enzim selulase pada sampel tanah yang diambil di bawah tegakan sorgum umur 60 HST mempunyai aktivitas empat kali lebih tinggi dibanding di tingkat kecambah. Pada sorgum umur 120 HST, aktivitas selulase menurun hingga tiga kali lebih kecil daripada sorgum umur 60 HST, dan pemberian inokulan tidak lagi berpengaruh terhadap biomassa tanaman yang diukur berdasarkan parameter tunas batang (Gambar 5).

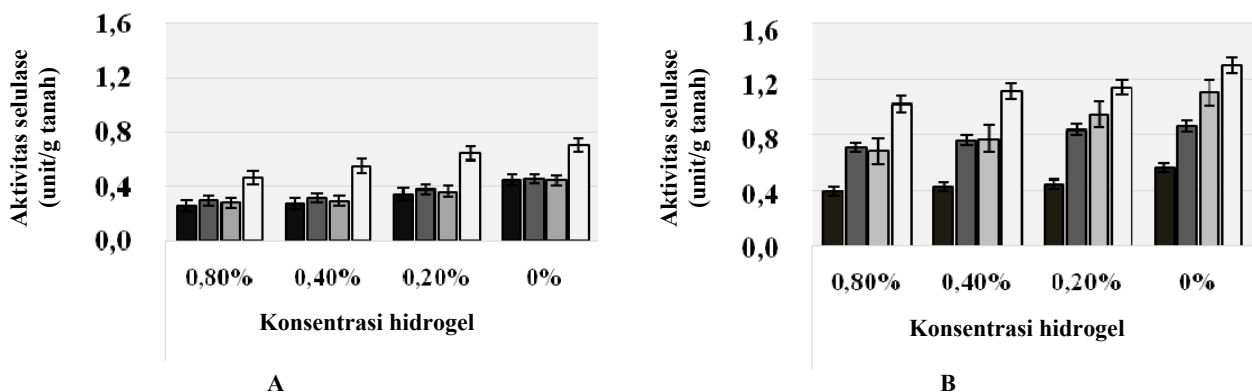
Aktivitas selulase tanah yang ditumbuhi sorgum umur 60 HST berkisar antara 0,5 sampai 0,9 Unit/g tanah, sedangkan pada umur 120 HST hanya sekitar 0,2 Unit/g tanah. Tanaman saat berbunga membutuhkan banyak hara, dimana aktivitas selulase berperan dalam memineralsasi bahan organik menjadi unsur hara tanaman. Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas selulase pada sampel tanah akibat perlakuan kompos paling tinggi, kemudian diikuti dengan perlakuan kompos-inokulan, inokulan, dan pupuk NPK. Peran inokulan tidak terlihat signifikan karena hanya diberikan satu kali saja yaitu saat persiapan lahan di awal tanam.

Pembenah tanah (hidrogel)

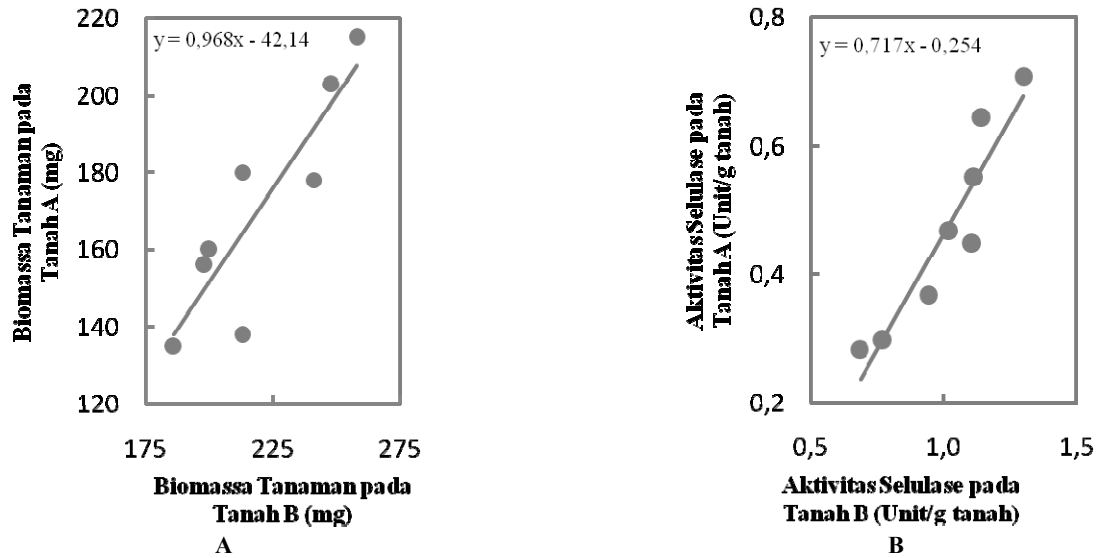
Tanaman pada tingkat kecambah (seedling), atau level pertumbuhan awal, lebih peka terhadap cekaman kekeringan. Kombinasi penggunaan pupuk hayati dan pembenah tanah terkait dengan efisiensi pemberian hidrogel yang dapat diformulasikan untuk menjaga performa tanaman pada pertumbuhan awal untuk mengatasi cekaman kekeringan. Informasi tersebut penting terutama dalam penerapan manajemen agronomi. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan water potential (WP) yang signifikan pada tanah dan daun akibat adanya perbedaan konsentrasi hidrogel (Gambar 6). Kisaran nilai WP hampir sama antara kedua jenis tanah (A dan B), sedangkan nilai WP daun lebih tinggi dibanding nilai WP tanah. Pengaruh inokulan *A. niger* terhadap nilai WP tanah berkebalikan dengan nilai WP daun. Apabila mengacu kepada kondisi pertumbuhan kecambah (biomassa) dan aktivitas selulase (Gambar 1 dan 2) yang dari penelitian ini maka konsentrasi hidrogel yang digunakan sebagai pembenah tanah tidak lebih dari 0,2%.



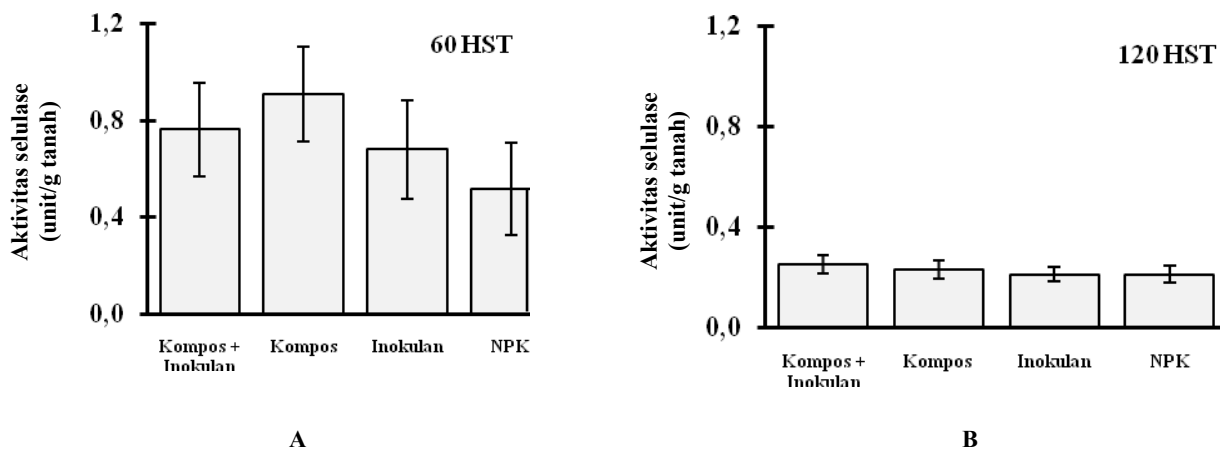
Gambar 1. Biomassa sorgum di tanah A dan tanah B dengan pemberian inokulan *Aspergillus niger* dan pembenah tanah hidrogel yang diamati pada umur 21 HST



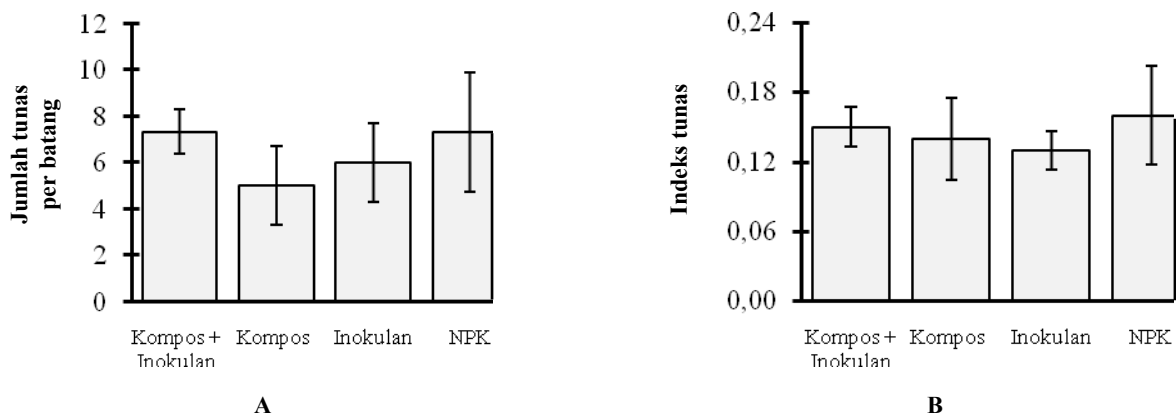
Gambar 2. Respons aktivitas selulase pada tanah A dan tanah B dengan pemberian inokulasi *Aspergillus niger* dan pembenah tanah hidrogel (□ kontrol/air 14 HST; □ *Aspergillus niger* 14 HST; ■ kontrol/air 21 HST; ■ *Aspergillus niger* 21 HST).



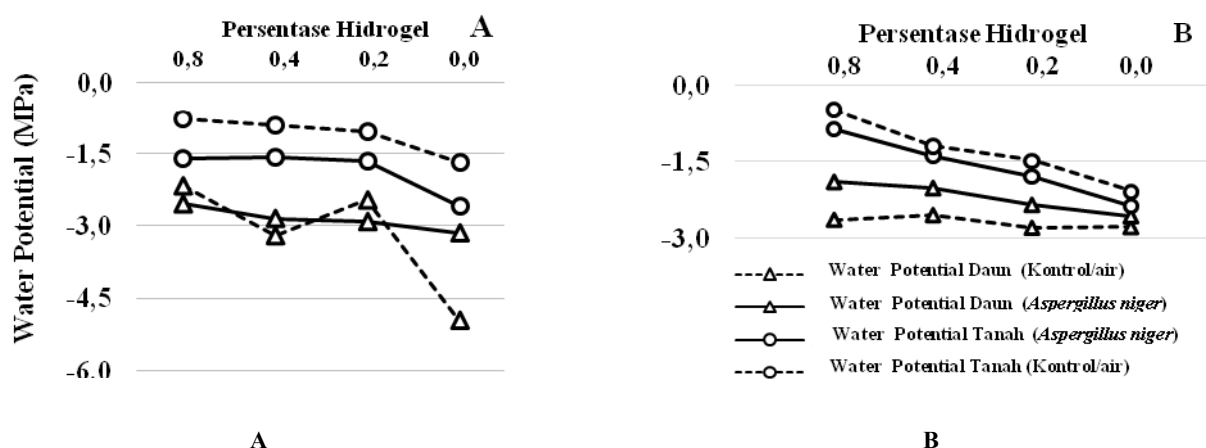
Gambar 3. Nilai koefisien korelasi biomassa kering ($r \leq 0,880$) dan aktivitas selulase ($r \leq 0,937$) pada tanah A terhadap tanah B menunjukkan nilai yang signifikan (df_{n-2} pada $p_{0,01} = 0,834$); diamati pada sorgum umur 21 HST.



Gambar 4. Kondisi selulase tanah di bawah tegakan sorgum pada masa berbunga (60 HST) dan masa tumbuh tunas batang (120 HST) akibat pemberian inokulan *Aspergillus niger*, kompos, dan pupuk NPK (Student's $t_{0,1}$ $df_2 = 2,92$; $n = 3$)



Gambar 5. Pertumbuhan tunas sorgum (120 HST) akibat pemberian inokulan *Aspergillus niger* di lapangan yang diukur berdasarkan jumlah tunas (A) dan indeks tunas terpendek vs tunas terpanjang (B). Penambahan kompos dan inokulan pada penggunaan inokulan setara dengan hasil pertumbuhan dengan pemupukan NPK (Student's $t_{0,1}$ $df_2 = 2,92$; $n = 3$)



Anova		Jumlah Kuadrat	df	Nilai Tengah Kuadrat	F	Sig.
Water Potential Daun (WPD)	Antar grup	4,306	3	1,435	9,089	0,001
	Dalam grup	3,159	20	0,158		
	Total	7,465	23			
Water Potential Tanah (WPT)	Antar grup	3,414	3	1,138	5,902	0,005
	Dalam grup	3,857	20	0,193		
	Total	7,272	23			

Anova		Jumlah Kuadrat	df	Nilai Tengah Kuadrat	F	Sig.
Water Potential Daun (WPD)	Antar grup	2,447	3	0,816	6,484	0,003
	Dalam grup	2,516	20	0,126		
	Total	4,964	23			
Water Potential Tanah (WPT)	Antar grup	6,256	3	2,085	5,189	0,000
	Dalam grup	0,831	20	0,042		
	Total	7,087	23			

Gambar 6. Water potential daun (WPD) dan tanah (WPT) pada tanah A dan tanah B, akibat perlakuan stres air yang diamati pada sorgum setelah 5 hari tidak diberi air (umur 16 sampai 21 HST). Pemberian pembenah tanah (hidrogel) berpengaruh nyata terhadap WPD dan WPT

Pembahasan

Keberadaan mikrobia di dalam tanah banyak menguntungkan untuk kegiatan pertanian, khususnya terkait dengan proses mineralisasi bahan organik menjadi unsur hara (Pandya dan Saraf 2010). Beberapa kelompok fungi dari genus *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, dan *Phoma* menghasilkan hormon tumbuh seperti auksin, giberelin, sitokinin, dan etilen yang dapat bermanfaat langsung bagi tanaman (Shivanna et al. 1994; Whitelaw 2000). Produk fermentasi *A. niger* pada limbah organik yang diaplikasikan pada tanaman ternyata dapat memacu serapan fosfor lebih tinggi pada aplikasi inokulan Mikoriza (Medina et al. 2007). Produk HCN dan enzim sebagai metabolit sekunder oleh bakteri yang hidup perakaran tanaman, secara tidak langsung memproteksi tanaman dari mikrobia yang merugikan dan penyebab penyakit pada tanaman (Ahmad et al. 2008). Inokulan berbahan fungi *A. niger* pada penelitian ini memberikan efek pertumbuhan pada kecambah 10-25% dengan bobot biomassa yang lebih tinggi dibanding kontrol. Dari hasil penelitian ini, aktivitas selulase pada sampel tanah yang diberi inokulan menjadi tinggi ketika kecambah berumur 21 HST. Hasil ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Srinivasulu dan Rangaswamy (2006), bahwa pada tanah dengan masa inkubasi 20 hari didapatkan aktivitas selulase tertinggi, dan respons yang diberikan dapat berbeda akibat perbedaan jenis tanah.

Tanah merupakan media tempat kehidupan mikrobia. Perilaku mikrobia yang bersifat simbiosis dengan tanaman terkait dengan ketersediaan nutrisi, sehingga kemudian membentuk mikroekologi yang spesifik di daerah

perakaran, permukaan akar, bahkan masuk di jaringan akar. Fenomena alam tersebut dapat menjadi acuan dalam keperluan pengembangan pupuk hayati, terutama dalam praktik budi daya tanaman untuk mengkondisikan tanah agar memiliki persediaan unsur hara.

Penggunaan inokulan *A. niger* bermanfaat dalam menunjang performa tumbuh sorgum tingkat kecambah. Pemberian bahan organik kompos lebih diperlukan untuk penyedia hara pada fase pertumbuhan di lapangan. Sementara itu, aktivitas enzim selulase yang terkait dengan inokulan *A. niger* dapat berfungsi untuk mengontrol pertumbuhan tanaman pada tingkat kecambah yang sejalan dengan perolehan biomasa. Aktivitas selulase lebih tinggi terjadi pada tanah yang lebih kaya akan karbon organiknya. Pembenah tanah hidrogel berfungsi efektif pada level rendah (0,2%). Penggunaan hidrogel memerlukan perimbangan yang terkait dengan kemampuan daya serap akar yang berkembang sejalan dengan pertumbuhan tanaman. Semakin tumbuh, kecambah semakin dapat memanfaatkan air pada fungsi reservoir hidrogel. Aktivitas enzim selulase tanah sebagai efek pemberian inokulan memberikan hasil yang tidak terkondisikan dengan baik ketika tanaman memasuki fase generatif, sebagaimana hasilnya efektif ketika tanaman berada pada fase vegetatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros, Sulawesi Selatan, atas

bantuan yang diberikan dalam penyediaan benih/biji sorgum. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan ‘Aplikasi Mikrobial Fungsional untuk Adaptasi Dampak Perubahan Iklim, Mitigasi dan Perubahan Iklim’, Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI Tahun 2014. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. I Made Sudiana, M.Sc., Pusat Penelitian Biologi-LIPI, atas saran dan kesempatan berdiskusi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adney B, Baker J. 1996. Measurement of cellulase activities. Laboratory Analytical Procedure (LAP). Midwest Research Institute, National Renewable Energy Laboratory 1617 Cole Boulevard, Golden, Colorado 80401-3393.
- Ahmad F, Ahmad I, Aquil F et al. 2008. Diversity and potential of non-symbiotic diazotrophic bacteria in promoting plant growth. In: Ahmad I, Pichtel J, Hayat S (eds). Plant-Bacteria Interactions. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Ahmed EM. 2015. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *J Adv Res* 6: 105-121.
- Bhattacharjee R, Dey U. 2014. Biofertilizer a way towards organic agriculture: A review. *Afr J Microbiol Res* 8(24): 2332-2342.
- Bilkay IS, Karakoc S, Aksozi N. 2010. Indole-3-acetic acid and gibberellic acid production in *Aspergillus niger*. *Turkish J Biol* 34: 313-318.
- Das SK, Varma A. 2011. Role of enzymes in maintaining soil health. In: Shukla G, Varma A (eds.). *Soil Enzymology*. Soil Biology 22. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, USA.
- Demitri C, Scalera F, Madaghiele M et al. 2013. Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoir in agriculture. *Int J Polym Sci* 2013: 1-7.
- DNPI [Dewan Nasional Perubahan Iklim]. 2012. Rencana aksi nasional adaptasi perubahan iklim Indonesia. Kerjasama Bappenas, Kementerian Lingkungan Hidup dan DNPI, Jakarta.
- Ghose TK. 1987. Measurement of cellulase activities. *Pure Appl Chem* 59: 257-268.
- Medina A, Jakobsen I, Vasiilev N et al. 2007. Fermentation of sugar beet waste by *Aspergillus niger* facilitate growth and P uptake of external mycelium of mixed populations of arbuscular mycorrhizal fungi. *Soil Biol Biochem* 39: 485-492.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Pandya U, Saraf M. 2010. Application of fungi as a biocontrol agent and their biofertilizer potential in agriculture. *J Adv Dev Res* 1(1): 90-99.
- Prescott LM, Harley J, Klein P. 2002. *Microbiology*. 5th ed. The McGraw-Hill companies, Inc., North America.
- Schittenhelm S, Schroetter S. 2014. Comparison of drought tolerance of maize, sweet sorghum and sorghum-sudangrass hybrids. *J Agron Crop Sci* 200: 46-53.
- Shivanna MB, Meera MS, Hyakumachi M. 1994. Sterile fungi from Zoysiagrass rhizosphere as plant growth promoters in spring wheat. *Can J Microbiol* 40: 637-644.
- Sohail M, Siddiqi R, Ahmad A et al. 2009. Cellulase production from *Aspergillus niger* MS82: Effect of temperature and pH. *New Biotechnol* 6: 437-441.
- Srinivasulu M, Rangaswamy V. 2006. Activities of invertase and cellulase as influenced by the application of tridemorph and captan to groundnut (*Arachis hypogaea*) soil. *Afr J Biotechnol* 5(2): 175-180.
- Sugiharto A. 2012. Isolasi dan Seleksi Kapang Halotoleran serta Aplikasinya pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Ciherang. [Tesis]. Universitas Indonesia, Depok.
- Varma A, Shukla G. 2011. *Soil enzymology*. Springer Heidelberg Dordrecht, London, New York.
- Voroney RP. 2007. The soil habitat. In: Paul EA (ed). *Soil Microbiology, Ecology, and Bio-chemistry*. Third edition. Elsevier Academic Press, Burlington and Oxford.
- Whitelaw MA. 2000. Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. In: Sparks DL. *Advances in Agronomy*. Adv Agron 69: 99-151.

Keanekaragaman jenis cendawan endofit pada tanaman gandum (*Triticum aestivum*) yang berpotensi sebagai bioinsektisida

Diversity of endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum*) that potential as bioinsecticides

TRIZELIA[✉], WINARTO, AFDAL TANJUNG

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 24063, Sumatera Barat. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702, ✉email: trizelia@yahoo.com

Manuskrip diterima: 4 November 2017. Revisi disetujui: 29 Desember 2017.

Abstrak. Trizelia, Winarto, Tanjung A. 2017. Keanekaragaman jenis cendawan endofit pada tanaman gandum (*Triticum aestivum*) yang berpotensi sebagai bioinsektisida. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 433-437*. Cendawan endofit merupakan salah satu agens hayati yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida. Cendawan ini hidup dalam jaringan tanaman, tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis cendawan endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida. Sampel tanaman gandum di ambil dari daerah Koto Laweh, Kabupaten Tanah Datar dan Batu Bagiriak, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Cendawan endofit diisolasi dari batang tanaman gandum dan isolat yang didapatkan diuji terhadap larva *Tenebrio molitor* instar V. Isolat yang bersifat patogen terhadap larva *Tenebrio molitor* dan bersporulasi diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi batang tanaman gandum berkisar antara 67-70%. Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5%. Berdasarkan hasil identifikasi ditemukan 2 genus cendawan endofit yaitu *Aspergillus* dan *Beauveria* yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.

Kata kunci: Isolat, cendawan endofit, gandum, *Aspergillus*, *Beauveria*

Abstrak. Trizelia, Winarto, Tanjung A. 2017. Diversity of endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum*) that potential as bioinsecticides. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 433-437*. The endophytic fungus is one of the biological agents that can be used as bioinsecticide. This fungus lives in plant tissue, without causing symptoms of disease in the host plant. The purpose of this study was to obtain the isolates of endophytic fungus associated with wheat crops that could potentially be used as bioinsecticides. Samples were taken from Koto Laweh, (Tanah Datar District) and Batu Bagiriak (Solok District), West Sumatera. The endophytic fungi were isolated from the stem of the wheat crop and the isolates obtained were tested against fifth instar larvae of *Tenebrio molitor*. Isolates of endophytic fungus that pathogenic to *T. molitor* larvae were identified macroscopically and microscopically. The results showed that the ability of endophytic fungi to colonize wheat crop stems ranged between 67-70%. The results of pathogenicity test of endophytic fungi on *T. molitor* larvae showed that of 121 isolates had been isolated, only 13 isolates (10.74%) were pathogenic to insects with larval mortality ranging from 5-97.5%. Based on the results of identification found 2 genera of endophytic fungi that is *Aspergillus* and *Beauveria* which is potential to be used as bioinsecticides.

Keywords: Isolates, endophytic fungus, wheat, bioinsecticides, *Aspergillus*, *Beauveria*

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditi pangan alternatif, dalam rangka mendukung ketahanan pangan serta diversifikasi pangan. Besarnya kebutuhan Indonesia akan gandum menjadikan gandum komoditi impor yang utama yang sering dilakukan oleh pemerintah Indonesia. Untuk mencegah ketergantungan akan impor gandum, pemerintah Indonesia mengambil kebijakan melalui Menteri pertanian untuk melakukan budidaya gandum pada daerah daerah yang dianggap bisa untuk dilakukan budidaya. Namun dengan adanya peningkatan luas lahan pertanian, maka akan meningkat pula ketersediaan makanan bagi organisme pengganggu

tanaman (OPT) dan tentunya dapat meningkatkan populasi dari OPT tersebut, sehingga ancaman serangan hama dan penyakit sangat dikhawatirkan.

Menurut Samekto (2008) hama yang menyerang tanaman gandum diantaranya belalang (*Locusta migratoria*), *Heliotis armigera*, *Aphis gossypii*, walang sangit (*Leptocorixa acuta*). Selain hama diatas menurut Wiyono (1980) ulat grayak (*Spodoptera litura*) juga sering ditemukan pada pertanaman gandum.

Secara umum di Indonesia pengendalian hama tanaman gandum yang dilakukan adalah menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida secara terus menerus akan menimbulkan masalah yang lebih berat yaitu terbunuhnya musuh alami, terjadinya resurgensi, peledakan hama

sekunder dan pencemaran lingkungan. Untuk itu perlu dicari alternatif pengendalian yang dapat mengurangi dampak negatif pestisida tersebut. Menurut Sastrosiswodo dan Oka (1997) program pengendalian hama terpadu (PHT) didesain untuk menyediakan pengendalian hama dan penyakit tanaman yang ramah lingkungan dan berkelanjutan karena PHT bertujuan membatasi penggunaan pestisida sesedikit mungkin tetapi sasaran kualitas dan kuantitas produksi masih dapat dicapai. Dalam strategi pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT), pemanfaatan potensi musuh alami mempunyai peranan penting dalam menekan kelimpahan populasi hama. Diantara musuh alami yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama secara hayati adalah cendawan endofit.

Peranan cendawan endofit dalam melindungi inang tanaman dari serangan hama telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. McGee (2006) menyatakan bahwa cendawan endofit mengkolonisasi tanaman kapas sejak perkecambahan sampai fase matang. Pengaplikasian *Phomopsis* sp. pada tanaman kapas telah menjadikan ukuran dan jumlah larva *Heliothis armigera* menjadi lebih kecil, sehingga efek kerusakan dapat ditekan. Hasil penelitian Budiprakoso (2010) menyatakan bahwa perlakuan cendawan endofit *Nigrospora* 1, *Nigrospora* 2, *Nigrospora* 3 pada tanaman padi mampu mempengaruhi pertumbuhan populasi dan perkembangan *Nilaparvata lugens*.

Di Indonesia secara umum dan khususnya di Sumatera Barat informasi dasar tentang keberadaan dan keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi sebagai bioinsektisida belum ada. Keanekaragaman dan kelimpahan cendawan entomopatogen endofit diharapkan dapat memberikan solusi dalam memilih cendawan yang tepat untuk tanaman dan lokasi tertentu sebagai agens hayati pengendalian hama pada gandum dan pengembangannya sebagai biopestisida. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis cendawan endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.

BAHAN DAN METODE

Tanaman gandum

Tanaman gandum diambil dari dua lokasi yang berbeda, yakni Kabupaten Solok (Jorong Batu Bagiriak, Kenagarian Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti) dan Tanah Datar (Jorong Koto Laweh, Nagari Koto Laweh, Kecamatan X Koto). Dari masing-masing lahan gandum diambil 5 rumpun tanaman secara diagonal. Pada setiap rumpun tanaman gandum diambil 1-2 tanaman gandum yang telah memiliki malai. Agar bisa bertahan lama maka pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil tanaman utuh beserta akar dan tanahnya.

Isolasi dan pemurnian cendawan endofit

Isolasi cendawan endofit dilakukan dengan menggunakan metode yang dilaporkan oleh Irmawan (2007) dan Hazalin *et al* (2009) yang dimodifikasi. Isolasi

cendawan endofit dilakukan dengan mengambil bagian batang gandum. Batang gandum terlebih dahulu dicuci pada air yang mengalir untuk membersihkan kotoran. Kemudian bagian akarnya dipotong, lalu diambil 1-2 batang tanaman gandum. Batang gandum dipotong-potong kecil (± 1 cm) yang dikerjakan didalam *laminar air flow* dan dilakukan sterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, NaOCl 2,5% selama 1 menit dan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian di rendam kedalam aquadest 2 kali ulangan selama 1 menit. Potongan tanaman gandum dikeringkan diatas kertas saring steril dan ditempatkan dalam cawan petri yang telah berisi media PDA. Masing-masing petri berisi 5 potongan batang tanaman. Cendawan yang tumbuh kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media PDA. Biakan murni cendawan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 hari.

Uji patogenisitas cendawan endofit

Uji patogenisitas isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dilakukan terhadap larva *Tenebrio molitor* instar V. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan larva *T. molitor* sebanyak 40 ekor pada media PDA yang berisi biakan cendawan hasil isolasi. Larva dibiarkan pada media biakan selama 24 jam agar terjadi kontak antara konidia cendawan dengan serangga. Untuk kontrol larva dimasukkan pada media tanpa biakan cendawan endofit. Setelah satu hari larva dipindahkan sebanyak 10 ekor ke masing-masing cawan petri plastik dengan diameter 9 cm dan diberi pakan pellet ikan. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah larva yang mati dan jumlah larva yang terinfeksi dan ditumbuhi cendawan selama 7 hari pengamatan setelah aplikasi. Larva yang mati dikumpulkan dan diinkubasi untuk diamati munculnya konidia cendawan.

