



## Seminar Nasional & International Conference

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon  
vol. 2 | no. 2 | pp. 125-281 | Desember 2016  
ISSN: 2407-8050

Pantai Pulau Peucang, Pandeglang, Banten, foto: Bill Konstant

# PROSIDING SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT BIODIVERSITAS INDONESIA

Bogor, 17 September 2016



Penyelenggara & Pendukung

 **BIODIVERSITAS**  
Journal of Biological Diversity



# PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

## Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 2 | no. 2 | pp. 125-281 | Desember 2016 | 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**, Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Cibinong, Bogor

### PENYUNTING TAMU (PENASEHAT):

**Artini Pangastuti**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta  
**Bambang H. Saharjo**, Institut Pertanian Bogor, Bogor  
**Heru Kuswantoro**, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang  
**I Made Sudiana**, Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Cibinong, Bogor  
**Solichatun**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta  
**Suranto**, Universitas Sebelas Maret, Surakarta  
**Titien Ng. Praptosuwiryo**, Pusat Konservasi Tumbuhan – Kebun Raya Indonesia, Bogor  
**Widodo**, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta

### 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, Gd. A, Lt. 1, FMIPA, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126. Tel. & Fax.: +62-271-663375, Email: [biodiversitas@gmail.com](mailto:biodiversitas@gmail.com)

### ONLINE:

[biodiversitas.mipa.uns.ac.id/psnmbi.htm](http://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

# 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](http://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](http://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* 965: 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](http://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](mailto: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.

## Kata Pengantar

*Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon)* Volume 2, Nomor 2, Desember 2016 berisikan naskah-naskah dari kegiatan *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Bogor, 17 September 2016* yang bertemakan *Inovasi dalam Riset dan Konservasi 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-naskah pra-cetak (*uncorrected proof*) juga telah dikirimkan kepada 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 cukup baik, disarankan untuk diterbitkan pada jurnal *Biodiversitas* (Scopus indexed) atau *Nusantara Bioscience* (Web of Science). Sedangkan, naskah yang tidak lolos dari proses review dan penyuntingan, tidak dapat diterbitkan.

Atas terlaksananya kegiatan seminar nasional dan terbitnya prosiding ini, diucapkan terima kasih kepada para pemakalah utama, pemakalah, peserta, panitia dan para pihak lainnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada berbagai instansi yang telah mendukung kegiatan ini dengan hadirnya para pemakalah utama dari lingkungannya, yaitu: Institut Pertanian Bogor, Bogor, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, dan Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Cibinong, Bogor.

Sebagian dana kegiatan ini diperoleh dari jurnal *Biodiversitas*, *Journal of Biological Diversity* dan *Nusantara Bioscience* dalam rangka penjangkangan 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 2016

Ketua Dewan Penyunting

## Rumusan

*Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Bogor, 17 September 2016, bertemakan Inovasi dalam Riset dan Konservasi Keanekaragaman Hayati.*

Tak dapat dipungkiri bahwa kekayaan keanekaragaman hayati terus menurun sejalan dengan kemajuan peradaban. Begitu suatu kawasan alam dibuka untuk kepentingan ekonomi, maka secara pelah-lahan atau secara cepat, keanekaragaman hayati di kawasan tersebut akan menurun. Semakin tinggi aktivitas antropogenik yang diijinkan, maka semakin cepat pula penurunan kualitas dan kuantitas keanekaragaman hayati di kawasan tersebut, baik di lautan atau di daratan. Sementara itu, ketergantungan umat manusia akan keanekaragaman hayati tidak tergantikan, mengingat hampir semua bahan pangan merupakan produk dari keanekaragaman hayati. Demikian pula, sebagian besar bahan obat dan bahan baku industri bersumber dari keanekaragaman hayati. Terobosan baru diperlukan untuk mencegah terus menurunnya keanekaragaman hayati. Inovasi dalam penelitian dan perlindungan diharapkan dapat mengurangi dampak negatif aktivitas manusia terhadap keanekaragaman hayati.

Pengarusutamaan keanekaragaman hayati dalam setiap kebijakan politik, merupakan bentuk inovasi yang paling penting dan merupakan prasyarat untuk terjaganya keanekaragaman hayati. Inovasi teknologi untuk pemantauan keanekaragaman hayati merupakan hal yang sangat penting. Pertukaran informasi data dan pengolahannya memungkinkan manajemen yang lebih baik. Teknologi informasi (ilmu komputer) memungkinkan

pengolahan berbagai data secara cepat, dan hasilnya lebih mudah dipahami, sehingga pertukaran teknologi tersebut juga sangat diperlukan dalam pengelolaan keanekaragaman hayati.

Di samping itu, inovasi sosial-ekonomi juga perlu dilakukan untuk memberikan pertimbangan kepada pemerintah dan lembaga-lembaga konservasi dalam mengelola keanekaragaman hayati. Peraturan konservasi lingkungan seharusnya tidak hanya berfungsi sebagai pembatas pengembangan aktivitas manusia, meskipun hal ini diperlukan, tetapi juga harus dirancang untuk mendorong inovasi pada perlindungan, penelitian dan pemanfaatan keanekaragaman hayati yang berkelanjutan. Penerapan prinsip berkeadilan dalam perdagangan produk-produk keanekaragaman hayati merupakan inovasi penting bagi keadilan sosial dan solidaritas global, yang berdampak pada keberlanjutan keanekaragaman hayati.

Dalam kegiatan ini terungkap kenyataan bahwa ancaman terhadap keanekaragaman hayati Indonesia sangat tinggi, dan penurunan kualitas dan kuantitasnya terus terjadi. Beberapa inovasi baru dalam metode riset ataupun metode konservasi biodiversitas sedang dan telah diupayakan. Upaya yang lebih bersungguh-sungguh diperlukan untuk mencapai hasil yang maksimal.

Dalam seminar nasional ini diungkapkan pula ide-ide baru dan hasil-hasil penelitian baru dalam kajian keanekaragaman hayati pada tingkat genetik, spesies dan ekosistem, serta pemanfaatan, perlindungan dan pengembangannya baik dari kawasan dataran tinggi, maupun ekosistem lainnya.

## Daftar Partisipan

No.	Nama	Institusi
1.	<b>Adi Susilo</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
2.	<b>Adithya Chrisdyantama Putra</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
3.	<b>Agus Astho Pramono</b>	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
4.	<b>Ahmad Dwi Setyawan</b>	Universitas Sebelas Maret. Surakarta, Jawa Tengah
5.	<b>Ahmad Fathoni</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
6.	<b>Ana Widiana, Dr.</b>	UIN Sunan Gunung Djati. Bandung, Jawa Barat
7.	<b>Anneke Pesik</b>	Universitas Pattimura. Ambon, Maluku
8.	<b>Anxious Yoga Perdana</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
9.	<b>Asep Sadili</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
10.	<b>Atit Kanti</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
11.	<b>Atok Subiakto</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
12.	<b>Azham Alparisi</b>	Poltekkes Kemenkes Banten. Tangerang Selatan, Banten
13.	<b>Bambang Hero Saharjo, Prof. Dr.</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
14.	<b>Bambang Sulisty, Dr.</b>	Universitas Bengkulu. Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu
15.	<b>Bayu Gagat Prasasti</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
16.	<b>Betty Mayawatie Marzuki</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
17.	<b>Betty Natalie Fitriatin</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
18.	<b>Budiawan</b>	Universitas Hasanuddin. Makassar, Sulawesi Selatan
19.	<b>Budiawati S. Iskandar, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
20.	<b>Christopher Kelly</b>	King's College London, UK
21.	<b>Desak Made Malini</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
22.	<b>Dewi Imelda Roesma, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
23.	<b>Dian Latifah, Dr.</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
24.	<b>Diana Prameswari</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
25.	<b>Dini Ermavitalini</b>	Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya, Jawa Timur
26.	<b>Dodin Koswanudin, Dr.</b>	Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor, Jawa Barat
27.	<b>Dodo</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
28.	<b>Doni Setiawan</b>	Universitas Sriwijaya. Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
29.	<b>Dwi Astiani, Dr.</b>	Universitas Tanjungpura. Pontianak, Kalimantan Barat
30.	<b>Dwi Murti Puspitaningtyas</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
31.	<b>Eka Arismayanti</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
32.	<b>Eka Hesdianti</b>	Center for Joint Research on Bioprospecting of Indonesian Bioresources (CJRBIB). South Tangerang, Banten

---

33.	<b>Eka Martha Della Rahayu</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
34.	<b>Ekayanti Mulyawati Kaiin, Dr.</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
35.	<b>Elida Hafni Siregar</b>	Universitas Negeri Medan. Medan, Sumatera Utara
36.	<b>Emi Roslinda, Dr.</b>	Universitas Tanjungpura. Pontianak, Kalimantan Barat
37.	<b>Enggar Patriono</b>	Universitas Sriwijaya. Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
38.	<b>Enie Tauruslina Amarullah</b>	Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH). Padang, Sumatera Barat
39.	<b>Eriyanto Yusnawan, Dr.</b>	Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang, Jawa Timur
40.	<b>Essy Harnelly, Dr.</b>	Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh
41.	<b>Esti Munawaroh</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
42.	<b>Evi Kusmiati</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
43.	<b>Fiddy Semba Prasetya, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
44.	<b>Fifi Afiati</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
45.	<b>Fitmawati, Dr.</b>	Universitas Riau. Pekanbaru, Riau
46.	<b>Fitri Fatma Wardani</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
47.	<b>Gina Saptiani</b>	Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Mulawarman
48.	<b>Gita Syahputra</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
49.	<b>Gunawan</b>	Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru, Kalimantan Selatan
50.	<b>Hartutiningsih-M. Siregar</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
51.	<b>Henti Hendalastuti Rachmat, Dr.</b>	Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan. Kuok, Bangkinan, Riau
52.	<b>Heri Dwi Putranto, Dr.</b>	Universitas Bengkulu. Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu
53.	<b>Herjuno Ari Nugroho</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
54.	<b>Heru Kuswantoro, Dr.</b>	Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang, Jawa Timur
55.	<b>Hesti Lestari Tata, Dr.</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
56.	<b>Hikmat Kasmara</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
57.	<b>Husna</b>	Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara
58.	<b>I Made Sudiana, Prof. Dr.</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
59.	<b>Ida Indrawati, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
60.	<b>Imam Widhiono, Dr.</b>	Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah
61.	<b>Immy Suci Rohyani, Dr.</b>	Universitas Mataram. Mataram, Nusa Tenggara Barat
62.	<b>Indra Dwipa, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
63.	<b>Indri Wulandari</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
64.	<b>Inge Larashati Subro</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
65.	<b>Inggit Puji Astuti</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
66.	<b>Intan Purnamasari</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
67.	<b>Intani Quarta Lailaty</b>	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cianjur, Jawa Barat

---

---

68.	<b>Irma Dewiyanti</b>	Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh
69.	<b>Isniatul Wahyuni</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
70.	<b>Jin Hyub Paik, Dr.</b>	Center for Joint Research on Bioprospecting of Indonesian Bioresources (CJRBIB). South Tangerang, Banten
71.	<b>Jito Sugardjito, Dr.</b>	Universitas Nasional. Jakarta Selatan, Jakarta
72.	<b>Johan Iskandar, Prof.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
73.	<b>Johan Setianto, Prof. Dr.</b>	Universitas Bengkulu. Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu
74.	<b>Kartini Eriani, Dr.</b>	Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh
75.	<b>Kurniawati Purwaka Putri</b>	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
76.	<b>Laba Udarno</b>	Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Sukabumi, Jawa Barat
77.	<b>Lalu Firman Budiman</b>	PT. Astra Agro Lestari Tbk.
78.	<b>Li'ana</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
79.	<b>Madihah</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
80.	<b>Martha Sari</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
81.	<b>Meilani Adangla</b>	Universitas Pelita Harapan. Tangerang Selatan, Banten
82.	<b>Melanie</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
83.	<b>Muhamad Muhaimin</b>	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cianjur, Jawa Barat
84.	<b>Muhamat</b>	Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru, Kalimantan Selatan
85.	<b>Muhammad Efendi</b>	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cianjur, Jawa Barat
86.	<b>Muhammad Gunawan</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
87.	<b>Muhammad Imam Surya</b>	Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cianjur, Jawa Barat
88.	<b>Muhammad Sayuthi, Dr.</b>	Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh
89.	<b>Munzir Busniah, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
90.	<b>Nalwida Rozen, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
91.	<b>Neneng Ine Kurnita</b>	Universitas Nusa Bangsa. Bogor, Jawa Barat
92.	<b>Nia Rossiana, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
93.	<b>Nisa Sari</b>	Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh, Aceh
94.	<b>Nova Mujiono</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
95.	<b>Novita MZ</b>	Universitas Muhammadiyah Sukabumi
96.	<b>Nunik Cokrowati</b>	Universitas Mataram. Mataram, Nusa Tenggara Barat
97.	<b>Nurheni Wijayanto, Prof. Dr.</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
98.	<b>Nurmawati Siregar</b>	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor, Jawa Barat
99.	<b>Nurullia Fitriani, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
100.	<b>Nurwanita Ekasari Putri</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
101.	<b>Putut Fajar Arko</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
102.	<b>R. Syamsul Hidayat</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
103.	<b>Rachmawati Hasid, Dr.</b>	Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara
104.	<b>Rahmat Azhari Kemal</b>	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Bandung, Jawa Barat

---

---

105.	<b>Reflinaldon, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
106.	<b>Richard Gatot Nugroho Triantoro</b>	Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manokwari, Papua Barat
107.	<b>Rina Bogidarmanti</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
108.	<b>Rina Kurniaty</b>	Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor, Jawa Barat
109.	<b>Rini Handayani</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
110.	<b>Rita Diana</b>	Universitas Mulawarman. Samarinda, Kalimantan Timur
111.	<b>Rokhmani</b>	Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah
112.	<b>Rudi T. Setiyono</b>	Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. Sukabumi, Jawa Barat
113.	<b>Ruhyat Partasmita, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
114.	<b>Sahromi</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
115.	<b>Saiful Anwar</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
116.	<b>Samuel Riak</b>	Universitas Pelita Harapan. Tangerang Selatan, Banten
117.	<b>Sandi Pratiwi Harahap</b>	Universitas Riau. Pekanbaru, Riau
118.	<b>Sarno</b>	Universitas Sriwijaya. Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
119.	<b>Sofiatin</b>	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Bandung, Jawa Barat
120.	<b>Sri Widawati</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
121.	<b>Suciantini, Dr.</b>	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Bogor, Jawa Barat
122.	<b>Sudarmono, Dr.</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
123.	<b>Suharno</b>	Universitas Cenderawasih. Jayapura, Papua
124.	<b>Suliasih</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
125.	<b>Sumanto</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
126.	<b>Sumarhani</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
127.	<b>Suranto, Prof. Dr.</b>	Universitas Sebelas Maret. Surakarta, Jawa Tengah
128.	<b>Susana Paulina Dewi</b>	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Bandung, Jawa Barat
129.	<b>Sutriyono</b>	Universitas Bengkulu. Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu
130.	<b>Syarifuddin, Dr.</b>	Universitas Negeri Medan. Medan, Sumatera Utara
131.	<b>Taman Alex</b>	Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Samarinda, Kalimantan Timur
132.	<b>Tatang Suharmana Erawan</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
133.	<b>Teguh Husodo, Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
134.	<b>Tirta Kumala Dewi</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
135.	<b>Titi Kalima</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
136.	<b>Titien Ngatinem Praptosuwiryo, Dr.</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
137.	<b>Toto Gunarto</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
138.	<b>Tri Handayani</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
139.	<b>Tri Harsono</b>	Universitas Sumatera Utara. Medan, Sumatera Utara

---

---

140.	<b>Tri Lestari</b>	Universitas Bangka Belitung. Sungailiat, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
141.	<b>Triono Bagus Saputro</b>	Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya, Jawa Timur
142.	<b>Tulus Maulana</b>	Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
143.	<b>Wahyu Irawati, Dr.</b>	Universitas Pelita Harapan. Tangerang Selatan, Banten
144.	<b>Wahyu Nirwanto</b>	Center for Joint Research on Bioprospecting of Indonesian Bioresources (CJRBIB). South Tangerang, Banten
145.	<b>Widodo, Dr.</b>	UIN Sunan Kalijaga. Sleman, Yogyakarta
146.	<b>Yaherwandi, Dr.</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
147.	<b>Yanto Santosa, Prof. Dr.</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
148.	<b>Yayan Apriyana, Dr.</b>	Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Bogor, Jawa Barat
149.	<b>Yayat Dhahiyat, Prof. Dr.</b>	Universitas Padjadjaran. Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat
150.	<b>Yelin Adalina</b>	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Bogor, Jawa Barat
151.	<b>Yesi Tri Noviar</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
152.	<b>Yessi Santika</b>	Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor, Jawa Barat
153.	<b>Yohanna</b>	Institut Pertanian Bogor. Bogor, Jawa Barat
154.	<b>Yossi Permatasari Criatianto</b>	Poltekkes Kemenkes Banten. Tangerang Selatan, Banten
155.	<b>Yuanita Windusari</b>	Universitas Sriwijaya. Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
156.	<b>Yuliana Retnowati</b>	Universitas Negeri Gorontalo. Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo
157.	<b>Yuliati Indrayani, Dr.</b>	Universitas Tanjungpura. Pontianak, Kalimantan Barat
158.	<b>Yulmira Yanti</b>	Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat
159.	<b>Yupi Isnaini</b>	Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor, Jawa Barat
160.	<b>Zulkaidhah, Dr.</b>	Universitas Tadulako. Palu, Sulawesi Tengah

---

# PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

## Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 2 | no. 2 | pp. 125-281 | Desember 2016 | ISSN: 2407-8050 |

---

<b>Studi preferensi dan tanggap fungsional <i>Menochilus sexmaculatus</i> dan <i>Coccinella transversalis</i> pada beberapa mangsa yang berbeda</b> SISKA EFENDI, YAHERWANDI, NOVRI NELLY	125-131
<b>Eksplorasi tumbuhan dan studi komposisi vegetasi di zona bukit dari Gunung Patah, Bengkulu</b> MUHAMAD MUHAIMIN, IMAWAN WAHYU HIDAYAT, MUSLIM	132-137
<b>Evaluasi aktivitas anti mikobakterium tanaman obat Indonesia dengan pengujian reduksi resazurin</b> MARTHA SARI, WIEN KUSHARYOTO	138-142
<b>Variasi produksi benih gelam (<i>Melaleuca leucadendron</i>) pada beberapa tegakan di Sumatera Selatan</b> AGUS ASTHO PRAMONO, DIDA SYAMSUWIDA, AAM AMINAH	143-148
<b>Keong marga <i>Clithon</i> (Gastropoda: Neritidae) di Jawa: Status, distribusi, dan kekerabatannya</b> NOVA MUJIONO	149-154
<b>Pengaruh pemberian elisitor Cu<sup>2+</sup> terhadap kalus <i>Artemisia vulgaris</i> dalam upaya penyediaan artemisinin sebagai antimalaria</b> RAUDHATUL JANNAH, SUWIRMEN, ZOZY ANELOI NOLI	155-158
<b>Polimorfisme 5' untranslated region gen thyroglobulin (TG5) pada sapi Bali (<i>Bos javanicus</i>)</b> SAIFUL ANWAR, ADITHYA CHRISDYANTAMA PUTRA, ARI SULISTYO WULANDARI, SYAHRUDDIN SAID	159-164
<b>Penampilan jagung hibrida hasil silang-tunggal dari berbagai kombinasi persilangan galur inbrida</b> P.K. DEWI HAYATI, SUTOYO, TEGUH BUDI PRASETYO	165-168
<b>Butterflies of Baluran National Park, East Java, Indonesia</b> SANDY LEO, NUR AVIFAH, AYU NUR SASANGKA, SHAFIA ZAHRA	169-174
<b>Sumber genetik pembentukan populasi dasar padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi</b> YULLIANIDA, ARIS HAIRMANSIS, SUPARTOPO, SUWARNO	175-181
<b>Anti-mycobacterial activity of methanol plants extract to against <i>Mycobacterium bovis</i> and <i>Mycobacterium smegmatis</i></b> GITA SYAHPUTRA, MARTHA SARI, WIEN KUSHARYOTO	182-187
<b>Optimisasi uji berbasis reduksi resazurin dalam menghambat aktivitas <i>Mycobacterium bovis</i> strain BCG 43756</b> MARTHA SARI, EKA ARISMAYANTI, WIEN KUSHARYOTO	189-192
<b>Vegetasi penyusun habitat bangeris (<i>Koompassia excelsa</i>) di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kalimantan Timur</b> TEGUH MUSLIM, SURYANTO	193-197

<b>Komposisi dan keanekaragaman flora di Gunung Pesagi, Sumatera</b> MUHAMMAD EFENDI, INTANI QUARTA LAILATY, NUDIN, UJANG RUSTANDI, AHMAD DASENG SAMSUDIN	198-207
<b>Identifikasi produksi GABA dari kultur Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan metode TLC</b> RINI HANDAYANI, SULISTIANI, NINU SETIANINGRUM	208-213
<b>Metode perkecambahan buah bersayap: Pohon kapur (<i>Dryobalanops lanceolata</i>)</b> DODO	214-218
<b>Ex situ conservation of <i>Amorphophallus titanum</i> in Bogor Botanic Gardens, Indonesia</b> DWI MURTI PUSPITANINGTYAS, SITI ROOSITA ARIATI	219-225
<b>Produksi dan populasi ayam hutan merah domestikasi di Kabupaten Bengkulu Utara dan skenario pengembangan populasi</b> SUTRIYONO, JOHAN SETIANTO, HARDI PRAKOSO	226-231
<b>Variasi dimensi pohon dan kapasitas produksi benih pada tegakan kilemo (<i>Litsea cubeba</i>) di Ciwidey, Jawa Barat</b> AGUS ASTHO PRAMONO	232-236
<b>Pertumbuhan tanaman pulai (<i>Alstonia scholaris</i>) pada lahan bekas tambang batubara di Kalimantan Timur</b> MAWAZIN, ADI SUSILO	237-242
<b>Kebun Raya Samosir: Studi tentang kekayaan flora dan potensinya</b> SRI HARTINI, SAHROMI	243-249
<b>Identifikasi jenis ikan yang dilindungi sebagai langkah awal konservasi di Sungai Keroh Sub-DAS Lematang, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan</b> DONI SETIAWAN, ENGGAR PATRIONO, AJIMAN	250-254
<b>Keragaman tumbuhan dan potensi pemanfaatannya di kawasan hutan alam sekunder RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat</b> ADI SUSILO, DENNY	256-262
<b>Pengaruh variasi media saph terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit cabutan <i>Alnus nepalensis</i></b> RINA BOGIDARMANTI, DARWO	263-266
<b>Prospek budidaya bintangur (<i>Callophyllum soulatri</i>) untuk dikembangkan di lahan gambut</b> DARWO, RINA BOGIDARMANTI	267-270
<b>Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormon tumbuh IAA (Indole-3-Acetic Acid) dan Bakteri Perombak Protein dari Tanah Pertanian Tual, Maluku Tenggara</b> TIRTA KUMALA DEWI, JODI SURYANGGONO, DWI AGUSTIYANI	271-276
<b>Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao (<i>Theobroma cacao</i>)</b> TRIZELIA, WINARTO	277-281

# Studi preferensi dan tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* dan *Coccinella transversalis* pada beberapa mangsa yang berbeda

## Study of preference and functional response of *Menochilus sexmaculatus* and *Coccinella transversalis* in several different preys

SISKA EFENDI<sup>1</sup>✉, YAHERWANDI<sup>2</sup>, NOVRI NELLY<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus III Unand Dharmasraya. Jl. Lintas Sumatera Km 4 Pulau Punjung, Dharmasraya 27573, Sumatera Barat. Tel. +62-754-40858, ✉email: siskaefendichiko@gmail.com

<sup>2</sup>Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat

Manuskrip diterima: 26 April 2016. Revisi disetujui: 6 Desember 2016.

**Abstrak.** Efendi S, Yaherwandi, Nelly N. 2016. Studi preferensi dan tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* dan *Coccinella transversalis* pada beberapa mangsa yang berbeda. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 125-131*. Tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) dan *Coccinella transversalis* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) pada tiga mangsa yang berbeda, yaitu *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae), dan *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae), telah diteliti dengan tujuan untuk menentukan tipe tanggap fungsional pada masing-masing mangsa. Kerapatan mangsa yang dipaparkan adalah 10, 20, 30, 40, dan 50 individu. Pemaparan dilakukan selama satu jam. Predator Coccinellidae yang digunakan adalah imago betina yang sudah dilaparkan selama 24 jam. Penentuan tipe tanggap fungsional dianalisis dengan regresi logistik, sedangkan laju pemangsaan dianalisis menggunakan rumus Holling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan dan jenis mangsa mempengaruhi laju pemangsaan dan tipe tanggap fungsional kedua serangga uji. Laju pemangsaan *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* berbeda tidak nyata pada ketiga jenis mangsa yang dipaparkan. Begitu juga berdasarkan hasil analisis regresi logistik terungkap bahwa *M. sexmaculatus* memperlihatkan tanggap fungsional tipe I terhadap *A. craccivora* dan tipe III pada mangsa *M. persicae* dan *A. gossypii*. Berbeda dengan *C. transversalis*, pada mangsa *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* tergolong tanggap fungsional tipe I. Hasil ini menunjukkan bahwa predator *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* berpotensi sebagai agens kontrol biologis yang efektif.

**Kata kunci:** *Aphis gossypii*, *Coccinella transversalis*, *Menochilus sexmaculatus*, preferensi, tanggap fungsional

**Abstract.** Efendi S, Yaherwandi, Nelly N. 2016. Study of preference and functional response of *Menochilus sexmaculatus* and *Coccinella transversalis* in several different preys. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 125-131*. Functional response of *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) and *Coccinella transversalis* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) on three different preys namely *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) and *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae) had been investigated with the aim to determine the type of functional response in each of prey. The densities of prey exposed were 10, 20, 30, 40 and 50 individuals. Exposure was carried out for one hour. Coccinellidae predators used were the female imago that made hungry for 12 hours. The determination of the type of functional response was analyzed by a logistic regression, while the predation rate was analyzed by using a Holling formula. The results showed that density and type of prey affected the predation rate and type of functional response on both test insects. The rate of predation of *M. sexmaculatus* and *C. transversalis* is no significant on three types of prey exposed. Likewise, based on the results of logistic regression analysis revealed that *M. sexmaculatus* showed a functional response to *A. craccivora* of type I and type III on preys of *M. persicae* and *A. gossypii*. In contrast to *C. transversalis*, the prey of *A. gossypii*, *A. craccivora* and *M. persicae* were belonging to the functional response of type I. These results indicated that the predator of *M. sexmaculatus* and *C. transversalis* were potential as an effective biological control agent.

**Keywords:** *Aphis gossypii*, *Coccinella transversalis*, functional response, *Menochilus sexmaculatus*, preference

## PENDAHULUAN

Tanggap fungsional menjadi salah satu indikator untuk menentukan ukuran keefektifan suatu predator dalam pengendalian hayati. Pada awalnya, tanggap fungsional dikembangkan dari model pemangsaan predator (Rogers 1972). Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh Solomon pada tahun 1949 untuk menyatakan jumlah mangsa yang

diserang oleh predator pada kerapatan populasi mangsa per satuan waktu. Selanjutnya disampaikan oleh Nelly (2005) bahwa tanggap fungsional merupakan komponen yang esensial dalam dinamika interaksi antara predator dengan mangsanya, karena dapat memberi gambaran mengenai keefektifan predator dalam mengendalikan populasi mangsanya.

Keefektifan predator sangat tergantung pada kemampuannya mencari dan menangani mangsa pada kerapatan dan jenis mangsa yang berbeda. Kerapatan mangsa merupakan aspek penting yang mempengaruhi kemampuan predator, karena laju predasi dari predator dapat berubah tergantung pada kerapatan mangsa. Hasil penelitian Nazari (2010) menunjukkan bahwa larva instar IV dari *Exochomus nigromaculatus* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) tergolong tanggap fungsional tipe II pada kerapatan mangsa 4, 8, 16, 32, 64, 96, dan 128, sedangkan ketika dipaparkan mangsa dengan kerapatan 50, 100, dan 150 tergolong tanggap fungsional tipe III. Pengaruh jenis mangsa terhadap tanggap fungsional terlihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sarmento et al. (2007) dimana tanggap fungsional *Eriopis connexa* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) tergolong tipe II ketika memangsa *Macrosiphum euphorbiae* Thomas (Homoptera: Aphididae) dan tipe III ketika memangsa *Tetranychus evansi* Baker (Acari: Tetranychidae).

Selain kerapatan dan jenis mangsa, faktor lain yang juga mempengaruhi tanggap fungsional adalah jenis, umur, dan karakteristik tanaman (Nelly et al. 2012). Hipotesis tersebut diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidrayani (2003) yang melaporkan bahwa *Propylea quatuordecimpunctata* Lineaus (Coleoptera: Coccinellidae) predator kutu daun memperlihatkan tipe tanggap fungsional yang berbeda pada dua jenis rumput yang menjadi inang kutu daun. Begitu juga menurut hasil penelitian De Clereq et al. (2000) bahwa kemampuan memangsa predator *Podisus nigrispinus* Dallas (Heteroptera: Pentatomidae) terhadap *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Phylilidae) pada tanaman lada, terung, dan tomat memperlihatkan perbedaan. Tipe tanggap fungsional predator tersebut adalah tipe II pada lada dan terung, sedangkan pada tanaman tomat adalah tipe III. Hal yang sama juga ditemukan pada parasitoid dimana tingkat parasitisasi *Hemiptarsenus varicornis* Girault (Hymenoptera: Eulophidae) pada larva *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agrimyziidae) bervariasi pada satu jenis tumbuhan dengan jenis tumbuhan yang lain (Hidrayani 2003).

Sehubungan dengan variasi faktor yang mempengaruhi tipe tanggap fungsional predator atau parasitoid, maka perlu dipelajari pengaruh faktor tersebut terhadap tipe tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) dan *Coccinella transversalis* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) pada tiga mangsa yang berbeda dengan tanaman cabai sebagai media interaksinya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* pada jenis dan kerapatan mangsa yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioekologi Serangga, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas

Pertanian, Universitas Andalas pada bulan Agustus-September 2012.

### Metodologi penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dengan 2 faktor dan 5 ulangan. Faktor pertama adalah pemaparan mangsa pada predator Coccinellidae dengan kerapatan mangsa yang berbeda yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 individu. Pemaparan mangsa untuk masing-masing perlakuan dilakukan pada tanaman cabai berumur 1,5 bulan. Faktor kedua adalah pemaparan mangsa dengan kerapatan yang berbeda tersebut pada jenis mangsa yang berbeda yaitu *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae), dan *Myzus persicae* Sulz (Homoptera: Aphididae). Predator Coccinellidae yang diuji tipe tanggap fungsionalnya adalah *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis*, karena kedua spesies tersebut dominan ditemukan pada ekosistem pertanaman cabai. Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis dengan uji sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's New Multiple Range Tests* (DNMRT) pada taraf 5%.

### Cara kerja

**Persiapan tanaman cabai.** Cabai merah (*Capsicum annum* L.) var. F1 TARO digunakan sebagai tanaman inang *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* serta media perbanyak *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis*. Pemilihan tanaman uji berdasarkan pada jenis tanaman cabai yang umum ditanam petani di Kabupaten 50 Kota, Kabupaten Agam, dan Kota Padang Panjang, Provinsi Sumatera Barat. Bibit tanaman cabai hasil persemaian yang berumur  $\pm 4$  minggu ditanam dalam polibag (diameter 20 cm, tinggi 35 cm), masing-masing polibag ditanam 2 bibit. Komposisi media tanam terdiri atas *topsoil*, pupuk kandang, dan arang sekam dengan perbandingan 1:1:1 serta ditambah dengan pupuk NPK. Perawatan dilakukan dengan penyiangan dan pemupukan tanpa perlakuan pestisida. Tanaman cabai yang berumur 1,5 bulan siap untuk diinokulasi dengan *A. gossypii*.

**Perbanyakan serangga mangsa.** Koloni awal (*starter*) *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* dikoleksi dari lahan pertanaman cabai di Kenagarian Tungkar, Kabupaten 50 Kota. Perbanyakan serangga mangsa dilakukan dengan menginfestasikan imago *A. gossypii* pada tanaman cabai yang telah disiapkan, selanjutnya tanaman cabai tersebut dipelihara dalam kurungan serangga berukuran 70 cm x 70 cm. Kutu daun dibiarkan berkembang biak hingga diperoleh imago dalam jumlah yang cukup untuk bahan penelitian. Total jumlah kutu daun untuk masing-masing jenis mangsa berjumlah 750 ekor. Pemeliharaan kutu daun dilakukan selama penelitian. Perbanyakan kutu daun tergolong mudah, hal yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan sumber makanan yaitu tanaman cabai berumur 1-4 minggu. Hasil perbanyakan kutu daun yang berasal dari tanaman cabai digunakan sebagai mangsa *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis*.

**Perbanyakan predator Coccinellidae.** *Menochilus sexmaculatus* dan *C. transversalis* dikoleksi bersamaan dengan *A. gossypii* dari lahan pertanaman cabai di

Kenagarian Tungkar, Kabupaten 50 Kota. Untuk perbanyak dilakukan dengan mengambil 10 pasang imago *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* kemudian dibiakkan dalam kurungan pemeliharaan yang di dalamnya sudah disiapkan tanaman cabai dengan *A. gossypii* sebagai mangsanya. *Menochilus sexmaculatus* dan *C. transversalis* dipelihara hingga jumlahnya mencukupi kebutuhan penelitian. Dibutuhkan sebanyak 105 ekor predator Coccinellidae untuk masing-masing jenis yang diuji.

**Pemaparan jenis mangsa pada predator.** Pada setiap predator Coccinellidae dipaparkan tiga jenis mangsa yang berbeda yaitu *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* pada tanaman cabai umur 1,5 bulan. Sebelum pemaparan, *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* dilaparkan selama 12 jam dengan tujuan agar saat diperlakukan, predator tersebut dapat langsung memangsa kutu daun yang disediakan (Radyanto et al. 2010). Masing-masing jenis mangsa sebagai perlakuan dipaparkan sebanyak 10, 20, 30, 40, dan 50 individu (Nelly et al. 2012; Radyanto et al. 2010; Veeravela dan Baskarana 2011), kemudian diletakkan dalam kurungan plastik (tinggi 55 cm, diameter 25 cm). Pemaparan dilakukan selama satu jam (Nelly et al. 2012), setelah itu diamati kemampuan memangsa dan laju pemangsaan dari masing-masing predator Coccinellidae.

**Pengamatan kemampuan memangsa.** Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* diamati secara langsung dengan menghitung jumlah *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* yang dimangsa selama satu jam serta waktu yang dibutuhkan untuk menemukan dan menangani satu ekor mangsa (*handling time*).

#### Analisis data

**Laju pemangsaan.** Laju pemangsaan ditentukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan *M. sexmaculatus* dan *C. transversalis* untuk menemukan dan memangsa kutu daun yang dipaparkan. Selanjutnya, data hasil pengamatan dihitung dengan rumus Holling (1961) sebagai berikut:

$$Na = aTN / (1 + aThN)$$

Keterangan:

Na = jumlah kutu daun yang dimangsa

a = laju pemangsaan

T = lama pemangsaan (60 menit)

N = kerapatan mangsa

Th = waktu yang dibutuhkan predator untuk menangani satu mangsa

**Tipe tanggap fungsional.** Penentuan tipe tanggap fungsional dilakukan dengan menggunakan analisis regresi, yaitu dengan menghitung jumlah mangsa yang dikonsumsi (Ne) dan dibandingkan dengan jumlah mangsa yang dipaparkan (No). Data pemangsaan dianalisis menggunakan regresi linear, eksponensial, dan logaritmik. Nilai r digunakan untuk menentukan tipe tanggap fungsional dari setiap persamaan regresi yang digunakan. Nilai r yang paling mendekati 1 dinyatakan sebagai tipe respons fungsional dari predator (Jones et al. 2003).

#### Tipe I: Regresi linier

$$Y = a + bx$$

Keterangan:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2}$$

$$r = \frac{[\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})]^2}{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}$$

#### Tipe II: Regresi hiperbolik

$$Y = a \cdot b^x$$

Keterangan:

$$a = \text{antilog}(\overline{\log y} - \bar{x} \log b)$$

$$b = \text{antilog} \left[ \frac{\sum x(\log y) - n\bar{x}(\overline{\log y})}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \right]$$

$$r = \frac{[\sum(x - \bar{x})(\log y - \overline{\log y})]^2}{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(\log y - \overline{\log y})^2}$$

#### Tipe III: Regresi sigmoid

$$Y = a \cdot x^b$$

Keterangan:

$$a = \text{antilog}(\overline{\log y} - b \overline{\log x})$$

$$b = \frac{\sum(\log x)(\log y) - n \overline{\log x} \cdot \overline{\log y}}{\sum(\log x)^2 - n(\overline{\log x})^2}$$

$$r = \frac{[\sum(\log x - \overline{\log x})(\log y - \overline{\log y})]^2}{\sum(\log x - \overline{\log x})^2 \sum(\log y - \overline{\log y})^2}$$

Keterangan:

y = jumlah kutu daun yang dimangsa

x = jumlah kutu daun yang dipaparkan

a = laju pemangsaan

r = tipe tanggap fungsional

b = kemampuan memangsa

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemampuan memangsa *Menochilus sexmaculatus* pada jenis dan kerapatan mangsa yang berbeda

Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* dipengaruhi oleh kerapatan mangsa, akan tetapi pengaruh jenis mangsa secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini terlihat adanya interaksi antara kerapatan dan jenis mangsa terhadap kemampuan memangsa *M. sexmaculatus*. Kemampuan memangsa meningkat seiring dengan bertambahnya kerapatan mangsa pada masing-masing jenis mangsa (Tabel 1).

Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* pada *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata pada kerapatan mangsa yang rendah, akan tetapi terdapat perbedaan yang

nyata pada kerapatan mangsa yang tinggi. Pada perlakuan jenis mangsa *A. gossypii* dan *M. persicae*, satu individu *M. sexmaculatus* mampu memangsa masing-masing jenis mangsa sebanyak  $50,00 \pm 0,00$  individu/jam dan  $42,80 \pm 9,42$  individu/jam pada pemaparan mangsa sebanyak 50 individu. Kemampuan memangsa menurun secara drastis menjadi  $24,40 \pm 7,27$  individu/jam pada mangsa *A. craccivora*. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Veeravela dan Baskarana (2011), terlihat adanya kesamaan pada kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* pada *A. gossypii* yaitu 50 individu/jam, sedangkan kemampuan memangsa terhadap *M. persicae* jauh lebih rendah dibanding hasil penelitian Muharam dan Setiawati (2007), dimana *M. sexmaculatus* mampu memangsa hingga 168 individu selama 24 jam.

### Laju pemangsaan *Menochilus sexmaculatus*

Hasil analisis laju pemangsaan *M. sexmaculatus* terhadap tiga jenis mangsa yang berbeda menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (Tabel 2). Demikian juga dengan kerapatan mangsa tidak secara nyata mempengaruhi laju pemangsaan. Laju pemangsaan berpengaruh juga terhadap kemampuan memangsa *M. sexmaculatus*. Semakin tinggi laju pemangsaan *M. sexmaculatus* maka semakin banyak jumlah *A. gossypii*, *A. craccivora*, dan *M. persicae* yang dimangsa.

Pengaruh kerapatan mangsa terhadap laju pemangsaan hanya terlihat pada kerapatan 40 dan 50 individu, akan tetapi pengaruh tersebut hanya terjadi pada *A. gossypii* dan *M. persicae*. Laju pemangsaan berkaitan dengan kemampuan suatu predator untuk menghabiskan seekor mangsa pada kerapatan dan selang waktu tertentu, akan tetapi dari hasil penelitian terungkap bahwa jenis dan kerapatan mangsa tidak sepenuhnya mempengaruhi laju pemangsaan suatu predator. Hal ini didukung oleh pendapat Omkar dan Perves (2004) yang menyebutkan

bahwa perbedaan laju pemangsaan dan waktu pemangsaan disebabkan oleh adanya variasi ukuran mangsa, tingkat kerakusan pemangsa, faktor kekenyangan, tingkat kelaparan pemangsa, kemampuan pemangsa untuk mencerna mangsa, dan kecepatan bergerak mangsa. Pada akhirnya, kemampuan memangsa dan laju pemangsaan *M. sexmaculatus* berpengaruh terhadap tipe tanggap fungsional yang terbentuk.

### Tipe tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus*

Hasil analisis regresi logistik menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jenis mangsa dengan tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* (Tabel 3). Penentuan tipe tanggap fungsional berdasarkan analisis regresi menunjukkan adanya perbedaan nilai *r* dari tiga bentuk persamaan regresi yang diuji. Nilai *r* menentukan tingkat keeratan dari masing-masing persamaan. Nilai *r* yang mendekati 1 digunakan sebagai dasar penentuan persamaan yang dipilih dan penentu dari tipe tanggap fungsional (Jones et al. 2003).

Tanggap fungsional *M. sexmaculatus* tergolong tipe I ( $r = 0,98$ ) pada mangsa *A. craccivora*, dimana laju pemangsaan meningkat atau menurun berkaitan dengan peningkatan dan penurunan kerapatan mangsa. Pada mangsa *A. gossypii* dan *M. persicae*, tipe tanggap fungsionalnya tergolong tipe III ( $r = 1,00$ ) dimana pada awalnya peningkatan pemangsaan berlangsung lambat, diikuti peningkatan yang lebih cepat, kemudian konstan. Gambar tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* pada mangsa yang berbeda yaitu kurva linear untuk tipe I pada mangsa *A. craccivora* serta kurva logaritmik untuk tipe III pada mangsa *A. gossypii* dan *M. persicae*. Persamaan kurva linear untuk tipe I yaitu  $Y = 0,4669x + 2,8933$  pada mangsa *A. craccivora*, tipe III pada mangsa *A. gossypii* yaitu  $Y = 26,994 \ln(x) - 57,59$ , serta untuk *M. persicae* yaitu  $Y = 22,394 \ln(x) - 45,754$  (Gambar 1).

**Tabel 1.** Kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* pada beberapa kerapatan dan jenis mangsa yang berbeda.

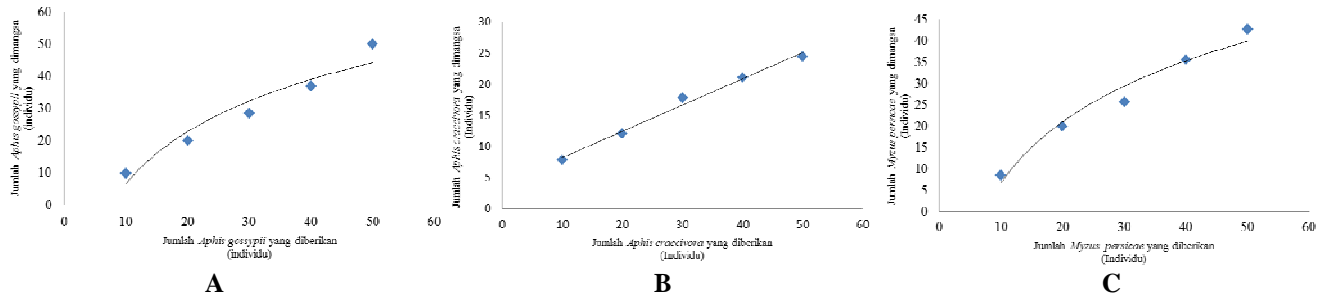
Jenis mangsa	Kerapatan mangsa (individu/jam)				
	10	20	30	40	50
<i>Aphis gossypii</i>	$9,80 \pm 0,45$ <sup>Aa</sup>	$20,00 \pm 0,00$ <sup>Aa</sup>	$28,40 \pm 3,05$ <sup>Ba</sup>	$36,80 \pm 7,16$ <sup>Ba</sup>	$50,00 \pm 0,00$ <sup>Ca</sup>
<i>Aphis craccivora</i>	$7,80 \pm 2,05$ <sup>Aa</sup>	$12,00 \pm 2,92$ <sup>Ab</sup>	$17,80 \pm 4,66$ <sup>Aa</sup>	$21,00 \pm 6,20$ <sup>Ba</sup>	$24,40 \pm 7,27$ <sup>Ba</sup>
<i>Myzus persicae</i>	$8,60 \pm 2,19$ <sup>Aa</sup>	$20,00 \pm 0,00$ <sup>Ab</sup>	$25,80 \pm 5,76$ <sup>Aa</sup>	$35,60 \pm 6,07$ <sup>Aa</sup>	$42,80 \pm 9,42$ <sup>Aa</sup>

Keterangan: Huruf besar menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara mangsa, sedangkan huruf kecil menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara kerapatan. Huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara faktor yang dibandingkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

**Tabel 2.** Laju pemangsaan *M. sexmaculatus* pada beberapa jenis mangsa

Jenis mangsa	Laju pemangsaan (individu/menit)				
	10	20	30	40	50
<i>Aphis gossypii</i>	0,0175 <sup>Aa</sup>	0,0164 <sup>Aa</sup>	0,0198 <sup>Aa</sup>	0,0203 <sup>Aa</sup>	0,0203 <sup>Aa</sup>
<i>Aphis craccivora</i>	0,0149 <sup>Aa</sup>	0,0156 <sup>Aa</sup>	0,0156 <sup>Aa</sup>	0,0145 <sup>Aa</sup>	0,0149 <sup>Aa</sup>
<i>Myzus persicae</i>	0,0170 <sup>Aa</sup>	0,0176 <sup>Aa</sup>	0,0192 <sup>Aa</sup>	0,0209 <sup>Aa</sup>	0,0210 <sup>Aa</sup>

Keterangan: Huruf besar menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara mangsa, sedangkan huruf kecil menunjukkan perbandingan kemampuan memangsa antara kerapatan. Huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara faktor yang dibandingkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.



**Gambar 1.** Tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* terhadap tiga jenis mangsa yang berbeda: A. *A. gossypii*, B. *A. craccivora*, dan C. *Myzus persicae*

**Tabel 4.** Kemampuan memangsanya *C. transversalis* pada beberapa kerapatan dan jenis mangsa yang berbeda

Jenis mangsa	Kerapatan mangsa (individu/jam)				
	10	20	30	40	50
<i>Aphis gossypii</i>	10,00 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	17,80 ± 3,49 <sup>Aa</sup>	30,00 ± 0,00 <sup>Ba</sup>	36,20 ± 5,50 <sup>Ba</sup>	46,00 ± 6,16 <sup>Ba</sup>
<i>Aphis craccivora</i>	7,80 ± 2,49 <sup>Aa</sup>	16,87 ± 3,27 <sup>Aa</sup>	24,60 ± 5,22 <sup>Aa</sup>	29,20 ± 8,64 <sup>Aa</sup>	35,60 ± 4,83 <sup>Aa</sup>
<i>Myzus persicae</i>	10,00 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	19,20 ± 1,79 <sup>Aa</sup>	28,40 ± 2,61 <sup>Aa</sup>	37,60 ± 5,37 <sup>Aa</sup>	46,60 ± 6,07 <sup>Aa</sup>

Keterangan: Huruf besar menunjukkan perbandingan kemampuan memangsanya antara mangsa, sedangkan huruf kecil menunjukkan perbandingan kemampuan memangsanya antara kerapatan. Huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara faktor yang dibandingkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

**Tabel 5.** Laju pemangsaan *C. transversalis* pada beberapa jenis mangsa

Jenis mangsa	Laju pemangsaan (individu/menit)				
	10	20	30	40	50
<i>Aphis gossypii</i>	0,0175 <sup>Aa</sup>	0,0164 <sup>Aa</sup>	0,0198 <sup>Aa</sup>	0,0203 <sup>Aa</sup>	0,0203 <sup>Aa</sup>
<i>Aphis craccivora</i>	0,0149 <sup>Aa</sup>	0,0156 <sup>Aa</sup>	0,0156 <sup>Aa</sup>	0,0145 <sup>Aa</sup>	0,0149 <sup>Aa</sup>
<i>Myzus persicae</i>	0,0170 <sup>Aa</sup>	0,0176 <sup>Aa</sup>	0,0192 <sup>Aa</sup>	0,0209 <sup>Aa</sup>	0,0210 <sup>Aa</sup>

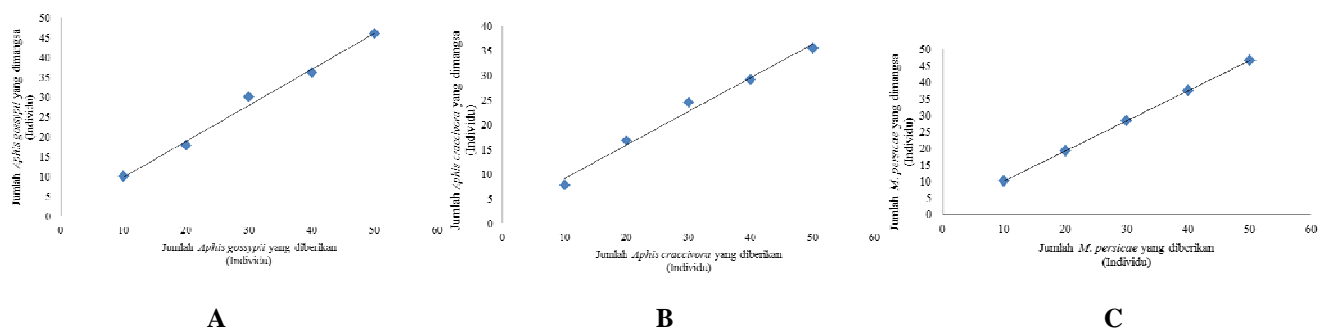
Keterangan: Huruf besar menunjukkan perbandingan kemampuan memangsanya antara mangsa, sedangkan huruf kecil menunjukkan perbandingan kemampuan memangsanya antara kerapatan. Huruf yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara faktor yang dibandingkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 5%.

**Tabel 3.** Tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* pada jenis mangsa yang berbeda berdasarkan analisis regresi dan nilai r.

Mangsa	Persamaan regresi	Nilai r	Tipe tanggap fungsional
<i>Aphis gossypii</i>	Regresi linear Y = 0,9983x - 0,7733	0,9951	Tipe III
	Regresi hiperbolik Y = 8,7229e <sup>0,0345x</sup>	0,9468	
	Regresi sigmoid Y = 26,994ln (x) - 57,59	1,0000	
<i>Aphis craccivora</i>	Regresi linear Y = 0,4669x + 2,8933	0,9824	Tipe I
	Regresi hiperbolik Y = 6,7833e <sup>0,0269</sup>	0,9603	
	Regresi sigmoid Y = 12,648ln (x) - 23,758	0,9045	
<i>Myzus persicae</i>	Regresi linear Y = 0,8063x + 2,1467	0,9924	Tipe III
	Regresi hiperbolik Y = 8,4705 e <sup>0,0324x</sup>	0,8965	
	Regresi sigmoid Y = 22,394ln (x) - 45,754	1,0000	

**Tabel 6.** Tipe tanggap fungsional *C. transversalis* pada jenis mangsa yang berbeda berdasarkan analisis regresi dan nilai r.

Mangsa	Persamaan regresi	Nilai r	Tipe tanggap fungsional
<i>Aphis gossypii</i>	Regresi linear Y = 0,9337x + 0,1867	0,9947	Tipe I
	Regresi hiperbolik Y = 8,7199e <sup>0,0336x</sup>	0,9436	
	Regresi sigmoid Y = 25,4ln (x) - 53,471	0,9235	
<i>Aphis craccivora</i>	Regresi linear Y = 0,6457x + 3,2	0,9873	Tipe I
	Regresi hiperbolik Y = 7,7876e <sup>0,0306x</sup>	0,8846	
	Regresi sigmoid Y = 18,131ln (x) - 35,829	0,9765	
<i>Myzus persicae</i>	Regresi linear Y = 0,8783x + 1,76	0,9975	Tipe I
	Regresi hiperbolik Y = 9,1274e <sup>0,0323x</sup>	0,9301	
	Regresi sigmoid Y = 24,199ln (x) - 49,757	0,9501	



**Gambar 2.** Tipe tanggap fungsional *C. transversalis* terhadap mangsa yang berbeda: A. *A. gossypii*, B. *A. craccivora*, dan C. *M. persicae*

### Kemampuan memangsa *Coccinella transversalis* pada jenis dan kepadatan mangsa yang berbeda

Hasil pengamatan terhadap kemampuan memangsa *C. transversalis* yang dihasilkan disajikan pada Tabel 4. Kemampuan memangsa *C. transversalis* pada kepadatan dan jenis mangsa yang berbeda menunjukkan pola yang sama dengan *M. sexmaculatus*. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kemampuan memangsa *C. transversalis* meningkat pada setiap kepadatan mangsa yang dipaparkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan mangsa sangat mempengaruhi kemampuan predator, sehingga semakin banyak ketersediaan mangsa maka semakin tinggi kemampuan predator untuk memangsa. Menurut Wagiman (1997), pemberian mangsa berlebih akan merangsang aktivitas predator menjadi lebih aktif daripada pemberian mangsa dalam jumlah terbatas. Pada Tabel 4 juga dapat dilihat jumlah mangsa yang diberikan dan jumlah yang dimangsa mempunyai korelasi yang positif. Semakin banyak jumlah mangsa yang diberikan, semakin banyak jumlah yang dimangsa. Namun demikian, dari data yang diperoleh ternyata *C. transversalis* lebih banyak memangsa *A. gossypii* dan *M. persicae* dibandingkan *A. craccivora*.

### Laju pemangsaan *Coccinella transversalis*

Hasil analisis dengan menggunakan rumus Holling (1961) untuk menentukan laju pemangsaan menunjukkan bahwa jenis dan peningkatan jumlah mangsa tidak signifikan mempengaruhi laju pemangsaan *C. transversalis*. Laju pemangsaan cenderung stabil pada kepadatan mangsa rendah dan meningkat pada kepadatan mangsa tinggi (Tabel 5). Mempertegas pernyataan Omark dan Perves (2004), lebih lanjut ditambahkan oleh Frazer dan McGregor (1982) bahwa laju pemangsaan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologi, namun juga berhubungan dengan variabel lingkungan terutama temperatur. Pada beberapa penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa faktor peningkatan temperatur mempengaruhi aktivitas pemangsaan serangga secara umum (Butler 1982; Michaels dan Flanders 1992).

### Tipe tanggap fungsional *Coccinella transversalis*

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik dapat diketahui bahwa tipe tanggap fungsional *C. transversalis* berbeda dengan *M. sexmaculatus* meskipun kedua predator tersebut dipaparkan dengan mangsa yang sama. Tanggap fungsional *C. transversalis* tergolong tipe I pada semua mangsa, dengan nilai  $r$  pada masing-masing mangsa yaitu  $r = 0,9947$  pada mangsa *A. gossypii*,  $r = 0,9873$  pada mangsa *A. craccivora*, dan  $r = 0,9975$  pada *M. persicae* (Tabel 6). Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Perves dan Omark (2005) bahwa tanggap fungsional *C. transversalis* menunjukkan tipe II ketika memangsa *A. craccivora* dan *M. persicae*. Perbedaan tipe tanggap fungsional juga terlihat pada hasil penelitian yang dilaporkan oleh Bind (2007) bahwa tanggap fungsional *C. transversalis* tergolong tipe III ketika memangsa kutu daun *A. gossypii*.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kemampuan memangsa *M. sexmaculatus* terlihat berbeda pada jenis mangsa yang dipaparkan. Tipe tanggap fungsional *M. sexmaculatus* tergolong tipe I ketika memangsa *A. craccivora* dan tipe III ketika memangsa *A. gossypii* dan *M. persicae*, namun pada *C. transversalis* tidak terdapat perbedaan kemampuan memangsa pada jenis mangsa yang berbeda karena tipe tanggap fungsionalnya tergolong tipe I pada ketiga jenis mangsa yang dipaparkan. Predator yang tanggap fungsionalnya tipe I dan III tergolong efektif sebagai agens pengendali hayati karena kemampuan memangsanya meningkat seiring dengan peningkatan kepadatan mangsa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bind RB. 2007. Reproductive behaviour of a generalist aphidophagous ladybird beetle *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Icipe* 27: 78-84.
- Butler JR. 1982. The developmental time of *Coccinella* species in relation to the constant temperature (Coleoptera: Coccinellidae). *Entomophaga* 27: 212-218.
- De Clereq PD, Mohagheh J, Tirry L. 2000. Effect of host on functional response of predator *Podisus nigripinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Bio Control* 18: 65-70.

- Frazer BD, McGregor RR. 1982. The temperature dependent survival and hatching rate of eggs of seven species of Coccinellidae. *Canad Entomol* 124: 305-312.
- Hidayani. 2003. *Hemiptarsenus varicornis* (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae), Parasitoid *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agrimyziidae): Biologi dan Tanggap Fungsional, serta Pengaruh Jenis Tumbuhan Inang dan Aplikasi Insektisida. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Holling CS. 1961. Principles of insect predation. *Canadia Entomol* 91: 385-398.
- Jones DB, Giles KL, Berbearet RC et al. 2003. Fuctional response of an introduction parasitoid and indogenous parasitoid on greenbug at four temperature. *Environ Entomol* 32 (3): 425-432.
- Michaels GJ, Flanders RV. 1992. Larval development, aphid consumption and oviposition for five imported Coccinellids at constant temperature on Russian wheat aphids and green bugs. *South Entomol* 17: 233-243.
- Muharam A, Setiawati W. 2007. Teknik perbanyakan masal predator *Menochilus sexmaculatus* pengendali serangga *Bemisia tabaci* vektor virus kuning pada tanaman cabai. *J Hort* 17 (4): 365-373.
- Nazari A. 2010. Functional Response of *Exochomus nigromaculatus* (Col: Coccinellidae) to Different Densities of *Aphis nerii* and *Aphis craccivora*. [Thesis]. Arak Islamic Azad University, Arak.
- Nelly N, Trizelia, Qorry S. 2012. Tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* Fabricius (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Aphis gossypii* (Glover) (Homoptera: Aphididae) pada umur tanaman cabai berbeda. *J Entomol Indon* 9: 23-31.
- Nelly N. 2005. Dinamika Interaksi Parasitoid *Eriborus Argenteopilorus* Cameron (Hymenoptera: Ichneumonidae) dan Inang *Crocidolomia pavonana* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) pada Kondisi Fisiologi dan Suhu Berbeda. [Disertasi]. Universitas Andalas, Padang.
- Omkar, Pervez A. 2004. Predaceous Coccinellids in India: Predator prey catalogue. *Oriental Insects*. 38: 27-61.
- Pervez A, Omkar. 2005. Functional responses of Coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. *J Insect Sci* 5: 5-10.
- Radiyanto I, Rahayuningtias S, Widhianingtyas E. 2010. Kemampuan pemangsaan *Menochilus sexmaculatus* F. (Coleoptera: Coccinellidae) terhadap *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera: Aphididae). *J Entomol Indon* 8: 1-7.
- Rogers DJ. 1972. Random search and insect population models. *Anim Ecol* 41: 569-383.
- Sarmento RA, Pallini IA, Venzon M et al. 2007. Functional response of the predator *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. *Eur Entomol* 50 (1): 121-126.
- Veeravela R, Baskarana P. 2011. Functional and numerical responses of *Coccinella transversalis* Fab. dan *Cheilomenes sexmaculatus* Fab. feeding on the melon aphid, *Aphis gossypii* Glov. *Icipe* 17: 335-339.
- Wagiman FX. 1997. Ritme aktivitas harian *Menochilus sexmaculatus* memangsa *Aphis cracivora*. Kongres Entomologi V dan Simposium Entomologi. Perhimpunan Entomologi Indonesia, Bandung, 24-26 Juni 1997.

# Eksplorasi tumbuhan dan studi komposisi vegetasi di zona bukit dari Gunung Patah, Bengkulu

## Plants exploration and vegetation composition study in hill zone of Mount Patah, Bengkulu

MUHAMAD MUHAIMIN<sup>\*</sup>, IMAWAN WAHYU HIDAYAT, MUSLIM

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: muhamad.muhamin@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 6 September 2016. Revisi disetujui: 6 Desember 2016.

**Abstrak.** Muhaimin M, Hidayat IW, Muslim. 2016. Eksplorasi tumbuhan dan studi komposisi vegetasi di zona bukit dari Gunung Patah, Bengkulu. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 132-137*. Gunung Patah merupakan bagian dari kawasan konservasi Hutan Lindung Raje Mandare, Bengkulu. Hingga saat ini, belum pernah diketahui adanya kajian tumbuhan yang berasal dari kawasan tersebut. Selain itu, ancaman pembukaan hutan yang semakin meningkat, terutama pada zona bukit di Gunung Patah, mendesak untuk dilakukan studi mengenai komposisi vegetasi penyusunnya yang berguna bagi usaha-usaha konservasi ke depannya. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian dasar berupa eksplorasi tumbuhan dan studi komposisi vegetasi di zona bukit (630-800 mdpl) Gunung Patah, Bengkulu. Eksplorasi tumbuhan menggunakan metode jelajah, sedangkan studi komposisi vegetasi menggunakan metode transek dengan analisis kuadran, masing-masing 10 plot ukuran 10 x 10 m<sup>2</sup> (untuk vegetasi pohon dengan diameter >10 cm) dan 5 x 5 m<sup>2</sup> (untuk vegetasi tumbuhan bawah). Hasil eksplorasi menunjukkan setidaknya 75 suku (61 suku tumbuhan berbunga dan 14 suku tumbuhan paku) dan 147 marga (129 marga tumbuhan berbunga dan 18 marga tumbuhan paku) tumbuhan ditemukan di dalam hutan zona bukit dari Gunung Patah. Selain itu, sebanyak 226 nomor spesimen berhasil dikoleksi selama kegiatan eksplorasi untuk dikonservasi secara ex situ di Kebun Raya Cibodas. Tumbuhan yang dikoleksi mencakup tumbuhan endemik (*Rhododendron vinicolor*), tumbuhan langka (*Durio dulcis*, *Shorea platyclados*), dan tumbuhan bermanfaat (obat, pangan, hias, kayu). Dari 226 nomor spesimen, terdapat 9 marga dan 74 jenis merupakan koleksi baru untuk Kebun Raya Cibodas. Selanjutnya, hasil analisis vegetasi pada tingkat pohon menunjukkan suku Dipterocarpaceae memiliki INP tertinggi (66,1%), diikuti oleh Lauraceae, Myristicaceae, dan Myrtaceae. Untuk vegetasi tumbuhan bawah, suku yang mempunyai INP tertinggi adalah Meliaceae (42,08%), diikuti oleh Zingiberaceae, Arecaceae, dan Athyriaceae. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu dasar pertimbangan untuk meningkatkan usaha-usaha perlindungan dan pelestarian tumbuhan pada kawasan konservasi di area Gunung Patah, Bengkulu.