Identifikasi cendawan entomopatogen endofit

Cendawan endofit yang mematikan larva *Tenebrio molitor* dan bersporulasi diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati secara makroskopis (warna dan pertumbuhan koloni) dan mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan) dengan menggunakan kunci identifikasi Barnett dan Hunter (1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolonisasi cendawan endofit pada batang gandum

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi tanaman gandum dari daerah Tanah Datar berbeda tidak nyata dengan Alahan Panjang. Kolonisasi total cendawan endofit tanaman gandum daerah Tanah Datar 70% sedangkan di Alahan Panjang 67% (Tabel 1).

Kolonisasi cendawan endofit daerah Alahan Panjang dan Tanah Datar berbeda tidak nyata karena varietas yang digunakan sama, sehingga tidak mempengaruhi tingkat kolonisasi cendawan endofit pada tanaman gandum dan ketinggian tempat juga tidak mempengaruhi kolonisasi cendawan endofit karena kedua lokasi berada pada dataran tinggi. Sesuai dengan pernyataan Irmawan (2007)

kelimpahan cendawan endofit dalam mengkolonisasi inangnya di pengaruhi oleh varietas, ketinggian tempat dan cara budidaya yang dilakukan.

Cara budidaya yang dilakukan seperti pemberian pupuk dan penyemprotan pestisida diduga tidak mempengaruhi kemampuan cendawan endofit dalam mengkolonisasi tanaman. Berdasarkan hasil survei dilapangan diketahui bahwa cara budidaya tanaman gandum yang dilakukan seperti penggunaan varietas, jenis dan dosis pupuk serta aplikasi pestisida di daerah Tanah Datar dan Alahan Panjang hampir sama. Cendawan endofit merupakan cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman, sehingga sumber nutrisinya berasal dari tanaman. Sesuai dengan pernyataan Irmawan (2007) cendawan endofit merupakan cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman, menempati bagian-bagian organ tanaman seperti daun, bunga, batang, ranting, percabangan, xylem, akar, maupun benih sehingga hidupnya tidak terlepas dari pengaruh metabolisme inang tanaman.

Mortalitas larva dan sporulasi

Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5% (Tabel 2). Isolat TD 3.1.2 dapat mematikan larva *Tenebrio molitor* sebesar 97,5% selama tujuh hari pengamatan sedangkan isolat AP 4.1.3 dan AP 5.2.5 (*Aspergillus*) memiliki mortalitas terendah yaitu 5%.

Tingginya mortalitas larva *Tenebrio molitor* setelah aplikasi isolat TD 3.1.2 diduga karena tingginya kadar enzim dan toksin yang dihasilkan oleh cendawan selama berjalannya proses infeksi pada larva seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosoel larva tersebut dan kemampuan konidia untuk bertahan dan berkecambah pada tubuh larva *Tenebrio molitor*. Sesuai dengan pernyataan Robert (1981) proses penetrasi yang dilakukan oleh hifa kedalam integument serangga merupakan proses mekanis dan kimiawi dengan membutuhkan enzim seperti protease, lipase, esterase dan kitinase, sedangkan toksinnya berupa *beauvericin*, *beauverolid*, *bassianolid*, *isarilod* dan asam oksalat yang membantu menghancurkan kutikula serangga. Di tambahkan oleh Tanada dan Kaya (1993) adanya perbedaan virulensi antar isolat cendawan disebabkan karena adanya perbedaan kemampuan menghasilkan enzim dan mikotoksin selama berjalannya proses infeksi pada serangga seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosoel. Isolat yang virulen memiliki aktivitas enzim yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sporulasi antara isolat TD 3.1.2, AP 4.1.3, AP 4.1.7, TD 1.2.4, AP 4.1.4 dan AP 2.1.4 berbeda dengan isolat yang lainnya dan control. Semua isolat yang diuji memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan hifa atau konidia pada tubuh larva *Tenebrio molitor*. Konidia merupakan propagul cendawan entomopatogen yang berperan dalam pemencaran dan menginfeksi inangnya, sehingga konidia berperan penting untuk perbanyakan cendawan

entomopatogen pada tubuh inangnya. Ada cendawan entomopatogen yang tidak bisa menghasilkan hifa atau bersporulasi pada tubuh inangnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Santoso (1993) cendawan tidak selalu tumbuh keluar menembus integumen serangga untuk kemudian mengkolonisasi dinding luar integumen serangga. Apabila keadaan kurang menguntungkan perkembangan saprofit hanya berlangsung di dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen.

Berdasarkan nilai LT_{50} terdapat perbedaan waktu dalam mematikan larva dimana isolat TD 3.1.2 memiliki waktu yang cepat dalam mematikan larva yaitu 2.84 hari (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% larva *Tenebrio molitor* instar V lebih singkat dibandingkan isolat lain.

Tabel 1. Rata-rata kolonisasi total cendawan endofit pada batang gandum

Kode isolat	Kolonisasi total (%)	Rata-rata (%)
TD 1	60	70 a
TD 2	60	
TD 3	60	
TD 4	90	
TD 5	90	
AP 1	50	67 a
AP 2	65	
AP 3	90	
AP 4	70	
AP 5	60	

Keterangan: TD adalah Tanah Datar, AP adalah Alahan Panjang. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%

Tabel 2. Mortalitas larva *Tenebrio molitor* setelah 7 hari aplikasi cendawan endofit

Kode Isolat	Mortalitas Larva Instar V (%)	Sporulasi
TD 3.1.2	97.50 a	100.00
AP 2.1.4	17.50 b	71.42
AP 4.1.4	15.00 b	83.33
AP 4.1.7	15.00 b	100.00
TD 1.2.4	12.50 b	100.00
AP 5.2.4	10.00 b	0.00
AP 1.1.2	10.00 b	0.00
TD 1.2.3	7.50 b	0.00
AP 5.2.1	7.50 b	0.00
AP 1.2.1	7.50 b	0.00
AP 3.2.6	7.50 b	0.00
AP 4.1.3	5.00 b	100.00
AP 5.2.5	5.00 b	0.00
Kontrol	0.00 b	0.00

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Nilai LT_{50} berbagai isolat cendawan entomopatogen endofit

Kode isolat	LT_{50} (hari)
TD 3.1.2	2.84
TD 1.2.4	24.15
AP 2.1.4	13.26
AP 4.1.3	15.75
AP 4.1.4	36.86
AP 4.1.7	17.47

Cepatnya waktu yang dibutuhkan isolat TD 3.1.2 dalam mematikan larva *Tenebrio molitor* diduga karena cendawan tersebut memiliki waktu yang lebih cepat dalam proses menginfeksi dan mematikan larva mulai dari tahapan penempelan konidia pada tubuh larva, perkecambahan, invasi dan kolonisasi dalam hemoseul, jaringan dan organ, sehingga menyebabkan larva *Tenebrio molitor* mati lebih cepat. Ketika terjadi kontak antara konidia cendawan dengan kutikula serangga yang peka, konidia tersebut akan berkembang dan masuk sampai bagian dalam dari tubuh serangga tersebut. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan bahwa setiap isolat mempunyai daya penetrasi yang berbeda di dalam tubuh serangga sehingga membutuhkan waktu yang berbeda pula dalam mematikan inangnya. Menurut Trizelia (2005) isolat yang virulen memiliki nilai LT_{50} yang lebih singkat dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

Waktu yang dibutuhkan cendawan bervariasi tergantung pada jenis cendawan, inang dan lingkungan. Lapisan lilin yang dimiliki oleh tubuh serangga juga salah satu faktor penghambat perkecambahan konidia (James *et al.*, 2003). Hasil penelitian Neves dan Alves (2004) menunjukkan bahwa penempelan konidia *B. bassiana* pada kutikula *Cornitermes cumulans* terjadi sampai 6 jam setelah aplikasi dan perkecambahan mulai terjadi antara 6-12 jam setelah aplikasi. Penetrasi terjadi 12-24 jam setelah inokulasi dan kematian serangga terjadi antara 48-72 jam setelah inokulasi. Nilai LT_{50} yang ada pada tabel 3 yang

ditampilkan hanya isolat yang bersporulasi. Karena isolat ini lah yang diduga entomopatogen endofit.

Identifikasi cendawan endofit

Hasil identifikasi cendawan endofit yang berpotensi sebagai bioinsektisida dari dua lokasi dengan varietas gandum yang sama ditemukan 2 genus cendawan dengan karakteristik makroskopis dan mikroskopisnya. Kedua genus tersebut adalah *Aspergillus* yang ditemukan di kedua lokasi (Alahan Panjang dan Tanah Datar) dan *Beauveria* ditemukan hanya di Tanah Datar (Gambar 1).

Aspergillus sp merupakan cendawan yang bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana-mana secara alami. *Aspergillus* sp dapat diisolasi dari tanah, sisa-sisa tanaman lapuk serta di lingkungan udara (Noveriza, 2007). *Aspergillus* sp memiliki reproduksi secara aseksual dengan memproduksi spora yang disebut dengan konidia. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan cendawan *Aspergillus* terdiri dari banyak spesies seperti *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. repens*, *A. tamari*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus* dan *A. vesicularis*. Cendawan ini umumnya saprofit akan tetapi dapat menginfeksi serangga pada rentangan jenis yang luas.

Beauveria termasuk cendawan entomopatogen yang memiliki jenis inang terbanyak diantara cendawan entomopatogen yang lain. Inangnya terutama adalah serangga dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera dan Hymenoptera (Tanada dan Kaya, 1993). Beberapa hasil penelitian menunjukkan *Beauveria bassiana* dapat menginfeksi larva *C. pavonana* (Trizelia, 2005). Trizelia dan Winarto (2016) melaporkan bahwa *B. bassiana* juga bisa hidup sebagai endofit pada buah kakao dan mampu mematikan larva *T. molitor* sampai 100%.

Dalam kesimpulan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi batang tanaman gandum berkisar antara 67-70%. Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5%. Berdasarkan hasil identifikasi ditemukan 2 genus cendawan endofit yaitu *Aspergillus* dan *Beauveria* yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.



Gambar 1. Bentuk Makroskopis dan Mikroskopis Isolat *Aspergillus* (A) dan *Beauveria* (B)

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett HL, Hunter BB. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third Edition. Burges Publishing Company. Minneapolis.
- Budiprakoso B. 2010. Pemanfaatan Cendawan Endofit Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Wereng Coklat *Nilavaparta lugens*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hazalin NAMN, Ramasamy K, Lim SM, Wahab IA, Cole AL and Majeed ABA.. 2009. Cytotoxic and antibacterial activities of endophytic fungi isolated from plants at the National Park, Pahang, Malaysia. BMC Compl Altern Med 9: 46, DOI: 10.1186/1472-6882-9-46
- Irmawan DE. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi Kuningan, Tasik Malaya dan Subang, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- James RR, Buckener JS, Freeman TP. 2003. Cuticular lipid and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. J. Invertebr pathol 84: 67-74.
- McGee P. 2006. Endophytic fungi add to plant defences. Microb Austr 24 (3): 42-43
- Neves PMOJ, Elves SB. 2004. External Events Related to The Infection Process of *Comitermes cumulans* (Kollars) (Isoptera; Termitidae) by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. J. The Neotropical Entomol 33 (1): 051-056.
- Noveriza R. 2007. Kontaminasi Cendawan Dan Mikotoksin Pada Tumbuhan Obat. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Bogor
- Roberts DW. 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. Di dalam: Burges, H.D. Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970-1980. London: Academic Press. hlm. 441-464
- Samekto R. 2008. Pengalaman dan wawasan penelitian gandum. Fakultas Pertanian. Universitas Slamet Riyadi. J Inovasi Pertanian 7 (1): 95-102.
- Santoso, T. 1993. Dasar-Dasar Patologi Serangga. Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Sastrosiswodjo S, Oka IN. 1997. Implementasi pengelolaan serangga secara berkelanjutan. Makalah Kongres ke V dan Simposium Entomologi. PEI Bandung. 24-26 Juni 1997.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. Insect Pathology. Academic Press, Inc. NY, New York.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *B.bassiana*. Keragaman genetik, Karakterisai Fisiologi dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Trizelia, Winarto. 2016. Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2 (2): 277-281.
- Wiyono TN. 1980. Budidaya Tanaman Gandum. PT Karya Nusantara Jakarta.

Kemampuan tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator logam berat tembaga

The ability of aquatic plants *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* as copper heavy metal phytoremediators

RONY IRAWANTO^{1,*}, FATIHAH BAROROH^{2,**}

¹ UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Surabaya-Malang Km. 65, Capang, Purwodadi, Pasuruan 67163, Jawa Timur. Tel.: +62-343-615033, *email: biory96@yahoo.com

² Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur. **email: fatihahbaroroh19@gmail.com

Manuskrip diterima: 10 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

Abstrak. Irawanto R, Baroroh F. 2017. Kemampuan tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator logam berat tembaga (Cu). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 438-445*. Pencemaran air yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berdampak pada kerusakan lingkungan terutama pada lahan budidaya pertanian. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi dapat menggunakan tumbuhan akuatik. Salah satu jenis tumbuhan akuatik yang banyak ditemukan di perairan persawahan ataupun irigasi pertanian, dan dapat tumbuh berkembang secara cepat adalah *Salvinia molesta* (kiambang) dan *Pistia stratiotes* (kayu apu). Selain itu, tumbuhan ini menurut beberapa penelitian memiliki kemampuan fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik *S. molesta* dan *P. stratiotes* sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi tembaga (Cu) dalam air tercemar limbah logam berat. Penelitian fitoremediasi dilakukan selama bulan Maret s/d Juni 2017 di Kebun Raya Purwodadi – LIPI, dengan analisa logam Cu menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Tahapan penelitian terdiri atas penentuan RFT (*Range Finding Test*) dan percobaan pada tumbuhan akuatik menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Dalam RFT dengan konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm. Diketahui *S. molesta* dapat bertahan hidup 100% hingga 15 ppm, sedangkan *P. stratiotes* hanya bertahan 70% pada 10 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Cu yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik *P. stratiotes* lebih efektif menurunkan pada konsentrasi 2 ppm, sedangkan *S. molesta* lebih efektif pada konsentrasi 5 ppm logam berat Cu.

Kata kunci: Fitoremediasi, *Pistia stratiotes* *Salvinia molesta*, tembaga

Abstract. Irawanto R, Baroroh F. 2017. The ability of aquatic plants *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* as copper heavy metal (Cu) phytoremediators. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 438-445*. Water pollution caused by human activities has an impact on environmental damage, especially on agricultural cultivation. One way to overcome environmental pollution is by phytoremediation. Phytoremediation can use aquatic plant. One type of aquatic plants that are found in irrigated rice fields or irrigation, and can grow quickly is *Salvinia molesta* (Kiambang) and *Pistia stratiotes* (Kayu apu). In addition, the plant is acting on several studies to have phytoremediation ability in improving the quality of contaminated water. This study aims to determine the ability of aquatic plants of *S. molesta* and *P. stratiotes* as phytoremediators in accumulating copper (Cu) in water contaminated with heavy metal waste. Phytoremediation research was conducted during March to June 2017 at Purwodadi Botanical Garden- LIPI, with Cu metallic analysis using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) in Soil Chemistry Laboratory of Faculty of Agriculture Universitas Brawijaya, Malang. The research stages consist of determination of RFT (*Range Finding Test*) and experiment on aquatic plants using RAL (*Complete Random Design*) with 6 treatments and 3 replications. In RFT with Cu concentration of 3, 5, 10 and 15 ppm. It is known that *S. molesta* can survive 100% to 15 ppm, whereas *P. stratiotes* only survives 70% at 10 ppm. From the results of the RFT, the concentration of Cu used is 2 and 5 ppm, so that both types can act as phytoremediator. The results of this study showed that aquatic plants of *P. stratiotes* were more effective at reducing the concentration of 2 ppm, whereas *S. molesta* was more effective at a concentration of 5 ppm Cu heavy metals.

Kata kunci: Phytoremediation, *Pistia stratiotes* *Salvinia molesta*, copper

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, seringkali diiringi oleh peningkatan jumlah limbah bahan pencemar yang masuk ke media

lingkungan. Salah satu pencemaran limbah cair yang masuk ke badan air / sungai berdampak pada budidaya pertanian. Dampak pencemaran lingkungan, secara langsung ataupun tidak langsung akan sangat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu

apabila limbah / pencemar tersebut tidak dikelola secara baik akan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, membahayakan bagi kesehatan dan kehidupan, baik manusia dan organisme yang ada didalamnya.

Salah satu sumber pencemaran adalah limbah industri, seperti industri elektroplating yang menghasilkan limbah cair yang berbahaya karena mengandung senyawa logam berat. Logam berat dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan kematian jika telah melebihi ambang batas (Putranto, 2011). Berdasarkan penelitian Sekarwati et al (2015) limbah elektroplating di Kotagede yang merupakan sentra kerajinan perak, mengandung logam berat tembaga (Cu) sebesar 84,9350 mg/L. Sedangkan baku mutu limbah cair industri elektroplating untuk tembaga yaitu 0,6 mg/L. Limbah cair tersebut mampu merembes ke dalam tanah sehingga dapat mencemari tanah, air tanah dan mengkontaminasi air sumur warga. Dengan adanya pencemaran, tidak hanya kualitas air dan tanah saja yang menurun namun juga berdampak buruk terhadap ekosistem disekitarnya.

Upaya untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Rondonuwu, 2014). Teknik fitoremediasi dipilih sebagai upaya untuk merehabilitasi lingkungan yang tercemar yang dianggap teknologi yang inovatif, ekonomis, dan relatif aman terhadap lingkungan (Sidauruk dan Patricius, 2015). Fitoremediasi merupakan bagian dari konsep teknologi alami yang memusatkan peran tumbuhan sebagai solusi penyelesaian permasalahan lingkungan, atau dikenal dengan istilah Fitoteknologi (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010). Fitoremediasi umumnya menggunakan tumbuhan akuatik dalam lahan basah buatan sebagai pengolahan perairan dari pencemaran limbah cair. Tumbuhan akuatik memiliki berbagai macam manfaat selain sebagai tanaman hias, tumbuhan akuatik juga dapat digunakan sebagai bahan kerajinan, bahan pangan, obat, dan juga dapat dimanfaatkan sebagai pembuat minyak. Secara ekologis tumbuhan akuatik bermanfaat cukup tinggi. Namun kebanyakan orang masih belum menyadari keberadaan tumbuhan akuatik di alam. Berdasarkan Irawanto (2010) menyebutkan bahwa tumbuhan akuatik dapat berperan sebagai pengelola polutan / limbah cair. Sehingga dengan adanya tumbuhan akuatik maka pencemaran perairan dapat diatasi dan kualitas air mampu dipulihkan kembali. Keberadaan tumbuhan akuatik sebagai pengolah air limbah dalam tantanan taman secara estetika dapat memberikan kesan alami dan indah dipandang, meskipun berfungsi sebagai fitoremediasi (Kusumawardani dan Irawanto, 2013). Sehingga tumbuhan akuatik dapat digunakan sebagai fitoremediator atau agen fitoremediasi. Maka pengungkapan kemampuan keanekaragaman tumbuhan akuatik sebagai fitoremediator sangat penting dalam upaya konservasi tumbuhan akuatik.

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu lembaga konservasi tumbuhan ex-situ di Indonesia, tidak diragukan lagi merupakan pilar penyelamatan jenis-jenis tumbuhan dari kepunahan. Kebun Raya Purwodadi tidak semata

tempat konservasi tumbuhan, namun juga sebagai objek pendidikan lingkungan. Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi akan dikelola, didata dan dimanfaatkan untuk tujuan konservasi, penelitian, pendidikan dan pariwisata. Saat ini Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi tumbuhan sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestarini et al. 2012), salah satu koleksi yang menarik adalah koleksi tumbuhan akuatik. Namun koleksi tumbuhan akuatik yang ada di Kebun Raya Purwodadi belum sepenuhnya diketahui kemampuannya dalam fitoremediasi.

Oleh karena itu upaya menggali potensi tumbuhan akuatik menarik untuk dilakukan, bahkan sejalan dengan tujuan konservasi di kebun raya. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik kiambang (*Salvinia molesta*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes*) sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi air tercemar limbah logam berat tembaga (Cu). Dimana hasilnya dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi pencemaran pada air irigasi tanaman budidaya pertanian. Informasi ini diharapkan akan mampu digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai potensi keanekaragaman tumbuhan akuatik maupun pengembangan konservasi tumbuhan akuatik.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juli 2017, dengan eksperimen pada rumah kaca Kebun Raya Purwodadi LIPI Jawa Timur, dan analisis kimia di Laboratorium Kimia, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian serta Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

Bahan dan alat

Bahan tumbuhan akuatik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *S. molesta* dan *P. stratiotes* kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur (Gambar 1-2), bahan lain yang digunakan antara lain: air, larutan Cu, aquades, serta bahan kimia dalam analisis laboratorium seperti HCl pekat dan HNO₃ pekat. Pengukuran logam berat tembaga (Cu) menggunakan alat AAS (*Atomic Absorbtion Spectrofotometer*).

Cara kerja

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pertama adalah percobaan RFT (Range Finding Test) dan tahap kedua adalah Fitoremediasi air tercemar Cu dengan menggunakan tumbuhan akuatik *S. molesta* dan *P. stratiotes*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sehingga terdapat 18 satuan percobaan, seperti dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur



Gambar 2. Bentuk habitus tumbuhan akuatik. A. *Salvinia molesta*, B. *Pistia stratiotes*

Tumbuhan akuatik yang berwarna hijau dan dalam keadaan segar diambil dari kolam taman akuatik Kebun Raya Purwodadi- LIPI. Kemudian diaklimatisasi pada media air selama 2 minggu agar beradaptasi dan mampu meregenerasi. RFT dilakukan untuk menentukan konsentrasi berapa tumbuhan mampu hidup dan tidak terjadi kerusakan yang fatal pada organ tumbuhan tersebut.

RFT dilakukan secara duplo selama seminggu pada beberapa konsentrasi pencemar Cu yaitu: 3, 5, 10, dan 15 ppm. Pembuatan larutan pencemar logam berat timbal (Cu) dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian – UB menggunakan senyawa $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$. RFT pada tumbuhan akuatik menggunakan wadah gelas plastik yang berisi 250 ml larutan dengan berat tumbuhan 5 g.

Table 1. Rancangan percobaan dengan kode perlakuannya

Kode percobaan	Perlakuan tumbuhan	Konsentrasi logam berat tembaga (Cu)
T0K1	Tanpa tumbuhan akuatik	2 ppm
T0K2	Tanpa tumbuhan akuatik	5 ppm
T1K1	<i>Salvinia molesta</i>	2 ppm
T1K2	<i>Salvinia molesta</i>	5 ppm
T2K1	<i>Pistia stratiotes</i>	2 ppm
T2K2	<i>Pistia stratiotes</i>	5 ppm

Keterangan: ppm (part per milion) atau mg/L.

Hasil RFT yang telah dilakukan diambil dua konsentrasi untuk percobaan fitoremedasi. Tahap fitoremediasi ini menggunakan 3 kali ulangan. Tahap ini menggunakan wadah plastik kapasitas 5 Liter dengan tumbuhan seberat 75 g untuk tiap satuan percobaan. Perlakuan Fitoremediasi selama 14 hari dengan pengamatan selama 2 hari sekali. Pengamatan berupa perubahan morfologi tumbuhan seperti warna daun, layu dan kering. Pada tahap akhir percobaan dilakukan penimbangan biomassa tumbuhan berupa berat basah dan berat kering.

Analisis data

Pengukuran logam berat tembaga (Cu) pada air dengan mengambil sampel sebanyak 50 mL dan sampel tumbuhan akuatik sebanyak 5 g berat kering. Sampel air maupun tumbuhan akuatik diuji menggunakan AAS. Data-data yang telah diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai deskripsi tumbuhan akuatik yang digunakan, hasil percobaan awal berupa RFT dan penelitian utama fitoremediasi air tercemar logam Cu.

Deskripsi tumbuhan akuatik Kebun Raya Purwodadi

Kebun Raya Purwodadi memiliki areal seluas 845.148 m² yang terbagi menjadi 25 vak dan dua wilayah, masing-masing wilayah dibagi menjadi tiga lingkungan (Sugiarto, 2001). Dalam satu vak tanaman bisa terdiri dari beberapa famili, namun satu famili juga bisa menempati beberapa vak. Hal ini tergantung dari jumlah individu dalam satu famili tersebut. Pengaturan penanaman dalam vak didasarkan atas kekerabatan famili (Laksono, 2008). Sedangkan koleksi tumbuhan akuatik, tersebar pada 9 kolam penampungan air yang berasal dari air drainase di Kebun Raya Purwodadi dengan 5 titik inlet dan 5 titik outlet. Kolam yang memiliki koleksi tumbuhan akuatik dominan ada pada 4 lokasi, yaitu: kolam Vak I.D., kolam Vak III.B., kolam Vak XIV.G. dan kolam Vak XII.G, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum tumbuhan akuatik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: (i) Mengapung (*floating*) dimana seluruh bagian tumbuhan atau sebagian (daun) mengapung pada permukaan air, (ii) Muncul (*emerged*) dimana

tumbuhan muncul di atas permukaan air namun akarnya berada dalam sedimen, dan (iii) Tenggelam (*submerged*) dimana seluruh tumbuhan berada di dalam air (Tanaka et al. 2011). Menurut Irawanto (2009) terdapat 34 jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Kebun Raya Purwodadi dan berpotensi sebagai tanaman hias, sumber pangan, obat dan kerajinan. Seiring waktu terjadi perubahan koleksi tumbuhan akuatik menjadi 15 jenis (Irawanto, 2013). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan selama 2016, terdapat 20 jenis tumbuhan akuatik, dimana beberapa jenis mampu beradaptasi dan menurut literatur berpotensi dalam fitoremediasi (Baroroh dan Irawanto 2016). Bentuk tumbuhan akuatik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* (kiambang)

Jenis *S. molesta* merupakan salah satu tumbuhan akuatik yang mengapung di permukaan air (*floating*). Jenis ini dapat hidup di daerah tropis, sub tropis dan daerah bertemperatur hangat di seluruh dunia. Umumnya banyak dijumpai di sawah, sungai dan saluran air (Tjahaja et al. 2006). Jenis ini merupakan gulma air yang memiliki karakteristik laju perkembangbiakan sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan (Yuliani et al. 2013).

Kiambang merupakan nama daerah jenis ini, berbentuk kecil, lonjong, memiliki daun di sepanjang batang, memiliki batang yang bercabang tumbuh mendatar, berbuku-buku, ditumbuhi bulu dan panjangnya dapat mencapai 30 cm. Pada setiap buku terdapat sepasang daun yang mengapung dan sebuah daun yang tenggelam. Daun yang mengapung berbentuk oval, dengan panjang tidak lebih dari 3 cm, tangkai pendek ditutupi banyak bulu yang berguna untuk menolak air dan berwarna hijau. Daun yang tenggelam memiliki bentuk seperti akar, menggantung dengan panjang mencapai 8 cm, berbelah serta terbagi-bagi dan berbulu halus. Daun yang mirip akar ini sebenarnya daun yang berubah bentuk dan mempunyai fungsi sebagai akar. Kiambang tidak memiliki bunga sehingga perkembangannya hanya dengan cara vegetatif. Jenis ini banyak tumbuh pada perairan yang tenang (Donaldson and Dawn, 2003).

Tumbuhan akuatik *Pistia stratiotes* (kayu apu)

Jenis *P. stratiotes* merupakan salah satu tumbuhan akuatik yang mengapung di permukaan air (*floating*). Jenis ini biasanya hidup di daerah tropis, sub tropis dan daerah yang bertemperatur hangat di seluruh dunia. Di Indonesia jenis ini mudah ditemui di sawah, danau, telaga dan rawa-rawa dengan air yang mengalir tenang (Nurfritri dan Indah, 2010). Jenis ini dikenal sebagai tumbuhan liar. Perkembangbiakannya tergolong cepat dan banyak, sehingga melimpah jumlahnya di lingkungan perairan (Raras et al. 2015).

Kayu apu merupakan nama daerah jenis ini. Panjang daun kayu apu dapat mencapai 14 cm dan tidak memiliki batang. Lebar daun antara 5-14 cm dan jarak antar nodusnya 0,1-0,5 cm sehingga membuat susunan daun kayu apu terdapat pada tiap bagian rosetnya. Daunnya berwarna hijau, dengan tulang daun sejajar, tepi daunnya

bergelombang dan ditutupi bulu-bulu pendek yang membentuk struktur keranjang dan membantu dalam menjerat gelembung udara serta meningkatkan daya apung tanaman (Dipu et al. 2010).

Range Finding Test (RFT)

Hasil RFT menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm, dapat dilihat pada Tabel 2. Hanya pada konsentrasi 15 ppm akar tumbuhan terlihat putus. Berdasarkan penelitian menyebutkan bahwa tanaman *S. molesta* mampu bertahan hidup pada konsentrasi logam berat Cu sebesar 20 ppm dengan persentase penyerapan logam berat Cu sebesar 90-94% (Yulianti et al. 2013).

Hasil RFT pada tumbuhan akuatik *P. stratiotes* dapat dilihat pada Tabel 3. Tumbuhan *P. stratiotes* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi 3 ppm, pada konsentrasi 5 ppm mulai terjadi kerusakan berupa daun menguning pada ujung daun, pada konsentrasi 10 ppm kerusakan lebih parah yaitu daun kering dan kuning. Sedangkan pada konsentrasi 15 ppm terlihat mengalami kerusakan yang sangat parah yaitu daun menguning dan membusuk dengan persentase kerusakan sebesar 60%.

Berdasarkan hasil RFT pada tumbuhan *S. molesta* dan *P. stratiotes*, maka didapatkan konsentrasi logam berat tembaga (Cu) yang akan digunakan pada penelitian fitoremediasi adalah konsentrasi rendah sebesar 2 ppm dan konsentrasi tinggi yaitu 5 ppm karena pada konsentrasi tersebut kedua jenis mampu tumbuh dengan baik.

Table 2. Hasil pengamatan RFT tumbuhan akuatik *Salvinia molesta*

Konsentrasi Cu	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	Keterangan	Prosentase
3 ppm	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
5 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
10 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
15 ppm	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar tidak putus	Tanaman hidup	100
	Daun hijau segar akar tidak putus	Daun hijau segar akar putus	Tanaman hidup	90

Table 3. Hasil pengamatan RFT tumbuhan akuatik *Pistia stratiotes*

Konsentrasi Cu	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	Keterangan	Prosentase
3 ppm	Tanaman hijau segar	Tanaman hijau segar	Tanaman hidup	100
	Tanaman hijau segar	Tanaman hijau segar	Tanaman hidup	100
5 ppm	Tanaman hijau segar	Sedikit kuning di tepi	Tanaman hidup	90
	Tanaman hijau segar	Sedikit kuning di tepi	Tanaman hidup	90
10 ppm	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering di tepi	Tanaman hidup	70
	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering di tepi	Tanaman hidup	70
15 ppm	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering hampir keseluruhan daun	Tanaman hidup	60
	Tanaman hijau segar	Kuning dan kering hampir keseluruhan daun	Tanaman hidup	60

Table 4. Hasil pengamatan tumbuhan akuatik setelah perlakuan fitoremediasi

Kode percobaan	7 HST						14 HST					
	Daun		Akar		Daun		Akar		Daun		Akar	
	Baru	Coklat	Kuning	Kering	Mati	Putus	Baru	Coklat	Kuning	Kering	Mati	Putus
T1K1 (U1)	√						√					
T1K1 (U2)	√						√					
T1K1 (U3)	√	√					√	√				
T1K2 (U1)	√	√					√	√				
T1K2 (U2)	√						√					
T1K2 (U3)	√						√					
T2K1 (U1)			√	√					√			
T2K1 (U2)			√	√					√			
T2K1 (U3)				√						√		
T2K2 (U1)			√	√	√	√			√	√	√	√
T2K2 (U2)			√	√					√	√		
T2K2 (U3)			√	√		√			√	√		√

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan.

Fitoremediasi air tercemar Cu oleh tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*

Hasil pengamatan perubahan morfologi tumbuhan akuatik setelah perlakuan fitoremediasi disajikan dalam Tabel 4. Secara fisik tumbuhan diamati untuk mengetahui dampak yang timbul setelah tumbuhan akuatik terpapar logam Cu selama 14 hari. Berdasarkan pengamatan terlihat bahwa *S. molesta* (T1) baik pada konsentrasi 2 ppm (T1K1) dan 5 ppm (T1K2) pada 7 dan 14 hari terlihat adanya daun baru yang tumbuh. Hal ini menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dengan baik walau pada kondisi tercemar Cu. Namun *S. molesta* pada satuan percobaan T1K1 ulangan 3 dan T1K2 ulangan 1 menunjukkan ada beberapa daun yang berwarna coklat. Perubahan daun *S. molesta* dari hijau menjadi coklat pada ujung tumbuhan menandakan daun mati dan pada ujung yang lain tumbuh daun baru. Hal ini menunjukkan bahwa *S. molesta* mampu tumbuh dan meregenerasi bagian tubuh yang telah mati walaupun pada kondisi air yang tercemar Cu. Perubahan yang terlihat pada ukuran daun yang makin membesar, walaupun sebagian daun terlihat menghitam, selain itu banyak tumbuh anakan baru. Hal tersebut dapat terjadi karena suhu dan lingkungan media tanaman masih memungkinkan untuk berkembangbiak yaitu pada suhu rata-rata 26,75°C. Rahmansyah (2009) mengemukakan bahwa *S. molesta* memiliki tingkat survival yang tinggi pada media yang terkontaminasi.

Sedangkan untuk *P. stratiotes* (T2) menunjukkan adanya daun kuning pada setiap satuan percobaan kecuali perlakuan T2K1 ulangan 3. Terdapat juga beberapa daun yang kering pada semua perlakuan baik pada 7 maupun 14 hari. Selain itu terlihat adanya daun mati yang telah terlepas dari tumbuhan. Pada perlakuan T2K2 ulangan 1 dan ulangan 3 juga terlihat bahwa akar-akar tanaman putus. Hal ini menunjukkan bahwa *P. stratiotes* tidak mampu tumbuh dan beradaptasi dengan baik dalam lingkungan yang tercemar. Semakin tinggi konsentrasi logam Cu dalam air maka *P. stratiotes* semakin tidak mampu bertahan hidup pada air tersebut ditunjukkan dengan adanya kerusakan berupa daun kuning, daun kering dan daun mati. Rosidah et al. (2014) menjelaskan bahwa pertumbuhan akar dan warna daun umumnya menjadi patokan respon fisiologis tumbuhan akibat cekaman logam karena berhubungan erat dengan terganggunya aktivitas dalam sel dan metabolisme tumbuhan. Cekaman mineral umumnya mengakibatkan daun mengalami klorosis ataupun nekrosis.

Perubahan biomassa dan laju penyerapan tumbuhan akuatik

Perubahan biomassa tumbuhan menunjukkan kemampuan adaptasi tumbuhan tersebut terhadap cemaran logam berat Cu yang ada pada media air. Setelah perlakuan selama 14 hari kedua tumbuhan akuatik mengalami perubahan berat biomassa tanaman ditunjukkan pada Tabel 5. Tumbuhan *S. molesta* pada konsentrasi 2 ppm mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 4 g. Sedangkan pada konsentrasi 5 ppm juga mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 2,67 g. Menurut Supriyantini dan Nirwani (2015) mengemukakan bahwa tumbuhan dapat melakukan alokasi dan menurunkan kadar

toksistas logam berat dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran dengan menyimpan air dalam jaringan, khususnya daun, sehingga mengakibatkan terjadinya penebalan pada daun, yang diindikasikan dengan peningkatan berat biomassa.

Pada tumbuhan *P. stratiotes* konsentrasi 2 ppm juga mengalami peningkatan berat biomassa sebesar 3,67 g. Sedangkan pada konsentrasi 5 ppm mengalami penurunan berat biomassa yang cukup banyak yaitu sebesar 16,33 g. Hal ini dikarenakan tanaman *P. stratiotes* pada konsentrasi 5 ppm daun tanaman mengalami klorosis dan nekrosis kemudian daun menjadi busuk dan mati serta akhirnya mengalami kerontokan dalam jumlah yang besar pada saat akhir penelitian sehingga mengurangi berat biomassa. Penelitian yang telah dilakukan oleh Vesely et al. (2012) bahwa ketika tumbuhan *P. stratiotes* terkena paparan logam berat maka akan mengakibatkan penurunan produksi biomassa pada bobot kering.

Nilai laju penyerapan logam berat Cu per hari didapatkan dari nilai berat kering tumbuhan, kandungan Cu dalam tumbuhan serta waktu kontak dengan Cu selama 14 hari. *S. molesta* konsentrasi 2 ppm dengan kandungan logam dalam tumbuhan sebesar 2,15 ppm sehingga penyerapan logam per hari sebesar 0,15 ppm perhari. Pada konsentrasi 5 ppm laju penyerapan logam per hari paling tinggi sebesar 0,16. Sedangkan *P. stratiotes* baik konsentrasi 2 dan 5 ppm yang terserap sedikit. Hal ini diduga karena tumbuhan mengalami kerusakan sehingga penyerapannya kurang maksimal. Kedua konsentrasi pada *P. stratiotes* didapatkan laju penyerapan logam per hari sebesar 0,15 ppm. Berdasarkan hasil ANOVA pengamatan berat basah maupun berat kering kedua tumbuhan menunjukkan perbedaan yang nyata.

Konsentrasi Cu dalam air dan akumulasi Cu pada tumbuhan akuatik

Hasil analisis Cu pada air dan tumbuhan akuatik dapat dilihat pada Tabel 6. Pada perlakuan kontrol yaitu T0K1 dan T0K2 menunjukkan nilai Cu pada air masih tinggi yaitu 1,35 ppm dan 3,85 ppm. Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu air sesuai Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/MENKES/IX/1990 tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, untuk tembaga yaitu sebesar 1 ppm.

Sedangkan pada konsentrasi 2 ppm dengan tumbuhan *S. molesta* (T1K1) menunjukkan kandungan Cu sangat sedikit yaitu sebesar 0,074 ppm dan pada tumbuhan *P. stratiotes* (T2K1) sebesar 0,1 ppm. Perlakuan konsentrasi 5 ppm pada tumbuhan *S. molesta* (T1K2) menunjukkan kandungan Cu di air sebesar 0,2 ppm sedangkan pada tumbuhan *P. stratiotes* menunjukkan nilai sebesar 0,488 ppm. Dari Tabel 6 diketahui bahwa nilai kandungan logam Cu dalam air setelah fitoremediasi pada tumbuhan *S. molesta* lebih rendah dibandingkan pada tumbuhan *P. stratiotes*. Pada air setelah proses fitoremediasi menunjukkan nilai Cu yaitu 0,074 ppm, 0,2 ppm, 0,1 ppm dan 0,488 ppm yang semuanya masih berada dibawah ambang batas baku mutu air sehingga air tersebut dapat dipergunakan. Berdasarkan ANOVA kandungan logam berat Cu pada air setelah fitoremediasi menunjukkan perbedaan secara nyata.

Table 5. Perubahan biomassa dan laju penyerapan tumbuhan akuatik terhadap Cu

Jenis tumbuhan akuatik	Konsentrasi Cu	Berat basah (g)	Berat kering (g)	Kandungan Cu (mg/kg)	Laju penyerapan (mg/kg/hari)
<i>Salvinia molesta</i>	2 ppm	79,00	0,176	2,15	0,15
	5 ppm	77,67	0,078	2,28	0,16
<i>Pistia stratiotes</i>	2 ppm	78,67	0,065	2,16	0,15
	5 ppm	58,67	0,083	2,09	0,15

Table 6. Konsentrasi Cu dalam Air dan Akumulasi Cu dalam tumbuhan akuatik

Kode	Konsentrasi Cu di air				Akumulasi Cu di tumbuhan				Total Cu
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	
T0K1	1,479	0,941	1,659	1,360	-	-	-	-	1,36
T0K2	2,824	4,332	4,424	3,860	-	-	-	-	3,86
T1K1	0,089	0,060	0,073	0,074	1,815	2,278	2,398	2,164	2,24
T1K2	0,190	0,193	0,218	0,200	2,862	2,437	1,575	2,291	2,49
T2K1	0,101	0,089	0,111	0,100	1,808	2,587	2,117	2,170	2,27
T2K2	0,544	0,427	0,494	0,488	1,909	2,762	1,649	2,106	2,59

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan

Table 7. Nilai kandungan logam berat Cu pada akar dan tajuk tumbuhan akuatik

Perlakuan	Cu pada tajuk	Cu pada akar	Cu pada tumbuhan	Faktor translokasi
T1K1	0,97	1,18	2,15	0,82
T1K2	1,02	1,26	2,28	0,81
T2K1	0,91	1,25	2,16	0,72
T2K2	0,92	1,17	2,09	0,78

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa *S. molesta* dan *P. stratiotes* mampu menyerap dan mengakumulasi logam Cu pada tajuk dan akar tumbuhan, seperti dalam Tabel 7. Pada *S. molesta* dengan konsentrasi 2 ppm (T1K1) mampu menyerap logam berat Cu sebesar 0,97 ppm pada tajuk dan 1,18 ppm pada akar. Pada *S. molesta* konsentrasi 5 ppm (T1K2) menunjukkan akumulasi logam berat tertinggi baik di akar maupun di daun yaitu sebesar 1,02 ppm dan 2,28 ppm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan T1K2 memiliki konsentrasi Cu yang tinggi pada air dibanding perlakuan T1K1. Semakin tinggi konsentrasi logam berat pada air maka penyerapan logam berat oleh tumbuhan akan semakin tinggi pula. Menurut Indrasti et al. (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat salah satunya ialah konsentrasi logam berat, semakin tinggi konsentrasi logam, maka akan semakin banyak logam yang dapat diserap tumbuhan.

Sedangkan pada *P. stratiotes* konsentrasi 2 ppm (T2K1) mengakumulasi logam Cu pada tajuk dan akar sebesar 0,91 ppm dan 1,25 ppm dan pada konsentrasi 5 ppm adalah sebesar 0,92 ppm dan 1,17 ppm. Akumulasi logam Cu di akar lebih tinggi pada perlakuan T2K2 sedangkan pada akar lebih besar pada perlakuan T2K1 hal ini dikarenakan pada perlakuan T2K1 terlihat akar-akar tumbuhan banyak

yang lepas sehingga mempengaruhi penyerapan logam Cu oleh akar. Apabila dijumlahkan akumulasi logam pada akar dan tajuk terlihat bahwa pada konsentrasi 2 ppm yang paling banyak mengakumulasi Cu adalah *P. stratiotes*. Sedangkan konsentrasi 5 ppm yang paling tinggi mengakumulasi Cu adalah *S. molesta*. Hal ini dikarenakan pada *P. stratiotes* mengalami kerusakan baik di akar maupun di tajuknya. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cu pada akar maupun tajuk menunjukkan perbedaan secara nyata.

KESIMPULAN

Dalam RFT dengan konsentrasi logam Cu sebesar 3, 5, 10 dan 15 ppm. Diketahui *S. molesta* dapat bertahan hidup 100% hingga 15 ppm, sedangkan *P. stratiotes* hanya bertahan 70% pada 10 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Cu yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik *P. stratiotes* efektif menurunkan logam berat Cu pada konsentrasi logam Cu sebesar 2 ppm. Sedangkan konsentrasi logam Cu sebesar 5 ppm pada tanaman akuatik *S. molesta* lebih efektif menurunkan logam berat Cu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia atas kesempatannya, juga kepada mahasiswa sepenelitian (Anjar, Lia dan Sari) dan tenaga teknis (Mas Pur dan Mas Ngaderi) atas bantuannya dalam penelitian. Tak lupa pula pada skema In-Garden Riset KRP-LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroroh F, Irawanto R. 2016. Seleksi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biologi Universitas Negeri Malang, Malang
- Dipu S, Anju A, Kumar V, Thanga SG. 2010. Phytoremediation of Dairy Effluent by Constructed Wetland Technology Using Wetland Macrophytes. *Global Journal of Environmental Research* 4 (2): 90-100.
- Donaldson S, Dawn R. 2003. Identification and Management of Giant Salvinia (*Salvinia molesta*). University of Nevada Cooperative Extension fact sheet 02-69
- Indrasti NS, Bahaudin, Suprihatin, Novita A. 2006. Penyerapan logam Pb dan Cd oleh eceng gondok: pengaruh konsentrasi logam dan lama waktu kontak. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16 (1): 44-50.
- Irawanto R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV – ITS Surabaya: 228-238.
- Irawanto R. 2010. Fitoremediasi lingkungan dalam Taman Bali. *Jurnal Lokal Wisdom* 2 (4): 29-35.
- Irawanto R. 2013. Pemetaan Hidrofit dan Potensi Fitoremediator Koleksi Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah – ITS. Surabaya: G11-G20.
- Kusumawardani Y, Irawanto R. 2013. Study of Plants Selection in Wastewater Garden for Domestic Wastewater Treatment. Prosiding International Conference of Basic Science, Universitas Brawijaya, Malang.
- Laksono RA. 2008. Analisis Spasial Kerapatan Koleksi di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas II Biologi Universitas Airlangga, Surabaya.
- Lestari W, Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, Fiqo AP. 2012. An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden. Purwodadi Botanic Garden. Pasuruan.
- Mangkoedihardjo S, Ganjar S. 2010. Fitoteknologi Terapan. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nurfitri A, Rachmatiah I. 2010. Pengaruh kerapatan tanaman kiapu (*Pistia stratiotes* L) terhadap serapan logam Cu pada air. *Jurnal Teknik Lingkungan* 16 (1): 42-51.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Putranto TT. 2011. Pencemaran logam berat merkuri (Hg) pada air tanah. *Jurnal Teknik* 32 (1): 62-71.
- Raras DP, Y B, Alimuddin. 2015. Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu dan Pb) pada Tanaman Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) dengan Menggunakan Variasi Waktu. Prosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Rondonuwu SB. 2014. Fitoremediasi limbah merkuri menggunakan tanaman dan sistem reaktor. *Jurnal Ilmiah Sains* 14 (1): 52-59.
- Rosidah S, Anggraito YU, Pukan KK. 2014. Uji toleransi tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap cekaman kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada kultur cair. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* 37 (1): 7-15.
- Sekarwat N, Bardi M, Sunarto. 2015. Dampak logam berat Cu (tembaga) dan Ag (perak) pada limbah cair industri perak terhadap kualitas air sumur dan kesehatan masyarakat serta upaya pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Ekosains* 7 (1): 64-76.
- Sidauruk L, Patricius S. 2015. Fitoremediasi lahan tercemar di kawasan industri medan dengan tanaman hias. *Jurnal Pertanian Tropik* 2 (2): 178-186.
- Soegiarto KA. 2001. Kebun Raya Purwodadi: 30 Januari 1941- 30 Januari 2001. Kebun Raya Purwodadi. Pasuruan.
- Supriyantini E, Nirwani S. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* 18 (2): 98-106.
- Tanaka N, Ng WJ, Jinadasa KBSN. 2011. Wetlands For Tropical Applications: Wastewater Treatment by Constructed Wetlands. Imperial College Press. London.
- Tjahaja PI, Suhulman, Sukmabuana P, Ruchija. 2006. Fitoremediasi Lingkungan Perairan Tawar: Penyerapan Radiosesium oleh Kiambang (*Salvinia molesta*). *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* 7 (1): 83-95.
- Vesely T, Neuberg M, Trakal L, Szakova J, Tlustoa P. 2012. Water lettuce *Pistia stratiotes* L. response to lead toxicity. *Water Air Soil Poll* 223 (4): 1847-1859.
- Yuliani DE, Saibun S, Teguh W. 2013. Analisis kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) untuk menurunkan konsentrasi ion logam Cu (II) pada media tumbuh air. *Jurnal Kimia Mulawarman* 10 (2): 68-73.

Kemampuan tumbuhan akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb)

The ability of aquatic plants *Lemna minor* and *Ceratophyllum demersum* as lead heavy metal (Pb) phyto-remediator

RONY IRAWANTO^{1,*}, ANJAR ARIS MUNANDAR^{2,**}

¹UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Surabaya-Malang Km. 65, Capang, Purwodadi, Pasuruan 67163, Jawa Timur. Tel.: +62-343-615033, *email: biory96@yahoo.com

²Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur. **email: anjaram33@gmail.com

Manuskrip diterima: 10 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

Abstrak. Irawanto R, Munandar AA. 2017. Kemampuan tumbuhan akuatik *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum* sebagai fitoremediator logam berat timbal (Pb). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 446-452. Pencemaran air yang diakibatkan oleh aktivitas manusia berdampak pada kerusakan lingkungan terutama pada lahan budidaya pertanian. Salah satu cara untuk mengatasi pencemaran lingkungan adalah dengan Fitoremediasi. Fitoremediasi dapat menggunakan tumbuhan akuatik. Salah satu jenis tumbuhan akuatik yang banyak ditemukan di perairan terbuka ataupun irigasi pertanian, dan dapat tumbuh berkembang secara cepat adalah *Lemna minor* (mata ikan) dan *Ceratophyllum demersum* (ganggang air). Selain itu, tumbuhan ini menurut beberapa penelitian memiliki kemampuan fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C. demersum* sebagai fitoremediator dalam mengakumulasi timbal (Pb) dalam air tercemar limbah logam berat. Penelitian fitoremediasi dilakukan selama bulan Maret s.d. Juni 2017 di Kebun Raya Purwodadi, LIPI, dengan analisa logam Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) di Laboratorium Kimia, FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Tahapan penelitian terdiri atas penentuan RFT (*Range Finding Test*) dan percobaan pada tumbuhan akuatik menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Dalam RFT dengan konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Diketahui *L. minor* dapat bertahan hidup hingga 20 ppm, sedangkan *C. demersum* hanya bertahan pada 5 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Pb yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik efektif menurunkan kandungan logam berat Pb hingga 81,1 % pada *C. demersum* dan 75,5% pada *L. minor*.

Kata kunci: Fitoremediasi, timbal, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*

Abstract. Irawanto R, Munandar AA. 2017. Capability of minor aquatic plants *Lemna minor* and *Ceratophyllum demersum* as lead heavy metal phyto-remediator (Pb). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 446-452. Water pollution caused by human activities has an impact on environmental damage, especially on agricultural cultivation. One way to overcome environmental pollution is by phytoremediation. Phytoremediation can use aquatic plants. Some species of aquatic plants found in open water or agricultural irrigation, and can grow quickly is *Lemna minor* (mata ikan) and *Ceratophyllum demersum* (ganggang air). In addition, the plant is acting on several studies to have phytoremediation ability in improving the quality of contaminated water. This study aims to determine the ability of minor aquatic plants *L. minor* and *C. demersum* as phyto-remediator in accumulating lead (Pb) in water contaminated heavy metal waste. Phytoremediation research was conducted during March to June 2017 at Purwodadi Botanical Garden, LIPI, with Pb metal analysis using AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) in Chemistry Laboratory of FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, East Java. The research stages consist of determination of RFT (*Range Finding Test*) and experiment on aquatic plants using RAL (*Complete Random Design*) with 6 treatments and 3 replications. In RFT with Pb metal concentrations of 5, 10, 15 and 20 ppm. *L. minor* is known to survive up to 20 ppm, while *C. demersum* only lasts at 5 ppm. From the results of the RFT, the concentration of Pb used is 2 and 5 ppm, so that both types can act as phyto-remediator. The results of this study showed that aquatic plants effectively decreased the heavy metal content of Pb up to 81.1% in *C. demersum* and 75.5% in *L. minor*.

Keywords: Phytoremediation, lead, *Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*

PENDAHULUAN

Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan, seringkali diiringi oleh peningkatan jumlah limbah bahan pencemar yang masuk ke media lingkungan. Menurut Adack (2013), rusaknya lingkungan

akibat limbah industri yang berdampak buruk terhadap kehidupan ekosistem yang berada di perairan dan juga mengancam kesehatan manusia. Selain itu, air yang sudah tercemar dan dimanfaatkan oleh manusia untuk irigasi pertanian berdampak pada kualitas dan kuantitas hasil pertanian itu sendiri. Dampak pencemaran lingkungan,

secara langsung ataupun tidak langsung akan sangat mempengaruhi kesehatan tubuh manusia. Oleh karena itu apabila limbah/pencemar tersebut tidak dikelola secara baik akan menimbulkan gangguan terhadap lingkungan, membahayakan bagi kesehatan dan kehidupan, baik manusia dan organisme yang ada didalamnya.

Salah satu sumber pencemaran adalah timbunan TPA, yang menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa logam berat. Menurut Widyasari et al. (2013) kadar Pb rata-rata pada sampel tanah di TPA Pakusari, Kabupaten Jember yaitu 7,174 ppm, dan rata-rata kadar Pb pada air sumur monitoring yaitu 0,152 ppm. Pb merupakan salah satu logam berat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup. Kadar Pb pada air sumur monitoring melebihi Permen kesehatan No. 492 tahun 2010 untuk air bersih dan air minum yaitu sebesar 0,01 ppm dimana air tersebut masih digunakan oleh masyarakat untuk aktifitas sehari-hari, dan di sebelah TPA Pakusari terdapat daerah pertanian. Adanya pencemaran tersebut sangat berbahaya karena berdampak pada kesehatan masyarakat. Menurut Gusnita (2012) efek yang ditimbulkan oleh Pb pada manusia berupa kemunduran IQ. Selain itu, Pb juga berbahaya karena mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah.

Sesuai Permen Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 bahwa Pb (timbal) pada limbah industri memiliki ambang batas 1 ppm, dan Permen Kesehatan No 492 Tahun 2010 sebesar 0,01 ppm. Kandungan Pb dalam tubuh manusia berdampak serius dan dapat merusak fungsi organ. Kandungan logam berat Pb pada tanah dan air dapat dikurangi dan dinetralisir dengan cara fitoremediasi. Teknik fitoremediasi dipilih sebagai upaya untuk memulihkan kualitas lingkungan yang tercemar dengan teknologi alami yang praktis, ekonomis, dan ramah lingkungan. Fitoremediasi merupakan bagian dari konsep teknologi alami yang memusatkan peran tumbuhan sebagai solusi penyelesaian permasalahan lingkungan, atau dikenal dengan istilah Fitoteknologi. Fitoremediasi umumnya menggunakan tumbuhan akuatik dalam lahan basah buatan sebagai pengolahan perairan dari pencemaran limbah cair. Tumbuhan akuatik memiliki berbagai macam manfaat di alam. Namun kebanyakan orang masih belum menyadari peranannya.

Berdasarkan Irawanto (2010) menyebutkan bahwa tumbuhan akuatik dapat berperan sebagai pengelola polutan / limbah cair. Menurut Lestari (2013), menyatakan bahwa tumbuhan akuatik secara umum memiliki kemampuan menetralsir komponen tertentu sehingga sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah cair. Salah satu contoh tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi adalah *Lemna minor* dan *Ceratophyllum demersum*. Safarrida et al. (2015), menyatakan bahwa *L. minor* dapat bertahan pada hingga konsentrasi 4 ppm logam kromium dan cukup efektif dalam penyerapan. *L. minor* sangat cocok untuk pengujian toksisitas dan remediasi karena ukurannya yang kecil, pertumbuhan yang cepat, struktur internal sederhana, dan toleransi terhadap kondisi lingkungan seperti pH dan suhu (Kara et al. 2003). Begitu juga dengan Kastratović et al. (2014) menyatakan bahwa *C. demersum* dapat menyerap beberapa jenis logam

seperti Mn, Cd, Cr, Zn dan Cu. Sehingga dengan adanya tumbuhan akuatik maka pencemaran perairan dapat diatasi dan kualitas air mampu dipulihkan kembali. Keberadaan tumbuhan akuatik sebagai pengolah air limbah dalam tanaman taman secara estetika dapat memberikan kesan alami dan indah dipandang, meskipun berfungsi sebagai fitoremediasi (Kusumawardani dan Irawanto 2013). Sehingga tumbuhan akuatik dapat digunakan sebagai fitoremediasi atau agen fitoremediasi. Maka pengungkapan kemampuan keanekaragaman tumbuhan akuatik sebagai fitoremediasi sangat penting dalam upaya konservasi tumbuhan akuatik.

Kebun Raya Purwodadi merupakan salah satu lembaga konservasi tumbuhan ex-situ di Indonesia, tidak diragukan lagi merupakan pilar penyelamatan jenis-jenis tumbuhan dari kepunahan. Kebun Raya Purwodadi tidak semata tempat konservasi tumbuhan, namun juga sebagai objek pendidikan lingkungan. Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi akan dikelola, didata dan dimanfaatkan untuk tujuan konservasi, penelitian, pendidikan dan pariwisata. Saat ini Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi tumbuhan sejumlah 11.748 spesimen, 1.925 jenis, 928 marga dan 175 suku (Lestari et al 2012), salah satu koleksi yang menarik adalah koleksi tumbuhan akuatik. Namun koleksi tumbuhan akuatik yang ada di Kebun Raya Purwodadi belum sepenuhnya diketahui kemampuannya dalam fitoremediasi.