**Kata kunci:** Eksplorasi tumbuhan, Gunung Patah, komposisi vegetasi, zona bukit

**Abstract.** Muhaimin M, Hidayat IW, Muslim. 2016. *Plants exploration and vegetation composition study in hill zone of Mount Patah, Bengkulu. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 132-137*. Mount Patah is part of the conservation area of Raje Mandare Protected Forest, Bengkulu. Until now, it had never known of the study of plants which originating from the region. Moreover, the threat of forest clearance which more increasing, especially in the hill zone of Mount Patah, is urged to be conducted a study on the vegetation composition which useful for conservation efforts in the future. Based on this, the basic research was conducted in the form of plant exploration and study of vegetation composition on the hill zone (630-800 masl) Mount Patah, Bengkulu. Plants exploration used an exploration method, while the vegetation composition study used a transect method with a quadrant analysis, each of 10 plots size 10 x 10 m<sup>2</sup> (for trees vegetation with a diameter >10 cm) and 5 x 5 m<sup>2</sup> (for understory vegetation). Exploration results showed at least 75 families (61 families of flowering plants and 14 families of ferns) and 147 genera (129 genera of flowering plants and 18 genera of ferns) plants were found in the forest of hill zone of Mount Patah. In addition, as many as 226 numbers of specimens had been collected during exploration activities to be conserved ex situ in Cibodas Botanical Garden (CBG). Plants collected included an endemic plant (*Rhododendron vinicolor*), rare plants (*Durio dulcis*, *Shorea platyclados*) and useful plants (drug, food, decorative, wood). From that number of specimens, there were 9 genus and 74 species that were new collections of CBG. Furthermore, the results of the vegetation analysis on tree level showed that Dipterocarpaceae family had the highest IVI (66.1%), then followed by Lauraceae, Myristicaceae and Myrtaceae. For the understory vegetation, plants family which had the highest IVI were Meliaceae (42.08%), then followed by Zingiberaceae, Arecaceae and Athyriaceae. The results of this study were expected can be used as one of the basic considerations for improving the efforts of plant protection and preservation at the conservation areas in the area of Mount Patah, Bengkulu.

**Keywords:** Hill zone, Mount Patah, plants exploration, vegetation composition

### PENDAHULUAN

Berbagai tekanan dan peningkatan intensitasnya semakin mendesak terhadap keberlanjutan hutan hujan

tropis, terutama di Sumatera. Hal ini disebabkan oleh percepatan pertumbuhan industri dan penduduk terkait dengan meningkatnya kebutuhan lahan. Usaha penebangan, pertambangan, perkebunan, dan agribisnis telah mendorong

perubahan besar-besaran pada lanskap global dan menyebabkan peningkatan konflik antara masyarakat dan hutan pada tingkat yang luar biasa. Hilangnya keanekaragaman hayati dan penurunan flora dan fauna khas, seperti yang terjadi di Sumatera, tampaknya hanya mendapat perhatian kecil setelah beberapa dekade diperingatkan oleh para ilmuwan dan konservasionis. Selanjutnya, keprihatinan yang lebih baru tentang hubungan antara perubahan iklim, deforestasi (van der Werf et al. 2008) dan hilangnya jasa ekosistem telah membawa fokus baru pada isu-isu konservasi hutan (Laumonier et al. 2010).

Hutan hujan tropis Sumatera pada tahun 2007 hanya sekitar 29% dari hutan yang dilindungi dan ditetapkan sebagai kawasan konservasi, dan hanya sembilan dari 38 sektor eko-floristik memiliki lebih dari 50% dari tutupan hutan tersisa yang dilindungi. Tiga puluh delapan persen dari sisa hutan tersebut berada dalam kategori "sangat terancam", "terancam punah", atau "rentan" dilihat dari sektor eko-floristik (5 juta ha), tetapi hanya 1 juta ha (20%) yang dilindungi. Sejak tahun 1985-2007, telah terjadi kehilangan hutan 10,2 juta ha (85%) pada kawasan hampirata (*penepain*) bagian timur, dataran rendah bagian barat, dan rawa-rawa di Sumatera. Selain itu, sekitar 41% kawasan hutan pegunungan telah hilang di Sumatera bagian selatan, tengah, dan utara. Hutan pada zona submontana dan montana di Sumatera Tengah juga telah hilang berturut-turut sebanyak 6% dan 4% dalam rentang tahun tersebut (Laumonier et al. 2010).

Namun demikian, beberapa pegunungan di Sumatera masih memiliki keanekaragaman tumbuhan tropis basah yang terjaga dengan cukup baik. Salah satunya di kawasan Hutan Lindung (HL) Rajé Mandaré, Gunung Patah, Bengkulu. Kawasan Gunung Patah membentang di bagian utara Kabupaten Bengkulu Selatan hingga Kaur, Bengkulu bahkan sampai ke Muara Enim, Sumatera Selatan. Di kawasan tersebut, lanskap hutan secara kasat mata masih tampak asli dan alami. Meskipun demikian, kawasan tersebut juga telah mulai terkontaminasi oleh adanya perambahan hutan, perkebunan, dan agribisnis yang intensif (seperti kopi dan sawit), terutama pada kawasan hutan di zona dataran rendah. Selain itu, kekayaan keanekaragaman hayati, terutama flora, belum pernah diketahui kajiannya hingga saat ini, sehingga usaha-usaha konservasi dan pelestarian sumber daya hayati perlu dan mendesak untuk segera dilakukan.

Upaya nyata langsung di sektor konservasi, salah satunya adalah konservasi ex situ. Konservasi ex situ harus ditempatkan sebagai bagian penting dari upaya konservasi, karena perluasan habitat dari meningkatnya jumlah spesies yang masih ada dinilai kurang layak untuk kelangsungan hidupnya dengan berbagai alasan. Dampak pemanasan global, penyakit, kekeringan, fragmentasi, dan deforestasi menyebabkan habitat yang ada berkurang daya dukungnya (Braverman 2014).

Sesuai dengan tugas dan fungsinya, Kebun Raya Cibodas (KRC)-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) memiliki kewajiban untuk melakukan upaya konservasi ex situ. Hal ini konsisten dengan Surat

Keputusan Kepala LIPI Tanggal 17 Januari 1987, No.25/KEP/D.5./87 dan Peraturan Kepala LIPI Tanggal 24 Februari 2016, No. 3 Tahun 2016, KRC mempunyai tugas melaksanakan konservasi ex situ tumbuhan yang utamanya pada dataran tinggi basah. Dalam lima tahun terakhir, KRC rutin melakukan kegiatan eksplorasi dan pengoleksian tumbuhan, sebagai bagian dari upaya konservasi ex situ dengan fokus pada kawasan pegunungan di Sumatera. Pada tahun 2016, telah dilakukan kegiatan eksplorasi, pengoleksian tumbuhan, dan studi komposisi vegetasi sebagai bagian dari konservasi ex situ, di hutan zona bukit (*hill forest*) Gunung Patah, Bengkulu. Dalam kajian ini akan dibahas hasil dari kegiatan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menginventarisasi keanekaragaman tumbuhan, mengoleksi spesimen tumbuhan yang mencirikan zona tersebut, dan menganalisis komposisi vegetasi di hutan zona bukit Gunung Patah, Bengkulu.

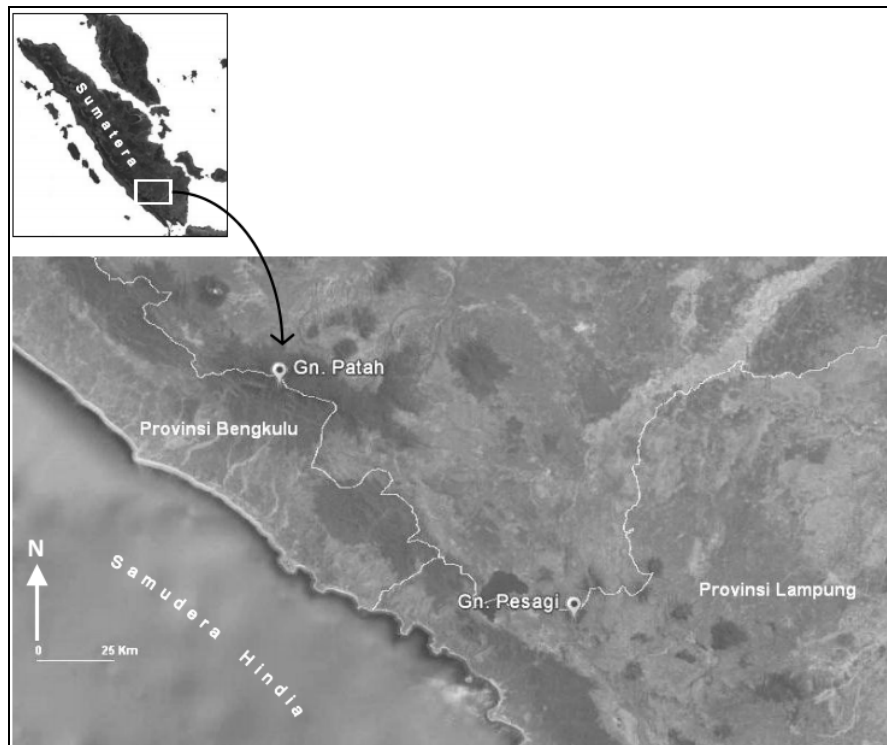
## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 17 April-4 Mei 2016. Kegiatan dilakukan di kawasan HL Bukit Rajé Mandaré, Gunung Patah, Bengkulu melalui akses dari Desa Manau IX, Kecamatan Padang Guci Hulu, Kabupaten Kaur, Bengkulu. Gunung Patah memiliki ketinggian hingga 2817 mdpl. Kegiatan penelitian dilakukan mulai dari ketinggian 630 mdpl hingga 800 mdpl, sedangkan pengambilan data vegetasi dilakukan pada ketinggian 650-700 mdpl. Ketinggian tersebut termasuk ke dalam kisaran zona bukit atas (Laumonier 1997). Pada zona di bawahnya (zona dataran rendah), perkebunan kopi dan sawit sudah mulai mendominasi kawasan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

### Metode pengambilan data

Eksplorasi dilakukan dengan menggunakan metode jelajah di lokasi penelitian. Jenis-jenis tumbuhan yang ditemukan selama penjelajahan dicatat pada buku catatan lapangan. Selain pencatatan jenis, dilakukan juga kegiatan pengoleksian spesimen tumbuhan. Koleksi tumbuhan dilakukan mulai dari ketinggian 630 mdpl hingga 800 mdpl. Kegiatan koleksi diprioritaskan pada jenis-jenis endemik, langka, berpotensi manfaat bagi manusia, atau belum ada koleksinya di KRC. Potensi tumbuhan diketahui dengan cara bertanya langsung kepada warga setempat dan studi literatur (Buku: Heyne 1987, seri buku PROSEA vol. 1-19; situs internet: Slik 2009). Koleksi yang diambil dapat berupa koleksi hidup (anakan), setek, biji, dan herbarium. Jenis-jenis yang belum diketahui identitasnya dibuat spesimen herbarium untuk selanjutnya diidentifikasi di Herbarium CHTJ (Cianjur Hortus Tjibodasensis). Setiap koleksi dicatat data agroekologi (kelembapan udara, suhu udara, pH tanah) dan diberi label menggunakan label mekolin. Koleksi hidup selanjutnya ditanam dan ditumbuhkan di KRC.



**Gambar 1.** Lokasi kegiatan penelitian di kawasan HL Rajae Mandare, Gunung Patah, Bengkulu. (Sumber: Google Earth 2016)

Studi komposisi vegetasi menggunakan metode transek dengan analisis kuadran (Muller-Dumbois dan Ellenberg 1974). Transek terdiri dari plot atau petak cuplikan yang disusun secara selang-seling pada garis kontur. Jumlah plot yang dibuat sebanyak 10 buah berukuran  $10 \times 10 \text{ m}^2$  untuk pengukuran pohon yang berdiameter 10 cm ke atas. Selanjutnya, di dalam plot pengukuran pohon, dibuat lagi plot berukuran  $5 \times 5 \text{ m}^2$  untuk mengukur tumbuhan bawah. Parameter yang dicatat dan diukur pada masing-masing plot meliputi nama jenis, jumlah individu, dan diameter setinggi dada (untuk pohon).

#### Analisis data

Tumbuhan yang ditemukan pada lokasi penelitian diidentifikasi hingga diketahui nama jenisnya (minimal hingga tingkat marga), kemudian dikelompokkan berdasarkan jenis dan suku. Tumbuhan yang memiliki potensi manfaat dikelompokkan ke dalam lima kategori utama, yaitu hias, kayu, obat, pangan, dan serat/tali. Sementara itu, analisis komposisi vegetasi dilakukan dengan penghitungan Indeks Nilai Penting (INP). Penghitungan INP pohon menggunakan rumus:  $\text{INP} = \text{Kelimpahan Relatif (KR)} + \text{Frekuensi Relatif (FR)} + \text{Dominasi Relatif (DR)}$ , sedangkan INP tumbuhan bawah menggunakan rumus:  $\text{INP} = \text{KR} + \text{FR}$ .

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tumbuhan yang dicatat pada saat eksplorasi tumbuhan termasuk ke dalam kelompok tumbuhan berbunga dan

tumbuhan paku. Setidaknya terdapat 75 suku (61 suku tumbuhan berbunga dan 14 suku tumbuhan paku) dan 147 marga (129 marga tumbuhan berbunga dan 18 marga tumbuhan paku) tumbuhan di lokasi penelitian. Terdapat beberapa jenis yang memiliki penampilan menarik berhasil ditemukan selama eksplorasi, seperti jenis-jenis anggrek (*Bulbophyllum* sp., *Dendrobium* sp., *Dipodium* sp., *Eria* sp.), kantong semar (*Nepenthes gracilis*), sarang semut (*Myrmecodia*), dan bunga azalea (*Rhododendron* spp.). Jenis tumbuhan endemik yang ditemukan adalah *Rhododendron vinicolor*. Jenis tumbuhan langka yang ditemukan diantaranya *Shorea platyclados* (kategori IUCN EN = *endangered*/genting) dan *Durio dulcis* (kategori IUCN VU = *vulnerable*/rawan). Salah satu tumbuhan langka penting yang tumbuh liar di kawasan Bengkulu, yaitu *Rafflesia bengkuensis* dan *Rafflesia arnoldii*, tidak berhasil ditemukan. Menurut informasi warga setempat, kuncup dari bunga *Rafflesia* dapat ditemukan di bukit Raja Mandare yang berbatasan dengan Gunung Patah. Menarik untuk diketahui lebih lanjut tentang keberadaan bunga tersebut di kawasan Gunung Patah mengingat tumbuhan inangnya, yaitu *Tetrastigma* spp., dapat ditemukan pada saat eksplorasi. Untuk kelompok tumbuhan paku, jenis-jenis menarik yang ditemukan seperti *Palhinhaea cernua*, *Selaginella* spp., *Oleandra* sp., *Pyrrhosia* sp., *Lindsaea* sp., *Asplenium* spp., *Pronephrium* sp., dan *Tapeinidium* spp.

Eksplorasi tumbuhan juga meliputi kegiatan koleksi tumbuhan. Tumbuhan yang berhasil dikoleksi berjumlah 226 nomor spesimen. Dari 226 nomor spesimen tersebut, 20 nomor spesimen merupakan koleksi herbarium. Selanjutnya, 226 nomor spesimen tersebut terbagi ke dalam 61 suku, 148 marga, dan 179 jenis. Suku dengan jumlah

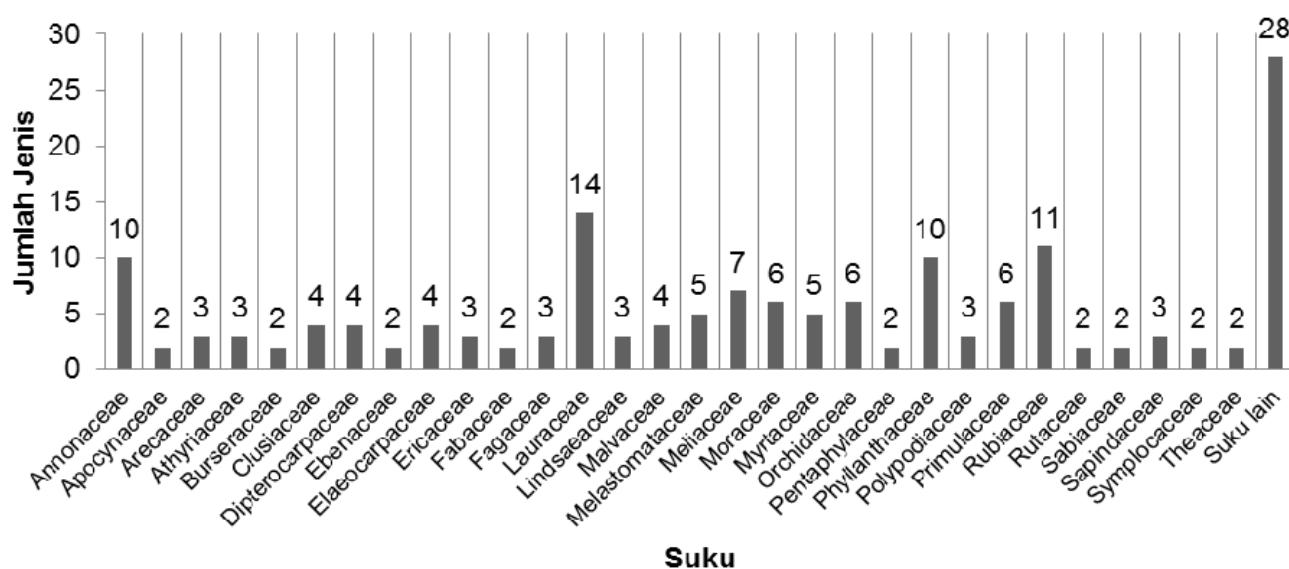
jenis koleksi terbanyak adalah Lauraceae (14 jenis), diikuti oleh Rubiaceae (11 jenis), Annonaceae (10 jenis), dan Phyllanthaceae (10 jenis) (Gambar 3). Koleksi juga mencakup jenis-jenis endemik dan langka. Jenis-jenis yang berpotensi manfaat bagi manusia disajikan pada Tabel 1.

Sementara itu, hasil penghitungan INP ditampilkan pada Tabel 2 dan 3. Total jenis yang ditemukan pada plot pengamatan sebanyak 137 jenis. Pada tingkat pohon, suku yang mendominasi adalah Dipterocarpaceae (66,10%).

Jenis-jenis Dipterocarpaceae yang ditemukan di dalam plot terutama dari jenis-jenis *Shorea*. Suku berikutnya yang mendominasi pada tingkat pohon yaitu Lauraceae (48,19%), Myristicaceae (48,19%), Myrtaceae (37,99%), dan Salicaceae (15,07%). Untuk vegetasi tumbuhan bawah, suku yang mendominasi adalah suku Meliaceae (42,08%), suku berikutnya adalah Zingiberaceae (10,59%), Arecaceae (9,18%), Athyriaceae (8,31%), dan Rubiaceae (8,17%).



Gambar 2. Beberapa jenis tumbuhan yang ditemukan di hutan zona bukit Gunung Patah, Bengkulu. (A) *Ixora pyrantha*, (B) *Antidesma neurocarpum*, (C) *Nepenthes gracilis*, (D) *Tabernaemontana pauciflora*, (E) *Ardisia villosa*, (F) *Palhinhaea cernua*



Gambar 3. Data sebaran suku tumbuhan yang dikoleksi dari hutan pada zona bukit (630-800 mdpl) Gunung Patah, Bengkulu.

**Tabel 1.** Jenis-jenis tumbuhan berpotensi yang dikoleksi dari hutan pada zona bukit (630-800 mdpl) Gunung Patah, Bengkulu.

Potensi	Jenis tumbuhan
Hias	<i>Angiopteris</i> sp., <i>Bulbophyllum</i> sp., <i>Cyathea</i> sp., <i>Cyrtandra</i> sp., <i>Dendrobium</i> sp., <i>Diplazium</i> sp., <i>Dipodium</i> sp., <i>Dryopteris</i> sp., <i>Eria</i> sp., <i>Ficus deltoidea</i> , <i>Ficus</i> sp., <i>Freycinetia</i> sp., <i>Ixora pyrantha</i> , <i>Ixora</i> sp., <i>Licuala</i> sp., <i>Lindsaea</i> sp., <i>Marantha</i> sp., <i>Melicope denhamii</i> , <i>Nepenthes gracilis</i> , <i>Oleandra</i> sp., <i>Palhinhaea cernua</i> , <i>Pinanga</i> sp., <i>Pronephrum</i> sp., <i>Pyrrosia</i> sp., <i>Rhododendron</i> spp. ( <i>R. javanicum</i> , <i>R. malayanum</i> , <i>R. vinicolor</i> ), <i>Selliguea</i> sp., <i>Tapeinidium pinnatum</i> , <i>Tapeinidium sumatranum</i> , <i>Zingiber</i> sp.
Kayu (termasuk bahan bangunan dan tongkat jalan)	Kayu (utama): <i>Alstonia scholaris</i> , <i>Calophyllum</i> sp., <i>Camposperma</i> sp., <i>Dipterocarpus</i> sp., <i>Palaquium</i> sp., <i>Pometia</i> sp., <i>Shorea</i> spp. Kayu (minor): <i>Adinandra dumosa</i> , <i>Aglaiia</i> spp., <i>Artocarpus</i> spp., <i>Blumeodendron tokbrai</i> , <i>Canarium</i> sp., <i>Castanopsis</i> sp., <i>Cinnamomum</i> spp., <i>Diospyros</i> sp., <i>Durio dulcis</i> , <i>Guioa diplopetala</i> , <i>Lithocarpus</i> sp., <i>Litsea</i> sp., <i>Melicope denhamii</i> , <i>Podocarpus neriifolius</i> , <i>Santiria laevigata</i> , <i>Sterculia</i> spp., <i>Syzygium</i> sp., <i>Vernonia arborea</i> Tongkat jalan: <i>Antidesma neurocarpum</i> , <i>Diospyros</i> sp., <i>Garcinia</i> sp., <i>Polyalthia</i> sp.
Obat	<i>Alstonia scholaris</i> , <i>Barringtonia</i> sp., <i>Breynia</i> sp., <i>Cinnamomum partenoxylon</i> , <i>Dendrobium</i> sp., <i>Elaeocarpus</i> sp., <i>Ficus deltoidea</i> , <i>Goniothalamus macrophyllus</i> , <i>Melastoma</i> sp., <i>Palhinhaea cernua</i> , <i>Podocarpus neriifolius</i> , <i>Psycotria</i> sp., <i>Tabernaemontana pauciflora</i> , <i>Tetracera scandens</i> , <i>Vernonia arborea</i>
Pangan (termasuk buah, biji, dan rempah-rempah)	<i>Alangium</i> sp., <i>Aporosa grandistipula</i> , <i>Ardisia</i> spp., <i>Archydendron</i> sp., <i>Artocarpus</i> spp., <i>Baccaurea</i> sp., <i>Blumeodendron tokbrai</i> , <i>Castanopsis</i> sp., <i>Durio dulcis</i> , <i>Garcinia</i> sp., <i>Pinanga</i> sp., <i>Podocarpus neriifolius</i> , <i>Rhodammia cinerea</i> , <i>Syzygium</i> sp.
Serat/tali	<i>Artocarpus elasticus</i> , <i>Nepenthes gracilis</i> , <i>Tetracera scandens</i>

**Tabel 2.** Hasil penghitungan Indeks Nilai Penting (INP) 10 suku tertinggi pada vegetasi pohon di hutan zona bukit Gunung Patah, Bengkulu.

Suku	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
Dipterocarpaceae	24,14	17,78	24,18	66,10
Lauraceae	12,07	15,55	20,56	48,19
Myristicaceae	12,07	11,11	17,92	48,19
Myrtaceae	15,52	11,11	11,36	37,99
Salicaceae	5,17	6,67	3,23	15,07
Calophyllaceae	3,45	4,44	5,43	13,32
Meliaceae	5,17	4,44	3,03	12,65
Sapotaceae	3,45	4,44	2,65	10,54
Annonaceae	3,45	4,44	2,48	10,37
Rubiaceae	3,45	4,44	1,43	9,32

Keterangan: KR = Kerapatan Relatif, FR = Frekuensi Relatif, DR = Dominansi Relatif, INP = Indeks Nilai Penting

**Tabel 3.** Hasil perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) 10 suku tertinggi pada vegetasi tumbuhan bawah di hutan zona bukit Gunung Patah, Bengkulu.

Suku	KR (%)	FR (%)	INP (%)
Meliaceae	39,19	2,89	42,08
Zingiberaceae	5,97	4,62	10,59
Arecaceae	5,13	4,05	9,18
Athyriaceae	3,11	5,20	8,31
Rubiaceae	4,12	4,05	8,17
Myrtaceae	3,53	4,62	8,16
Gesneriaceae	4,29	3,47	7,76
Dipterocarpaceae	3,70	4,05	7,75
Thelypteridaceae	2,61	4,62	7,23
Araceae	2,52	4,62	7,15

Keterangan: KR = Kerapatan Relatif, FR = Frekuensi Relatif, INP = Indeks Nilai Penting

Hasil eksplorasi menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan yang terdapat di hutan zona bukit Gunung Patah relatif masih tinggi dengan masih ditemukannya beragam jenis, marga, dan suku tumbuhan di dalamnya. Selain itu, dapat ditemukan juga jenis endemik dan langka. Jenis endemik yang ditemukan adalah *Rhododendron vinicolor*. Jenis tersebut ditemukan pada ketinggian 800 mdpl. Penemuan *R. vinicolor* di kawasan Gunung Patah menjadi rekaman baru untuk penyebarannya di Sumatera. Sebelumnya, jenis tersebut hanya ditemukan di kawasan Aceh dan Sumatera Utara pada ketinggian 1100-1500 mdpl (Sleumer 1966; Argent 2006). Jenis langka yang ditemukan adalah *Durio dulcis* dengan status rawan atau VU (WCMC 1998) dan *Shorea platyclados* dengan status genting atau EN (Ashton 1998). *Durio dulcis* memiliki kulit buah berwarna merah dengan buah berwarna kuning tua, buahnya dapat dimakan langsung atau dimasak (Lim 2012). Sementara itu, *Shorea platyclados* termasuk salah satu sumber kayu penting dari kelompok meranti merah (Kochummen et al. 1994). Tumbuhan penghasil obat juga dapat ditemukan, seperti *Alstonia scholaris* (pulai) yang dapat dimanfaatkan untuk mengobati demam dan malaria (Heyne 1987; Teo 2002) serta *Ficus deltoidea* (tabat barito) untuk melancarkan kelahiran dan obat afrodisiak (Slik 2009). Mengingat hal tersebut, hutan pada zona bukit di Gunung Patah masih dapat dikatakan terjaga dengan cukup baik. Meskipun demikian, keberadaannya dapat saja terancam di masa mendatang apabila tidak ada perlindungan intensif yang dilakukan, mengingat perkebunan sawit dan kopi yang berada pada zona di bawahnya sudah mulai mendekati kawasan hutan di zona bukit.

Untuk memudahkan dalam penelitian ke depannya, perlu dibuka jalur-jalur hingga menuju ke puncak Gunung Patah. Sampai sejauh ini, hutan yang berada di dalam kawasan Gunung Patah masih sulit untuk ditembus. Menurut warga setempat, memang sudah terdapat beberapa pendakian yang dilakukan sebelumnya, namun upaya pendakian masih dilakukan dengan susah payah. Dengan akses yang lebih mudah, diharapkan penelitian di dalam kawasan Gunung Patah menjadi lebih ditingkatkan. Penelitian yang dapat dilakukan di dalamnya masih cukup luas mengingat masih banyak kawasan di dalam kawasan Gunung Patah yang belum dijelajahi.

Berdasarkan data tanaman yang berhasil dikoleksi, terdapat 9 marga dan 74 jenis yang merupakan koleksi baru untuk KRC. Marga baru tersebut antara lain *Aporosa*, *Barringtonia*, *Canthium*, *Cleistanthus*, *Dehaasia*, *Mezzetia*, *Xantophyllum*, *Pronephrium*, dan *Tapeinidium*. Penambahan jumlah koleksi baru sangat penting untuk KRC karena semakin meningkatkan kinerja KRC dalam upaya konservasi tumbuhan *ex situ* dari kawasan pegunungan Sumatera. Tanaman koleksi selain dikonservasi di KRC, nantinya juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain seperti penelitian dan pendidikan lingkungan.

Suku yang dominan pada lokasi penelitian adalah suku Dipterocarpaceae. Hutan tropis di kawasan Sumatera pada ketinggian 0-1000 mdpl dicirikan dengan suku Dipterocarpaceae yang masih melimpah (Kartawinata 2013). Meskipun demikian, suku Dipterocarpaceae pada kawasan hutan di zona bukit bagian atas sudah tidak terlalu dominan (Laumonier 1997). Berdasarkan data INP, suku Dipterocarpaceae meskipun masih berada pada urutan pertama, nilainya tidak sangat mendominasi. Suku yang cukup dominan pada zona submontana, seperti Lauraceae dan Myrtaceae, sudah terlihat cukup melimpah (urutan kedua dan keempat dari INP). Sementara itu, keberadaan suku Fagaceae yang juga cukup umum ditemukan di zona submontana masih belum terlihat signifikan, hanya terdapat beberapa tanaman muda dengan jumlah yang tidak banyak (nilai INP pada vegetasi tumbuhan bawah berada pada urutan ke-49, data tidak ditampilkan). Hal tersebut menunjukkan adanya transisi floristik dari zona dataran rendah dan bukit menuju zona submontana.

Keberadaan suku Dipterocarpaceae yang masih cukup melimpah menunjukkan bahwa hutan di kawasan Gunung Patah masih relatif terjaga dengan baik. Jika dibandingkan dengan kawasan hutan di zona bukit di Ulu Gadut, Sumatera Barat, suku Dipterocarpaceae sudah tidak mendominasi. Hal tersebut karena akibat pengaruh pembalakan liar di kawasan Ulu Gadut di masa lalu (Nishimura et al. 2006). Hasil ini perlu dipertahankan dan dijaga dengan baik agar kejadian tersebut tidak terjadi di lokasi lain, terutama di kawasan konservasi Gunung Patah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Eksplorasi dan penelitian ini sepenuhnya didanai oleh DIPA Tematik 2016 Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, LIPI, Cianjur, Jawa Barat (No. 079.01.06.3396.002.001). Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim eksplorasi Gunung Patah dari Kebun Raya Cibodas, Bapak Rustandi selaku tim eksplorasi yang juga turut bekerja sama dalam penanganan koleksi selama dan pasca eksplorasi, Edi Hari Surya selaku staf Dinas Kehutanan Provinsi Bengkulu yang menemani selama penelitian, kepada Risis Mawanto, Darmawan, Rahmad Paguci, Nopri Anto, dan rekan-rekan pemandu lapangan yang telah membantu dalam pengambilan data di lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Apan Ambali yang telah menyediakan penginapan, Al Mizi selaku Kepala Desa Manau IX, Kepala dan Sekretaris Dinas Kehutanan Provinsi Bengkulu, serta semua pihak yang telah memberikan izin penelitian di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Argent G. 2006. Rhododendrons of subgenus Vireya. The Royal Horticultural Society, London.
- Ashton P. 1998. *Shorea platyclados*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998. www.iucnredlist.org. [5 September 2016].
- Braverman I. 2014. Conservation without nature: the trouble with *in situ* versus *ex situ* conservation. *Geoforum* 51: 47-57.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia Vol. 1-4. Balai Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Kartawinata K. 2013. Diversitas ekosistem alami Indonesia. LIPI Press dan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta.
- Kochummen KM, Wong WC, Fundter JM et al. 1994. *Shorea* Roxb. ex Gaertner f. In: Soerianegara I, Lemmens RHMJ (eds). Plant Resources of South-East Asia No. 5(1). Prosea Foundation, Bogor.
- Laumonier Y. 1997. The vegetation and physiography of Sumatra. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Laumonier Y, Uryu Y, Stuwe M et al. 2010. Eco-floristic sectors and deforestation threats in Sumatra: identifying new conservation area network priorities for ecosystem-based land use planning. *Biodivers Conserv* 19: 1153-1174.
- Lim TK. 2012. Edible medicinal and non-medicinal plants. Volume 1. Fruits. Springer, Dordrecht.
- Muller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York.
- Nishimura S, Yoneda T, Fujii S et al. 2006. Factors influencing the floristic composition of a hill forest in West Sumatra. *Tropics* 15(2): 165-175.
- Sleumer H. 1966. Ericaceae. In: van Steenis CGGJ (ed). Flora Malesiana Vol. 6 Part 4. Rijksherbarium, Leiden.
- Slik JWF. 2009 (onwards). *Ficus deltoidea* Jack. www.asianplant.net. [5 September 2016].
- Teo SP. 2002. *Alstonia* R. Br. In: van Valkenburg JLCH, Bunyapraphatsara N (eds). Plant Resources of South-East Asia No. 12 (2). Medicinal and Poisonous Plants 2. Prosea Foundation, Bogor.
- van der Werf GR, Dempewolf J, Trigg SN et al. 2008. Climate regulation of fire emissions and deforestation in equatorial Asia. *Proc Natl Acad Sci USA* 105(51): 20350-20355.
- WCMC [World Conservation Monitoring Centre]. 1998. *Durio dulcis*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998. www.iucnredlist.org. [5 September 2016].

# Evaluasi aktivitas anti mikobakterium tanaman obat Indonesia dengan pengujian reduksi resazurin

## Evaluation of Indonesian medicinal plants for their anti-mycobacterial activity by resazurin reduction assay

MARTHA SARI<sup>✉</sup>, WIEN KUSHARYOTO

Laboratorium Rekayasa Genetika Terapan dan Desain Protein, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8754587, Fax.: +62-21-8754588, ✉email: martha.biotek@gmail.com

Manuskrip diterima: 6 September 2016. Revisi disetujui: 6 Desember 2016.

**Abstrak.** Sari M, Kusharyoto W. 2016. Evaluasi aktivitas anti mikobakterium tanaman obat Indonesia dengan pengujian reduksi resazurin. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 138-142*. Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit paling berbahaya yang menular dan disebabkan oleh bakteri patogen tunggal. Tuberkulosis menginfeksi baik individu sehat maupun individu dengan daya tahan tubuh lemah. Produk alami yang berasal dari mikroba dan tanaman obat merupakan sumber yang sangat penting untuk pengobatan TB. Pengujian reduksi resazurin menggunakan pelat mikro (MRA) umum digunakan dalam mengevaluasi produk alami dan senyawa sintesis sebagai aktivitas anti-mikobakterium. Penelitian ini menggunakan metode MRA dan bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas anti-mikobakterium dari ekstrak kimia tanaman terhadap *Mycobacterium smegmatis* dan *M. bovis* BCG serta membandingkannya dengan obat anti-mikobakterium Rifampisin. MRA dioptimalkan dengan menggunakan 2% pelarut DMSO dan larutan indikator 62,5 µg/ml resazurin dalam 5% larutan tween 80 selama 96 jam inkubasi. Ekstrak metanol tanaman yang didapat dari berbagai tanaman obat Indonesia telah diketahui secara empiris memiliki aktivitas anti-mikobakterium, mencakup *Baeckea frutescens* (Myrtaceae), *Caesalpinia sappan* (Fabaceae), *Centella asiatica* (Apiaceae), *Ficus deltoidea* (Moraceae), *Merremia mammosa* (Convolvulaceae), *Pluchea indica* (Asteraceae), *Sida rhombifolia* (Malvaceae), *Tinospora crispa* (Menispermaceae), *Usnea barbata* (Parmeliaceae), dan *Zingiber aromaticum* (Zingiberaceae). Hasil menunjukkan bahwa ekstrak *S. rhombifolia* dan *L. lavandufolia* memiliki potensi aktivitas menghambat *M. smegmatis*, begitu juga ekstrak *F. deltoidea* dan *B. frustecens* memiliki aktivitas sebagai anti *M. bovis*, dan ekstrak *Z. aromaticum* memiliki aktivitas anti-mikobakterium pada kedua bakteri (*M. smegmatis* - *M. bovis*). Aplikasi MRA menggunakan bakteri uji *M. smegmatis* atau *M. bovis* BCG sebagai target anti-mikobakterium memiliki beberapa kelebihan diantaranya biaya rendah, pengujian cepat, dan pengujian yang aman untuk aktivitas anti-mikobakterium dalam format uji cepat berteknologi tinggi.

**Kata kunci:** Aktivitas anti-mikobakterium, ekstrak fitokimia, *microplate resazurin assay* (MRA), tanaman obat

**Abstrak.** Sari M, Kusharyoto W. 2016. Evaluation of Indonesian medicinal plants for their anti-mycobacterial activity by resazurin reduction assay. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 138-142*. Tuberculosis (TB) is one of the most important infectious diseases caused by a single pathogen bacteria. Tuberculosis infects both healthy and immunocompromised individuals. Natural products derived from microbes and medicinal plants were an important source of TB therapeutics. The microplate resazurin assay (MRA) is commonly used to evaluate natural products and synthetic compounds for anti-mycobacterial activity. This research used MRA method and aimed to evaluate the anti-mycobacterial activity of phytochemical extracts to *Mycobacterium smegmatis* and *M. bovis* BCG and compared them to the anti-mycobacterial drug of Rifampicin. MRA was optimized by utilizing 2% DMSO solvent and an indicator solution of 62.5 µg/mL resazurin in 5% tween 80 for 96 hours incubation. The methanolic phytochemical extracts were obtained from various Indonesian medicinal plants that been known empirically to have anti-mycobacterial activity, including *Baeckea frutescens* (Myrtaceae), *Caesalpinia sappan* (Fabaceae), *Centella asiatica* (Apiaceae), *Ficus deltoidea* (Moraceae), *Merremia mammosa* (Convolvulaceae), *Pluchea indica* (Asteraceae), *Sida rhombifolia* (Malvaceae), *Tinospora crispa* (Menispermaceae), *Usnea barbata* (Parmeliaceae) and *Zingiber aromaticum* (Zingiberaceae). The results showed that *S. rhombifolia* and *L. lavandufolia* extracts have a potential as an anti-mycobacterial activity against *M. smegmatis*, also *F. deltoidea* and *B. frustecens* extracts have an activity against *M. bovis*, and *Z. aromaticum* extract has a potency as anti-mycobacterium for both of them (*M. smegmatis* - *M. bovis*). The application of MRA using *M. smegmatis* or *M. bovis* BCG as anti-mycobacterial targets had several advantages such as low-cost, rapid testing and safe screening for anti-mycobacterial activity in a high-throughput format.

**Keywords:** Anti-mycobacterial activity, medicinal plants, microplate resazurin assay (MRA), phytochemical extracts

### PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang signifikan menjadi masalah bagi kesehatan global. Penyakit

ini diperkirakan menjadi penyebab sembilan juta orang di dunia meninggal dan terinfeksi setiap tahunnya (WHO 2012). Untuk beberapa dekade, belum ada pengobatan baru yang dapat diaplikasikan, sedangkan strain bakteri yang

resistan obat terus bertambah. Saat ini, penemuan obat anti-tuberkulosis baru dengan target obat yang unik merupakan kebutuhan yang mendesak (O'Neill et al. 2012).

Pada zaman dahulu, tanaman obat sering digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit berabad lamanya (Sivakumar dan Jayaraman 2011). Sejarah telah membuktikan bahwa senyawa produk bahan alami dapat menjadi petunjuk bagi penemuan obat baru dan memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan beberapa obat baru (Newman dan Cragg 2012). Penggunaan obat yang terbatas dan spesifik terhadap tanaman obat Indonesia mendorong kita untuk terus menyelidiki lebih lanjut aktivitas biologi dan hal-hal yang berkaitan dengan penghambatan pertumbuhan mikobakterium (Carpenter et al. 2012).

Indonesia memiliki 40.000 jenis tanaman endemik dan termasuk diantaranya 6000 tanaman obat (Kitagawa et al. 1995). Produk alami dan turunannya memainkan peranan penting dalam pengobatan kemoterapi modern untuk tuberkulosis (Copp dan Pearce 2006). Telah terjadi peningkatan permintaan untuk senyawa obat asal tumbuhan sebab riset mengenai obat allopathic memiliki efek cukup menjanjikan (Lall dan Meyer 1999). Senyawa yang terkandung dalam tanaman, seperti: alkaloids, flavonoids, tannins, xanthones, triterpenes, quinines dapat berfungsi sebagai anti-mikobakterium.

Terapi obat penyakit TB membutuhkan antibiotik dan berpotensi menimbulkan efek samping, sehingga penderita sering tidak taat dalam pengobatannya (Sivakumar 2011). Oleh karena itu, pencarian senyawa baru sebagai senyawa pemandu bagi pengembangan obat sangatlah penting. Tanaman obat merupakan salah satu sumber potensial dalam pencarian senyawa aktif dan menginspirasi bagi perolehan obat baru dari produk bahan alam (Carpenter 2012).

Dalam penelitian ini, beberapa jenis tanaman yang sering digunakan sebagai obat tradisional Indonesia dipilih untuk pengujian anti-mikobakterium diantaranya *Baeckea frutescens* (Myrtaceae), *Caesalpinia sappan* (Fabaceae), *Centella asiatica* (Apiaceae), *Ficus deltoidea* (Moraceae), *Merremia mammosa* (Convolvulaceae), *Pluchea indica* (Asteraceae), *Sida rhombifolia* (Malvaceae), *Tinospora crispa* (Menispermaceae), *Usnea barbata* (Parmeliaceae), dan *Zingiber aromaticum* (Zingiberaceae). Tanaman tersebut dipilih untuk diuji melawan *Mycobacterium smegmatis* and *M. bovis* BCG menggunakan teknik

*microplate resazurin assay* (MRA). Metode MRA adalah metode yang digunakan untuk menguji keaktifan senyawa anti-mikobakterium dalam kandungan bahan alami seperti pada tanaman obat dengan menggunakan resazurin sebagai indikator warna. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas anti-mikobakterium dari ekstrak kimia tanaman terhadap *Mycobacterium smegmatis* dan *M. bovis* BCG serta membandingkannya dengan obat anti-mikobakterium Rifampisin.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan material ekstrak tanaman

Tanaman obat potensial yang digunakan dalam pengujian ini bersumber dari informasi empirik dan studi pustaka. Daftar simplisia yang digunakan, *Baeckea frutescens* (Myrtaceae), *Caesalpinia sappan* (Fabaceae), *Centella asiatica* (Apiaceae), *Ficus deltoidea* (Moraceae), *Merremia mammosa* (Convolvulaceae), *Pluchea indica* (Asteraceae), *Sida rhombifolia* (Malvaceae), *Tinospora crispa* (Menispermaceae), *Usnea barbata* (Parmeliaceae), dan *Zingiber aromaticum* (Zingiberaceae), diperoleh secara komersial di lokasi sekitar Jawa Tengah. Bagian tanaman yang diekstraksi antara lain pada bagian batang, rizoma, daun, kulit kayu, kulit buah, dan biji kering. Simplisia yang telah kering dicacah secara random sebanyak 30 gram dan di-*soxhlet* dengan 300 ml pelarut metanol (1:1) bersuhu 40-50°C. Untuk mendapatkan konsentrat ekstrak tanaman dilakukan evaporasi sampai bebas pelarut metanol. Informasi ekstrak tanaman obat yang diperoleh disajikan pada Tabel 1.

### Preparasi kultur *Mycobacterium*

*Mycobacterium bovis* strain BCG (DSM 43756) dan *Mycobacterium smegmatis* (DSM 43990) ditumbuhkan dalam media tumbuh cair Middlebrook 7H9 lalu ditambahkan 0,5 ml *oleic acid/albumin/dextrose/catalase* (OADC) sebagai medium pengayaan. Selanjutnya, kultur bakteri diinkubasi pada suhu ruang 37°C dengan cara dikocok selama 24 jam. Kepadatan sel *M. bovis* dan *M. smegmatis* diobservasi menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 600 nm. Pengukuran kepadatan sel diamati pada interval waktu tertentu untuk mengetahui fase logaritmik hingga fase stasioner.

**Tabel 1.** Sumber simplisia tanaman obat Indonesia yang digunakan

Famili	Nama tanaman		Asal	Lokasi asal	Jaringan yang diekstraksi
	Spesies	Nama lokal			
Myrtaceae	<i>Baeckea frutescens</i>	Jung rahab	BAM	Jawa Tengah	Seluruh bagian
Fabaceae	<i>Caesalpinia sappan</i>	Secang	BAM	Jawa Tengah	Kulit kayu
Apiaceae	<i>Centella asiatica</i>	Pegagan	BAM	Jawa Tengah	Seluruh bagian
Moraceae	<i>Ficus deltoidea</i>	Tabat barito	HT	Jawa Tengah	Daun
Convolvulaceae	<i>Merremia mammosa</i>	Bidara upas	HT	Jawa Tengah	Umbi
Asteraceae	<i>Pluchea indica</i>	Beluntas	BAM	Jawa Tengah	Daun
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Sidaguri	BAM	Jawa Tengah	Daun
Lamiaceae	<i>Leucas lavandulifolia</i>	Lengengan	BAM	Jawa Tengah	Seluruh bagian
Parmeliaceae	<i>Usnea barbata</i>	Kayu angin	HT	Jawa Tengah	Seluruh bagian
Zingiberaceae	<i>Zingiber aromaticum</i>	Lempuyang wangi	BAM	Jawa Tengah	Rizoma

Keterangan: BAM = Bina Argo Mandiri; HT = Herba Tama

### Microplate resazurin assay (MRA)

Metode MRA dilakukan dalam alat *microtiter 96 well transparan* steril (Webster et al. 2010). Larutan stok Rifampisin sebagai kontrol positif (20µg/L) dan ekstrak tanaman (10 mg/ml) dilarutkan dalam DMSO 2% dan disimpan pada suhu -20°C. Kontrol negatif pada cawan mikro dilakukan tanpa pemberian antibiotik, yaitu larutan 2% DMSO. Larutan indikator warna resazurin (60 µl/ml dalam 5% tween 80) ditambahkan setelah 24 jam inkubasi pada *incubator shaker*. Setiap 100 µl suspensi *Mycobacterium* dalam media tumbuh cair Middlebrook 7H9 pada konsentrasi  $2,0 \times 10^6$  sel/ml dimasukkan ke dalam cawan secara aseptik. Suspensi *Mycobacterium* dimasukkan ke dalam sumur *microtiter 96 well plate* yang telah dimasukkan ekstrak tanaman sebelumnya dan kontrol positif 20µg/L Rifampisin, sedangkan kontrol negatif menggunakan DMSO 2% sebagai pengganti ekstrak tanaman (Montoro et al. 2005). Inkubasi sampel dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C. Larutan indikator warna resazurin (60 µl/ml dalam 5% tween 80) ditambahkan setelah 24 jam inkubasi pada *incubator shaker* terbentuk. Selanjutnya, intensitas warna diukur dengan alat Varioscanner Fluorometri dan dihitung tingkat penghambatan ekstrak menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat penghambatan (\%)} = 1 - \frac{(\text{Nilai fluoresens kontrol positif})}{(\text{Nilai fluoresens kontrol negatif})} \times 100$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 10 jenis tanaman obat Indonesia telah diekstraksi dan diuji aktivitasnya sebagai antimikobakterium (Tabel 2). Ekstraksi tanaman dengan pelarut organik dimaksudkan untuk mengeluarkan zat-zat kimia tanaman hingga diperoleh rendemen dengan jumlah beragam. Bobot bahan mentah (*simplisia*) yang diekstraksi diketahui tidak berbanding lurus terhadap bobot bersih ekstrak dan jumlah rendemen yang diperoleh. Hasil akhir ekstrak pada seluruh bagian tanaman menunjukkan bobot bersih cukup tinggi yaitu berkisar 16,77-33,11%. Sebaliknya, ekstrak pada bagian daun menghasilkan rendemen paling rendah yaitu sebesar 3,53%. Perbedaan bagian tanaman yang diekstraksi ikut mempengaruhi perolehan jumlah bobot bersih ekstrak. Dari sepuluh ekstrak tanaman obat yang diberi perlakuan diketahui memiliki warna yang cukup beragam.

Sebelum ekstrak tanaman obat diaplikasikan ke dalam pengujian MRRA, tahap awal akan dilakukan observasi pola hidup bakteri uji. Tujuan observasi bakteri ini adalah untuk melihat kondisi optimum bakteri beradaptasi dalam medium nutrisi sebelum mengalami fase kematian. Observasi ini penting dilakukan agar nantinya lamanya proses skrining mengacu pada pola optimum bakteri tersebut. Pada pengamatan fase pertumbuhan sel (logaritmik) bakteri uji *M. smegmatis* terjadi pada jam ke-24, sedangkan pada bakteri *M. bovis* terjadi pembentukan kepadatan sel lebih dari 24 jam waktu inkubasi, yaitu pada jam ke-48 sebelum akhirnya terbentuk fase stasioner (Gambar 1). Pola pertumbuhan bakteri jam ke-24 (*M.*

*smegmatis*) dan ke-48 (*M. bovis*) sangat mempengaruhi waktu optimal inkubasi sel dalam ekstrak tanaman saat pengujian MRA anti-mikobakterium berlangsung. Penambahan medium pengayaan (OADC) dapat mempercepat pertumbuhan sel *Mycobacterium*. Penurunan kepadatan sel (fase stasioner) terjadi pada jam ke-30 untuk *M. smegmatis* dan ke-54 untuk *M. bovis* sebelum akhirnya memasuki fase kematian. Dengan demikian skrining MRRA dari ekstrak tanaman obat pada bakteri uji *M. bovis* akan dilakukan inkubasi lebih lama dibanding bakteri uji *M. smegmatis*

Dari hasil pengujian MRRA terhadap 10 jenis tanaman obat diketahui bahwa pembentukan warna terjadi dalam bentuk biru dan merah muda (pink). Perbedaan warna ini merupakan sinyal potensi ekstrak mengandung zat aktif untuk melawan sel bakteri uji diketahui dengan jelas. Dalam pengujian MRRA menggunakan indikator resazurin, munculnya warna merah mengandung arti bahwa telah terjadi proses oksidasi resazurin oleh sel-sel bakteri hidup membentuk resofurin. Warna merah muda menandakan ekstrak tanaman tidak mampu menekan laju pertumbuhan mikobakterium (ekstrak tidak aktif). Sebaliknya, warna biru menandakan pertumbuhan sel mikobakterium terhambat oleh ekstrak tanaman potensial yang diuji. Pada Gambar 2 terlihat proses oksidasi-reduksi sel yang terjadi dalam cawan berisi 96 sumur. Menurut penelitian sebelumnya dinyatakan bahwa warna biru dan pink terbentuk akibat reaksi redoks dari indikator resazurin yang berubah membentuk resofurin akibat pertumbuhan sel bakteri (O'Brien et al. 2000). Pada penelitian Webster et al. (2012) dilaporkan bahwa rendahnya pertumbuhan mikobakterium ditandai dengan suspensi tetap berwarna biru dan nilai fluoresensi yang relatif lebih rendah.

Seluruh jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian MRRA ini secara empirik telah terbukti dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti batuk, demam, paru-paru, dan antiradang serta memiliki kemampuan sebagai antibakteri (Dai et al. 2013; Absamah et al. 2012; Razmavar 2014). Konfirmasi positif (Tabel 3) telah ditunjukkan oleh ekstrak *S. rhombifolia* dan *L. lavandufolia*. Kedua ekstrak tersebut pada dosis 10 mg/ml dapat menghambat pertumbuhan sel *M. smegmatis*. Nilai ketajaman warna (fluorosensi) dalam cawan mikro yang berisi ekstrak *S. rhombifolia* lebih besar dibanding ekstrak *L. lavandufolia*. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak *S. rhombifolia* sangat efektif menghambat pertumbuhan sel *M. smegmatis*. Penelitian yang sama telah dilakukan oleh Papitha et al. (2013) bahwa ekstrak *S. rhombifolia* dalam pelarut etil asetat dari organ daun dan akar sangat efektif menekan penghambatan sel *M. tuberculosis*. Dalam penelitian tersebut dinyatakan bahwa ekstrak *S. rhombifolia* memiliki kandungan senyawa aktif seperti steroid, flavonoid, terpenoid, alkaloid, fenol, saponin, glikosida, dan tanin serta diduga mampu menghambat sel-sel mikobakterium. Penelitian lain mengungkapkan bahwa ekstrak *L. lavandufolia* mengandung senyawa antibakteri yang dimanfaatkan sebagai obat ant demam, batuk, dan radang di kawasan India, Asia, dan Afrika (Das et al. 2012).

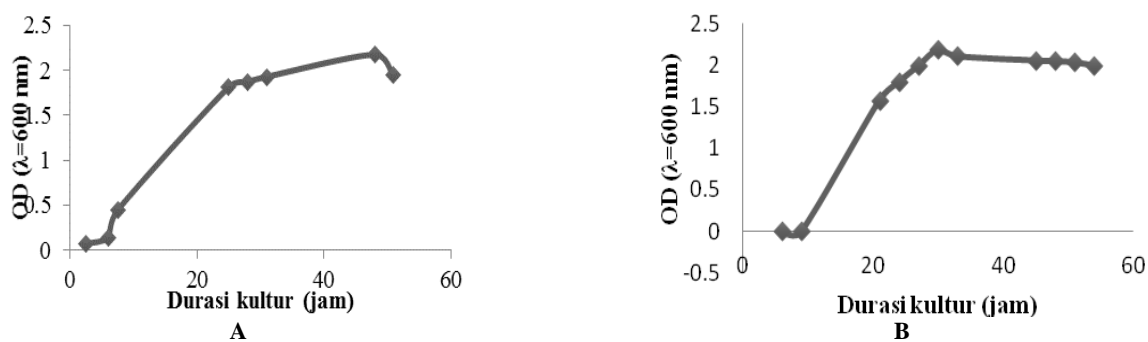
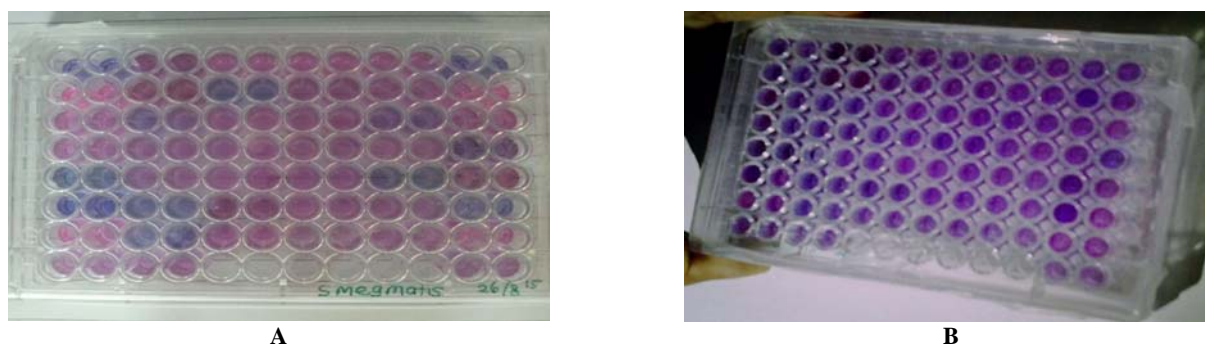
**Tabel 2.** Sumber tanaman obat Indonesia yang diekstraksi dengan pelarut metanol

Famili	Nama tanaman		Bobot		Bobot bersih (%)	Jaringan yang diekstraksi	Warna ekstrak
	Spesies	Nama lokal	Bahan mentah (g)	Ekstrak (g)			
Myrtaceae	<i>B. frutescens</i>	Jung rahab	50	16,5532	33,11	Seluruh bagian tanaman	Hijau tua
Fabaceae	<i>C. sappan</i>	Secang	25	3,6743	14,69	Kulit kayu	Merah tua
Apiaceae	<i>C. asiatica</i>	Pegagan	28	8,7839	31,37	Seluruh bagian tanaman	Cokelat
Moraceae	<i>F. deltoidea</i>	Tabat barito	33	2,8610	8,67	Daun	Cokelat kehijauan
Convolvulaceae	<i>M. mammosa</i>	Bidara upas	48	7,6239	15,88	Umbi	Cokelat tua
Asteraceae	<i>P. indica</i>	Beluntas	31	2,4997	8,07	Daun	Hijau tua
Malvaceae	<i>S. rhombifolia</i>	Sidaguri	34	1,2000	3,53	Daun	Hijau daun
Lamiaceae	<i>L. lavanduvolia</i>	Lenglangan	30	5,8173	19,39	Seluruh bagian tanaman	Hijau kecokelatan
Parmeliaceae	<i>U. barbata</i>	Kayu angin	50	3,3828	16,77	Seluruh bagian tanaman	Hijau tua
Zingiberaceae	<i>Z. aromaticum</i>	Lempuyang wangi	37	5,2962	14,31	Rizoma	Cokelat

**Tabel 3.** Aktivitas anti-mikobakterium dari ekstrak berbagai tanaman obat di Indonesia dan manfaatnya

Nama tanaman	Manfaat	Anti <i>M. smegmatis</i>	Anti <i>M. bovis</i>
<i>B. frutescens</i>	Obat demam, anti-inflamasi, rematik	-	++
<i>C. sappan</i>	Obat batuk, anti-koagulasi, obat TBC, antibakteri	-	-
<i>C. asiatica</i>	Memperlancar peredaran darah, antialergi, antibakteri, anti-inflamasi	-	-
<i>F. deltoidea</i>	Mengobati demam, radang, antibakteri	-	++
<i>M. mammosa</i>	Mengobati demam, batuk, serak, radang tenggorokan, radang paru-paru	-	-
<i>P. indica</i>	Obat penurun panas, obat batuk, anti-tuberkulosis	-	-
<i>S. rhombifolia</i>	Mengobati flu, demam, peradangan	+++	-
<i>L. lavandufolia</i>	Mengobati demam dan batuk	+	-
<i>U. barbata</i>	Antibakteri, <i>antifungal</i> , anti-inflamasi	-	-
<i>Z. aromaticum</i>	Antibakteri	+	+

Keterangan: - = Tidak efektif, + = kurang, ++ = baik, +++ = sangat baik

**Gambar 1.** Kurva pertumbuhan bakteri uji: (A) *M. bovis*, (B) *M. smegmatis***Gambar 2.** Hasil pengujian MRA menggunakan indikator warna resazurin dan reaksi perubahan warna. (A) Pada sel uji *M. smegmatis* dan (B) sel uji *M. bovis* selama 24 jam inkubasi.

Aktivitas anti-mikobakterium terhadap *M. bovis* telah diperoleh dari sumber ekstrak *F. deltoidea* dan *B. frustecens*. Nilai penghambatan sel-sel *Mycobacterium* uji dari berbagai ekstrak tanaman tersebut menunjukkan moderat positif. Pada penelitian sebelumnya telah dijelaskan bahwa ekstrak tanaman *F. deltoidea* dan *B. frustecens* berpotensi sebagai sumber pengobatan baru dengan aktivitas sebagai antibakteri.

Respons yang berbeda ditunjukkan oleh ekstrak *Z. aromaticum* yaitu memiliki daya hambat dengan spektrum lebih luas terhadap pertumbuhan keduanya yaitu *M. bovis* dan *M. smegmatis*. Namun demikian, tingkat intensitas warna yang muncul relatif kecil. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa optimasi dosis ekstrak dan pemurnian senyawa aktif dari pengotor dapat meningkatkan kemampuan aktivitas ekstrak *Z. aromaticum* sebagai anti-mikobakterium (Kiat et al. 2006).

Ekstrak tanaman obat yang memiliki aktivitas sebagai anti-mikobakterium yaitu *S. rhombifolia* dan *L. lavandufolia* (anti *M. smegmatis*), sedangkan *F. deltoidea* dan *B. frustecens* (anti *M. bovis*), dan ekstrak aktif dengan spektrum lebih luas sebagai target anti-mikobakterium keduanya (*M. smegmatis* dan *M. bovis*) adalah *Z. aromaticum*. Optimasi kondisi dan pemurnian ekstrak untuk meningkatkan kualitas ekstrak perlu ditingkatkan agar bebas dari pengotor, sehingga sensitivitas ekstrak akan terus stabil dan meningkat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini difasilitasi oleh Proyek Unggulan LIPI 2015, Puslit Bioteknologi - LIPI dan sumber mikroba uji diperoleh dari kultur koleksi lembaga riset DSMZ Jerman. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Risqi Ayuningtyas atas asistensinya selama penelitian berlangsung serta pihak-pihak yang membantu dalam penelitian ini dan sumber-sumber ilmiah dalam penulisan literatur kami.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdsamah O, Zaidi NT, Sule AB. 2012. Antimicrobial activity of *Ficus deltoidea* Jack (Mas Cotek). Pak J Pharm Sci 25 (3): 675-678.
- Carpenter CD, O'Neill T, Picot N et al. 2012. Anti-mycobacterial natural products from the Canadian medicinal plants *Juniperus communis*. J Ethnopharmacol 143 (2): 695-700.
- Copp BR, Pearce AN. 2006. Natural product growth inhibitors of *Mycobacterium tuberculosis*. Natutal Product Report 20:535-557.
- Dai DN, Thang TD, Chau TM et al. 2013. Chemical constituents of the root essential oils of *Zingiber rubens* Roxb. and *Zingiber zerumbet* (L.) Smith. Am J Plant Sci 4: 7-10.
- Das NS, Patro VJ, Dinda SC. 2012. A review: Ethnobotanical survey of genus *Leucas*. Pharmacogn Rev 6(12): 100-106.
- Kiat TS, Pippen R, Yusof R et al. 2006. Screening of selected Zingiberaceae extracts for Dengue-2 virus protease inhibitory activities. J Sunway Academic. 3: 1-7.
- Kitagawa I, Shibuya H. 1995. Pharmacochemical investigation of Indonesian medicinal plants. Proceedings of the Phytochemical Society of Europe 37: 335-358.
- Lall N, Meyer JJ. 1999. In vitro inhibition of drugresistant and drug-sensitive strains of *Mycobacterium tuberculosis* by ethnobotanically selected South African plants. J Ethnopharmacol 66(3):347-54.
- Montoro E, Lemus D, Echemendia M et al. 2005. Comparative evaluation of the nitrate reduction assay, the MTT test, and the resazurin microtitre assay for drug susceptibility testing of clinical isolates of *Mycobacterium tuberculosis*. J Antimicrob Chemother 55: 500-505.
- Newman DJ, Cragg GM. 2012. Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010. J Nat Prod 75 (3): 311-335.
- O'brien J, Wilson I, Orton T et al. 2000. Investigation of the alamar blue (resazurin) fluorescent dye for the assessment of mammalian cell cytotoxicity. Eur J Biochem 267: 5421-5426.
- O'Neill T, Johnson JA, Webster D et al. 2012. The Canadian medicinal plant *Heracleum maximum* contains antimycobacterial diynes and furanocoumarins. J Ethnopharmacol 147: 232-237.
- Papitha N, Jayshree N, Seenivasan PS et al. 2013. Anti-tubercular activity on leaves and roots of *Sida rhombifolia* L. Int J Pharm Sci Rev Res 23: 135-137.
- Razmavar S, Abdulla AM, Ismail SB et al. 2014. Antibacterial activity of leaf extracts of *Baeckea frustecens* against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Biomed Res Int 5: 1-6.
- Sivakumar A, Jayaraman G. 2011. Anti tuberculosis activity of commonly used medicinal plants of south India. J Med Plants Res 5 (31): 6881-6884.
- Taneja NK, Tyagi JS. 2007. Resazurin reduction assays for screening of anti-tubercular compounds against dormant and actively growing *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium smegmatis* and *Mycobacterium bovis* BCG. J Antimicrob Chemother 10: 1-6.
- Webster D, Timothy DGL, Moore J et al. 2010. Antimycobacterial screening of traditional medicinal plants using the microplate resazurin assay. Can J Microbiol 56: 478-494.
- WHO [World Health Organization]. 2012. Global tuberculosis report 2012. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. WHO, Geneva.