Oleh karena itu upaya menggali potensi tumbuhan akuatik menarik untuk dilakukan, bahkan sejalan dengan tujuan konservasi di kebun raya. Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan akuatik mata ikan (*Lemna minor*) dan ganggang air (*Ceratophyllum demersum*) sebagai fitoremediasi dalam mengakumulasi air tercemar limbah logam berat timbal (Pb). Dimana hasilnya dapat digunakan sebagai upaya dalam mengurangi pencemaran pada air irigasi tanaman budidaya pertanian. Informasi ini diharapkan akan mampu digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya serta menambah khasanah ilmu pengetahuan mengenai potensi keanekaragaman tumbuhan akuatik maupun pengembangan konservasi tumbuhan akuatik.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai Juli 2017, dengan eksperimen pada rumah kaca Kebun Raya Purwodadi LIPI, Jawa Timur dan analisis kimia di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C. demersum* (Gambar 2) yang diperoleh dari Kolam Tumbuhan Akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur (Gambar 1), diperlukan pula air, larutan Pb, aquades, serta bahan kimia dalam analisis laboratorium seperti HCl, H₂SO₄ dan HNO₃ pekat. Pengukuran logam berat timbal (Pb) menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Procedures

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap yaitu tahap pertama adalah percobaan RFT (Range Finding Test) dan tahap kedua adalah Fitoremediasi air tercemar Pb dengan menggunakan tumbuhan akuatik *L. minor* dan *C.*

demersum. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan menggunakan 6 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sehingga terdapat 18 satuan percobaan, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi kolam tumbuhan akuatik di Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan, Jawa Timur



A



B

Gambar 2. Bentuk habitus tumbuhan akuatik. A. *Lemna minor*, B. *Ceratophyllum demersum*

Table 1. Rancangan percobaan dengan kode perlakuannya

Kode percobaan	Perlakuan tumbuhan	Konsentrasi logam berat timbal (Pb)
A1	<i>Lemna minor</i>	2 ppm
A2	<i>Ceratophyllum demersum</i>	2 ppm
A3	<i>Lemna minor</i>	5 ppm
A4	<i>Ceratophyllum demersum</i>	5 ppm
A5	Tanpa tumbuhan akuatik (kontrol)	2 ppm
A6	Tanpa tumbuhan akuatik (kontrol)	5 ppm

Keterangan: ppm (part per milion) atau mg/L.

Tumbuhan akuatik yang berwarna hijau dan dalam keadaan segar diambil dari kolam taman akuatik Kebun Raya Purwodadi, LIPI. Kemudian diaklimatisasi pada media air selama 2 minggu agar beradaptasi dan mampu meregenerasi. RFT dilakukan untuk menentukan konsentrasi berapa tumbuhan mampu hidup dan tidak terjadi kerusakan yang fatal pada organ tumbuhan tersebut. RFT dilakukan secara duplo selama seminggu pada beberapa konsentrasi pencemar Pb yaitu: 5, 10, 15, dan 20 ppm. Pembuatan larutan pencemar logam berat timbal (Pb) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA-UB menggunakan senyawa $Pb(NO_3)_2$. RFT pada tumbuhan akuatik menggunakan wadah botol plastik yang berisi 500 ml larutan dengan berat tumbuhan 10 gr.

Hasil RFT yang telah dilakukan diambil dua konsentrasi untuk percobaan fitoremediasi. Tahap fitoremediasi ini menggunakan 3 kali ulangan. Tahap ini menggunakan wadah plastik kapasitas 5 Liter dengan tumbuhan seberat 75 gram untuk tiap satuan percobaan. Perlakuan Fitoremediasi selama 14 hari dengan pengamatan berupa perubahan morfologi tumbuhan seperti warna daun. Pada tahap akhir percobaan dilakukan penimbangan biomassa tumbuhan berupa berat basah dan berat kering.

Analisis data

Pengukuran logam berat timbal (Pb) pada air dengan mengambil sampel sebanyak 50 mL dan sampel tumbuhan akuatik sebanyak 5 gram berat kering. Sampel air maupun tumbuhan akuatik diuji menggunakan AAS. Data-data yang telah diperoleh dari hasil penelitian kemudian dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kesalahan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai deskripsi tumbuhan akuatik yang digunakan, hasil percobaan awal berupa RFT dan penelitian utama fitoremediasi air tercemar logam Pb.

Deskripsi tumbuhan akuatik Kebun Raya Purwodadi

Kebun Raya Purwodadi memiliki areal seluas 845.148 m² yang terbagi menjadi 25 vak dan dua wilayah, masing-masing wilayah dibagi menjadi tiga lingkungan (Sugiarto

2001). Dalam satu vak tanaman bisa terdiri dari beberapa famili, namun satu famili juga bisa menempati beberapa vak. Hal ini tergantung dari jumlah individu dalam satu famili tersebut. Pengaturan penanaman dalam vak didasarkan atas kekerabatan famili (Laksono 2008). Sedangkan koleksi tumbuhan akuatik, tersebar pada 9 kolam penampungan air yang berasal dari air drainase di Kebun Raya Purwodadi dengan 5 titik inlet dan 5 titik outlet. Kolam yang memiliki koleksi tumbuhan akuatik dominan ada pada 4 lokasi, yaitu: kolam Vak I.D., kolam Vak III.B., kolam Vak XIV.G. dan kolam Vak XII.G, seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum tumbuhan akuatik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori: (i) Mengapung (*floating*) dimana seluruh bagian tumbuhan atau sebagian (daun) mengapung pada permukaan air, (ii) Muncul (*emerged*) dimana tumbuhan muncul di atas permukaan air namun akarnya berada dalam sedimen, dan (iii) Tenggelam (*submerged*) dimana seluruh tumbuhan berada di dalam air (Tanaka et al 2011). Menurut Irawanto (2009) terdapat 34 jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Kebun Raya Purwodadi dan berpotensi sebagai tanaman hias, sumber pangan, obat dan kerajinan. Seiring waktu terjadi perubahan koleksi tumbuhan akuatik menjadi 15 jenis (Irawanto 2013). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan selama 2016, terdapat 20 jenis tumbuhan akuatik, dimana beberapa jenis mampu beradaptasi dan menurut literatur berpotensi dalam fitoremediasi (Baroroh dan Irawanto 2016). Bentuk tumbuhan akuatik dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Tumbuhan akuatik *Lemna minor*

Tumbuhan *L. minor* adalah tumbuhan akuatik kecil yang ditemukan tumbuh mengapung diatas air dengan tingkat penyebaran yang sangat luas diseluruh dunia. Jenis ini memiliki nama daerah mata ikan. Tumbuhan ini dikenal sebagai gulma di perairan yang cenderung sulit untuk dikendalikan, meskipun demikian tanaman ini memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Selain itu, tanaman ini memiliki kemampuan fitoremediasi yang efektif dalam memperbaiki kualitas air yang tercemar limbah. *L. minor* efektif dalam meremediasi logam berat Cd, Hg, Zn, Mn, Pb and Ag dari limbah industri (Ugya 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Safarrida (2015), menyatakan bahwa *L. minor* dapat bertahan pada hingga konsentrasi 4 ppm logam kromium (Cr) dan cukup efektif dalam penyerapan. Selain Cr, *L. minor* juga mampu meremediasi logam tembaga (Cu) atau logam berat lainnya. *L. minor* sangat cocok untuk pengujian toksisitas dan remediasi karena ukurannya yang kecil, pertumbuhan yang cepat, struktur internal sederhana, dan toleran pada kondisi lingkungan seperti pH dan suhu (Kara 2003).

Tumbuhan akuatik *Ceratophyllum demersum*

Ceratophyllum demersum adalah tumbuhan akuatik yang dapat ditemukan dengan mudah. Jenis ini telah menyebar ke seluruh dunia melalui perdagangan tanaman hias akuarium, dan dianggap sebagai gulma dari saluran air, karena kemampuannya untuk menyebar dengan cepat, tumbuh di berbagai habitat perairan, dan pada kedalaman

lebih dalam dari beberapa spesies gulma lainnya (GISD 2016). Jenis ini disebut ganggang air atau lebih populer dengan julukan *coontail* karena bentuknya yang menyerupai ekor rakun. Di alam bebas jenis ini tumbuh mengapung di air yang mengalir dengan lambat. Tumbuhan ini memiliki panjang batang 1-3 m, dengan berbagai sisi tunas. Pada setiap sisinya memiliki 2-8 segmen dengan panjang daun antara 8-40 mm. *C. demersum* diketahui memiliki kemampuan dalam menyerap toksik pada air dan tanah sehingga beberapa kali dimanfaatkan dalam membersihkan lingkungan yang tercemar. Menurut Kastratović et al. (2014), *C. demersum* dapat menyerap beberapa jenis logam seperti Mn, Cd, Cr, Zn dan Cu.

Range Finding Test (RFT)

Hasil RFT menunjukkan bahwa *L. minor* mampu tumbuh dengan baik pada konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Jenis ini tidak menunjukkan perubahan morfologi dan dapat tumbuh dengan baik sampai dengan konsentrasi logam Pb 20 ppm. Sedangkan hasil RFT pada tumbuhan *C. demersum* dapat dilihat pada Tabel 3. Jenis ini hanya mampu tumbuh pada konsentrasi 5 ppm dengan kerusakan sebesar 20%, pada konsentrasi 10 ppm mengalami kerusakan 60%, dan pada konsentrasi di atasnya menunjukkan perubahan morfologi berupa tumbuhan menguning, bagian tumbuhannya putus dan mati. Sehingga dilakukan RFT tahap II dengan nilai konsentrasi logam Pb yang lebih rendah dari 5 ppm yaitu: 1, 2, 3 dan 4 ppm.

Berdasarkan hasil RFT pada tumbuhan *L. minor* dan *C. demersum*, maka digunakan konsentrasi logam berat timbal (Pb) dalam penelitian fitoremediasi adalah konsentrasi rendah sebesar 2 ppm dan konsentrasi tinggi yaitu 5 ppm karena pada konsentrasi tersebut kedua jenis mampu tumbuh dengan baik.

Fitoremediasi air tercemar pb oleh tumbuhan akuatik

Sebelum penelitian fitoremediasi dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan analisis awal pada air dan tumbuhan akuatik yang digunakan. Analisis awal menunjukkan nilai Pb pada air sebesar 0,00 ppm dan kandungan Pb dalam tumbuhan *L. minor* sebesar 0,02 ppm dan tumbuhan *C. demersum* sebesar 0,01 ppm. Nilai kandungan Pb tersebut dikategorikan rendah berdasarkan kriteria Balai Penelitian Tanah (2009). Hasil analisis logam Pb setelah fitoremediasi pada perlakuan air dan tumbuhan akautik, disajikan dalam Tabel 2.

Table 2. Konsentrasi Pb dalam air dan akumulasi Pb dalam tumbuhan akuatik

Kode Percobaan	Konsentrasi Pb di air				Akumulasi Pb di tumbuhan				Total Pb
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata	
A1	0,508	0,479	0,489	0,492	0,612	0,685	0,653	0,650	1,14
A2	1,205	1,380	1,090	1,225	1,900	1,608	2,045	1,851	3,08
A3	0,432	0,415	0,485	0,444	0,535	0,693	0,657	0,628	1,07
A4	0,945	1,060	0,828	0,944	1,605	1,458	1,750	1,604	2,55
A5	1,520	1,600	1,560	1,560	-	-	-	-	1,56
A6	4,440	4,270	4,220	4,310	-	-	-	-	4,31

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrase; U= ulangan

Berdasarkan uji ANOVA, maka nilai rerata pada Tabel 2. Perlakuan A1 dan A3 berbeda dengan A2 dan A4, seperti dalam Tabel 3. Dimana huruf yang sama yang mendampingi angka pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan akumulasi Pb tumbuhan *L. minor* pada konsentrasi 2 ppm dan 5 ppm tidak berbeda, sedangkan pada *C. demersum* antara konsentrasi 2 ppm dan 5 ppm menunjukkan perbedaan. Sehingga *L. minor* mampu pada konsentrasi rendah ataupun tinggi dan *C. demersum* mengakumulasi lebih baik pada konsentrasi rendah.

Apabila diperhatikan prosentase penurunan logam Pb dalam media air diketahui perlakuan A4 mengalami penurunan paling tinggi sebesar 81,1%. Persentase ini didapat dengan membagi nilai akhir Pb dalam air dengan nilai Pb awal perlakuan yaitu 2 ppm dan 5 ppm, dimana hasil tersebut dikurangkan dengan 100% sehingga diketahui jumlah persentase penurunan logam Pb.

Nilai yang terdapat pada air setelah fitoremediasi dikategorikan dibawah batas minimum logam Pb yaitu 1 ppm untuk perlakuan A1, A3 dan A4 dengan nilai berurutan 0,49 ppm, 0,44 ppm, dan 0,94 ppm. Adanya fitoremediasi terbukti efektif dalam menurunkan kandungan konsentrasi logam berat Pb pada air. Perlakuan A2, A5 dan A6 memiliki nilai yang masih diatas ambang batas minimum yaitu berurutan 1,22 ppm, 1,56 ppm dan 4,31 ppm. Hal ini dikarenakan pada perlakuan A5 dan A6 merupakan perlakuan tanpa adanya kegiatan fitoremediasi (kontrol). Sementara perlakuan A2 sudah mengalami penurunan hingga 75,5% dari nilai awal 5 ppm namun masih berada diatas ambang batas minimum.

Table 3. Hasil analisis kandungan Pb dalam media air dan tumbuhan akuatik

Kode percobaan	Pb dalam media air	Peurunan pb dalam air	Pb dalam tumbuhan akuatik
A1	0,49 ^a	75,4	0,65 ^b
A2	1,22 ^c	75,5	1,85 ^d
A3	0,44 ^a	77,8	0,60 ^b
A4	0,94 ^b	81,2	1,60 ^c
A5	1,56 ^d	22,0	0,00 ^a
A6	4,31 ^e	13,8	0,00 ^a

Keterangan: huruf yang mendampingi angka pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata

Table 4. Berat basah dan berat kering pada tumbuhan akuatik

Kode percobaan	Berat basah				Berat kering			
	U1	U2	U3	Rerata	U1	U2	U3	Rerata
A1	87,000	76,000	86,000	83,000 ^b	3,800	4,200	4,000	4,000 ^c
A2	79,000	82,000	84,000	81,667 ^b	3,700	4,300	5,100	4,367 ^c
A3	84,000	76,000	78,000	79,333 ^b	2,600	2,500	2,500	2,533 ^b
A4	81,000	78,000	83,000	80,667 ^b	2,600	2,500	3,000	2,700 ^b
A5	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a
A6	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a	0,000	0,000	0,000	0,000 ^a

Keterangan: T= tumbuhan; K= konsentrasi; U= ulangan

Hasil analisa menunjukkan bahwa *L. minor* dan *C. demersum* mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat Pb dalam tajuk. Perlakuan A2 dan A4 mengakumulasi logam Pb di tajuk paling tinggi dengan nilai 1,85 ppm dan 1,60 ppm. Hal ini dikarenakan perlakuan fitoremediasi menggunakan konsentrasi Pb tinggi (5 ppm). Sedangkan perlakuan A1 dan A3 mengalami penurunan paling rendah dengan nilai 0,65 ppm dan 0,60 ppm, karena perlakuan tersebut menggunakan konsentrasi Pb rendah (2 ppm). Tingginya konsentrasi pada air mempengaruhi jumlah penyerapan oleh tumbuhan akuatik. Menurut Indrasti et al. (2006), faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan logam berat salah satunya adalah konsentrasi logam berat, semakin tinggi konsentrasi logam tersebut, maka akan semakin banyak logam yang dapat diserap tumbuhan.

Berat basah dan berat kering tanaman air

Nilai berat basah *L. minor* dan *C. demersum* mengalami peningkatan dari berat basah awal tanaman air sebelum perlakuan yaitu 75 g. Nilai tertinggi berat basah dan berat kering pada *L. minor* terjadi pada perlakuan A1 dengan nilai berat basah 83 g dan berat kering 4 g. Berdasarkan uji statistik keragaman, adanya perlakuan yang dilakukan terhadap tumbuhan menunjukkan berpengaruh nyata terhadap biomassa, seperti dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan nilai konsentrasi pencemar logam mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan akuatik. Menurut Hidayat (2008), tumbuhan yang mengalami pencemaran dengan nilai konsentrasi lebih rendah akan memiliki laju fotosintesis yang lebih baik dan menghasilkan sejumlah besar karbohidrat sehingga mengakibatkan berat jenis daun meningkat dan berbanding lurus dengan berat keringnya.

KESIMPULAN

Dalam RFT dengan konsentrasi logam Pb sebesar 5, 10, 15 dan 20 ppm. Diketahui *L. minor* dapat bertahan hidup 100% hingga 20 ppm, sedangkan *C. demersum* hanya bertahan 80% pada 5 ppm. Dari hasil RFT tersebut, maka konsentrasi Pb yang digunakan adalah 2 dan 5 ppm, agar kedua jenis tersebut dapat berperan sebagai fitoremediator. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tumbuhan akuatik efektif menurunkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada *C. demersum* hingga 81,1% dan *L. minor* hingga

75,5%. Dimana pada perlakuan A1, perlakuan A3 dan perlakuan A4 memiliki nilai 0,492 ppm, 0,444 ppm, dan 0,944 ppm, yang menunjukkan masih dibawah 1 ppm sebagai batas baku mutu air limbah logam berat timbal (Pb). Untuk perlakuan A2, perlakuan A5 dan perlakuan A6 memiliki nilai di atas ambang batas yaitu berurutan 1,225 ppm, 1,56 ppm dan 4,31 ppm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia atas kesempatannya, juga kepada mahasiswa sepenelitian (Fatimah, Lia dan Sari) dan tenaga teknis (Mas Pur dan Mas Ngaderi) atas bantuannya dalam penelitian. Tak lupa pula pada skema In-Garden Riset KRP-LIPI, Purwodadi, Jawa Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Adack J. 2013. Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Lex Administratum Universitas Sam Ratulangi* 1 (3): 78-87.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Baroroh F, Rony I. 2016. Seleksi Tumbuhan Akuatik Berpotensi Dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Universitas Negeri Malang, Malang.
- GISD. 2016. *Ceratophyllum demersum*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=281> [29 Maret 2017]
- Gusnita D. 2012. Pencemaran logam berat timbal (Pb) di udara dan upaya penghapusan bensin bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara* 13(3): 93-101.
- Hidayat N. 2008. Pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) varietas lokal madura pada berbagai jarak tanam dan dosis pupuk fosfor. *Jurnal Agrogivor*. 1 (1): 55-64.
- Indrasti NS., Bahaudin, Suprihatin, Aida N. 2006. Penyerapan logam Pb dan Cd oleh eceng gondok: pengaruh konsentrasi logam dan lama waktu kontak. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16 (1): 44-50.
- Irawanto R. 2009. Inventarisasi Koleksi Tanaman Air Berpotensi WWG di Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV-ITS Surabaya*.
- Irawanto R. 2010. Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali. UPT. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, LIPI. *Jurnal Lokal Wisdom* 2 (4): 29-35.
- Irawanto R. 2013. Pemetaan Hidrofit dan Potensi Fitoremediator Koleksi Kebun Raya Purwodadi. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah-ITS*. Surabaya.

- Kara Y, Basaran D, Kara I, Zeytunluoglu A, Genci H. 2003. Bioaccumulation Of Nickel By Aquatic Macrophyta *Lemna minor* (Duckweed). Intl J Agric Biol 5(3): 281-283.
- Kastratović V, Krivokapic S, Bigovic M, Durovic D, Blagojevic N. 2014. Bioaccumulation and translocation of heavy metal by *Ceratophyllum demersum* from the Skadar Lake, Montenegro. J Serbian Chem Soc 79 (11): 1445-1460.
- Kusumawardani Y, Irawanto R. 2013. Study of Plants Selection in Wastewater Garden for Domestic Wastewater Treatment. Prosiding International Conference of Basic Science-Universitas Brawijaya.
- Laksono RA. 2008. Analisis Spasial Kerapatan Koleksi di Kebun Raya Purwodadi. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas II Biologi Universitas Airlangga. Surabaya.
- Lestari W. 2013. Penggunaan *Ipomoea aquatica* untuk fitoremediasi limbah rumah tangga. Prosiding Seminar SEMIRATA FMIPA Universitas Lampung 1(1): 441-446
- Lestari W, Matrani, Sulasmi, Trimanto, Fauziah, Fiqo AP. 2012. An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden. Purwodadi Botanic Garden. Pasuruan.
- Safarrida A, Ngadiman, Jaka. 2015. Fitoremediasi kandungan kromium pada limbah cair menggunakan tanaman air. Jurnal Bioteknologi dan Biosains 2 (2): 55-59.
- Soegiarto KA. 2001. Kebun Raya Purwodadi: 30 Januari 1941-30 Januari 2001. Kebun Raya Purwodadi. Pasuruan.
- Tanaka N, Ng WJ, Jinadasa KBSN. 2011. Wetlands For Tropical Applications: Wastewater Treatment by Constructed Wetlands. Imperial College Press. London.
- Ugry A. 2015. The efficiency of *Lemna minor* in the phytoremediation of romi stream: a case study of kaduna refinery and petrochemical company polluted stream. J Appl Biol Biotechnol 3 (1): 11-14
- Widyasari N, Moelyaningrum, Pujiati. 2013. Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) pada Tanah, Air Lindi dan Air Tanah (Sumur Monitoring) di TPA Pakusari Kabupaten Jember. Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013. Universitas Jember, Jember.

Keanekaragaman dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang (*Cyathea* spp.) di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat

Diversity and composition of vascular epiphytic plant on tree ferns (*Cyathea* spp.) at Cibodas Botanic Garden, West Java

TAUFIKURRAHMAN NASUTION[✉], DECKY INDRAWAN JUNAEDI[✉]

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas-LIPI. Jl. Kebun Raya Cibodas, Cipanas, Cianjur 43253, Jawa Barat, Indonesia.
Tel./Fax. +62-263-512233, ✉email: fiknas@yahoo.com, ✉✉email: deqee82@yahoo.com.

Manuskrip diterima: 13 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

Abstrak. Nasution T, Junaedi DI. 2017. Keanekaragaman dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang (*Cyathea* spp.) di Kebun Raya Cibodas, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 453-460. Tanaman paku tiang merupakan komoditas hortikultura penting untuk tanaman hias dan media tanam. Paku tiang ini juga secara ekologis penting sebagai habitat tumbuhan epifit berpembuluh. Informasi tentang hubungan paku tiang dan tumbuhan epifit berpembuluh masih terbatas, sehingga penting untuk dipelajari guna mendukung pengelolannya di Kebun Raya Cibodas. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keragaman dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang liar di Kebun Raya Cibodas. Sensus tumbuhan epifit berpembuluh pada 30 individu *Cyathea contaminans* dan 30 individu *Cyathea junghuhniana* telah dilakukan. Sekitar 3.034 individu tumbuhan epifit berpembuluh tercatat sebanyak 138 spesies dan 51 famili. Kekayaan spesies tumbuhan epifit berpembuluh pada *C. contaminans* adalah sebanyak 95 spesies dan lebih tinggi dari *C. junghuhniana* (86 spesies). Kelimpahan tumbuhan epifit berpembuluh pada *C. contaminans* adalah sebanyak 1.820 individu dan lebih tinggi dari *C. junghuhniana* (1.214 individu). Indeks Shannon-Wiener tumbuhan epifit berpembuluh pada *C. contaminans* sebesar 3,13 dan lebih rendah dari *C. junghuhniana* (3,67). Komposisi spesies dari kedua inang tersebut terdiri dari 108 spesies Spermatophyta dan 31 spesies paku tiang. Kekayaan spesies tertinggi pada *C. contaminans* adalah Polypodiaceae, diikuti oleh Poaceae dan Orchidaceae, sedangkan Moraceae, Polypodiaceae, dan Urticaceae merupakan spesies yang paling kaya pada *C. junghuhniana*. Tumbuhan epifit berpembuluh dari paku tiang di Kebun Raya Cibodas memiliki keragaman yang relatif tinggi. Pengelolaan paku tiang akan mendukung konservasi tumbuhan epifit berpembuluh di Kebun Raya Cibodas.

Keywords: *Cyathea*, sensus, keragaman, paku tiang, tumbuhan epifit berpembuluh

Abstract. Nasution T, Junaedi DI. 2017. Diversity and composition of vascular epiphytic plant on tree ferns (*Cyathea* spp.) at Cibodas Botanic Garden, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3: 453-460. Tree ferns are important horticultural commodities for ornamental plant and planting medium. These ferns are also ecologically important for the habitat of vascular epiphytes. The information on the relationship of tree ferns and vascular epiphytes is still limited, so that it is important to be studied for supporting its management in Cibodas Botanic Garden. This study aimed to study the diversity and composition of vascular epiphytes on wild tree ferns in Cibodas Botanic Garden. The census of vascular epiphytes on 30 individuals of *Cyathea contaminans* and 30 individuals of *Cyathea junghuhniana* had been conducted. About 3,034 individuals of vascular epiphytes were recorded belongs to 138 species and 51 families. The species richness of vascular epiphytes on *C. contaminans* was 95 species and higher than *C. junghuhniana* (86 species). The abundance of vascular epiphytes on *C. contaminans* was 1,820 individuals and higher than *C. junghuhniana* (1,214 individuals). Shannon-Wiener index of vascular epiphytes on *C. contaminans* was 3.13 and lower than *C. junghuhniana* (3.67). The species composition of both hosts comprised 108 species of spermatophytes and 31 species of ferns. The highest species richness on *C. contaminans* was Polypodiaceae, followed by Poaceae and Orchidaceae, whereas Moraceae, Polypodiaceae and Urticaceae were the highest species richness on *C. junghuhniana*. The vascular epiphytes of tree ferns in Cibodas Botanic Garden had a relatively high diversity. The management of tree ferns would support the conservation of vascular epiphytes in Cibodas Botanic Garden.

Keywords: Census, *Cyathea*, diversity, tree fern, vascular epiphyte

PENDAHULUAN

Tumbuhan epifit merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem, akan tetapi hingga saat ini informasi dan studi terkait ekologiannya masih sangat sedikit (Bartels dan Chen 2012). Selain itu, kelompok tumbuhan ini juga penting dalam aspek ekonomi, jenis-jenis anggrek

dan paku-pakuan merupakan tumbuhan epifit berpembuluh yang penting dalam industri hortikultura (Gentry dan Dodson 1987). Tumbuhan epifit berperan penting dalam daur hara, menyediakan perlindungan, bahan sarang bagi organisme, pakan untuk satwa, dan sebagai bioindikator terhadap kerusakan ekosistem (Bartels dan Chen 2012). Tumbuhan epifit merupakan tumbuhan yang hidup menempel pada tumbuhan lain dan salah satu inangnya

adalah paku tiang (Moran et al. 2003). Keragaman jenis epifit lebih tinggi pada paku tiang dibandingkan Angiospermae, karena lapisan akarnya yang tebal menyediakan iklim mikro yang lebih sesuai dan kapasitas menampung air yang lebih tinggi (Moran et al. 2003; Mehlreter et al. 2005).

Paku tiang diklasifikasikan ke dalam suku Cyatheaceae dan merupakan kelompok paku-pakuan yang berpotensi (Holtum 1963). Paku tiang dimanfaatkan sebagai tanaman hias *outdoor*, bahan pangan, media tanam, kerajinan tangan, sumber garam, bahan bangunan, dan obat-obatan (Ong 2003). Paku ini juga penting secara ekologis sebagai habitat dari berbagai organisme, termasuk sebagai inang tumbuhan epifit (de Winter dan Amoroso 2003). Dalam aspek konservasi, beberapa jenis paku tiang di Indonesia termasuk ke dalam appendix II CITES yang berarti perdagangan jenis ini dibatasi oleh kuota. Pentingnya keberadaan paku tiang dan epifit berpembuluh mengisyaratkan perlunya dilakukan penelitian untuk mendukung upaya konservasinya.

Sekitar 10% dari tumbuhan berpembuluh di seluruh dunia merupakan tumbuhan epifit dan sebagian besar ditemukan di kawasan tropika (Nieder et al. 2001). Sebagian besar kelompok tumbuhan ini ditemukan di hutan hujan pegunungan dan di dataran tinggi (Wolf et al. 2003). Pada studi tumbuhan epifit dan liana di hutan pegunungan Gunung Pangrango, ditemukan 121 jenis epifit (Yamada 1975). Keanekaragaman tumbuhan epifit dipengaruhi oleh karakteristik inang dan tegakan, batasan pemencaran, ketersediaan sumber daya, gangguan, dan perubahan iklim global (Bartels dan Chen 2012). Jenis pohon pada formasi hutan yang berbeda, curah hujan, *altitude*, dan area *physiographical* juga mendukung karakteristik epifit (Wolf et al. 2003). Keanekaragaman, komposisi, dan biomassa tumbuhan epifit sangat dipengaruhi oleh ukuran dan

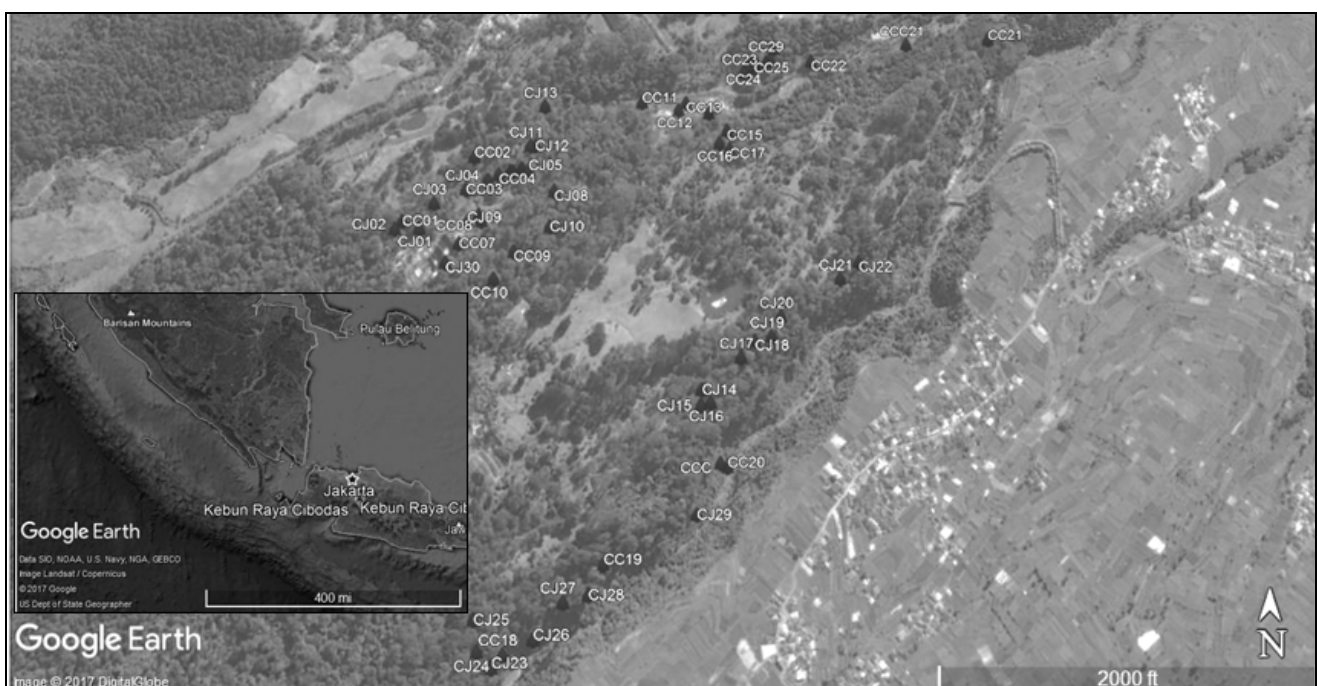
morfologi pohon inang, kedalaman substrat, ketersediaan air, kelembapan udara, suhu udara, dan intensitas cahaya (Steege 1989; Hietz dan Hietz-Seifert 1995; Bittner et al. 1997; Zotz et al. 1999; Barthlott et al. 2001; Werneck dan de Espirito-Sant 2002; Laube dan Zotz 2003; Roberts et al. 2005). Akan tetapi, korelasi antara ukuran pohon dan kepadatan epifit cukup lemah (Zotz dan Vollrath 2003) dan tidak menunjukkan adanya korelasi dengan kandungan hara di hutan pegunungan atas (Wolf 1994). Menurut Barthlott et al. (2001), adanya gangguan akan secara signifikan mereduksi keanekaragaman tumbuhan epifit, sehingga kelompok tumbuhan ini perlu mendapat perhatian dalam upaya konservasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman jenis dan komposisi tumbuhan epifit berpembuluh pada paku tiang (*Cyathea* spp.) di Kebun Raya Cibodas-LIPI. Informasi yang didapatkan diharapkan dapat menjadi bahan studi lebih lanjut dan bahan pertimbangan bagi pengelola Kebun Raya Cibodas-LIPI.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Kebun Raya Cibodas-LIPI, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat. Lokasi penelitian berada di kaki Gunung Gede Pangrango pada ketinggian 1300-1425 m dpl dengan luas sekitar 84,99 hektar. Temperatur udara rata-rata 20,06°C, kelembapan udara 80,82%, dan rata-rata curah hujan 2950 mm per tahun. Lokasi penelitian terletak sekitar 100 km dari Jakarta dan 80 km dari Bandung. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kebun Raya Cibodas-LIPI, Cipanas, Cianjur, Jawa Barat (Sumber: Google Earth)

Cara kerja

Sensus tumbuhan epifit berpembuluh

Sensus dilakukan terhadap 30 individu paku tiang *Cyathea contaminans* (Wall. ex Hook.) Copel. dan 30 individu *Cyathea junghuhniana* (Kunze) Copel. yang tumbuh liar di kawasan Kebun Raya Cibodas. Seluruh jenis tumbuhan epifit berpembuluh yang melekat pada batang dicatat nama jenisnya dan jumlah individu dihitung. Koordinat tempat tumbuhnya paku tiang ditentukan dengan menggunakan *GPS Garmin* kemudian diplotkan pada perangkat lunak *Google Earth*.

Pengukuran karakteristik paku tiang dan iklim mikro

Karakteristik paku tiang sebagai pohon inang diukur, meliputi diameter setinggi dada (*dbh*) dan tinggi total. Sementara itu, pengukuran iklim mikro meliputi intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan udara.

Analisis data

Keanekaragaman jenis epifit berpembuluh dianalisis dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener, indeks Simpson, indeks kesamaan Sorensen, dan indeks kemerataan (Magurran 1988). Kurva *species-area* dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *Estimates ver. 9.0* (Colwell 2013). Komposisi jenis dianalisis dengan menggunakan indeks nilai penting (Mueller-Dombois dan Ellenberg 1974).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman jenis dan ringkasan pengukuran

Sebanyak 3.034 individu epifit berpembuluh yang termasuk ke dalam 138 jenis dan 51 suku, ditemukan pada 30 individu *C. contaminans* dan 30 individu *C. junghuhniana*. Kekayaan dan kelimpahan jenis epifit pada *C. contaminans* lebih tinggi dibandingkan *C. junghuhniana*. Sementara itu, indeks keanekaragaman dan kemerataan epifit berpembuluh pada *C. contaminans* lebih rendah dibandingkan *C. junghuhniana*. Ringkasan hasil sensus epifit berpembuluh pada paku tiang di Kebun Raya Cibodas disajikan pada Tabel 1.

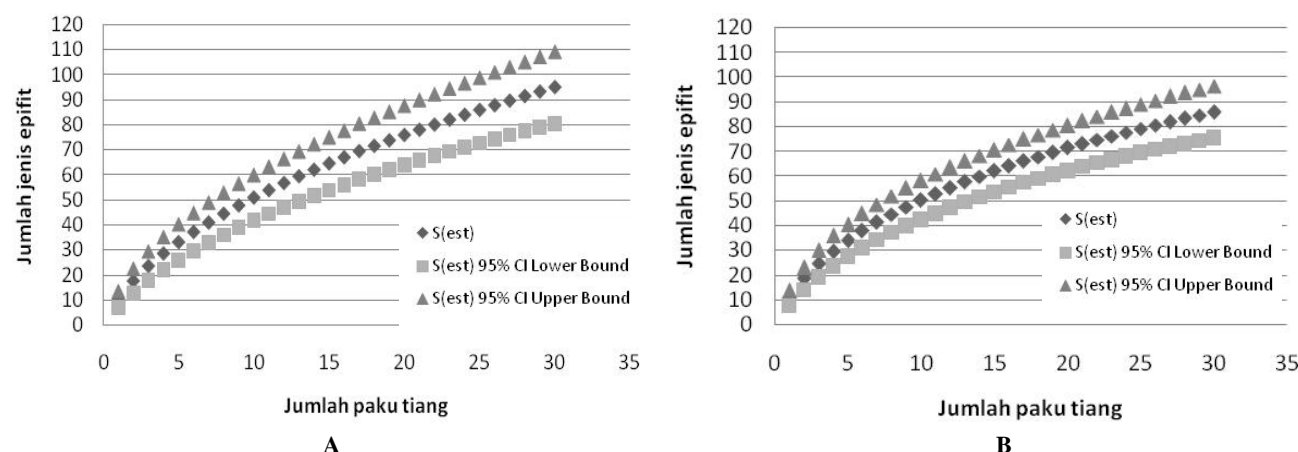
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran karakteristik paku tiang sebagai inang (*phorophyte*) tumbuhan epifit berpembuluh yang meliputi diameter setinggi dada (*dbh*) dan tinggi total. Parameter iklim mikro pada pohon inang yang diukur meliputi suhu udara, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. Rata-rata *dbh* dan tinggi total pada *C. contaminans* lebih tinggi dibandingkan *C. junghuhniana*. Hasil pengukuran iklim mikro menunjukkan rata-rata intensitas cahaya pada *C. contaminans* lebih tinggi, sedangkan suhu dan kelembapan udara lebih rendah dibandingkan *C. junghuhniana*. Ringkasan hasil pengukuran karakteristik paku tiang dan iklim mikro di Kebun Raya Cibodas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Ringkasan hasil sensus keanekaragaman jenis epifit berpembuluh pada paku tiang di lokasi penelitian

Pohon Inang	Kekayaan Jenis epifit	Kelimpahan jenis epifit	Indeks Shannon-Wiener (H)	Indeks Simpson	Indeks kemerataan (e)	Indeks kesamaan (IS _s)
<i>Cyathea contaminans</i>	95	1.820	3,13	0,89	0,69	0,49
<i>Cyathea junghuhniana</i>	86	1.214	3,64	0,96	0,82	

Tabel 2. Ringkasan karakteristik paku tiang dan iklim mikro di lokasi penelitian

Pohon Inang	Rata-rata <i>dbh</i> (cm)	Rata-rata tinggi (cm)	Rata-rata suhu udara (°C)	Rata-rata kelembapan udara (%)	Rata-rata intensitas cahaya (Lux)
<i>Cyathea contaminans</i>	19,91±6,73	727,63±259,58	18,02±3,14	60,73±7,46	7128,87±10180,45
<i>Cyathea junghuhniana</i>	12,60±2,88	385,37±127,55	21,97±3,61	65,23±7,93	2629,12±4805,35



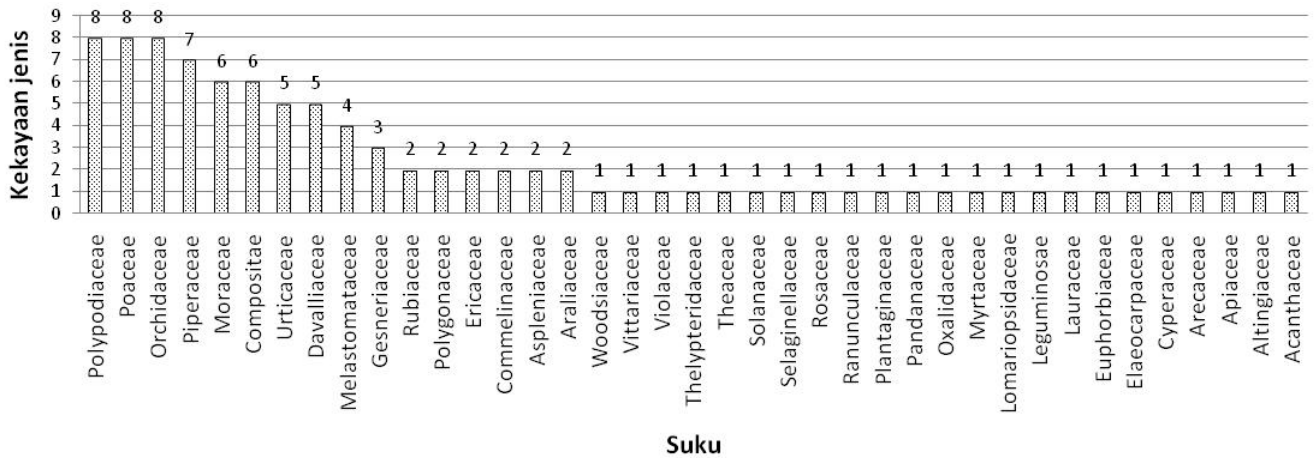
Gambar 2. Kurva *species-area* epifit berpembuluh pada *Cyathea contaminans* (A) dan *Cyathea junghuhniana* (B)

Tabel 3. Daftar jenis epifit berpembuluh pada paku tiang di lokasi penelitian

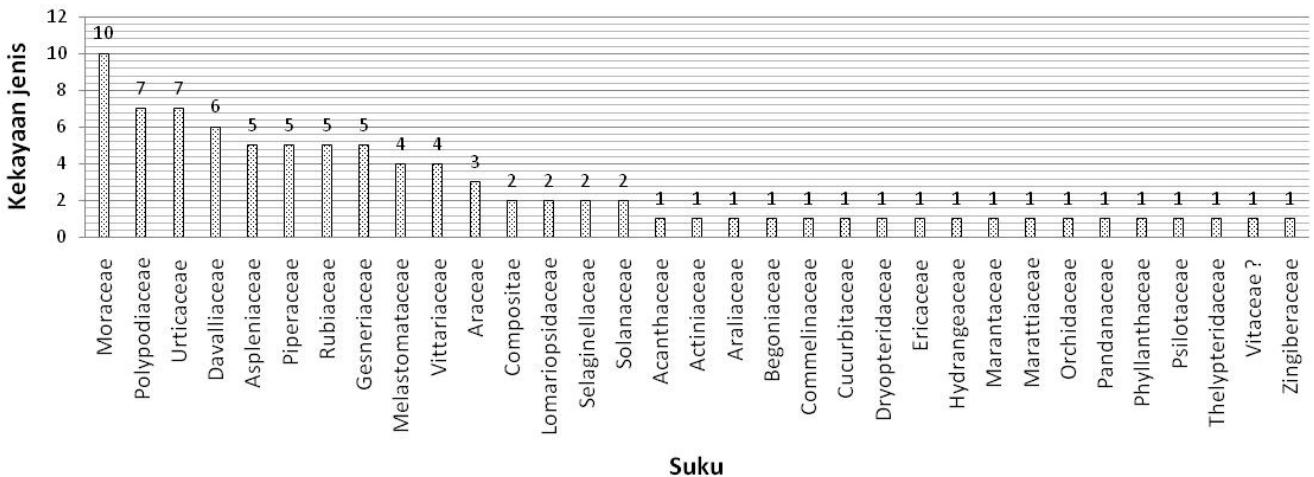
Jenis	Suku	Kelimpahan/INP (%)		Keterangan
		CC	CJ	
<i>Aeschynanthus pulcher</i> (Blume) G. Don	Gesneriaceae	21/2,45	38/5,35	Spermatophyta
<i>Aeschynanthus</i> sp.	Gesneriaceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Aeschynanthus horsfieldii</i> R.Br.	Gesneriaceae	7/1,03	2/0,48	Spermatophyta
<i>Agalmyla parasitica</i> (Lam.) Kuntze	Gesneriaceae	3/0,49	3/0,88	Spermatophyta
<i>Ageratina riparia</i> (Regel) R.M.King & H.Rob.	Compositae	539/37,37	111/12,95	Spermatophyta
<i>Ageratum conyzoides</i> (L.) L.	Compositae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Aglaomorpha heraclea</i> Copel.	Polypodiaceae	4/1,19	8/1,29	Paku-pakuan
<i>Agrostophyllum</i> sp.	Orchidaceae	2/0,43	0	Spermatophyta
<i>Agrostophyllum stipulatum</i> subsp. <i>Bicuspidatum</i> (J.J.Sm.) Schuit.	Orchidaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Altingia excelsa</i> Noronha	Altingiaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Amischotolype mollissima</i> (Blume) Hassk.	Commelinaceae	1/0,38	2/0,48	Spermatophyta
<i>Angiopteris evecta</i> (G. Forst.) Hoffm.	Marattiaceae	0	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Antrophyum reticulatum</i> (G. Forst.) Kaulf.	Vittariaceae	0	9/2,01	Paku-pakuan
<i>Asplenium nidus</i> L.	Aspleniaceae	109/9,87	75/10,94	Paku-pakuan
<i>Asplenium salignum</i> Blume	Aspleniaceae	1/0,38	6/1,13	Paku-pakuan
<i>Asplenium caudatum</i> G. Forst.	Aspleniaceae	0	2/0,48	Paku-pakuan
<i>Asplenium unilaterale</i> Lam.	Aspleniaceae	0	8/1,93	Paku-pakuan
<i>Austroeupatorium inulifolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Compositae	6/1,62	13/2,66	Spermatophyta
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P.Beauv.	Poaceae	19/2,66	0	Spermatophyta
<i>Bartlettina sordida</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.	Compositae	8/0,76	0	Spermatophyta
<i>Begonia cucullata</i> var. <i>cucullata</i>	Begoniaceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Belvisia mucronata</i> (Fée) Copel.	Polypodiaceae	91/9,53	19/2,52	Paku-pakuan
<i>Breynia microphylla</i> (Kurz ex Teijsm. & Binn.) Müll.Arg.	Phyllanthaceae	0	2/0,48	Spermatophyta
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meisn.	Leguminosae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Apiaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Ceratostylis</i> sp.	Orchidaceae	20/2,39	0	Spermatophyta
<i>Cestrum aurantiacum</i> Lindl.	Solanaceae	1/0,38	1/0,40	Spermatophyta
<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl	Lauraceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don	Melastomataceae	34/5,43	20/5,46	Spermatophyta
<i>Coelogyne miniata</i> (Blume) Lindl.	Orchidaceae	3/0,81	0	Spermatophyta
<i>Crypsinus trilobus</i> (Houtt.) Copel.	Polypodiaceae	3/0,49	0	Paku-pakuan
<i>Cyanotis</i> sp.	Commelinaceae	7/0,71	0	Paku-pakuan
<i>Cyclosorus heterocarpus</i> (Blume) Ching	Thelypteridaceae	6/1,30	9/1,38	Paku-pakuan
<i>Cyrtandra arborescens</i> Blume	Gesneriaceae	0	4/0,65	Spermatophyta
<i>Davallia trichomanoides</i> Blume	Davalliaceae	156/15,36	65/9,16	Paku-pakuan
<i>Davallia corniculata</i> T.Moore	Davalliaceae	0	5/0,73	Paku-pakuan
<i>Davallia denticulata</i> (Burm. f.) Mett. ex Kuhn	Davalliaceae	44/4,03	24/3,56	Paku-pakuan
<i>Debregeasia longifolia</i> (Burm.f.) Wedd.	Urticaceae	3/0,49	0	Spermatophyta
<i>Dendrobium mutabile</i> (Blume) Lindl.	Orchidaceae	3/0,49	0	Spermatophyta
<i>Dendrochilum</i> sp.	Orchidaceae	11/1,29	3/0,56	Spermatophyta
<i>Deparia petersenii</i> (Kunze) M. Kato	Woodsiaceae	1/0,38	0	Paku-pakuan
<i>Dichroa febrifuga</i> Lour.	Hydrangeaceae	0	2/0,80	Spermatophyta
<i>Digitaria longiflora</i> (Retz.) Pers.	Poaceae	7/1,36	0	Spermatophyta
<i>Diplycosia heterophylla</i> Blume	Ericaceae	1/0,38	6/1,13	Spermatophyta
<i>Dissochaeta leprosa</i> Blum	Melastomataceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Dryopteris sparsa</i> (D. Don) Kuntze	Dryopteridaceae	0	12/1,94	Paku-pakuan
<i>Elaphoglossum callifolium</i> (Blume) T. Moore	Lomariopsidaceae	1/0,38	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Elaphoglossum blumeianum</i> (Fée) J. Sm.	Lomariopsidaceae	0	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Elatostema</i> sp.	Urticaceae	0	21/2,05	Spermatophyta
<i>Elatostema</i> sp1.	Urticaceae	16/1,53	39/5,52	Spermatophyta
<i>Elatostema</i> sp2.	Urticaceae	2/0,43	30/4,38	Spermatophyta
<i>Elatostema</i> sp3.	Urticaceae	0	37/4,55	Spermatophyta
<i>Elatostema nigrescens</i> Miq.	Urticaceae	7/0,71	0	Spermatophyta
<i>Eria multiflora</i> (Blume) Lindl.	Orchidaceae	7/1,03	0	Spermatophyta
<i>Eria</i> sp.	Orchidaceae	14/1,09	0	Spermatophyta
<i>Ficus cuspidata</i> Reinw. ex Blume	Moraceae	44/6,95	39/8,13	Spermatophyta
<i>Ficus lanata</i> Blume	Moraceae	5/0,92	29/4,93	Spermatophyta
<i>Ficus ribes</i> Reinw. ex Blume	Moraceae	0	16/2,91	Spermatophyta
<i>Ficus</i> sp2.	Moraceae	15/3,09	21/5,22	Spermatophyta
<i>Ficus</i> sp3.	Moraceae	0	5/1,05	Spermatophyta
<i>Ficus</i> sp4.	Moraceae	1/0,38	4/1,60	Spermatophyta
<i>Ficus</i> sp5.	Moraceae	0	2/0,48	Spermatophyta
<i>Ficus</i> sp6	Moraceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Ficus variegata</i> Blume	Moraceae	67/8,53	35/6,69	Spermatophyta
<i>Ficus grossularioides</i> Burm.f.	Moraceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Freycinetia insignis</i> Blume	Pandanaceae	30/2,94	15/3,14	Spermatophyta
<i>Hedychium roxburghii</i> Blume	Zingiberaceae	0	1/0,40	Spermatophyta

<i>Homalanthus</i> sp.	Euphorbiaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Homalomena</i> sp.	Araceae	0	4/0,96	Spermatophyta
<i>Hydrocotyle javanica</i> Thunb.	Araliaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Justisia</i> sp.	Acanthaceae	26/3,69	0	Spermatophyta
<i>Kyllinga melanosperma</i> Nees	Cyperaceae	7/0,71	0	Spermatophyta
<i>Lasianthus laevigatus</i> Blume	Rubiaceae	28/2,83	8/1,61	Spermatophyta
<i>Lasianthus</i> sp1.	Rubiaceae	0	3/0,56	Spermatophyta
<i>Lasianthus stercorarius</i> Blume	Rubiaceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Loxogramme</i> sp.	Polypodiaceae	0	4/0,65	Paku-pakuan
<i>Maranta lietzei</i> (E.Morren) C.H.Nelson	Marantaceae	0	5/1,36	Spermatophyta
<i>Medinilla alpestris</i> Blume	Melastomataceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Medinilla speciosa</i> Blume	Melastomataceae	2/0,76	17/3,31	Spermatophyta
<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Melastomataceae	1/0,38	1/0,40	Spermatophyta
<i>Aidia</i> sp.	Rubiaceae	0	4/0,65	Spermatophyta
<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	Davalliaceae	67/6,59	96/12,35	Paku-pakuan
<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	Davalliaceae	1/0,38	4/0,96	Paku-pakuan
<i>Ophiorrhiza longiflora</i> Blume	Rubiaceae	0	7/1,21	Spermatophyta
<i>Oreocnide rubescens</i> (Blume) Miq.	Urticaceae	0	2/0,80	Spermatophyta
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Oxalidaceae	10/2,17	0	Spermatophyta
<i>Passiflora foetida</i> L.	Passifloraceae	0	2/0,48	Spermatophyta
<i>Pennisetum</i> sp1	Poaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Peperomia</i> sp.	Piperaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Peperomia</i> sp3	Piperaceae	1/0,38	1/0,40	Spermatophyta
<i>Peperomia tetraphylla</i> (G.Forst.) Hook. & Arn.	Piperaceae	3/0,81	3/1,13	Spermatophyta
<i>Peperomia laevifolia</i> (Blume) Miq.	Piperaceae	5/0,60	6/1,13	Spermatophyta
<i>Persicaria chinensis</i> (L.) H. Gross	Polygonaceae	2/0,76	0	Spermatophyta
<i>Phymatosorus membranifolium</i> (R. Br.) S.G. Lu	Polypodiaceae	10/2,17	7/1,53	Spermatophyta
<i>Pilea melastomoides</i> (Poir.) Wedd.	Urticaceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Pinanga coronata</i> (Blume ex Mart.) Blume	Arecaceae	13/1,04	0	Spermatophyta
<i>Piper</i> sp1.	Piperaceae	0	5/1,05	Spermatophyta
<i>Piper</i> sp2.	Piperaceae	3/0,81	8/2,25	Spermatophyta
<i>Piper</i> sp3.	Piperaceae	2/0,43	0	Spermatophyta
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	5/0,60	0	Spermatophyta
<i>Pogonatherum</i> sp1	Poaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Pogonatherum crinitum</i> (Thunb.) Kunth	Poaceae	62/4,38	0	Spermatophyta
<i>Poikilospermum suaveolens</i> (Blume) Merr.	Urticaceae	1/0,38	8/1,93	Spermatophyta
<i>Polygala paniculata</i> L.	Polygalaceae	26/2,72	0	Spermatophyta
<i>Pothos</i> sp.	Araceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Pseudechinolaena polystachya</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Stapf	Poaceae	4/0,54	0	Spermatophyta
<i>Psilotum nudum</i> (L.) P. Beauv.	Psilotaceae	0	3/0,56	Paku-pakuan
<i>Pyrenaria serrata</i> Blume	Theaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Pyrrosia albicans</i> Ching	Polypodiaceae	1/0,38	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Ranunculus blumei</i> Steud.	Ranunculaceae	4/0,54	0	Spermatophyta
<i>Rhododendron javanicum</i> Benn.	Ericaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Rubus fraxinifolius</i> Poir.	Rosaceae	5/1,25	0	Spermatophyta
Rumput 1	Poaceae	3/0,49	0	Spermatophyta
Rumput 2	Poaceae	3/0,49	0	Spermatophyta
<i>Saurauia</i> sp.	Actiniaceae	0	1/0,40	Spermatophyta
<i>Schefflera scandens</i> (Blume) R. Vig.	Araliaceae	36/6,18	71/12,20	Spermatophyta
<i>Schellolopsis subauriculata</i> (Blume) J. Sm.	Polypodiaceae	68/8,26	50/10,15	Spermatophyta
<i>Schismatoglottis</i> sp.	Araceae	0	10/1,78	Spermatophyta
<i>Scyphularia pentaphylla</i> (Blume) Fée	Davalliaceae	15/2,12	2/0,80	Paku-pakuan
<i>Selaginella opaca</i> Warb	Selaginellaceae	0	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Selaginella ornata</i> Warb	Selaginellaceae	0	8/1,29	Paku-pakuan
<i>Selaginella uncinata</i> (Desv. ex Poir.) Spring	Selaginellaceae	2/0,43	0	Paku-pakuan
<i>Selliguea albidosquamata</i> Parris	Polypodiaceae	1/0,38	2/0,48	Paku-pakuan
<i>Selliguea enervis</i> Ching	Polypodiaceae	4/0,54	1/0,40	Paku-pakuan
<i>Sloanea sigun</i> (Blume) K. Schum.	Elaeocarpaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae	0	3/0,56	Spermatophyta
<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	Rubiaceae	18/1,96	0	Spermatophyta
<i>Strobilanthes hamiltoniana</i> (Steud.) Bosser & Heine	Acanthaceae	0	4/0,65	Spermatophyta
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	Compositae	11/1,25	0	Spermatophyta
<i>Syzygium</i> sp1.	Myrtaceae	1/0,38	0	Spermatophyta
<i>Viola pilosa</i> Blume	Violaceae	18/2,28	0	Spermatophyta
<i>Vittaria elongata</i> Sw.	Vittariaceae	6/0,65	47/7,05	Paku-pakuan
<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sm.	Vittariaceae	0	34/3,12	Paku-pakuan
<i>Vittaria ensiformis</i> Sw.	Vittariaceae	0	2/0,48	Paku-pakuan
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	Compositae	8/1,41	0	Spermatophyta
Jumlah	Vitaceae	0	1/0,48	Spermatophyta
		1820	1214	

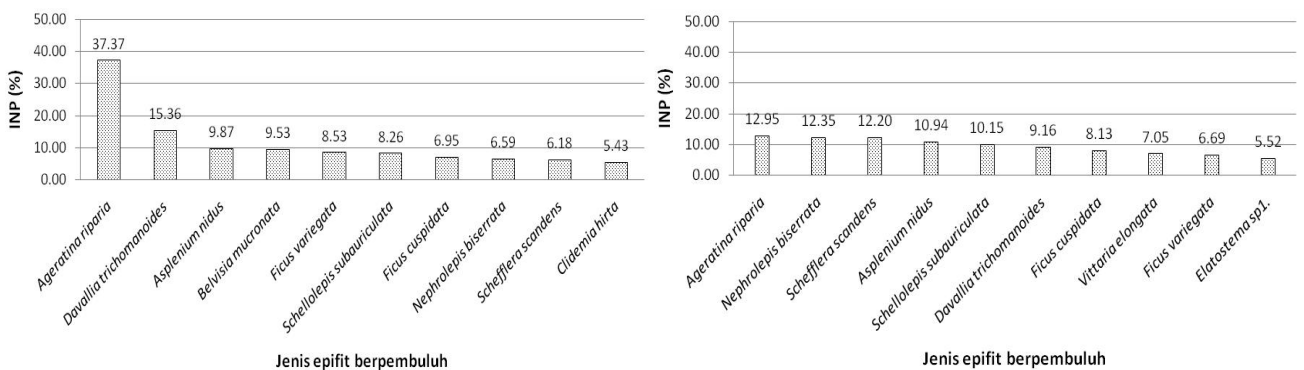
Keterangan: INP = Indeks nilai penting, CC = *Cyathea contaminans*, CJ = *Cyathea junghuhniana*



Gambar 3. Komposisi epifit berbungah pada *Cyathea contaminans* di lokasi penelitian



Gambar 4. Komposisi epifit berbungah pada *Cyathea junghuhniana* di lokasi penelitian



Gambar 5. Indeks nilai penting tertinggi 10 jenis epifit berbungah pada *Cyathea contaminans* (atas) dan *Cyathea junghuhniana* (bawah)

Kurva *species-area* dibangkitkan dengan menggunakan perangkat lunak *Estimates ver. 9.0* (Colwell 2013) untuk menunjukkan hubungan antara penambahan jumlah individu paku tiang dengan penambahan jumlah jenis epifit berpembuluh (Gambar 2). Kurva masih menunjukkan peningkatan sampai 30 individu pada kedua jenis paku tiang.