# Variasi produksi benih gelam (*Melaleuca leucadendron*) pada beberapa tegakan di Sumatera Selatan

## Seed production variation of gelam (*Melaleuca leucadendron*) on some stands in East Sumatra

AGUS ASTHO PRAMONO<sup>✉</sup>, DIDA SYAMSUWIDA, AAM AMINAH

<sup>1</sup>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: 8 September 2016. Revisi disetujui: 6 Desember 2016.

**Abstrak.** Pramono, Syamsuwida D, Aminah A. 2016. Variasi produksi benih gelam (*Melaleuca leucadendron*) pada beberapa tegakan di Sumatera Selatan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 143-148*. Penanaman gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.) memerlukan pasokan benih berkualitas yang jelas asal usulnya. Pemahaman tentang potensi produksi benih dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya diperlukan dalam kegiatan pengadaan benih gelam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik produksi benih gelam dan faktor-faktor yang mempengaruhi variasi produksi benihnya. Penelitian dilakukan pada tiga tegakan gelam yang berada di Kelurahan Kedaton, Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten OKIdan di Desa Gasing, Kecamatan Tanjung Api-api, Kota Madya Palembang. Data yang dikumpulkan meliputi: (i) karakteristik fenotipe pohon (diameter batang, tinggi bebas cabang, tinggi total), (ii) identifikasi jenis pohon lain di sekitarnya, dan (iii) ciri deskriptif kondisi hutan (kerapatan pohon, umur pohondan tanaman yang berasosiasi). Pada tegakan gelam di Plot OKI dan di Plot Gasing 2, penghitungan produksi benih dilakukan pada 30 pohon sampel, sedangkan pada Plot Gasing 1 dilakukan pada 9 pohon sampel. Pengukuran potensi produksi dilakukan dengan menghitung jumlah buah yang terdapat pada 3 cabang sampel, kemudian dikonversi menjadi produksi benih per pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon gelam sudah mampu menghasilkan buah saat berukuran masih kecil (diameter batang 1 cm). Rata-rata berat benih di dalam 100 butir buah gelam adalah 0,25 g. Tegakan di OKI rata-rata menghasilkan buah sebanyak 3,94 g/pohon, di Gasing 1 menghasilkan 4,02 g/pohon, dan Gasing 2 menghasilkan 3,70 g/pohon. Pohon yang berukuran lebih kecil menghasilkan proporsi buah per volume tajuk yang lebih tinggi daripada pohon yang berukuran besar. Pada kelas diameter yang sama, tegakan gelam di OKI yang memiliki kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi, kelembapan udara rendah, dan suhu udara tinggi menghasilkan buah yang lebih banyak daripada tegakan di Gasing.

**Kata kunci:** benih, gelam, faktor lingkungan, produksi

**Abstract.** Pramono, Syamsuwida D, Aminah A. 2016. Seed production variation of gelam (*Melaleuca leucadendron*) on some stands in East Sumatra. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 143-148*. The planting of gelam requires a supply of identified quality seeds. An understanding of the potential of seed production, and environmental factors that influence it, are needed in gelam seeds procurement activities. This study was aimed to investigate the characteristics of gelam seed production and factors affecting variations in seed production. The trials were conducted at three gelam stands located in Kedaton Village, Kayu Agung District, OKI, and Gasing Village, Tanjung Api-api District, Palembang. The data collected were: (i) identification of the phenotype characteristic of the tree (trunk diameter, bole height, total height), (ii) identification of other tree species on the stands location, and (iii) description features of forest conditions (tree density, tree age, and associated plants). Seed production of gelam in OKI Plot and Gasing 2 plot stands were estimated by selecting 30 sample trees, while in Gasing 1 plot was 9 sample trees. Measurement of potential seed production was carried out by counting the number of bearing fruits on three sample branches then the data converted to seed production per tree. The results showed that gelam trees were ready to produce fruit when the trees are still small (trunk diameter of about 1 cm). The average weight of 100 grains of seeds was 0.25 g. Stand in OKI produced fruits of 3.94 g<sup>-tree</sup>, in Gasing 1 produced of 4.02 g<sup>-tree</sup>, and in Gasing 2 produced of 3.70 g<sup>-tree</sup>. Smaller trees produced fruit per crown volume proportion were higher than the bigger ones. In the same diameter class, gelam in OKI environmental conditions with higher light intensity, lower air humidity, and higher temperatures, produced more fruits than gelam in Gasing.

**Key words:** seed, gelam, environmental factors, production

## PENDAHULUAN

Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn.) termasuk dalam famili Myrtaceae merupakan tumbuhan perdu atau pohon yang tumbuh di daerah rawa atau hutan sekunder yang berbatasan dengan rawa. Secara umum, di Indonesia

tanaman ini dikenal dengan nama gelam. Nama daerah gelam antara lain *inggolom* (Batak), *kayu putih* (Timor), *galam* (Dayak), *gelam* (Jawa, Madura), *baru galang*, *waru gelang* (Sulawesi Selatan). Gelam banyak digunakan untuk kayu bakar, tiang pancang, dan pagar sementara. Di Timor, gelam banyak digunakan untuk kayu bangunan dan

konstruksi bubungan. Oleh karena tahan di air laut, kayu gelam dilaporkan juga digunakan untuk pembuatan perahu kecil (Heyne 1987). Kayu gelam merupakan kayu yang kuat dan awet yang banyak dibutuhkan masyarakat di Sumatera Selatan sebagai tiang pancang dalam tanah rawa (Supriyati et al. 2013). Limbah kulit kayu gelam berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pembuatan papan partikel (Purwanto, 2015). Gelam juga potensial sebagai penghasil selulosa. Selulosa dapat dikonversi menjadi berbagai macam senyawa kimia lain yang mempunyai nilai komersial yang tinggi (Monariqsa et al. 2012).

Penanaman gelam untuk menghasilkan tegakan berkualitas memerlukan pasokan benih berkualitas yang jelas asal usulnya. Pemahaman tentang potensi produksi benih dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya diperlukan dalam kegiatan pengadaan benih gelam. Produksi benih yang rendah pada tegakan yang ditunjuk sebagai sumber benih sering menjadi kendala dalam kegiatan pengadaan benih gelam. Upaya untuk memacu atau meningkatkan pembungaan dan pembuahan dapat dilakukan dengan memanipulasi faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh. Kajian yang dilakukan oleh Owens (1995) menunjukkan bahwa faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pembungaan pada tanaman hutan di wilayah tropis meliputi intensitas cahaya matahari, temperatur, kelembapan udara, nutrisi tanah, dan periode pencahayaan, sedangkan Moncur et al. (1994) berpendapat bahwa faktor-faktor lingkungan yang dapat memacu pembungaan diantaranya kekeringan, meningkatnya intensitas cahaya matahari, periode pencahayaan, suhu udara, posisi kanopi, dan nutrisi tanah. Menurut Cecich dan Sullivan (1999), variabel iklim dapat berpengaruh terhadap periode penyerbukan, produksi buah, dan persentase bunga yang bertahan hidup hingga terbentuk buah.

Suhu udara juga berpengaruh terhadap produksi bunga dan buah. Banyak spesies dari dipterokarpa, spesies penghasil kayu yang penting di Asia Tenggara, berbunga melimpah setiap 3-8 tahun. Faktor lingkungan yang memicu pembungaan yang melimpah tersebut diduga karena meningkatnya fluktuasi suhu udara pada siang hari yang berkaitan dengan cuaca yang lebih kering dan lebih cerah (Montagnini dan Jordan 2005). Pada buah oak, suhu udara minimum rata-rata pada musim semi yang lebih tinggi cenderung memberikan pengaruh negatif terhadap produksi benih pada tahun berikutnya (Lusk et al., 2007). Kajian yang dilakukan oleh Owen (1995) menyatakan bahwa cahaya yang kuat juga dapat memacu pembungaan pada tumbuhan jati (*Tectona grandis* L.). Pada Cemara Norwegia (*Picea abies* L.), produksi benih berkorelasi dengan suhu lingkungan (Selas et al. 2002), sedangkan untuk jenis oak (*Quercus alba*), selain berpengaruh terhadap produksi benih, suhu juga berpengaruh terhadap ketahanan hidup buah (Cecich dan Sullivan 1999). Berkaitan dengan temperatur, manipulasi faktor lingkungan tersebut telah diterapkan untuk merangsang pembungaan pada tanaman *Picea abies* L., yaitu dengan mengkondisikan lingkungan menjadi panas dan kering selama kegiatan pemuliaan (Selas et al. 2002).

Produksi bunga dan buah juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa produksi bunga dan buah pada *Elaeocarpus ganitrus* dan *Pinus pinea* meningkat dengan adanya gangguan pada tegakan (Khan et al. 2005; Ganatsas et al. 2008) yang menyebabkan meningkatnya perolehan cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari yang tinggi dapat meningkatkan suhu tunas yang menyebabkan peningkatan konsentrasi hormon pertumbuhan, terutama giberelin yang memacu pembungaan dan pembuahan. Secara umum, ukuran benih berkebalikan kaitannya dengan jumlah buah dan kondisi lingkungan, seperti penurunan iradiasi yang dapat menyebabkan penurunan jumlah buah tetapi memacu untuk menghasilkan buah yang lebih besar (Khan et al. 2005).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik produksi benih gelam, potensi produksi, dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi variasi produksi benihnya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan alat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tiga tegakan gelam yang memiliki karakter yang berbeda-beda. Tegakan yang digunakan berada di Kelurahan Kedaton, Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) dan di Desa Gasing, Kecamatan Tanjung Api-api, Kota Madya Palembang. Alat-alat yang digunakan meliputi meteran, kamera, termohigrometer, dan alat tulis.

### Cara kerja

#### *Pengamatan kondisi ekologis*

Ketinggian tempat diukur pada setiap lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder maupun data primer. Data sekunder meliputi curah hujan, jenis tanah, suhu udara rata-rata harian, letak geografis, dan luas area tegakan.

#### *Pengamatan dimensi pohon dan lingkungan biotik*

Pengamatan dilakukan di 3 (tiga) lokasi, dua plot di daerah Gasing, Kabupaten Banyuasin dan satu plot di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). Plot penelitian di Gasing berada di atas lahan milik warga bernama Tapip dan Lamseli, sedangkan plot penelitian di OKI berada di atas lahan milik PT. Kelantan. Di lahan milik Lamseli (Plot Gasing 1) dibuat plot berukuran 20 m x 20 m, di lahan milik Tapip dibuat plot berukuran 10 m x 10 m (Plot Gasing 2), dan di OKI dibuat 4 plot masing-masing berukuran 5 m x 5 m. Ukuran plot dibuat berbeda-beda karena disesuaikan dengan luas tegakan dan tingkat kesulitan dalam pengamatan. Data yang dikumpulkan meliputi: (i) karakteristik fenotipe pohon yang meliputi diameter batang (DBH), tinggi bebas cabang, tinggi total, (ii) identifikasi jenis pohon lain di sekitarnya, serta (iii) ciri deskriptif kondisi hutan yang meliputi kerapatan pohon, umur pohon dan tanamn yang berasosiasi.

#### *Pengamatan produksi benih*

Pada setiap pohon gelam yang diamati jumlah cabangnya, diambil sampel sebanyak 3 cabang dari pohon

bersangkutan kemudian dihitung jumlah buah yang dihasilkan dari setiap cabang. Penghitungan produksi benih dilakukan dengan menimbang berat benih yang dihasilkan dari 100 butir sampel buah yang diulang 4 kali dari buah yang dikumpulkan di masing-masing lokasi penelitian. Dari 2 lokasi penelitian (Gasing 2 dan OKI), penghitungan produksi benih dilakukan pada 30 pohon sampel, sedangkan di lokasi Gasing 1 penghitungan hanya dilakukan pada 9 pohon sampel, karena kondisi cuaca dan pohon (pohon berukuran besar dan batang basah) menyebabkan hanya 9 pohon yang memungkinkan untuk diunduh. Untuk perbandingan produksi benih antar kelas diameter dilakukan pada tegakan Gasing 2. Pengamatan dilakukan terhadap 3 kelas diameter batang gelam (2,3-3,2 cm, >3,2-4,8 cm, >4,8-6,5 cm), masing-masing kelas diameter terdiri dari 3 pohon sampel dan perlakuan diulang 3 kali.

#### Analisis data

Untuk mengetahui perbedaan karakteristik buah dan benih antar tipe lahan dilakukan analisis ANOVA dengan menggunakan program SPSS 23. Untuk data yang berupa persentase, dilakukan transformasi arcsin sebelum data dianalisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu udara di Gasing berkisar antara 29,7-35°C dan kelembapan udara 74-86%, sedangkan di OKI suhu udara berkisar antara 39,6-40,6°C dengan kelembapan udara 52-57%. Data ini menunjukkan bahwa daerah OKI lebih panas daripada daerah Gasing. Kondisi tanah pada ketiga lokasi penelitian relatif sama, yaitu sulfat masam dengan pH 4-5 saat musim penghujan dan pH 4 pada saat musim kemarau. Ketinggian air pada saat pasang berkisar antara 20 cm hingga <50 cm dan pada saat surut 0 hingga <50 cm. Kondisi ekologis dari ketiga lokasi tegakan gelam disajikan pada Tabel 1.

Hasil pengukuran dimensi pohon dan pengamatan terhadap jenis tanaman yang berasosiasi dengan gelam tersaji dalam Tabel 2. Rata-rata diameter batang gelam di Plot Gasing 1 sekitar 12 cm dengan tinggi 15-20 m. Tanaman berumur sekitar 22 tahun. Gelam berasosiasi dengan *Acacia mangium*. Sementara itu, diameter batang gelam di Plot Gasing 2 berkisar antara 4-5 cm dengan tinggi 5-8 m. Tanaman berumur 3-4 tahun (anakan alam pasca kebakaran). Gelam berasosiasi dengan pakis dan rumput-rumputan, tidak ada jenis pohon lain yang ada di sekitar tegakan. Diameter batang gelam di OKI berkisar antara 1-2 cm dengan tinggi 2-3 m. Tanaman berumur 1-2 tahun. Tanaman yang berasosiasi dengan gelam diantaranya pakis dan rumput-rumputan.

Buah gelam tumbuh menempel di sepanjang ujung ranting. Buah gelam dapat muncul terus-menerus berselang-seling dengan pertumbuhan tunas vegetatif. Hasil pengukuran diketahui berat benih dari setiap 100 butir buah di antara ketiga lokasi tidak berbeda nyata. Rata-rata berat benih di dalam 100 butir buah gelam adalah 0,25 g. Gambar 1 memperlihatkan gambar bunga dan buah gelam.

Hasil uji statistik terhadap tegakan gelam di tiga lokasi menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata untuk parameter diameter batang ( $p < 0,001$ ) dan jumlah sub cabang ( $p = 0,002$ ), namun produksi buah atau benih tidak berbeda nyata di antara ketiga lokasi (Tabel 3). Jika dibandingkan dengan ukuran pohon maka tegakan gelam di OKI memiliki produktivitas buah paling efisien. Proporsi antara produksi buah dengan ukuran pohon atau luasan tajuk menunjukkan produktivitas buah gelam di OKI paling tinggi. Pohon gelam di OKI yang memiliki diameter batang rata-rata sekitar 2,1 cm dan tinggi rata-rata 2,2 m menghasilkan buah sebanyak 1.563 butir/pohon atau menghasilkan benih seberat 3,94 g/pohon, pohon gelam di Gasing 2 yang berdiameter 5,02 cm menghasilkan buah sebanyak 1.594 butir/pohon atau benih seberat 4,02 g/pohon, sedangkan pohon gelam di Gasing 1 yang jauh lebih besar dengan diameter batang rata-rata 12,7 cm dan tinggi 12,7 m menghasilkan buah 1.468 butir/pohon atau benih seberat 3,70 g/pohon (Gambar 2). Dengan kata lain, persentase ranting yang berbuah dan jumlah buah dalam satuan panjang ranting pada gelam di OKI paling tinggi. Hasil dari penelitian ini secara statistik belum dapat menunjukkan hal tersebut, diduga faktor-faktor lain yang berkaitan dengan proporsi ranting dan kerapatan buah dalam ranting tidak menjadi bagian dari parameter yang diamati. Dengan demikian untuk penelitian selanjutnya, faktor-faktor tersebut seharusnya menjadi pertimbangan dalam perencanaan penelitian produksi benih gelam.

Hasil pada Tabel 3 menunjukkan bahwa berdasarkan produktivitas per satuan volume tajuk, pohon yang lebih kecil lebih efisien dalam menghasilkan buah. Di OKI yang ukuran pohonnya paling kecil justru menghasilkan benih paling efisien, sebaliknya tegakan di Gasing Plot 1 yang memiliki ukuran pohon paling besar, efisiensi produksinya paling rendah. Pada tegakan di OKI, pohon gelam dengan ukuran diameter batang 1 cm sudah menghasilkan buah. Gejala ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya: 1) spesies gelam memiliki karakter bahwa produksi buah terbesar diperoleh ketika pohon berukuran kecil, sebagai karakter hasil dari proses evolusi; 2) pada tegakan pohon gelam yang berukuran kecil, lahan menjadi terbuka, cahaya yang diterima penuh, kelembapan udara rendah, dan suhu udara tinggi, hal ini mendukung produksi buah, sementara pada pohon yang berukuran besar terjadi persaingan cahaya pada tajuk, suhu udara, dan kelembapan tinggi, sehingga produksi benihnya rendah. Contoh pengaruh faktor-faktor lingkungan tersebut adalah hasil penelitian Okullo et al. (2004) yang menunjukkan bahwa pada jenis pohon *Vitellaria paradoxa*, suhu harian memiliki korelasi positif dengan pembuahan dan pembungaan, selain itu kelembapan udara yang rendah juga dapat memacu pembungaan.

Untuk mengetahui pengaruh kondisi lingkungan, dilakukan uji T terhadap masing-masing 9 pohon sampel dari tegakan di OKI dan Gasing 2 yang memiliki kelas diameter setara yaitu berkisar 2,23-4,78 cm dan keliling batang 7-15 cm. Hasil uji T menunjukkan bahwa pohon-pohon dari dua kelompok sampel menghasilkan produktivitas yang berbeda nyata dalam hal jumlah sub cabang ( $P < 0,01$ ), jumlah buah per sub cabang ( $P = 0,037$ ),

dan jumlah buah per pohon ( $P=0,024$ ). Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap produksi benih gelam (Tabel 4).

Secara deskriptif, hasil pengamatan juga menunjukkan bahwa sebagian besar pohon gelam di OKI (90,9%) sedang berbuah, sedangkan di Plot Gasing 2 hanya sekitar 68,2% pohon yang berbuah. Lokasi OKI yang kondisi pencahayaannya terbuka, suhu udara tinggi, dan kelembapan udara rendah menghasilkan buah yang lebih

banyak daripada tegakan di Gasing blok Gasing 2. Tegakan di Gasing 2 yang ukurannya lebih beragam menyebabkan pohon yang memiliki diametr batang 6-15 cm ternaungi oleh pohon-pohon yang ukurannya lebih besar, diduga intensitas cahaya yang rendah pada tegakan ini menyebabkan produksi buah juga rendah. Hasil ini sejalan dengan penelitian Wang et al. (2010) pada tanaman *Pinus tabulaeformis* Carr. yang mengungkapkan bahwa

Tabel 1. Kondisi ekologis tegakan gelam di daerah Gasing dan OKI, Sumatera Selatan

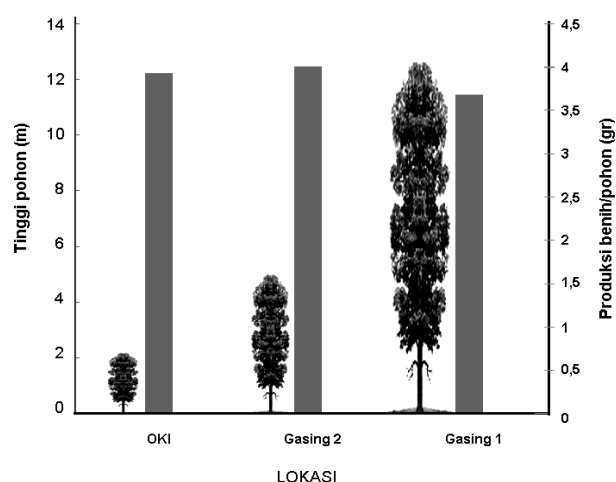
Lokasi	Suhu (°C)	Kelembapan udara (%)	Kondisi tanah	Ketinggian air laut (cm)	
				Pasang	Surut
Gasing 1	29,7-30,2	80-86	Sulfat masam	30	10
Gasing 2	34,4-35,0	74-76	Sulfat masam, pH 5-6 saat hujan, 4 saat kemarau	<50	>50
OKI	39,6-40,6	52-57	Sulfat masam	20	0

Tabel 2. Hasil pengukuran dimensi pohon dan pengamatan terhadap jenis tanaman yang berasosiasi dengan gelam

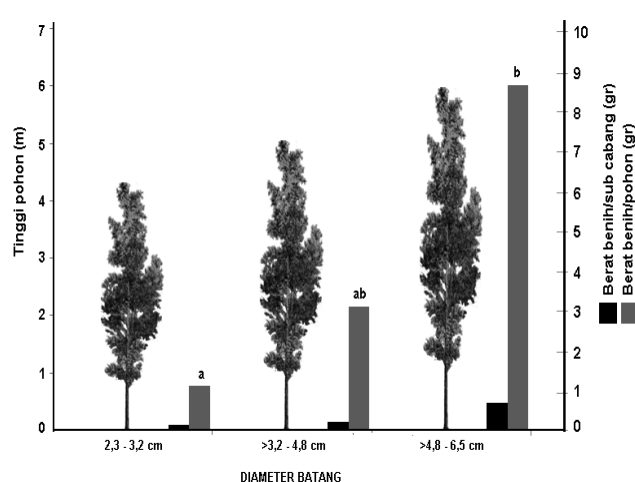
Plot	Diameter (cm)	Tinggi (m)	Kerapatan (pohon/ha)	Umur	Tanaman yang berasosiasi
Gasing 1	12,89±2,37	15-20	1.075	±22	<i>A. mangium</i> , rumput, pakis
Gasing 2	4,12±1,35	5-8	340	3-4	Pakis dan rumput
OKI	1,92±0,71	2-3	12.320	1-2	Pakis dan rumput



Gambar 1. Bunga dan buah gelam. A. Bunga tumbuh terus, kadang berseling dengan tunas vegetatif, B. Buah tumbuh di sepanjang ujung ranting, C. Buah berbentuk kapsul, D. Irisan membujur buah gelam, posisi benih aksiler, dan E. Benih gelam



**Gambar 2.** Perbandingan rata-rata ukuran pohon dan produksi buah gelam.



**Gambar 3.** Perbandingan ukuran tinggi pohon dan produksi buah gelam antar pohon yang memiliki diameter batang yang berbeda pada tegakan di plot Tapip.

**Tabel 3.** Hasil analisis ANOVA terhadap beberapa parameter antartegakan gelam di Sumatera Selatan

Diameter batang	Jumlah sub cabang	Jumlah buah per sub cabang	Jumlah buah per pohon
Nilai p	0.000 **	0.002 **	0.687 tn
dalam ANOVA			0.971 tn

Keterangan: \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf 0,01, tn = tidak berbeda secara nyata, sub cabang adalah tingkat percabangan yang merupakan bagian dari cabang utama dan mengandung beberapa ranting.

**Tabel 4.** Hasil statistik deskriptif berdasarkan uji T terhadap ukuran keliling batang (cm), jumlah sub cabang, dan produksi buah pohon gelam dengan keliling berukuran 7-15 cm antara tegakan di Gasing 2 (1) dan OKI (2)

Parameter	Lokasi	Rataan	Nilai P pada uji T
Jumlah sub cabang	Gasing 2	8,67 ± 3,202	0,000
	OKI	16,22 ± 3,563	
Jumlah buah per sub cabang (butir)	Gasing 2	33,56 ± 44,599	0,037
	OKI	126,67 ± 109,705	
Jumlah buah per pohon (butir)	Gasing 2	319,67 ± 390,356	0,024
	OKI	2157,78 ± 2089,694	

**Tabel 5.** Hasil analisis ANOVA terhadap produksi buah antarkelas diameter batang pohon gelam

Parameter	Signifikansi
Jumlah buah/ sub cabang	0,086 tn
Jumlah buah/ pohon	0,047 *

Keterangan: \* = berbeda nyata, tn= tidak berbeda nyata

keterbukaan tajuk berpengaruh terhadap produksi benih. Pengaruh intensitas cahaya terhadap pembungaan dan pembuahan juga ditemukan pada tanaman *Mesua ferrea* (Khan et al. 2002), pada ganitri (Khan et al. 2005), pada surian (Pramono, 2014), pada *Senefeldera verticillata* (Pires et al. 2013), pada *Jacaranda copaia* (Jones and Comita, 2010) dan secara umum pada tanaman tropis (Owens, 1995).

Hasil uji statistik yang dilakukan terhadap 3 kelas diameter batang gelam (2,3-3,2 cm, >3,2-4,8 cm, >4,8-6,5 cm) di plot Gasing 2 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ukuran batang secara nyata terhadap produksi buah (Tabel 5). Semakin besar ukuran pohon, semakin banyak produksi buahnya (Gambar 3). Berdasarkan hasil uji statistik pengaruh lingkungan dan ukuran pohon diketahui bahwa pengaruh lingkungan lebih kuat dibandingkan ukuran pohon. Pohon gelam dengan diameter batang 2,23-4,78 cm yang berada di OKI menghasilkan buah lebih banyak daripada gelam di Gasing 2 dengan ukuran pohon yang sama (Tabel 4). Demikian juga dengan tegakan gelam di Plot Gasing 1, meskipun ukuran pohonnya jauh lebih besar dibanding pada plot lainnya, produksi buahnya tidak berbeda nyata dengan plot lainnya (Gambar 2). Hal ini diduga berkaitan dengan kondisi lingkungan di OKI paling lembap, kurang cahaya, dan suhu udaranya paling rendah dibanding plot lainnya. Hasil ini mendukung pernyataan Montagnini dan Jordan (2005) bahwa cuaca yang lebih kering dan lebih cerah memicu pembungaan yang melimpah pada berbagai jenis pohon di Asia Tenggara.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa suhu udara berpengaruh terhadap produksi bunga dan buah, seperti laporan dari Cecich dan Sullivan (1999) pada tanaman oak (*Quercus alba*), dan Staggemeier et al. (2010) pada beberapa jenis pohon dari famili Myrtaceae. Kondisi lingkungan yang lebih panas dan kering juga dapat memicu

pembungaan pada tanaman Cemara Norwegia (Selas et al. 2002).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pohon gelam mampu menghasilkan buah ketika berukuran kecil (diameter batang 1 cm). Faktor lingkungan berpengaruh terhadap produksi buah gelam. Kondisi lingkungan yang terbuka (intensitas cahaya tinggi), kelembapan udara rendah, dan suhu udara yang tinggi menguntungkan dalam produksi buah gelam.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Kehutanan yang membiayai penelitian ini melalui anggaran DIPA dengan judul penelitian Teknik Peningkatan Produksi Benih Tanaman Hutan Penghasil Kayu Pertukangan Jenis Jelutung Rawa (*Dyera lowii*), Gelam (*Melaleuca leucadendron*) dan Suren (*Toona sinensis*). Terima kasih juga disampaikan kepada Hasan Royani, Adang Muharam dan Abay sebagai teknisi di Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan yang telah membantu dalam kegiatan pengukuran dan pengamatan di lapangan dan/atau di laboratorium.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cecich RA, Sullivan NH. 1999. Influence of weather at time of pollination on acorn production of *Quercus alba* and *Quercus velutina*. *Can J For* 29: 1817-1823.
- Ganatsas P, Tsakalidimi M, Thanos C. 2008. Seed and cone diversity and seed germination of *Pinus pinea* in Strofylia Site of the Natura 2000 Network. *Biodivers Conserv* 17: 2427-2439.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid III. Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta.
- Jones FA and Comita LS. 2010. Neighbourhood density and genetic relatedness interact to determine fruit set and abortion rates in a continuous tropical tree population. *Proc R Soc B* 275: 2759-2767
- Khan ML, Bhuyan P, and Singh ND. 2002. Growth of *Mesua ferrea* (Clusiaceae) in relation to light intensity. *J Trop For Sci* 14 (1): 35-48.
- Khan ML, Bhuyan P, Tripathi RS. 2005. Effects of forest disturbance on fruit set, seed dispersal and predation of Rudraksh (*Elaeocarpus ganitrus* Roxb.) in northeast India. *Curr Sci* 88 (1): 133-142.
- Lusk JJ, Swihart RK, Goheen JR. 2007. Correlates of interspecific synchrony and interannual variation in seed production by deciduous trees. *For Ecol Manag* 242: 656-670.
- Monariqsa D, Oktora N, Azora A, Haloho DAN, Simanjuntak L, Musri A, Saputra A, dan Lesban A. 2012. Ekstraksi Selulosa dari Kayu Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) dan Kayu Serbuk Industri Mebel. *Jurnal Penelitian Sains*. 15 (3 (C)): 15320-96-15320-101.
- Moncur MW, Rasmussen GF, Hasan O. 1994. Effect of paclobutrazol on flower-bud production in *Eucalyptus nitenses* Palier seed orchards. *Can J For Res*. 24: 46-49.
- Montagnini F, Jordan CF. 2005. Tropical forest ecology. Springer, Berlin.
- Okullo JBL, Hall JB, Obua J. 2004. Leafing, flowering and fruiting of *Vitellaria paradoxa* subsp. *nilotica* in savanna parklands in Uganda. *Agrofor Syst* 60: 77-91.
- Owens JN. 1995. Constraints to seed production: temperate and tropical forest trees. *Tree Physiol* 15: 477-484.
- Pires JPD, Da Silva AG, Freitas L. 2013. Plant size, flowering synchrony and edge effects: What, how and where they affect the reproductive success of a Neotropical tree species. *Austral Ecol* 39 (3): 328-336.
- Pramono AA. 2014. Aspek Ekologi dan Silvikultur Dalam Pengelolaan Sumber Benih Dengan Pola Agroforestri: Kasus Pada Surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) di Kabupaten Sumedang. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Pramono AA, Siregar IZ, Kusmana C, Palupi ER. 2014. Peningkatan produktifitas lahan pada sumber benih surian (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) dengan sistem agroforestri. Prosiding Seminar Nasional Pengarusutamaan Lingkungan dalam Pengelolaan Sumberdaya Alam : Tantangan dalam Pembangunan Nasional. Bogor, 6 November 2014. PS Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Selas V, Piovesan G, Adams JMet al. 2002. Climatic factors controlling reproduction and growth of Norway spruce in southern Norway. *Can J For Res* 32: 217-225.
- Staggemeier VG, Diniz-Filho JAF and Morellato LPC. 2010. The shared influence of phylogeny and ecology on thereproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae). *J Ecol* 98: 1409-1421.
- Supriyati W, Prayitno TA, Soemardi dan Marsoem, SN. 2013. Sifat fisika-mekanika kayu gelam yang ditimbun di rawa gambut pada tiga kelas diameter. *Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik* 15 (3): 165-169
- Wang H, Sork VL, Wu J, and Ge J. 2010. Effect of patch size and isolation on mating patterns and seed production in an urban population of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis* Carr.). *For Ecol Manag* 260: 965-997.

## Keong marga *Clithon* (Gastropoda: Neritidae) di Jawa: Status, distribusi, dan kekerabatannya

### Snail of the genus *Clithon* (Gastropoda: Neritidae) in Java: Status, distribution and phylogeny

NOVA MUJIONO<sup>1,\*</sup>

Pisat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8765056, Fax.: +62-21-8765068, \*email: nova.mzb@gmail.com

Manuskrip diterima: 8 September 2016. Revisi disetujui: 6 Desember 2016.

**Abstrak.** Mujiono N. 2016. Keong marga *Clithon* (Gastropoda: Neritidae) di Jawa: Status, distribusi, dan kekerabatannya. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 149-154*. Keong Neritidae beragam dalam jenis maupun habitat hidupnya. Dibandingkan dengan kerabatnya di laut, jenis keong air tawar keragamannya lebih sedikit. Mereka menghadapi perubahan habitat yang cepat yang dapat mengancam kehidupannya. Jawa, pulau berpenduduk padat, saat ini menghadapi kerusakan pada sungai dan anak sungai yang menjadi tempat hidup keong tersebut. Informasi tentang keragaman dan persebaran keong tersebut masih langka. Baru-baru ini dilakukan penelitian tentang keong marga *Clithon* di Jawa. Penelitian ini memfokuskan pada tiga topik utama: status, persebaran, dan kekerabatannya. Sebelas jenis keong telah teridentifikasi dari koleksi spesimen di Museum Zoologi Bogor (MZB) dan angka ini sesuai dengan yang disebutkan dalam pustaka. Kesebelas jenis keong tersebut ditabulasikan berdasarkan persebarannya di enam provinsi di Jawa. Sepuluh dari sebelas jenis ditemukan di Banten. *Clithon bicolor*, *C. corona*, dan *C. oualaniensis* merupakan jenis yang paling luas persebarannya karena ditemukan di empat provinsi. *Clithon coronatus* merupakan spesimen tertua dan paling jarang karena dikoleksi dari Jawa Barat pada tahun 1924 dan hanya tersedia tiga spesimen dari satu nomor katalog. Lokasi tipe jenis *Clithon flavovirens* dan *C. fuliginosus* diketahui berasal dari Jawa. Analisis fenetik berdasarkan morfologi cangkang dilakukan untuk mengetahui kekerabatannya. Hasil menunjukkan semua jenis keong yang dikaji dapat digolongkan dalam dua kelompok besar. Kelompok pertama dengan cangkang tanpa duri dan memiliki gerigi kecil pada kolumela, sedangkan kelompok yang kedua dengan cangkang yang berduri dan tanpa gerigi pada kolumela.

**Kata kunci:** *Clithon*, Jawa, kekerabatan, persebaran, status

**Abstract.** Mujiono N. 2016. Snail of the genus *Clithon* (Gastropoda: Neritidae) in Java: Status, distribution and phylogeny. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 149-154*. Neritid snail is diverse both in their species and living habitat. Compare to their marine sisters, the freshwater snail species are less diverse. They face a rapid change of habitat which threatens their lives. Java, a densely populated island, now is facing the destruction of their stream and river which serve as living habitat for this snail. The information of their diversity and distribution is still scarce. Study on the gastropod of genus *Clithon* from Java was carried out recently. This study was focusing on three main topics: the status, distribution and their relationship. Eleven species were identified from the specimens collection in Museum Zoology Bogor (MZB) and this number matched with mentioned in the references. All eleven species were tabulated according to their distribution into six provinces in Java. Ten from eleven species were found in Banten. *Clithon bicolor*, *C. corona* and *C. oualaniensis* were the most widely distributed species since they were found in four provinces. *Clithon coronatus* was the oldest and rarest collection since it was collected from West Java in 1924 and only three specimens were available from single catalogue number. Type locality of *Clithon flavovirens* and *C. fuliginosus* were known from Java. Phenetic analysis based on shell's morphology was applied to find out their relationship. From this results, all species of snail could be classified into two major groups. The first group was non spinous shell with the minute serrations on collumela, while the second group was the spinous shell without serrations on collumela.

**Keywords:** *Clithon*, distribution, Java, relationship, status

## PENDAHULUAN

Keong, marga *Clithon* Montfort, 1810, termasuk anggota suku Neritidae Rafinesque, 1815. Neritidae merupakan salah satu suku dari gastropoda yang paling primitif (Baker 1923). Bersama lima suku lainnya (Hydrocenidae, Helicinidae, Neritiliidae, Phenacolepidae, Neritopsidae) tergabung dalam kelompok *superorder* Neritimorpha (Kano 2002). Neritidae terdiri dari 16-17 marga, hidup di perairan laut, estuarin, maupun

perairan tawar (Bouchet 2011). Keong ini bersifat eurihalin, marga *Nerita* hidup di perairan laut, sedangkan *Neritina* dan *Clithon* lebih menyukai hidup di perairan estuarin dan tawar (Tan dan Clements 2008).

Neritidae memiliki cangkang yang polimorfik, dalam satu jenis dapat memiliki banyak variasi pola dan warna. Hal ini memicu banyaknya penamaan dalam jenis tersebut (sinonim), sehingga masih banyak terjadi inkonsistensi dalam keabsahan nama jenis serta pemakaiannya (Tan dan Clements 2008). Marga *Clithon* terdiri dari sekitar 79 jenis

dengan *Clithon corona* (Linnaeus 1758) sebagai tipe jenis dari marga tersebut (Bouchet dan Rosenberg 2016). *Clithon* bersama dengan kelima marga lainnya (*Neritina*, *Vittina*, *Neritodryas*, *Neripteron*, *Septaria*) memiliki distribusi geografis di perairan Indo-Pasifik (Abdou et al. 2015).

Secara geografis, letak kepulauan Indonesia berada di antara Samudera Hindia dan Pasifik, suatu kawasan bahari yang dikenal sebagai Indo-Pasifik, atau lebih tepatnya posisi Indonesia berada di kawasan Indo-Pasifik bagian tengah (Spalding et al. 2007). Studi mengenai moluska air tawar di kawasan tersebut telah dilakukan sejak lama, termasuk diantaranya keong Neritidae di Pulau Jawa (Jutting 1956). Mengingat studi tersebut telah dilakukan lebih dari setengah abad yang lalu, maka perlu dilakukan studi ulang guna menambahkan informasi yang lebih mutakhir mengenai status keong Neritidae di Pulau Jawa, khususnya marga *Clithon*.

## BAHAN DAN METODE

Studi ini terbagi dalam tiga bagian yaitu status, distribusi, dan kekerabatan. Studi mengenai status dan distribusi menggunakan material spesimen koleksi moluska yang tersedia di Museum Zoologi Bogor (MZB). Koleksi marga *Clithon*, khususnya dari Pulau Jawa dan sekitarnya, diinventarisasi ulang. Setiap koleksi kemudian didata persebarannya berdasarkan luasan wilayah administrasi provinsi (Banten, Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur). Untuk lebih akurat lagi, data persebaran disebutkan hingga tingkat kabupaten. Untuk mengetahui sejarahnya, tahun koleksi spesimen dikelompokkan dalam rentang waktu 10 tahun (dasawarsa) hingga tahun 2016. Selain mengacu pada koleksi MZB, studi ini juga mengacu pada beberapa publikasi jurnal/prosiding yang relevan.

Untuk studi kekerabatan digunakan pendekatan analisis fenetik terhadap karakter morfologi cangkang. Deskripsi morfologi mengacu pada Jutting (1956). Analisis ini menggunakan perangkat lunak PAST versi 2.17 (Hammer et al. 2001). Untuk analisis pengelompokan digunakan *cluster analysis* dan *neighbour joining clustering*. Karakter morfologi pada cangkang *Clithon* yang digunakan dalam analisis kekerabatan disajikan dalam **Tabel 1**.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Status jenis dan distribusi *Clithon* di Pulau Jawa

Jutting (1956) dalam studinya menyebutkan keberadaan 11 jenis *Clithon* yang ada di perairan Jawa. Setelah melakukan pendataan ulang koleksi spesimen di MZB diketahui jumlah jenis koleksi *Clithon* sama dengan hasil yang diperoleh Jutting (1956). Artinya, keseluruhan *Clithon* yang ada di perairan Jawa sudah terwakili dalam koleksi MZB. Kesebelas jenis *Clithon* disajikan dalam **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Karakter morfologi yang digunakan dalam analisis kekerabatan

Morfologi	Karakter	Kode
Bentuk	Agak bulat	0
	Bulat	1
Menara	Tersembunyi	0
	Rendah	1
	Kecil	2
	Lebih besar	3
Ulir terakhir	Besar	0
	Menggembung	1
Pita spiral	Tidak ada	0
	Ada	1
Garis pertumbuhan	Halus	0
	Agak kasar	1
	Kasar	2
	Lebih kasar	3
Ornamen cangkang	Tidak ada	0
	Kotak-kotak kecil hitam	1
	Segitiga	2
	Segitiga + garis	3
	Segitiga + bercak hitam	4
	Segitiga + garis + spiral	5
	Segitiga timbul	6
Permukaan	Gelap	0
	Terang	1
Mengilap	Tidak	0
	Ya	1
Transparan	Tidak	0
	Ya	1
Jumlah putaran cangkang	<3	0
	3-4	1
	4-5	2
Garis taut	Dangkal	0
	Jelas	1
Puncak	Tenggelam	0
	Agak menonjol	1
	Menonjol	2
Bahu cangkang	Tidak ada	0
	Ada	1
Duri	Tidak ada	0
	Ada	1
Tinggi duri (mm)	Tidak ada	0
	2-3	1
	3-4	2
	4-5	3
	>5	4
Bentuk mulut cangkang	Bulan sabit agak miring	0
	Bulan sabit miring	1
	Bulan sabit sangat miring	2
Permukaan kolumela	Cekung	0
	Agak cekung	1
	Rata	2
	Cembung	3
Granula pada kolumela	Tidak ada	0
	Kecil	1
	Lebih besar	2
Alur gerigi pada kolumela	Tidak ada	0
	Kecil	1
Gerigi pada kolumela	Tidak ada	0
	Ada	1
Penebalan pada kolumela	Tidak menebal	0
	Agak menebal	1
	Menebal	2
Warna inti operkulum	Olive	0
	Kuning	1
	Oranye	2
	Abu-abu	3
	Cokelat	4
Granula pada operkulum	Gelap	5
	Tidak ada	0
	Ada	1

**Tabel 2.** Daftar jenis dan persebaran keong *Clithon* di Jawa

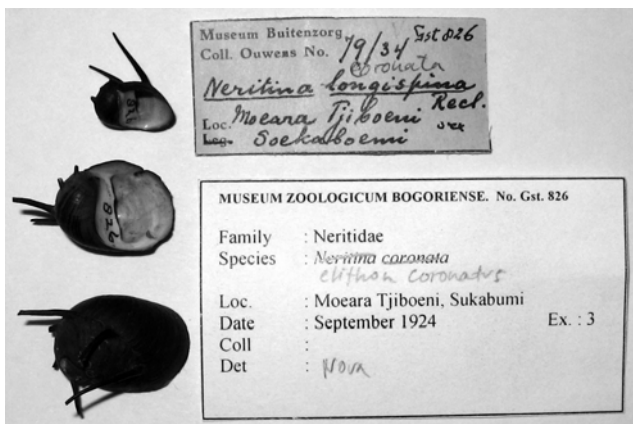
Spesies	Kombinasi awal	Lokasi tipe	Habitat	Lokasi penemuan					
				Banten	Jakarta	Jawa Barat	Jawa Tengah	Jawa Timur	Yogyakarta
<i>C. bicolor</i>	<i>Nerita bicolor</i>	sungai di Pegunungan Agoo, Filipina	air tawar yang mengalir	Pandeglang, Labuan		Sukabumi Garut Tasikmalaya Pengandaran	Cilacap	Banyuwangi Pamekasan Probolinggo	
<i>C. corona</i>	<i>Nerita corona</i>	<i>Asiae fluviis</i>	air tawar, bebatuan sungai	Ujung Kulon, Pandeglang	Jakarta	Sukabumi Garut	Bengawan Solo Cilacap	Malang Jember Banyuwangi Situbondo Lumajang	Gunung Kidul
<i>C. coronatus*</i>	<i>Neritina coronata</i>					Sukabumi			
<i>C. diadema</i>	<i>Nerita diadema</i>	<i>South Seas</i>	air tawar, bebatuan sungai dan anak sungai	Panaitan, Pandeglang		Sukabumi Tasikmalaya		Jember Situbondo	
<i>C. faba</i>	<i>Neritina faba</i>		air tawar atau sedikit payau	Pandeglang				Probolinggo Surabaya Banyuwangi	
<i>C. flavovirens</i>	<i>Neritina flavovirens</i>	Jawa		Pandeglang		Sukabumi Garut Pangandaran	Sangiran	Besuki Pamekasan	
<i>C. fuliginosus</i>	<i>Neritina fuliginosus</i>	Jawa		Pandeglang	Jakarta	Sukabumi Garut Pangandaran Sukabumi			
<i>C. olivaceus</i>	<i>Nerita olivacea</i>	sungai di Pegunungan Agoo, Filipina		Pandeglang		Sukabumi			
<i>C. oualaniensis</i> <sup>2*</sup>	<i>Neritina oualaniensis</i>	Oualan, Pulau Caroline	air payau sepanjang pantai	di Handeuleum, Pandeglang	Penjalaran Barat, Jakarta Utara	Sukabumi Garut Tasikmalaya		Mojokerto Banyuwangi Pamekasan Situbondo Probolinggo Besuki Jember Banyuwangi	
<i>C. rarispinus</i>	<i>Neritina rarispina</i>		air tawar mengalir	yang Pandeglang, Lebak					
<i>C. squarrosus</i>	<i>Nerita squarrosa</i>	Jimamailan, Filipina	air tawar	Pandeglang		Sukabumi	Cilacap	Malang Banyuwangi	

Keterangan: \* = Jutting (1956) menyebutnya dengan *Clithon longispina* (Recluz, 1841), sementara itu Kabat dan Finet (1992) serta Haynes (2005) sepakat mengatakan bahwa keduanya sinonim. Mereka mengacu pada Baker (1923) yang pertama kali merevisi nama tersebut dan menetapkannya menjadi *Clithon coronatus* (Leach, 1815) sebagai nama yang valid; <sup>2\*</sup> = Mujiono (2011) mempelajari sifat polimorfisme pada jenis ini, diketahui sebanyak 10 macam variasi motif cangkang telah ditemukan pada jenis ini dari Pulau Jawa.

Tabel 3. Distribusi dan tahun koleksi keong *Clithon* di Pulau Jawa berdasarkan koleksi MZB

Spesies	Periode							
	1921-1930	1941-1950	1951-1960	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2016
<i>Clithon bicolor</i>				bt, jb	bt, jb, jg		jg	jt
<i>Clithon corona</i>			bt	bt, jb	bt, jg		bt, jg, yg	
<i>Clithon coronatus</i>	jb							
<i>Clithon diadema</i>			bt	jb, jt				bt
<i>Clithon faba</i>			bt		jt	bt		jt
<i>Clithon flavovirens</i>			bt	bt, jb	bt	bt	jb	
<i>Clithon fuliginosus</i>				jb	bt			
<i>Clithon olivaceus</i>				jb			bt	
<i>Clithon oualaniensis</i>		jk	bt	jb, jg		bt		bt
<i>Clithon rarispinus</i>						bt		
<i>Clithon squarrosus</i>					bt			

Keterangan: bt = Banten, jk = Jakarta, jb = Jawa Barat, jg = Jawa Tengah, yg = Yogyakarta, jt = Jawa Timur.



Gambar 1. Spesimen *Clithon coronatus* koleksi Museum Zoologi Bogor.

Marga *Clithon*, khususnya yang ditemukan di Pulau Jawa, termasuk takson yang sudah tua karena dideskripsikan pada era Linnaeus (*Systema Naturae* mulai 1758) hingga pertengahan 1800-an. Kesebelas jenis tersebut sudah tetap dan stabil karena sudah tidak mengalami revisi lagi. Hal ini diperkuat oleh Haynes (2005) yang mengevaluasi marga *Clithon*. Haynes (2005) mempelajari 11 jenis *Clithon* dari kawasan Asia-Pasifik, hanya 4 jenis dari Pulau Jawa yang tidak termasuk di dalamnya (*faba*, *flavovirens*, *fuliginosus*, dan *rarispinus*).

Tan dan Clements (2008) masih menyebutkan *Clithon faba* (Sowerby, 1836) untuk spesimen mereka dari Singapura. Dalam studinya tentang moluska dari Sumatera dan pulau-pulau kecil di sekitarnya, Jutting (1959) menyebutkan keberadaan jenis *C. flavovirens* (von dem Busch, 1843) dan *C. fuliginosus* (von dem Busch, 1843) dari Padang. Jutting (1963) juga menyebutkan keberadaan jenis *C. rarispinus* (Mousson, 1848) dari Papua. Penyebutan keempat jenis tersebut masih sesuai dengan nama jenis yang diacu pada studi ini yaitu menurut Jutting (1956).

Pulau Jawa memiliki arti penting dalam sejarah suku Neritidae, khususnya marga *Clithon*. Diketahui terdapat 2 jenis (*Clithon flavovirens* dan *C. fuliginosus*) yang tipe lokasinya berasal dari Jawa. Hal ini memiliki arti bahwa spesimen yang dideskripsi pertama kali oleh von dem

Busch pada tahun 1843 berasal dari Jawa. *Clithon flavovirens* dapat ditemukan di Jawa, Madura, Bali, Kalimantan, dan Sulawesi, sedangkan *C. fuliginosus* hanya dapat ditemukan di Jawa dan Sumatera (Jutting 1956; 1959).

Koleksi spesimen *Clithon* di MZB dimulai sejak era tahun 1920-an. Koleksi tertua adalah jenis *Clithon coronatus* dari Sukabumi yang dikoleksi pada tahun 1924. Saat ini, usia koleksi tersebut sekitar 92 tahun, sedangkan koleksi terbaru dilakukan pada tahun 2016 dari Jawa Timur (Probolinggo dan Lumajang) yang dilakukan oleh penulis beserta tim dari MZB. Berdasarkan data koleksi spesimen di MZB diketahui bahwa kegiatan koleksi yang paling intensif dilakukan pada era 1971-1980 yaitu mencakup 4 dari 6 provinsi di Pulau Jawa (kecuali Jakarta dan Yogyakarta). Pada era tersebut, berhasil dikoleksi sebanyak 7 dari 11 jenis yang ada di Jawa. Pada era tahun 1931-1940 dan 1961-1970 tidak dilakukan koleksi sama sekali.

*Clithon bicolor*, *C. corona*, dan *C. oualaniensis* merupakan tiga jenis keong yang memiliki distribusi paling luas yaitu dapat ditemukan pada 4 dari 6 provinsi di Jawa. Provinsi Banten memiliki jumlah jenis keong terbanyak yaitu 10 jenis, selanjutnya Jawa Barat memiliki 9 jenis.

Terdapat 3 jenis *Clithon* yang hanya pernah dikoleksi sekali yaitu *C. coronatus*, *C. rarispinus*, dan *C. squarrosus*. Koleksi *C. coronatus* bukan hanya tertua, namun juga paling sedikit dalam jumlah spesimen yaitu hanya 3 buah cangkang kosong tanpa operkulum. Dua jenis lainnya, *C. rarispinus* dan *C. squarrosus*, hanya dikoleksi pada era 1981-2000. Dari ketiga jenis tersebut, masing-masing hanya memiliki satu nomor koleksi dari Jawa. Selain di MZB, koleksi *Clithon* dari Jawa juga disimpan di Leiden, Belanda diantaranya *C. coronatus* dengan nomor koleksi RMNH.MOL.150746 sebanyak 4ex dan *C. squarrosus* dengan nomor koleksi RMNH.MOL.151093 sebanyak 4ex.

Secara kualitatif, jumlah koleksi spesimen *Clithon* dari Jawa sudah mencakup semua jenis keong yang diketahui dari pulau tersebut. Namun, apabila dilihat lebih rinci lagi, ternyata masih terdapat 5 jenis yang belum terdapat keterwakilannya pada tiap provinsi yang ada di Pulau Jawa berdasarkan referensi yang ada. Koleksi *C. squarrosus* di MZB hanya berasal dari Banten, sedangkan berdasarkan referensi disebutkan bahwa jenis tersebut juga dapat

ditemukan di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Meskipun demikian, masih terdapat 5 jenis lainnya dari koleksi MZB yang belum pernah dilaporkan sebelumnya dalam referensi. Hal ini berarti masih perlu upaya untuk melengkapi koleksi *Clithon* dari 6 provinsi di Pulau Jawa.

**Analisis kekerabatan jenis**

Analisis kekerabatan jenis pada *Clithon* menggunakan 23 karakter morfologi cangkang dan operkulum seperti yang dideskripsikan oleh Jutting (1956). Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, jumlah karakter yang teramati sebenarnya lebih dari 23 karakter, namun karena beberapa karakter memiliki kesamaan untuk semua jenis, artinya karakter-karakter tersebut tidak dapat membedakan antar jenis, maka karakter-karakter tersebut tidak digunakan dalam analisis. Demikian juga dengan beberapa karakter yang memiliki tingkat variasi sangat banyak untuk tiap jenis maka dianggap sebagai polimorfisme dan tidak digunakan dalam analisis. Untuk dapat melakukan analisis fenetik, maka data dari 23 karakter yang diamati pada 11 jenis *Clithon* harus ditabulasi (**Tabel 5**).

Selanjutnya dalam analisis fenetik digunakan *cluster analysis* dan *neighbour joining clustering* dengan *similarity measure* Raup-Crick. Hasil analisis dalam bentuk fenogram disajikan dalam **Gambar 2**.

Berdasarkan fenogram pada **Gambar 2** dapat dilihat bahwa hasil *cluster analysis* maupun *neighbour joining clustering* menunjukkan bahwa kesebelas jenis *Clithon* di Jawa dapat dibagi menjadi 2 kelompok besar. Kelompok 1 terdiri dari 7 jenis (*Clithon faba*, *C. squarrosus*, *C. bicolor*, *C. olivaceus*, *C. flavovirens*, *C. Fuliginosus*, *C. oualaniensis*), sedangkan kelompok 2 terdiri dari 4 jenis (*C. rarispina*, *C. corona*, *C. Diadema*, *C. coronatus*). Pemisahan kedua kelompok tersebut berdasarkan karakter duri (nomor 14) dan alur gerigi pada kolumela (nomor 19).

Pada kelompok 1, sebagian besar anggotanya (6 jenis) tidak memiliki duri pada cangkang dan memiliki alur gerigi pada kolumela, sedangkan pada kelompok 2, semua anggotanya memiliki duri pada cangkang dan tidak memiliki alur gerigi pada kolumela. Semua anggota

kelompok 1 memiliki mulut cangkang (nomor 16) berbentuk seperti bulan sabit miring. Sementara itu, semua anggota kelompok 2 memiliki ulir terakhir (nomor 3) yang menggembung dan memiliki bahu cangkang (nomor 13).

Salah satu fungsi adanya duri dalam cangkang keong adalah untuk sistem pertahanan. Dengan adanya duri dalam cangkang maka dapat mempersulit predator keong seperti ikan untuk memangsanya (Bandel dan Riedel 1998). Lebih jauh lagi, Kano (2006) menyebutkan variasi keberadaan duri dalam marga *Clithon*. Dia menerangkan bahwa pada keong muda yang hidup di perairan tenang terkadang cangkangnya memiliki duri, sedangkan pada keong dewasa yang hidup pada perairan berarus deras, duri tersebut dapat mereduksi atau menghilang. Ketiadaan duri dalam hal ini berkaitan dengan pertahanan terhadap arus air, hilangnya duri pada cangkang dapat mengurangi daya hampasan arus air, sehingga peluang terbawa arus air semakin kecil.

**Tabel 4.** Perbandingan distribusi keong *Clithon* antara koleksi di MZB dan dalam referensi

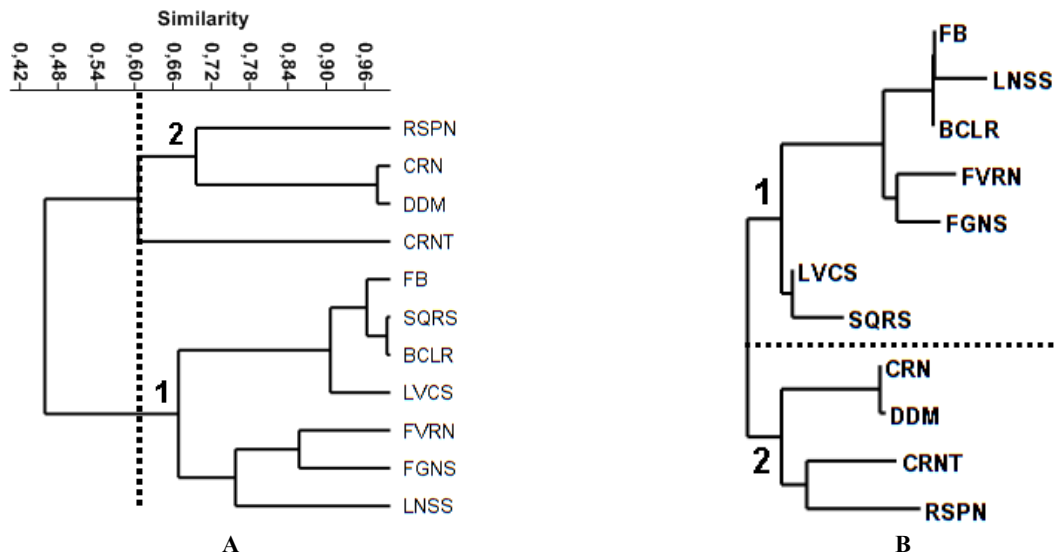
Spesies	Provinsi					
	bt	jk	jb	jg	yg	jt
<i>Clithon bicolor</i>				+		
<i>Clithon corona</i>		-			+	
<i>Clithon coronatus</i>						
<i>Clithon diadema</i>						
<i>Clithon faba</i>	+					
<i>Clithon flavovirens</i>				-		
<i>Clithon fuliginosus</i>	+	-				
<i>Clithon olivaceus</i>						
<i>Clithon oualaniensis</i>						
<i>Clithon rarispinus</i>						-
<i>Clithon squarrosus</i>	+		-	-		-

Keterangan: + = Jenis yang tersedia di koleksi MZB dan belum pernah disebutkan dalam referensi, - = jenis yang disebutkan dalam referensi namun belum tersedia koleksi dari lokasi tersebut di MZB. bt = Banten, jk = Jakarta, jb = Jawa Barat, jg = Jawa Tengah, yg = Yogyakarta, jt = Jawa Timur.

**Tabel 5.** Tabulasi karakter morfologi dari 11 jenis *Clithon* dari Pulau Jawa

Spesies	Karakter																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>Clithon bicolor</i> (BCLR)	1	2	0	1	1	1	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	5	1
<i>Clithon corona</i> (CRN)	1	2	1	1	2	3	0	0	0	2	0	0	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Clithon coronatus</i> (CRNT)	1	2	1	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4	2	1	0	0	0	0	5	1
<i>Clithon diadema</i> (DDM)	1	3	1	1	3	2	1	1	0	2	0	0	1	1	3	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Clithon faba</i> (FB)	1	2	1	1	1	3	1	0	0	2	0	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	1	0
<i>Clithon flavovirens</i> (FVRN)	1	2	1	0	0	2	1	1	0	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1	1
<i>Clithon fuliginosus</i> (FGNS)	1	0	0	0	2	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	0	2	1
<i>Clithon olivaceus</i> (LVCS)	1	2	1	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	1	2	4	1
<i>Clithon oualaniensis</i> (LNSS)	1	1	0	1	0	5	1	1	1	2	0	2	0	0	0	1	3	0	1	0	0	3	1
<i>Clithon rarispina</i> (RSPN)	0	2	1	0	2	4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	3	0
<i>Clithon squarrosus</i> (SQRS)	1	2	1	1	2	6	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	2	1	1	0	0	1

Keterangan: Karakter 1 = bentuk, 2 = menara, 3 = ulir terakhir, 4 = pita spiral, 5 = garis pertumbuhan, 6 = ornamen cangkang, 7 = permukaan, 8 = mengilap, 9 = transparan, 10 = jumlah putaran cangkang, 11 = garis taut, 12 = puncak, 13 = bahu cangkang, 14 = duri, 15 = tinggi duri, 16 = bentuk mulut cangkang, 17 = permukaan kolumela, 18 = granula pada kolumela, 19 = alur gerigi pada kolumela, 20 = gerigi pada kolumela, 21 = penebalan pada kolumela, 22 = warna inti operkulum, 23 = granula pada operkulum.



**Gambar 2.** Fenogram kekerabatan *Clithon* di Jawa. (A) Cluster analysis (cophenetic correlation = 0,637), (B) neighbour joining clustering dengan similarity measure Raup-Crick

Studi ini mempelajari keong marga *Clithon* di Pulau Jawa. Saat ini, diketahui sebanyak 11 jenis *Clithon* ditemukan di Jawa dan semuanya memiliki perwakilan spesimen di Museum Zoologi Bogor. Namun, terdapat beberapa jenis *Clithon* yang hanya sekali dikoleksi dengan jumlah spesimen yang sedikit. Status taksonominya sudah stabil, semua jenis yang ditemukan di Pulau Jawa termasuk dalam marga yang sama yaitu *Clithon*. Pulau Jawa merupakan lokasi tipe bagi jenis *C. flavovirens* dan *C. fuliginosus*. Hasil analisis fenetik menunjukkan adanya 2 kelompok *Clithon* berdasarkan keberadaan duri cangkang dan alur gerigi pada kolumela.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada anggota Laboratorium Moluska MZB (Ibu RM Marwoto, NR Isnainingsih, Alviah) atas kerjasamanya selama melakukan kerja lapangan di Jawa Timur dan juga dalam proses preparasi dan identifikasi spesimen. Kajian ini merupakan bagian *output* dari proyek penelitian *Revisi Taksa Terpilih Moluska Jawa* yang didanai oleh DIPA LIPI dengan nomor kegiatan 3400.010.002.055.E.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdou A, Keith P, Galzin R. 2015. Freshwater neritids (Mollusca: Gastropoda) of tropical islands: amphidromy as a life cycle, a review. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 70 (4): 387-397.
- Bandel K, Riedel F. 1998. Ecological zonation of gastropods in the Matutinao River (Cebu, Philippines), with focus on their life cycles. *Annls Limnol* 34 (2): 171-191.
- Baker HB. 1923. Notes on the radula of the Neritidae. *Proc Acad Nat Sci Philadelphia* 75: 117-178.
- Bouchet P. 2011. Neritidae Rafinesque, 1815. In: *MolluscaBasse*. www.marinespecies.org. [1 September 2016].
- Bouchet P, Rosenberg G. 2016. *Clithon* Montfort, 1810. In: *MolluscaBase*. www.marinespecies.org [1 September 2016].
- Budiman A, Dwiono SAP. 1987. Ekologi moluska hutan mangrove di Jailolo, Halmahera: suatu studi perbandingan. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove*. LIPI, Denpasar, Bali, 5-8 Agustus 1986.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological statistic software package for education and data analysis. *Paleontol Electron* 4 (1): 1-9.
- Hartoto DI, Marwoto RM. 1986. Struktur komunitas gastropoda dan distribusi spasial *Melanoides plicaria* di Cibinua Ujung Kulon. *Berita Biologi* 3 (4): 155-158.
- Jutting TvB. 1937. Non marine Mollusca from fossil horizons in Java with special reference to the Trinil fauna. *Zool Meded* 20: 83-180.
- Jutting TvB. 1956. Systematic studies on the non-marine Mollusca of the Indo-Australian archipelago: critical revision of the Javanese freshwater gastropoda. *Treubia* 23 (2): 259-477.
- Jutting TvB. 1959. Catalogue of the non-marine Mollusca of Sumatra and of its satellite islands. *Beaufortia* 8 (7): 41-191.
- Jutting TvB. 1963. Non-marine Mollusca of west New Guinea part 1: Mollusca from fresh and brackish waters. *Nova Guinea Zoology* 20: 409-521.
- Kano Y, Chiba S, Kase T. 2002. Major adaptive radiation in neritopsine gastropods estimated from 28S rRNA sequences and fossil records. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 269 (1508): 2457-2465. Doi: 10.1098/rspb.2002.2178.
- Kano Y. 2006. Focus on freshwater snails: freshwater nerites. In: Bouchet P, Guyader LE, Pascal O (eds). *The Natural History of Santo. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris*.
- Moro DS, Irmawati Y, Reksodihardjo G et al. 1987. Pola sebaran moluska di hutan mangrove Legon Lentah, Pulau Panaitan. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove*. LIPI, Denpasar, Bali, 5-8 Agustus 1986.
- Mujiono N. 2010. Keanekaragaman jenis gastropoda (Mollusca) yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove di Taman Nasional Ujung Kulon. *Biota* 15 (2): 219-226.
- Mujiono N. 2011. Studi variasi motif dan morfometri cangkang pada *Clithon oualaniensis* (Gastropoda: Neritidae) di Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37 (1): 91-103.
- Purnama PR, Nastiti NW, Agustin ME et al. 2011. Diversitas gastropoda di Sungai Sukamade, Taman Nasional Meru Betiri, Jawa Timur. *Berkala Penelitian Hayati* 16: 143-147.
- Spalding MD, Fox HE, Allen GR et al. 2007. Marine ecoregions of the world: a bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57: 573-583.
- Tan SK, Clements R. 2008. Taxonomy and distribution of the Neritidae (Mollusca: Gastropoda) in Singapore. *Zool Stud* 47 (4): 481-494.
- Yasman. 1998. Struktur komunitas Gastropoda (moluska) hutan mangrove di Pantai Barat Pulau Handeuleum, Taman Nasional Ujung Kulon dan di Pantai Utara Pulau Penjaliran Barat, Teluk Jakarta: Studi perbandingan. *Prosiding Seminar VI Ekosistem Mangrove*. LIPI, Pekanbaru, 15-18 September 1998.

# Pengaruh pemberian elisitor $\text{Cu}^{2+}$ terhadap kalus *Artemisia vulgaris* dalam upaya penyediaan artemisinin sebagai antimalaria

## The effect of $\text{Cu}^{2+}$ as an elicitor to *Artemisia vulgaris* callus in the provision of artemisinin as antimalarial

RAUDHATUL JANNAH<sup>✉</sup>, SUWIRMEN, ZOZY ANELOI NOLI

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, Padang 25163, Sumatera Barat, PO BOX 143. Tel.: +62-751-71671, Fax.: +62-751-73118, ✉email: raudhatulanana@gmail.com

Manuskrip diterima: 25 April 2016. Revisi disetujui: 7 Desember 2016.

**Abstrak.** Jannah R, Suwirmen, Noli ZA. 2016. Pengaruh pemberian elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  terhadap kalus *Artemisia vulgaris* dalam upaya penyediaan artemisinin sebagai antimalaria. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 155-158*. Penelitian tentang pengaruh pemberian elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  terhadap kalus *Artemisia vulgaris* L. dalam upaya penyediaan artemisinin sebagai antimalaria telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 hingga Februari 2016 di Laboratorium Kultur Jaringan dan Laboratorium Riset Fisiologi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam, Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  pada media MS yang dapat meningkatkan kadar artemisinin pada kalus *Artemisia vulgaris* L. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Terdapat 5 taraf perlakuan pemberian  $\text{Cu}^{2+}$  (0 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm; 7,5 ppm; dan 10 ppm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar artemisinin tertinggi adalah 0,00790% pada penambahan 7,5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ .

**Kata kunci:** *Artemisia vulgaris*, artemisinin,  $\text{Cu}^{2+}$ , elisitor, kalus

**Abstract.** Jannah R, Suwirmen, Noli ZA. 2016. The effect of  $\text{Cu}^{2+}$  as an elicitor to *Artemisia vulgaris* callus in the provision of artemisinin as antimalarial. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 155-158*. The research of the effect of  $\text{Cu}^{2+}$  as an elicitor to *Artemisia vulgaris* callus in the provision of artemisinin as antimalarial had been done in August 2015 until February 2016 at Plant Physiology and Tissue Culture Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences and the Organic Chemistry Laboratory of Nature Materials, Faculty of Pharmacy, University of Andalas, Padang. The aim of the research was to find the best concentration of  $\text{Cu}^{2+}$  as elicitor to increase artemisinin production of callus *Artemisia vulgaris* L. on MS medium. The research used a Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments and 5 replications. The treatments consisted of 0 ppm, 2.5 ppm, 5 ppm, 7.5 ppm and 10 ppm of  $\text{Cu}^{2+}$ . The results showed that the highest content of artemisinin was 0.00790% with the addition of 7.5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ .

**Keywords:** *Artemisia vulgaris*, artemisinin, callus,  $\text{Cu}^{2+}$ , elicitor

### PENDAHULUAN

Malaria merupakan salah satu penyakit yang banyak dijumpai di negara tropis, termasuk Indonesia. Masalah pengobatan malaria hingga kini belum tuntas karena meluasnya populasi parasit *Plasmodium* yang resistan terhadap obat antimalaria kuinin dan turunannya seperti klorokuin, sulfadoksin, primetamin, kina, amodiakuin, meflokuin, dan halofantrin. Untuk itu, penemuan obat antimalaria baru yang lebih efektif mengatasi *Plasmodium* yang resistan terhadap obat antimalaria turunan kuinin sangat dibutuhkan (Tjitra 1994). Terdapat jenis tanaman alternatif yang mengandung senyawa antimalaria yaitu *Artemisia annua* L. yang tumbuh subur di Cina. Tanaman ini mengandung bahan aktif artemisinin yang sangat efektif mengatasi penyakit malaria yang resistan terhadap kina (kuinin) dan derivatnya (Ebadi 2007). Hingga saat ini, *A. annua* merupakan satu-satunya jenis tanaman yang

mengandung artemisinin dengan kadar yang cukup tinggi di alam, bervariasi antara 0,1-1,8% (Ferreira et al. 2005). Namun, *A. annua* merupakan tanaman subtropis yang berasal dari Cina kemudian menyebar ke Vietnam dan Malaysia (Kardian 2006). Meskipun demikian, terdapat jenis *Artemisia* lain yang tumbuh di Indonesia. Salah satunya adalah *Artemisia vulgaris* L. yang tersebar hampir di seluruh dataran tinggi di Indonesia, namun paling banyak ditemukan di Papua (Widyastuti 2011).

*Artemisia vulgaris* merupakan salah satu jenis *Artemisia* yang tumbuh subur di Indonesia disamping *A. cina* dan *A. sacrorum*. Meskipun demikian, kajian mengenai *A. vulgaris* belum banyak dilakukan. Mannan et al. (2010) melaporkan bahwa artemisinin yang terkandung dalam *A. vulgaris* sekitar 0,06% dari berat kering pada bagian daun dan 0,05% pada bagian bunga.

Saat ini, Indonesia memperoleh bahan baku artemisinin dari luar negeri dan harganya relatif mahal. Menurut

Widyastuti (2011), *A. vulgaris* berpotensi sebagai sumber artemisinin lokal karena tumbuh secara alami di Indonesia. Akan tetapi, *A. vulgaris* memiliki kadar artemisinin yang rendah. Oleh karena itu, produksi metabolit sekunder artemisinin perlu ditingkatkan diantaranya melalui teknik kultur jaringan (in vitro) seperti kultur kalus. Namun, pada umumnya kadar metabolit sekunder yang dihasilkan melalui teknik kultur jaringan relatif rendah. Menurut Mantell dan Smith (1983), agar produksi metabolit sekunder tinggi maka perlu optimasi faktor-faktor internal dan eksternal tanaman. Pemberian elisitor merupakan salah satu faktor eksternal yang dapat digunakan untuk meningkatkan metabolit sekunder tanaman (Mukarlina et al. 2006).

Salah satu jenis elisitor yang umum digunakan untuk meningkatkan metabolit sekunder adalah ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ . Ion tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ) merupakan mikronutrien esensial bagi seluruh makhluk hidup yang berperan penting dalam transpor elektron, reaksi reduksi-oksidasi (redoks), dan berbagai jalur metabolisme (Marschner 1995). Muryanti dan Anggarwulan (2005) menyatakan bahwa ion  $\text{Cu}^{2+}$  berperan dalam respons pertahanan pada tanaman dengan merangsang gen tertentu dan meningkatkan pembentukan jalur metabolit sekunder.

Terdapat banyak kajian mengenai penggunaan  $\text{Cu}^{2+}$  yang telah berhasil meningkatkan metabolit sekunder tanaman, beberapa diantaranya adalah dapat meningkatkan kadar *flavan-3-ol* pada kalus *Camelia sinensis* (Sutini et al. 2008), serta senyawa stigmasterol dan sitosterol pada kalus purwoceng *Pimpinella alpine* (Savitri dan Nawafila 2013). Selain itu, elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  juga mampu meningkatkan kandungan triterpenoid pada kalus pegagan *Centella asiatica* (Oktafiana 2010).

Badan kesehatan dunia (WHO 2010), merekomendasikan pengguna-an *Artemisinin Combination Therapy* (ACT) untuk pengobatan penyakit malaria yang resisten, sehingga penyediaan bahan baku artemisinin sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan tujuan untuk menentukan konsentrasi elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  pada media MS yang dapat meningkatkan kadar artemisinin pada kalus *Artemisia vulgaris* L.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 ulangan dan 5 perlakuan. Perlakuan terdiri atas 0 ppm (kontrol), 2,5 ppm, 5 ppm, 7,5 ppm, dan 10 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ .

Kalus *A. vulgaris* berasal dari eksplan daun yang diinduksi dengan menggunakan medium MS yang ditambah dengan 0,5 ppm BAP dan 1 ppm 2,4-D. Kalus berumur 90 hari disubkultur ke dalam medium perlakuan elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  dengan menggunakan pinset steril di dalam *Laminar Air Flow Cabinet*. Botol-botol kultur yang berisi kalus *A. vulgaris* dari media inisiasi diinkubasi di ruang inkubasi dengan suhu 20-23°C. Untuk mencegah kontaminasi dilakukan penyemprotan pada botol kultur dengan alkohol 70% setiap hari dengan menggunakan *handsprayer*. Kalus hasil perlakuan elisitor, diuji kadar artemisininnya pada hari ke-28 setelah penambahan

elisitor. Pengujian kadar artemisinin dilakukan dengan menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT).

Analisis data dilakukan secara statistik terhadap parameter berat basah dan berat kering kalus. Apabila pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

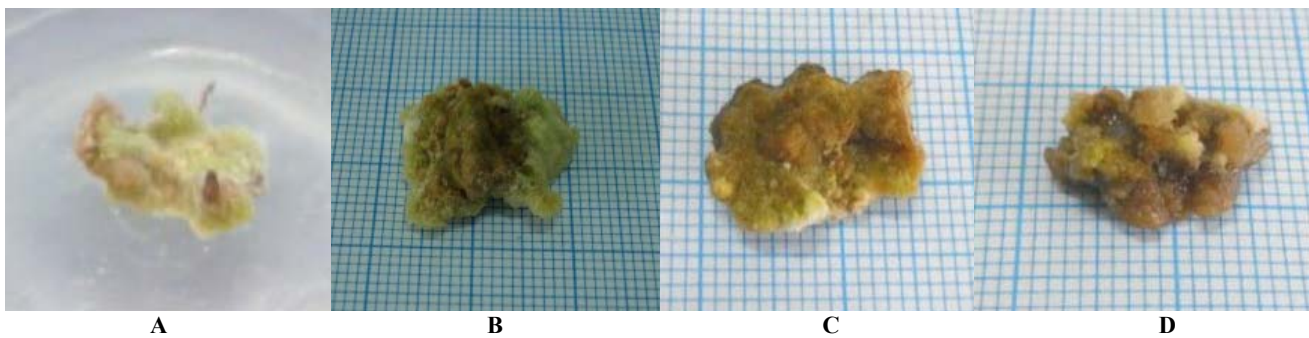
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase hidup kalus *A. vulgaris* pada semua perlakuan adalah 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  dengan berbagai konsentrasi pada medium perlakuan masih dapat ditoleransi oleh kalus, sehingga kalus masih dapat tumbuh dan bertahan terhadap perlakuan yang diberikan. Dengan demikian, penggunaan elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  pada kisaran 2,5-10 ppm belum bersifat toksik bagi kalus, sehingga kalus masih dapat bertahan hidup. Menurut Rosmarkam dan Yuwono (2002), tingkat toksisitas Cu (tembaga) terhadap tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis tanaman dan kadar Cu pada tanaman. Toksisitas Cu terjadi apabila kadar Cu dalam tanaman berkisar antara 20-30 ppm per berat kering tanaman.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, terlihat tekstur dan warna kalus yang dihasilkan pada medium perlakuan dengan penambahan elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  dan kontrol (0 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ ). Tekstur kalus yang terbentuk setelah 28 hari dalam medium perlakuan adalah kompak. Secara keseluruhan, kalus mengalami perubahan warna dari hijau keputihan atau hijau kekuningan pada awal perlakuan hingga memiliki variasi warna yang berbeda-beda setelah diberi perlakuan (Gambar 1). Warna kalus *A. vulgaris* setelah ditambahkan  $\text{Cu}^{2+}$  adalah putih, putih kehijauan (*sea green*), hijau kekuningan (*yellowish green*), hijau (*acid green*), kuning kecokelatan (*mimosa yellow*), dan cokelat (*dark brown*). Warna kalus mengalami perubahan seiring dengan pertambahan umur kalus. Selain itu, perubahan warna kalus *A. vulgaris* diduga terjadi akibat perbedaan laju pertumbuhan kalus pada medium perlakuan.

Tekstur kalus kompak tidak terlalu berbeda dengan tekstur kalus sebelum perlakuan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  tidak memberikan pengaruh terhadap tekstur kalus *A. vulgaris*. Tekstur kompak pada kalus *A. vulgaris* diduga disebabkan oleh adanya akumulasi zat pengatur tumbuh 2,4-D (asam 2,4 diklorofenoksiasetik) dan BAP (6- Benzil Amino Purin) yang ditambahkan ke dalam medium perlakuan. Kalus yang kompak dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya disebabkan oleh sel-sel yang semula membelah mengalami penurunan aktivitas proliferasi. Aktivitas ini dipengaruhi oleh auksin alami yang terdapat pada sumber eksplan (Santosa dan Nursandi 2002).

Berdasarkan hasil penelitian, kalus *A. vulgaris* yang diberi perlakuan  $\text{Cu}^{2+}$  memiliki berat basah lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol. Berat basah mengindikasikan aktivitas pembelahan sel. Rahayu et al. (2003) menyatakan bahwa berat basah yang dihasilkan sangat tergantung pada kecepatan pembelahan sel, memperbanyak diri, dan dilanjutkan dengan membesarnya kalus.



**Gambar 2.** Warna dan tekstur kalus *A. vulgaris* sebelum dan sesudah diperlakukan dengan elisitor: (A) sebelum elisitasi, (B) kontrol (0 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ ), (C) 7,5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ , dan (D) 10 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ .

**Tabel 1.** Tekstur dan warna kalus *A. vulgaris* setelah 28 hari dalam medium perlakuan elisitor  $\text{Cu}^{2+}$

Elisitor $\text{Cu}^{2+}$ (ppm)	Tekstur	Warna
0	Kompak	PK, H, HK
2,5	Kompak	P, H, KK
5	Kompak	P, H, KK
7,5	Kompak	P, KK, HK
10	Kompak	P, C, HK

Keterangan: PK = putih kehijauan, P = putih, H = hijau, HK = hijau kekuningan, KK = kuning kecokelatan, C = cokelat

**Tabel 2.** Berat basah dan berat kering kalus *Artemisia vulgaris* dengan penambahan beberapa konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang dihitung 28 hari setelah tanam (g)

Elisitor $\text{Cu}^{2+}$ (ppm)	Berat basah kalus (g)	Berat kering kalus (g)
0	0,9144 <sup>b</sup>	0,7388 <sup>b</sup>
2,5	0,9264 <sup>ab</sup>	0,7470 <sup>ab</sup>
5	1,0124 <sup>a</sup>	0,7682 <sup>a</sup>
7,5	0,9264 <sup>ab</sup>	0,7456 <sup>b</sup>
10	0,9492 <sup>ab</sup>	0,7510 <sup>ab</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada taraf uji DNMRT 5%.

**Tabel 3.** Kadar artemisinin pada kalus *A. vulgaris* setelah 28 hari dielisitasi dalam medium perlakuan dengan penambahan  $\text{Cu}^{2+}$  dan pada daun *A. vulgaris*

Elisitor $\text{Cu}^{2+}$ (ppm)	Kadar artemisinin (%)
0	0,00469
2,5	0,00510
5	0,00542
7,5	0,00790
10	0,00677

Berdasarkan hasil pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa penambahan  $\text{Cu}^{2+}$  pada medium perlakuan mampu

meningkatkan berat basah kalus *A. vulgaris*, dimana pada konsentrasi 2,5-10 ppm  $\text{Cu}^{2+}$  kalus memiliki berat basah yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian  $\text{Cu}^{2+}$  pada medium perlakuan menunjukkan adanya aktivitas pembelahan sel. Hal ini berkaitan dengan peran  $\text{Cu}^{+}$  sebagai katalis dalam tubuh tumbuhan serta penyusun enzim seperti polifenol oksidase dan asam askorbat oksidase. Selain itu,  $\text{Cu}^{+}$  juga berperan sebagai penyusun plastosianin yang merupakan bagian penting dalam sistem transpor elektron pada fotosintesis. Dengan adanya Cu (tembaga), proses fotosintesis meningkat, sehingga proses pembelahan sel meningkat (Bidwel 1974; Devlin dan Withan 1983).

Berat kering kalus terbaik diperoleh pada perlakuan  $\text{Cu}^{2+}$  5 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan  $\text{Cu}^{2+}$  mampu meningkatkan berat kering kalus *A. vulgaris*. Hal ini diduga disebabkan Cu (tembaga) merupakan salah satu mikronutrien yang dibutuhkan tumbuhan dalam proses metabolisme dan enzimatik serta mampu mengoptimalkan penggunaan tembaga di dalam jaringan. Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, penambahan  $\text{Cu}^{2+}$  mampu meningkatkan berat kering kalus *A. vulgaris* jika dibandingkan dengan kontrol.

Data pada Tabel 3 merupakan hasil analisis kuantitatif dengan menggunakan metode Normalitas Internal (Rohman 2009). Pada tabel terlihat bahwa kadar artemisinin pada kalus *A. vulgaris* tertinggi adalah 0,00790% pada penambahan 7,5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$  dan kadar artemisinin terendah adalah pada kontrol (0 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ ) yaitu 0,00469%. Hal ini membuktikan bahwa pemberian elisitor  $\text{Cu}^{2+}$  mampu meningkatkan kadar artemisinin pada kalus *A. vulgaris* secara in vitro.

Dari hasil penelitian, didapatkan kadar artemisinin tertinggi pada kalus *A. vulgaris* dengan penambahan 7,5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ . Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi 7,5 ppm merupakan konsentrasi optimum yang dapat memberikan pengaruh maksimum terhadap produksi artemisinin. Savitri dan Nawafila (2013) melaporkan bahwa penambahan  $\text{Cu}^{2+}$  40  $\mu\text{M}$  (8 ppm) mampu meningkatkan produksi stigmasterol dan sitosterol pada kalus *Pimpinella alpine* dengan kadar tertinggi dibandingkan perlakuan kontrol yaitu sebesar 1.695,620 ppm dan 3.128,739 ppm.

Dengan demikian, dari penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa pada penambahan 2,5 ppm, 5 ppm, 7,5 ppm, dan 10 ppm  $\text{Cu}^{2+}$  mampu meningkatkan kadar artemisinin pada kalus *A. vulgaris* dibandingkan dengan kontrol. Kadar artemisinin terbaik adalah 0,00790% pada kalus dengan penambahan 7,5 ppm  $\text{Cu}^{2+}$ .

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kepala Laboratorium Riset Fisiologi Tumbuhan, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat atas fasilitas yang telah diberikan selama penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. Syamsuardi, Dr. Nurainas, dan Feskaharni Alamsjah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bidweel RGS. 1974. Plant Physiology. Macmilan Biology Series, New York.
- Devlin RM, Withan FH. 1983. Plant Physiology Fourth Edition. Cengage Learning, Inc., USA.
- Ebadi M. 2007. Pharmacodynamic Basic of Herbal Medicine. CRC Press, Boca Raton, United States of America.
- Ferreira JFS, Laughlin JC, Delabays N et al. 2005. Cultivation and genetics of *Artemisia annua* L. for increase production of the antimalarial artemisinin. Plant Genet Resour 3 (2): 206-229.
- Kardinan A. 2006. Tanaman artemisia penakluk penyakit malaria. <http://www.kompas.com/> [19 November 2014].
- Mannan A, Ibrar A, Waheed A et al. 2010. Survey of artemisinin production by diverse *Artemisia* species in Northern Pakistan. Malar J 9: 310-315.
- Mantell SH, Smith H. 1983. Cultural factor that influence secondary metabolite accumulation in plant cell and tissue cultures. In: Mantell SH, Smith H. (eds). Plant Biotechnology. Cambridge University Press, New York.
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Vol II. Academic Press, London.
- Mukarlina, Esyanti RR, Siregar AH. 2006. Pengaruh pemberian elisitor homogenat jamur *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. terhadap kandungan ajmilisin dalam kultur akar *Catharantus roseus* (L) G. Don. Jurnal Matematika dan Sains 1 (2): 44-49.
- Muryanti S, Anggarwulan E. 2005. Pertumbuhan dan produksi reserpin kalus pule pandak (*Rauvolfia serpentina* (L) Bentham ex. Kurz) pada pemberian metil jasmonat beroperasi in vitro. Bioteknologi 2 (2): 58-66.
- Oktafiana L. 2010. Kultur Kalus Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) dengan Penambahan Ion  $\text{Cu}^{2+}$  sebagai Elisitor dan Uji Kualitatif Kandungan Campuran Triterpenoid. [Skripsi]. Universitas Andalas, Padang.
- Rahayu R, Solichatun, Anggarwulan E. 2003. Pengaruh asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap pembentukan dan pertumbuhan kalus serta kandungan flavonoid kultur kalus *Acalypha indica* L. Biofarmasi 1 (1): 1-6.
- Rohman A. 2009. Kromatografi untuk analisis obat. Edisi Pertama. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Rosmarkam A, Yuwono NW. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kansius, Yogyakarta.
- Santoso U, Nursandi F. 2002. Kultur jaringan tanaman. Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang.
- Savitri ES, Nawafila F. 2013. The effect of metal ion  $\text{Cu}^{2+}$  for development and secondary metabolites (stigmaterol and sitosterol) callus of purwoceng (*Pimpinella alpine* Molk.). Proceeding International Conference. University State Maulana Malik Ibrahim, Malang, 9 November 2013.
- Sutini B, Tatik W, Wahyu W et al. 2008. Meningkatkan produksi flavan-3-ol melalui kalus *Camelia sinensis* L. dengan elisitor  $\text{Cu}^{2+}$ . J Berk Panel Hayati 14: 39-44.
- Tjitra E. 1994. Obat-obat baru antimalaria. Cermin Dunia Kedokteran. Kompas, Jakarta.
- Widyastuti U. 2011. Keragaman genetik *Artemisia annua* L. dan *Artemisia vulgaris* L. berdasarkan *Amplified Fragment Length Polymorphism* (AFLP) dan sifat morfologi. <http://repository.ipb.ac.id/> [20 Januari 2015].
- WHO [World Health Organization]. 2010. Guidelines for the treatment of Malaria. [http:// www.indonesianpublichealth.com/](http://www.indonesianpublichealth.com/) [22 November 2014].

## Polimorfisme 5' untranslated region gen thyroglobulin (TG5) pada sapi Bali (*Bos javanicus*)

### The 5' untranslated region of thyroglobulin gene (TG5) polymorphism in Bali cattle (*Bos javanicus*)

SAIFUL ANWAR<sup>1\*</sup>, ADITHYA CHRISDYANTAMA PUTRA<sup>2</sup>, ARI SULISTYO WULANDARI<sup>1</sup>,  
SYAHRUDDIN SAID<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588, \*email: saif005@lipi.go.id

<sup>2</sup> Program Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran. Jl. Jalan Raya Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor Sumedang 45363, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 30 Agustus 2016. Revisi disetujui: 9 Desember 2016.

**Abstrak.** Anwar S, Putra AC, Wulandari AS, Said S. 2016. Polimorfisme 5' untranslated region gen thyroglobulin (TG5) pada sapi Bali (*Bos javanicus*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 159-164. Lemak intramuskuler atau disebut juga lemak 'marbling' merupakan salah satu komponen penting dalam menghasilkan daging sapi yang berkualitas tinggi. Polimorfisme gen thyroglobulin (TG) pada daerah 5' untranslated region lokus 5'UTR|*Bst*YI (TG5) telah banyak digunakan sebagai marker genetik dalam meningkatkan *marbling* dan *eating quality* daging pada beberapa bangsa sapi potong. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman genetik TG5 pada sapi Bali (*Bos javanicus*). Sampel DNA berasal dari 100 ekor sapi Bali di kawasan Maiwa Breeding Center (MBC), Kabupaten Enrekang, Propinsi Sulawesi Selatan. Metode yang digunakan adalah PCR-RFLP menggunakan enzim *Bst*YI. Hasil penelitian ini hanya menemukan dua tipe genotipe yaitu CC dan CT dengan proporsi masing-masing sebesar 99% dan 1%. Frekuensi alel C dan T masing-masing sebesar 0,995 dan 0,005. Uji *chi-square* menunjukkan frekuensi genotipe pada populasi yang diuji berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg (HWE). Nilai heterozigositas pengamatan ( $H_o$ ) dan harapan ( $H_e$ ) masing-masing sebesar 0,010 dan 0,009. Tingkat informatif penanda genetik (PIC) termasuk dalam kategori rendah (0,009). Kesimpulan dari penelitian ini adalah marker genetik TG5 tidak informatif dan tidak dapat digunakan sebagai marker genetik pada sapi Bali di kawasan MBC. Penambahan jumlah sampel dari beberapa daerah sumber bibit sapi Bali di luar kawasan MBC akan memberikan informasi yang lebih jelas mengenai keragaman genetik TG5 pada sapi Bali di Indonesia.

**Kata kunci:** gen thyroglobulin, PCR-RFLP, polimorfisme, sapi Bali, TG5

**Singkatan:** 5' UTR: 5' untranslated region, DNA: deoxyribonucleic acid,  $H_e$ : heterozigositas harapan,  $H_o$ : heterozigositas pengamatan, HWE: Hardy-Weinberg Equilibrium, MBC: Maiwa Breeding Center, pb: pasang basa, PCR: polymerase chain reaction, PIC: polymorphism information content, QTL: quantitative trait loci, RFLP: restriction fragment length polymorphism, T3: *triiodothyronine*, T4: *thyroxine*, TG: thyroglobulin, TG5: lokus 5'UTR|*Bst*YI pada gen TG.

**Abstract.** Anwar S, Putra AC, Wulandari AS, Said S. 2016. The 5' untranslated region of thyroglobulin gene (TG5) polymorphism in Bali cattle (*Bos javanicus*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 159-164. Intramuscular fat or also called as 'marbling' is one of the essential components in producing premium meat quality in beef cattle. The polymorphism of 5' untranslated region of thyroglobulin gene (TG) at locus 5'UTR|*Bst*YI (TG5) have been widely used as a genetic marker to improve marbling and to eat quality in some beef cattle breeds. The objective of this study was to identify the genetic polymorphism of TG5 in Bali cattle (*Bos javanicus*). A total of one hundred DNA samples of Bali cattle used in this study were from Maiwa Breeding Center (MBC) area of Enrekang district, South Sulawesi province. The method used in the present study was PCR-RFLP using *Bst*YI restriction enzyme. The result of this study showed that only two types of genotypes were found, including CC and TT with the respective proportions of 99% and 1%. The allelic frequencies of C and T were 0.995 and 0.005, respectively. The chi-square test showed that the genotypic frequencies of TG5 in the population tested were in Hardy-Weinberg equilibrium (HWE). The observed ( $H_o$ ) and expected ( $H_e$ ) heterozygosity values were 0.010 and 0.009, respectively. The value of polymorphism information content (PIC) was low (0.009). Finally, it could be concluded that the TG5 marker was uninformative and may not be used as a genetic marker in Bali cattle from MBC area. Additional samples from another region as Bali cattle breed resources outside the MBC area are needed to provide clearer information of the TG5 polymorphism on Bali cattle in Indonesia.

**Keywords:** Bali cattle, PCR-RFLP, polymorphism, TG5, thyroglobulin gene

**Abbreviations:** 5' UTR: 5' untranslated region, DNA: deoxyribonucleic acid,  $H_e$ : expected heterozygosity,  $H_o$ : observed heterozygosity, HWE: Hardy-Weinberg Equilibrium, MBC: Maiwa Breeding Center, pb: base pairs, PCR: polymerase chain reaction, PIC: polymorphism information content, QTL: quantitative trait loci, RFLP: restriction fragment length polymorphism, T3: *triiodothyronine*, T4: *thyroxine*, TG: thyroglobulin, TG5: 5'UTR|*Bst*YI locus of TG gene.

## PENDAHULUAN

Lemak intramuskuler atau yang sering disebut sebagai lemak 'marbling' merupakan salah satu komponen kualitas daging yang semakin diperhatikan dalam industri sapi potong karena berpengaruh pada palatabilitas daging (*beef palatability*) dan harga jual yang tinggi (Hudson et al. 2015). Komponen palatabilitas daging seperti citarasa (*flavour*), kesan jus (*juiciness*) dan keempukan (*tenderness*) akan meningkat dengan adanya peningkatan marbling pada daging sapi (Wheeler et al. 1994; Okumura et al. 2007; Hudson et al. 2015).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa kromosom 14 mengandung *quantitative trait loci* (QTL) yang berpengaruh terhadap sifat perlemakan pada sapi yaitu pada daerah sentromer BTA14 (Casas et al. 2003; Moore et al. 2003). Gen TG menjadi salah satu gen yang terletak di daerah tersebut (Moore et al. 2003). Gen ini mengkode hormon TG yaitu sebuah hormon glikoprotein yang disintesis oleh sel folikel tiroid dan disimpan di kelenjar tiroid. Hormon TG bertindak sebagai prekursor dari hormon *triiodothyronine* (T3) dan *thyroxine* (T4) yang berperan penting dalam perkembangan dan metabolisme sel-sel lemak (Ailhaud et al. 1992; Barendse 1999; Casas et al. 2005). Barendse (1999), menemukan adanya SNP (C/T) pada gen TG di daerah 5' UTR posisi 422 pb (disebut sebagai TG5) yang berasosiasi dengan sifat marbling pada sapi. Variasi genetik pada TG5 tersebut telah secara luas digunakan sebagai marker genetik dalam meningkatkan marbling dan *eating quality* daging pada beberapa bangsa sapi *Bos taurus* dan *Bos indicus* (Casas et al. 2005; Rincker et al. 2006; Van Eenennaam et al. 2007; Bonilla et al. 2010).

Sapi bali (*Bos javanicus*) dikenal sebagai sapi yang memiliki berbagai keunggulan seperti mampu beradaptasi terhadap lingkungan yang kurang baik, efisien dalam memanfaatkan pakan berkualitas rendah, tingkat fertilitas dan konsepsi yang lebih baik dibanding bangsa sapi lokal lainnya (Purwantara et al. 2012). Akan tetapi, terkait dengan sifat perlemakan daging, sapi Bali bukan merupakan sapi penghasil marbling yang baik seperti halnya sapi Wagyu (Suwiti, 2015). Meskipun demikian, karakter genetik sifat marbling pada sapi Bali penting untuk diketahui sebagai bahan evaluasi dalam peningkatan kualitas daging sapi Bali terutama pada sifat marbling. Variasi genetik pada TG5 yang telah banyak diteliti pada spesies *Bos Taurus* dan *Bos indicus*, belum dilakukan pada sapi Bali (*Bos javanicus*). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi polimorfisme TG5 pada sapi Bali.

## BAHAN DAN METODE

### Prosedur

#### Koleksi sampel darah dan isolasi DNA

Penelitian ini menggunakan 100 ekor sapi Bali yang berasal dari kawasan Maiwa Breeding Center (MBC), Kabupaten Enrekang, Propinsi Sulawesi Selatan (17 ekor jantan dan 83 ekor betina). Masing-masing sapi dikoleksi

darahnya sebanyak 5 mL ke dalam tabung vacutainer yang sudah berisi antikoagulan K<sub>3</sub>EDTA. Sampel darah kemudian disimpan pada kondisi suhu refrigerator (4-5°C) 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 -20°C sampai saatnya dilakukan PCR.

#### Amplifikasi fragmen 5' UTR gen TG

Fragmen DNA yang menjadi target untuk di amplifikasi adalah 5' UTR gen TG sepanjang 545 bp (GenBank: X05380). Amplifikasi dilakukan menggunakan sepasang primer yang telah didesain oleh Barendse (1999) (Tabel 1). Reaksi PCR dilakukan pada total volume 10 µL yang terdiri dari 1 µL DNA (10-20 ng/µL), 4 µL PCR kit KAPA2G Fast ReadyMix (Kapa Biosystems Inc, USA), 0,5 µL (1 pmol/µL) untuk masing-masing primer dan 4 µL ddH<sub>2</sub>O. Program PCR diatur dengan diawali satu kali siklus denaturasi awal pada suhu 95°C selama 5 menit dilanjutkan 35 siklus yang meliputi denaturasi pada suhu 94°C selama 35 detik, *annealing* pada suhu 57,1°C selama 30 detik dan ekstensi pada suhu 72°C selama 30 detik. Tahap akhir yaitu satu siklus ekstensi akhir pada suhu 72°C selama 5 menit. Produk PCR (5 µL setiap sampel) selanjutnya dielektroforesis dengan medium gel agarose 1,2%. Visualisasi pita DNA dilakukan dengan merendam gel dalam akuades yang mengandung pewarna GelRed (Biotium, USA) selama 30-60 menit kemudian dilihat pada G-BOX *Gel Documetation System* (Syngene, UK).

#### Analisis genotipe

Variasi genotipe pada TG5 dideteksi menggunakan metode PCR-RFLP. Enzim restriksi yang digunakan adalah *Bst*YI (New England Biolabs, USA) yang memiliki situs restriksi R↓GATCY untuk mendeteksi adanya mutasi (C/T) pada fragmen 5' UTR gen TG. Sebanyak 5 µL produk PCR didigesti dalam campuran 0,3 µL enzim restriksi, 3,7 µL ddH<sub>2</sub>O; 1 µL 10x NE buffer pada suhu 60°C selama satu jam. Elektroforesis dilakukan pada medium gel agarose 3%. Visualisasi pita DNA dilakukan dengan merendam gel dalam larutan aquadest yang mengandung 1x pewarna GelRed (Biotium, USA) selama 30-60 menit kemudian dilihat menggunakan G-BOX *Gel Documetation System* (Syngene, UK). Penentuan tipe genotipe setiap sampel didasarkan pada ukuran dan pola potongan pita. Ukuran pita ditentukan dengan membandingkan posisi pita pada *DNA ladder* berukuran 100 pb (Kapa Biosystems Inc, USA) yang juga disertakan pada proses elektroforesis.

**Tabel 1.** Sekuen, posisi dan panjang dari sepasang primer yang digunakan dalam amplifikasi fragmen spesifik 5' UTR gen TG

Primer	Sekuen primer	Posisi primer (pb)	Panjang primer (pb)
TG5U2 (Forward)	5'- GGG GAT GAC TAC GAG TAT GAC TG -3'	52-74	23
TG5D1 (Reverse)	5'- GTG AAA ATC TTG TGG AGG CTG TA -3'	574-596	23

Keterangan: pb = pasang basa

### Analisis data

Analisis data meliputi frekuensi genotipe dan alel, keseimbangan Hardy-Weinberg (HWE), heterozigositas pengamatan ( $H_o$ ), heterozigositas harapan ( $H_e$ ) dan nilai *Polymorphism Information Content* (PIC). Frekuensi genotipe, frekuensi alel dan HWE (diuji dengan *Chi-square test*) dihitung berdasarkan Nei dan Kumar (2000). Jumlah alel efektif ( $N_e$ ) dihitung menurut Allendorf dan Luikart (2007). Nilai PIC dihitung dan dianalisis berdasarkan metode Botstein et al. (1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### PCR-RFLP

Fragmen spesifik gen TG di daerah 5' UTR berhasil diperoleh setelah dilakukan amplifikasi pada suhu *annealing* 57,1°C selama 30 detik dengan diperlihatkannya hasil satu pita spesifik yang jelas dan tegas (Gambar 1). Berdasarkan perunutan DNA pada GenBank (nomor akses: X05380), pita tersebut berukuran 545 pb.

Deteksi polimorfisme TG5 dilakukan menggunakan metode PCR-RFLP dengan enzim restriksi *Bst*YI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya ditemukan dua tipe genotipe yaitu CC dan CT pada 100 ekor sampel sapi Bali yang diteliti. Kedua tipe genotipe yang ditemukan tersebut direpresentasikan oleh dua pola potongan pita dalam visualisasi menggunakan gel agarose 3%. Pola I (genotipe CC) terdiri dari tiga potongan pita berukuran 72, 178, dan 295 pb, sedangkan pola II (genotipe CT) terdiri dari empat potongan pita berukuran 72, 178, 295 dan 473 pb. Kedua genotipe tersebut merupakan gabungan dari dua tipe alel yaitu alel C yang terdiri dari tiga potongan pita berukuran 72, 178, dan 295 pb; dan alel T yang terdiri dari dua potongan pita berukuran 72 dan 473 pb. Visualisasi pola potongan pita genotipe CC dan CT dapat dilihat pada Gambar 1. Oleh karena genotipe TT pada penelitian ini tidak ditemukan, maka tidak dapat divisualisasikan.

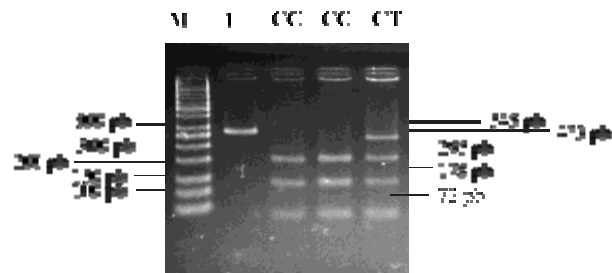
### Polimorfisme TG5

Frekuensi genotipe CC dan CT pada penelitian ini sebesar 98% dan 1% dari 100 ekor sapi Bali yang diteliti. Tidak satupun ditemukan individu sapi Bali yang memiliki genotipe TT (0%). Sementara itu, frekuensi alel C dan T masing-masing sebesar 0,995 dan 0,005. Uji *Chi-square* ( $\chi^2_{test}$ ) menunjukkan bahwa frekuensi genotipe dari TG5 pada sapi Bali berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg ( $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tab}$ ). Frekuensi genotipe dan alel gen TG5 pada Sapi Bali dapat dilihat pada Tabel 2.

Keragaman genetik TG5 dievaluasi dengan melihat indeks genetik ( $H_o$ ,  $H_e$ ,  $N_e$  dan PIC). Hasil perhitungan  $H_o$  dan  $H_e$  pada penelitian ini menunjukkan nilai yang sama berturut-turut 0,010 dan 0,009. Nilai masing-masing indikator polimorfisme TG5 pada Sapi Bali (*Bos javanicus*) di kawasan MBC disajikan pada Tabel 3.

### Pembahasan

Pada penelitian ini, polimorfisme gen TG5 pada sapi Bali di kawasan MBC dideteksi menggunakan metode PCR-RFLP. Setelah dilakukan optimasi PCR, kondisi



**Gambar 1.** Visualisasi produk PCR dan tipe genotipe dari fragmen spesifik 5' UTR gen TG. Lajur M: DNA ladder 100 pb; lajur 1: Produk PCR 5' UTR gen TG (545 pb); Lajur CC, CT: tipe genotipe

**Tabel 2.** Frekuensi genotipe dan alel TG5 pada Sapi Bali di kawasan MBC

Marker	Bangsa sapi	n	Frekuensi genotipe			Frekuensi alel		HWE	
			%CC (n)	CT (n)	TT (n)	C	T	$\chi^2_{hit}$	$\chi^2_{tab}$
TG5	Bali	100	99 (99)	1 (1)	0 (0)	0,995	0,005	0,003	3,841

Keterangan: n = jumlah sampel; HWE = keseimbangan Hardy-Weinberg;  $\chi^2_{hit} < \chi^2_{tab (0,05)}$  berarti frekuensi genotipe populasi dalam kondisi HWE

**Tabel 3.** Indikator polimorfisme TG5 pada Sapi Bali (*Bos javanicus*) di kawasan MBC

Marker	Bangsa sapi	$H_o$	$H_e$	$N_e$	PIC
TG5	Bali	0,010	0,009	1,010	0,009

Keterangan:  $H_o$  = Heterozigositas pengamatan;  $H_e$  = Heterozigositas harapan;  $N_e$  = jumlah alel efektif; PIC = *Polymorphism Information Content*.

optimal *annealing* pada penelitian ini yaitu pada suhu 57,1°C selama 30 detik. Kondisi ini berbeda dengan yang telah dilakukan oleh Shin dan Chung (2007) dimana suhu *annealing* sebesar 55°C selama 60 detik. Perbedaan ini dapat terjadi karena pada metode penelitian mereka menggunakan bahan pereaksi PCR dan mesin PCR yang berbeda dengan penelitian ini sehingga program PCR akan berbeda termasuk kondisi optimal *annealing* primer.

Lokus yang dideteksi dari gen TG adalah substitusi basa C/T pada posisi 422. Untuk menemukan situs restriksi pada lokus tersebut digunakan enzim *Bst*YI yang mempunyai situs restriksi di 5' R↓GATCY 3'. Kode R dapat berupa basa adenin (A) atau Guanin (G) sedangkan kode Y dapat berupa basa Sitosin (C) atau Timin (T). Pada alel T, basa C diposisi 422 berganti dengan basa T yang menyebabkan enzim *Bst*YI tidak mengenali situs restriksi sehingga pada posisi tersebut DNA tidak terpotong dan hanya menghasilkan dua potongan pita pada gel (72 dan 473 pb) sedangkan pada alel C, basa C diposisi 422 tidak berubah sehingga terpotong dan menghasilkan tiga potongan pita (72, 295 dan 178 pb). Enzim *Bst*YI memiliki situs restriksi yang sama (*isoschizomer*) dengan *Mfl*I, *Mbo*I, *Xho*II, *Psu*I

maupun *BstX21* sehingga untuk memperoleh situs restriksi pada lokus yang sama dengan penelitian ini, dapat menggunakan alternatif enzim tersebut seperti penggunaan enzim restriksi *MfII* oleh Shin dan Chung (2007), *PvuI* oleh Fortes (2009), dan *MboI* oleh Bonilla et al. (2010).

Pada penelitian ini ditemukan dua tipe alel (C dan T) dengan frekuensi alel C sebesar 0,995. Menurut Nei (1987), Frankham et al. (2004) dan Allendorf dan Luikart (2007), sebuah lokus dikatakan polimorfik jika frekuensi alel yang umumnya muncul (*most common allele*) kurang dari 0,99 (99%) sedangkan monomorfik jika diketahui hanya satu alel pada sebuah lokus atau adanya *most common allele* yang memiliki frekuensi tinggi (>95% atau 99%). Ini menunjukkan bahwa TG5 pada penelitian ini bersifat monomorfik.

Frekuensi alel C dan T pada sapi Bali dari penelitian ini masing-masing sebesar 0,995 dan 0,005. Ini berarti alel C merupakan alel yang umum ditemukan pada populasi sapi Bali di kawasan MBC, sedangkan alel T sangat jarang ditemukan. Sebagai perbandingan, pada Tabel 4 disajikan frekuensi genotipe dan alel pada beberapa bangsa sapi dari spesies *Bos taurus*, *Bos indicus* dan sapi Bali (*Bos javanicus*). Berdasarkan Tabel 4, ternyata frekuensi alel C dan T pada sapi Bali hampir sama pada sapi *Bos indicus*. Frekuensi alel T pada *Bos indicus* hanya berkisar antara 0,00 sampai 0,03. Sebaliknya alel T cenderung banyak terdapat pada sapi *Bos taurus* meskipun frekuensinya bervariasi (0,02-0,49). Namun ada beberapa bangsa sapi *Bos taurus* yang membawa alel T dengan frekuensi yang cukup tinggi seperti pada sapi Wagyu (0,31) (Casas et al. 2007), Korean cattle (0,36) (Shin dan Chung 2007) dan Angus (0,49) (Pannier et al. 2010).

Dilihat dari distribusi genotipenya, genotipe CC merupakan genotipe yang paling umum muncul pada sapi Bali (*Bos javanicus*) dengan proporsi mencapai 99%. Kondisi tersebut juga terjadi pada populasi sapi *Bos indicus* dengan proporsi genotipe CC mencapai 94,6% sampai 100% sedangkan pada sapi *Bos taurus* frekuensi alel CC terlihat tidak sebanyak pada *Bos indicus* maupun *Bos javanicus* karena terdistribusi pada genotipe CT dan TT (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa alel C lebih banyak ditemukan pada sapi Bali maupun sapi *Bos indicus* dan bahkan cenderung bersifat tetap (*fixed*) artinya hanya alel C saja yang ada pada populasi sapi tersebut sehingga seluruh sapi bergenotipe homozigot CC. Sebagai contoh yang terjadi pada populasi sapi Nellore (Fortes et al. 2009). Sementara itu, alel T dan genotipe TT terlihat lebih banyak dibawa oleh sapi *Bos taurus*, meskipun ada beberapa bangsa sapi dari *Bos taurus* yang frekuensi genotipe TT-nya sangat rendah bahkan sama sekali tidak ditemukan seperti Limousin (1,6%), Friesian (0%) dan Hereford (0%). Fortes et al. (2009) dan Carvalho et al. (2012) menyatakan bahwa seiring dengan meningkatnya komposisi genetik sapi *Bos taurus* pada sapi hasil persilangan, maka frekuensi alel T akan semakin tinggi.

Hasil analisis *Chi-square* menunjukkan bahwa frekuensi genotipe pada populasi penelitian dalam keseimbangan Hardy-Weinberg (HWE). Menurut Allendorf dan Luikart (2007) jika populasi dalam HWE, maka dapat dikatakan frekuensi genotipe dan alel selalu konstan dari generasi ke

generasi. Keseimbangan gen dalam populasi terjadi jika tidak ada seleksi, mutasi, migrasi dan *genetic drift* (Falconer dan Mackay 1996).

Alel T seringkali dianggap sebagai alel marker TG5 yang menguntungkan (*favourable allele*) karena sapi pembawa alel T cenderung memiliki lemak intramuskular atau skor marbling yang lebih tinggi dibanding sapi pembawa alel C. Oleh karena itu, genotipe TT diberi skor paling tinggi (skor 2) pada marker TG5 yang digunakan sebagai marker genetik komersial seperti pada GeneSTAR MARB (Genetic Solutions/Bovigen Pty. Ltd., Australia) (Rincker et al. 2006). Meskipun pada kenyataannya, dalam analisis asosiasi genetik antara genotipe dan fenotip (sifat marbling) menggunakan marker tersebut masih memberikan hasil yang bervariasi pada beberapa bangsa sapi. Berdasarkan penelitian Barendse (1999), Bonilla et al. (2010) dan Anton et al. (2010), sapi bergenotipe TT dikatakan memiliki kandungan lemak intramuskuler atau skor marbling yang lebih tinggi dibanding sapi bergenotipe CC dan CT. Anton et al. (2013) menambahkan bahwa tingkat marbling cenderung menurun pada sapi bergenotipe CT dan CC. Akan tetapi hasil tersebut berbeda dengan hasil penelitian pada Korean cattle oleh Shin dan Chung (2007) yang memberi hasil sebaliknya bahwa genotipe CC dan CT memiliki marbling yang lebih baik dibanding sapi bergenotipe TT. Beberapa peneliti juga melaporkan tidak adanya asosiasi antara marker tersebut dengan sifat marbling pada beberapa sapi *Bos taurus* maupun *Bos indicus* (Casas et al. 2005; Rincker et al. 2006; Pannier et al. 2010).

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, heterozigositas pengamatan ( $H_o$ ) dan heterozigositas harapan ( $H_e$ ) memiliki nilai yang sama, ini dapat diartikan bahwa perkawinan dalam populasi sapi Bali tersebut diperkirakan terjadi secara acak (Frankham et al. 2002). Namun nilainya sangat rendah ( $H_o = 0,010$  dan  $H_e = 0,009$ ). Menurut Nei (1987), nilai heterozigositas tergantung pada jumlah sampel, jumlah alel dan frekuensi alel. Diduga penggunaan jumlah sampel sapi dan dalam kawasan yang terbatas menjadi penyebab rendahnya nilai heterozigositas. Nilai heterozigositas yang menurun dapat menyebabkan hilangnya variasi genetik dalam suatu populasi bahkan diperoleh alel yang tetap (*fixed*) (Russel, 2010) atau dikatakan dalam kondisi monomorfik.

Penentuan tingkat informatif suatu marker dapat diketahui dari nilai PIC. Bootstein et al. (1980) membagi nilai PIC menjadi tiga kategori yaitu rendah ( $\leq 0,25$ ), moderat ( $0,25 < PIC < 0,5$ ), dan tinggi ( $\geq 0,5$ ). Nilai PIC pada penelitian ini sebesar 0,009 sehingga tingkat informatif marker TG5 termasuk kategori rendah bahkan sangat rendah. Ini berarti marker TG5 tidak dapat digunakan sebagai marker genetik untuk diasosiasikan dengan sifat marbling pada sapi Bali di kawasan MBC.

Jumlah alel efektif ( $N_e$ ) menunjukkan nilai 1,010. Jika dibandingkan dengan jumlah alel yang ada (alel C dan T), nilai  $N_e$  yang didapatkan tidak sesuai. Hal ini dapat dikatakan hanya ada satu alel yang secara efektif muncul dan memiliki frekuensi yang tinggi yaitu alel C saja. Jumlah alel efektif akan memiliki jumlah yang hampir sama dengan jumlah alel jika frekuensi alel yang ada dalam kondisi seimbang (Frankham et al. 2002).

**Table 4.** Frekuensi genotipe dan alel TG5 pada beberapa bangsa sapi

Spesies	Bangsa sapi	n	Frekuensi genotipe			Frekuensi alel		Referensi
			%CC (n)	%CT (n)	%TT (n)	C	T	
<i>Bos taurus</i>	Limousin	123	66,7 (82)	31,7 (39)	1,6 (2)	0,83	0,17	Pannier et al (2010)
	Charolais	80	56,3 (45)	35,0 (28)	8,7 (7)	0,74	0,26	Pannier et al (2010)
	Friesian	76	73,7 (56)	26,3 (20)	0,0 (0)	0,87	0,13	Pannier et al (2010)
	Simmental	58	39,6 (23)	55,2 (32)	5,2 (3)	0,67	0,33	Pannier et al (2010)
	Angus	39	20,5 (8)	61,5 (24)	18,0 (7)	0,51	0,49	Pannier et al (2010)
	Hereford	32	96,9 (31)	3,1 (1)	0,0 (0)	0,98	0,02	Pannier et al (2010)
	British	211	56,4 (119)	34,1 (72)	9,5 (20)	0,74	0,26	Casas et al. (2007)
	Norwegian	72	65,3 (47)	30,6 (22)	4,1 (3)	0,80	0,20	Casas et al. (2007)
	Swedish	68	57,3 (39)	32,4 (22)	10,3 (7)	0,74	0,26	Casas et al. (2007)
	Wagyu	153	48,4 (74)	40,5 (62)	11,1 (17)	0,69	0,31	Casas et al. (2007)
Korean cattle	309	41,1 (127)	46,0 (142)	12,9 (40)	0,64	0,36	Shin dan Chung (2007)	
<i>Bos indicus</i>	Brahman	467	94,6 (442)	3,9 (18)	1,5 (7)	0,97	0,03	Casas et al. (2005)
	Nellore	46	100,0 (46)	0,0 (0)	0,0 (0)	1,00	0,00	Fortes et al. (2009)
<i>Bos javanicus</i>	Bali	100	99,0 (99)	1,0 (2)	0,0 (0)	0,995	0,005	Penelitian ini

Keterangan: n = jumlah sampel

Pada kasus ini, oleh karena alel T sebagai alel minor memiliki frekuensi yang sangat rendah (0,005), maka analisis asosiasi genetik belum dapat dilakukan. Menurut Bennett et al. (2013), perlu diperhatikan bahwa analisis asosiasi genetik tidak dapat diestimasi dengan baik jika dalam suatu populasi terdapat alel minor yang frekuensinya rendah (jauh di bawah 0,5).

Begitu pula jika proporsi satu atau lebih genotipe sangat jauh dengan genotipe yang lain, maka keakuratan estimasi asosiasi genetik akan berkurang. Casas et al. (2005), menyatakan bahwa frekuensi genotipe yang rendah dapat mengganggu hasil analisis asosiasi antara marker genetik dengan sifat fenotip (marbling) terutama jika terdapat pengaruh dominan-resesif atau aditif yang relatif kecil. Untuk itu, pada penelitian yang dilakukan Fortes et al. (2009), genotipe TT tidak diikutkan dalam perhitungan asosiasi genetik karena frekuensinya yang rendah (2,72%).

Cara yang dapat dilakukan untuk melakukan analisis asosiasi genetik jika kondisi tersebut terjadi adalah dengan meningkatkan proporsi alel minor mendekati 0,5 pada populasi sapi yang diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan program perkawinan yang terarah berdasarkan komposisi genotipe setiap individu sapi. Metode untuk meningkatkan proporsi alel minor dapat dilihat pada studi Bennett et al. (2013). Mereka mampu meningkatkan frekuensi alel minor dari sekitar 0,2 menjadi 0,4 meskipun menghasilkan proporsi sapi bergenotipe TT yang masih rendah (sekitar 14%). Namun jika kondisi tersebut sulit dilakukan atau selalu terjadi *fixation* pada suatu alel (frekuensinya sangat rendah), Fortes et al. (2009) menganjurkan untuk mencari marker genetik yang baru.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa TG5 pada sapi Bali di kawasan MBC dalam kondisi monomorfik dan tidak dapat digunakan sebagai marker genetik karena tingkat informasi polimorfisme yang sangat

rendah. Untuk penelitian lebih lanjut, penambahan jumlah sampel dari beberapa daerah sumber bibit sapi Bali di luar kawasan MBC penting untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai pola keragaman genetik TG5 pada sapi Bali di Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bogor, Jawa Barat atas dukungan pendanaan dari kegiatan Enrekang Technopark. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Universitas Hasanuddin, Dinas Peternakan dan Perikanan Kabupaten Enrekang serta para peternak atas kerjasamanya dalam penyediaan sampel sapi Bali. Kepada Edy Sophian, Ilham Syarif, Lusiana dan Citra diucapkan terima kasih atas bantuannya dalam koleksi sampel darah dilapangan serta Widya Pintaka Bayu Putra atas bantuan teknis di laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ailhaud G, Grimaldi P, Negrel R. 1992. Cellular and molecular aspects of adipose tissue development. *Annu Rev Nutr* 12: 207-233.
- Allendorf FW, Luikart GH. 2007. Conservation and the Genetics of Populations. Blackwell Publishing, UK.
- Anton I, Zsolnai A, Holló I, Repa I, Holló G. 2013. Effect of thyroglobulin gene polymorphism on the intramuscular fat content in cattle examined by x-ray computed tomography and Soxhlet methods [brief report]. *Archiv Tierzucht* 56 (59): 593-596.
- Barendse WJ. 1999. Assessing lipid metabolism. International Patent Application WO9923248 US6383751 (PCT/AU98/00882).
- Bennett GL, Shackelford SD, Wheeler TL, King DA, Casas E, Smith TPL. 2013. Selection for genetic markers in beef cattle reveals

- complex associations of thyroglobulin and casein1-S1 with carcass and meat traits. *J Anim Sci* 91: 565-571.
- Bonilla, CA, Rubio MS, Sifuentes AM, Parra-Bracamonte GM, Arellano VW, Méndez MRD, Berruecos JM, Ortiz R. 2010. Association of CAPN1 316, CAPN1 4751 and TG5 markers with bovine meat quality traits in Mexico. *Genet Mol Res* 9: 2395-2405.
- Botstein, D, White RL, Skolnick M, Davis RW. 1980. Construction of a genetic linkage map in human using restriction fragment length polymorphisms. *Am J Hum Genet* 32: 314-331.
- Casas E, Shackelford SD, Keele JW, Koohmaraie M, Smith TPL, Stone RT. 2003. Detection of quantitative trait loci for growth and carcass composition in cattle. *J Anim Sci* 81: 2976-2983.
- Casas E, White SN, Riley DG, Smith TPL, Brennehan RA, Olson TA, Johnson DD, Coleman SW, Bennett GL, Chase, Jr. CC. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *J Anim Sci* 83: 13-19.
- Casas E, White SN, Shackelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M, Bennett GL, Smith TPL. 2007. Assessing the association of single nucleotide polymorphisms at the thyroglobulin gene with carcass traits in beef cattle. *J Anim Sci* 85: 2807-2814.
- Falconer DS, Mackay TF. 1996. *Introduction to Quantitative Genetic*. 4<sup>th</sup> Ed. Longman Group Ltd., England.
- Fortes MRS, Curi RA, Chardulo LAL, Silveira AC, Assumpção MEOD, Visintin JA, de Oliveira HN. 2009. Bovine gene polymorphisms related to fat deposition and meat tenderness. *Genet Mol Biol* 32 (1): 75-82.
- Frankham R, Ballou JD, Briscoe DA. 2002. *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, New York.
- Frankham R, Ballou JD, Briscoe DA. 2004. *A Primer of Conservation Genetics*. Cambridge University Press, New York.
- Hudson NJ, Reverter A, Greenwood PL, Guo B, Cafe LM, Dalrymple BP. 2015. Longitudinal muscle gene expression patterns associated with differential intramuscular fat in cattle. *Animal* 9 (4): 650-659.
- Moore SS, Li C, Basarab J, Snelling WM, Kneeland J, Murdoch B, Hansen C, Benkel B. 2003. Fine mapping of quantitative trait loci and assessment of positional candidate genes. *J Anim Sci* 81: 1919-1925.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York.
- Nei M dan Kumar S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, New York.
- Okumura T, Saito K, Nade T, Misumi S, Masuda Y, Sakuma H, Nakayama S, Fujita K, Kawamura T. 2007. Effects of intramuscular fat on the sensory characteristics of *M. longissimus dorsi* in Japanese Black Steers as judged by a trained analytical panel. *Asian-Aust J Anim Sci* 20 (4): 577-581.
- Pannier L, Mullen AM, Hamill RM, Stapleton PC, Sweeney T. 2010. Association analysis of single nucleotide polymorphisms in DGAT1, TG and FABP4 genes and intramuscular fat in crossbred *Bos taurus* cattle. *Meat Sci* 85: 515-518.
- Purwantara B, Noor RR, Andersson G, Rodriguez-Martinez H. 2012. Banteng and Bali Cattle in Indonesia: Status and Forecasts. *Reprod Dom Anim*. 47 (Suppl. 1): 2-6. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2011.01956.x
- Rincker CB, Pyatt NA, Berger LL, Faulkner DB. 2006. Relationship among GeneSTAR marbling marker, intramuscular fat deposition, and expected progeny differences in early weaned Simmental steers. *J Anim Sci* 84: 686-693.
- Russell PJ. 2010. *iGenetics: A Molecular Approach*. 3<sup>rd</sup> Ed. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco.
- Shin SC, Chung ER. 2007. Association of SNP marker in the thyroglobulin gene with carcass and meat quality traits in Korean Cattle. *Asian-Aust J Anim Sci* 20 (2): 172-177.
- Suwiti NK, Suastika IP, Swacita IBN, Besung INK. 2015. Studi histologi dan histomorfometri daging sapi Bali dan Wagyu. *Jurnal Veteriner* 16 (3): 432-438.
- Van Eenennaam AL, Li J, Thallman RM, Quaas RL, Dikeman ME, Gill CA, Franke DE, Thomas MG. 2007. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. *J Anim Sci* 85: 891-900.
- Wheeler TL, Cundiff LV, Koch RM. Effect of marbling degree on beef palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *J Anim Sci* 72: 3145-3151.