Komposisi jenis

Komposisi epifit berpembuluh pada kedua inang paku tiang (*Cyathea* spp.) terdiri atas 32 jenis paku-pakuan dan 106 jenis spermatophyta (Tabel 3). Jenis epifit berpembuluh pada *C. contaminans* dengan kelimpahan tertinggi adalah *A. riparia*, diikuti oleh jenis-jenis paku-pakuan yaitu *D. trichomanoides*, *A. nidus*, *B. mucronata*, dan *S. subauriculata*. Pada *C. junghuhniana*, *A. riparia* juga merupakan epifit berpembuluh yang paling melimpah, kemudian diikuti oleh *N. biserrata*, *A. nidus*, *S. scandens*, dan *D. trichomanoides*.

Pada *C. contaminans* ditemukan sebanyak 39 suku dan didominasi oleh Polypodiaceae, kemudian diikuti oleh Poaceae dan Orchidaceae dengan kekayaan jenis masing-masing 8 jenis. Kekayaan jenis masing-masing suku disajikan pada Gambar 3.

Komposisi jenis epifit berpembuluh pada *C. junghuhniana* terdiri atas 33 suku yang didominasi oleh Moraceae, diikuti oleh Polypodiaceae dan Urticaceae dengan kekayaan jenis masing-masing sebanyak 10,7 dan 7 jenis. Kekayaan jenis masing-masing suku disajikan pada Gambar 4.

Komposisi jenis epifit berpembuluh dianalisis dengan menggunakan indeks nilai penting (INP) untuk mengetahui peranan masing-masing jenis dalam komunitas (Tabel 3). Sepuluh jenis epifit berpembuluh dengan INP tertinggi disajikan pada Gambar 5 dan didominasi oleh *A. riparia* pada kedua jenis paku tiang. Sebanyak lima jenis epifit berpembuluh dengan INP tertinggi merupakan kelompok paku-pakuan, baik pada *C. contaminans* maupun *C. junghuhniana*. Jenis paku-pakuan pada *C. contaminans* dengan INP tertinggi adalah *D. trichomanoides*, *A. nidus*, *B. mucronata*, *S. subauriculata*, dan *N. biserrata*, sedangkan pada *C. junghuhniana* adalah *N. biserrata*, *A. nidus*, *S. subauriculata*, *D. trichomanoides*, dan *V. elongata*.

Pembahasan

Kekayaan jenis dan kelimpahan jenis epifit berpembuluh pada *C. contaminans* lebih tinggi dibandingkan pada *C. junghuhniana* (Tabel 1). Karakteristik pohon inang berupa diameter dan tinggi diperkirakan mempengaruhi hasil ini. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata diameter dan tinggi *C. contaminans* lebih besar dibandingkan *C. junghuhniana* (Tabel 2). Dimensi pohon inang yang lebih besar tersebut menyediakan tempat melekat yang lebih luas, sehingga dapat menampung kelimpahan epifit yang lebih tinggi. Menurut Bartels dan Chen (2012), karakteristik pohon inang mempengaruhi keanekaragaman dan komposisi tumbuhan epifit. Lebih jauh lagi Hietz dan Hietz-Seifert

(1995) menyatakan kekayaan jenis epifit dan biomassa sangat terkait dengan ukuran pohon. Total kekayaan jenis pada paku tiang di lokasi penelitian lebih tinggi dibandingkan hasil studi Yamada (1975) di Gunung Gede Pangrango. Kekayaan jenis diperkirakan masih akan bertambah jika jumlah individu paku tiang diperbanyak. Hal ini tercermin dari kurva *species-area* pada Gambar 2 yang menunjukkan peningkatan kurva ketika mencapai 30 individu paku tiang pada kedua inang. Jumlah individu paku tiang dinyatakan cukup jika kurva *species-area* yang terbentuk mendatar (*asymptote*). Kemerataan jenis epifit pada *C. junghuhniana* lebih tinggi, sehingga mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan *C. contaminans*. Tidak meratanya kelimpahan jenis epifit berpembuluh mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman. Diperkirakan hal ini dipengaruhi oleh dominasi beberapa jenis epifit berpembuluh yang menunjukkan kelimpahan relatif yang lebih tinggi dari keseluruhan jenis. Misalnya *A. riparia* dengan kelimpahan yang sangat tinggi mencapai 539 individu, sedangkan beberapa jenis lainnya hanya diwakili oleh satu sampai dua individu. Tingginya kelimpahan jenis tersebut antara lain dipengaruhi oleh intensitas cahaya, hal ini tergambar dari hasil pengukuran intensitas cahaya pada Tabel 2. Pada *C. contaminans*, intensitas cahaya lebih tinggi dan kelimpahan epifit berpembuluh lebih tinggi dibandingkan dengan *C. junghuhniana*. Jenis ini termasuk dalam suku Asteraceae yang menyukai cahaya yang sejatinya hidup secara teresterial.

Indeks kesamaan Sorensen epifit berpembuluh pada kedua inang sebesar 0,49, menunjukkan tingkat kesamaan kedua komunitas sebesar 49% dan ketidaksamaan mencapai 51%. Perbedaan ini antara lain disebabkan oleh perbedaan karakteristik pohon inang dan iklim mikro (Tabel 2). Analisis statistik lebih lanjut terkait dengan korelasi iklim mikro dengan keanekaragaman tidak dilakukan, karena jumlah ulangan iklim mikro yang tidak memadai sehingga tidak menggambarkan variasi iklim mikro pada lokasi penelitian. Struktur batang juga diperkirakan mempengaruhi perbedaan komunitas epifit pada kedua jenis paku tiang. Batang *C. contaminans* memiliki struktur yang terbentuk dari bekas *frond* yang luruh, sedangkan pada *C. junghuhniana* masih terdapat sisa patahan *frond* yang telah luruh.

Komposisi jenis epifit berpembuluh pada *C. contaminans* menunjukkan dominasi kelompok paku-pakuan yaitu suku Polypodiaceae. Terdapat 8 jenis paku-pakuan dari suku Polypodiaceae dan juga hadir dengan kelimpahan yang relatif tinggi, diantaranya *B. mucronata* dengan kelimpahan mencapai 91 individu. Hal ini berbeda dengan epifit berpembuluh pada *C. junghuhniana* dengan kekayaan jenis epifit tertinggi adalah dari kelompok Spermatophyta yaitu suku Moraceae. Hasil penghitungan indeks nilai penting menunjukkan dominansi *A. riparia* pada kedua inang dan sangat dominan pada *C. contaminans* hingga mencapai 37,37%. Pada *C. junghuhniana*, jenis ini memiliki INP yang tinggi, namun nilainya tidak setinggi pada *C. junghuhniana*. Diperkirakan intensitas cahaya yang lebih tinggi pada *C. contaminans* mempengaruhi nilai INP.

Temuan ini menjadi menarik karena *A. riparia* umumnya hidup teresterial, namun pada studi ini menunjukkan dominansi jenis tersebut sebagai tumbuhan epifit. *A. riparia* merupakan tumbuhan eksotik dan pada beberapa studi dimasukkan sebagai tumbuhan asing invasif (Global Invasive Species Database 2017). Jenis-jenis paku-pakuan juga mendominasi separuh dari 10 jenis yang ditemukan dengan INP tertinggi pada kedua inang. Struktur batang paku-pakuan dengan lapisan akar yang tebal memiliki kapasitas penyimpanan air yang tinggi dan penting dalam pertumbuhan gametofit serta melekatnya sporofit paku-pakuan (Moran et al. 2003). Hal ini juga dinyatakan oleh Callaway (2002) bahwa kapasitas menyimpan air menjadi faktor yang sangat menentukan. Penggunaan indeks nilai penting memiliki kelebihan dibandingkan kelimpahan relatif, karena dari nilai tersebut dapat diketahui persebaran individu yang ditunjukkan oleh frekuensi relatif. Semakin tinggi nilai frekuensi menunjukkan persebaran suatu jenis semakin luas pada lokasi penelitian.

Keanekaragaman jenis epifit berpembuluh pada paku tiang di Kebun Raya Cibodas relatif tinggi. *Cyathea contaminans* memiliki kekayaan jenis dan kelimpahan jenis yang lebih tinggi, sedangkan *C. junghuhniana* memiliki indeks keanekaragaman dan kemerataan jenis yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui *In House Research Project* Kebun Raya Cibodas-LIPI, Cianjur, Jawa Barat. Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Destri yang telah membantu dalam identifikasi beberapa jenis anggrek.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartels SF, Chen YH. 2012. Mechanisms regulating epiphytic plant diversity. *Crit Rev Plant Sci* 31: 391-400.
- Barthlott W, Schmit-Neuerburg V, Nieder J et al. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecol* 152: 145-156.
- Bittner J, Trejos J, Zelaya. 1997. Analysis of the vascular epiphytes of tree ferns in a montane rain forest in Costa Rica. *Rev Mat, Teoria y Aplicac* 4 (2): 63-73.
- Callaway R, Kurt M, Reinhart O et al. 2002. Epiphyte host preferences and host traits: Mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132 (2): 221-230.
- Colwell RK. 2013. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 9. www.purl.oclc.org. [31 Agustus 2016].
- De Winter WP, Amoroso VB. 2003. Plant resources of South-East Asia No. 15 (2). *Cryptogams: Ferns and Fern Allies*. Prosea Foundation, Bogor. [Indonesia]
- Gentry AH, Dodson CH. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Ann Mo Bot Gard* 74 (2): 205-233.
- Global Invasive Species Database. 2017. Species profile: *Ageratina riparia*. www.iucngisd.org. [13 September 2017].
- Hietz P, Hietz-Seifert U. 1995. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *J Veg Sci* 6: 487-498.
- Holttum RE. 1963. Cyatheaceae (tree ferns). *Flora Malesiana Series II* 1 (2): 65-173.
- Laube S, Zotz G. 2003. Which abiotic factors limit vegetative growth in a vascular epiphyte? *Funct Ecol* 17: 598-604.
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Springer, Netherlands.
- Mehlreter K, Flores-Palacios A, Garcia Franco JG. 2005. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *J Trop Ecol* 21: 651-660.
- Moran RC, Klimas S, Carlsen M. 2003. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus Angiosperms in Costa Rica. *Biotropica* 35 (1): 4-56.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Nieder J, Prospero J, Michaloud G. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecol* 153 (1/2), *Tropical Forest Canopies: Ecology and Management*. Proceedings of the European Science Foundation Conference, Oxford University, 12-16 December 1998.
- Ong HC. 2003. *Cyathea J.E. Smith*. In: de Winter WP, Amoroso VB (eds). *Plant Resources of South-East Asia No. 15 (2). Cryptogams: Ferns and Fern Allies*. Prosea Foundation, Bogor. [Indonesia].
- Roberts NR, Dalton PJ, Jordan PJ. 2005. Epiphytic ferns and bryophytes of Tasmanian tree-ferns: A comparison of diversity and composition between two host species. *Austral Ecol* 30: 146-154.
- Steege H, Cornelissen JHC. 1989. Distribution and ecology of vascular epiphytes in lowland rain forest of Guyana. *Biotropica* 21 (4): 331-339.
- Wolf JHD. 1994. Factors controlling the distribution of vascular and non-vascular epiphytes in the Northern Andes. *Vegetatio* 112 (1): 15-28.
- Wolf JHD, Flamenco A. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, Mexico. *J Biogeogr* 30: 1689-1707.
- Werneck MS, de Espirito-Sant MM. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresiana* in Brazil. *Biotropica* 34 (1): 51-57.
- Yamada I. 1975. Forest ecological studies of the montane forest of Mt. Pangrango, West Java. *South East Asian Studies* 13 (3): 402-426.
- Zotz G, Bermejo P, Dietz H. 1999. The epiphyte vegetation of *Annona glabra* on Barro Colorado Island, Panama. *J Biogeogr* 26 (4): 761-776.
- Zotz G, Vollrath B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza*: Correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *J Trop Ecol* 19 (1): 81-90.

Komposisi vegetasi dasar di hutan Bukit Seblat yang berbatasan dengan Desa Seblat Ulu, Taman Nasional Kerinci Seblat, Sumatera

Composition of ground vegetation in Seblat Bukit forest bordering with Seblat Ulu Village, Kerinci Seblat National Park, Sumatra

IKHSAN NOVIADY[✉], IMAWAN WAHYU HIDAYAT, YATI NURLAENI

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat.
Tel. +62-263-512233, 520448, Fax. +62-263-512233, ✉email: ikhsan.noviady@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 15 September 2017. Revisi disetujui: 30 Desember 2017.

Abstrak. *Noviady I, Hidayat IW, Nurlaeni Y. 2017. Komposisi vegetasi dasar di hutan Bukit Seblat yang berbatasan dengan Desa Seblat Ulu, Taman Nasional Kerinci Seblat, Sumatera. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 461-465.* Hutan Bukit Seblat yang merupakan bagian dari Gunung Seblat termasuk ke dalam kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Secara administratif, hutan Bukit Seblat berbatasan langsung dengan Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Kawasan tersebut didominasi oleh hutan alami yang keragaman tumbuhannya masih tinggi. Tercatat sebanyak 48 suku tumbuhan yang dapat ditemukan di kawasan tersebut. Namun demikian, oleh karena berbatasan langsung dengan permukiman penduduk, tidak dapat dihindari keanekaragaman tumbuhan di hutan Bukit Seblat terancam keberadaannya. Beberapa lokasi mulai terlihat terbuka terkait dengan aktivitas penduduk, baik untuk ladang kopi, sawah, maupun aktivitas lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis anakan pohon dan populasinya yang menyusun vegetasi dasar di kawasan hutan Bukit Seblat. Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan plot 2 (5x1 m²). Penempatan plot disebar secara acak pada hutan yang terbuka dan kawasan yang masih tertutup hutan alami. Dari hasil penelitian diketahui tumbuhan di area terbuka yaitu sebanyak 48 jenis, lebih banyak dibandingkan di area tertutup yang berjumlah 43 jenis. Tumbuhan yang berada di area terbuka didominasi oleh *Calophyllum inophyllum* L. dengan INP sebesar 15,51% dan untuk tumbuhan yang berada di area tertutup didominasi oleh *Argostemma involucreatum* Hemsl. dengan INP sebesar 22,56%.

Kata kunci: Aktivitas penduduk, Bukit Seblat, keanekaragaman tumbuhan, vegetasi dasar

Abstract. *Noviady I, Hidayat IW, Nurlaeni Y. 2017. Composition of ground vegetation in Seblat Bukit forest bordering with Seblat Ulu Village, Kerinci Seblat National Park, Sumatra. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 461-465.* Seblat Bukit forest, which is a part of Seblat Mountain, belongs to the Kerinci Seblat National Park. Administratively, Bukit Seblat forest is directly adjacent to Seblat Ulu Village, Pinang Belapis Sub-district, Lebong District, Bengkulu Province. The area is dominated by natural forest whose the plant diversity is still high. It is recorded as many as 48 families of plants that can be found in the area. However, because it is directly adjacent to the settlements, it is inevitable that the diversity of plants in Bukit Seblat forest is threatened. Some locations are beginning to appear open related to the population activities, whether for coffee field, rice field, or other activities. The purpose of this research was to determine the diversity of species of tree seedling and their population that compose the ground vegetation in Bukit Seblat forest area. Data collection method was conducted by using plot 2 (5x1 m²). Plot placement was randomly dispersed in open forest and the area that was still covered by natural forest. From the research results, it was known that the plants in open area was as many as 48 species, more than in a closed area of 43 species. Plants in the open area were dominated by *Calophyllum inophyllum* L. with INP of 15.51% and for plants in closed areas were dominated by *Argostemma involucreatum* Hemsl. with INP of 22.56%.

Keywords: People activity, Bukit Seblat, plant diversity, ground vegetation

PENDAHULUAN

Hutan di pegunungan tropis memiliki kekayaan komunitas tumbuhan yang lebih besar dibanding daerah lainnya di dunia (Whitten et al. 1997). Komposisi floristik hutan pegunungan Indonesia tidak hanya beragam berdasarkan ketinggian, tetapi juga berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya (Whitten dan Whitten 1996). Menurut Aldrich (1997), formasi hutan hujan tropis pegunungan merupakan habitat bagi sejumlah besar jenis

endemik yang diduga masih belum banyak diketahui dan dikaji secara ilmiah. Ekosistem dataran tinggi basah memiliki peran penting secara ekologi dan konservasi, terutama apabila dikaitkan dengan isu perubahan iklim global dan degradasi lahan. Saat ini, dataran tinggi basah menjadi *refugee area* bagi spesies flora dan fauna dataran rendah yang habitatnya sebagian besar sudah rusak. Fenomena ini antara lain disebabkan oleh perubahan iklim global (Bertin 2008).

Hutan pegunungan di Sumatera masih menyimpan kekayaan keanekaragaman tumbuhan dataran tinggi tropis basah. Adapun Pulau Sumatera memiliki jumlah jenis endemik terbesar ketiga dari lima pulau besar di Indonesia dari beberapa taksa terpilih (Roos et al. 2004). Salah satu kawasan konservasi penting di Sumatera adalah Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Sebagai kawasan konservasi terbesar di Sumatera, TNKS memiliki peran penting dalam menjaga flora dan fauna khas Sumatera. Seiring dengan berjalannya waktu, TNKS mengalami tantangan baru, tidak hanya dari puluhan ribu petani yang menanam kopi dan tanaman lainnya dalam skala kecil secara ilegal di dalam taman nasional, namun juga dari 15 pemerintah kabupaten dan kota yang wilayahnya sudah ditempati (Bettinger 2014). Pembentukan perkebunan kelapa sawit dan perkebunan kayu saat ini menjadi pendorong utama deforestasi di Indonesia (Koh dan Wilcove 2008; Butler et al. 2009).

Hutan Bukit Seblat yang merupakan bagian dari Gunung Seblat merupakan bagian dari kawasan Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Secara administratif, hutan Bukit Seblat berbatasan langsung dengan Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Kawasan tersebut didominasi oleh hutan alami yang keragaman tumbuhannya masih tinggi. Namun, kawasan tersebut berbatasan langsung dengan permukiman penduduk. Penduduk setempat memanfaatkan lahan yang berbatasan dengan hutan di kawasan taman nasional untuk penggunaan lain, seperti kebun kopi, persawahan, dan kebun tanaman sayuran. Dengan adanya alih fungsi lahan tersebut, tidak dapat dihindari keanekaragaman tumbuhan di hutan Bukit Seblat terancam keberadaannya. Tingginya profitabilitas penggunaan lahan,

seperti perkebunan kelapa sawit, karet, dan kehutanan untuk industri pulp dan kertas, dikombinasikan dengan kebijakan lingkungan yang secara efektif mensubsidi penggunaan lahan tersebut, meningkatkan biaya peluang untuk melestarikan hutan tropis (Cacho et al. 2014).

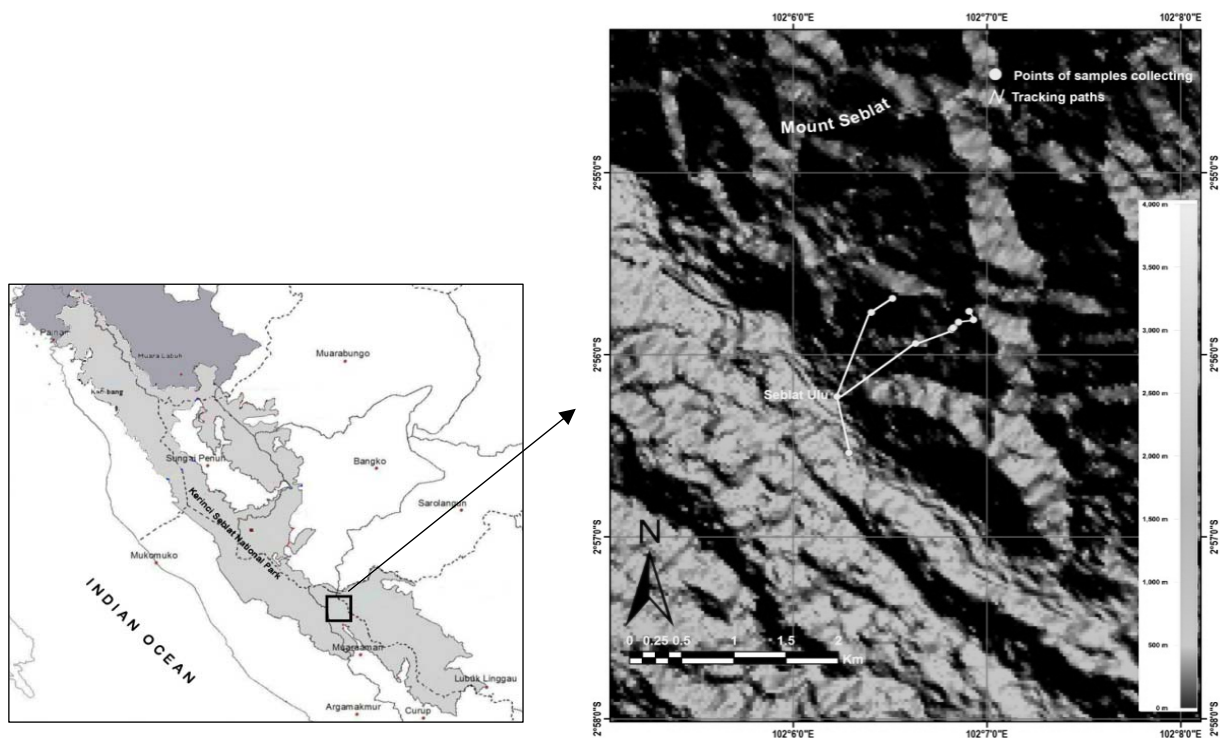
Keanekaragaman flora dataran tinggi basah di Pulau Sumatera saat ini masih tinggi dan perlu untuk dijaga kelestariannya. Hal ini penting untuk dilakukan mengingat laju deforestasi yang relatif cepat di Sumatera (Sodhi et al. 2010). Pemilihan lokasi penelitian di kawasan hutan lindung Gunung Seblat disebabkan keanekaragaman jenis floranya masih tinggi. Selain itu, kondisi kawasan hutannya masih relatif utuh dan kondisi iklimnya mirip dengan kondisi Kebun Raya Cibodas (Laumonier 1997).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis anakan pohon dan populasinya yang menyusun vegetasi dasar di kawasan hutan Bukit Seblat.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 21-22 April 2015 di kawasan hutan Bukit Seblat, Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Dengan posisi geografis berkisar antara $2^{\circ}55'41,8''$ - $2^{\circ}56'32,4''$ Lintang Selatan dan $102^{\circ}6'13,6''$ - $102^{\circ}6'55,9''$ Bujur Timur, pada ketinggian 845-946 m dpl, yang dapat dilihat pada Gambar 1. Lokasi penelitian merupakan lokasi yang berbatasan langsung dengan lahan yang dimanfaatkan oleh penduduk, baik untuk ladang kopi, sawah, ataupun aktivitas lainnya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Bukit Seblat, Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu

Cara kerja

Pengambilan data dilakukan dengan analisis vegetasi untuk melihat dan membandingkan keanekaragaman vegetasi hutan pada kawasan terbuka dan kawasan tertutup dengan menggunakan plot 2 (5x1 m²) menurut Muller-Dumbois dan Ellenberg (1974). Parameter yang diukur meliputi jenis, frekuensi, dan dominansi. Penempatan plot disebar secara acak pada hutan terbuka yang berbatasan dengan ladang dan kawasan yang masih tertutup hutan alami. Data iklim yang diamati berupa suhu dan kelembapan udara, tingkat keasaman tanah (pH), dan kelembapan tanah.

Analisis data

Tumbuhan yang ditemukan diidentifikasi di Herbarium Tjibodasensis, dikelompokkan berdasarkan jenis dan suku. Analisis komposisi vegetasi dilakukan dengan penghitungan indeks nilai penting (INP), indeks kesamaan Sorensen, dan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'). Rumus indeks nilai penting yaitu: $INP = FR + DR$, dimana: KR = Kerapatan Relatif (%) dan DR = Dominansi Relatif (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

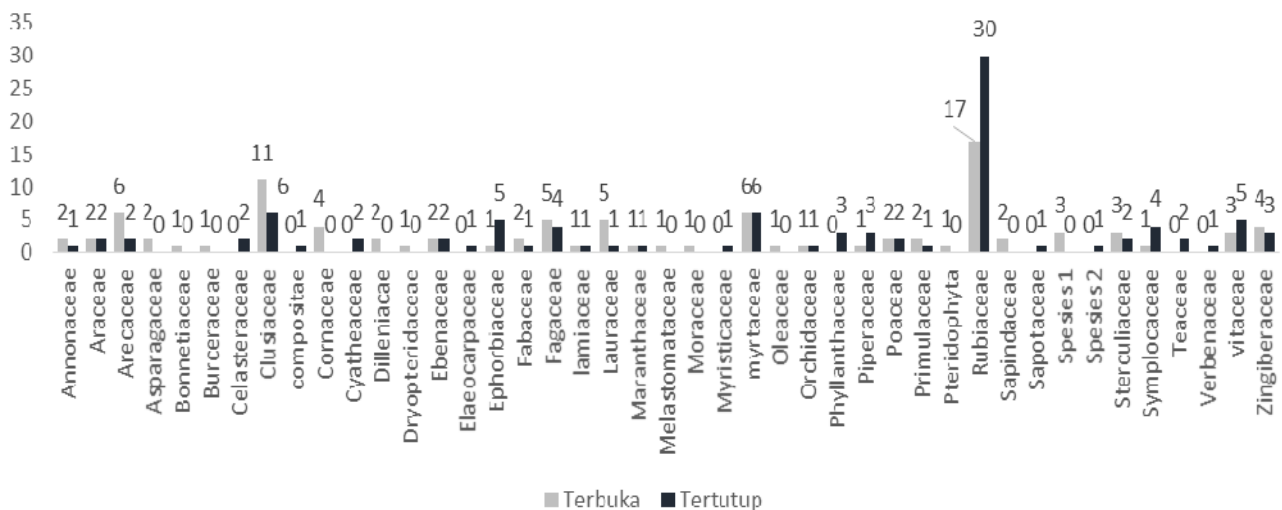
Keanekaragaman jenis tumbuhan

Bukit Seblat termasuk ke dalam zona tropik (subzona Bukit) dengan ketinggian 500-1000 m dpl (van Steenis 2006). Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') pada vegetasi penyusun di kawasan tertutup berdasarkan jenis vegetasi yaitu sebesar 3,36 dan di kawasan terbuka sebesar 4,55. Artinya, tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan pada kedua kawasan tersebut masih tinggi. Menurut Mason (1980), kisaran dan pengelompokan indeks keanekaragaman yaitu keanekaragaman rendah apabila

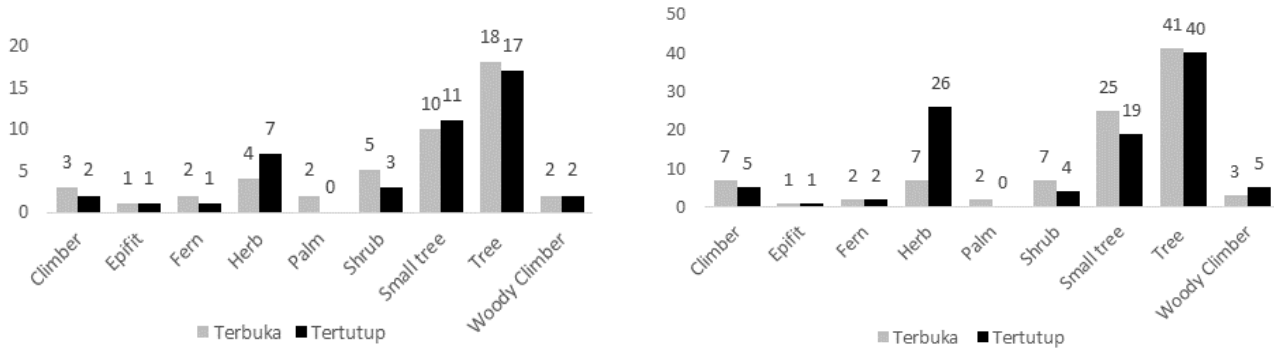
$H' < 1$, keanekaragaman sedang apabila $1 < H' < 3$, dan keanekaragaman tinggi apabila $H' > 3$. Odum (1971) menyatakan semakin banyak jumlah spesies maka semakin tinggi tingkat keanekaragaman. Indeks kesamaan Sorensen dari kedua kawasan tersebut sebesar 0,42, dari nilai tersebut dapat dikatakan bahwa kedua kawasan yang diteliti memiliki komposisi tumbuhan penyusun yang berbeda. Suku tumbuhan yang paling banyak menyusun kedua kawasan tersebut adalah suku Rubiaceae, di kawasan terbuka sebanyak 17 jenis dan di kawasan tertutup sebanyak 30 jenis. Dari hasil penelitian diketahui tumbuhan di area terbuka sebanyak 48 jenis, lebih banyak dibandingkan area tertutup yang berjumlah 43 jenis.