# Penampilan jagung hibrida hasil silang-tunggal dari berbagai kombinasi persilangan galur inbrida

## Performance of single-cross maize hybrids from several cross combination of inbred lines

P.K. DEWI HAYATI<sup>1\*</sup>, SUTOYO<sup>1</sup>, TEGUH BUDI PRASETYO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Unand, Limau Manih, Padang 25163, Sumatera Barat. Tel./Fax. +62-751-72701/72702, \*email: pkdewihayati@yahoo.com

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus Unand, Limau Manih, Padang 25163, Sumatera Barat

Manuskrip diterima: 20 April 2016. Revisi disetujui: 11 Desember 2016.

**Abstrak.** Dewi Hayati PK, Sutoyo, Prasetyo TB. 2016. Penampilan jagung hibrida hasil silang-tunggal dari berbagai kombinasi persilangan galur inbrida. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 165-168*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa hibrida jagung hasil silang-tunggal dari persilangan berbagai kombinasi galur inbrida (*inbred*) dan mendapatkan hibrida yang memiliki penampilan agronomis yang baik dan hasil yang tinggi. Evaluasi terhadap 12 hibrida silang-tunggal, dua varietas hibrida komersial, dan satu varietas bersari bebas dilakukan di Kabupaten Pasaman Barat yang merupakan sentra produksi jagung di Provinsi Sumatera Barat dari bulan April hingga Agustus 2015. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Benih ditanam dalam plot yang terdiri dari empat baris tanaman dengan panjang 3 m dan jarak tanam 25 cm di dalam baris dan 75 cm antarbaris tanaman. Pemeliharaan dilakukan dengan mengikuti kultur agronomis standar. Data hasil pengamatan dianalisis ragam menggunakan uji F pada taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf nyata 0,05 dengan bantuan perangkat SAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa kombinasi hasil persilangan memiliki penampilan agronomis dan hasil yang setara dengan varietas hibrida komersial. Jagung hibrida yang diuji juga menunjukkan nilai heterosis yang tinggi, baik untuk karakter agronomis maupun hasil. Beberapa hibrida silang tunggal yaitu H80, H140, H170, dan H185 memiliki hasil mencapai 8,5 t/ha sehingga memiliki peluang untuk dikembangkan dan dievaluasi lebih lanjut di berbagai lokasi.

**Kata kunci:** Heterosis, hibrida, galur inbrida, silang-tunggal

**Abstract.** Dewi-Hayati PK, Sutoyo, Prasetyo TB. 2016. Performance of single cross maize hybrids from several cross combination of inbred lines. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 165-168*. The objectives of the study were to evaluate some single cross maize hybrids from several cross combination of parental inbred lines and to obtain maize hybrids that perform good agronomic traits and high yield potential. The evaluation of 12 single-cross hybrids, 2 commercial hybrids, and one composite variety was conducted in West Pasaman District, the main producer of maize in West Sumatra Province from April to August 2015. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block design with three replications. The seeds were sown in plot consisted of four plant rows with the length of 3 meters and spaced at 75 cm apart inter-rows and 25 cm apart within rows. The cultivation was conducted by following a standard cultural practice. Data were analyzed by using a variance F-test, whereas the mean comparisons were performed by using Tukey test at 5% level of the Statistical Analysis System (SAS) computer software. The results showed that several combinations of crosses performed agronomic traits and yield similarly to the commercial hybrids. The hybrids evaluated also performed a high heterosis both on agronomic and yield traits. Several single-cross hybrids, i.e., H80, H140, H170 and H185, had high yield around 8.5 t/ha, hence they had an opportunity for further development and evaluation in multi-location trials.

**Keywords:** Heterosis, hybrids, inbred lines, single-cross

### PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu dari tiga tanaman sereal utama di dunia yang menempati posisi penting dalam perekonomian maupun ketahanan pangan nasional karena pemanfaatannya yang luas sebagai sumber pangan, pakan ternak, dan bahan baku industri. Pemanfaatannya yang luas dan kebutuhan yang tinggi terhadap jagung menjadikan tanaman ini menjadi salah satu dari empat komoditas pangan strategis selain padi, kedelai, dan ubi kayu yang memperoleh perhatian khusus dari masyarakat ekonomi ASEAN (MEA).

Meskipun produksi jagung di Indonesia paling tinggi dibandingkan negara ASEAN lainnya yang mencapai 18,5 juta ton pada tahun 2013, kebutuhan jagung nasional mencapai 20,8 juta ton (Indonesia Investments 2015). Dengan demikian, upaya untuk meningkatkan produktivitas jagung nasional secara terpadu dan berkesinambungan menjadi suatu keharusan agar ketahanan pangan dan kedaulatan pangan nasional dapat tercapai.

Upaya untuk meningkatkan produktivitas jagung, salah satunya dapat dilakukan dengan menyediakan varietas-varietas jagung yang memiliki potensi hasil yang tinggi yaitu varietas hibrida. Varietas hibrida memiliki potensi

hasil yang tinggi, 15-20% lebih tinggi dibandingkan dengan varietas bersari bebas disamping memberikan keseragaman penampilan agronomis yang tinggi dan umur panen yang genjah (Duvick 1999). Varietas hibrida juga menunjukkan keragaan tanaman yang lebih baik pada kondisi lingkungan yang mengalami cekaman, antara lain lahan masam (Dewi-Hayati et al. 2014a, 2014b; Dewi-Hayati et al. 2015).

Perakitan varietas hibrida terdiri dari sejumlah tahapan yang meliputi ketersediaan tetua homozigot, baik dari proses silang dalam/penyerbukan sendiri (*inbreeding*) berkelanjutan ataupun galur murni, pengujian galur tetua pada semua kombinasi persilangan yang memungkinkan, serta penggunaan galur tetua terpilih dalam produksi benih hibrida. Hibrida yang unggul tidak hanya ditentukan oleh penampilan galur inbrida tetua, namun juga ditentukan oleh kemampuan bergabung dari galur-galur inbrida yang disilangkan dalam menghasilkan hibrida.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi beberapa hibrida jagung hasil silang-tunggal dari persilangan berbagai kombinasi galur inbrida (*inbred*) tetua dan mendapatkan hibrida yang memiliki penampilan agronomis yang baik dan hasil yang tinggi. Oleh karena kombinasi persilangan tidak dilakukan menurut metode Griffing, kemampuan daya gabung antar galur inbrida tetua tidak dapat dilaporkan. Diharapkan dari berbagai hibrida yang dievaluasi, diperoleh hibrida yang hasilnya hampir sama atau bahkan melebihi varietas hibrida komersial yang ada.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April hingga Agustus 2015 di Jorong Ophir, Kecamatan Luhak Nan Duo, Kabupaten Pasaman Barat yang merupakan sentra produksi jagung di Sumatera Barat. Evaluasi dilakukan terhadap 15 genotipe yang terdiri dari 12 hibrida silang-tunggal, 2 varietas hibrida komersial (P23 dan NK99), serta 1 varietas bersari bebas (Sukmaraga). Hibrida silang-tunggal diperoleh dari berbagai kombinasi persilangan galur inbrida tetua yang dilakukan secara manual mengikuti prosedur Russell dan Hallauer (1980) yang berasal dari tahapan penelitian sebelumnya. Silsilah tetua persilangan (*pedigree*) dari 12 hibrida silang-tunggal yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Percobaan dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Plot yang digunakan untuk setiap genotipe terdiri atas empat baris tanaman dengan panjang 3 meter dan jarak tanam 25 cm x 75 cm. Dosis pemupukan yang digunakan yaitu 150 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dan 75 kg K<sub>2</sub>O per ha yang diaplikasikan dalam bentuk urea, SP36, dan KCl. SP36 dan KCl diberikan pada 14 hari setelah tanam (HST), sedangkan urea diberikan secara terpisah dengan jumlah yang sama pada 14 dan 28 HST. Penanaman dan pemeliharaan dilakukan dengan mengikuti kultur agronomis standar yang disesuaikan dengan praktik petani di lokasi percobaan. Data karakter agronomis yang diamati meliputi tinggi tanaman yang diukur mulai dari pangkal batang hingga buku tempat keluarnya daun terakhir dan tinggi tongkol yang diukur

**Tabel 1.** Silsilah tetua persilangan (*pedigree*) dari 12 hibrida silang-tunggal yang dievaluasi.

Hibrida silang tunggal	<i>Pedigree</i>
H76	Sg51 x Gg44
H80	Sg9 x Bo8
H81	Sg20 x BC10
H83	Sg9 x Uq30
H85	Sg24 x Uq16
H86	Sg2 x Bo8
H88	Sg9 x Uq7
H99	Sg51 x Gg4
H101	Gg4 x Sg9
H116	Gg44 x Uq30
H133	Sg2 x BC10
H138	P3 x Sg24
H140	BC10 x Uq13
H170	P3 x BC10
H185	Bo8 x Sg24

mulai dari pangkal batang hingga buku tempat keluarnya tongkol yang paling besar, sedangkan karakter hasil yang diamati meliputi panjang tongkol yang diukur dari pangkal sampai ujung tongkol yang penuh berisi, diameter tongkol yang merupakan ukuran keliling lingkaran tongkol setelah tongkol dilepas dari klobotnya, serta bobot biji per ha. Bobot biji merupakan hasil biji pipilan kering yang ditimbang dan ditentukan kadar airnya menggunakan alat *moisture meter*, kemudian bobot biji dikonversi pada kadar air 15%. Data bobot biji per ha diambil dari area pemanenan seluas 3,75 m<sup>2</sup> yang berada di tengah-tengah baris, sedangkan data agronomis diambil dari rata-rata 10 tanaman sampel.

Data dianalisis ragam dengan menggunakan uji F, sedangkan perbandingan nilai tengah dilakukan dengan menggunakan uji Tukey pada taraf nyata 0,05 dengan menggunakan SAS *Software* versi 9.1.3 (SAS Institute Inc. 2003). Nilai heterosis untuk hasil biji pada setiap hibrida diduga berdasarkan nilai rata-rata kedua tetuanya (*mid-parent*), sedangkan nilai heterobeltiosis diduga berdasarkan nilai rata-rata tetua terbaiknya (*best-parent*). Data penampilan agronomis galur inbrida tetua diperoleh dari data hasil evaluasi galur inbrida yang telah dilakukan sebelumnya (Dewi-Hayati et al. 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa genotipe yang dievaluasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua karakter. Hibrida silang-tunggal dari berbagai kombinasi persilangan tetua memberikan hasil 7,38-8,52 t/ha biji dengan rata-rata hasil 8,16 t/ha (Tabel 2).

Seluruh hibrida silang-tunggal yang dievaluasi memberikan hasil biji rata-rata 20% lebih tinggi dibandingkan dengan varietas bersari bebas Sukmaraga.

Hibrida silang-tunggal yang dievaluasi pada penelitian ini pada umumnya berasal dari kombinasi persilangan yang melibatkan galur inbrida yang berasal dari varietas Sukmaraga (Sg) sebagai salah satu tetua, baik tetua jantan maupun tetua betina, kecuali H140, H170, dan H116. Hal ini menunjukkan bahwa galur-galur inbrida yang dihasilkan dari varietas Sukmaraga memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai tetua dalam persilangan.

Masing-masing galur dari varietas bersari bebas pada dasarnya memiliki genetik yang berbeda. Hal ini dikarenakan varietas bersari bebas merupakan gabungan dari sekumpulan hibrida, sehingga sifat genetik dari masing-masing individu tanaman pada varietas bersari bebas juga berbeda. Penampilan hasil yang tinggi dari beberapa hibrida hasil persilangan galur yang berasal dari Sukmaraga disebabkan karena potensi genetik yang tinggi dari varietas Sukmaraga. Balitsereal (2004) melaporkan bahwa varietas tersebut merupakan varietas bersari bebas yang memiliki potensi hasil yang tinggi dan toleran terhadap lahan masam.

Meskipun umumnya hibrida silang-tunggal memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan varietas bersari bebas Sukmaraga, seluruh hibrida yang dihasilkan memiliki hasil yang masih setara dengan kedua hibrida komersial. Namun demikian, hibrida silang-tunggal H80, H140, H170, dan H185 memiliki hasil mencapai 8,5 t/ha, sehingga memiliki peluang untuk dievaluasi lebih lanjut pada berbagai lingkungan tumbuh untuk melihat stabilitas genetik hasil yang dimilikinya.

Penampilan hasil hibrida yang dievaluasi lebih baik dibandingkan dengan penampilan hasil kedua tetuanya maupun dengan galur tetua yang memiliki hasil tertinggi. Hal ini ditunjukkan oleh besarnya nilai heterosis berdasarkan kedua tetua yang mencapai lebih dari 100%, kecuali hibrida H85 (Tabel 2). Nilai heterobeltiosis atau heterosis berdasarkan salah satu tetua terbaik juga tinggi berkisar 54-130%. Tingginya nilai heterosis yang diperoleh pada penelitian ini seiring dengan tingginya nilai heterosis hibrida yang diperoleh dari penelitian Dewi-Hayati et al. (2014a, 2014b) yang menggunakan beberapa galur tetua yang sama. Hasil ini mengindikasikan bahwa hibrida silang-tunggal yang dievaluasi menunjukkan pemulihan vigor yang hilang selama proses silang dalam/penyerbukan sendiri (*inbreeding*) seiring dengan peningkatan level heterozigositas dengan terjadinya persilangan antar dua tetua galur inbrida yang berbeda latar belakang genetiknya.

Hibrida silang-tunggal secara umum memiliki penampilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hibrida komersial maupun varietas Sukmaraga (Tabel 3). Hibrida yang berasal dari kombinasi persilangan yang melibatkan galur inbrida dari varietas Sukmaraga sebagai tetua juga memiliki penampilan yang tinggi. Hal ini sejalan dengan yang diprediksikan oleh Dewi-Hayati et al. (2011). Karakter tinggi tanaman pada galur-galur Sukmaraga kurang sensitif terhadap tekanan silang dalam (*inbreeding depression*) dibandingkan dengan karakter lainnya. Dengan demikian, karakter yang tinggi ini tetap diwariskan kepada keturunan hasil persilangannya sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian ini.

**Tabel 2.** Hasil biji dari 12 hibrida silang-tunggal, dua hibrida komersial, dan satu varietas bersari bebas serta nilai heterosis dari masing-masing hibrida silang-tunggal.

Genotipe	Bobot biji		MP (t/ha)	BP (t/ha)	MPH (%)	BPH (%)
	KA	15% (t/ha)				
H76	8,16	<sup>a</sup>	3,69	4,90	121	66
H80	8,48	<sup>a</sup>	3,62	4,13	134	105
H81	8,30	<sup>a</sup>	3,29	3,83	152	116
H83	8,15	<sup>a</sup>	3,40	4,13	139	97
H85	8,09	<sup>a</sup>	4,55	5,23	78	55
H86	7,38	<sup>ab</sup>	3,47	3,83	113	93
H88	7,43	<sup>ab</sup>	3,63	4,13	105	80
H99	8,42	<sup>a</sup>	3,07	3,65	174	130
H101	8,35	<sup>a</sup>	3,89	4,13	115	102
H116	8,02	<sup>a</sup>	3,79	4,90	112	64
H133	8,13	<sup>a</sup>	3,83	3,83	112	112
H138	8,03	<sup>a</sup>	3,93	5,23	104	54
H140	8,46	<sup>a</sup>	3,30	3,83	156	120
H170	8,52	<sup>a</sup>	3,23	3,83	163	122
H185	8,47	<sup>a</sup>	4,17	5,23	103	62
Sukmaraga	6,80	<sup>b</sup>				
P23	8,25	<sup>a</sup>				
NK99	8,38	<sup>a</sup>				
Rata-rata hibrida silang-tunggal	8,16					
KK (%)	4,36					

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%. MP = Bobot biji rata-rata kedua tetua, BP = bobot biji tetua terbaik, MPH = *mid-parent* heterosis, BPH = *best-parent* heterosis, KK = koefisien keragaman.

**Tabel 2.** Penampilan agronomis dan komponen hasil 12 hibrida silang-tunggal, 2 hibrida komersial, dan satu varietas bersari bebas

Genotipe	Tinggi	Tinggi	Panjang	Diameter
	tongkol (cm)	tanaman (cm)	tongkol (cm)	tongkol (mm)
H76	129 <sup>ab</sup>	256 <sup>ab</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	48,2 <sup>ab</sup>
H80	119 <sup>ab</sup>	235 <sup>ab</sup>	16,3 <sup>ab</sup>	49,1 <sup>a</sup>
H81	128 <sup>ab</sup>	227 <sup>b</sup>	15,2 <sup>b</sup>	49,1 <sup>a</sup>
H83	124 <sup>ab</sup>	242 <sup>ab</sup>	17,9 <sup>ab</sup>	45,3 <sup>abc</sup>
H85	125 <sup>ab</sup>	230 <sup>b</sup>	17,7 <sup>ab</sup>	47,7 <sup>ab</sup>
H86	133 <sup>ab</sup>	240 <sup>ab</sup>	15,5 <sup>b</sup>	49,0 <sup>a</sup>
H88	142 <sup>a</sup>	245 <sup>ab</sup>	16,9 <sup>ab</sup>	45,5 <sup>abc</sup>
H99	125 <sup>ab</sup>	251 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>ab</sup>	45,6 <sup>abc</sup>
H101	129 <sup>ab</sup>	255 <sup>ab</sup>	16,3 <sup>ab</sup>	45,5 <sup>abc</sup>
H116	127 <sup>ab</sup>	235 <sup>ab</sup>	17,7 <sup>ab</sup>	46,7 <sup>abc</sup>
H133	133 <sup>ab</sup>	238 <sup>ab</sup>	15,5 <sup>b</sup>	48,6 <sup>a</sup>
H138	143 <sup>a</sup>	256 <sup>ab</sup>	19,0 <sup>a</sup>	46,7 <sup>abc</sup>
H140	117 <sup>b</sup>	237 <sup>ab</sup>	15,9 <sup>ab</sup>	48,5 <sup>a</sup>
H170	146 <sup>a</sup>	277 <sup>a</sup>	18,3 <sup>ab</sup>	47,8 <sup>ab</sup>
H185	137 <sup>ab</sup>	258 <sup>ab</sup>	16,1 <sup>ab</sup>	48,6 <sup>a</sup>
Sukmaraga	134 <sup>ab</sup>	237 <sup>ab</sup>	16,6 <sup>ab</sup>	44,5 <sup>bc</sup>
P23	121 <sup>ab</sup>	216 <sup>b</sup>	17,3 <sup>ab</sup>	43,7 <sup>c</sup>
NK99	115 <sup>b</sup>	222 <sup>b</sup>	18,0 <sup>ab</sup>	46,2 <sup>abc</sup>
Rata-rata hibrida silang-tunggal	130	245	16,9	47,5
KK (%)	6,0	5,5	5,8	2,6

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf yang sama, berbeda tidak nyata menurut uji Tukey pada taraf nyata 5%. KK = Koefisien keragaman.

Tinggi tongkol dari permukaan tanah bervariasi antargenotipe yang dievaluasi. Proporsi tinggi tongkol yang baik adalah letak tongkol yang berada di pertengahan tinggi tanaman. Hibrida silang-tunggal secara umum memiliki letak tongkol di pertengahan tinggi tanaman atau sedikit lebih tinggi. Hal ini menguntungkan karena tongkol jauh dari permukaan tanah sehingga relatif tidak disukai hama pengerat disamping tanaman serta tanaman tidak mudah rebah. Namun, tanaman yang terlalu tinggi, seperti H170, relatif mudah rebah/patah.

Berdasarkan karakter komponen hasil, panjang dan diameter tongkol hibrida silang-tunggal bervariasi. Hibrida silang-tunggal rata-rata memiliki panjang tongkol lebih pendek, namun diameter tongkol lebih besar dibandingkan kedua hibrida komersial. Hibrida H80, H81, H86, H133, H140, dan H185 memiliki panjang tongkol lebih besar dibandingkan hibrida komersial P23, namun memiliki panjang tongkol yang sama dengan hibrida NK99.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum hibrida silang-tunggal memiliki penampilan agronomis yang baik dan produktivitas hasil yang tinggi, sama dengan varietas hibrida komersial, bahkan lebih baik dibandingkan varietas bersari bebas Sukmaraga. Hibrida-hibrida tersebut juga menunjukkan nilai heterosis yang tinggi untuk karakter hasil, mengindikasikan bahwa hibrida-hibrida tersebut memiliki hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan tetuanya. Beberapa hibrida seperti H80, H140, H170, dan H185 memiliki hasil mencapai 8,5 t/ha sehingga memiliki peluang untuk dikembangkan dan dievaluasi lebih lanjut pada berbagai lokasi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tatang Subianto, SP atas bantuannya dalam kegiatan persilangan dan evaluasi di Kabupaten Pasaman Barat sepanjang tahun 2015. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Andalas dan Direktorat Jenderal

Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Andalas, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian No. 030/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2015.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balitsereal [Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Serealia]. 2004. Varietas unggul hibrida dan bersari bebas. Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Serealia, Maros, Sulawesi.
- Dewi-Hayati PK, Nazir A, Armansyah. 2011. Penampilan agronomis dan hasil serta toleransi terhadap aluminium beberapa galur inbred jagung yang berasal dari varietas Sukmaraga. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Regional Sumatera. Pemanfaatan Plasma Nutfah Lokal dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Mencapai Ketahanan Pangan. Universitas Andalas, Padang, 9-10 Desember 2011.
- Dewi-Hayati PK, Rozen N, Sutoyo. 2012. Evaluasi penampilan agronomis dan hasil 50 galur inbred jagung dalam rancangan *augmented* II untuk perakitan hibrida. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI). Peran Sumber Daya Genetik dan Pemuliaan dalam Mewujudkan Kemandirian Industri Perbenihan Nasional. Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian dan Institut Pertanian Bogor, Bogor, 6-7 November 2012.
- Dewi-Hayati PK, Syarif A, Prasetyo T. 2014a. Evaluasi hibrida dan kemampuan daya gabung beberapa galur inbred jagung di lahan masam. *Jurnal Agroteknologi* 4(2): 39-43.
- Dewi-Hayati PK, Sutoyo, Syarif A et al. 2014b. Performance of maize single-cross hybrids evaluated on acidic soils. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol* 4(3): 31-33.
- Dewi-Hayati PK, Saleh G, Shamsuddin J. 2015. Breeding of maize for acid soil tolerance: Heterosis, combining ability and prediction of hybrid based on SSR markers. Scholar's Press, Omni Scriptum GmbH and Co., Saarbrücken, Germany.
- Duvick DN. 1999. Commercial strategies for exploitation of heterosis. In: Coors JG, Pandey S (eds). *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. ASA, CSS and SSSA Inc. Madison, Wisconsin.
- Indonesia Investments. 2015. Corn production and consumption in Indonesia: Aiming for self-sufficiency. [www.indonesia-investments.com](http://www.indonesia-investments.com). [10 April 2016].
- Russell WA, Hallauer AR. 1980. Corn. In: Fehr WR, Hadley HH (eds). *Hybridization of Crop Plants*. ASS and CSSA Inc. Madison, Wisconsin.
- SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT® User's Guide Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.

# Butterflies of Baluran National Park, East Java, Indonesia

## Keanekaragaman kupu-kupu di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur, Indonesia

SANDY LEO<sup>✉</sup>, NUR AVIFAH, AYU NUR SASANGKA, SHAFIA ZAHRA

Wildlife Study Group Comata, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Indonesia. Kampus UI, Depok, West Java, 16424, Indonesia. ✉email: sandy.leo@sci.ui.ac.id

Manuskrip diterima: 5 Oktober 2015. Revisi disetujui: 12 Desember 2016.

**Abstrak.** Leo S, Avifah N, Sasangka AN, Zahra S. 2016. Keanekaragaman kupu-kupu di Taman Nasional Baluran, Jawa Timur, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 169-174*. Pulau Jawa merupakan kawasan yang diketahui memiliki keanekaragaman spesies kupu-kupu yang cukup tinggi dan mencapai lebih dari 640 spesies. Berdasarkan beberapa asumsi, keanekaragaman kupu-kupu tersebut tersebar pada beberapa taman nasional, termasuk Taman Nasional Baluran (TNB), Jawa Timur. Akan tetapi, keanekaragaman spesies kupu-kupu di TNB masih belum diketahui dengan jelas. Oleh karena itu, studi awal perlu dilakukan untuk menguji asumsi tersebut. Studi dilakukan pada tiga tipe ekosistem di TNB: hutan manting, savana dan *evergreen*. Studi ini dilakukan pada Agustus 2014 dengan metode *Pollard Walk*. Enam puluh tiga spesies kupu-kupu dari lima famili: Papilionidae (1), Nymphalidae (21), Lycaenidae (14), Pieridae (23) dan Hesperidae (4) berhasil ditemukan. Savana Bekol memiliki perbedaan komunitas yang paling mencolok dibandingkan dengan ekosistem lainnya. Dua ekoton memiliki kesamaan komunitas dan mirip dengan *evergreen*. Hutan Manting memperlihatkan perbedaan dengan savana dibandingkan dengan *evergreen*. *Ixias venilia* merupakan satu-satunya spesies endemik Jawa yang ditemukan di TNB. Perlu dilakukan inventaris lanjutan pada kawasan lainnya di TNB untuk melengkapi keanekaragaman spesies kupu-kupu yang berguna untuk manajemen konservasi kupu-kupu di TNB.

**Kata kunci:** Biodiversitas, konservasi, kupu-kupu, *pollard walk*

**Abstract.** Leo S, Avifah N, Sasangka AN, Zahra S. 2016. *Butterflies of Baluran National Park, East Java, Indonesia. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 169-174*. Java Island is well known with its butterfly diversity which may count up to 640 species. Based on several assumptions, these diversities probably were scattered into several national parks, including Baluran National Park (BNP), East Java. However, the butterfly list species in BNP remain unknown. Therefore, a preliminary study should be done to testify the assumption. This study was conducted at three ecosystem types in BNP: Manting forest, savanna, and evergreen. The study was done in August 2014 with *Pollard Walk* method. Sixty-three butterfly species from five families: Papilionidae (1), Nymphalidae (21), Lycaenidae (14), Pieridae (23) and Hesperidae (4) were recorded. Bekol Savanna has the highest butterfly community dissimilarity than the other ecosystem. Two ecotones have similarity with each other and close to evergreen. Manting Forest shown less dissimilarity with Savanna than Evergreen. *Ixias venilia* is only the Javan endemic species found in the BNP. Further inventory in other areas in BNP is needed to complete the biodiversity of butterfly species, which is useful for the conservation management of butterfly fauna at the.

**Keywords:** Biodiversity, conservation, butterflies, *pollard walk*

### INTRODUCTION

Butterflies have main important roles in nature as pollinator and bioindicator of ecosystem change (Thomas 2005; Bonebrake et al. 2010) Butterflies can be used as bioindicator because of its physical appearance which is easily observed, they are also diurnal, mostly not fly too fast and has distinct color patterns (Pe'er and Settele 2008). However, some family such as Hesperidae and some Papilionidae (*Troides* and *Graphium*) hardly observed due to its speed and its ability to fly over the canopy (Betts and Wootton 1988). Butterflies also can be used as flagship species and as a model for conservation studies. There is no way human kind and any other creatures would survive without them. Therefore, it is important to keep track of its distribution and maintain its diversity by doing regular inventory (Werner and Buszko 2005).

Indonesia as one of 17 megadiversity countries and has two of 25 global biodiversity hotspots (Mittermeier and Mittermeier 1997). One of taxon that show remarkable diversity was Lepidoptera or butterfly. Currently, out of 17500 species of butterflies which are known around the world, about 2000-2500 species of butterflies can be found in Indonesia and around 640 species occupied in Java. This estimation may not represent the real condition because many areas have not been studied yet (Peggie, 2011; 2014). Beside that, according to Widhiono (2014), it is currently estimated that 46 butterfly species are endemic to Java.

Baluran National Park as one of the conservation areas in Java is also believed to has great butterfly diversity as it is consisted of several ecosystem types, such as savanna, mangrove forest, monsoon forest and tropical rainforest in the mountain. We assume that butterfly composition in these ecosystems within BNP may differ to each other and

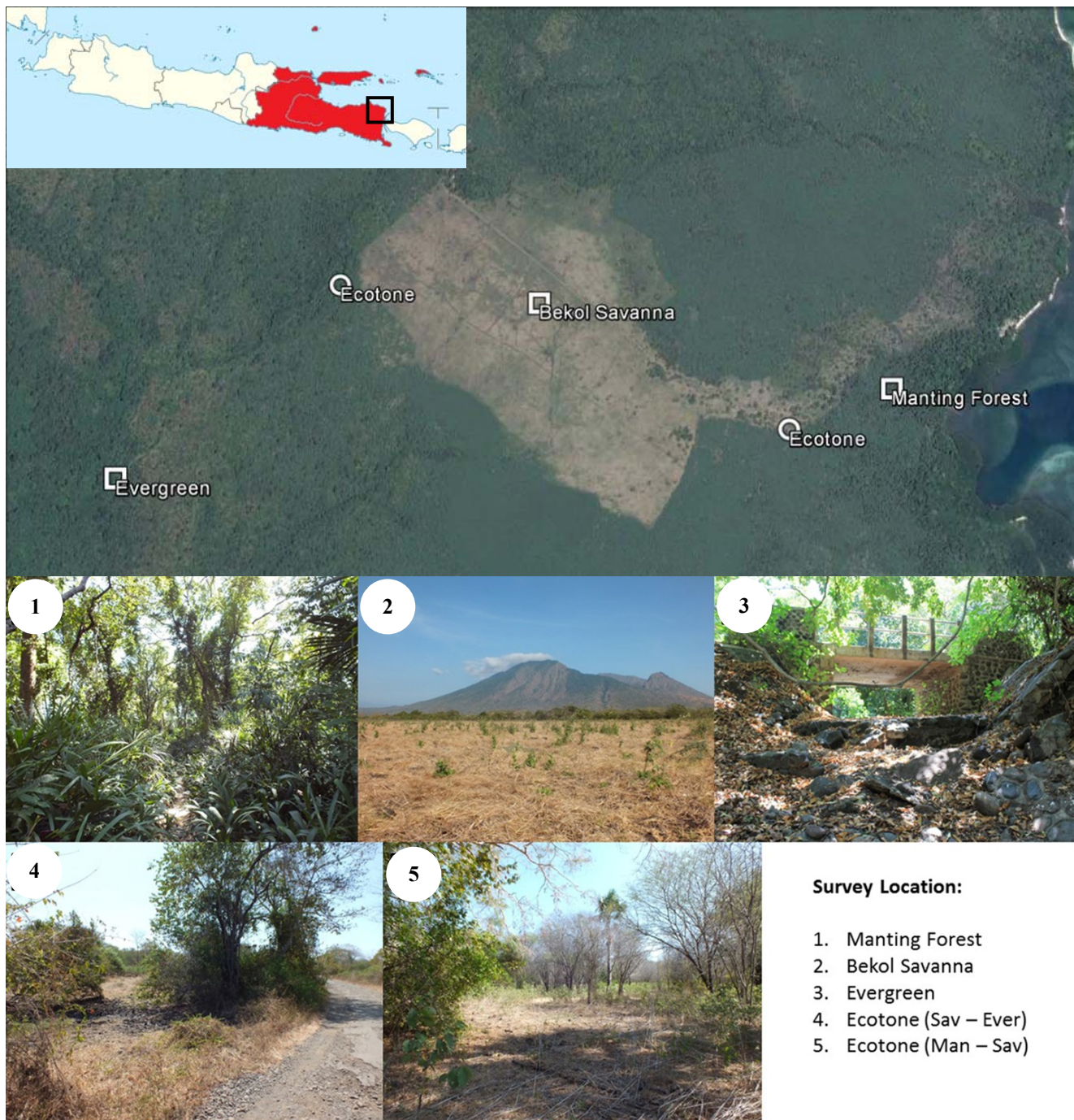
scattered with a specific pattern. However, limited information on the species of butterflies makes this study important to assess the butterflies species that are found in Baluran National Park.

## MATERIALS AND METHODS

### Study Area

Butterfly survey and inventory was done in four days in August, 20<sup>th</sup>-23<sup>rd</sup> 2014 in the dry season. Survey was

conducted at Baluran National Park and covered three types of ecosystem i. e. Manting Forest with *Corypha utan* and *Syzigium polyanthum* as dominant trees and located on the edge of the seashore, Bekol Savanna, Evergreen as the part of monsoon forest, dominated by shrubs and some trees with dense canopies and two ecotones dominated by shrubs (Figure 1). The selection of these survey locations was primarily determined by the ease of accessibility and the limitation of short survey time.



**Figure 1.** Butterfly survey location in Baluran National Park, East Java, Indonesia

## Methods

Survey and inventory were conducted by following the Pollard Walk method and counting butterfly species which is found in the same distance and time for five survey locations (Pollard and Yates 1993; Peggie 2014). Each butterfly species sample was collected and identified. A survey was done for each point with a distance of 500 meters and conducted during 08.00-11.00 WIB and 13.00-16.00 WIB. Butterfly identification was done using references: Piepers and Snellen (1909), Corbet and Pendlebury (1992), Braby (2004), Peggie and Amir (2006), Soekardi (2007) and Kirton (2014). Identified species of butterflies were grouped under different families. Later, data was analyzed by Jaccard Similarity Index using PAST ver. 2.17c.

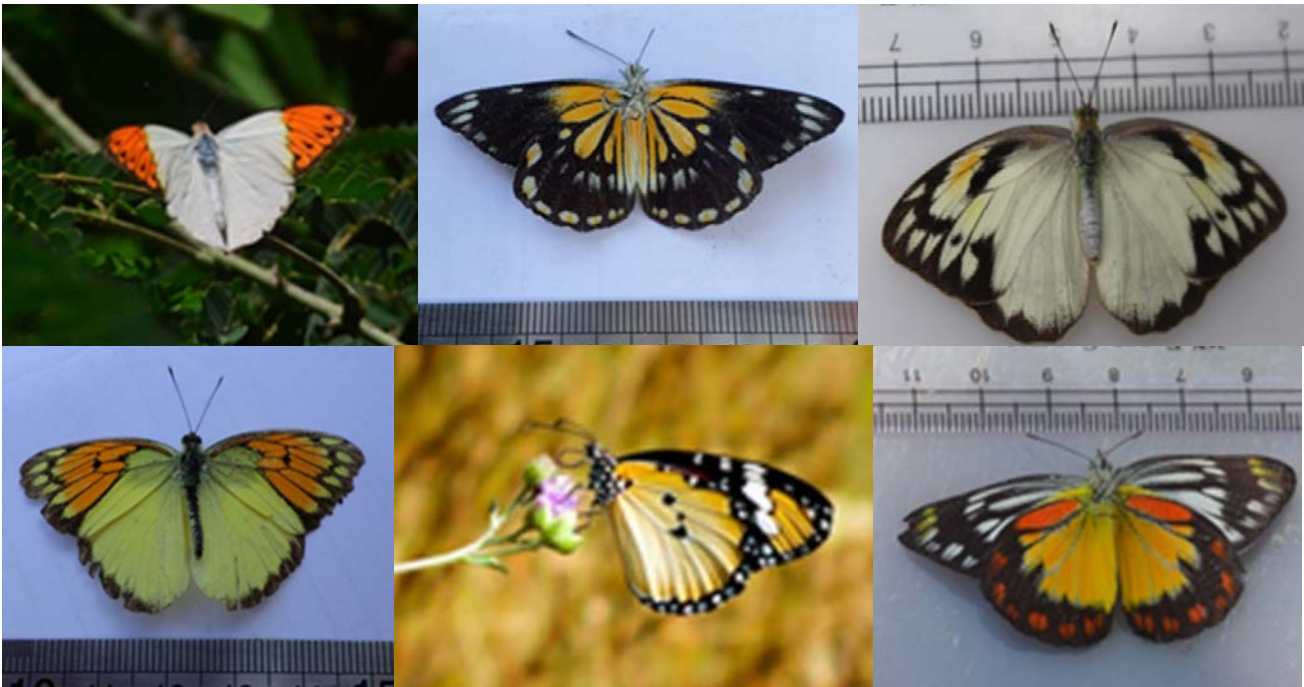
## RESULTS AND DISCUSSION

### Result

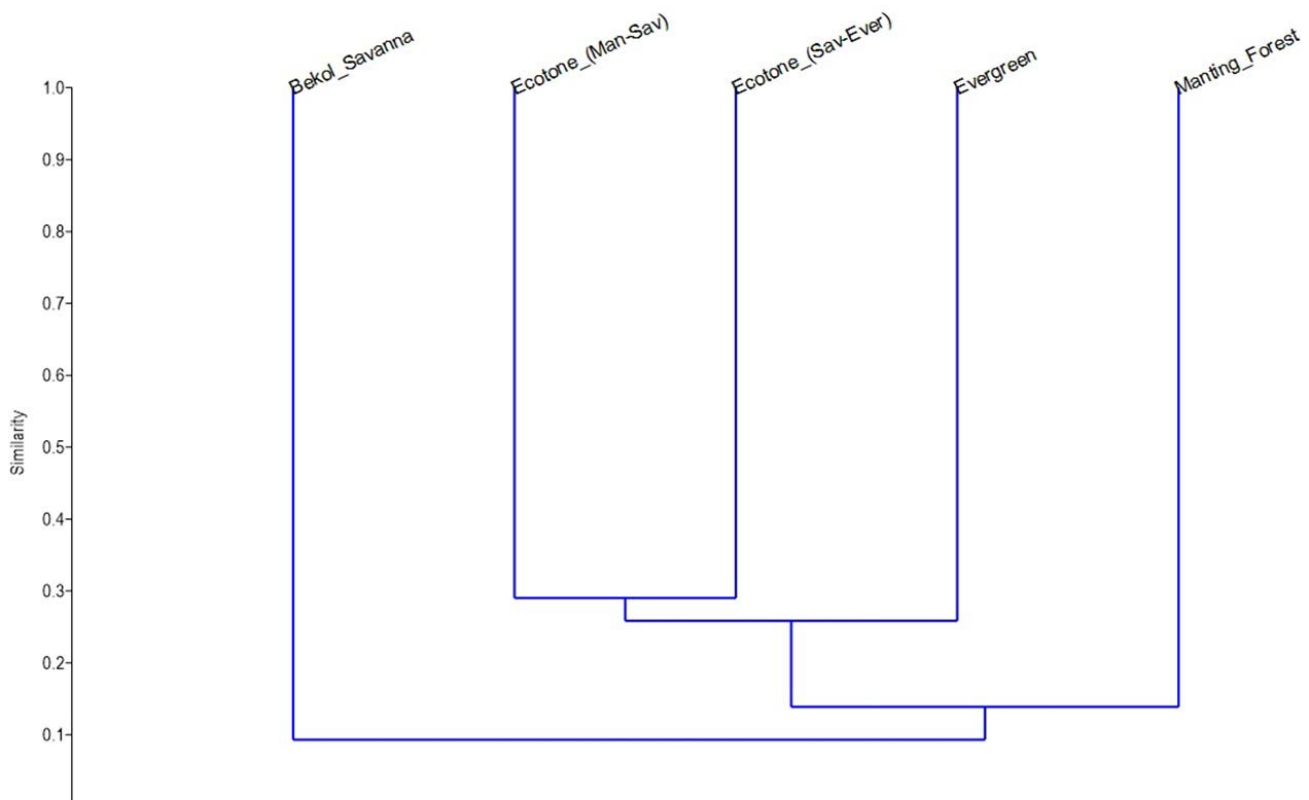
During the survey and inventory, 63 species of butterflies were recorded and classified into five families namely, Papilionidae (1 species), Nymphalidae (21), Lycaenidae (14), Pieridae (23) and Hesperidae (4). Evergreen has the highest butterfly diversity with 36 species, Bekol Savanna has the lowest butterfly diversity with 8 species, and Manting Forest in the middle with 23 species. Meanwhile, 20 species were found at both of ecotones (Manting Forest-Bekol Savanna) and (Bekol Savanna-Evergreen) (table 1). Based on Jaccard Similarity Index, butterflies similarity among ecosystem types presented in figure 2. Bekol Savanna has the highest butterfly community dissimilarity than the other ecosystems. Two ecotones have similarity with each other and close to Evergreen. Manting Forest shown less dissimilarity with Evergreen than Bekol Savanna. The score of Jaccard Similarity Index also presented in Table 2.

**Table 1.** List of butterfly species in several sites at the Baluran National Park

No	Species	Manting Forest	Ecotone (Man-Sav)	Bekol Savanna	Ecotone (Sav-Ever)	Evergreen
<b>Hesperidae</b>						
1	<i>Coladenia agnioides</i>	V				
2	<i>Hasora badra</i>		V			V
3	<i>Pelopidas conjunctus</i>		V			
4	<i>Taractrocera archias</i>			V		V
<b>Lycaenidae</b>						
5	<i>Arhopala pseudocentaurus</i>					V
6	<i>Castalius rosimon</i>				V	V
7	<i>Catochrysops panormus</i>	V				
8	<i>Catochrysops strabo</i>				V	V
9	<i>Chilades lajus</i>					V
10	<i>Discolampa ethion</i>				V	
11	<i>Euchrysops cnejus</i>				V	
12	<i>Euchrysops strabo</i>					V
13	<i>Everres lacturnus</i>				V	V
14	<i>Hypolycaena erylus</i>					V
15	<i>Leptotes plinius</i>				V	V
16	<i>Niphanda asialis</i>				V	
17	<i>Rapala iarbus</i>					V
18	<i>Zizina Otis</i>				V	V
<b>Nymphalidae</b>						
19	<i>Cupha erymanthis</i>	V				V
20	<i>Danaus chrysippus</i>				V	
21	<i>Danaus genutia</i>					V
22	<i>Elymnias hypermnestra</i>	V				
23	<i>Euploea camaralzeman</i>					V
24	<i>Euploea Eumice</i>	V				V
25	<i>Euploea tulliolus</i>	V				
26	<i>Hypolimnas bolina</i>	V				V
27	<i>Ideopsis juvena</i>	V				V
28	<i>Junonia hedonia</i>					V
29	<i>Junonia orithya</i>				V	
30	<i>Mycalesis horsfieldi</i>	V				V
31	<i>Mycalesis sp.</i>	V				
32	<i>Neptis hylas</i>				V	V
33	<i>Phaedyma columella</i>	V	V			
34	<i>Phalanta phalanta</i>					V
35	<i>Tirumala hamata</i>					V
36	<i>Tirumala septentrionis</i>	V				
37	<i>Yoma Sabina</i>					V
38	<i>Ypthima baldus</i>	V				
39	<i>Ypthima horsfieldii</i>	V				V
<b>Papilionidae</b>						
40	<i>Papilio demoleus</i>					V
<b>Pieridae</b>						
41	<i>Appias albina</i>					V
42	<i>Appias libythea</i>					V
43	<i>Appias lycida</i>	V				V
44	<i>Appias olferno</i>					V
45	<i>Appias sp.</i>					V
46	<i>Belenois java</i>				V	V
47	<i>Catopsilia pyranthe</i>				V	V
48	<i>Cepora iudith</i>					V
49	<i>Cepora nerissa</i>				V	V
50	<i>Delias cf. belisama</i>					V
51	<i>Elodina andropis</i>					V
52	<i>Eurema alitha</i>	V	V			V
53	<i>Eurema andersonii</i>		V			V
54	<i>Eurema blanda</i>	V				V
55	<i>Eurema hecabe</i>		V			V
56	<i>Eurema sp.</i>	V	V			V
57	<i>Hebomoia glaucippe</i>	V				V
58	<i>Ixias pyrene</i>				V	
59	<i>Ixias venilia</i>				V	V
60	<i>Leptosia nina</i>	V				V
61	<i>Pareronia anais</i>	V				
62	<i>Pareronia sp.</i>	V				
63	<i>Pareronia valeria</i>	V				V
<b>Total</b>		23	20	8	20	36



**Plate 1.** Few butterfly species in Baluran National Park; Upper left to right: *Hebomoia glaucippe*; *Belenois java*; *Ixias venilia* (♂); Lower left to right: *Ixias venilia* (♀); *Danaus chrysippus*; *Delias cf. belisama*



**Figure 2.** Dendrogram of the similarity of butterfly communities among habitat types based on Jaccard Similarity Index

**Table 2.** Score of Jaccard Similarity Index

Ecosystem Types	Manting_Forest	Ecotone_(Man-Sav)	Bekol_Savanna	Ecotone_(Sav-Ever)	Evergreen
Manting_Forest		0.075	0	0.16216	0.18
Ecotone_(Man-Sav)			0.16667	0.29032	0.27273
Bekol_Savanna				0.076923	0.12821
Ecotone_(Sav-Ever)					0.24444
Evergreen					

## Discussion

Butterfly species in five survey locations is not evenly distributed in each ecosystem types. This may be directly linked with the presence of host plants and canopy shade which support the population existence of the various butterfly species (Rahayu and Basukriadi 2012). Besides canopy shades and host plants, the other factors that may influence butterfly diversity are altitude, temperature, humidity, light intensity, weather and seasons (Basset et al. 2011; Munyuli 2012). Larval preferred host plant also affect the species distribution among ecosystem types. Hesperidae had a preference for Poaceae, Lycaenidae had a preference for Fabaceae and Mimosaceae, Nymphalidae preferred Acanthaceae, Malvaceae and some species (subfamily Satyrinae) preferred Poaceae. Papilionidae had a preference for Rutaceae and Pieridae preferred Capparaceae and Caesalpiniaceae (Tiple et al. 2011).

The greater presence of butterfly in Evergreen, but less in Bekol Savanna also indicates butterflies habitat preferences. Hesperidae butterflies were found more in Evergreen and ecotone Manting Forest-Savanna. Butterfly species from Lycaenidae were found more in Evergreen, Bekol Savanna, and ecotone Manting Forest-Savanna. Nymphalidae butterflies were found more in Manting Forest and Evergreen, *Papilio demoleus* found only in Evergreen and butterfly species from Pieridae were found more in Evergreen, Manting Forest, and both ecotones. The scarce of Papilionidae butterfly species may be correlated with lack of host plant around survey sites, Pieridae and Nymphalidae butterflies preferences in Evergreen and Manting Forest may be correlated with necessary of feed on water and mineral nutrients from moist ground sites in habitat with canopy (Koh 2007; Widhiono 2015). Butterflies in dry climates of Baluran National Park need to find some moist and shady places to prevent evaporation and water loss from the body. Some butterfly species i.e. *Eurema* spp. and *Hypolimnas bolina* undergo reproductive diapause in the dry season because of the lack of host plants as a food source for the larvae and wait for the wet season for laying eggs. Knowledge about the influence of climate and season on butterfly adaptation is important for the conservation and management of various species of butterflies (Bonebrake et al. 2010).

Dendrogram based on the Jaccard Similarity Index value (Figure 2; Table 2) revealed the similarity score between species composition across the three ecosystem types and two ecotones. Bekol Savanna butterfly species

are totally different with Manting Forest (score: 0). However, few butterfly species found in Manting Forest also found in Evergreen (score: 0.18). Few butterfly species found in Evergreen also found in Bekol Savanna (score: 0.12821) and dominated by Lycaenidae butterflies. This result indicates, some butterfly species *Cupha erymanthis*, *Euploea eunice*, *Ideopsis juvena*, *Mycalesis horsfieldi*, *Ypthima horsfieldii*, *Eurema alitha*, *Leptosia nina* and *Pareronia valeria* may be flying across Bekol Savanna between Manting Forest and Evergreen, but not adaptable with the dry condition and high temperature in Bekol Savanna. In contrast, some Lycaenidae butterflies may be adapted to the dry condition and high temperature in Bekol Savanna (Braby 2008).

One of the butterfly species *Ixias venilia* is endemic to Java (Whitten et al. 1996). According to Piepers and Snellen (1909), *I. venilia* has widespread distribution in the low region below than 700 feet asl from west to east Java. This species flies not far from the ground. *Ixias venilia* is also found in Jakarta, Tuban, Bojonegoro, Kediri, Sidoarjo and Situbondo in Java island (GBIF 2013). *Belenois java* found in Baluran National Park is known to spread into Australia (Hawkeswood 2005).

We find it interesting that most species of butterflies found in Baluran National Park have more species similarity with Ujung Kulon than with Mount Tangkuban Parahu or Mount Slamet. Basically 34 species of 177 total species found in Ujung Kulon National Park also found in BNP (Peggie 2012), while only 2 species of 23 total species found in Mount Tangkuban Parahu also found in BNP (Tati-Subahar et al. 2007) and 11 species from 99 total species found in Mount Slamet also found in BNP (Widhiono 2015). More butterfly species similarity may be due to the similar type of habitats and altitude of Ujung Kulon National Park and Baluran National Park in several sites.

Further survey and inventory in other areas in BNP are needed to complete the recording of butterfly species which is useful for conservation management at the Baluran National Park.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Grateful thanks are due to KSHL Comata exploration team 2014, Baluran National Park, East Java, Indonesia, Dimas Haryo Pradana, Nurul Winarni, Djunijanti Peggie,

Ardiantiono, Sri Yuliasih Wiyati and Butterfly Society of Indonesia who helped the authors to carry out this study.

## REFERENCES

- Basset Y, Eastwood R, Sam L, Lohman DJ, Novotny V, Treuer T, Miller SE, Weiblen GD, Pierce NE, Bunyavejchewin S, Sakchoowong W, Kongnoo P, Osorio-Arenas MA. 2011. Comparison of rainforest butterfly assemblages across three biogeographical regions using standardized protocols. *J Res Lepid* 44: 17-28.
- Betts CR, Wootton RJ. 1988. Wing shape and flight behaviour in butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea): a preliminary analysis. *J Exp Biol* 138: 271-288.
- Bonebrake TC, Ponisio LC, Boggs CL, Ehrlich PR. 2010. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biol Cons* 143: 1831-1841.
- Braby MF. 2004. The complete field guide to butterflies of Australia. CSIRO Publishing, Victoria.
- Braby MF. 2008. Biogeography of butterflies in the Australian monsoon tropics. *Aust J Zool* 56: 41-56.
- Corbet AS, Pendlebury HM. 1992. The butterflies of The Malay Peninsula. Malayan Nature Society, Kuala Lumpur.
- GBIF [Global Biodiversity Information Facility]. 2013. GBIF backbone taxonomy. Available at: <http://www.gbif.org/species/5137750> [accessed 10 October 2015].
- Hawkeswood TJ. 2005. Hamilton (1937), an overlooked references concerning three Australian butterfly species (Lepidoptera). *Calodema* 3: 16-18.
- Kirton L. 2014. A naturalist's guide to the butterflies of Peninsular Malaysia, Singapore and Thailand. John Beaufoy Publishing, London.
- Koh LP. 2007. Impacts of land use change on South-east Asian forest butterflies: a review. *J Appl Ecol* 44: 703-713.
- Mittermeier RA, Mittermeier CG. 1997. Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations. CEMEX, S.A., Mexico City.
- Munyuli MBT. 2012. Butterfly diversity from farmlands of Central Uganda. *Psyche* Article ID 481509, 23 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2012/481509>.
- Pe'er G, Settele J. 2008. Butterflies in and for conservation: trends and prospects. *Isr J Ecol Evol* 54: 7-17.
- Peggie D, Amir M. 2006. Practical guide to the butterflies of Bogor Botanical Garden. Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong.
- Peggie D. 2011. Precious and protected Indonesian butterflies. Binamitra Megawarna, Jakarta.
- Peggie D. 2012. A list of the butterflies of Ujung Kulon National Park, Java, Indonesia. *Treubia* 39: 67-76.
- Peggie D. 2014. Mengenal kupu-kupu. Pandu Aksara Publishing, Jakarta.
- Piepers MC, Snellen PCT. 1909. The Rhopalocera of Java: Pieridae. William Wesley and Son, London.
- Pollard E, Yates TJ. 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation. Chapman & Hall, London.
- Rahayu SE, Basukriadi A. 2012. Kelimpahan dan keanekaragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera; Rhopalocera) pada berbagai tipe habitat di Hutan Kota Muhammad Sabki Kota Jambi. *Biospecies* 5 (2): 40-48.
- Soekardi H. 2007. Kupu-kupu di Kampus Unila. Penerbit Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Tati-Subahar SS, Amasya AF, Choessin DN. 2007. Butterfly (Lepidoptera: Rhopalocera) distribution along an altitudinal gradient on Mount Tangkuban Parahu, West Java, Indonesia. *Raffles Bull Zool* 55 (1): 175-178.
- Tiple AD, Khurad AM, Dennis RLH. 2011. Butterfly larval host plant use in a tropical urban context: Life history, associations, herbivory, and landscape factors. *J Insect Sci* 11 (65): 1-21.
- Thomas JA. 2005. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. *Phil Trans R Soc B* 360: 339-357.
- Werner U, Buszko J. 2005. Detecting biodiversity hotspots using species-area and endemics-area relationships: the case of butterflies. *Biodivers Conserv* 14: 1977-1988.
- Whitten T, Soeriaatmadja RE, Afiff SA. 1996. The ecology of Java and Bali. Periplus Editions, Ltd., Singapore.
- Widhiono I. 2014. Keragaman dan kelimpahan kupu-kupu endemik Jawa (Lepidoptera : Rhopalocera) di Hutan Gunung Slamet Jawa Tengah. *Biospecies* 7(2): 59-67.
- Widhiono I. 2015. Diversity of butterflies in four different forest types in Mount Slamet, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas* 16 (2): 196-204.

# Sumber genetik pembentukan populasi dasar padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi

## Genetic sources for basic population development of upland rice tolerant to shading and high altitude

YULLIANIDA<sup>✉</sup>, ARIS HAIRMANSIS, SUPARTOPO, SUWARNO

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jl. Raya Sukamandi No. 9, Subang 41256, Jawa Barat. Tel.: +62-260-520157, Fax.: +62-260-520158, ✉email: uwie\_yoel@yahoo.com

Manuskrip diterima: 20 April 2016. Revisi disetujui: 12 Desember 2016.

**Abstrak.** *Yullianida, Hairmansis A, Supartopo, Suwarno. 2016. Sumber genetik pembentukan populasi dasar padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 175-181.* Kedaulatan pangan, terutama untuk komoditas padi, menjadi sorotan di Indonesia. Oleh karena itu diperlukan upaya peningkatan produksi, salah satunya dengan pengembangan pertanian padi ke lahan marginal. Khusus untuk padi gogo dapat dikembangkan sebagai tanaman sela di lahan perkebunan dan perluasan tanam ke dataran tinggi. Upaya tersebut memerlukan varietas padi gogo yang toleran naungan dan dataran tinggi, dimana baru satu varietas unggul padi toleran naungan yang dilepas, yaitu Jatiluhur, sedangkan untuk padi toleran dataran tinggi belum ada. Saat ini, sumber genetik yang dapat dijadikan sebagai donor sifat padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi telah teridentifikasi yang bertujuan untuk dijadikan sebagai tetua persilangan dalam rangka penggabungan sifat-sifat yang diinginkan. Metode persilangan yang dilakukan meliputi silang tunggal (*single cross*), silang ganda (*double cross*), silang balik (*backcross*), dan silang puncak (*top cross*). Satu-satunya sumber sifat atau donor tetua untuk sifat toleransi terhadap naungan hanya didapatkan dari varietas Jatiluhur, sedangkan untuk sifat toleran dataran tinggi didapatkan dari varietas lokal Sigambiri Putih, Sigambiri Merah, Srintil, Padi Mandailing, padi sawah Sarinah, dan galur B13604E-TB-59. Pada tahun 2015 telah diperoleh sebanyak 24 kombinasi persilangan untuk tujuan toleran naungan, terdiri atas 6 kombinasi hasil persilangan tunggal, 9 kombinasi hasil persilangan puncak, 7 kombinasi hasil persilangan balik, dan 2 kombinasi hasil persilangan ganda. Adapun persilangan dengan tujuan padi gogo toleran dataran tinggi telah diperoleh sebanyak 34 kombinasi yang terdiri atas 15 kombinasi persilangan tunggal, 14 kombinasi persilangan puncak, 1 kombinasi persilangan balik, dan 4 kombinasi persilangan ganda. Kombinasi persilangan tersebut sebagian besar telah disilangkan dengan kombinasi sifat unggul lainnya, seperti potensi hasil tinggi, tahan hama/penyakit utama, mutu beras baik, serta toleran kekeringan dan keracunan aluminium sebagaimana yang sering menjadi kendala dalam pertanian padi gogo.

**Kata kunci:** Dataran tinggi, naungan, padi gogo, persilangan

**Abstract.** *Yullianida, Hairmansis A, Supartopo, Suwarno. 2016. Genetic sources for basic population development of upland rice tolerant to shading and high altitude. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 175-181.* Food sovereignty, especially for rice commodity, is being the main spotlight in Indonesia. Therefore, we need to increase production, one of them is the development of rice cultivation into marginal land. Especially for upland rice can be developed as an intercropping plant in the fields and plant expansion to highland. This effort requires the upland rice varieties that tolerant to shade and high altitude, where the only one rice variety that tolerant to shade was released, namely Jatiluhur, while for rice variety that tolerant on highland had not yet. Currently, the genetic resources that can be used as a donor of upland rice which tolerant to shade and high altitude had been identified which aim to be used as cross parents in order to merge the desired characteristics. Crossing methods performed included single cross (SC), double cross (DC), backcross (BC) and top cross (TC). The only one of trait source or parents donor for the characteristics of tolerance to shade was only obtained from Jatiluhur variety, while for high altitude tolerant was obtained from local varieties Sigambiri Putih, Sigambiri Merah, Srintil, rice variety Mandailinga, lowland rice variety Sarinah and B13604E-TB-59 line. In 2015, it had acquired as many as 24 cross combinations for the purpose of shade tolerant, consisted of six combinations resulted from SC, 9 combinations resulted from TC, 7 combinations resulted from BC and 2 combinations resulted from DC. Meanwhile, a crossing for high altitude tolerant upland rice purpose had been obtained as many as 34 combinations consisted of 15 SC, 14 TC, 1 BC and 4 DC. The most of cross combinations were crossed with other superior combination of characteristics, such as high yield potential, resistant to main pest/disease, high grain quality and tolerant to drought and aluminum toxicity as was often to be a constraint in upland rice cultivation.

**Keywords:** Crossing, highland, shade, upland rice

### PENDAHULUAN

Budi daya tanaman secara produktif dan menguntungkan sulit dilakukan tanpa berbasis pada lahan dan tingginya

konversi lahan pertanian untuk kepentingan non pertanian akibat usaha pertanian tanaman pangan yang sering kalah kompetitif dengan usaha non pertanian, seperti usaha properti, industri, perdagangan, atau pembangunan

infrastruktur (Lakitan dan Gofar 2013). Sementara itu, kebutuhan akan beras terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan penduduk Indonesia, namun produktivitas padi sawah sudah agak sulit ditingkatkan bahkan cenderung menurun atau stagnan. Salah satu alternatif untuk meningkatkan produktivitas padi nasional adalah dengan pengembangan pertanian padi di lahan marginal, salah satunya di lahan kering yang diperuntukkan untuk padi gogo.

Pengembangan padi gogo dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan kering di bawah tegakan tanaman perkebunan atau hutan tanaman industri (Sahardi 2010). Menurut Sasmita (2008), budi daya padi gogo sebagai tanaman sela banyak diminati oleh petani dibanding menanam padi secara monokultur karena memiliki beberapa manfaat, antara lain pemanfaatan lahan lebih efisien, kebun dan tanaman petani lebih terpelihara, tersedianya beras bagi petani, dan sebagai sumber pendapatan bagi petani sebelum tanaman utama menghasilkan. Namun menurut Cabuslay et al. (1995), kendala yang dihadapi pada pertanian padi gogo sebagai tanaman sela adalah rendahnya intensitas cahaya matahari yang diterima tanaman padi karena adanya naungan dari tegakan tanaman. Sampai saat ini, baru satu varietas padi gogo toleran naungan yang dilepas pemerintah, yaitu Jatiluhur. Oleh karena itu, diperlukan kembali pembentukan populasi dasar padi gogo toleran naungan.

Perluasan pertanian padi juga mulai diarahkan ke dataran tinggi, namun sampai saat ini belum ada varietas padi gogo yang dilepas dapat beradaptasi dengan baik di dataran tinggi (Yusuf 2013). Program pemuliaan padi gogo toleran dataran tinggi baru mulai dilakukan sejak tahun 2011 dengan terlebih dahulu melakukan evaluasi dan seleksi dari galur-galur yang telah ada dan saat ini telah teridentifikasi sejumlah galur maupun varietas lokal yang dapat beradaptasi baik pada lahan kering dataran tinggi dengan ketinggian mencapai 800-1000 m dpl. Kendala yang dihadapi pada pertanian padi di dataran tinggi adalah adanya cekaman suhu rendah yang dapat menghambat eksersi malai dan meningkatkan kehampaan gabah (Cruz et al. 2006). Pada fase perkecambahan, suhu rendah dapat menunda dan menurunkan daya kecambah (Cruz et al. 2013). Pada fase vegetatif, suhu rendah menyebabkan menguningnya daun, postur tanaman lebih pendek, dan berkurangnya anakan. Adapun pada fase reproduktif, suhu rendah menyebabkan tingginya sterilitas malai, eksersi malai kurang, dan juga aborsi spikelet.

Saat ini, petani padi di lahan kering dataran tinggi masih menggunakan varietas lokal yang memiliki umur dalam (150-160 hari), tanamannya tinggi dengan malai panjang berbulir banyak, tetapi sedikit anakan, sehingga hasilnya rendah. Oleh karena itu, persilangan dengan menggunakan sumber sifat toleran suhu rendah dan varietas lokal padi gogo toleran dataran tinggi mulai dilakukan.

Penggabungan sifat-sifat unggul dapat diperoleh melalui berbagai tahapan kegiatan pemuliaan yang diawali dengan pembentukan populasi dasar bahan pemuliaan yang meliputi pemilahan tetua betina dan jantan, persilangan antarsumber genetik, pertanaman F1, dan seleksi bastar populasi (F2-F5). Adanya perbedaan latar belakang genetik

tetua yang luas dapat berpengaruh langsung terhadap besarnya ragam genetik dalam populasi. Tingginya keragaman genetik dalam populasi menandakan dapat dilakukannya tahapan seleksi sesuai dengan arah pemuliaan yang diinginkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki dan meningkatkan potensi genetik tanaman sehingga didapatkan genotipe yang lebih unggul dan dapat beradaptasi di lahan kering yang mengalami cekaman naungan dan suhu rendah (dataran tinggi). Kedua karakter unggul tersebut sangat diperlukan dalam ekstensifikasi pertanian padi gogo ke lahan marginal untuk mendukung program kedaulatan pangan nasional.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan tanaman

Populasi dasar padi gogo meliputi pertanaman bahan persilangan (blok hibridisasi/HB), pertanaman hasil persilangan (F1), dan bastar populasi (F2-F5). Persilangan telah dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Muara, Bogor-Balai Besar Penelitian Tanaman Padi pada musim tanam (MT) 1 2015, penanaman F1 pada musim hujan (MH) 2015/2016, dan bastar populasi ditanam pada MT1 2016. Sumber genetik toleran naungan berasal dari varietas Jatiluhur, sedangkan toleran dataran tinggi diperoleh dari varietas padi sawah Sarinah, varietas lokal Sigambiri Merah, Sigambiri Putih, Srintil, Padi Mandailing, dan galur B13604E-TB-59. Keseluruhan donor sifat toleran naungan dan dataran tinggi tersebut dijadikan sebagai tetua jantan, sedangkan tetua betina terdiri dari varietas unggul, galur harapan, dan galur/varietas introduksi yang telah memiliki beberapa keunggulan lainnya seperti yang tertera pada Tabel 1.

Bahan pendukung yang diperlukan dalam kegiatan persilangan meliputi kantong kertas, kantong persilangan, dan tali. Sementara itu, alat yang digunakan meliputi ember besar, sabit bergerigi, gunting, alat untuk membawa tanaman dan bunga jantan dari lapang, bak plastik, gunting kastrasi, *vacuum pump*, klip, enam buah lampu listrik 100 watt, serta alat tulis. Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam pertanaman F1 dan bastar populasi merupakan standar yang diperlukan dalam budi daya padi, seperti pupuk, pestisida, ajir, dan net antiburung.

### Persilangan

Sinkronisasi pembungaan antartetua disiasati dengan melakukan tiga kali penanaman (ulangan) masing-masing tetua dengan selang waktu 1 minggu. Setiap tetua ditanam kurang lebih 25 rumpun per ulangan, tiap rumpun ditanam 1 bibit pada jarak tanam 20 cm x 20 cm, jarak antarvarietas 40 cm, dan umur bibit berkisar antara 21-25 hari. Pemeliharaan tanaman dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif.

Persilangan dilakukan pada saat dari masing-masing tetua sudah keluar bunga, tetua betina diambil dan dipindahkan ke dalam ember plastik dan dikastrasi di rumah kaca. Kastrasi dilakukan pada pagi hari antara pukul 08.00-11.00 dengan menggunting sepertiga *lemma palea*

secara miring, kemudian benang sari dibuang dengan cara disedot dengan menggunakan mesin *vacuum pump*. Malai yang sudah dikastrasi disungkup dengan kertas minyak supaya tidak terserbuki oleh tepung sari yang tidak dikehendaki. Keesokan harinya pada pukul 09.00-11.00 WIB, bunga tetua jantan yang sudah siap mekar diambil dari lapang kemudian diletakkan dalam ember kecil yang berisi air dan dibawa ke ruang persilangan bersuhu  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ . Untuk membuat suhu ruangan mencapai  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ , ruangan diterangi dengan lampu pijar 100 watt sebanyak enam buah untuk ruangan berukuran 2 meter x 3 meter. Setelah bunga jantan siap untuk disilangkan, dengan ciri-ciri jika digoyang akan mengeluarkan tepung, sungkup pada malai tetua betina dibuka dan diserbuki dengan bunga jantan, selanjutnya bunga betina yang sudah diserbuki ditutup kembali. Kantong penutup bunga betina diberi label yang berisi tanggal persilangan, serta tetua jantan dan tetua betina yang disilangkan dengan memberikan kode berdasarkan nomor pertanaman blok hibridisasi (HB) dimana tetua betina dan jantan ditanam. Biji F1 dipanen sekitar 21 hari setelah penyerbukan. Tipe persilangan yang dilakukan adalah persilangan tunggal (*single cross*) yang hanya melibatkan dua tetua saja, silang puncak (*top cross*) yaitu persilangan antara F1 dari silang tunggal dengan tetua lain, silang balik (*back cross*) yaitu persilangan antara F1 dengan salah satu tetuanya, dan silang ganda (*double cross*) yaitu persilangan antara F1 dengan F1 hasil dari dua persilangan tunggal.

#### Pertanaman F1

Benih F1 hasil persilangan dikecambahkan pada cawan petri secara hati-hati. Kerusakan biji dihindari dengan cara kecambah ditanam pada bak plastik yang telah diisi tanah lumpur yang telah diberi pupuk sebelumnya. Persemaian dilakukan di rumah kaca sampai umur 21 hari. Bibit tanaman F1 ditanam dengan jarak 20 cm x 20 cm, jarak antar masing-masing persilangan adalah 50 cm, tetua ditanam sebagai pembanding untuk mengetahui keberhasilan persilangan dan mengetahui sifat-sifat dominan dari tetuanya. Pengamatan dilakukan terhadap bentuk tanaman, umur berbunga dan umur panen, serta sifat-sifat penting lainnya. Tanaman F1 sebagian digunakan sebagai bahan persilangan dengan tetua lainnya, sedangkan kombinasi yang dianggap baik dipanen untuk dilanjutkan pada pertanaman bastar populasi.

#### Bastar populasi

Hasil panen pertanaman F1 (benih F2) ditanam pada pertanaman bastar populasi bersamaan dengan hasil seleksi galur F2-F5 pada musim sebelumnya. Setiap populasi ditanam pada petak berukuran 2 m x 10 m, jarak tanam 5 cm x 5 cm, ditanam 4-5 bibit per rumpun, sehingga populasinya menjadi 5.000-10.000 tanaman. Pertanaman dipupuk dengan dosis 200 kg urea, 100 kg TSP, dan 100 kg KCl per ha. Pemanenan dilakukan secara *bulk* sebanyak 3-5 gabah per malai dan gabah tersebut digabung untuk benih pertanaman generasi berikutnya. Cara yang sama dilakukan sampai generasi ke-4 (F4). Setelah itu, pada pertanaman F5 dipilih kemudian dipanen sebanyak 100-200 malai per nomor bastar populasi. Malai-malai terpilih dari bastar populasi tersebut digunakan sebagai bahan seleksi pada

pertanaman *pedigree* satu malai satu baris di lokasi target pada lahan kering sentra produksi padi gogo.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Persilangan tanaman padi merupakan proses penggabungan sifat melalui pertemuan tepung sari dengan kepala putik kemudian embrio berkembang menjadi benih (Supartopo 2006). Tanda persilangan antartetua menggunakan garis miring (/), sedangkan dua garis miring (//) menunjukkan persilangan antara suatu F1 hasil silang tunggal dengan genotipe lain, demikian seterusnya sebagaimana tertera pada **Tabel 2** dan **3** yang menunjukkan kombinasi persilangan tunggal (SC), persilangan puncak (TC), persilangan balik (BC), dan persilangan ganda (DC).

**Tabel 1.** Sumber genetik yang dijadikan sebagai tetua persilangan padi gogo, MT 2015

Galur/varietas	Donor sifat
<b>Pertanaman blok hibridisasi (HB)</b>	
Sigambiri Merah	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
Sigambiri Putih	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
Srintil	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
Padi Mandailing	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
Sarinah	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
B13604E-TB-59	Toleran dataran tinggi (suhu rendah)
Jatiluhur	Toleran naungan
IR60080-23	Toleran keracunan aluminium
Inpago 6	Tahan penyakit blas
Inpago 9	Tahan penyakit blas
Inpago 10	Tahan penyakit blas
Limboto	Tahan penyakit blas
Asahan	Tahan penyakit blas
Cisantana	Tahan wereng batang cokelat
Inpago 8	Potensi hasil tinggi
Batutegi	Potensi hasil tinggi
Inpago 7	Beras merah
Ciherang	Mutu beras baik
Memberamo	Pulen
Situpatenggang	Aromatik
PWP	Beras panjang dan aromatik
RPW	Beras panjang dan aromatik
<b>Pertanaman F1 (salah satu tetua untuk TC, BC, atau DC)</b>	
Gampai/Srintil	-
Inpago Lipigo 1/Srintil	-
Ciherang/Jatiluhur	-
Inpari 23/Jatiluhur	-
Salumpikit/Jatiluhur	-
Siam Unus/Jatiluhur	-
Memberamo/Jatiluhur	-
B14086F-TB-14/B14285E	-
Cisantana/Sigambiri Putih	-
Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah	-
Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih	-
Inpago Lipigo 1/Srintil	-
Limboto/Srintil	-
Cimelati/Sigambiri Merah	-
Cisantana/Sigambiri Putih	-
Ciherang/IRBL Ta 2 re	-
IR60080-23/Sigambiri Merah	-
Cimelati/Sigambiri Putih	-

Pada Tabel 1 tertera sumber genetik dari berbagai sifat yang terdapat pada tetua persilangan yang saling disilangkan untuk menggabungkan sifat-sifat yang diinginkan dengan sifat-sifat agronomis yang baik pada varietas unggul, terdiri atas 22 materi genetik yang ditanam pada blok hibridisasi (HB) dan 18 pertanaman F1 sebagai salah satu tetua untuk TC, BC, atau DC. Penggunaan silang puncak (TC) dan silang ganda (DC) dapat memperbesar peluang penggabungan sifat-sifat yang baik dalam sejumlah individu tanaman dan berperan untuk memutuskan keterpautan antara gen yang diinginkan dan yang tidak diinginkan.

Pada tahun 2015 telah berhasil dilakukan sebanyak 58 kombinasi persilangan padi gogo untuk tujuan toleran naungan dan suhu rendah (dataran tinggi) dengan berbagai keunggulan lainnya, seperti toleran keracunan aluminium dan kekeringan, tahan penyakit blas, dan beras bermutu baik. Adanya cekaman lingkungan seperti naungan maupun suhu rendah yang terjadi di dataran tinggi dapat mengakibatkan perubahan respons pertumbuhan agronomi pada setiap genotipe. Tanaman akan berupaya untuk mengembangkan mekanisme penghindaran (*avoidance*), misalnya sebagaimana yang dikemukakan oleh Susanto dan Sundari (2011) bahwa aksesori kedelai yang diindikasikan sangat toleran di lingkungan ternaungi memiliki karakteristik umur masak lebih genjah dan tanaman lebih tinggi, namun penurunan hasil tidak lebih dari 20% dibanding pada kondisi tanpa naungan. Kisman et al. (2007) juga melaporkan bahwa naungan menyebabkan perubahan karakter morfo-fisiologi daun untuk

memaksimalkan penangkapan cahaya dan fotosintesis yang efisien, seperti peningkatan luas daun dan kandungan klorofil b. Demikian pula yang terjadi pada tanaman padi yang ternaungi, cekaman suhu rendah dapat mengakibatkan kehampaan yang tinggi sehingga diperlukan pemilahan tetua betina yang memiliki potensi hasil tinggi dengan karakteristik agronomi dan morfo-fisiologi yang baik, seperti yang terdapat pada varietas-varietas unggul padi gogo, sedangkan sifat toleran naungan dan dataran tinggi didapatkan dari tetua jantan.

Persilangan dengan tujuan untuk mendapatkan galur padi gogo yang toleran terhadap naungan diperoleh sebanyak 24 kombinasi, terdiri atas 6 kombinasi hasil persilangan tunggal, 9 kombinasi hasil persilangan puncak, 7 kombinasi hasil persilangan balik, dan 2 kombinasi hasil persilangan ganda (Tabel 2). Satu-satunya sumber sifat atau donor tetua untuk sifat toleran terhadap naungan hanya didapatkan dari varietas Jatiluhur, sehingga jumlah kombinasi persilangan yang didapatkan pun tidak terlalu banyak.

Persilangan dengan tujuan untuk mendapatkan galur padi gogo yang toleran suhu rendah atau dapat beradaptasi baik di dataran tinggi telah menghasilkan sebanyak 34 kombinasi yang terdiri atas 15 kombinasi persilangan tunggal, 14 kombinasi persilangan puncak, 1 kombinasi persilangan balik, dan 4 kombinasi persilangan ganda (Tabel 3). Kombinasi persilangan tersebut sebagian besar juga disilangkan dengan kombinasi sifat unggul lainnya, seperti mutu beras baik, potensi hasil tinggi, dan toleran kekeringan.

**Tabel 2.** Persilangan dengan tujuan utama toleran naungan di Rumah Kaca KP Muara pada MT1 2015

Tanggal persilangan	Kode persilangan	Tetua betina/tetua jantan	Jumlah malai	Jumlah biji F1
<b>Persilangan tunggal (SC)</b>				
7 Juli 2015	HB 11/HB 7	Inpago 10/Jatiluhur	1	31
8 Juli 2015	HB 17/HB 7	Inpago 7/Jatiluhur	3	113
9 Juli 2015	HB 18/HB 7	Ciherang/Jatiluhur	1	17
10 Juli 2015	HB 14/HB 7	Cisantana/Jatiluhur	2	94
10 Juli 2015	HB 1/HB 7	Sigambiri Merah/Jatiluhur	1	46
29 Juli 2015	HB 20/HB 7	Situpatenggang/Jatiluhur	2	112
<b>Persilangan puncak (TC)</b>				
3 Juli 2015	F1 1/HB 7	Gampai/Srintil/Jatiluhur	1	28
8 Juli 2015	F1 2/HB 7	Inpago Lipigo 1/Srintil/Jatiluhur	2	89
9 Juli 2015	F1 3/HB 20	Ciherang/Jatiluhur/Situpatenggang	1	25
28 Juli 2015	F1 3/HB 15	Ciherang/Jatiluhur/Inpago 8	2	121
3 Juli 2015	F1 3/HB 16	Ciherang/Jatiluhur/Batutegi	1	63
9 Juli 2015	F1 4/HB 16	Inpari 23/Jatiluhur/Batutegi	1	35
28 Juli 2015	F1 5/HB 16	Salumpikit/Jatiluhur/Batutegi	2	30
3 Juli 2015	F1 6/HB 13	Siam Unus/Jatiluhur/Asahan	1	63
10 Juli 2015	F1 6/HB 8	Siam Unus/Jatiluhur/IR60080-23	1	27
<b>Persilangan balik (BC)</b>				
28 Juli 2015	HB 19/F1 7	Memberamo/Memberamo/Jatiluhur	2	141
8 Juli 2015	HB 18/F1 3	Ciherang/Ciherang/Jatiluhur	2	73
14 Juli 2015	HB 7/F1 3	Jatiluhur/Ciherang/Jatiluhur	1	109
9 Juli 2015	F1 3/HB 7	Ciherang/Jatiluhur/Jatiluhur	1	74
3 Juli 2015	F1 6/HB 7	Siam Unus/Jatiluhur/Jatiluhur	1	18
3 Juli 2015	F1 5/HB 7	Salumpikit/Jatiluhur/Jatiluhur	2	44
9 Juli 2015	F1 4/HB 7	Inpari 23/Jatiluhur/Jatiluhur	2	88
<b>Persilangan ganda (DC)</b>				
28 Juli 2015	F1 7/F1 8	Memberamo/Jatiluhur/B14086F-TB-14/B14285E	2	113
28 Juli 2015	F1 3/F1 9	Ciherang/Jatiluhur/Cisantana/Sigambiri Putih	2	58

**Tabel 3.** Persilangan dengan tujuan utama toleran suhu rendah/dataran tinggi di Rumah Kaca KP Muara pada MT1 2015

Tanggal persilangan	Kode persilangan	Tetua betina/tetua jantan	Jumlah malai	Jumlah biji F1
<b>Persilangan tunggal (SC)</b>				
24 Juli 2015	HB 7/HB 1	Jatiluhur/Sigambiri Merah	1	14
7 Juli 2015	HB 27/HB 3	Cisantana/Srintil	2	51
29 Juli 2015	HB 16/HB 3	Inpago 6/Srintil	2	81
2 Juli 2015	HB 47/HB 4	RPW/Padi Mandailing	1	57
3 Juli 2015	HB 27/HB 4	Cisantana/Padi Madailing	2	119
8 Juli 2015	HB 41/HB 4	Situpatenggang/Padi Mandailing	1	21
14 Juli 2015	HB 7/HB 4	Jatiluhur/Padi Mandailing	1	24
29 Juli 2015	HB 18/HB 4	Inpago 10/Padi Mandailing	1	16
29 Juli 2015	HB 19/HB 4	Limboto/Padi Mandailing	3	119
29 Juli 2015	HB 17/HB 4	Inpago 9/Padi Mandailing	2	166
29 Juli 2015	HB 31/HB 5	Inpago 8/Sarinah	2	96
8 Juli 2015	HB 34/HB 5	Inpago 7/Sarinah	1	11
24 Juli 2015	HB 41/HB 6	Situpatenggang/B13604E-78-59	2	38
7 Juli 2015	HB 18/HB 6	Inpago 10/B13604E-78-59	2	68
8 Juli 2015	HB 46/HB 6	PWP/B13604E-78-59	1	23
<b>Persilangan puncak (TC)</b>				
10 Juli 2015	HB 39/F1 2	Ciherang//Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah	1	28
10 Juli 2015	HB 27/F1 2	Cisantana//Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah	1	16
3 Juli 2015	F1 20/HB 5	Salumpikit/Jatiluhur//Sarinah	1	65
7 Juli 2015	F1 20/HB 6	Salumpikit/Jatiluhur//B13604E-TB-59	1	56
9 Juli 2015	F1 18/HB 3	Ciherang/Jatiluhur//Srintil	1	65
8 Juli 2015	F1 2/HB 32	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah//Batutegi	2	59
9 Juli 2015	F1 3/HB 32	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih//Batutegi	1	56
9 Juli 2015	F1 1/HB 32	Inpago Lipigo 1/Srintil//Batutegi	1	5
9 Juli 2015	F1 10/HB 32	Limboto/Srintil//Batutegi	2	26
8 Juli 2015	F1 10/HB 33	Limboto/Srintil//B11604E-MR-2-4	2	129
8 Juli 2015	F1 10/HB 20	Limboto/Srintil//Asahan	1	46
3 Juli 2015	F1 11/HB 41	Gampai/Srintil//Situpatenggang	1	25
28 Juli 2015	F1 15/HB 31	Cimelati/Sigambiri Merah//Inpago 8	4	118
28 Juli 2015	F1 16/HB 31	Cisantana/Sigambiri Putih//Inpago 8	1	47
<b>Persilangan balik (BC)</b>				
14 Juli 2015	HB 19/F1 10	Limboto//Limboto/Srintil	1	30
<b>Persilangan ganda (DC)</b>				
9 Juli 2015	F1 2/F1 46	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih//Ciherang//Ciherang/IRBL Ta 2 re	1	37
9 Juli 2015	F1 2/F1 36	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih//B14086F-TB-14/B14285E	1	46
28 Juli 2015	F1 7/F1 10	IR60080-23/Sigambiri Merah//Limboto/Srintil	6	216
28 Juli 2015	F1 14/F1 16	Cimelati/Sigambiri Putih//Cisantana/Sigambiri Putih	3	48

Pemilahan tetua merupakan langkah awal dalam perakitan varietas unggul baru dan harus didasarkan pada keunggulan satu atau lebih karakter yang akan dikembangkan. Menurut Wahdah et al. (2012), jika genotipe-genotipe yang dipilih sebagai tetua memiliki kekerabatan yang jauh (beragam) maka lebih besar peluang untuk memperoleh keturunan yang memiliki keragaman genetik yang tinggi. Selain pemilahan tetua persilangan, Putri et al. (2009) menyatakan bahwa penentuan metode seleksi dan pemilahan karakter seleksi yang tepat dapat mendorong keberhasilan program pemuliaan. Seleksi langsung hanya efisien jika karakter yang ingin diperbaiki

mempunyai nilai heritabilitas yang tinggi, namun jika karakter yang ingin diperbaiki mempunyai nilai heritabilitas yang rendah, seleksi tidak langsung menggunakan satu atau beberapa karakter akan lebih efisien.

Benih F1 hasil persilangan selanjutnya disemai bersamaan dengan pertanaman HB ulangan II untuk tujuan sinkronisasi pembungaan dalam persilangan puncak (TC), persilangan balik (BC), maupun persilangan ganda (DC). Hasil panen pertanaman F1 (benih F2) ditanam pada musim tanam selanjutnya pada pertanaman bastar populasi (Tabel 4).

Tabel 4. Bastar populasi (F2) padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi di KP Muara pada MT1 2016

Kode bastar	Tetua betina/tetua jantan	Tujuan persilangan
<b>Populasi dasar padi gogo toleran naungan</b>		
B15470B	Inpago 10/Jatiluhur	Naungan, tahan blas
B15471B	Inpago 7/Jatiluhur	Naungan, beras merah
B15472B	Ciherang/Jatiluhur	Naungan, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15473B	Cisantana/Jatiluhur	Naungan, tahan wereng, mutu beras baik
B15474B	Sigambiri Merah/Jatiluhur	Naungan, dataran tinggi
B15475B	Situpatenggang/Jatiluhur	Naungan, aromatik
B15476B	Gampai/Srintil/Jatiluhur	Naungan, dataran tinggi
B15477B	Inpago Lipigo 1/Srintil/Jatiluhur	Naungan, dataran tinggi
B15478B	Ciherang/Jatiluhur/Situpatenggang	Naungan, aromatik
B15479B	Ciherang/Jatiluhur/Inpago 8	Naungan, hasil tinggi
B15480B	Ciherang/Jatiluhur/Batutegi	Naungan, hasil tinggi
B15481B	Inpari 23/Jatiluhur/Batutegi	Naungan, hasil tinggi
B15482B	Salumpikit/Jatiluhur/Batutegi	Naungan, toleran kekeringan, hasil tinggi
B15483B	Siam Unus/Jatiluhur/Asahan	Naungan, tahan blas
B15484B	Siam Unus/Jatiluhur/IR60080-23	Naungan, toleran AI
B15485B	Memberamo/Memberamo/Jatiluhur	Naungan, mutu beras baik
B15486B	Ciherang/Ciherang/Jatiluhur	Naungan, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15487B	Jatiluhur/Ciherang/Jatiluhur	Naungan, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15488B	Ciherang/Jatiluhur/Jatiluhur	Naungan, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15489B	Siam Unus/Jatiluhur/Jatiluhur	Naungan, mutu beras baik
B15490B	Salumpikit/Jatiluhur/Jatiluhur	Naungan, toleran kekeringan
B15491B	Inpari 23/Jatiluhur/Jatiluhur	Naungan, hasil tinggi
B15492B	Ciherang/Jatiluhur/Cisantana/Sigambiri Putih	Naungan, dataran tinggi, mutu beras baik
<b>Populasi dasar padi gogo toleran dataran tinggi</b>		
B15493B	Jatiluhur/Sigambiri Merah	DT, naungan
B15494B	Cisantana/Srintil	DT, tahan wereng, mutu beras baik
B15495B	Inpago 6/Srintil	DT, tahan blas
B15496B	RPW/Padi Mandailing	DT, mutu beras baik
B15497B	Cisantana/Padi Madailing	DT, tahan wereng, mutu beras baik
B15498B	Situpatenggang/Padi Mandailing	DT, aromatik
B15499B	Jatiluhur/Padi Mandailing	DT, naungan
B15500B	Inpago 10/Padi Mandailing	DT, tahan blas
B15501B	Limboto/Padi Mandailing	DT, tahan blas
B15502B	Inpago 9/Padi Mandailing	DT, tahan blas
B15503B	Inpago 8/Sarinah	DT, hasil tinggi
B15504B	Inpago 7/Sarinah	DT, beras merah
B15505B	Situpatenggang/B13604E-78-59	DT, aromatik
B15506B	Inpago 10/B13604E-78-59	DT, tahan blas
B15507B	PWP/B13604E-78-59	DT, mutu beras baik
B15508B	Ciherang/Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah	DT, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15509B	Cisantana/Inpago Lipigo 1/Sigambiri Merah	DT, mutu beras baik
B15510B	Salumpikit/Jatiluhur/Sarinah	DT, naungan, toleran kekeringan
B15511B	Ciherang/Jatiluhur/Srintil	DT, tahan wereng-hawar daun bakteri
B15512B	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih/Batutegi	DT, hasil tinggi
B15513B	Inpago Lipigo 1/Srintil/Batutegi	DT, hasil tinggi
B15514B	Limboto/Srintil/Batutegi	DT, hasil tinggi
B15515B	Limboto/Srintil/B11604E-MR-2-4	DT, hasil tinggi
B15516B	Limboto/Srintil/Asahan	DT, tahan blas
B15517B	Gampai/Srintil/Situpatenggang	DT, aromatik
B15518B	Cimelati/Sigambiri Merah/Inpago 8	DT, hasil tinggi
B15519B	Cisantana/Sigambiri Putih/Inpago 8	DT, hasil tinggi, tahan wereng
B15520B	Limboto/Limboto/Srintil	DT, tahan blas
B15521B	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih/Ciherang/Ciherang/IRBL Ta 2 re	DT, hasil tinggi, tahan blas
B15522B	Inpago Lipigo 1/Sigambiri Putih/B14086F-TB-14/B14285E	DT, hasil tinggi
B15523B	IR60080-23/Sigambiri Merah/Limboto/Srintil	DT, toleran keracunan aluminium, hasil tinggi
B15524B	Cimelati/Sigambiri Putih/Cisantana/Sigambiri Putih	DT, mutu beras baik, tahan wereng

Keterangan: DT = dataran tinggi

Generasi awal turunan dari berbagai kombinasi persilangan ditangani dengan metode pemilihan malai sampai dengan generasi F6 pada bastar populasi. Pada generasi ini dipilih tanaman yang berbunga serempak, eksersi malai baik, jumlah anakan produktif tinggi, malai padat, gabah panjang, dan berisi. Sebanyak 50-100 malai dipilih untuk selanjutnya digalurkan pada pertanaman *pedigree* satu baris di lahan target. Menurut Soomro et al. (2010), efektivitas seleksi sangat ditentukan oleh nilai heritabilitas, kemajuan genetik, ragam genetik, dan fenotipik. Genotipe-genotipe terpilih yang memiliki keunggulan khusus perlu ditanam kembali pada populasi bastar pada musim berikutnya.

Donor tetua persilangan untuk sifat toleran naungan hanya terdapat satu varietas, yaitu Jatiluhur, sedangkan untuk sifat toleran dataran tinggi berasal dari enam donor tetua yaitu Sigambiri Merah, Sigambiri Putih, Srintil, Padi Mandailing, Sarinah, dan galur B13604E-TB-59. Pada tahun 2015 telah diperoleh sebanyak 24 kombinasi persilangan untuk tujuan toleran naungan dan 34 kombinasi persilangan untuk tujuan toleran dataran tinggi. Keragaman genetik maksimal akan diperoleh pada bastar populasi (F2) yang selanjutnya terus diseleksi untuk mendapatkan galur-galur padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi. Sampai saat ini, perakitan varietas padi gogo toleran naungan dan dataran tinggi telah menghasilkan beberapa galur harapan yang sedang diuji multilokasi di berbagai lokasi dan musim. Meskipun demikian, pembentukan populasi dasar tetap harus dilakukan untuk mengumpulkan berbagai keunggulan sifat yang diperlukan dalam upaya perbaikan varietas tanaman padi gogo dalam rangkaantisipasi perubahan iklim yang terkait dengan berbagai cekaman yang terjadi, serta menyikapi perubahan preferensi petani terhadap performa tanaman padi dan mutu beras.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Badan Litbang Pertanian dan Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB

Padi), Subang, Jawa Barat yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA BB Padi tahun anggaran 2015. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh tim pemuliaan padi gogo BB Padi di Kebun Percobaan Muara, Bogor atas terlaksananya penelitian ini dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Lakitan B, Gofar N. 2013. Kebijakan inovasi teknologi untuk pengelolaan lahan sub optimal berkelanjutan. Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Universitas Sriwijaya, Palembang, 20-21 September 2013.
- Cabuslay GS, Vergara BS, Quintana RU. 1995. Low light stress, mechanism of tolerance and screening method. *Philippines J Crop Sci* 16 (1): 39.
- Cruz RP, Milach SCK, Federizzi LC. 2006. Rice cold tolerance at the reproductive stage in a controlled environment. *Sci Agric* 63: 255-261.
- Cruz RP, Sperotto RA, Cargnelutti D et al. 2013. Avoiding damage and achieving cold tolerance in rice plants. *Food and energy security* 2: 96-119. Doi: 10.1002/fes3.25.
- Kisman, Khumaida N, Trikoesoemanintyas et al. 2007. Karakter morfo-fisiologi daun penciri adaptasi kedelai terhadap intensitas cahaya rendah. *Bul Agron* 35 (2): 96-102.
- Putri LAP, Sudarsono, Aswidinnoor H. 2009. Keragaan genetik dan pendugaan heritabilitas pada komponen hasil dan kandungan beta-karoten progeneri kelapa sawit. *J Agron Indo* 37 (2): 145-151.
- Sahardi. 2010. Prospek pengembangan padi gogo toleran naungan sebagai tanaman sela. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi 2009*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Subang.
- Sasmita P. 2008. Skrining ex situ genotipe padi haploid ganda toleran intensitas cahaya rendah. *J Agric* 19 (1): 75-82.
- Soomro ZA, Kumbhar MB, Larik AS et al. 2010. Heritability and selection response in segregating generations of upland cotton. *Pakistan J Agric Res* 23: 25-30.
- Supartopo. 2006. Teknik persilangan padi (*Oryza sativa* L.) untuk perakitan varietas unggul baru. *Bul Tek Perta* 11 (2): 76-80.
- Susanto GWA, Sundari T. 2011. Perubahan karakter agronomi aksesori plasma nutfah kedelai di lingkungan ternaungi. *J Agron Indo* 39 (1): 1-6.
- Wahdah R, Langai BF, Sitaresmi T. 2012. Keragaman karakter varietas lokal padi pasang surut Kalimantan Selatan. *J Penel Perta Tan Pangan* 31 (3): 158-165.
- Yusuf A. 2013. Belum ada varietas padi gogo beradaptasi baik di dataran tinggi. *Harian Media Bisnis*. [www.mediabisnisdaily.com](http://www.mediabisnisdaily.com) [20 Maret 2013].

## Anti-mycobacterial activity of methanol plants extract to against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium smegmatis*

### Aktivitas anti-mikobakterium ekstrak metanol tumbuhan untuk penghambatan *Mycobacterium bovis* dan *Mycobacterium smegmatis*

GITA SYAHPUTRA<sup>✉</sup>, MARTHA SARI, WIEN KUSHARYOTO

Research Centre for Biotechnology, Indonesian Institute of Sciences. Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong-Bogor 16911, West Java, Indonesia. Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588, ✉email: gitasyahputra@gmail.com

Manuskrip diterima: 6 September 2016. Revisi disetujui: 13 Desember 2016.

**Abstrak.** Syahputra G, Sari M, Kusharyoto W. 2016. Aktivitas anti-mikobakterium ekstrak metanol tumbuhan untuk penghambatan *Mycobacterium bovis* dan *Mycobacterium smegmatis*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 182-187. Tumbuhan merupakan sumber penting dalam pengobatan tuberculosis (TB). Bahan alam asli Indonesia yang berasal dari tumbuhan obat merupakan aset penting dalam pengobatan TB. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari senyawa anti-mikobakterium yang berasal dari ekstrak tumbuhan, seperti *Azadirachta indica*, *Zingiber americans*, *Desmodium triquetum*, *Clerodendron serratum*, *Caesalpinia sappan*, dan *Morus alba* dalam menghambat *Mycobacterium bovis* dan *Mycobacterium smegmatis* dengan menggunakan metode difusi cakram. Bakteri *M. smegmatis* merupakan bakteri yang paling sensitif dalam pengujian terhadap ekstrak tumbuhan. Ekstrak *D. triquetum*, *C. serratum*, dan *C. sappan* memperlihatkan adanya aktivitas anti-mikobakterium pada bakteri uji. Variasi konsentrasi ekstrak menunjukkan bahwa ekstrak metanol dari *D. triquetum* paling potensial sebagai anti-mikobakterium. Berdasarkan uji fitokimia, senyawa pada *D. triquetum* mengandung flavonoid dan tanin. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk mengisolasi senyawa aktifnya sebagai anti-mikobakterium.

**Kata kunci:** Aktivitas anti-mikobakterium, ekstrak tumbuhan, difusi cakram, uji fitokimia, kromatografi lapis tipis, KLT

**Abstract.** Syahputra G, Sari M, Kusharyoto W. 2016. Anti-mycobacterial activity of methanol plants extract to against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium smegmatis*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 182-187. The plant is an important source of new drug for the treatment of tuberculosis (TB). Indonesian natural products derived from medicinal plants are important sources of TB therapeutics. This study aimed to screen for anti-mycobacterial activity derived from plants extract, such as *Azadirachta indica*, *Zingiber americans*, *Desmodium triquetum*, *Clerodendron serratum*, *Caesalpinia sappan*, and *Morus alba* in against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium smegmatis* by using a disc diffusion method. *Mycobacterium smegmatis* is the most sensitive bacteria in treatment to plants extract. The extract of *D. triquetum*, *C. serratum* and *C. sappan* showed the anti-mycobacterial activity in tested bacteria. Variation of extract concentration showed that the methanol extract of *D. triquetum* is the most potential as an anti-mycobacterial. Based on a phytochemical assay, the compounds in *D. triquetum* contained flavonoids and tannins. It was needed to isolate the active compounds as an anti-mycobacterium.

**Keywords:** Anti-mycobacterial activity, disc diffusion, phytochemical assay, plant extract, thin layer chromatography, TLC

## INTRODUCTION

Tuberculosis (TB) is one of leading causes of morbidity and mortality globally. The global mortality rate stands at two million deaths per year with one third of the world population were infected by bacilli (CDC 2005; WHO 2007). The emergence of drug resistant strains of *Mycobacterium* is one of the major reasons contributing to the rise in global incidence of tuberculosis since 1980 (Lawn and Wikison 2006).

The treatment is available for TB has more than 20 types of drugs, and there are four types of first-line drugs, isoniazid, rifampicin, pyrazinamide, and ethambutol. Continued treatment such as using kanamycin, amikacin, capreomycin, and viomycin often used to maximize the

treatment. Moreover there are kind of medicine seconde line bacteriostatic such as p-aminosalicylic acid, ethionamide, and cycloserine but still have side effects. (Janin 2007). Isoniazid and ethionamide is mycolic acid synthesis inhibitors (Lei et al. 2000 and Banarjee et al. 1994), while cycloserine and ethambutol inhibiting the synthesis of peptidoglycan (Feng and Barletta 2003) and the cell wall arabinogalactan (Deng et al. 2003 and Belanger et al. 1996). Rifampicin and amikacin suppress pharmacological action by inhibiting synthesis of bacterial protein and RNA (Telenti et al. 1993, Busscher et al. 2005, and Maus et al. 2005).

Natural products have continued to provide new and important leads in the drug discovery process (Balunas and Kinghorn 2005). Natural products or their semi-synthetic

derivates have indeed provided a novel drug lead for tuberculosis therapy (Shu 1998). The plant kingdom can be looked at as an important source of new drugs for the treatment of TB because has an enormous chemical diversity (Gautam et al. 2007).

The study is confirm anti-mycobacterial from 6 Indonesian medicinal plants by disc diffusion method with variation of extract concentrations. Six potential medicinal plants are tested by the disc diffusion method were the result of screening 33 anti-mycobacterial candidate plant extracts. Screening is done by resazurin reduction assay perform with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium smegmatis*. In addition to analyze the content of each potential medicinal plants conducted by phytochemical assay and the profile chemical compounds analysis by Thin Layer Chromatography (TLC).

Some of Indonesian plants have a potency for antibacterial activity, such as *Azadirachta indica*, *Zingiber americanus*, *Desmodium triquetum*, *Clerodendron serratum*, *Caesalpinia sappan* and *Morus alba*. This research aimed to screen an anti-mycobacterial activity from six plant methanol extracts by a disc diffusion assay and to determine a profile of crude extracts by phytochemical assay and TLC. The drug discovery research is important for the treatment of TB, the drug design conduct with screening of chemical structure and treatment target by in silico method continued with in vitro and in vivo analysis.

## MATERIALS AND METHODS

### Plant samples

Leaves of *A. indica* (Azadirachta), *D. triquetum* (Fabaceae) and *C. serratum* (Verbenaceae), bark of *C. sappan* (Caesalpinaceae), rhizome of *Z. american* (Zingiberaceae) and whole plant of *M. alba* (Moraceae) were collected from different regions in Indonesia between February and April 2015. Plant samples used in this study were presented in Table 1.

### Extract preparation

The plant samples were dried and powdered by using a blender at room temperature before taken placed into a flask of Soxhlet apparatus for an extraction by using methanol. The crude solution was concentrated by a rotary evaporator. Furthermore, the plant extracts were storage in DMSO 2% up to 0.03 g/ml yield of extract at 4°C (Taneja and Tyagi 2007).

### Mycobacterial culture preparation

*Mycobacterium bovis* strain BCG and *M. smegmatis* were grown at a logarithmic phase (OD 595 0.5) in Middlebrook 7H9 broth supplemented with 10% OADC. Cultures were incubated (37°C, 5% CO<sub>2</sub>) in a humid environment with shaking for 1-2 days before diluted to a turbidity equivalent 5x10<sup>4</sup> cells (Taneja and Tyagi 2007).

### Antibacterial activity

The antibacterial activity was screened by using a disc diffusion assay. The concentration was varied (100%, 75%,

50% and 25% in DMSO 2%) in each disc. For bottom layer, 6 ml medium Middlebrook 7H9 with supplement was taken place into petri dishes (14 cm diameter) until had a solid texture. As a top layer, 200 µl each of microbial test (*M. bovis* and *M. smegmatis*) were added into 6 ml medium of Middlebrook 7H9 with supplement and homogenized with slowly shaking. The medium with microbial test was taken place onto a bottom layer at petri dishes. Thirty microliters (30 µl) of variation of plant extract concentrations were applied on each paper disc (Whatman Grade AA discs, 6 mm diameter). The discs were air-dried and taken place onto the seeded top layer of agar plates. As a positive control, it was used 6 µl Rifampicin, while as a negative control it was used 6 µl DMSO 2%. The plates were incubated at room temperature for 24 hours. Antibacterial activity was expressed as the zone of inhibition (mm) produced by the plant extract compared with all of controls (Hussain et al. 2011).

### Qualitative for phytochemical testing

The plant extracts were tested for qualitative phytochemical data for terpenoids, tannins, flavonoids, alkaloids, steroids, quinones and saponins (Edeoga et al. 2005; Chandrakala et al. 2012; Ram and Sinha 2015).

*Terpenoids* were tested by adding chloroform (1 ml) to the extract (1 ml) and then an equal volume of concentrated sulphuric acid was added. Formation of a bluish red coloration indicated the presence of terpenoids.

*Tannins* were tested by boiling the dried powdered extract (0.5 g) in water (20 ml) in a test tube and then 2 ml of 0.1 M FeCl<sub>3</sub> was added. Formation of a blue black coloration indicated the presence of tannins.

*Flavonoids* were tested by adding an ammonium solution (5 ml) into 1 ml of aqueous filtrate of extract followed by addition of sulphuric acid (2 ml). A yellow coloration indicated the presence of flavonoids.

*Alkaloids* were tested by mixing 50 g of simplicias powder with 250 ml of 1% sulphuric acid. It was allowed to stand and then filtered. Ten milliliters of filtrate was shaken and added into Meyer's reagent. The formation of a white precipitate indicated the presence of alkaloids.

*Steroids* (Salkowski test) were tested by mixing 2 ml of chloroform extract, 1 ml of concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acid was added carefully along the sides of test tubes. A red color produced in the chloroform layer confirmed the presence of steroids.

*Quinones* were tested by mixing 0.5 g of plant extract and then 1 ml of concentrated H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> was added. The formation of red colour showed the presence of quinones.

*Saponins* were tested by adding a drop of sodium bicarbonate into a test tube containing 0.5 ml of aqueous extract. The mixture was shaken vigorously and kept for 30 minutes. A honey comb like froth was formed and it showed the presence of saponins.

### Thin layer chromatography (TLC)

Six plant extracts were checked for chemicals profile by using a thin layer chromatography (TLC) on a silica gel plate G-60. As much as 0.05 g each of plant extracts was diluted in methanol. Every 2-5 µl of extracts was put on the

silica gel powder. The solvent system in TLC was performed with water: methanol: n-heksan: EtoAc (2:1.5:1:2, v/v/v). The spot was checked in 254 nm of UV lamp.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Plant extractions

In this study, six plants extracts, namely leaves of *A. indica* (Azadirchta), *D. triquetum* (Fabaceae) and *C. serratum* (Verbenaceae), bark of *C. sappan* (Caesalpiniaceae), rhizome of *Z. american* (Zingiberaceae) and whole plant of *M. alba* (Moraceae) were screened for their anti-mycobacterial activity against *M. bovis* strain BCG and *M. smegmatis* by using a disc diffusion assay at room temperature (Table 1). The results of six plant extracts showed that the highest yield (27.44%) by extraction process was obtained from leaves of *D. triquetum* with liquid texture and dark green for the physical characteristics. The extract of *M. alba* was the lowest yield (2.3008%) with liquid texture and dark green color of extract.

The results of study showed that extracts from six plants against *M. smegmatis* activity. However, three from six plants extracts also against *M. bovis* activity. The activity was found in all of variation concentration of *D. triquetum* extracts, 100% *C. serratum* extract, and found in 100% and 75% *C. serratum* extracts. All of the extracts were active to against the Rifampicin resistant strain of *M. smegmatis* and *M. bovis*. Rifampicin is an indicator for multi-drug resistant mycobacterium, so the extracts might also to be active on MDR TB.

The plant of *D. triquetum* was reported that its extract ascertainable as an antiinflammatory, hepatoprotective and had an antioxidant activity (Kalyani et al. 2011a; Kalyani et al. 2011b). *Caesalpinia sappan* is one of the plants which have an anti-mycobacterial activity. In the other report, *C. sappan* has an antibacterial activity to against some of human pathogenic bacteria such as *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus* and *Enterococcus faecalis* (Saravankumar and Helan 2013).

In this study, *C. sappan* had an activity for anti-mycobacterial until 25% plant extract to against *M. smegmatis* and 50% plant extract to against *M. bovis*. The other plant, *C. serratum* was one of potential plant to be an anti-mycobacterial source. The report was showed in Table 2. It had an activity to against a kind of mycobacterium test. In some of other reports, *C. serratum* had an antibacterial activity which potential to against gastrointestinal bacterial pathogens, such as *Salmonella paratyphi*, *S. enterica typhimurium*, *S. enteric*, *Streptococcus mitis*, *S. salivarous*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococci*, *Klensiella pneumonia* and *Bacillus subtilis* (Shukla et al. 2014). The pharmacological activity of *C. serratum* was reported as antioxidant, anticancer, antibacterial and anti-inflammatory (Singh et al. 2012). From the data (Table 2), *M. alba* was reported capable to against *M. smegmatis* and from the other report, its plant extract had an antibacterial activity to against

*Staphylococcus aureus*, *Bacills subtilis* and *Escherichia coli* (Singh et al. 2013). The extract of *A. indica* was potential to against *M. smegmatis* and from the other report, it had an antibacterial activity to against *E. coli* and *S. aureus* (Mishra et al. 2013).

### Antibacterial activity

To confirm the formation of antibacterial activity from the methanol plant extracts, the plant extract of each isolate was determined to against *M. smegmatis* and *M. bovis* as a microbial test (Table 2). The results were shown in Table 2 and confirmed the ability of all plant extracts to produce an antibacterial activity. The variation of concentrations of all plant extracts showed to be able to against *M. segmatis*. In the other side, some of variation of concentrations from plant extracts to be able to against *M. bovis*. Compared with an anti-mycobacterial activity of Rifampicin as a positive control, almost of plant extracts had a higher potential than Rifampicin. The assay aimed to find out the potential plant extracts to against *M. smegmatis* and *M. bovis* as a microbial test. The assay used four variations of concentrations from each plant extract (100%, 75%, 50% and 25%). Six plants extracts against *M. smegmatis* in 25% extracts concentration. However, only three plants extracts against *M. bovis*, they were *C. serretum*, *C. sappan* and *D. triquertum* (Table 2). All of variation concentrations of *Z. americans*, *A. indica* and *M. alba* extracts, there was no antibacterial activity for a microbial test. *Desmodium triquetum* had a potential plant extract to against *M. smegmatis* and *M. bovis* representative in diameter of inhibition zone in agar plate. The extract of *D. triquetum* had an antibacterial activity for all variations of extract concentration.

The plant extracts had a potential activity for anti-mycobacterial. It was showed from a zone of inhibitor of plant extracts compared than Rifampicin as an antibiotic to against *Mycobacterium*. Rifampicin was used in this study for a positive control for anti-mycobacterial drug. The target of Rifampicin in mycobacterium is  $\beta$ -subunit of RNA polymerase, in which it binds and inhibits the elongation of messenger RNA (Blanchard 1996). Some of potential plant extracts, such as *D. triquetum*, *C. sappan* and *C. serratum* suggested an investigation deeply in the future. An anti-mycobacterial activity from the plants has been known from other methods, such as a resazurin reduction assay. The principal of this method is a change of colour from resazurin to be resorufin to find out the activity of cell (O'Neill et al. 2014).

### Phytochemical assay

Phytochemical assay aimed to find out some compounds of plant extracts, such as alkaloids, steroids, flavones, tannins, saponins, triterpenoids and quinones. The plant extracts were tested to a phytochemical qualitative assay for finding out the compounds of them. Table 3 showed that none of all the plants had nothing alkaloids and saponins. Almost all the plants had flavones, except *A. indica*. Quinones were found in only *C. sappan* extract. Triterpenoids were found in two from six plant extracts, i.e. *C. sappan* and *Z. american*.

**Table 1.** The yield of plant extractions

Family	Botanical name		Weight		Yield (%)	Texture	Color
	Species	Local	Raw material (g)	Extract (g)			
Verbenaceae	<i>C. serratum</i>	Senggugu	50	6.5826	13.1652	Liquid	Dark green
Caesalpinaceae	<i>C. sappan</i>	Secang	25	3.6743	14.6972	Sticky	Dark red
Zingiberaceae	<i>Z. americans</i>	Lempuyang	44	3.3492	7.6118	Solid	Brown
Fabaceae	<i>D. triquetum</i>	Kicongcorang	6.35	1.7427	27.4400	Liquid	Dark green
Azadirachta	<i>A. indica</i>	Mimba	50	5.8037	11.6074	Sticky	Dark green
Moraceae	<i>M. alba</i>	Murbei	50	1.1504	2.3008	Liquid	Dark green

**Table 2.** The inhibition zone of the plant extracts by using a disc diffusion assay to against the test mycobacterial.

Botanical name	Variation of concentration of plant extracts	The inhibition zone (mm)	
		<i>M. smegmatis</i>	<i>M. bovis</i>
<i>Clerodendron serratum</i>	100%	7	9
	75%	6.25	NA
	50%	5.25	NA
	25%	5	NA
<i>Caesalpinia sappan</i>	100%	13.25	8.5
	75%	11	6.5
	50%	9.5	NA
	25%	6.5	NA
<i>Zingiber americans</i>	100%	6.5	NA
	75%	6	NA
	50%	5.5	NA
	25%	5	NA
<i>Desmodium triquetum</i>	100%	12.75	14.75
	75%	10.25	13
	50%	9	10.5
	25%	5.5	9
<i>Azadirachta indica</i>	100%	6	NA
	75%	4.5	NA
	50%	4	NA
	25%	4.25	NA
<i>Morus alba</i>	100%	4.5	NA
	75%	5.75	NA
	50%	5.75	NA
	25%	4.75	NA
Rifampicin	2.10 <sup>-5</sup> g/ml	9.25	9
DMSO	2%	NA	NA

Note: NA = Non-activity

**Table 3.** Phytochemical compounds of plants

Botanical name	Phytochemical compounds						
	Alkaloids	Steroids	Flavones	Tannins	Saponins	Triterpenoids	Quinones
<i>C. serratum</i>	-	+	+	-	-	-	-
<i>C. sappan</i>	-	-	+	+	-	+	+
<i>Z. americans</i>	-	-	+	+	-	+	-
<i>D. triquetum</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>A. indica</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>M. alba</i>	-	+	+	-	-	-	-

Note: + = present, - = absent



**Figure 1.** The result of TLC from each plant extracts. A = *A. indica*, B = *C. serratum*, C = *C. sappan*, D = *M. alba*, E = *D. triquetum* and F = *Z. americans*

The phytochemical assay for all of plant extracts (Table 3) showed some plants had the different component compounds. The compounds from a phytochemical assay might be used for first data to detect the pure compounds in plant extracts. Phytochemical assay of *C. sappan* contained flavonoids, tannins, triterpenoids and quinones. The report from Kumar and Nishteswar (2013) explained that the methanol extract of *C. sappan* contains flavonoids, phenolics, tannins, amino acids, proteins, carbohydrate, organic acids and saponins. Phytochemical assay for *C. serratum* resulted in steroids and flavonoids (Table 3).

The study reported the compounds in *C. serratum* contained carbohydrate, flavonoids, phenolics, terpenes and steroids (Singh et al. 2012). For *D. triquetum*, the results (Table 3) of phytochemical assay were tannins and flavones. Reported by Thandar and Tun (2015), *D. triquetum* contained alkaloids, glycoside, flavonoids, saponins, amino acids and tannins. Table 3 showed that *M. alba* contained steroids and flavonoids. Reported by Singh et al. (2013), *M. alba* contained tannins and alkaloids. The other report from Salem et al. (2013) reported flavonoids, phenolics, saponins and tannins. For the phytochemical assay of *A. indica* showed that it contained steroids and tannins. The data (Table 3) showed that the extracts of *Z.*

*americans* contained flavonoids, tannins and triterpenoids. The component compounds of all plant extracts influence a pharmacological activity.

### Thin Layer Chromatography (TLC)

Six plant extracts from extraction by Soxhlet with methanol solvent were tested by TLC in silica gel plate. Separation of the component of compounds in crude plant extracts by the solvent system was performed with water: methanol: n-hexane: EtOAc (2:1.5:1:2, v/v/v/v). The results of TLC showed some spots in silica gel plate. The difference of colour and amount of spots in the plate, representative a specific compound in each crude plant extracts. The extracts in Figure 1 were first data to find out the compounds in plant extracts. In the future, it should be an identification of the spots to determine the identity of the compounds. However, the pattern of spots from chemical was influenced by solvent, variation of concentrations and the working system of TLC.

The result of Thin Layer Chromatography (TLC) was as a preliminary test (Figure 1) from each plant extracts to find out the component compounds. The data should be continued with a chromatography or other chemical separation methods to get the pure compounds. From the data, it could be obtained to describe that *A. indica*, *C. serratum*, *C. sappan*, *Z. americans*, *M. alba* and *D. triquetum* contained some compounds based on the spots in the silica gel plate.

Six plant extracts had been studied to determine potential extracts to against *M. bovis* and *M. smegmatis*. Based on the anti-mycobacterial assay by a disc diffusion method, the potential plant extracts were *D. triquetum*, *C. serratum* and *C. sappan*. Three extracts were ascertainable to against both of microbial test. Based on the phytochemical assay, the plant extracts contained some compounds. The TLC results described that in the plant extracts contained many compounds for further treatment to get some pure compounds.

### ACKNOWLEDGEMENTS

The research has financially supported by a grant from competitive research program of Indonesian Institute of Sciences 2015. The mycobacterium culture is obtained from DSMZ (a research institute in Germany).

### REFERENCES

- CDC [Centre for Disease Control]. 2005. Worldwide emergence of *Mycobacterium tuberculosis* with extensive resistance to second-line drugs. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 55: 250-253.
- Balunas MJ, Kinghorn AD. 2005. Drug discovery from medicinal plants. *Life Sci* 78: 431-441.
- Banerjee A, Dubnau E, Quémar A, Balasubramanian V, Um KS, Wilson T, Collins D, de Lisle G, Jacobs WR. 1994. *inhA*, a gene encoding a target for isoniazid and ethionamide in *Mycobacterium tuberculosis*. *Science* 263: 227-230.
- Belanger AE, Besra GS, Ford ME, Mikusova K, Belisle JT, Brennan PJ, Inamine JM. 1996. The embAB genes of *Mycobacterium avium* encode an arabinosyl transferase involved in cell wall arabinan biosynthesis that is the target for the antimycobacterial drug ethambutol. *Proc Natl Acad Sci USA* 93 (21): 11919-11924.
- Blanchard JS. 1996. Molecular mechanism of drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *Annu Rev Biochem* 65: 215-239.
- Busscher GF, Rutjes FPJT, van Delft FL. 2005. 2-Deoxystreptamine: Central Scaffold of Aminoglycoside Antibiotics. *Chem Rev* 105 (3): 775-792.
- Chandrakala S, Mallikarjuna K, Aruna P. Qualitative phytochemical analysis of seed and leaf callus extracts of *Chantium parviflorum* Lam., Guntur District, Andhrapradesh. *Int J Pharm Biol Sci* 3 (4): 177-182.
- Deng L, Mikusova K, Robuck KG, Scherman M, Brennan PJ, McNeil MR. 1995. Recognition of multiple effects of ethambutol on metabolism of mycobacterial cell envelope. *Antimicrob Agents Chemother* 39 (3): 694-701.
- Edeoga HO, Okwu DE, Mbabie BO. 2005. Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *Afr J Biotechnol* 4: 685-688.
- Feng Z, Barletta RG. 2003. Roles of *Mycobacterium smegmatis* D-alanine: D-alanine ligase and D-alanine racemase in the mechanisms of action of and resistance to the peptidoglycan inhibitor D-cycloserine. *Antimicrob Agents Chemother* 47 (1): 283-291.
- Gautam R, Saklani A, Jachak SM. 2007. Indian medicinal plants as a source of antimycobacterial agents. *J Ethnopharmacol* 110: 200-234.
- Hussain T, Arshad M, Khan et al. 2011. In vitro screening of methanol plant extracts for their antibacterial activity. *Pak J Bot* 43 (1): 531-538.
- Janin YL. 2007. Anti-tuberculosis drugs: ten years research. *Bioorg Med Chem* 15 (7): 2479-2513
- Kalyani GA, Ashok P, Taranalli AD et al. 2011. Anti-inflammatory and in vitro antioxidant activity of *Desmodium triquetum* (L). *Indian Journal of Pharmacology* 43 (6): 740-741.
- Kalyani GA, Ramesh CK, Krishna V. 2011. Hepatoprotective and antioxidant activities of *Desmodium triquetrum* DC. *Indian J Pharm Sci* 73: 463-466.
- Kumar P, Nishteswar K. 2013. Phytochemical and pharmacological profiles of *Clerodendrum serratum* Linn. (Bharnagi): A review. *Int J Res Ayurveda Pharm* 4 (2): 276-278.
- Mishra A, Mamta, Neema et al. 2013. Antibacterial effects of crude extract of *Azadirachta indica* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Intl J Sci Environ Technol* 2 (5): 989-993.
- Lawn SD, Wilkinson R. 2006. Extensively drug resistant Tuberculosis. *Br Med J* 333: 301-305.
- Lei B, Wei CJ, Tu SC. 2000. Action mechanism of antitubercular isoniazid. Activation by *Mycobacterium tuberculosis* KatG, isolation, and characterization of *inhA* inhibitor. *The Journal of Biological Chemistry*, 275 (4): 2520-6.
- Maus CE, Plikaytis BB, Shinnick TM. 2005. Molecular Analysis of Cross-Resistance to Capreomycin, Kanamycin, Amikacin, and Viomycin in *Mycobacterium tuberculosis*. *Antimicrob Agents Chemother* 49 (8): 3192-3197.
- O'Neill TE, Li H, Colquhoun CD et al. 2014. Optimization of the microplate resazurin assay for screening and bioassay-guided fractionation of phytochemical extracts against *Mycobacterium tuberculosis*. *Phytochemical Analysis*. [onlinelibrary.wiley.com](http://onlinelibrary.wiley.com). Published online in Wiley Online Library [14 April 2014].
- Ram S, Sinha VS. 2015. Qualitative phytochemical analysis of some plants use to cure Malaria in Kolhan region of Jharkhand, India. *J Med Plants Stud* 3 (6): 60-62.
- Salem MZM, Aly H, Gohar Y et al. 2013. Biological activity of extracts from *Morus alba* L., *Albizia lebbek* (L.) Benth. and *Casuarina glauca* Sieber against the growth of some pathogenic bacteria. *Intl J Agric Food Res* 2 (1): 9-22.
- Saravankumar, Chandra JH. Screening of antimycobacterial activity and phytochemical analysis of *Caesalpinia sappan* L. *J Chem Pharm Res* 5 (2): 171-175.
- Shu YZ. 1998. Recent natural products based drug development: A pharmaceutical industry perspective. *J Nat Prod* 61: 1053-1071.
- Shukla N, Panda CS, Satapathy KB et al. 2014. Evaluation of antibacterial efficacy of *Clerodendrum serratum* Linn. and *Clerodendrum viscosum* Vent. leaves against some human pathogens causing UT and GIT infection. *Res J Pharm Biol Chem Sci* 5 (6): 621-626.
- Singh MK, Khare G, Iyer SK et al. 2012. *Clerodendrum serratum*: A clinical approach. *J Appl Pharm Sci* 2 (2): 11-15.
- Singh R, Bagachi A, Semwal A et al. Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *Morus alba* Linn.: A review. *J Med Plants Res* 7 (9): 461-469.

- Taneja NK, Tyagi JS. 2007. Resazurin reduction assays for screening of anti-tubercular compounds against dormant and actively growing *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis* BCG and *Mycobacterium smegmatis*. *J Antimicrob Chemother* 60 (2): 288-293.
- Telenti A, Imboden P, Marchesi F, Matter L, Schopfer K, Bodmer T, Lowrie D, Colston MJ, Cole ST. 1993. Detection of rifampicin-resistance mutations in *Mycobacterium tuberculosis*. *Lancet* 341 (8846): 647-650.
- Thandar S, Tun OM. 2015. In vitro micropropagation of *Desmodium triquetrum* DC., Myanmar medicinal plant. *Intl J Technical Res Appl* 3 (6): 133-138.
- WHO [World Health Organization]. 2007. Global tuberculosis control-surveillance, planning and financing. WHO, Geneva.

**THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

# Optimisasi uji berbasis reduksi resazurin dalam menghambat aktivitas *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756

## Optimization of the microplate resazurin assay for screening against *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756

MARTHA SARI<sup>♥</sup>, EKA ARISMA YANTI, WIEN KUSHARYOTO

Laboratorium Rekayasa Genetika Terapan dan Desain Protein, Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8754587, Fax.: +62-21-8754588, ♥email: martha.biotek@gmail.com

Manuskrip diterima: 6 September 2016. Revisi disetujui: 14 Desember 2016.

**Abstrak.** Sari M, Arismayanti E, Kusharyoto W. 2016. Optimisasi uji berbasis reduksi resazurin dalam menghambat aktivitas *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 189-192. Metode uji reduksi resazurin (MRRA) merupakan metode cepat untuk mengevaluasi produk ekstrak alami dan obat sintesis yang berperan dalam menekan pertumbuhan mikobakterium dengan pewarna resazurin sebagai indikator. Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan optimisasi pengujian awal dari kondisi yang mempengaruhi aktivitas pertumbuhan mikobakterium. Deteksi MRRA dari ekstrak tanaman obat menggunakan mikroba *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756 berlangsung selama 1-2 hari inkubasi dalam cawan mikro pada suhu 37°C. Variasi kondisi uji dievaluasi seperti konsentrasi indikator resazurin, konsentrasi pelarut DMSO, dan durasi waktu inkubasi sebagai aktivitas anti-mikobakterium. Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa optimisasi uji MRRA menggunakan pelarut 0,5% DMSO, pewarna 60 µg/mL resazurin, dan penambahan 5% tween 80 merupakan kondisi ideal bagi penurunan aktivitas mikobakterium selama 24 jam waktu inkubasi. Deteksi ekstrak menggunakan metode MRRA menunjukkan suatu model uji yang cepat, sederhana, dan sensitivitas tinggi untuk pengembangan potensi ekstrak herbal dari tanaman obat Indonesia.

**Kata kunci:** Anti-mikobakterium, mikropelat reduksi resazurin, *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756, optimisasi

**Abstract.** Sari M, Arismayanti E, Kusharyoto W. 2016. Optimization of the microplate resazurin assay for screening against *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 189-192. Microplate resazurin reduction assay (MRRA) is a rapid method to evaluate the natural extract products and the synthetic drug used to suppress anti-*Mycobacterium* growth using a resazurin dye as an indicator. This study aimed to present a pre-screening optimization of condition that affects mycobacterium growth activity. The detection of MRRA from medicine plant extract using *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756 was conducted for 1-2 days incubation in a microplate with 37°C. Variation assay conditions were evaluated such as resazurin indicator concentration, DMSO solvent concentration and incubation time duration as an anti-mycobacterial activity. The result of pre-screen showed that the optimization of MRRA using 0.5% DMSO solvent and a resazurin dye of 60 µg/mL with an addition of 5% tween 80 for 24 hours incubation was an ideal condition for decreasing mycobacterium activity. The detection of extract using MRRA assay showed a screen model has rapid detection, simple, and good sensitivity for the development of potential natural extracts from Indonesian medicinal plants.

**Keywords:** Anti-mycobacterium, microplate resazurin reduction assay, MRRA, *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756, optimization

### PENDAHULUAN

Tuberculosis (TB) merupakan salah satu penyakit yang menjadi fokus dunia saat ini. Indonesia termasuk ke dalam 8 negara penderita TB terbanyak di dunia. Penyakit TB disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*, merupakan penyakit yang paling cepat penyebarannya serta memiliki tingkat resistensi tinggi terhadap obat terapi atau antibiotik. Kebutuhan untuk menemukan senyawa baru sebagai obat anti-mikobakterium sangat mendesak untuk dilakukan, mengingat pengobatan TB saat ini tergolong kompleks, mahal, dan membutuhkan jangka waktu yang lebih lama. WHO (2012) telah mendeklarasikan bahwa TB berada dalam status kondisi darurat di dunia. Tren peningkatan

resistensi obat terapi terhadap mikobakterium dan lamanya waktu pengobatan penderita TB sangat mengkhawatirkan, sekaligus menekankan pentingnya penemuan senyawa-senyawa obat baru terhadap TB yang saat ini masih minim tersedia (Voelker et al. 2013).