Struktur vegetasi tumbuhan

Dari hasil analisis didapatkan indeks nilai penting (INP), dimana tumbuhan yang berada di area terbuka didominasi oleh *Calophyllum inophyllum* L. dengan INP sebesar 15,51% dan untuk tumbuhan yang berada di area tertutup didominasi oleh *Argostemma involucreatum* Hemsl. dengan INP sebesar 22,56%. *Calophyllum inophyllum* banyak tumbuh di kawasan terbuka, diduga biji dari tumbuhan tersebut dibawa oleh hewan yang memakan buahnya, karena buah tumbuhan tersebut disukai oleh hewan, terutama kelelawar yang bertindak sebagai agen penyebaran (van Der Pijl 1957). Untuk tumbuhan yang mendominasi di kawasan tertutup yaitu *A. involucreatum*, merupakan herba dari suku Rubiaceae, karena wilayah yang tertutup memiliki kelembapan udara yang tinggi, dimana tumbuhan herba tumbuh subur. Sesuai dengan hasil dari Noviady dan Normasiwi (2015), bahwa tumbuhan dari jenis yang sama mendominasi pada vegetasi tumbuhan bawah di Robian Tongah-tongah Hutan Lindung Gunung Sibuatan, Sumatera Utara, dengan kondisi hutan yang tertutup dan lembap.



Gambar 2. Keanekaragaman jenis tumbuhan berdasarkan suku



Gambar 3. Keaneekaragaman jenis (kanan) dan jumlah individu (kiri) tumbuhan dasar berdasarkan bentuk hidup (habitus/life form)

Tabel 1. Hasil perhitungan indeks nilai penting vegetasi dasar di kawasan terbuka di hutan Bukit Seblat, Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu

Jenis tumbuhan	KR (%)	FR (%)	INP (%)
<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	11,22	4,29	15,51
<i>Urophyllum</i> sp.	6,12	4,29	10,41
<i>Lasianthus</i> sp.	6,12	2,86	8,98
<i>Mastixia</i> sp.	4,08	4,29	8,37
<i>Syzygium</i> sp.	5,10	2,86	7,96
<i>Sterculia</i> sp.	3,06	4,29	7,35
<i>Calamus ciliaris</i> Blume.	4,08	2,86	6,94
<i>Lithocarpus</i> sp.	4,08	2,86	6,94
Spesies 1	3,06	2,86	5,92
<i>Amomum</i> sp.	2,04	2,86	4,90
<i>Ardisia</i> sp.	2,04	2,86	4,90
<i>Cinnamomum</i> sp.	2,04	2,86	4,90
Fabaceae	2,04	2,86	4,90
<i>Mischocarpus</i> sp.	2,04	2,86	4,90
<i>Psychotria</i> sp.	2,04	2,86	4,90

Keterangan: KR = Kerapatan relatif, FR = frekuensi relatif, INP = indeks nilai penting

Tabel 2. Hasil perhitungan indeks nilai penting vegetasi dasar di kawasan tertutup di hutan Bukit Seblat, Desa Seblat Ulu, Kecamatan Pinang Belapis, Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu

Jenis tumbuhan	KR (%)	FR (%)	INP (%)
<i>Argostemma involucreatum</i> Hemsl.	19,39	3,17	22,56
<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	6,12	6,35	12,47
<i>Syzygium</i> sp.	6,12	4,76	10,88
<i>Tetrastigma</i> sp.	5,10	4,76	9,86
<i>Urophyllum</i> sp.	5,10	3,17	8,28
<i>Symplocos</i> sp.	4,08	3,17	7,26
<i>Antidesma</i> sp.	3,06	3,17	6,24
<i>Piper</i> sp.	3,06	3,17	6,24
<i>Calamus ciliaris</i> Blume.	2,04	3,17	5,22
<i>Croton</i> sp.	2,04	3,17	5,22
<i>Cyathea contaminans</i> (Wall. ex Hook.)	2,04	3,17	5,22
<i>Euonymus</i> sp.	2,04	3,17	5,22
<i>Gordonia</i> sp.	2,04	3,17	5,22
<i>Lithocarpus</i> sp.	2,04	3,17	5,22
<i>Sterculia</i> sp.	2,04	3,17	5,22

Keterangan: KR = Kerapatan relatif, FR = frekuensi relatif, INP = indeks nilai penting

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dengan DIPA Tematik-LIPI Tahun Anggaran 2015, 'Eksplorasi Dataran Tinggi Basah Sumatera'. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Taman Nasional Kerinci Seblat (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), terutama Kantor Bidang III Curup-Rejang Lebong, Ismanto, Jonathan Hiskia Sinuhaji, Pestu Doben, dan pegawai-pegawai lainnya. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Arwin Arapik, yang telah mendampingi selama penelitian di lapangan, serta kepada masyarakat Desa Seblat Ulu, terutama Roni A. Ramadhani dan Ahmad Buhari.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich M. 1997. Tropical montane cloud forest: An urgent priority for conservation. WCMC Biodiversity Bulletin No. 2. World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- Bertin RI. 2008. Plant phenology and distribution in relation to recent climate change. *J Torrey Bot Soc* 135(1): 126-146.
- Bettinger KA. 2014. Political contestation, resource control and conservation in an era of decentralization at Indonesia's Kerinci Seblat National Park. *Asia Pacific Viewpoint* 56(2): 1-15.
- Butler RA, Koh LP, Ghazoul J. 2009. REDD in the red: Palm oil could undermine carbon payment schemes. *Conserv Lett* 2(2): 67-73.
- Cacho OJ, Milne S, Gonzalez R et al. 2014. Benefits and costs of deforestation by smallholders: Implications for forest conservation and climate policy. *Ecol Econom* 107: 321-332.
- Koh LP, Wilcove DS. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conserv Lett* 1(2): 60-64.
- Laumonier Y. 1997. The vegetation and physiography of Sumatra. *Geobotany* 22. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Mason CF. 1980. *Ecology*. 2nd ed. Longman Inc., New York, USA.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Noviady I, Normasiwi S. 2015. Komposisi vegetasi di Robian Tongah-tengah, Hutan Lindung Gunung Sibuatan, Sumatera Utara. In: Setyawan AD (ed). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas* 1(6): 1380-1384. Bandung, 13 Juni 2016. [Indonesian]
- Odum EP. 1971. *Fundamental of ecology*. W.B. Saunder Co., London.
- Roos MC, Keblor PJA, Gradstein R et al. 2004. Species diversity and endemism of five major Malaysian Island: Diversity-area relationships. *J Biogeogr* 31 (12): 1893-1908.
- Sodhi NS, Posa MRC, Lee TM et al. 2010. The state and conservation of Southeast Asian biodiversity. *Biodivers Conserv* 19: 317-328.
- Van Der Pijl L. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Acta Bot Neerl* 6: 291-315.
- Van Steenis CGGJ. 2006. *Flora pegunungan Jawa*. LIPI Press, Jakarta.

Whitten T, Whitten J. 1996. Indonesian heritage: Plant. Archipelago Press, Singapore.

Whitten T, Damanik SJ, Anwar J et al. 1997. The ecology of Sumatra. Periplus Editions (HK) Ltd., Hong Kong.

Kualitas sperma sapi hasil *sexing* setelah kapasitasi secara *in vitro*

The quality of sexing-sorted bull sperm after *in vitro* capacitation

EKAYANTI MULYAWATI KAIIN[✉], MUHAMMAD GUNAWAN

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong 16911, Indonesia.
Tel.: +62-21-8754627, Fax. +62-21-8754588, ✉email: ekayantikaiin@yahoo.com.

Manuskrip diterima: 9 September 2017. Revisi disetujui: 31 Desember 2017.

Abstrak. Kaiin EM, Gunawan M. 2017. Kualitas sperma sapi hasil *sexing* setelah kapasitasi secara *in vitro*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 466-470. Sperma sapi hasil *sexing* (pemisahan jenis kelamin) dengan metode kolom *Bovine Serum Albumin* (BSA) 3 kolom 5-10%, diuji secara *in vitro* untuk melihat kualitas sperma secara mikroskopis setelah proses kapasitasi. Sperma sapi FH hasil *sexing* X (betina) dan Y (jantan) yang telah dibekukan, dicairkan kembali pada *waterbath* dengan suhu 37°C selama 30 detik. Kemudian dilakukan pengujian kualitas sperma, meliputi parameter motilitas, viabilitas, dan abnormalitas. Pengujian status kapasitasi sperma dilakukan dengan pewarnaan *triple staining*, dilakukan pada masing-masing sampel sebelum dan sesudah kapasitasi. Setelah itu, sperma X₁, X₂, dan Y dikapasitasi di dalam dua perlakuan medium TALP yang mengandung kafein 4 mM (I), serta kafein 4 mM dan heparin 10 µg/ml (II). Sebagai kontrol, digunakan sampel sperma yang tidak di-*sexing*. Penelitian dilakukan sebanyak 5 ulangan, masing-masing menggunakan *straw* sperma X, Y, atau tanpa *sexing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motilitas sperma X dan Y pada medium kapasitasi II (X₁=50,9%; X₂=48,6%, dan Y=51,5%) lebih tinggi secara nyata (p<0,05) dibandingkan dengan medium I (X₁=41,5%; X₂=43,9%, dan Y=41,3%). Hasil serupa juga diperoleh pada sperma yang tidak di-*sexing*. Viabilitas sperma X dan Y yang dikapasitasi pada medium II (X₁=66,9%; X₂=61,7%, dan Y=60,3%) juga menghasilkan persentase yang lebih tinggi dibandingkan dengan medium I (X₁=54,8%; X₂=50,6%, dan Y=54,9%). Nilai abnormalitas sperma X dan Y sesudah dikapasitasi pada kedua perlakuan medium, tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sperma yang tidak di-*sexing*. Sebelum dikapasitasi, persentase sperma X dan Y yang mengalami reaksi akrosom lebih rendah (2,6% dan 0,5%), tetapi setelah dikapasitasi, jumlah sperma yang mengalami reaksi akrosom meningkat, baik pada perlakuan I maupun perlakuan II. Hasil ini menunjukkan bahwa *sexing* atau pemisahan sperma sapi X dan Y menggunakan kolom BSA, tidak menyebabkan terjadinya reaksi akrosom lebih awal sebelum proses kapasitasi.

Kata kunci: BSA, kapasitasi, reaksi akrosom, sapi FH, sperma *sexing*

Abstract. Kaiin EM, Gunawan M. 2017. The quality of sexing-sorted bull sperm after *in vitro* capacitation. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 466-470. Sexing-sorted bull sperm separated with three column BSA (5-10%) was evaluated *in vitro* to determine the quality of sperm after capacitation. The frozen FH bull sexing-sorted X (female) and Y (male) sperms were re-thawed at water bath with a temperature of 37°C for 30 seconds. Then, the quality of sperms was evaluated in the parameters of motility, viability and abnormality. The state of sperm capacity was examined with triple staining at each sample, before and after capacitation. X and Y sperms were capacitated in two treatment media, i.e., TALP medium with 4 mM caffeine (I), or 4 mM caffeine combined with heparin 10 µg/ml (II). Unsorted sperm was used as a control. The research was conducted in five repetitions, by using X, Y, and unsorted sperms. The results showed that the motility of X dan Y sperms at the capacitation medium with caffeine and heparin was significantly higher (X₁=50.9%, X₂=48.6%, and Y=51.5%) compared to the capacitation medium only with caffeine (X₁=41.5%; X₂=43.9% and Y=41.3%). The same result was obtained from unsexed sperm. The viability of X dan Y sperm capacitated with medium II (X₁=66.9%, X₂=61.7%, and Y=60.3%), also resulted in a higher percentage compared to medium I (X₁=54.8%, X₂=50.6%, and Y=54.9%). The abnormality of X and Y sperms after capacitation at both treatment medium was not different significantly compared to unsorted sperm. Before capacitation, the percentages of X and Y sperms with acrosome reaction were lower (2.6% and 0.5%), but after capacitation, it resulted in increasing the number of sperms with acrosome reaction incapacitation, both on medium I and II. This result showed that sexing-sorted bull sperm with BSA column not resulting in the earlier acrosome reaction before capacitation.

Keywords: Acrosome reaction, BSA, capacitation, FH bull, sexing sperm

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi ternak sapi di Indonesia dapat dioptimasi dengan melakukan inseminasi buatan menggunakan sperma hasil *sexing*, sehingga dapat dilahirkan pedet dengan jenis kelamin yang sesuai harapan (betina atau jantan), disesuaikan dengan kebutuhan peternak. Pemisahan sperma X dan Y menggunakan kolom

BSA dilakukan berdasarkan perbedaan motilitas antara sperma X dan Y dalam menembus larutan BSA (Hafez dan Hafez 2000), serta berdasarkan perbedaan ukuran DNA antara sperma X dan sperma Y. Rasio perbedaan DNA sperma X dan Y pada sapi sebesar 3,8% (Johnson dan Welch 1999). Pengembangan metode *sexing* sperma sapi dengan kolom *Bovine Serum Albumin* (BSA) sudah dikembangkan dan diaplikasikan di lapangan,

menghasilkan kesesuaian jenis kelamin anak sapi perah sebesar 81% dengan S/C sebesar 1,37 (Said et al. 2005)), hasil Gunawan et al. (2015) sebesar 87% (sperma X) dan 89,5% (sperma Y), sedangkan pada sapi simental sebesar 81,7% untuk sperma Y (Kaiin et al. 2008) dan pada sapi bali sebesar 76,7% (sperma X) (Gunawan et al. 2017).

Pemisahan sperma berdasarkan motilitas dan ukuran sperma menggunakan albumin (Hafez dan Hafez 2000, Yadav et al. 2017) merupakan salah satu metode pemisahan (*sexing*) jenis kelamin sperma. Pengembangan metode *sexing* menggunakan kolom BSA bertingkat dilakukan untuk menggantikan penggunaan albumen putih telur yang tidak stabil kualitas dan viskositasnya yang disebabkan oleh tidak seragamnya kualitas telur yang digunakan (Kaiin et al. 2003). BSA juga merupakan salah satu protein alami di dalam cairan plasma semen (Akhter et al. 2014), sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengganti kuning telur pada medium pengencer semen. Penggunaan BSA dengan konsentrasi 10% atau 15% dapat menghasilkan kualitas *post-thawing* serupa dengan menggunakan Tris-kuning telur. Penggunaan BSA dilakukan untuk tujuan proteksi pada penyimpanan sperma pada temperatur 5°C. Penggunaan BSA pada medium kapasitas juga berfungsi untuk meningkatkan *efflux* pada membran plasma sel sperma (Matsuoka et al. 2006). Penggunaan BSA untuk memisahkan sperma X dan Y telah dilakukan sebelumnya dengan konsentrasi BSA yang berbeda dengan penelitian ini. Penggunaan BSA sebagai medium *sexing* sperma dimungkinkan karena BSA berfungsi untuk melindungi membran plasma dan memelihara integritas DNA sperma (Akhter et al. 2014).

Kapasitasi adalah proses maturasi sel sperma yang terjadi di dalam saluran reproduksi betina. Tanpa proses kapasitasi, spermatozoa tidak dapat memfertilisasi oosit (Garcia et al. 2015). Pada fertilisasi *in vitro*, proses kapasitasi sperma juga dilakukan dengan menggunakan medium kapasitasi yang mempunyai komposisi serupa dengan kondisi pada saluran reproduksi betina. Penambahan BSA pada medium kapasitasi dilakukan sebagai sumber kolesterol untuk menggantikan BSA yang terdapat dalam plasma semen yang sudah dihilangkan dan digantikan dengan medium pengencer (Garcia et al. 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan bahan yang digunakan untuk memisahkan jenis kelamin sperma dalam penelitian ini, yaitu BSA, dalam mempengaruhi kualitas sperma setelah diproduksi dan dibekukan, serta untuk mengetahui kualitas sperma *sexing* setelah dikapasitasi secara *in vitro* sehingga dapat diketahui potensi fertilitasnya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Reproduksi, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI.

Bahan penelitian

Sampel yang digunakan adalah *straw* beku sperma FH hasil *sexing* dengan metode kolom BSA bertingkat 3 kolom

dari sapi pejantan FH yang dipelihara di kandang ternak LIPI, Cibinong, Bogor, Jawa Barat.

Cara kerja

Pemisahan sperma (sexing)

Semen sapi pejantan FH dikoleksi dengan metode vagina buatan. Hasil koleksi kemudian diamati kualitas makroskopis dan mikroskopisnya. Semen yang memenuhi standar kualitas baik, kemudian diproses untuk dilakukan *sexing* sperma dengan kolom BSA bertingkat 5-10% selama 45 menit (Kaiin et al. 2013; Kaiin dan Gunawan 2016b). Setelah proses *sexing*, sperma yang dikoleksi dari masing-masing kolom BSA kemudian disentrifugasi di dalam medium *Brackett Oliphant* (BO) selama 10 menit dengan kecepatan 1800 rpm. Pelet sel sperma kemudian ditambahkan dengan 1000 µl medium BO dan diamati kualitas spermanya secara mikroskopis, meliputi motilitas, viabilitas, membran plasma utuh, dan abnormalitas. Kemudian sampel sperma diencerkan dengan menggunakan medium pengencer Tris kuning telur 20% (v/v) serta dikemas dalam *straw* 0,5 ml. Setelah itu, dilakukan ekuilibrase pada suhu 5°C selama 3-4 jam, kemudian dibekukan di atas uap nitrogen cair.

Evaluasi semen beku hasil sexing

Penelitian ini menggunakan 5 ulangan untuk masing-masing sampel sperma X, Y, dan tidak di-*sexing* sebagai kontrol. *Straw* dicairkan (di-*thawing*) pada temperatur 37°C selama 30 detik di dalam *waterbath* (Meymert). Kemudian *straw* digunting menggunakan gunting *straw* dan sperma dimasukkan ke dalam tabung Eppendorf 1,5 ml kemudian disimpan di dalam *thermal block* (Minitub HT 300) dengan temperatur 37°C. Setelah didiamkan selama 2-3 menit, kemudian dievaluasi motilitas sperma pasca-*thawing* dengan menggunakan *Sperm Vision* (Minitub). Pembuatan apusan sperma pada kaca preparat dilakukan dengan pewarnaan Eosin-Nigrosin untuk pengamatan viabilitas dan abnormalitas. Pengamatan sampel dilakukan di bawah mikroskop cahaya (Olympus CX23) dengan perbesaran lensa okuler 10x dan perbesaran lensa objektif 10X dan 20X. Persentase viabilitas sperma dihitung dari jumlah sel sperma yang hidup (tidak berwarna) dibagi dengan jumlah total sel yang diamati dan dikalikan dengan 100% (untuk setiap 200 sel, dalam 5 lapang pandang dengan 3 kali ulangan). Penghitungan abnormalitas sperma juga dilakukan dengan cara yang sama. Pewarnaan akrosom dilakukan dengan menggunakan metode *triple staining* (Kovacs dan Foote 1992), yaitu dengan menggunakan pewarna *trypan blue* (Sigma), *neutral red* (Applichem), dan Giemsa 7,5% (Merck), dilakukan pada saat sebelum dan sesudah kapasitasi. Kapasitasi dilakukan dengan menggunakan dua perlakuan medium, yaitu medium *Tyrod's Albumine Lactate Pyruvate* (TALP) yang ditambahkan dengan kafein 4 mM dan medium TALP yang ditambahkan dengan kafein 4 mM dan heparin 10 µg/ml. Parameter yang diamati sesudah kapasitasi adalah motilitas, abnormalitas, dan reaksi akrosom. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan ANOVA untuk mengetahui pengaruh kapasitasi terhadap sperma hasil *sexing*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap motilitas sperma hasil *sexing* beku pascakapasitasi ditampilkan pada Tabel 1. Motilitas sperma tanpa *sexing* sebelum dikapasitasi menunjukkan hasil yang seragam, yaitu berkisar antara 56,6% sampai 57,3%. Perlakuan kapasitasi tampak sedikit menurunkan motilitas sperma. Motilitas sperma X₁, X₂, dan Y pada perlakuan medium kapasitasi mengandung kafein dan heparin (medium kapasitasi II) menghasilkan motilitas yang lebih tinggi secara nyata ($p < 0,05$) dibandingkan dengan motilitas pada perlakuan medium yang hanya mengandung kafein (medium kapasitasi I). Hasil serupa juga diperoleh pada sperma tanpa *sexing*.

Data hasil pengamatan terhadap viabilitas sperma hasil *sexing* pascakapasitasi ditampilkan pada Tabel 2. Pada penelitian ini, viabilitas sperma X dan Y menunjukkan hasil yang cenderung lebih tinggi pada medium kapasitasi II dibandingkan dengan medium kapasitasi I.

Pengamatan terhadap abnormalitas sperma hasil *sexing* pascakriopreservasi ditampilkan pada Tabel 3. Hasil yang diperoleh menunjukkan tidak ada perbedaan antara kelompok perlakuan. Abnormalitas sperma yang ditemukan berkisar antara 5% sampai 13,8%.

Tabel 1. Persentase motilitas sperma hasil *sexing* beku pascakapasitasi

Jenis sperma	Sebelum kapasitasi	Perlakuan kapasitasi	
		TALP + Kafein 4 mM	TALP + Kafein + Heparin 10 µg/ml
Tanpa <i>sexing</i>	57,1	38,6 ^a	49,5 ^b
X ₁	56,6	41,5 ^a	50,9 ^b
X ₂	57,2	43,9 ^a	48,6 ^b
Y	57,3	41,3 ^a	51,5 ^b

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom berbeda, menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan ($p < 0,05$)

Tabel 2. Persentase viabilitas sperma hasil *sexing* beku pascakapasitasi

Jenis sperma	Sebelum kapasitasi	Perlakuan kapasitasi	
		TALP + Kafein 4 mM	TALP + Kafein + Heparin 10 µg/ml
Tanpa <i>sexing</i>	66,4	57,5	66,3
X ₁	57,3	54,8	60,9
X ₂	54,5	40,6	51,7
Y	53,3	44,9	50,3

Tabel 3. Persentase abnormalitas sperma hasil *sexing* beku pascakapasitasi

Jenis sperma	Sebelum kapasitasi	Perlakuan kapasitasi	
		TALP + Kafein 4 mM	TALP + Kafein + Heparin 10 µg/ml
Tanpa <i>sexing</i>	9,5	13,6	12,8
X ₁	10,8	13,8	11,8
X ₂	7,4	11,1	10,7
Y	5,0	11,5	10,4

Pengamatan terhadap status kapasitasi sperma hasil *sexing* beku dapat dilihat pada Tabel 4. Sebelum kapasitasi, persentase sperma yang mengalami reaksi akrosom rendah, baik pada sperma X, sperma Y, maupun sperma yang tidak di-*sexing*. Namun, setelah perlakuan kapasitasi, baik dengan medium I maupun medium II, terjadi peningkatan jumlah sperma yang mengalami reaksi akrosom pada sperma tanpa *sexing*, sperma X, dan sperma Y. Persentase sperma dengan akrosom utuh cukup tinggi pada saat sebelum kapasitasi, namun terjadi penurunan jumlah sperma yang utuh pada saat setelah kapasitasi, baik dengan medium I maupun medium II. Hal tersebut disebabkan terjadinya sperma yang mengalami reaksi akrosom setelah dikapasitasi. Persentase sperma yang mengalami kerusakan akrosom tampak tidak jauh berbeda antara sebelum dan sesudah kapasitasi. Sementara itu, sperma yang mengalami reaksi akrosom dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Status kapasitasi sperma: reaksi akrosom (A), akrosom utuh (B), akrosom rusak (C)

Tabel 4. Status kapasitasi sperma hasil *sexing* beku

Tahapan kapasitasi	Perlakuan	Jenis sperma	Status kapasitasi sperma			
			Reaksi akrosom	Akrosom utuh	Akrosom rusak	
Sebelum	-	Tanpa <i>sexing</i>	6,8 ^a	68,6	24,6	
		X ₁	2,6 ^a	65,0	32,4	
		X ₂	1,7 ^a	79,1	18,8	
		Y	0,4 ^a	93,0	5,2	
		Sesudah	Kafein dan heparin	Tanpa <i>sexing</i>	38,6 ^b	47,0
X ₁	22,0 ^b	57,6		20,4		
X ₂	26,7 ^b	49,8 ^c		20,6		
Y	35,6 ^b	42,6 ^c		21,8		
Sesudah	Kafein	Tanpa <i>sexing</i>		37,2 ^b	46,8	16,0
		X ₁		28,2 ^b	56,4	15,4
		X ₂		29,9 ^b	48,2 ^c	17,9
		Y		33,6 ^b	44,0 ^c	22,4

Keterangan: Huruf *superscript* berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Kapasitasi secara *in vivo* ditujukan untuk meningkatkan fertilitas sperma pada saat memfertilisasi oosit. Selama proses tersebut, terjadi perubahan-perubahan pada akrosom yang ditandai dengan pelepasan enzim hyaluronidase dan zonalisin (Ciptadi 2012). Sementara itu, kapasitasi secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan medium kapasitasi yang dibuat menyerupai kondisi *in vivo* di dalam saluran reproduksi betina. Medium kapasitasi yang umum digunakan adalah medium *Brackett Oliphant* (BO) dan medium *Tyrode Albumin Lactate Pyruvate* (TALP). Pada penelitian ini digunakan medium TALP untuk menguji kualitas sperma hasil *sexing* pascakapasitasi. Penggunaan medium TALP lebih mendukung proses fertilisasi *in vitro* pada kerbau dibandingkan dengan medium BO (Hammam et al. 2010). Penambahan kafein pada medium TALP ditujukan untuk meningkatkan jumlah sperma yang terkapasitasi (Momezawa dan Fukud 2003), sedangkan heparin dapat menginduksi terjadinya reaksi akrosom (Parrish et al. 1985). Menurut Park dan Niwa (2009), kombinasi penambahan kafein dan heparin pada inkubasi sperma pasca-*thawing* sebelum proses fertilisasi *in vitro* secara nyata meningkatkan laju penetrasi oosit. Hasil yang sama juga diperoleh Niwa dan Ohgoda (1988) yang menyatakan bahwa penambahan kafein dan heparin secara bersama-sama lebih meningkatkan kapasitasi dan laju penetrasi oosit.

Penambahan kafein dan heparin pada medium TALP dapat meningkatkan motilitas sperma dibandingkan pada medium yang hanya ditambahkan kafein. Berdasarkan data pada Tabel 1, tampak bahwa motilitas sperma Y lebih tinggi dibandingkan dengan sperma X. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Hafez dan Hafez (2000) yang menyatakan bahwa motilitas sperma Y lebih cepat dari sperma X. Martecikova et al. (2010) menyatakan bahwa kafein digunakan untuk menstimulasi kapasitasi dan reaksi akrosom sperma. Hasil penelitian Nabavi et al. (2013) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan motilitas dan viabilitas antara sperma mencit yang dikapasitasi dengan kafein dengan tanpa kafein. Hasil penelitian Gunawan dan Kaiin (2016) pada sapi bali menghasilkan motilitas pasca-*thawing* sperma X sebesar 40,45% dan sperma Y sebesar 39,14%.

Keberhasilan inseminasi juga ditentukan oleh viabilitas sel sperma. Dari hasil penelitian terlihat bahwa viabilitas sperma pascakapasitasi dengan medium I maupun medium II sedikit menurun jika dibandingkan dengan viabilitas sperma sebelum dikapasitasi. Hasil ini menunjukkan bahwa proses kapasitasi tidak terlalu mempengaruhi viabilitas sperma X maupun sperma Y. Colas et al. (2010) menyatakan bahwa penambahan kafein mampu meningkatkan level cAMP dan kalsium intraseluler serta dapat menurunkan viabilitas sperma. Hasil yang dilaporkan oleh Kaiin dan Gunawan (2016a) pada sapi bali menghasilkan viabilitas pasca-*thawing* sebesar 69,20% (sperma X) dan 69,22% (sperma Y). Persentase abnormalitas sperma juga menentukan fertilitas pejantan. Menurut Arifiantini (2014), abnormalitas sperma terdiri dari dua kategori, yaitu abnormalitas primer yaitu kelainan

yang terjadi pada saat spermatogenesis, dan abnormalitas sekunder yaitu kelainan yang terjadi setelah tahap spermiasi. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk produk sperma sapi beku, mensyaratkan abnormalitas sperma di bawah 20%. Pada penelitian ini, abnormalitas sperma yang ditemukan berada di bawah nilai tersebut, sehingga kualitas sperma hasil *sexing* yang diproduksi masih sesuai SNI. Dibandingkan dengan hasil Kaiin dan Gunawan (2016a), abnormalitas sperma pasca-*thawing* pada penelitian ini masih lebih tinggi. Pada sapi bali, abnormalitasnya berkisar 5%. Hasil pengamatan abnormalitas pada sperma hasil *sexing* kerbau belang menunjukkan abnormalitas ekor melipat dan *pear shape* pada sperma X serta abnormalitas ekor melipat dan abaxial pada sperma Y (Kaiin et al. 2017).