Metode mikropelat reduksi resazurin (MRRA) merupakan metode uji menggunakan resazurin sebagai indikator warna dalam mendeteksi aktivitas sel mikobakterium. Bentuk teroksidasi resazurin berwarna biru (tidak berfluoresensi) dan ketika direduksi oleh sel-sel bakteri hidup berubah bentuk menjadi resofurin yang berwarna merah muda dan berfluoresensi. Selanjutnya, nilai fluoresensi yang dihasilkan dapat dikuantifikasi dan diketahui besaran kualitas penghambatan ekstrak.

Pencarian terhadap senyawa aktif sebagai anti-mikobakterium sering terhambat oleh keterbatasan pengujian (*assay*), khususnya dalam pengujian berbasis unit pembentukan koloni. MRRA merupakan metode yang efektif untuk menguji keaktifan produk-produk alam seperti ekstrak dari sumber tanaman maupun mikroba (Martin et al. 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan kondisi optimal terhadap pengujian berbasis reduksi resazurin menggunakan ekstrak tanaman obat untuk menekan aktivitas *Mycobacterium bovis* strain BCG 43756.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan material ekstrak tanaman

Tanaman obat yang digunakan dalam pengujian ini bersumber dari simplisia *P. granatum* (diperoleh secara komersial di lokasi sekitar Jawa Tengah). Bagian tanaman yang diekstraksi yaitu kulit buah dan biji kering. Simplisia yang telah kering dicacah secara random sebanyak 30 gram dan di-soxhlet dengan 300 mL pelarut metanol (1:1) pada suhu 40-50°C. Hasil ekstrak *P. granatum* dalam pelarut metanol selanjutnya dikeringkan menjadi konsentrat dengan teknik evaporasi dan disimpan dalam ruang bersuhu -20°C (O'Neill et al. 2013).

### Galur mikobakterium yang digunakan

Mikroba *Mycobacterium bovis* strain 43756 galur BCG digunakan sebagai mikobakteri model dalam uji MRRA. Kultur *M. bovis* ditumbuhkan pada fase logaritmik dalam medium Middlebrook 7H9. Proses pengujian menggunakan fasilitas keamanan hayati tingkat 2 (BSL-2). Kultur diinkubasi dalam pengocok bersuhu ruang selama 24 jam inkubasi (O'Neill et al. 2013).

### Metode uji MRRA

Pengujian dilakukan dalam cawan mikro berisi 96 sumur (96 *well microtiter plate*) steril. Mikroba uji *M. bovis* dikulturkan dalam kondisi kelembapan relatif 90% pada suhu 37°C selama 24 jam dalam medium Middlebrook 7H9. Kultur sel *M. bovis* dikondisikan segar hingga tingkat kekeruhan mencapai OD<sub>600</sub> = 0,005, setara dengan 2,5x10<sup>5</sup> cfu/mL. Antibiotik Rifampisin digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan pelarut DMSO sebagai kontrol negatif dimana ekstrak tanaman berada dalam pelarut DMSO serta media tumbuh Middlebrook 7H9 disertakan pada tiap sumur dalam cawan mikro. Sebanyak 150 µL suspensi *M. bovis* diaplikasikan ke dalam campuran larutan uji dan dilakukan secara triplo. Cawan mikrotiter berisi suspensi mikroba pada tiap perlakuan, selanjutnya diinkubasi selama 1-2 hari pada suhu ruang. Setelah diinkubasi, 30 µL larutan pendeteksi resazurin dalam 5% tween 80 dimasukkan ke dalam tiap-tiap sumur dan diinkubasi lebih lanjut selama 2 jam. Cawan ditutup dengan *microplate sealing film sterile* sebelum pengukuran suspensi dengan alat spektrofotometer (panjang gelombang eksitasi 530 nm dan emisi 590 nm) pada suhu 37°C (Taneja et al. 2007). Persentase penghambatan

terhadap pertumbuhan mikobakteri pada tiap sumur dan kontrol positif dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Persentase penghambatan (%) = 100% - (1 - fluoresensi sampel uji/fluoresensi kontrol negatif)

### Determinasi waktu reduksi resazurin

Optimasi durasi waktu inkubasi MRRA ditentukan dengan mengukur nilai intensitas warna (fluoresensi) dari pertumbuhan bakteri setelah 24 jam diinkubasi. Perlakuan ekstrak tanaman (2 µg/mL di dalam larutan DMSO 1%, 2%, dan 3%, v/v), larutan Rifampisin (0,2 µg/mL dalam 2% DMSO) sebagai kontrol positif, dan larutan DMSO 1%, 2%, dan 3% sebagai kontrol negatif, dilakukan secara triplo. Blanko disertakan dalam setiap perlakuan. Larutan indikator resazurin (60 µg/mL dalam 5% tween 80) ditambahkan setelah 1-3 hari selama inkubasi perlakuan. Nilai pengukuran fluoresensi dilakukan 2 jam setelah pemberian pendeteksi resazurin dalam suspensi bakteri dan ekstrak (O'Neill 2014).

### Determinasi konsentrasi indikator resazurin

Optimasi konsentrasi indikator resazurin dilakukan dengan menguji variasi konsentrasi resazurin yang diaplikasikan sebanyak 15, 30, 45, 60, dan 120 µg/mL dalam 5% pelarut dan tanpa pelarut tween 80 (akuades). Perlakuan uji menggunakan kontrol positif berupa Rifampisin (0,2 µg/mL) dan kontrol negatif berupa larutan 2% DMSO tanpa disertai pengujian dengan ekstrak tanaman. Seluruh perlakuan dikerjakan secara triplo. Pemberian variasi indikator resazurin dalam 5% tween 80 dan tanpa tween 80, kemudian diinkubasi selama 24 jam. Pengukuran intensitas fluoresensi diukur setelah reaksi berlangsung selama 2 jam dalam pewarna resazurin dan diukur menggunakan spektrofotometer pada suhu -20°C (O'Neill 2014).

### Determinasi konsentrasi pelarut

Optimasi konsentrasi DMSO yang digunakan dalam MRRA ditentukan dengan membuat seri konsentrasi DMSO (0,5; 1; 2; 3; 4; dan 5%) dan Rifampisin (0,2 µg/mL) kemudian diuji secara triplo. Setelah 24 jam masa inkubasi, ke dalam cawan mikro dimasukkan 50 µL indikator resazurin (60 µg/mL dalam 5% tween 80). Pengukuran intensitas warna dilakukan setelah reaksi berlangsung selama 2 jam dan diukur dengan spektrofotometer pada suhu -20°C (O'Neill 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Determinasi waktu reduksi resazurin

Penentuan kondisi optimisasi pada pengujian MRRA dimaksudkan untuk mengetahui kondisi ideal dalam menyediakan keseimbangan uji yang cepat, stabil, dan tingkat akurasi yang baik. Keberagaman tingkatan uji MRRA selama inkubasi dengan resazurin sering kali berbeda-beda dan berlangsung sekian lama menurut eksperimen sebelumnya. Pembentukan kompleks

kestabilan warna resazurin dalam MRRA tercapai setelah 48 jam waktu inkubasi oleh Taneja et al. (2007), sedangkan menurut Lemus et al. (2004) dan Martin et al. (2003), pengukuran warna terbentuk hanya setelah 24 jam inkubasi berlangsung tanpa melihat tingkat kestabilan warna. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan standar protokol yang optimal dalam pengujian MRRA menurut data yang diperoleh sebelumnya.

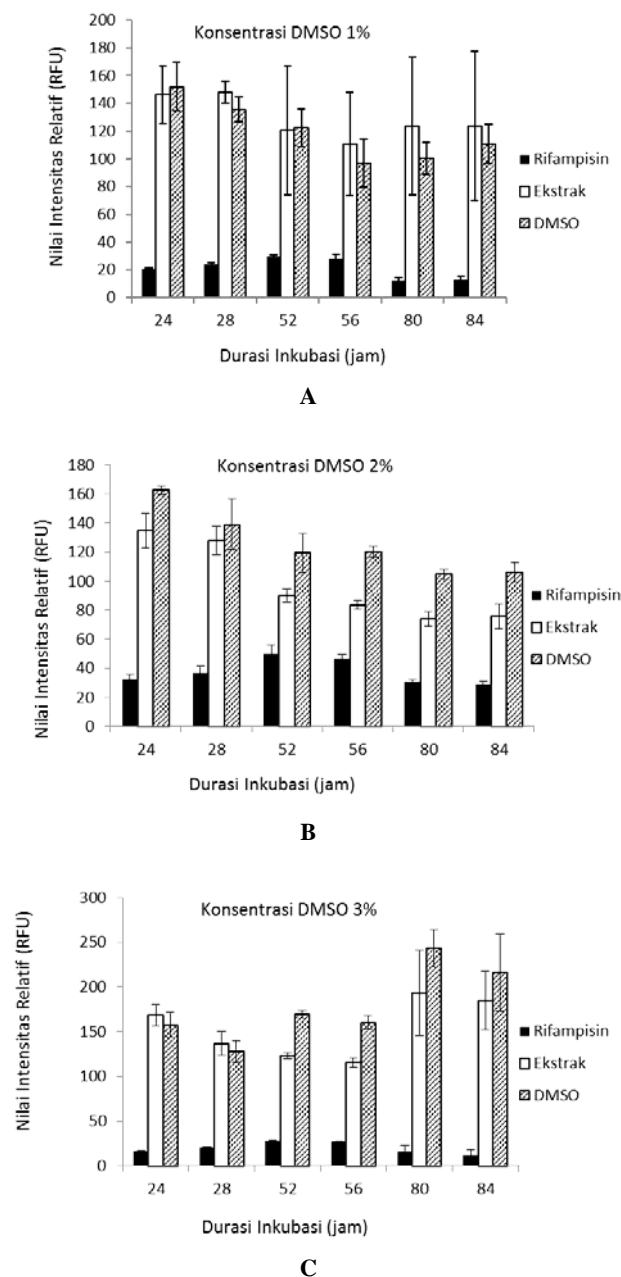
Berdasarkan Gambar 1A, B, dan C, terlihat bahwa peningkatan masa inkubasi yang semakin lama pada ketiga perlakuan (variasi konsentrasi ekstrak, Rifampisin, dan larutan DMSO) belum tentu berkorelasi positif terhadap tingkat intensitas warna (fluoresensi) yang terbentuk. Perbedaan mencolok terlihat pada perlakuan Rifampisin, dimana nilai fluoresensi lebih rendah dibandingkan ekstrak tanaman dan juga pelarut DMSO selama durasi waktu inkubasi. Munculnya nilai fluoresensi yang relatif cukup tinggi ditunjukkan dalam pelarut DMSO. Pelarut DMSO sebagai kontrol negatif menangkap efek warna yang terukur pada alat spektrofotometer. Efek warna yang muncul adalah merah muda yang merupakan warna negatif bagi pertumbuhan mikobakterium. Sebaliknya, warna biru yang muncul pada ekstrak aktif tanaman merupakan warna yang setara dengan Rifampisin sebagai kontrol positif (O'Neill 2014).

Intensitas warna relatif tinggi dan stabil (lebih besar atau mendekati 140 U, ditunjukkan pada semua perlakuan pelarut 1%, 2%, dan 3% DMSO) pada durasi inkubasi 24 jam. Selanjutnya, waktu inkubasi optimal yang didukung oleh hasil uji aktivitas anti-mikobakterium dalam metode MRRA menggunakan mikroba uji *M. bovis strain* BCG 43756 adalah 24 jam. Masa inkubasi optimal tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat keaktifan ekstrak tanaman termasuk jenis ekstrak yang lemah, moderat, atau cukup tinggi.

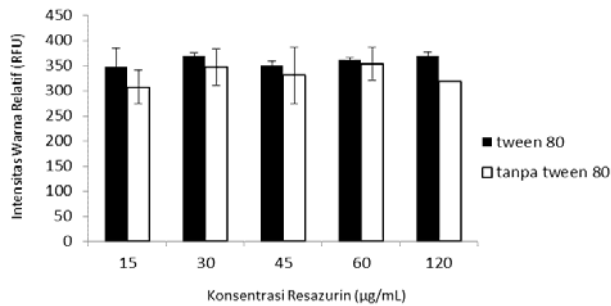
#### Determinasi konsentrasi indikator resazurin

Hasil yang tidak berbeda jauh diperoleh antara pengaruh konsentrasi pelarut resazurin dan intensitas reduksi mikobakterium dalam durasi 24 jam inkubasi. Pelarut tween 80 sebagai surfaktan dalam *bioassay* MRRA dapat mereduksi kemampuan sel mikobakterium untuk saling merekat/menempel satu sama lain. Pelarut tween selanjutnya dapat meningkatkan area kontak antarpermukaan, penyerapan, dan proses metabolisme resazurin dalam sel sehingga memfasilitasi pereduksi membentuk resofurin. Hasil pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pelarut tween 80 memberikan pengaruh nyata terhadap pengujian sel dalam cawan mikrotiter. Konsentrasi resazurin 30  $\mu\text{g/mL}$  dan 60  $\mu\text{g/mL}$  dalam tween 80 memberikan pengaruh terhadap intensitas reduksi sel yang cukup setara, sedangkan pada konsentrasi 120  $\mu\text{g/mL}$  juga memberikan hasil yang tidak berbeda jauh. Proses pembentukan warna dan reduksi sel yang paling cepat terbentuk dan stabil terjadi pada konsentrasi resazurin 60  $\mu\text{g/mL}$ . Selanjutnya, larutan indikator 60  $\mu\text{g/mL}$  resazurin dalam 5% cairan tween 80 digunakan dalam uji anti-mikobakterium dengan metode MRRA. Metode uji yang sama telah digunakan untuk mengevaluasi aktivitas anti-mikobakterium dalam ekstrak tanaman oleh Webster et

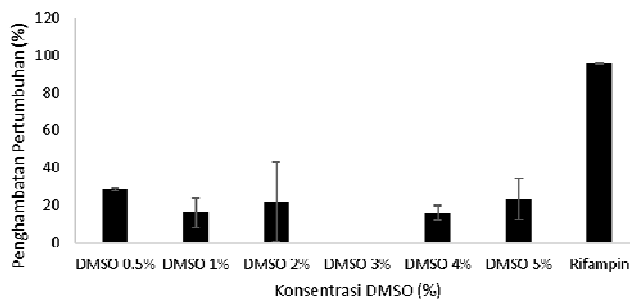
al. (2010), Carpenter et al. (2012), dan Yajco et al. (1995) dengan hasil berbeda ditunjukkan bahwa pada konsentrasi 0,125 mg/mL dan 0,02 mg/mL, serta perbandingan konsentrasi resazurin dan tween 80 (1:1) merupakan perbandingan efektif untuk pembentukan kestabilan warna hasil reduksi oleh mikobakterium.



**Gambar 1.** Perbandingan pengaruh waktu inkubasi terhadap nilai intensitas warna relatif yang diperoleh dari perlakuan *M. bovis* menggunakan pelarut Rifampisin (0,2  $\mu\text{g/mL}$ ) dan ekstrak *P. granatum* (2  $\mu\text{g/mL}$ ) dalam pelarut DMSO: (A) 1%, (B) 2%, dan (C) 3%.



**Gambar 2.** Perbandingan pengaruh variasi konsentrasi resazurin terhadap nilai intensitas warna relatif pada pertumbuhan *M. bovis* setelah 24 jam waktu inkubasi dalam pelarut 5% tween 80 dan tanpa tween 80 (akuades).



**Gambar 3.** Pengaruh variasi konsentrasi DMSO terhadap penghambatan pertumbuhan *M. bovis* selama 24 jam waktu inkubasi.

### Determinasi konsentrasi pelarut

Pengujian aktivitas anti-mikobakterium terhadap variasi pelarut DMSO dari interval konsentrasi 0,5% sampai dengan 5% bertujuan untuk menghindari bias nilai penghambatan yang dapat muncul akibat pengaruh pelarut. Hasil pada Gambar 3 menunjukkan bahwa keseluruhan konsentrasi pelarut tidak memiliki pengaruh penghambatan aktivitas anti-mikobakterium. Meskipun variasi konsentrasi DMSO tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap nilai penghambatan sel *M. bovis*, tingkat kelarutan ekstrak diduga dapat berpengaruh apabila digunakan pelarut dengan konsentrasi tinggi (sangat kental). Hasil yang diperoleh mengungkapkan bahwa konsentrasi pelarut DMSO tertinggi (5%) menghasilkan 19% penghambatan, sedangkan konsentrasi DMSO 0,5% menghasilkan 23% penghambatan yang merupakan kondisi optimal jika dikaitkan dengan tingkat kelarutan sampel dan ketersediaan pertumbuhan sel *M. bovis*. Kondisi berbeda diberikan oleh Renu et al. (2010) dan Sivakumar et al. (2011) yang menyatakan bahwa aktivitas anti-mikobakterium berhasil diaplikasikan menggunakan mikroba *M. tuberculosis*

dengan metode MRRA tanpa pelarut DMSO, namun menggunakan pelarut akuades.

Pengujian aktivitas anti-mikobakterium menggunakan metode MRRA merupakan pengujian yang cepat, sederhana, dan memiliki sensitivitas tinggi dalam pengujian ekstrak tanaman maupun ekstrak obat komersial menggunakan indikator resazurin. Optimisasi kondisi MRRA menggunakan mikroba *M. bovis* strain BCG 43756 diperoleh pada pelarut 0,5% DMSO dengan konsentrasi resazurin 60 dalam 5% tween 80 selama 24 jam waktu inkubasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini difasilitasi oleh Proyek Unggulan LIPI 2015, Puslit Bioteknologi - LIPI dan sumber mikroba uji diperoleh dari kultur koleksi lembaga riset DSMZ Jerman. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam penelitian ini dan sumber-sumber ilmiah dalam penulisan literatur kami.

### DAFTAR PUSTAKA

- Carpenter CD, O'Neill T, Picot N et al. 2012. Anti-mycobacterial natural products from the Canadian medicinal plants *Juniperus communis*. *J Ethnopharmacol* 143 (2): 695-700.
- Lemus D, Martin A, Montoro E et al. 2004. Rapid alternative methods for detection of Rifampisin resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *J Antimicrob Chemoter* 54: 130-133.
- Martin S, Camachi M, Portaels F et al. 2003. Resazurin microtiter assay plate testing of *Mycobacterium tuberculosis* susceptibilities to second-line drugs: rapid, simple, and inexpensive method. *Antimicrob Agents Chemoter* 47 (11): 3616-3619.
- O'Neill T, Johnson JA, Webster D et al. 2013. The Canadian medicinal plant *Heracleum maximum* contains antimycobacterial diynes and furanocoumarins. *J Ethnopharmacol* 147 (2013): 232-237.
- O'Neill T, Li H, Colquhoun CD et al. 2014. Optimization of the microplate resazurin assay for screening and bioassay-guided fractionation of phytochemical extracts against *Mycobacterium tuberculosis*. *Phytochem Anal* 25: 461-467.
- Renu G, Thakur B, Singh P et al. 2010. Anti-tuberculosis activity of selected medicinal plants against multidrug resistant *Mycobacterium tuberculosis* isolates. *Indian J Med Res* 131: 809-813.
- Sivakumar A, Jayaraman G. 2011. Anti-tuberculosis activity of commonly used medicinal plants of south India. *J Med Plants Res* 5 (31): 6881-6884.
- Taneja NK, Tyagi JS. 2007. Resazurin reduction assays for screening of anti-tubercular compounds against dormant and actively growing *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium smegmatis* and *Mycobacterium bovis* BCG. *J Antimicrob Chemoter* 10: 1-6.
- Voelker R. 2013. MDR-TB has new drug foe after fast-track approval. *J Amer Med Assoc* 309 (5): 430-430
- Webster D, Timothy DGL, Moore J et al. 2010. Anti-mycobacterial screening of traditional medicinal plants using the microplate resazurin assay. *Can J Microbiol* 56: 478-494.
- WHO [World Health Organization]. 2012. Global tuberculosis report 2012. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva, Switzerland.
- Yajko DM, Madej JJ, Lakanster MV et al. 1995. Colorimetric method for determining MICs of antimicrobial agent for *Mycobacterium tuberculosis*. *J Clin Microbiol* 33 (9): 2324-2327.

## Vegetasi penyusun habitat bangeris (*Koompassia excelsa*) di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kalimantan Timur

### Vegetation structure of bangeris habitat (*Koompassia excelsa*) in the protected forest area of Gunung Lumut, East Kalimantan

TEGUH MUSLIM<sup>\*</sup>, SURYANTO

Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Jl. Soekarno-Hatta Km 38, PO BOX 578 Balikpapan 76112, Samboja, Kalimantan Timur.  
Tel.: +62-542-7217663, Fax.: +62-542-7217665, \*email: tm97\_forester@yahoo.com

Manuskrip diterima: 30 Maret 2016. Revisi disetujui: 14 Desember 2016.

**Abstrak.** Muslim T, Suryanto. 2016. Vegetasi penyusun habitat bangeris (*Koompassia excelsa*) di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kalimantan Timur. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 193-197. Bangeris (*Koompassia excelsa* (Becc.) Taub., 1891) secara alami tumbuh di hutan dataran rendah Kalimantan yang dijadikan sebagai inang bagi lebah madu untuk membuat sarang dan dimanfaatkan untuk diambil madunya. Dukungan dari vegetasi di sekitar bangeris berperan penting bagi lebah untuk mengumpulkan bahan madu. Rusaknya ekosistem mengakibatkan hilangnya jenis vegetasi lain yang berada pada habitat bangeris. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis vegetasi alami yang tumbuh pada habitat bangeris. Pembuatan plot cuplikan secara kuadran dilakukan berdasarkan jumlah pohon bangeris dan penambahan jenis yang semakin berkurang. Analisis dilakukan untuk memperoleh data kuantitatif secara deskriptif serta tingkat asosiasi antara bangeris dan jenis vegetasi lainnya dengan menggunakan Indeks Dice dan Jaccard. Hasil penelitian menunjukkan tingkat asosiasi tertinggi untuk tingkat pancang adalah *Syzygium* sp. yaitu sebesar ( $J_i = 0,4$ ) dengan Nilai Penting Jenis = 6,34. NPJ tertinggi dimiliki oleh *Prunus* sp. yaitu sebesar 13,29 dengan tingkat asosiasi yang rendah ( $J_i = 0,1$ ). Tingkat asosiasi tertinggi untuk tingkat pohon adalah *Gironiera nervosa* yaitu sebesar ( $J_i = 0,5$ ) dengan NPJ relatif tinggi meskipun bukan yang paling tinggi yaitu sebesar 7,36 dari angka kisaran 2,10-17,87. Adapun NPJ tertinggi dimiliki oleh *Endertia spectabilis* yaitu sebesar 17,87 dengan tingkat asosiasi yang rendah ( $J_i = 0,2$ ) dari tingkat asosiasi seluruh jenis (0,1-0,4). Tingkat asosiasi *Endertia spectabilis* tidak dapat dikatakan cukup tinggi karena rentang tingkat asosiasi berkisar 0-1, dimana semakin mendekati angka 1, tingkat asosiasinya semakin tinggi. Berbeda dengan NPJ yang tidak memiliki rentang atas-bawah yang menyebutkan nilai NPJ paling tinggi dan paling rendah, kecuali hanya dengan dibandingkan dengan jenis vegetasi lain dalam beberapa pengambilan plot contoh. Pada tingkat pancang dapat dilihat bahwa tingkat asosiasi dan NPJ berbanding terbalik. Untuk mengetahui tingkat asosiasinya dapat ditentukan berdasarkan jumlah plot ditemukannya suatu jenis vegetasi, semakin banyak jumlah plot ditemukan suatu jenis tertentu maka semakin tinggi tingkat asosiasinya.

**Kata kunci:** Bangeris, habitat, Hutan Lindung Gunung Lumut, *Koompassia excelsa*, vegetasi

**Abstract.** Muslim T, Suryanto. 2016. Vegetation structure of bangeris habitat (*Koompassia excelsa*) in the protected forest area of Gunung Lumut, East Kalimantan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 193-197. Bangeris (*Koompassia excelsa* (Becc.) Taub., 1891) grows naturally in the lowland forests of Kalimantan which served as the host for the honey bees to make nests and utilized for honey. The support of the vegetation around bangeris plays an important role for the bees to collect honey. The destruction of ecosystem resulted in the loss of other vegetation types in the bangeris habitat. This research aimed to determine the natural vegetation types growing in the bangeris habitat. The making of snippet plots in quadrant was conducted based on a number of bangeris trees and the addition of species on the wane. The analysis was conducted to obtain the quantitative data descriptively and the level of association between bangeris and other species of vegetation using Dice and Jaccard Index. The results showed that the highest level of association for the stake level was *Syzygium* sp. ( $J_i = 0.4$ ) with the important value index (IVI) = 6.34. The highest Important Value Index was obtained by *Prunus* sp. i.e., 13.29 with a low level of association ( $J_i = 0.1$ ). The highest level of association for the level of tree was *Gironiera nervosa* i.e., ( $J_i = 0.5$ ) with a relatively high important value although it was not the highest i.e., 7.36 from a range between 2.10-17.87. Meanwhile, the highest important value was obtained by *Endertia spectabilis* i.e., 17.87 with a low level of association ( $J_i = 0.2$ ) from the level of whole association (0.1-0.4). The association level of *Endertia spectabilis* could not be said to be quite high because the association rate ranged between 0-1, the more approached to 1 then the association levels will be higher. Unlike the Important Value Index that did not have a range of top-down that mentioning the highest and lowest important value, except just by compared with other vegetation in some sample plots. At the level of stake, it could be seen that the level of association with important value inversely proportional. To determine the level of association could be determined based on the amount of plot that a species of vegetation was found, the more amount of plot that a particular type was found then the level of association was higher.

**Keywords:** Bangeris, Gunung Lumut Protected Forest, habitat, *Koompassia excelsa*, vegetation

## PENDAHULUAN

Bangeris (*Koompassia excelsa* (Becc.) Taub.) merupakan jenis tumbuhan penting hutan hujan tropis yang secara alami tumbuh di dataran rendah Kalimantan dan Sumatera (Sidiyasa 2001). Habitat dan ekologi *K. excelsa* berada di daerah sepanjang sungai, lembah, dan lereng di bawah bukit (Kessler dan Sidiyasa 1999). Meskipun kayu pohon bangeris termasuk jenis kayu dengan volume besar mencapai lebih dari 45 meter (Small et al. 2004) dan tahan terhadap serangan rayap (Grace et al. 1998), jenis ini tidak dimanfaatkan untuk ditebang dan diambil kayunya karena merupakan pohon inang bagi lebah madu *Apis dorsata*. Kondisi tersebut menyebabkan pohon bangeris dikenal sebagai pohon penghasil madu. Madu alami yang dihasilkan lebah madu *Apis dorsata* pada *K. excelsa* bersifat antibakteri (Nasir et al. 2010; Kirnpal et al. 2011; Ng et al. 2014) dan memiliki antioksidan tinggi (Moniruzzaman et al. 2013) yang dapat mencegah infeksi, mengobati luka bakar, bisul, dan borok serta mengobati penyakit diabetes (Molan 2001; Schumacher 2004; Simon et al. 2006; Nasir et al. 2010), bahkan mampu mematikan sel kanker (Ghashm et al. 2010), sehingga wajar apabila madu hutan (bangeris) bernilai ekonomi tinggi. Menurut Saragih (2013), satu pohon bangeris mempunyai nilai ekonomi mencapai Rp1.000.000.000,00/10 tahun hanya dari hasil madunya.

Berdasarkan IUCN (2016), bangeris termasuk kategori *Least Concern* yang berarti hanya berisiko rendah dalam keterancamannya. Bertolak belakang dengan rusaknya ekosistem hutan mengakibatkan hilangnya jenis-jenis lain, terutama jenis yang mempunyai ketergantungan dengan bangeris (asosiasi tinggi), termasuk lebah madu. Keanekaragaman sangat berperan penting dalam pembentukan suatu ekosistem. Suatu ekosistem dikatakan semakin mantap jika mempunyai keanekaragaman sumber daya alam yang tinggi. Sutedjo (2000) mengungkapkan bahwa tindakan konservasi bangeris merupakan tindakan "penyelamatan parsial" yang hanya berusaha melindungi satu jenis vegetasi tanpa memperhatikan vegetasi lain pada habitatnya. Padahal telah disebutkan dalam UU Keanekaragaman Hayati No. 5 Tahun 1990 bahwa unsur-unsur sumber daya alam hayati dan ekosistemnya pada dasarnya saling tergantung antara satu dengan yang lainnya serta saling mempengaruhi, sehingga kerusakan serta kepunahan salah satu unsur dapat berakibat terganggunya ekosistem.

Tindakan konservasi yang selama ini dilakukan terhadap bangeris belum optimal. Hal ini diduga karena belum komprehensifnya informasi mengenai asosiasi tumbuhan yang terbentuk bersama dengan bangeris. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tersebut untuk melindungi bangeris dan habitatnya. Dalam prinsip ekologi, konservasi habitat jenis kunci berarti mengonservasi hutan secara umum beserta isinya (Clayton 1996). Dari jutaan jenis yang menjadi perhatian, dipilih beberapa jenis kunci untuk membuat keputusan konservasi agar lebih mudah. Penentuan jenis kunci dipilih karena tingkat kerentanan, daya tarik atau kekhasan, dan alasan khusus lainnya. Bangeris dipilih

sebagai jenis kunci agar status konservasinya menjadi lebih jelas, karena melindungi jenis tersebut secara tidak langsung juga melindungi jenis lain yang menyusun komunitas jenis yang bersangkutan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2012 di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Lokasi plot berada di wilayah administratif Kecamatan Long Ikis (Desa Brewe, Lombok, dan Rantau Layung). Alat dan bahan yang digunakan meliputi spiritus, kertas koran, kantong plastik, label gantung, kompas, pita ukur, meteran, galah, gunting setek, kamera, dan teropong. Pengumpulan data primer dilakukan secara *purposive* dengan jumlah plot yang dibuat berdasarkan jumlah kehadiran pohon bangeris sampai penambahan jenisnya kurang dari 5%. Plot penelitian berukuran 20 m x 20 m untuk tingkat tiang-pohon, 10 m x 10 m (subplot) untuk tingkat pancang, serta 2 m x 2 m tingkat semai.

Jumlah plot dibuat berdasarkan jumlah pohon bangeris hingga penambahan jenis kurang dari 5%. Metode penentuan sampel dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling* yaitu sampel ditentukan secara sengaja, sedangkan pengumpulan data pendukung lainnya dilakukan melalui studi pustaka sebagai bahan referensi. Data-data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh informasi jenis vegetasi berdasarkan identifikasi ahli botani Herbarium Wanariset, nilai penting jenis (NPJ), dan nilai asosiasinya dengan pohon bangeris menggunakan Indeks Dice dan Jaccard (Bratawinata 1997).

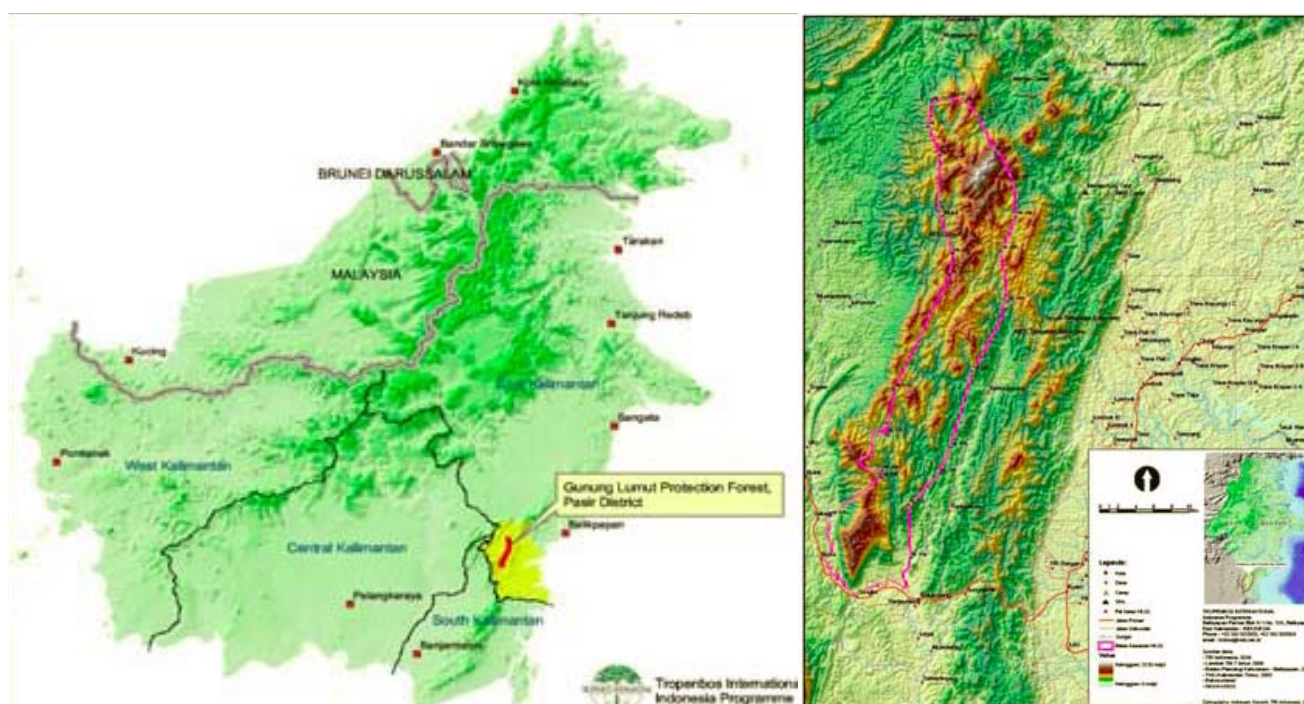
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, terdapat banyak jenis bangeris yang dijumpai meskipun tidak sedikit kawasan di sekitarnya yang sudah berubah menjadi ladang/kebun dan tambang. Posisi habitat *K. excelsa* yang dijadikan plot cuplikan berada pada ketinggian 150-350 m dpl dan tingkat keterengangan yang bervariasi antara 40-60%. Menurut Wiriadinata (2008), *K. excelsa* yang dijumpai di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut berada pada ketinggian antara 100-600 m dpl.

Habitat bangeris berada dekat dengan anak sungai berbatu. Pohon bangeris yang ditemukan berdiameter antara 56-150 cm dengan tinggi antara 23-50 m. Dari hasil inventarisasi, sebanyak 81 jenis dengan 38 famili ditemukan pada habitat *K. excelsa*, beberapa diantaranya disajikan pada Gambar 2 dan 3. Untuk jenis vegetasi yang dominan di sekitar pohon bangeris dengan luasan plot cuplikan 400 m<sup>2</sup> x 10 plot dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai penting jenis dan asosiasi tertinggi untuk tingkat pancang dimiliki oleh *Syzygium* sp. yaitu sebesar ( $J_i = 0,4$ ) dengan NPJ = 6,34. Adapun nilai penting jenis tertinggi dimiliki oleh *Prunus* sp. yaitu sebesar 13,29 dengan tingkat asosiasi yang rendah ( $J_i = 0,1$ ). Meskipun tingkat asosiasi



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur (Tropenbos International Indonesia 1999)

tidak selalu berkorelasi dengan tingginya nilai penting jenis, tingkat asosiasi lebih dipengaruhi oleh kehadiran suatu jenis vegetasi pada setiap plot. Namun dalam penelitian ini, *Syzygium* sp. memiliki nilai penting jenis yang tinggi, begitu juga nilai indeks asosiasinya. Berbeda dengan *Shorea leprosula* yang mempunyai nilai kerapatan tinggi, tingkat asosiasinya tergolong rendah karena kehadirannya tidak selalu ada pada setiap plot.

Nilai NPJ pada tingkat pancang berbanding terbalik dengan nilai asosiasi. Tingkat asosiasi tertinggi untuk tingkat pohon dimiliki oleh *Gironiera nervosa* yaitu sebesar ( $J_i = 0,5$ ) dengan NPJ relatif tinggi meskipun bukan yang paling tinggi, yaitu sebesar 7,36 dari kisaran 2,10-17,87. Adapun nilai penting jenis tertinggi dimiliki oleh *Enderdia spectabilis* yaitu sebesar 17,87 dengan tingkat asosiasi yang rendah ( $J_i = 0,2$ ) dari tingkat asosiasi seluruh jenis antara 0,1-0,4.

### Pembahasan

Tingkat asosiasi *Enderdia spectabilis* tidak dapat dikatakan cukup tinggi karena rentang tingkat asosiasi (0-1), semakin mendekati angka 1 maka tingkat asosiasinya juga semakin tinggi. Berbeda dengan nilai penting jenis yang tidak memiliki rentang atas-bawah yang menyebutkan berapa pun NPJ yang paling tinggi dan paling rendah, kecuali hanya dengan dibandingkan dengan jenis lain dalam beberapa pengambilan plot contoh. Untuk menentukan nilai asosiasinya dapat dilihat dari jumlah plot ditemukannya suatu jenis, semakin banyak jumlah plot

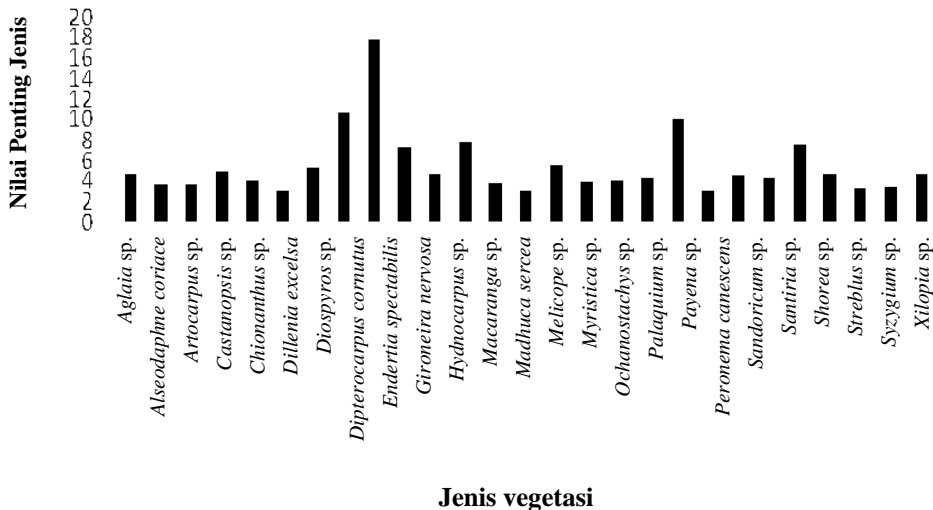
ditemukannya suatu jenis tertentu maka semakin tinggi nilai asosiasinya. Atau dengan kata lain, jenis tersebut selalu ada tidak jauh dari pohon *K. excelsa*.

Dalam penelitian lain disebutkan bahwa *Peronema canescens*, *Leea indica*, dan *Milletia* sp. merupakan jenis-jenis vegetasi yang dominan di kawasan sekunder Hutan Lindung Gunung Lumut. Selain itu juga dijumpai asosiasi beberapa jenis vegetasi yaitu *Shorea laevis* dan *Dipterocarpus* spp., sedangkan pada hutan sekunder, jenis mahang (*Macaranga* sp.) merupakan jenis yang dominan (Aipassa 2004). Berdasarkan hasil kajian Simorangkir (2006) disebutkan setidaknya terdapat 23 jenis tumbuhan endemik Kalimantan, diantaranya *Mangifera panjang*, *Monocarpia kalimantanensis*, *Durio dulcis*, *Durio kutenjensis*, *Dryobalanops lanceolata*, *Hopea rudiformis*, *Macaranga pearsonii*, *Artocarpus lanceofolius*, dan beberapa jenis tumbuhan yang dilindungi oleh masyarakat adat Dayak dan Paser.

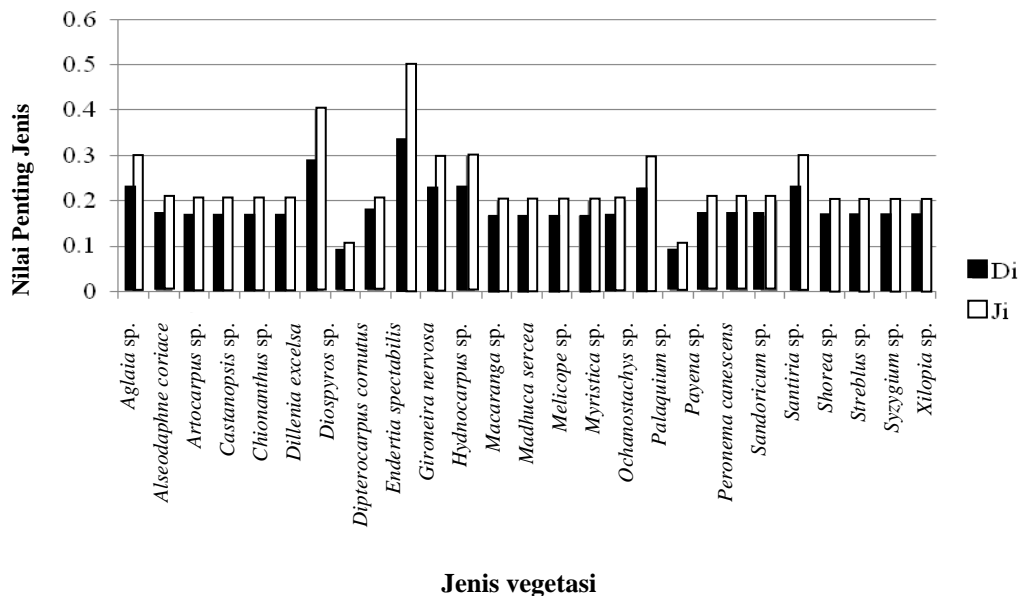
**Tabel 1.** Perbandingan indeks Jaccard dengan Nilai Penting Jenis vegetasi yang dominan pada habitat *K. excelsa*

Jenis	NPJ	Ji
<i>Syzygium</i> sp.	6,34	0,4
<i>Prunus</i> sp.	13,29	0,1
<i>Gironiera nervosa</i>	7,36	0,5
<i>Enderdia spectabilis</i>	17,87	0,2

Keterangan: NPJ = Nilai penting jenis, Ji = indeks Jaccard (Jaccard index)



Gambar 2. Nilai penting jenis pohon pada habitat banyan di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur.



Gambar 3. Tingkat asosiasi jenis pada banyan di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur

Berdasarkan hasil penelitian di kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut dapat disimpulkan bahwa banyan dapat dijumpai pada habitat di dataran rendah dengan ketinggian mencapai 350 m dpl dan tingkat keterlerangan yang bervariasi dari 40-60%. Tingkat asosiasi pohon dapat dijadikan acuan untuk melihat kondisi vegetasi pada habitat banyan karena mempunyai asosiasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat semai dan pancang.

Dominansi jenis dan asosiasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi habitat banyan, akan tetapi bukan berarti jenis lainnya tidak memberikan pengaruh terhadap habitat banyan, seperti ketinggian lokasi, jenis tanah, serta jenis satwa yang belum diamati dan dianalisis lebih lanjut. Selain itu, perlu dilakukan inventarisasi banyan untuk memperkirakan populasinya di Kalimantan Timur, sehingga apabila terjadi penurunan populasi, status konservasi dapat ditingkatkan. Keanekaragaman vegetasi

yang sangat tinggi dan relatif utuh (Zainun 2009) sangat berpeluang memberikan pengaruh yang positif terhadap kelestarian produksi madu pada pohon bangeris, atau dengan kata lain kelestarian pohon bangeris dapat terjaga. Pelibatan masyarakat di sekitar kawasan hutan secara aktif dalam pengelolaan hutan dapat meningkatkan kelestarian pohon bangeris karena manfaatnya dapat langsung dirasakan oleh masyarakat (Sarjono 2004).

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini merupakan hasil kerja sama tim peneliti dari Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumberdaya Alam Samboja yang didanai dari anggaran penelitian DIPA Balitek KSDA Samboja, Kalimantan Timur Tahun 2011. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aipassa M. 2004. Nilai ekonomi dan hidrologi kawasan Hutan Lindung Gunung Lumut dan permasalahan serta ancaman. Lokakarya Pengelolaan Hutan Lindung Gunung Lumut di Tanah Grogot. Dinas Kehutanan Kabupaten Paser, Balikpapan.
- Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA. 2012. Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Arab J Chem* 9: 114-120.
- Anshari S. 2013. Status lingkungan hidup daerah Kabupaten Paser. Badan Lingkungan Hidup Pemerintah Kabupaten Paser, Tanah Gerogot.
- Bratawinata AA. 1997. Ekologi hutan hujan tropis dan metode analisis hutan. Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Clayton. 1996. Penjaga Hutan Nantu dari Inggris. Baug Media Center - Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Timur. [www.kompas.com](http://www.kompas.com). [14 Februari 2010].
- Cramb RA. 2007. Land and longhouse: agrarian transformation in the uplands of Sarawak. NIAS Press, Denmark.
- Ghashm AA, Othman NH, Khatkhat MN et al. 2010. Antiproliferative effect of Tualang honey on oral squamous cell carcinoma and osteosarcoma cell lines. *BMC Complement Altern Med* 10 (1): 49. Doi: 10.1186/1472-6882-10-49.
- Grace JK, Wong AH, Tome CH. 1998. Termite resistance of Malaysian and exotic woods with plantation potential: Laboratory evaluation. International Research Group on Wood Preservation. The 29<sup>th</sup> Annual Meeting. IRG Secretariat, Maastricht, Netherlands, 14-19 June 1998.
- IUCN. 1998. Asian Regional Workshop (Conservation & Sustainable Management of Trees, Viet Nam, August 1996). *Koompassia excelsa*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998:e.T33208A9765707. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). [26 November 2016].
- Van Tol J. 2006. Biodiversity assessment in Mount Lumut Forest Protection, Paser District, East Kalimantan. National Museum of Natural History, Leiden, The Netherlands.
- Kessler PJA, Sidiyasa K. 1999. Pohon-pohon Hutan Kalimantan Timur. Pedoman mengenal 280 jenis pohon pilihan di daerah Balikpapan-Samarinda. Tropenbos-Kalimantan Series 2, Leiden.
- Kirpal-Kaur BS, Tan HT, Boukraa L et al. 2011. Different solid phase extraction fractions of tualang (*Koompassia excelsa*) honey demonstrated diverse antibacterial properties against wound and enteric bacteria. *J ApiPro ApiMedic Sci* 3 (1): 59-65. Doi: 10.3896/IBRA.4.03.1.10.
- Molan PC. 2001. Potential of honey in the treatment of wounds and burns. *Am J Clin Dermatol* 2 (1): 13-19.
- Moniruzzaman M, Khalil MI, Sulaiman SA et al. 2013. Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complement Altern Med* 13 (1): 1.
- Nasir NAM, Halim AS, Singh KKB et al. 2010. Antibacterial properties of tualang honey and its effect in burn wound management: a comparative study. *BMC Complement Altern Med* 10 (1): 31.
- Ng WJ, Ken KW, Kumar RV et al. 2014. In-vitro screening of Malaysian honey from different floral sources for antibacterial activity on human pathogenic bacteria. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 11 (2): 315-318.
- Novellino D. 2002. The relevance of myths and worldviews in Palawan classification, perceptions, and management of honey bees. *Ethnobiology and Biocultural Diversity*. [www.kent.ac.uk](http://www.kent.ac.uk). [12 Desember 2016].
- Reyes G, Brown S, Chapman J et al. 1992. Wood densities of tropical tree species. Institute of Tropical Forestry, New Orleans, LA.
- Saragih B. 2013. Valuasi ekonomi sumber daya hutan. Makalah Diklat Evaluasi Kawasan Hutan. Balai Diklat Kehutanan Samarinda, Samarinda.
- Sarjono MA. 2004. Mosaik sosiologis kehutanan masyarakat lokal, politik, dan kelestarian sumber daya. Debut Press, Yogyakarta.
- Schumacher HH. 2004. Use of medical honey in patients with chronic venous leg ulcers after split-skin grafting. *J Wound Care* 10: 451-452.
- Sidiyasa K. 2001. Tree diversity in the rain forest of Kalimantan. Proceedings of The Balance Between Biodiversity Conservation and Sustainable Use of Tropical Rain Forest. The Tropenbos Foundation, Wageningen, The Netherlands 69-78.
- Simon A, Sofka K, Wiszniewsky G et al. 2006. Wound care with antibacterial honey (Medihoney) in pediatric hematology-oncology. *Support Care Cancer* 14: 91-97.
- Small A, Martin TG, Kitching RL et al. 2004. Contribution of tree species to the biodiversity of a 1ha old world rainforest in Brunei, Borneo. *Biodivers Conserv* 13 (11): 2067-2088.
- Surbakti SS. 2006. Kajian Kebijakan Pengelolaan Hutan Lindung Gunung Lumut Kabupaten Paser Kalimantan Timur. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutedjo. 2000. Peranan hutan lindung sebagai pelestari keanekaragaman hayati dan plasma nutfah. Materi Pelatihan Pengelolaan Kawasan Lindung dan Daerah Penyangga. Kerjasama Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), Samarinda.
- Whitmore TC, Tantara IGM, Sutisna U. 1990. Check list for Kalimantan, tree flora of Indonesia. Forest Research and Development Centre, Bogor.
- Wiradinata H. 2008. Keanekaragaman tumbuhan hutan "Gunung Lumut" Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. *Berita Biologi* 9 (3): 313-323.
- Zainun M. 2009. Strategi Pengembangan Ekowisata Hutan Lindung Gunung Lumut Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

# Komposisi dan keanekaragaman flora di Gunung Pesagi, Sumatera

## Structure and diversity of flora in Mt. Pesagi, Sumatra Island

MUHAMMAD EFENDI<sup>✉</sup>, INTANI QUARTA LAILATY<sup>✉✉</sup>, NUDIN, UJANG RUSTANDI,  
AHMAD DASENG SAMSUDIN

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Kebun Raya Cibodas, Sindanglaya, Cipanas, Cianjur 43253, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-263-512233, 520448, ✉email: muhammadefendi05@gmail.com, ✉✉email: intani.quarta.lailaty@lipi.go.id

Manuskrip diterima: 3 September 2016. Revisi disetujui: 14 Desember 2016.

**Abstrak.** Efendi M, Lailaty IQ, Nudin, Rustandi U, Samsudin AD. 2016. *Komposisi dan Keanekaragaman Flora di Gunung Pesagi, Sumatera. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 198-207.* Gunung Pesagi merupakan salah satu kawasan hutan lindung di Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Informasi tentang struktur dan keanekaragaman tumbuhan di Gunung Pesagi belum pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kekayaan dan keanekaragaman jenis tumbuhan serta struktur dan komposisi floristik tumbuhan di Gunung Pesagi. Pengambilan sampel secara *purposive sampling* dengan petak contoh (plot) berukuran 10x10 m untuk pohon dan 5x5 m untuk tumbuhan bawah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 86 individu dari 35 jenis pohon dan 1205 individu tumbuhan semak dan herba ditemukan dalam plot pengamatan. *Syzygium* sp. dan *Strobilanthes* sp. mendominasi pada plot pengamatan dengan INP sebesar 32.78% dan 20.75%. Hasil analisis dari indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ), indeks kekayaan ( $D_{mg}$ ) dan indeks kemerataan ( $E$ ) tumbuhan di Gunung Pesagi tergolong tinggi. Jumlah terbanyak pohon pada kelas diameter antara 10.1 cm dan 19.9 cm, dengan diameter pohon terbesar (lebih dari 60 cm) pada *Altingia excelsa* dan *Lithocarpus hystrix* (18.18 pohon/ha). Kita menyimpulkan bahwa keanekaragaman jenis Gunung Pesagi tergolong tinggi dengan komposisi flora yang seimbang.

**Kata kunci:** Gunung Pesagi, analisis vegetasi, indeks nilai penting, keanekaragaman tumbuhan, komposisi floristik

**Abstract.** Efendi M, Lailaty IQ, Nudin, Rustandi U, Samsudin AD. 2016. *Structure and diversity of flora in Mt. Pesagi, Sumatra Island. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 198-207.* Mt. Pesagi is a protective forest area in West Lampung District, Province Lampung. The information related to structure and diversity flora in Mt. Pesagi has not been reported. This study was aimed to analyze the richness and diversity of species, as well as their vegetation floristic composition and structure of flora in Mt. Pesagi. The sampling using purposive sampling with sample plots (plot) measuring 10x10 m for trees and 5x5 m for herb and shrub. The results showed that 86 individuals from 35 species of trees and 1205 individuals from 113 species of herb and shrub were be found in sampling plot. *Syzygium* sp. and *Strobilanthes* sp. were dominated in the observation area, with IVI 32.78% and 20.75%. The analysis result of diversity index ( $H'$ ), richness index ( $D_{mg}$ ) and evenness Index ( $E$ ) flora in Mt. Pesagi are very high. Most of the trees have a diameter class from 10.1 cm to 19.9 cm (363.36 trees/ha), with the larger diameter trees (more 60 cm) can be found in *Altingia excelsa* and *Lithocarpus hystrix* (18.18 trees/ha). We concluded that Mt. Pesagi has high diversity and balance composition.

**Keywords:** Mt. Pesagi, vegetation analysis, important value index, plant biodiversity, floristic composition

## PENDAHULUAN

Kawasan Malesiana terbentang dari daratan Asia sampai dengan Australia, termasuk Indonesia. Kawasan yang terdiri atas  $\pm 41.000$  jenis tumbuhan ini merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati di dunia (Roos, 1993). Penelitian hutan pegunungan tropis sangat penting dilakukan khususnya di Asia karena pada region ini banyak pegunungan dibandingkan dengan kawasan hutan hujan tropis lain di Afrika dan Amazon (Withmore, 1975). Komposisi floristik hutan pegunungan Indonesia tidak hanya beragam berdasarkan ketinggian, tetapi berbeda pula antar satu region dengan region lainnya (Whitten Whitten, 1996). Menurut Aldrich (1997), formasi hutan hujan tropis pegunungan merupakan habitat bagi sejumlah besar jenis endemik yang kemungkinan belum banyak diketahui dan dikaji secara ilmiah.

Hutan pegunungan tropis, termasuk hutan pegunungan Sumatera, memiliki kekayaan komunitas tumbuhan yang lebih besar dibandingkan daerah lainnya di dunia (Whitten et al., 1997). Menurut Roos et al. (2004), Pulau Sumatera memiliki jumlah jenis endemik terbesar ketiga dari lima pulau besar di Indonesia dari beberapa taksa terpilih. Akan tetapi, *World Wildlife Fund for Nature* (WWF) sebagai salah satu organisasi konservasi dunia memasukkan Sumatera dalam salah satu dari 200 ekoregion yang berstatus kritis (CE) dan menjadi prioritas konservasi global (Olson 2000; Olson dan Dinerstein 2002). Sodhi et al. (2010) menyatakan bahwa laju deforestasi di Asia Tenggara adalah yang tertinggi dibandingkan dengan kawasan lain di dunia dan diproyeksikan akan terjadi pengurangan keanekaragaman hayati sebesar 13-85 % pada tahun 2100. Apabila laju deforestasi di Sumatera tidak

dihentikan maka hutan Sumatera akan habis pada tahun 2015 (LAPAN 2005).

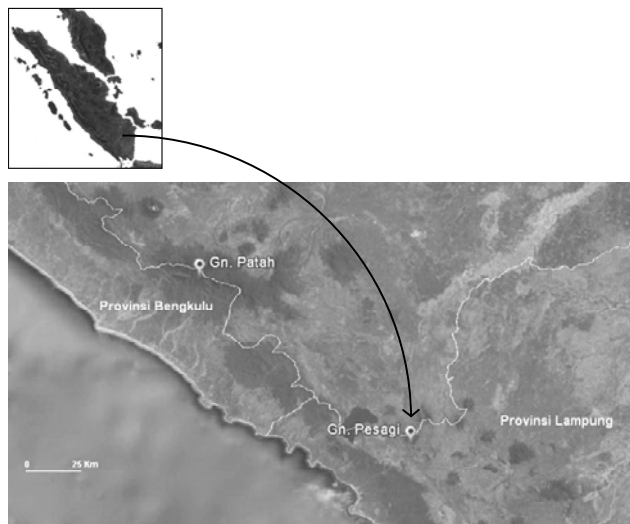
Ekosistem dataran tinggi basah memiliki peran penting secara ekologi dan konservasi terutama apabila dikaitkan dengan isu perubahan iklim global dan degradasi lahan. Oleh karena itu, kegiatan konservasi *ex-situ* tumbuhan pegunungan yang meliputi analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan dilakukan dalam penelitian ini. Pemilihan lokasi di kawasan Gunung Pesagi, Provinsi Lampung dikarenakan keragaman jenis floranya masih tinggi, kondisi kawasan hutannya masih relatif utuh dan kondisi iklimnya yang serupa dengan ekosistem dataran tinggi basah di Jawa.

Gunung Pesagi merupakan kawasan hutan lindung yang terletak di Kecamatan Balik Bukit, Lampung Barat, Lampung. Gunung Pesagi merupakan gunung tertinggi di Lampung, dengan ketinggian mencapai 2.262 meter. Fungsi Gunung Pesagi sebagai hutan lindung sangat ditentukan oleh vegetasi yang menutupi kawasan tersebut. Keberadaan vegetasi dapat digambarkan dengan menganalisis struktur vegetasi. Struktur vegetasi didefinisikan sebagai organisasi tumbuhan dalam ruang yang membentuk tegakan dan secara lebih luas membentuk tipe vegetasi. Frekuensi suatu jenis menunjukkan penyebaran suatu jenis dalam suatu area, semakin merata penyebaran jenis tertentu, nilai frekuensinya semakin besar, sedangkan jenis yang nilai frekuensinya kecil, penyebarannya semakin tidak merata pada suatu area. Kerapatan dari suatu jenis merupakan nilai yang menunjukkan penguasaan suatu jenis terhadap jenis lain pada suatu komunitas. Makin besar nilai dominansi suatu jenis, makin besar pengaruh penguasaan jenis tersebut terhadap jenis lain. Indeks Nilai Penting (INP) suatu jenis merupakan nilai yang menggambarkan peranan keberadaan suatu jenis dalam komunitas. Makin besar INP suatu jenis makin besar pula peranan jenis tersebut dalam komunitas. INP yang merata pada banyak jenis juga sebagai indikator semakin tingginya keanekaragaman hayati pada suatu ekosistem. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis kekayaan dan keanekaragaman jenis, komposisi floristik tumbuhan serta struktur tegakan pohon di kawasan Gunung Pesagi. Informasi tersebut dijadikan sebagai informasi mendasar dalam upaya konservasi ekosistem dataran tinggi basah Sumatera.

## BAHAN DAN METODE

### Area penelitian

Penelitian dilakukan pada 17 April hingga 4 Mei 2016. Lokasi penelitian berada di kawasan Gunung Pesagi, Lampung Barat, Provinsi Lampung, Sumatera dengan posisi koordinat 04°9'35.86" LS, 104°18'27.9" BT, pada ketinggian 1225-1375 m dpl, suhu udara tercatat 21.9 hingga 24.4°C dengan kelembaban udara 88.89%, kelembaban tanah 55.56% dan pH tanah 5.8. Kondisi topografi lokasi penelitian sedikit datar dan menanjak, meliputi daerah yang sedikit terbuka sampai tertutup rapat oleh vegetasi. Secara terperinci lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian flora dataran tinggi basah Sumatera, di kawasan Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera. (Google Earth 2015).

### Pengambilan sampel

Pengumpulan data dilaksanakan dengan teknik analisis vegetasi menggunakan *purposive sampling* dengan petak contoh (plot) pada jalur yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan dengan membagi empat stasiun pada ketinggian 1200-1400 m dpl. dengan selisih ketinggian 50-75 m dpl. Pada setiap stasiun dibuat plot besar berukuran 20x50 m<sup>2</sup>, selanjutnya diambil 2-3 petak contoh (plot) yang diambil secara menyilang. Petak contoh yang digunakan berukuran 10x10 m<sup>2</sup> untuk pohon (diameter >10 m) dan 5x5 m<sup>2</sup> untuk tumbuhan bawah. Tumbuhan di tiap sub plot dicatat jenis dan jumlahnya, untuk tingkat jenis pohon diukur diameter batang setinggi dada (DBH). Parameter pengukuran di lapangan meliputi nama jenis, jumlah individu tiap jenis, diameter batang, dan tinggi tumbuhan. Plot penelitian secara terperinci disajikan dalam Gambar 2.

### Analisis indeks kekayaan dan keanekaragaman jenis tumbuhan

Pengukuran analisis keanekaragaman vegetasi pohon dan tumbuhan bawah menggunakan indeks sebagai berikut (Ismaini 2015).

*Indeks keanekaragaman jenis (Indeks of Heterogenity)* Shannon-Wiener (Magurran 1988):

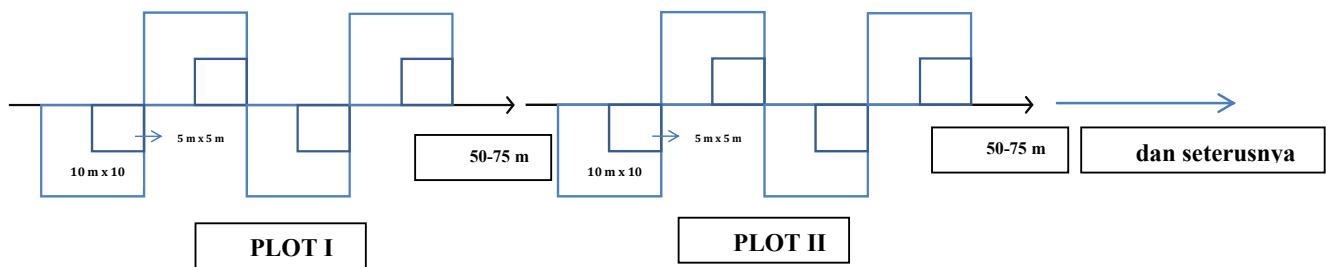
$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i) (\ln p_i)$$

Dimana H': nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan p<sub>i</sub>: proporsi dari tiap spesies i. Jadi H' adalah jumlah dari seluruh p<sub>i</sub> ln p<sub>i</sub> untuk semua spesies dalam komunitas.

*Indeks kekayaan jenis (Indeks of Species Richness)* Margalef (D<sub>m</sub>):

$$\text{Margalef's Indeks: } D_{mg} = (S-1)/\ln N,$$

Dimana D<sub>m</sub>: Indeks Margalef, S: jumlah jenis yang teramati, N: jumlah total individu seluruh spesies dalam sampel, dan ln: logaritma natural.



**Gambar 2.** Plot penelitian untuk analisis vegetasi kawasan Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera

*Indeks pemerataan jenis (Indeks of Evennes):*

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Dimana E: Indeks pemerataan jenis, H': nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, dan S: jumlah jenis yang teramati.