Susilawati (2011) menyatakan bahwa kapasitasi adalah serentetan perubahan yang membuat spermatozoa mampu mengalami reaksi akrosom. Pada penelitian ini, tampak bahwa sebelum dilakukan kapasitasi, persentase sperma hasil *sexing* yang mengalami reaksi akrosom sangat rendah. Dengan proses perlakuan kapasitasi, baik dengan medium I maupun medium II, secara nyata meningkatkan persentase sperma X dan Y yang mengalami reaksi akrosom serta menurunkan persentase sperma X dan Y yang mempunyai akrosom utuh. Hal tersebut diduga karena sperma mengalami reaksi akrosom. Spermatozoa tidak akan mengalami reaksi akrosom jika belum terkapasitasi secara utuh. Reaksi akrosom dapat digunakan sebagai indikator keberhasilan kapasitasi (Susilawati 2011). Hasil menunjukkan bahwa belum semua sperma berada pada tahapan reaksi akrosom, karena reaksi akrosom akan terjadi pada saat sperma menempel pada zona pelusida oosit. Menurut Susilawati (2011), reaksi akrosom bertujuan untuk membantu spermatozoa menembus zona dan meleburkan selaput plasma oosit (sel telur). Reaksi akrosom biasanya terjadi selama 10-15 menit dan diinduksi oleh pertemuan antara reseptor membran spermatozoa dengan ZP3 pada zona pelusida.

Penggunaan BSA sebagai medium *sexing* sperma ditemukan tidak menyebabkan terjadinya reaksi akrosom pada sperma X maupun sperma Y. Tampak pada Tabel 4, bahwa sebelum kapasitasi, persentase sperma yang mengalami reaksi akrosom sangat rendah, yaitu sebesar 0,4% pada sperma Y dan 2,6% pada sperma X. Medium kapasitasi pada umumnya mengandung BSA, kalsium, dan bikarbonat. BSA digunakan pada medium kapasitasi sebagai penyedia kolesterol yang berperan dalam proses reaksi akrosom (Garcia et al. 2015). Penggunaan BSA selama proses *sexing* tidak mempengaruhi status kapasitasi sperma hasil *sexing* beku pasca-*thawing* sebelum dikapasitasi.

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa kapasitasi sperma X dan sperma Y hasil *sexing* menggunakan medium TALP dengan penambahan kafein dan/atau heparin menyebabkan terjadinya peningkatan sperma yang mengalami reaksi akrosom. Proses *sexing* sperma menggunakan kolom BSA bertingkat tidak menyebabkan terjadinya reaksi akrosom lebih awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhter S, Rakha BA, Iqbal R et al. 2014. Effect of bovine serum albumin on motility, plasmalemma, viability and chromatin integrity of buffalo bull spermatozoa. *Pakistan J Zool* 46 (1): 115-120.
- Arifiantini RI. 2014. Teknik koleksi dan evaluasi semen pada hewan. IPB Press, Bogor.
- Ciptadi G. 2012. Bioteknologi sel gamet dan kloning hewan. UB Press, Malang.
- Colas C, Cebrian-Perez JA, Muino-Blanco T. 2010. Caffeine induces ram sperm hyperactivation independent of cAMP-dependent protein kinase. *Int J Androl* 33: 187-197.
- Garcia BM, Fernandez LG, Loux SC et al. 2015. Effect of calcium, bicarbonate and albumin on capacitation-related events in equine sperm. *Reproduction* 149: 87-99.
- Gunawan M, Kaiin EM, Said S. 2015. Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma *sexing* dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 1 (1): 93-96.
- Gunawan M, Kaiin EM. 2016. Aplikasi teknologi *sexing* sperma sapi Bali di Techno Park Banyumulek Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Kongres Teknologi Nasional*.
- Gunawan M, Kaiin EM, Ridwan R. 2017. Peningkatan produktivitas sapi Bali melalui inseminasi buatan dengan sperma *sexing* di Techno Park Banyumulek, Nusa Tenggara Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 3 (2): 216-219.
- Hafez ESE, Hafez B. 2000. *Reproduction in farm animals*. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
- Hammam AM, Whisnant CS, Elias A et al. 2010. Effect of media, sera, and hormones in vitro maturation and fertilization on water buffalos (*Bubalus bubalis*). *J Anim Vet Adv* 9 (1): 27-31.
- Johnson LA, Welch GR. 1999. Sex preselection: High speed flow cytometric sorting of X and Y sperm for maximum efficiency. *Theriogenology* 52: 1323-1341.
- Kaiin EM, Tappa B, Said S, et al. 2003. Aplikasi bioteknologi untuk produksi bibit sapi yang sudah diketahui jenis kelaminnya. Laporan Teknik. Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI, Cibinong.
- Kaiin EM, Gunawan M, Tappa B. 2008. Aplikasi IB dengan sperma hasil pemisahan di Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 2007: 93-96.
- Kaiin EM, Gunawan M, Afiati F et al. 2013. Production of frozen *sexing* sperm separated with BSA column method with standardized on artificial insemination center. *Proceedings International Conference on Biotechnology*. Bogor, 13-14 November 2012.
- Kaiin EM, Gunawan M. 2016a. Potensi pejantan sapi Bali di BIBD Banyumulek NTB untuk produksi sperma *sexing*. *Prosiding Kongres Teknologi Nasional*. Jakarta.
- Kaiin EM, Gunawan M. 2016b. Metode pemisahan jenis kelamin spermatozoa (*sexing*) dengan *Bovine Serum Albumin* 3 kolom. Paten terdaftar pada Ditjen HAKI no P00201604893.
- Kaiin EM, Gunawan M, Maulana T. 2017. Morphometry and abnormality evaluation of sex-sorted sperm of spotted buffalo (*Tedong bonga*). *Nus Biosci* 9 (2): 175-180.
- Kovács A, Foote RH. 1992. Viability and acrosome staining of bull, boar and rabbit spermatozoa. *Biotech Histochem* 67: 119-124.
- Martecikova S, Hulinska P, Reckova Z et al. 2010. Effect of acrosome reaction progress in frozen-thawed boar spermatozoa on the efficiency of in vitro oocyte fertilization. *Vet Med* 55 (9): 429-437.
- Matsuoka T, Imai H, Kohno H et al. 2006. Effect of BSA and trehalose in semen diluents for improvement of frozen-thawed ram spermatozoa. *J Reprod Dev* 52 (5): 675-683.
- Momozawa K, Fukud Y. 2003. Caffeine in fertilization medium is not essential for bovine IVF by fully capacitated spermatozoa. *J Reprod Dev* 49 (6): 507-512.
- Nabavi N, Todehdehghan F, Shiravi A. 2013. Effect of caffeine on motility and viability of sperm and in vitro fertilization of outbreed mouse in T6 and m16 media. *Iran J Reprod Med* 11 (9): 741-746.
- Niwa K, Ohgoda W. 1988. Synergistic effect of caffeine and heparin on in vitro fertilization of cattle oocytes matured in culture. *Theriogenology* 30: 733-741.
- Park KW, Niwa K. 2009. Bovine oocyte can be penetrated in modified Tris buffered medium. *Asian-Australas J Anim Sci* 22 (4): 500-506.
- Parrish JJJ, Susho-Parrish, First NL. 1985. Effect of heparin and chondroitin sulfate on the acrosome reaction and fertility of bovine sperm in vitro. *Theriogenology* 24: 537-549.
- Said S, Kaiin EM, Tappa B. 2005. Produksi anak sapi potong dan perah berjenis kelamin sesuai harapan. *Prosiding Seminar Nasional Industri Peternakan Modern II*. Mataram. Hal 209-216.
- Susilawati T. 2011. *Spermatology*. UB Press. Malang.
- Yadav SK, Gangwar DK, Singh J, Tikadar CK, Khanna VV, et al. 2017. An immunological approach of sperm sexing and different methods for identification of X-and Y-chromosome. *Veterinary World* 10 (5): 498-504.

Eksplorasi potensi *Taxus sumatrana* di Gunung Kerinci, Sumatera

Exploration of *Taxus sumatrana* potential in Mount Kerinci, Sumatra

DODI FRIANTO*, EKA NOVRIYANTI

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Serat Tanaman Hutan. Jl. Raya Bangkinang-Kuok Km 9, PO Box 4/BKN Bangkinang 28401, Jambi. Tel.: +62-762-7000666, 7000121, Fax.: +62-762-21370, *email: frianto_dodi@yahoo.co.uk

Manuskrip diterima: 1 Agustus 2017. Revisi disetujui: 31 Desember 2017.

Abstrak. Frianto D, Novriyanti E. 2017. Eksplorasi potensi *Taxus sumatrana* di Gunung Kerinci, Sumatera. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 471-475*. *Taxus sumatrana* merupakan jenis tumbuhan yang tumbuh pada dataran tinggi, termasuk dalam kelompok famili Taxaceae dan sub-divisi Gymnospermae, serta memiliki potensi di bidang farmasi (sumber paclitaxel [taxol]). Studi ini bertujuan untuk mengetahui potensi kerapatan individu *T. sumatrana* di Gunung Kerinci, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jalur dan garis berpetak, dimulai dari ketinggian 1800 m dpl hingga 2500 m dpl. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat kerapatan tanaman *T. sumatrana* dan pola sebarannya, baik pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai. Data pola penyebaran *T. sumatrana* pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai dianalisis dengan menggunakan rumus indeks Morisita, sedangkan untuk mengetahui pola penyebaran secara berkelompok atau tidak dilakukan dengan distribusi Chi-square. Variabel lain yang diamati meliputi suhu tanah, pH tanah, dan intensitas cahaya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pola penyebaran *T. sumatrana* pada tingkat pohon di Gunung Kerinci berdasarkan indeks Morisita terjadi secara berkelompok (2,19) dengan kerapatan tanaman 19,1 tanaman/ha. Pada kegiatan eksplorasi ini, *Taxus* sering ditemukan di daerah-daerah tebing tepi sungai. Faktor lingkungan yang diamati meliputi suhu tanah yaitu berkisar antara 16,4-21°C, pH tanah antara 5,9-6,4, dan intensitas cahaya antara 37,7-151,6 lux.

Kata kunci: Gunung Kerinci, kerapatan, penyebaran, *Taxus sumatrana*

Abstract. Frianto D, Novriyanti E. 2017. Exploration of *Taxus sumatrana* potential in Mount Kerinci, Sumatra. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 471-475*. *Taxus sumatrana* is a plant species grown on a plateau, belonging to the family of Taxaceae and the sub-division of Gymnospermae, and has a potential in the pharmaceutical field (source of paclitaxel [taxol]). This study aimed to determine the potential of individual density *T. sumatrana* in Mount Kerinci, Kerinci District, Jambi Province. The methods used in this study were the methods of path and terraced lines, starting from an altitude of 1800 m asl until 2500 m asl. The data obtained were then analyzed to determine the density level of *T. sumatrana* plant and the distribution pattern, both at the level of trees, poles, sapling, and seedling. The data of *T. sumatrana* distribution pattern at trees, poles, sapling, and seedling levels were analyzed using Morisita index formula, while to determine the distribution pattern of in groups or not, it was conducted with a Chi-square distribution. Other variables observed included soil temperature, soil pH and light intensity. The result showed that the distribution pattern of *T. sumatrana* at a tree level in Mount Kerinci based on Morisita index was occurred in group (2.19) with the plant density of 19.1 plants/ha. In this exploration activity, *Taxus* was often found in riverbanks. The environmental factors observed included soil temperature ranging from 16.4-21°C, soil pH between 5.9-6.4, and the light intensity between 37.7-151.6 lux.

Kata kunci: Gunung Kerinci, density, distribution, *Taxus sumatrana*

PENDAHULUAN

Taxus sumatrana merupakan jenis tumbuhan yang tumbuh pada dataran tinggi, termasuk dalam kelompok famili Taxaceae dan sub-divisi Gymnospermae. *T. sumatrana* lebih dikenal dengan nama lokal yaitu cemara sumatra. Secara alami, *T. sumatrana* tumbuh di daerah dengan ketinggian 1500-2800 m dpl (Huang et al. 2008; Rachmat 2008; Susilo 2015; Frianto dan Novriyanti 2016) pada tingkat kelerengan hingga 58° (Susilo 2015) dan berada di tepi jurang (Rachmat 2008). Tinggi tanaman *T. sumatrana* berkisar antara 11-30 m dengan diameter mencapai 20-230 cm (Susilo 2015; Frianto dan Novriyanti 2016).

Secara alamiah, penyebaran *T. sumatrana* meliputi Filipina, Vietnam, Taiwan, Cina, dan Indonesia. Di Indonesia, *T. sumatrana* tumbuh secara alami sebagai sub-kanopi di hutan pegunungan ataupun punggung pegunungan di Sumatera, seperti Gunung Kerinci, Gunung Tujuh (Frianto dan Novriyanti 2016), kawasan Hutan Lindung Dolok Sibuaton, Sumatera Utara (Susilo et al. 2012), dan Gunung Dempo, Sumatera Selatan (Susilo et al. 2014). Gunung Kerinci merupakan gunung api tertinggi di Asia Tenggara dengan tinggi puncak gunung mencapai 3805 m dpl yang berada di kawasan konservasi Taman Nasional Kerinci Seblat, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Gunung Kerinci merupakan salah satu daerah tempat tumbuhnya *T. sumatrana*.

Taxus sumatrana merupakan salah satu jenis tanaman yang memiliki potensi di bidang farmasi. Menurut Iskulo et al. (2013), *T. sumatrana* mengandung *taxol* yang mampu melawan sel kanker. Sebanyak 1 kg *taxol* membutuhkan bahan sebanyak 7.270-10.000 kg (Hidayat et al. 2014). Untuk pengobatan kanker dibutuhkan sekitar 2-2,5 g *taxol*. Kebutuhan 2-2,5 gram *taxol* tersebut setara dengan 6-8 pohon *Taxus* (Malik et al. 2011) dengan randemen *taxol* sekitar 0,006% (Kitagawa et al. 1995). Terdapat beberapa jenis senyawa yang terkandung di dalam tanaman *T. sumatrana*, diantaranya *taxumairol Q*, *13-O-acetyl wallifoliol 13-O asetil wallifoliol* (Shen et al. 2002), dan *tasumatrols E, F, dan G* (Shen et al. 2005), serta *10-deacetyl baccatin III* dan *baccatin III* (Hidayat dan Tachibana 2013).

Untuk memenuhi kebutuhan *taxol* yang sangat tinggi, eksploitasi *Taxus* sp., termasuk *T. sumatrana*, mengakibatkan populasi tumbuhan tersebut di dunia menurun secara drastis (Shi et al. 1999; Li et al. 2006; Huang et al. 2008). Penurunan populasi *T. sumatrana* tersebut membuat jenis ini termasuk dalam *Apendix II Cites* dan *IUCN Redlist*. Penurunan populasi dan habitat yang terfragmentasi dapat menyebabkan terjadinya kepunahan pada *T. sumatrana*. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi dalam penyelamatan jenis tanaman ini (Susilo 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penyebaran, kerapatan pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai, serta habitat tempat tumbuh *T. sumatrana*. Hasil

dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya pelestarian *T. sumatrana*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jalur Pendakian Gunung Kerinci, Desa Kersik Tuo, Kecamatan Kayu Aro, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi pada bulan November 2015 (Gambar 1).

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik koordinat, parang/pisau, kamera, alat tulis, kompas, altimeter, termometer, lux-meter, dan *pH-meter soil tester*. Sementara itu, bahan yang digunakan yaitu tali rafia, kertas label, dan cat semprot.

Cara kerja

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode jalur dan garis berpetak. Metode jalur dilaksanakan mulai dari ketinggian 1800 m dpl sampai 2500 m dpl dengan mendaki lereng Gunung Kerinci. Petak ukur dibuat dengan arah mendaki ke arah puncak, dengan jalur petak ukur dibuat sebanyak 3 jalur.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian *Taxus sumatrana* di jalur pendakian Gunung Kerinci, Desa Kersik Tuo, Kecamatan Kayu Aro, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi

Sementara itu, pengamatan yang dilakukan yaitu *T. sumatrana* pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai. Petak ukur pada tingkat pohon berukuran 20 m x 20 m sebanyak 220 petak ukur, pada tingkat tiang berukuran 10 m x 10 m, pada tingkat pancang berukuran 5 m x 5 m, dan pada tingkat semai berukuran 2 m x 2 m. Semua tanaman pada tingkat pohon dalam petak ukur dicatat jumlah, diameter batang, dan tinggi tanaman. Desain petak ukur pada pengamatan jalur dan garis berpetak dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat kerapatan tanaman *T. sumatrana* dan pola sebarannya, baik pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai.

Pola penyebaran

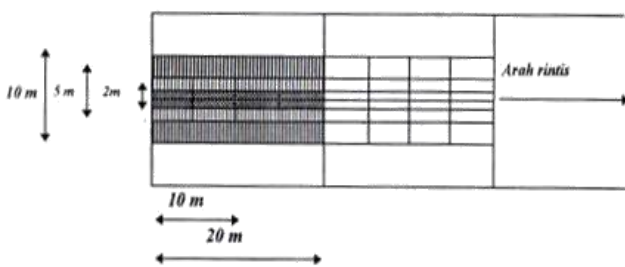
Pola penyebaran dianalisis dengan rumus indeks Morisita dengan rumus:

$$I\delta = \frac{n\sum Xi(Xi-1)}{N(N-1)}$$

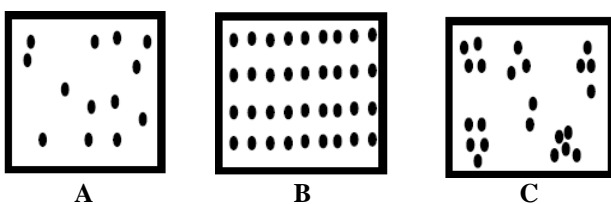
Keterangan:

- Iδ* = indeks Morisita
- N = jumlah seluruh individu dalam total n
- n = jumlah seluruh plot pengambilan sampel
- X = jumlah individu pada setiap kelompok

Nilai indeks Morisita yang diperoleh diinterpretasikan sebagai berikut: *Iδ* < 1, berarti penyebaran individu cenderung acak; *Iδ* = 1, berarti penyebaran individu cenderung merata; dan *Iδ* > 1, berarti penyebaran individu cenderung berkelompok.



Gambar 2. Desain jalur pengamatan di Gunung Kerinci, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi dengan metode garis berpetak



Gambar 2. Pola dasar penyebaran antar individu *T. sumatrana* dalam suatu populasi. A = Acak, B = seragam, C = berkelompok.

Tingkat kerapatan

Tingkat kerapatan dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$\text{Tingkat kerapatan} = \frac{\text{Jumlah total individu}}{\text{Luas petak pengamatan (ha)}}$$

Parameter lingkungan

Parameter lingkungan yang diamati meliputi suhu udara, pH tanah, dan intensitas cahaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di Gunung Kerinci, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. Penelitian dilaksanakan pada ketinggian 1800 sampai 2500 m dpl. Topografi lokasi berlembah curam hingga sangat curam, sedikit dataran berlereng landai. Data BPS Kabupaten Kerinci Tahun 2015 menunjukkan rata-rata suhu udara di Kabupaten Kerinci sebesar 22,6°C, dengan rata-rata suhu tertinggi pada bulan Mei (29,5°C) dan suhu terendah pada bulan Oktober (17,0°C). Rata-rata curah hujan sebesar 151,3 mm³. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan April (244,9 mm³) dengan jumlah hari hujan sebanyak 25 hari, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Oktober (9,2 mm³) dengan jumlah hari hujan sebanyak 2 hari (BPS 2015).

Suhu rata-rata di Kabupaten Kerinci pada tahun 2015 sekitar 22,6°C, dengan suhu tertinggi mencapai 29,5°C dan suhu terendah 17,0°C. Rata-rata kelembapan udara di Kabupaten Kerinci sebesar 81%, dengan kelembapan udara tertinggi 98% dan terendah 56%. Intensitas penyinaran matahari sebesar 48% dan tekanan udara sebesar 1017,49 mb (BPS 2015).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu udara berkisar antara 16,4-21°C, intensitas cahaya matahari antara 37,7-151,6 lux, dan pH tanah 5,9-6,4. Tanaman *T. sumatrana* tumbuh pada suhu sangat dingin, berkisar antara 16-23°C, dengan pH tanah berkisar antara 4,8-6,1 (Susilo 2015). Suhu udara dari hasil pengamatan *T. sumatrana* di Gunung Tujuh berkisar antara 20,3-23,5°C, intensitas cahaya matahari berkisar antara 257-639 lux, dan pH tanah sebesar 6,8 (Frianto dan Novriyanti 2016).

Faktor lingkungan (suhu, intensitas cahaya matahari, kelembapan udara, kemiringan) merupakan faktor-faktor yang menentukan dalam pola penyebaran tanaman. Pola penyebaran *T. sumatrana* yang tumbuh di Gunung Kerinci berdasarkan indeks Morisita terjadi secara berkelompok. Pola penyebaran *T. sumatrana* di Gunung Kerinci tersebut mirip dengan pola penyebaran *T. sumatrana* di Gunung Tujuh (Frianto dan Novriyanti 2016) dan di Taiwan (Huang et al. 2008). Hasil perhitungan indeks Morisita dapat dilihat pada Tabel 1.

Pola penyebaran *T. sumatrana* pada tingkat pohon dan semai terjadi secara berkelompok, sedangkan pada tingkat tiang terjadi secara acak. Namun pada tingkat pancang tidak ditemukan tanaman *T. sumatrana* dalam petak ukur pengamatan di Gunung Kerinci.



Gambar 4. Anakan *Taxus sumatrana* di Gunung Kerinci, Sumatera

Tabel 1. Kerapatan, indeks Morisita, pola penyebaran, dan persentase populasi *T. sumatrana* di Gunung Kerinci, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi

Tingkat	Kerapatan (tan/ha)	Indeks Morisita	Populasi (%)	Pola penyebaran
Pohon	19,10	2,19	87	Berkelompok
Tiang	0,45	0,10	2	Acak
Pancang	-	-	-	-
Semai	2,5	3,12	11	Berkelompok

Penyebaran pohon secara berkelompok dipengaruhi oleh faktor lingkungan, diantaranya suhu, intensitas cahaya matahari, kelembapan udara, dan kemiringan, yang menjadi faktor penentu bagi tanaman *T. sumatrana*. Pola penyebaran secara berkelompok merupakan pola penyebaran yang umum terjadi di alam (Indriyanto 2008). Tanaman yang tumbuh secara berkelompok menunjukkan adanya interaksi dan kompetisi antarindividu. *T. sumatrana* banyak ditemukan di punggung bukit, lereng terjal dengan kelerengan 58° (Susilo 2015), dan tepi jurang (Rachmat 2008).

Kerapatan pohon *T. sumatrana* pada pengamatan ini sebesar 19,1 pohon/ha, sedangkan di Gunung Tujuh hanya 10,19 pohon/ha (Frianto dan Novriyanti 2016). Jumlah pohon *T. sumatrana* yang ditemukan di lokasi pengamatan sebanyak 168 tanaman, sedangkan pada eksplorasi lain di Gunung Kerinci hanya ditemukan 19 tanaman (Susilo 2015).

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa kerapatan dan populasi pada tingkat tiang dan semai lebih kecil jika dibandingkan dengan kerapatan dan populasi pada tingkat pohon. Populasi pada tingkat pohon lebih mendominasi jika dibandingkan dengan populasi permudaannya. Pada studi lain, keberadaan fase pancang dan semai juga jarang ditemukan (Li et al. 2006; Chybicky et al. 2011).

Sedikitnya keberadaan permudaan alam dari *T. sumatrana* disebabkan oleh buah *Taxus* sp. yang berwarna merah dan manis banyak dikonsumsi oleh burung (Susilo 2015), pemencaran biji oleh burung ke daerah yang tidak

memungkinkan bagi biji untuk tumbuh, serta tingginya kepadatan pada tingkat pohon sehingga menyebabkan lantai hutan menjadi gelap dan tidak memungkinkan biji untuk tumbuh (Chybicky et al. 2011), hal ini ditunjukkan dengan intensitas cahaya matahari yang rendah pada lantai hutan yaitu berkisar antara 37,7-151,6 lux. Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya permudaan alam yaitu proporsi pohon betina yang sangat sedikit (Susilo 2015).

Dari hasil penelitian ini maka dapat diketahui bahwa pola penyebaran *T. sumatrana* secara berkelompok terjadi pada tingkat pohon dan semai, sedangkan pada tingkat tiang terjadi secara acak. Faktor lingkungan (suhu, intensitas cahaya, pH tanah, kelembapan udara) sangat mempengaruhi pola penyebaran tanaman. Kerapatan dan populasi tanaman pada tingkat pohon lebih tinggi jika dibandingkan dengan tingkat semai, pancang, dan tiang. Jumlah permudaan yang sangat sedikit harus menjadi perhatian lebih untuk upaya konservasi tanaman. Hal ini mengingat sangat jarang dijumpai permudaan tanaman secara alami.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Gunawan Hadi Rahmanto, M.Si. selaku Kepala Balai Litbang Teknologi Serat Tanaman Hutan, ITTO PD 710/13 Rev. 1 (F), dan Kepala Balai Besar Taman Nasional Kerinci Seblat beserta stafnya atas segala bantuan yang diberikan, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2015. Kabupaten Kerinci dalam Angka 2015. BPS Kab. Kerinci.
 Chybicky IJ, Oleksa A, Burczyk J. 2011. Increased inbreeding and strong kinship structure in *Taxus baccata* estimated from both AFLP and SSR data. *Heredity* 107: 589-600.
 Frianto D, Novriyanti. 2016. Pola penyebaran dan potensi kerapatan *Taxus sumatrana* di Gunung Tujuh, Kabupaten Kerinci, Provinsi Jambi. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 2 (1): 12-15.

- Hidayat A, Rachmat HH, Subiakto A. 2014. *Taxus sumatrana*, mutiara terpendam dari zamrud Sumatera. Forda Press, Bogor.
- Hidayat A, Tachibana S. 2013. Taxol and its related compound from the bark of *Taxus sumatrana*. International Seminar of Forest and Medicinal Plants for Better Human Welfare, Bogor, 10-12 September 2013.
- Huang CC, Chiang TY, Hsu TW. 2008. Isolation and characterization of microsatellite loci in *Taxus sumatrana* (Taxaceae) using PCR-based isolation of microsatellite arrays (PIMA). *Conserv Genet* 9: 471-473.
- Indriyanto. 2008. Ekologi Hutan. Buku. Penerbit Bumi Aksara. Jakarta.
- Iszkulo G, Kosinski P, Hajnos M. 2013. Sex influences the taxanes content in *Taxus baccata*. *Acta Physiol Plant* 35: 148-152.
- Kitagawa I, Mahmud T, Kobayashi M et al. 1995. Taxol and its related taxoids from the needles of *Taxus sumatrana*. *Chem Pharm Bull* 43(2): 365-367.
- Li XL, Yu XM, Guo WL, Li YD, Liu XD, Wang NN, Liu B. 2006. Genomic Diversity within *Taxus cuspidata* var. *nana* Revealed by Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Russian in Fiziologiya Rastanii* 53 (5): 771-776.
- Malik S, Cusido RM, Mirjalili MH, et al. 2011. Review: Production of the anticancer drug taxol in *Taxus baccata* suspension cultures. *Process Biochem* 46: 23-34.
- Rachmat HH. 2008. Variasi Genetik dan Teknik Perbanyakan Vegetatif Cemara Sumatra (*Taxus sumatrana*). [Thesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Shen YC, Cheng KC, Lin YC. 2005. Three new taxane dipteroids from *Taxus sumatrana*. *J Nat Prod* 68: 90-93.
- Shen YC, Wang Shih-Sheng, Pan YL et al. 2002. New taxane diterpenoids from the leaves and twigs of *Taxus sumatrana*. *J Nat Prod* 65: 1848-1852.
- Shi QW, Oritani T, Sugiyama T, Murakami R, Wei H (1999). Six new taxane diterpenoids from the seeds of *Taxus chinensis* var. *mairei* and *Taxus yunnanensis*. *J Nat Prod* 62: 1114-1118
- Susilo A, Kalima T, Subiyakto A et al. 2012. Teknologi konservasi ex-situ untuk pelestarian *Taxus sumatrana*. Laporan Hasil Penelitian Sumber Dana RM/PNP. Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan, Bogor.
- Susilo A. 2015. *Taxus sumatrana*: Sebaran, potensi, dan strategi konservasi. Prosiding Workshop Improving Appreciation and Awareness on Conservation of High Value Indigenous Wood Species of Sumatra. Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan, Pekanbaru, 23 April 2015.