#### Analisis komposisi floristik

Analisis komposisi vegetasi dilakukan dengan penghitungan Indeks Nilai Penting (INP) dengan rumus  $INP = FR + KR + DR$ , keterangan: FR= Frekuensi Relatif (%), KR=Kerapatan Relatif (%), DR=Dominansi Relatif (%). Perhitungan INP menurut Soerianegara dan Indrawan (1982) adalah sebagai berikut.

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\sum \text{individu suatu jenis}}{\text{luas plot}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\sum \text{plot ditemukan suatu jenis}}{\sum \text{seluruh plot}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$$

$$\text{Dominansi} = \frac{\sum \text{luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas plot}}$$

$$\text{Dominansi Relatif (DR)} = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

#### Struktur tegakan

Analisis struktur tegakan dilakukan dengan cara menghitung jumlah individu pada kelas diameter pohon serta luas bidang dasar (LBDS) pada kelas diameter pohon.

#### Analisis data

Analisis data meliputi perhitungan frekuensi, kerapatan, dominansi individu serta indeks nilai penting, dan indeks

keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis serta indeks pemerataan jenis untuk masing-masing plot pada kawasan Gunung Pesagi dengan ketinggian 1225-1375 m dpl.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kurva area spesies

Analisis kurva area jenis dilakukan untuk menentukan apakah jenis yang tercatat pada petak berukuran 1 ha telah mewakili jumlah jenis di areal penelitian. Data jenis-jenis dari setiap anak petak secara sistematis ditambah untuk menghitung rata-rata jenis/kurva area seluas 1 ha. Pada penelitian ini, hubungan antara luas petak pengamatan dengan jumlah jenis atau kurva area jenis terlihat dari grafik penambahan jenis yang meningkat secara relatif konstan sampai dengan ukuran petak 1 ha. Hal ini mengindikasikan bahwa hutan di lokasi penelitian adalah areal hutan yang memiliki angka keragaman jenis pohon tinggi. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa satu petak berukuran 1 ha belum mewakili kekayaan jenis areal secara keseluruhan, baik pada tingkat jenis pohon maupun tumbuhan bawah, seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4.

Distribusi tumbuhan pada suatu komunitas tertentu dibatasi oleh kondisi lingkungan dalam arti luas. Beberapa jenis dalam hutan tropika teradaptasi dengan kondisi di bawah kanopi, tengah, dan di atas kanopi yang intensitas cahayanya berbeda-beda (Balakrishnan, et al., 1994). Keberhasilan setiap jenis untuk mengokupasi suatu area dipengaruhi oleh kemampuannya beradaptasi secara optimal terhadap seluruh faktor lingkungan fisik (temperatur, cahaya, struktur tanah, kelembaban, dan lain-lain), faktor biotik (interaksi antar spesies, kompetisi, parasitisme, dan lain-lain) dan faktor kimia yang meliputi ketersediaan air, oksigen, pH, nutrisi dalam tanah, dan lain-lain (Krebs 1994).

#### Kekayaan dan keanekaragaman jenis tumbuhan di Kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi

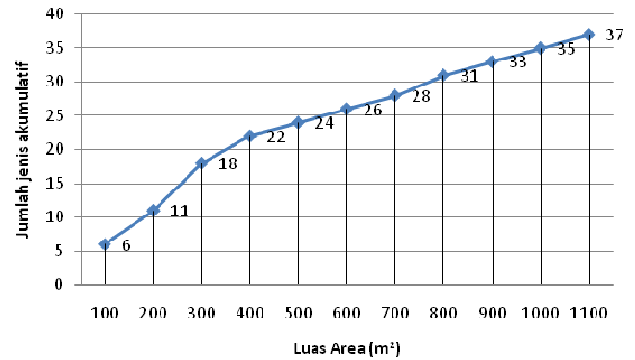
Sebanyak 86 individu dari 23 suku tumbuhan pada tingkatan pohon dicatat dari 11 petak contoh pengamatan. Anggota dari suku Myrtaceae, terutama marga *Syzygium* paling banyak ditemukan yakni sebanyak 17 individu (Gambar 5). Selain itu, jenis Clusiaceae dan Lauraceae

juga memiliki jumlah individu banyak, yakni masing-masing sebanyak 11 individu. Beberapa jenis dari suku Lauraceae yang ditemukan yaitu *Persea rimosa*, *Cryptocarya perea*, *Phoebe grandis*, dan *Cinnamomum javanicum*, sedangkan jenis dari suku Clusiaceae yang ditemukan yaitu *Garcinia parviflora* dan *Calophyllum inophyllum*. Jenis-jenis tumbuhan dari ketiga suku tersebut juga ditemukan pada zona sub montana hutan Sumatera, seperti yang dilaporkan oleh Fujii et al. (2006), Nasution et al. (2015) dan Ismaini et al. (2015).

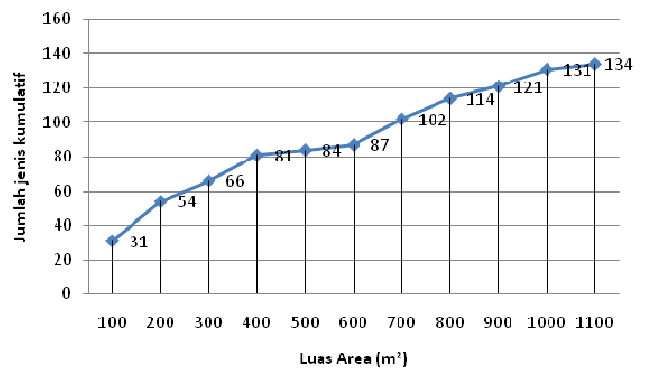
Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener ( $H'$ ) menunjukkan bahwa pada tingkat pohon memiliki nilai sebesar 3.45, atau tergolong ke dalam tingkat keanekaragaman tinggi. Nilai  $H'$  tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan keanekaragaman jenis di Gunung Gede (Zuhri dan Mutaqien 2011) dan di Gunung Dempo (Ismaini et al. 2015). Menurut Krebs (1999), tingkat keanekaragaman jenis berkaitan dengan jumlah kekayaan jenis dalam suatu lokasi tertentu. Lebih lanjut Magurran (1988) menjelaskan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ), juga dipengaruhi oleh persebaran kelimpahan jenis di kawasan tersebut. Semakin tinggi nilai  $H'$ , maka semakin tinggi pula keanekaragaman jenis, produktivitas, tekanan pada ekosistem dan kestabilan ekosistem. Dengan demikian, keadaan vegetasi di Gunung Pesagi dapat dikatakan relatif lebih stabil dan tidak banyak gangguan terjadi.

Kekayaan jenis ( $D_{mg}$ ) merupakan jumlah jenis dalam suatu komunitas. Semakin banyak jumlah jenis yang ditemukan maka indeks kekayaannya juga semakin besar. Berdasarkan penghitungan nilai kekayaan jenis, diperoleh nilai  $D_{mg}$  sebesar 8.0405, sehingga dapat dikategorikan sebagai daerah dengan kekayaan jenis tinggi (Nilai  $D_{mg} \geq 5$ ), sedangkan nilai Indeks Kemerataan ( $E$ ) tinggi yakni sebesar 0.9545 sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah jenis pohon yang ditemukan di Gunung Pesagi memiliki persebaran merata, artinya pada tingkat

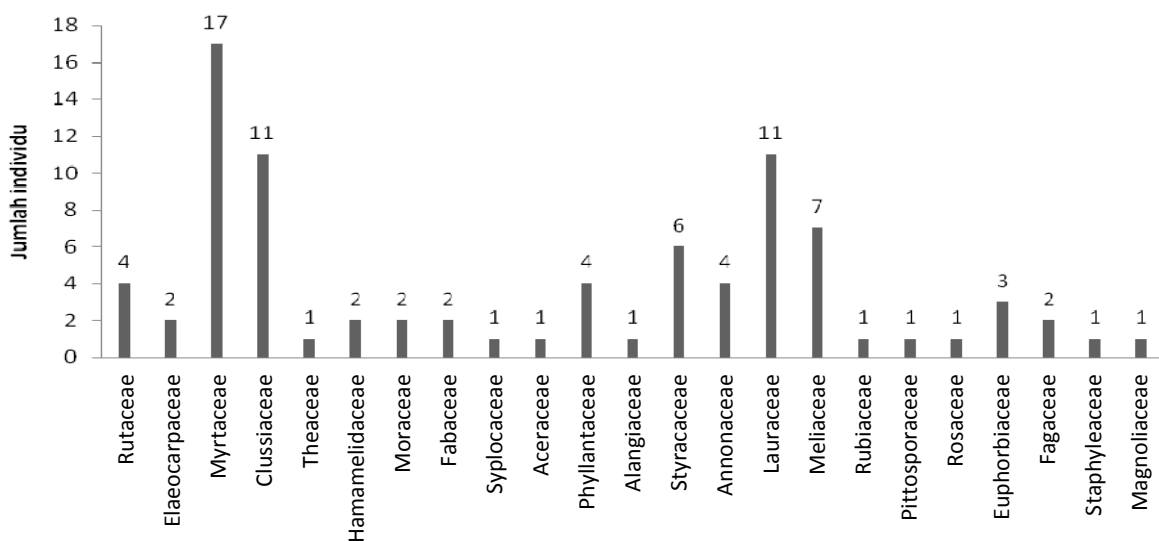
pohon tidak ada jenis yang paling mendominasi di kawasan Gunung Pesagi.



**Gambar 3.** Kurva area spesies pada tingkatan jenis pohon di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera



**Gambar 4.** Kurva area spesies pada tingkatan jenis tumbuhan bawah di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera



**Gambar 5.** Jumlah individu tingkat jenis pohon yang teramati pada beberapa suku tumbuhan di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Liwa, Lampung Barat

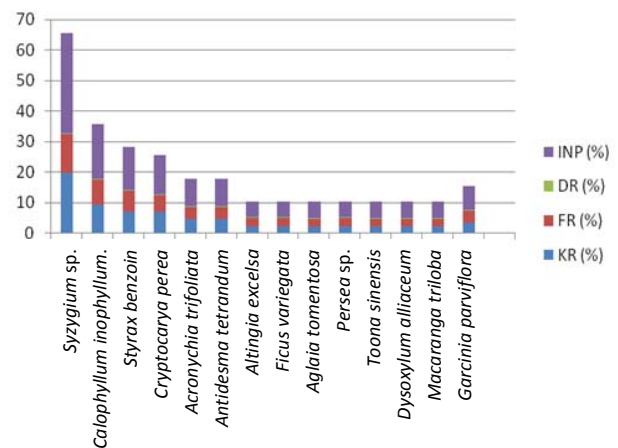
Indeks Keanekaragaman jenis pada tingkat tumbuhan bawah, termasuk di dalamnya jenis-jenis anakan pohon, juga memiliki keanekaragaman jenis tergolong tinggi, yakni dengan nilai  $H'$  sebesar 8.950. Nilai kekayaan jenis dan indeks kemerataan juga menunjukkan hal yang sama, secara berurutan yakni sebesar 15.928 dan 1.880. Jumlah jenis anakan pohon pada keseluruhan plot lebih banyak ditemukan daripada jenis tumbuhan herba atau semak. Beberapa jenis tumbuhan herba dan semak yang ditemukan, antara lain jenis-jenis anggrek tanah, *Strobilanthes* sp., *Clidemia hirta*, dan *Cyrtandra picta* yang biasa ditemukan pada tegakan yang kurang rapat atau daerah yang terbuka. *Cyrtandra picta* merupakan tumbuhan bawah yang umum ditemukan di lantai hutan pegunungan Sumatera dan Jawa (Zuhri dan Mutaqien 2005; Ismaini et al. 2015).

Kelimpahan dan kemerataan tumbuhan bawah, terutama anakan pohon sangat penting untuk keberlanjutan ekosistem di Gunung Pesagi. Upaya konservasi *ex-situ*, penelitian, serta perawatan dan perlindungan kawasan hutan lindung Gunung Pesagi perlu dilakukan secara terintegrasi dan kolaboratif, baik dari masyarakat maupun pemerintah dan pihak-pihak terkait agar sumber daya alam dan kondisi lingkungan di area Gunung Pesagi dapat tetap terus terjaga dan lestari.

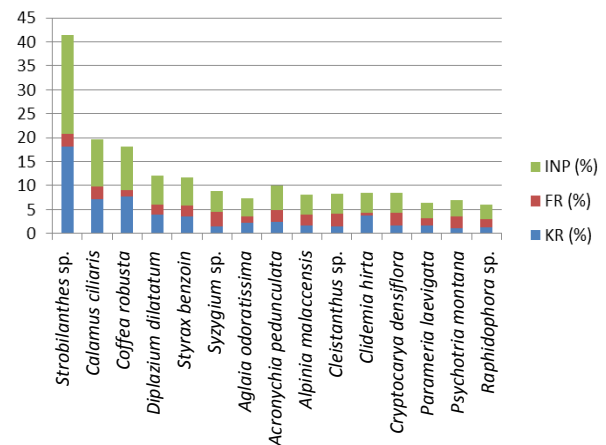
#### Komposisi floristik tumbuhan di Hutan Lindung Gunung Pesagi

Analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui komposisi tumbuhan yang berada di hutan lindung Gunung Pesagi dilakukan dengan menghitung nilai INP dari setiap jenis tumbuhan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai INP pada tingkat pohon menunjukkan bahwa *Ficus variegata* (Moraceae) dan *Syzygium* sp. (Myrtaceae) memiliki nilai INP tertinggi pada plot pengamatan dibandingkan dengan jenis-jenis tumbuhan lainnya (Tabel S1 dan S2). Kedua marga tersebut merupakan anggota Angiospermae yang memiliki anggota jenis terbanyak dan tersebar luas hampir di seluruh kawasan Malesiana. Selain memiliki jumlah jenis yang banyak, *Syzygium* spp. ditemukan pada setiap subplot pengamatan dengan diameter berkisar antara 16 cm dan 50 cm. Jenis-jenis pohon lainnya yang ditemukan plot pengamatan, antara lain *Castanopsis argentea*, *C. javanica*, *Elaeocarpus robustus*, *Lithocarpus hystrix*, *Styrax benzoin*, *Toona sureni*, *T. sinensis*, *Antidesma tetrandum*, *Macaranga triloba*, *Cryptocarya perea* dan *Altingia excelsa*. Komposisi tersebut tidak jauh berbeda dengan komposisi hutan Sumatera lainnya yang dilaporkan oleh Fujii et al. (2006), Nasution et al. (2015) dan Ismaini et al. (2015) Menurut Zuhri dan Mutaqien (2011), keberadaan jenis *Ficus* spp. yang ditemukan dapat mengindikasikan pertumbuhan alami hutan menuju kondisi klimaks.

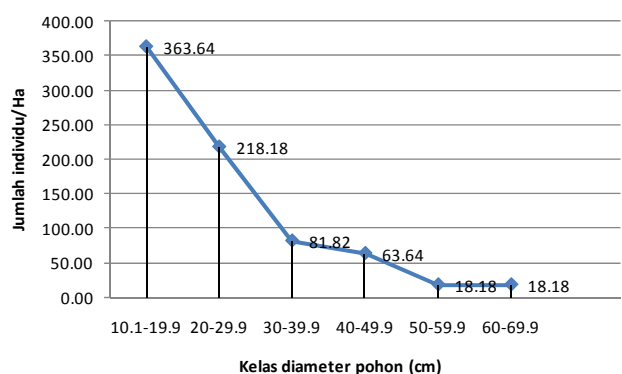
Nilai frekuensi tertinggi ditemukan pada jenis *Syzygium* sp. sebesar 82%, artinya dari 11 plot yang diamati, sekitar 82% atau 9 plot di antaranya ditemukan jenis ini. Jenis *Syzygium* sp. merupakan jenis yang nilai kerapatan dan frekuensi tertinggi sehingga dapat dianggap sebagai jenis yang rapat serta tersebar luas pada hampir seluruh lokasi penelitian. Jenis lain yang memiliki nilai kerapatan yang



**Gambar 6.** Indeks Nilai Penting (INP), Dominansi Relatif (DR), Frekuensi Relatif (FR) dan Kerapatan Relatif 14 jenis pohon tertinggi di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera



**Gambar 7.** Diagram 15 jenis tumbuhan bawah dengan nilai INP tertinggi di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera



**Gambar 8.** Sebaran jumlah individu per hektar berdasarkan ukuran diameter batang pohon di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera

tinggi adalah *Calophyllum inophyllum* yaitu sebesar 9.45%, dengan tingkat frekuensi sebesar 55% atau 6 plot dari 11 plot pengamatan. Kedua nilai ini penting artinya dalam analisis vegetasi karena saling terkait satu dengan yang lainnya. Menurut Greig-Smith (1983), nilai frekuensi suatu jenis dipengaruhi secara langsung oleh densitas dan pola distribusinya. Nilai distribusi hanya dapat memberikan informasi tentang kehadiran tumbuhan tertentu dalam suatu plot dan belum dapat memberikan gambaran tentang jumlah individu pada masing-masing plot.

Pada tingkat tumbuhan bawah, sebanyak 113 jenis dengan jumlah total 1205 individu dicatat pada lokasi penelitian. *Strobilanthes* sp. merupakan salah satu jenis tumbuhan dengan nilai INP tertinggi (Gambar 7) dan mendominasi hampir di seluruh plot pengamatan, terutama daerah yang terbuka sehingga patut diwaspadai berpotensi sebagai tumbuhan invasif. Seperti yang dilaporkan oleh Ismaini et al. (2015) pada jenis *Strobilanthes hamiltoniana* di Gunung Dempo, Sumatera Selatan. Tjitrosoedirjo (2007) menyatakan bahwa keberadaan tumbuhan asing invasif dapat mengintervensi habitat alami dan mengancam keberadaan jenis tumbuhan asli.

Jenis-jenis tumbuhan bawah lainnya yang memiliki nilai INP tertinggi antara lain *Calamus ciliaris*, *Coffea robusta*, *Diplazium dilatatum*, *Styrax benzoin*, *Acronychia pedunculata*, *Clidemia hirta*, *Aglaia odoratissima*, *Cryptocarya densiflora* dan *Cleistanthus* sp. Jenis *Styrax benzoin*, *Acronychia pedunculata*, *Alpinia malaccensis*, *Syzygium* sp. dan *Cryptocarya densiflora* yang juga ditemukan pada tingkat pohon sehingga mendukung keberlanjutan jenis tersebut. Menurut Soerianegara dan Indrawan (1998), selain sebagai sumber keanekaragaman hayati tumbuhan bahwa berperan untuk melindungi tanah dan organisme tanah, membantu menciptakan iklim mikro di lantai hutan, menjaga tanah dari bahaya erosi, serta dapat memelihara kesuburan tanah. Erosi permukaan yang berlangsung terus menerus akan menghanyutkan unsur hara pada lapisan tanah atas, sehingga mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah pada suatu tegakan hutan.

Variasi komposisi dan struktur dalam suatu komunitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain fenologi tumbuhan, dispersal, dan natalitas. Selain itu, fertilitas dan fekunditas yang berbeda pada masing-masing jenis tumbuhan turut mempengaruhi keberhasilan menjadi individu baru. Indeks Nilai Penting jenis tumbuhan pada suatu komunitas merupakan salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya. Kehadiran suatu jenis tumbuhan pada suatu daerah menunjukkan kemampuan adaptasi dengan habitat dan toleransi yang lebar terhadap kondisi lingkungan.

### Struktur tegakan di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi

Struktur hutan terbentuk dari hasil suatu proses biofisika dan dinamika hutan untuk menggambarkan keanekaragaman dan fungsi suatu ekosistem (Spies, 1998). Jumlah pohon dan struktur tegakan dapat menggambarkan tingkat ketersediaan tegakan pada setiap tingkat pertumbuhan tegakan (Muhdin et al. 2008). Struktur horizontal tegakan hutan pada lokasi penelitian ditunjukkan

oleh sebaran kelas diameter pohon. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 35 jenis tumbuhan berhabitus pohon memiliki diameter berkisaran antara 10 cm dan 66.5 cm. Adapun sebaran jumlah individu berdasarkan diameter pohon tersaji pada Gambar 8, memperlihatkan kurva berbentuk huruf “J” terbalik, yang menunjukkan bahwa kondisi hutan berada dalam kondisi normal (seimbang). Jumlah individu dengan diameter kecil lebih banyak ditemukan daripada individu yang berdiameter besar sehingga proses regenerasi dapat berlangsung karena tersedia permudaan jenis dalam jumlah yang mencukupi. Sebaran jumlah pohon dengan kurva seperti itu umumnya dijumpai pada hutan hujan tropis yang menggambarkan satu komunitas hutan yang dinamis (Yamada, 1975; Zuhri dan Mutaqien 2011; Dendang dan Handayani 2015). Jenis *Styrax benzoin*, *Calophyllum inophyllum* dan *Syzygium* spp. dapat ditemukan pada setiap kisaran kelas diameter sehingga memungkinkan terjadinya regenerasi positif pada jenis-jenis tersebut. Beda halnya dengan jenis *Lithocarpus hystrix* dan *Altingia excelsa* yang hanya ditemukan dengan diameter lebih dari 50 cm sehingga regenerasi pada jenis-jenis tersebut akan terhambat.

Hutan pegunungan Gunung Pesagi menjadi salah satu tempat pengungsian terakhir keanekaragaman hayati yang tersisa di Pulau Sumatera. Tipe ekosistem ini menjadi penting mengingat hampir sebagian besar hutan di dataran rendah Indonesia telah mengalami kerusakan ekologis dan kepunahan keanekaragaman hayatinya. Pengelolaan dan penggalan potensi hutan pegunungan di Gunung Pesagi menjadi penting untuk terus ditingkatkan dalam upaya perlindungan keanekaragaman hayati di Indonesia.

Dalam kesimpulan, sebanyak 35 jenis pohon dan 113 jenis tumbuhan bawah diinventarisasi dalam plot pengamatan di hutan lindung Gunung Pesagi. Lampung dengan jumlah secara berurutan 86 dan 1205 total individu. Untuk tingkatan pohon, *Syzygium* sp. mendominasi wilayah pengamatan dengan INP yaitu 32.78%. Tumbuhan bawah jenis *Strobilanthes* sp. mendominasi area Gunung Pesagi dengan INP 2.93%. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener ( $H'$ ), Indeks Kekayaan ( $D_{mg}$ ) dan Indeks Kemerataan ( $E$ ) untuk jenis pohon dan tumbuhan bawah di Gunung Pesagi tergolong tinggi. Kondisi hutan di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi berada dalam kondisi normal (seimbang) berdasarkan kondisi struktur tegakan secara horisontal.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah memberikan dukungan dana dan fasilitas dalam kegiatan penelitian melalui DIPA TEMATIK 2016. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada BKSDA Lampung dan Dinas Kehutanan Lampung yang telah memberikan ijin penelitian di kawasan Gunung Pesagi. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Angga dari Mitra Polhut dan Cakra Adi Tama dari Kebun Raya Liwa yang telah membantu secara teknis di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrich M, Billington C, Edwards M, Laidlaw R. 1997. Tropical Montane Cloud Forest: An Urgent Priority for Conservation. WCMC Biodiversity Bulletin No. 2. World Conservation Monitoring Centre. Cambridge
- Balakrishnan M., Borgstrom R, Bie SW. 1994. Tropical Ecosystem, a Synthesis of Tropical Ecology and Conservation. New York: International Science Publisher USA.
- Dendang B, Handayani W. 2015. Struktur dan komposisi tegakan hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat. Pros Sem Nas Masya Biodiv Indonesia 6 (1): 691-695.
- Fujii S, Nishimura S, Yoneda T. 2006. Altitudinal distribution of Fagaceae in West Sumatera. *Tropics* 15 (3): 152-163.
- Greig-Smith P. 1983. Quantitative Plant Ecology, Studies in Ecology. Volume 9. Oxford: Blackwell Scientific Publications
- Ismaini L, Lailaty M, Rustandi, Sunandar D. 2015. Analisis Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan. Pros Sem Nas Masya Biodiv Indonesia 6 (1): 1394-1402.
- Krebs CJ. 1994. Ecology, the Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Addison-Wesley Educational Publishers, New York.
- Krebs CJ. 1999. Ecological Methodology, 2<sup>nd</sup> Edition. Addison—Wesley Educational Publisher, Inc., Menlo, California.
- LAPAN [Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional]. 2005. DEPHUT bisa Pakai Data Penginderaan Jauh LAPAN-BPPT. [www.bppt.go.id](http://www.bppt.go.id)
- Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey.
- Muhdin, E Suhendang, D Wahjono, H Purnomo, Istomo dan BCH Simangunsong. 2008. Keragaman struktur hutan alam sekunder. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 14 (2): 81-87
- Nasution T, Iskandar EAP, Ismaini L. 2015. Keragaman flora berpotensi dan komposisi vegetasi di Gunung Marapi, Sumatra Barat. Pros Sem Nas Masya Biodiv Indonesia 6 (1): 1334-1340.
- Olson D, Dinerstein E, Abell R, Allnutt T, Carpenter C, McClenachan L, D'Amico J, Hurley P, Kassem K., Strand H, Taye M, Thieme M. 2000. The Global 200: A Reprsentation Approach to Conserving the Earth's Ecoregions. World Wildlife Fund for Nature International. [www.panda.org](http://www.panda.org).
- Olson D, Dinerstein E. 2002. The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Ann Miss Bot Gard* 89: 199.
- Roos MC, Kebler PJA, Gradstein R, Baas P. 2004. Species diversity and endemism of five major Malesian island: diversity-area relationships. *J Biogeogr* 31: 1893.
- Roos MC. 1993. State of affairs regarding Flora Malesiana: progress in revision work and publication schedule. *Flora Malesiana Bull* 11: 133.
- Sodhi NS, Posa MRC, Lee TM, Bickford D, Koh LP, Brook BW. 2010. The state and conservation of Southeast Asian biodiversity. *Biodiv Conserv* 19: 317.
- Soerianegara I, Indrawan. 1982. Ekologi hutan Indonesia. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Spies TA. 1998. Forest structure: A key to the ecosystem. *North-west Sci* 72 (2): 34-39
- Whitten T, Whitten J. 1996. Indonesian Heritage: PLANT. Archipelago Press, Singapore.
- Withmore TC. 1975. Tropical Rain Forests of Far East. Clarendon Press. Oxford.
- Yamada I. Forest ecological studies of the mountane forest of Mt. Pangrango, West Java. *South East Asia Stud* 13 (3): 402-426.
- Zuhri M, Mutaqien Z. 2011. Perubahan komposisi vegetasi dan struktur pohon pada plot Meijer (1959-2009) di Gunung Gede Pangrango. *Buletin Kebun Raya* 14 (1): 37-45.

**Tabel S1.** Analisis vegetasi tingkat pohon di Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera

Jenis	Suku	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP
<i>Acronychia trifoliata</i>	Rutaceae	4.706	4.225	0.011	8.943
<i>Sloanea</i> sp.	Elaeocarpaceae	1.181	1.409	0.004	2.594
<i>Syzygium</i> sp.	Myrtaceae	20.071	12.685	0.021	32.777
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Clusiaceae	9.445	8.457	0.025	17.926
<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	1.181	1.409	0.004	2.594
<i>Altingia excelsa</i>	Hamamelidaceae	2.361	2.819	0.046	5.226
<i>Ficus variegata</i>	Moraceae	2.361	2.819	0.070	5.250
<i>Archidendron</i> sp.	Fabaceae	2.361	1.409	0.035	3.806
<i>Symplocos fasciculata</i>	Symplocaceae	1.181	1.409	0.010	2.601
<i>Acer laurianum</i>	Aceraceae	1.181	1.409	0.056	2.646
<i>Antidesma tetrandum</i>	Phyllanthaceae	4.723	4.228	0.015	8.965
<i>Alangium chinense</i>	Alangiaceae	1.181	1.409	0.012	2.603
<i>Styrax benzoin</i>	Styracaceae	7.084	7.047	0.084	14.215
<i>Orophea hexandra</i>	Annonaceae	1.181	1.409	0.016	2.606
<i>Sloanea sigun</i>	Elaeocarpaceae	1.181	1.409	0.014	2.604
<i>Cryptocarya perea</i>	Lauraceae	7.084	5.638	0.013	12.735
<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae	2.361	2.819	0.019	5.199
<i>Hypobathrum</i> sp.	Rubiaceae	1.181	1.409	0.018	2.608
<i>Pittosporum moluccanum</i>	Pittosporaceae	1.181	1.409	0.069	2.659
<i>Persea rimosa</i>	Lauraceae	1.181	1.409	0.066	2.656
<i>Prunus arborea</i>	Rosaceae	1.181	1.409	0.009	2.599
<i>Persea</i> sp.	Lauraceae	2.361	2.819	0.045	5.225
<i>Toona sinensis</i>	Meliaceae	2.361	2.819	0.008	5.188
<i>Phoebe grandis</i>	Lauraceae	1.181	1.409	0.013	2.603
<i>Dysoxylum alliaceum</i>	Meliaceae	2.361	2.819	0.005	5.185
<i>Macaranga triloba</i>	Euphorbiaceae	2.361	2.819	0.009	5.189
<i>Garcinia parviflora</i>	Clusiaceae	3.542	4.228	0.008	7.778
<i>Castanopsis argentea</i>	Fagaceae	1.181	1.409	0.027	2.617
<i>Toona sureni</i>	Meliaceae	1.181	1.409	0.008	2.598
<i>Cinnamomum javanicum</i>	Lauraceae	1.181	1.409	0.004	2.595
<i>Turpinia montana</i>	Staphyleaceae	1.181	1.409	0.022	2.613
<i>Lithocarpus hystrix</i>	Fagaceae	2.361	1.409	0.161	3.932
<i>Magnolia candollei</i>	Magnoliaceae	1.181	1.409	0.006	2.597
<i>Polyalthia subcordata</i>	Annonaceae	1.181	1.409	0.006	2.596
<i>Elaeocarpus robusta</i>	Elaeocarpaceae	1.181	1.409	0.018	2.608
<i>Polyalthia</i> sp.		2.361	2.819	0.037	5.217

Keterangan: Nilai INP = FR + KR + DR. INP (Indeks Nilai Penting), FR (Frekuensi Relatif), KR (Kerapatan Relatif), DR (Dominansi Relatif).

Tabel S2. Analisis vegetasi tumbuhan bawah di Gunung Pesagi, Lampung Barat, Lampung, Sumatera

Nama jenis	Suku	KR (%)	FR (%)	INP (%)
<i>Acacia integrifolia</i>	Fabaceae	1.66	0.59	2.25
<i>Acronychia pedunculata</i>	Rutaceae	2.33	2.64	4.96
<i>Acer laurianum</i>	Aceraceae	0.58	1.17	1.75
<i>Aeschynanthus angustifolius</i>	Gesneriaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Aglaia odoratissima</i>	Meliaceae	2.16	1.47	3.63
<i>Aglaia tomentosa</i>	Meliaceae	0.42	0.59	1.00
<i>Alangium rotundifolium</i>	Alangiaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Alpinia malaccensis</i>	Zingiberaceae	1.66	2.35	4.01
<i>Altingia excelsa</i>	Hamamelidaceae	0.66	1.17	1.84
<i>Amomum</i> sp.	Zingiberaceae	0.91	1.47	2.38
<i>Antidesma pentandrum</i>	Phyllanthaceae	0.58	0.88	1.46
<i>Ardisia villosa</i>	Primulaceae	0.58	1.76	2.34
<i>Artabotrys hexapetalus</i>	Annonaceae	0.5	1.47	1.96
<i>Argostemma montana</i>	Rubiaceae	0.42	0.29	0.71
<i>Asplenium nidus</i>	Aspleniaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Calamus ciliaris</i>	Arecaceae	7.14	2.64	9.78
<i>Calamus reinwardtii</i>	Arecaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Calophyllum</i> sp.	Clusiaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Canarium hirsutum</i>	Burseraceae	0.91	0.59	1.5
<i>Castanopsis argentea</i>	Fagaceae	0.17	0.59	0.75
<i>Celtis sinensis</i>	Ulmaceae	0.33	0.88	1.21
<i>Chloranthus erectus</i>	Chloranthaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Cinnamomum cassia</i>	Lauraceae	0.08	0.29	0.38
<i>Cinnamomum inner</i>	Lauraceae	0.91	0.29	1.21
<i>Cinnamomum javanicum</i>	Lauraceae	0.08	0.29	0.38
<i>Cissus nodosa</i>	Vitaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Cleistanthus</i> sp.	Phyllanthaceae	1.5	2.64	4.13
<i>Clidemia hirta</i>	Melastomataceae	3.65	0.59	4.24
<i>Coffea robusta</i>	Rubiaceae	7.64	1.47	9.11
<i>Commelina paludosa</i>	Commelinaceae	0.42	0.59	1.00
<i>Cordyline stricta</i>	Asparagaceae	1.25	0.59	1.83
<i>Cryptocarya densiflora</i>	Lauraceae	1.58	2.64	4.22
<i>Cryptocarya perea</i>	Lauraceae	0.17	0.59	0.75
<i>Cyperus</i> sp.	Cyperaceae	1.16	0.88	2.04
<i>Daemonorops melanochaetes</i>	Arecaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Dysoxylum alliaceum</i>	Meliaceae	0.42	0.88	1.3
<i>Diplazium dilatatum</i>	Athyriaceae	3.99	2.05	6.04
<i>Diplazium pallidum</i>	Athyriaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Elaeagnus latifolia</i>	Elaeagnaceae	0.17	0.59	0.75
<i>Elaeocarpus acmosepalus</i>	Elaeocarpaceae	0.25	0.29	0.54
<i>Elaeocarpus spaericus</i>	Elaeocarpaceae	0.83	1.47	2.3
<i>Elaeocarpus stipularis</i>	Elaeocarpaceae	1.08	1.47	2.55
<i>Elaeocarpus</i> sp1.	Elaeocarpaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Engelhardia spicata</i>	Juglandaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Eurya acuminata</i>	Pentaphragaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Orophea hexandra</i>	Annonaceae	0.5	0.88	1.38
<i>Ficus ribes</i>	Moraceae	0.83	1.47	2.3
<i>Ficus variegata</i>	Moraceae	0.25	0.88	1.13
<i>Ficus</i> sp1.	Moraceae	0.08	0.29	0.38
<i>Forrestia mollissima</i>	Commelinaceae	0.33	0.59	0.92
<i>Glochidion arborescens</i>	Phyllanthaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Gomphia serrata</i>	Ochnaceae	0.75	0.88	1.63
<i>Gordonia excelsa</i>	Phyllanthaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Helicia serrata</i>	Proteaceae	0.42	1.17	1.59
<i>Hymenasplenium unilaterale</i>	Aspleniaceae	1.41	0.88	2.29
<i>Hypobathrum frutescens</i>	Rubiaceae	0.25	0.88	1.13
<i>Itea macrophylla</i>	Iteaceae	1.25	2.05	3.3
<i>Jasminum accuminatissimum</i>	Theaceae	0.91	0.88	1.79
<i>Kadsura scandens</i>	Schisandraceae	0.66	1.17	1.84
<i>Knema laurina</i>	Myristicaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Labisia pumila</i>	Primulaceae	0.5	0.29	0.79
<i>Laportea stimulans</i>	Urticaceae	0.08	0.29	0.38

<i>Lasianthus tomentosus</i>	Rubiaceae	0.17	0.59	0.75
<i>Leea indica</i>	Leeaceae	0.91	0.59	1.5
<i>Lepisanthes alata</i>	Sapindaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Lindera polyantha</i>	Lauraceae	0.08	0.29	0.38
<i>Lithocarpus pallidus</i>	Fagaceae	0.66	1.47	2.13
<i>Lithocarpus indutus</i>	Fagaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Macaranga triloba</i>	Euphorbiaceae	0.33	0.88	1.21
<i>Malaxis corniculata</i>	Orchidaceae	0.25	0.29	0.54
<i>Magnolia liliifera</i>	Magnoliaceae	0.42	0.59	1.00
<i>Mangifera cf torquenda</i>	Anacardiaceae	0.58	1.17	1.75
<i>Mischocarpus frutescens</i>	Sapindaceae	0.42	0.88	1.30
<i>Neolitsea javanica</i>	Lauraceae	0.25	0.29	0.54
<i>Neolitsea cassia</i>	Lauraceae	0.17	0.59	0.75
<i>Nephrolepis cf. biserrata</i>	Nephrolepidaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Ophiopogon caulescens</i>	Aparagaceae	0.33	0.29	0.63
<i>Malaxis oculata</i>	Orchidaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Parameria laevigata</i>	Apocynaceae	1.74	1.47	3.21
<i>Parameria sp.</i>	Apocynaceae	0.5	0.88	1.38
<i>Pavetta montana</i>	Rubiaceae	0.42	0.88	1.3
<i>Persea rimosa</i>	Lauraceae	0.5	1.17	1.67
<i>Phoebe grandis</i>	Lauraceae	0.5	1.47	1.96
<i>Pinanga coronata</i>	Arecaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Piper crocatum</i>	Piperaceae	0.5	1.17	1.67
<i>Piper sp.1</i>	Piperaceae	0.17	0.59	0.75
<i>Polyosma ilicifolia</i>	Escalloniaceae	0.58	1.47	2.05
<i>Pometia pinnata</i>	Sapindaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Prunus arborea</i>	Rosaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Psychotria montana</i>	Rubiaceae	1.16	2.35	3.51
<i>Ptenandra sp.</i>	Euphorbiaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Rapanea hasseltii</i>	Primulaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Raphidophora sp.</i>	Araceae	1.25	1.76	3.01
<i>Rhodamnia cinerea</i>	Myrtaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Rubus moluccanus</i>	Rosaceae	0.66	0.88	1.54
<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Smilax sp.</i>	Smilacaceae	0.42	1.17	1.59
<i>Stemonurus scorpioides</i>	Icacinaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Strobilanthes sp.</i>	Acanthaceae	18.11	2.64	20.75
<i>Styrax benzoin</i>	Styracaceae	3.49	2.35	5.83
<i>Symplocos coccinensis</i>	Symplocaceae	0.17	0.29	0.46
<i>Syzygium sp1</i>	Myrtaceae	1.5	2.93	4.43
<i>Syzygium sp3</i>	Myrtaceae	0.5	1.17	1.67
<i>Syzygium sp2</i>	Myrtaceae	1.66	2.05	3.71
<i>Tetrastigma dichotomum</i>	Vitaceae	0.75	0.88	1.63
<i>Toona sinensis</i>	Meliaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Turpinia sp.</i>	Staphyleaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Uncaria sclerophylla</i>	Rubiaceae	0.08	0.29	0.38
<i>Urophyllum sp.</i>	Rubiaceae	0.25	0.59	0.84
<i>Vernonia arborea</i>	Asteraceae	0.08	0.29	0.38
<i>Willughbeia sp.</i>	Apocynaceae	0.66	0.59	1.25
<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	0.5	0.59	1.08

Keterangan: Nilai INP = FR + KR. INP (Indeks Nilai Penting), FR (Frekuensi Relatif), KR (Kerapatan Relatif)

# Identifikasi produksi GABA dari kultur Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan metode TLC

## Identification of GABA production from lactic acid bacteria by Thin Layer Chromatography

RINI HANDAYANI<sup>✉</sup>, SULISTIANI, NINU SETIANINGRUM

Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8765066, Fax.: +62-21-8765067, ✉email: handayanirini@yahoo.co.uk

Manuskrip diterima: 8 September 2016. Revisi disetujui: 16 Desember 2016.

**Abstrak.** Handayani R, Sulistiani, Setianingrum N. 2016. Identifikasi produksi GABA dari kultur Bakteri Asam Laktat (BAL) dengan metode TLC. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 208-213*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara identifikasi senyawa  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat berkontribusi besar memberikan manfaat fungsional bagi tubuh manusia sebagai bakteri probiotik. Probiotik didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup dalam bahan pangan yang tercatat dalam jumlah cukup serta memberikan manfaat kesehatan saluran pencernaan. Bakteri asam laktat juga diketahui dapat menghasilkan senyawa antioksidan. Fungsi sebagai antioksidan ditunjukkan oleh galur *Lactobacillus plantarum* DM5. Isolat yang digunakan adalah isolat bakteri asam laktat 478 dan 515. GABA adalah asam amino non-protein yang diproduksi melalui dekarboksilasi glutamat oleh enzim *glutamate decarboxylase* dan terdistribusi secara luas di alam diantara mikroorganisme, tumbuhan dan hewan. Produksi GABA dapat diketahui secara kualitatif dengan metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT) atau *Thin Layer Chromatography* (TLC) menggunakan lempeng KLT aluminium (Silica gel F254, Merck, Mumbai India). Inokulum BAL dalam MRS cair disentrifugasi pada kecepatan 1.500 x gravitasi selama 15 menit, kemudian sebanyak 10  $\mu$ l supernatan dispotkan atau diteteskan pada lempeng KLT. KLT dilakukan menggunakan larutan pengembang (eluen) yang terdiri dari campuran n-butanol:asam asetat:akuades dengan perbandingan 4:1:1 dengan larutan pewarna ninhydrin dengan konsentrasi 0,2% (w/v-etanol). Setelah selesai, lempeng KLT disemprot menggunakan larutan ninhydrin 0,5% (w/v) dan kemudian dipanaskan hingga 110°C selama 10 menit. Senyawa GABA yang dihasilkan oleh isolat BAL dapat dilihat dari nilai *Retention factor* (Rf) yang sama dengan standar GABA yang digunakan yaitu Rf BAL=0,47, sedangkan standar GABA 0,48.

**Kata kunci:** Bakteri asam laktat, anti oksidan, KLT, GABA

**Abstract.** Handayani R, Sulistiani, Setianingrum N. 2016. Identification of GABA production from lactic acid bacteria by Thin Layer Chromatography. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 208-213*. The purpose of this study was to determine how to identify compounds  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA), which is produced by lactic acid bacteria. Lactic acid bacteria contribute greatly to provide functional benefits to the human body as probiotic bacteria. Probiotics are defined as live microorganisms in foodstuffs recorded in sufficient quantities and benefit gastrointestinal health. Lactic acid bacteria are also known to produce antioxidant compounds. Functions as an antioxidant shown by strains of *Lactobacillus plantarum* DM5. Isolates used are lactic acid bacteria isolates 478 and 515. GABA is a non-protein amino acid that is produced via decarboxylation of glutamate by the enzyme *glutamate decarboxylase* and distributed widely in nature among microorganisms, plants, and animals. GABA production can be determined qualitatively by Thin Layer Chromatography (TLC) or Thin Layer Chromatography (TLC) using aluminum TLC plates (Silica gel F254, Merck, Mumbai India). BAL inoculum in liquid MRS centrifuged at 1,500 x gravity for 15 minutes, then as much as 10 mL of the supernatant was spotted or dropped on TLC plates. TLC performed using a developer solution (eluent) which consists of a mixture n-butanol: acetic acid: distilled water with a ratio of 4: 1: 1 with ninhydrin dye solution with a concentration of 0.2% (w/v ethanol). When finished, the TLC plates sprayed with a solution of ninhydrin 0.5% (w/v) and then heated to 110°C for 10 minutes. GABA compounds produced by LAB isolates can be seen from the Retention factor (Rf) equal to the standard GABA used is BAL Rf = 0.47, while the standard GABA 0.48.

**Keywords:** Lactic acid bacteria, anti-oxidants, TLC, GABA

## PENDAHULUAN

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri yang paling banyak dimanfaatkan dalam bidang industri, karena mempunyai beberapa keunggulan jika dibandingkan kelompok lainnya. Beberapa keunggulan BAL yaitu: (i) BAL mampu menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat memberikan rasa dan aroma spesifik

pada makanan fermentasi (Rahayu 2001), (ii) BAL mampu meningkatkan nilai cerna pada makanan fermentasi karena dapat melakukan pemotongan pada bahan makanan yang sulit dicerna sehingga dapat langsung diserap oleh tubuh (Guerra et al. 2006), (iii) BAL menghasilkan senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroba patogen dan pembusuk pada bahan makan sehingga dapat memperpanjang masa simpan produk

tersebut. Senyawa-senyawa antimikroba yang dihasilkan BAL antara lain: asam laktat, hydrogen peroksida, CO<sub>2</sub>, dan bakteriosin (Holzapfel et al. 1995). Asam organik yang dihasilkan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Echerichia coli*, *Shigella* sp., dan *Salmonella* sp., yang sering menyebabkan diare (Astawan et al. 2011)

BAL juga diketahui dapat menghasilkan senyawa antioksidan. Fungsi sebagai antioksidan ditunjukkan oleh galur *Lactobacillus plantarum* DM5, dalam kemampuannya menghasilkan  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) (Das and Goyal 2004). GABA adalah asam amino non-protein yang diproduksi melalui dekarboksilasi glutamat oleh enzim *glutamate decarboxylase* dan terdistribusi secara luas di alam diantara mikroorganisme, tumbuhan dan hewan (Ueno 2000). GABA berperan sebagai neurotransmitter penghambat utama dalam sistem syaraf pusat mamalia. GABA meningkatkan konsentrasi plasma, hormon pertumbuhan, dan sintesis protein di dalam otak (Cho et al. 2007). Konsumsi makanan yang diperkaya GABA dapat menghambat proliferasi sel kanker (Park dan Oh 2007) dan meningkatkan daya ingat serta kemampuan belajar (Miura et al. 2006). Beberapa galur BAL meliputi *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. paracasei* dan *Lactococcus lactis* dilaporkan memiliki aktivitas enzim *glutamate decarboxylase* dan kemampuan menghasilkan GABA dalam konsentrasi 10-350 mmol/L tergantung konsentrasi monosodium glutamat dalam medium fermentasi (Li and Cao 2010).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara senyawa GABA yang dihasilkan BAL menggunakan metode KLT karena metode yang lain jauh lebih sulit.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah isolat isolat Bakteri Asam Laktat (BAL) potensial yang memiliki kemampuan dalam memproduksi  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) dengan metode TLC (*Thin Layer Chromatography*). Isolat BAL yang digunakan (kode: 487, 515) merupakan koleksi dari laboratorium Mikrobiologi Industri, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor, Jawa Barat.

### Peremajaan Isolat

Peremajaan dilakukan dengan cara menanam isolat yang telah dipreservasi dalam lemari es ke medium GYP (*Glucose Yeast Peptone*) agar dengan modifikasi, yang memiliki komposisi *Starch* atau pati 10 g, Ekstrak Yeast 5 gr, Peptone 5 g, Tween 80 0,5 mL, *Salt Solution* 5 mL, CaCO<sub>3</sub> 2% (medium padat) dan akuades 1000 mL. *Salt Solution* mengandung komposisi MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 40 g, MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O 2 g, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 2 g, dan NaCl 2 g yang dilarutkan dengan akuades 1000 mL. Semua komponen dicampur menjadi satu dan diaduk hingga tercampur merata, setelah itu disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 2 Atm selama 15 menit. Medium dituang pada cawan petri steril sebanyak 10-15 mL dan didiamkan hingga padat. Isolat yang telah

dikondisikan pada suhu ruang kemudian diinokulasi dalam medium dengan jarum ose menggunakan metode *streak* kuadran. Hasil inokulasi diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

### Pembuatan Kurva Baku Pertumbuhan BAL

Pembuatan kurva baku dilakukan untuk mengetahui jumlah sel bakteri yang dibandingkan dengan kurva tumbuh atau nilai absorbansi dan waktu. Isolat BAL (stok) diaktivasi dengan mengambil 2 ose dan dimasukkan ke dalam 100 mL medium MRS dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Medium MRS adalah medium khusus untuk bakteri asam laktat. Kandungan dari medium MRS adalah K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2 g/L, Glukosa 20 g/L, MgSO<sub>4</sub>. 7 H<sub>2</sub>O 0,2 g/L, MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O 0,05 g/L dan meat ekstrak 8 g/L. Pengukuran dilakukan dengan membuat 9 titik, dimulai dari nilai absorbansi tertinggi hingga nilai terendah di dalam tabung reaksi steril masing-masing 5 mL. Setelah didapatkan nilai absorbansi, inokulum masing-masing tabung diencerkan menggunakan akuades steril hingga 10<sup>-6</sup>, dan 2 pengenceran terakhir di *plating* sebanyak 0,1 mL secara duplo pada medium MRS agar. Setelah diinkubasi selama 3 hari pada suhu 37°C, dilakukan pengamatan dan perhitungan jumlah sel/mL. Kurva baku dibuat secara statistik dengan nilai absorbansi sebagai x dan jumlah sel sebagai y.

### Pembuatan Inokulum Produksi Senyawa GABA

Peremajaan isolat dilakukan untuk meregenerasi sel-sel baru. Hasil peremajaan diambil sebanyak 2-ose dan dimasukkan ke dalam 5 mL medium MRS cair dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C sebagai aktivasi pertama. Hasil dari aktivasi pertama dipipet masing-masing 1 mL dan dimasukkan ke dalam 5 mL medium MRS cair sebagai aktivasi kedua dan kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. OD diukur pada kultur aktivasi kedua dengan  $\lambda$  600 nm untuk didapatkan nilai absorbansi yang sama dengan hasil kurva tumbuh. Hal tersebut dimaksudkan untuk menyelaraskan jumlah sel/mL dari kurva baku dengan nilai absorbansi pada kurva tumbuh. Kemudian dipipet sebanyak 2% dari aktivasi kedua dan dimasukkan ke dalam 100 mL medium MRS cair yang ditambah 1% MSG.

### Proses Fermentasi dan Produksi GABA

Masing-masing inokulum isolat 487 dan 515 diinokulasikan pada medium produksi. Medium produksi berupa 100 mL MRS cair yang mengandung monosodium glutamate atau MSG 1%. Proses fermentasi dimulai ketika medium produksi yang mengandung inokulum, diinkubasi di dalam inkubator selama 7 jam pada suhu 37°C. Setelah 7 jam, inkubator diturunkan suhunya menjadi 30°C dan dilanjutkan proses inkubasi selama 30 jam.

### Identifikasi produksi GABA

Identifikasi produksi GABA oleh kultur BAL dilakukan dengan metode Kromatografi Lapis Tipis atau *Thin Layer Chromatography* (TLC) dengan menggunakan larutan MSG berbagai konsentrasi sebagai penanda. Inokulum BAL dalam medium MRS cair hasil fermentasi

dipindahkan kemasing-masing botol sentrifugasi. Sentrifugasi dilakukan pada kecepatan 1.500 x gravitasi dan dengan suhu 4°C selama 15 menit. Supernatan yang dihasilkan dipindah ke dalam botol kaca. Supernatan sebanyak 10 mL disaring menggunakan kertas saring (filter steril-R) dengan ukuran pori-pori 0,20 µm.

Lempeng TLC yang berukuran 20x20 cm diberi garis menggunakan pensil sebagai penanda awal. Garis dari tepi lempeng TLC berjarak 1,5 cm. Garis penanda awal diberi tanda titik sebanyak 15 titik dengan jarak 1 cm menggunakan pensil untuk tempat *spotting* sampel. Setiap titik diberi tanda berupa angka 1 hingga 15.

Konsentrasi larutan MSG dibuat dengan cara mengencerkan sebanyak 0,15 g MSG ke dalam 10 mL akuades untuk didapatkan konsentrasi 1,5% MSG. MSG dari konsentrasi 1,5% diencerkan bertingkat dengan akuades hingga diperoleh konsentrasi 1,35%, 1,2%, 1,05%, 0,90%, 0,75%, 0,60%, 0,45%, 0,30%, dan 0,15%. Sebanyak 10 µl seri konsentrasi MSG dispotkan atau diteteskan pada lempeng TLC alumunium (Silica gel F254, Merck, Mumbai India) pada titik nomer 1 hingga 10, larutan standar GABA, supernatan isolat 487, supernatan 515, supernatant kontrol secara berurutan diteteskan pada lempeng TLC. Running TLC selama 3 jam. TLC dilakukan menggunakan larutan pengembang (eluen) yang terdiri dari campuran n-butanol:asam asetat:akuades dengan perbandingan 4:1:1 dengan larutan pewarna ninhydrin dengan konsentrasi 0,2% (w/v-etanol) (Kook dan Cho 2013). Setelah selesai, lempeng TLC disemprot menggunakan larutan ninhydrin 0,5% (w/v) dan kemudian dipanaskan hingga 110°C selama 10 menit. Senyawa GABA yang dihasilkan oleh isolate BAL dapat dilihat dari nilai *Retention factor* (Rf) yang sama dengan standar GABA yang digunakan (Ganguli 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peremajaan Isolat Bakteri Asam Laktat (BAL)

Peremajaan dilakukan dengan cara memindahkan atau memperbarui biakan mikroba dari biakan lama ke medium tumbuh baru secara berkala, misalnya sebulan atau dua bulan sekali (Machmud 2001). Peremajaan bertujuan untuk mengaktifasi isolat bakteri dan mengoptimalkan pertumbuhan.

Peremajaan dilakukan dengan cara menanam isolat yang telah dipreservasi dalam lemari es kedalam medium GYP (*Glucose Yeast Peptone*) agar secara streak kuadran. Streak kuadran bertujuan untuk memurnikan kembali isolat yang telah lama disimpan, untuk menghindari terjadinya kontaminasi oleh mikroorganisme yang tidak diinginkan. Setelah diinkubasi, koloni bakteri akan tumbuh pada medium dengan pola 4 kuadran yang dapat dilihat pada Gambar 1.

### Kurva pertumbuhan dan penentuan umur inokulum BAL

Pertumbuhan mikroba merupakan pertambahan jumlah atau volume serta ukuran sel. Dalam pertumbuhannya, mikroba terutama bakteri dan khamir berkembang biak dengan membelah dari satu sel menjadi dua sel.

Pertumbuhan sel bakteri biasanya mengikuti suatu pola pertumbuhan tertentu berupa kurva pertumbuhan sigmoid. Perubahan kemiringan pada kurva pertumbuhan menunjukkan transisi dari satu fase perkembangan ke fase lainnya. Kurva pertumbuhan bakteri dapat dipisahkan menjadi 4 fase utama, yaitu: fase lag (fase lambat), fase eksponensial (fase cepat), fase stasioner (fase statis), dan fase penurunan populasi (*decliner*). Pembuatan kurva pertumbuhan bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan BAL. Laju pertumbuhan BAL dapat digunakan untuk menentukan umur inokulum optimum dan menentukan lama waktu proses fermentasi dalam menghasilkan senyawa metabolit. Kurva pertumbuhan BAL isolat 487 dan 5151 dapat dilihat pada Gambar 2.

Melalui kurva pertumbuhan BAL isolat 487 dan 515 dapat diketahui terjadinya fase pertumbuhan, dari fase lag, fase log (eksponensial), dan fase stasioner. Fase lag terjadi pada tejadi pada  $T_0$  (jam ke-0) hingga  $T_1$  (jam ke-2), pada fase ini sel-sel bakteri sedang beradaptasi dengan substratnya dan menghasilkan enzim-enzim metabolisme. Setelah itu, sel bakteri mengalami pertumbuhan cepat atau memasuki fase logaritmik pada  $T_2$  (jam ke-4) hingga  $T_6$  (jam ke-12). Pada fase ini sel-sel bakteri aktif bermetabolisme untuk memanfaatkan substrat yang tersedia. Terdapat kecocokan antara sel bakteri terhadap substrat berupa medium MRS cair, sehingga sel bakteri akan mengalami regenerasi dan pertambahan ukuran sel. Semakin lama waktu fermentasi makanan jumlah BAL akan meningkat yang disebabkan kondisi substrat yang masih memungkinkan berlangsungnya metabolisme BAL. Setelah memasuki  $T_8$  (jam ke-16), BAL akan memasuki fase pertumbuhan stasioner yang dilihat dari penurunan laju pertumbuhan pada kurva pertumbuhan.

### Pembuatan inokulum fermentasi

Isolat BAL dengan kode 487 dan 515 digunakan sebagai starter fermentasi produksi senyawa GABA. Sebelum dijadikan starter, isolat BAL disiapkan dalam bentuk inokulum cair pada medium MRS. Umur inokulum optimum BAL berdasarkan pengukuran kurva pertumbuhan adalah 7 hingga 8 jam pada inkubasi di suhu 37°C. Pertumbuhan bakteri dalam medium MRS cair ditunjukkan adanya peningkatan biomassa sel bakteri, yang mengakibatkan semakin keruhnya medium, dilihat pada Gambar 3.

### Produksi senyawa GABA

$\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA) adalah asam amino non-protein yang terdistribusi secara luas di alam, dan dibentuk secara *irreversible* (searah) melewati  $\alpha$ -dekarboksilasi dari L-asam glutamat dalam reaksi yang dikatalisasi oleh glutamat dekarboksilase (GAD). GAD dan GABA telah ditemukan dari bakteri yang secara luas tersebar pada organisme. GABA telah diketahui sebagai penghambat neurotransmitter. Konsentrasi dari glutamat sebagai pemicu neurotransmitter dan GABA di atur oleh GAD (Ueno 2000). GABA meningkatkan metabolisme sel-sel otak dengan cara meningkatkan suplai oksigen dan mengaktifkan aliran darah cerebral dan menghambat sekresi vasopressin (*anti diuretic hormone*) oleh peran pada pusat vasomotor dari

medulla oblongata. Selanjutnya, GABA mengatur sekresi hormon pertumbuhan, menurunkan tekanan darah dengan memperlebar pembuluh darah, dan mempunyai kemampuan diiritik, anti-depresif, efek anti-oksidan, serta untuk mencegah penyakit stroke (Hao dan Schmit 1993; Kono dan Himeno 2000; Leventhal et al. 2003; Shelp et al. 1999).

Produksi senyawa GABA dilakukan menggunakan medium fermentasi MRS cair yang ditambah *Mono Sodium Glutamate* (MSG) sebanyak 1% dari volume medium yang digunakan (Gambar 5). Inokulum BAL yang berumur 7 hingga 8 jam diukur nilai OD agar didapatkan nilai absorbansi kurang lebih sebesar 1,0. Nilai absorbansi 1,0 bertujuan untuk mengkondisikan sel bakteri pada jumlah  $10^7$  hingga  $10^8$  sel/mL.

Sebanyak 2% inokulum BAL 487 dan 515 dipipet pada masing-masing medium MRS 100 mL yang mengandung 1% MSG. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 7 jam di dalam inkubator. Setelah 7 jam, suhu inkubasi diturunkan menjadi 30°C dan diinkubasi lagi hingga 30 jam. Inkubasi selama 7 jam bertujuan untuk memproduksi biomassa sel bakteri hingga mencapai laju pertumbuhan spesifik sesuai kurva pertumbuhan. Sedangkan inkubasi selama 30 jam bertujuan untuk memproduksi senyawa metabolit sekunder.

Monosodium glutamat digunakan sebagai substrat untuk produksi GABA oleh bakteri asam laktat. Monosodium glutamat adalah garam sodium dari asam glutamat. Glutamat adalah asam amino yang terbentuk secara alami yang ditemukan pada banyak makanan, khususnya makanan berprotein tinggi seperti produk susu, daging, ikan dan pada beberapa sayuran. Makanan sering digunakan untuk penambah cita rasa, seperti jamur dan tomat, yang mempunyai kadar tinggi dari glutamat alami. Glutamat ada dimana-mana di alam dan terdapat pada semua organisme hidup. Glutamat mempunyai prinsip meningkatkan neurotransmitter pada sistem syaraf pusat (Ganguli 2011).

Glutamat sudah digunakan sebagai bahan tambahan makanan untuk meningkatkan cita rasa selama 1200 tahun yang mempunyai rasa unik yang dikenal sebagai “umami” di Jepang. Umami telah dipasarkan selama kurang lebih 100 tahun. Cita rasa dari umami sekarang dikenali sebagai rasa dasar kelima. Beberapa makanan digunakan dalam memasak untuk meningkatkan cita rasa yang mengandung glutamate dalam jumlah yang tinggi. ASI mempunyai konsentrasi glutamate tertinggi diantara semua asam amino. Glutamat dalam dosis yang tinggi saat diinjeksikan telah dilaporkan dapat memproduksi neurodegenerasi pada anakan mencit. Neurodegenerasi tidak diproduksi ketika glutamat diberikan dengan makanan (Ganguli 2011).

### Identifikasi GABA dengan metode *Thin Layer Chromatography* (TLC)

Kultur BAL dalam medium produksi hasil fermentasi 30 jam dipindahkan ke dalam botol sentrifugasi. Sentrifugasi bertujuan untuk mendapatkan memisahkan sel-sel bakteri agar diperoleh ekstrak berupa supernatan. Supernatan yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.

Senyawa GABA dapat ditentukan secara kualitatif dengan metode TLC menggunakan lempeng TLC alumunium (Merck). Sebanyak 10 µl supernatan dispotkan atau diteteskan pada lempeng TLC menggunakan mikropipet ukuran 10 µl dan dikeringkan dengan *hair dryer*. Setelah spotting, lempeng TLC direndam larutan eluen (larutan pengembang) dan disemprot dengan larutan ninhydrin 0,2% (w/v-etanol) sebagai reagen pewarna, akan terbentuk spot berwarna merah yang ditunjukkan pada Gambar 7.

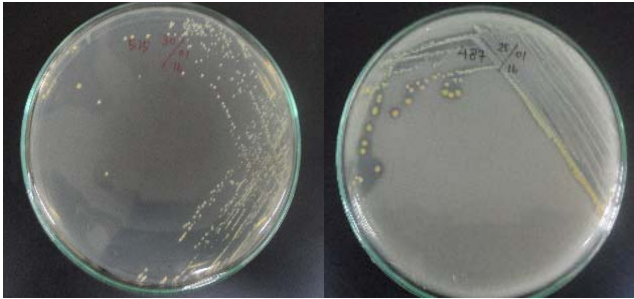
Spot warna merah menunjukkan adanya senyawa kimia yang terseparasi oleh fase gerak eluen dan terwarnai oleh larutan pewarna. Spot nomer 1 hingga 10 menunjukkan larutan standar MSG dengan konsentrasi 1,35%, 1,2%, 1,05%, 0,90%, 0,75%, 0,60%, 0,45%, 0,30%, dan 0,15%(w/v). Menurut Kook dan Cho, (2013), spot dari GABA dan MSG dapat secara mudah dikonfirmasi dengan larutan standar GABA karena GABA dan MSG terdeteksi dengan titik (spot) warna merah ketika disemprot dengan larutan ninhydrin. GABA mempunyai struktur kimia yang hampir sama dengan glutamat.

Menurut Ueno(2000), GABA merupakan asam amino non-protein yang diproduksi melalui dekarboksilasi glutamat oleh enzim *glutamate decarboxylase*. Sehingga spot tipis yang dihasilkan dibelakang spot MSG standar mengindikasikan senyawa GABA.

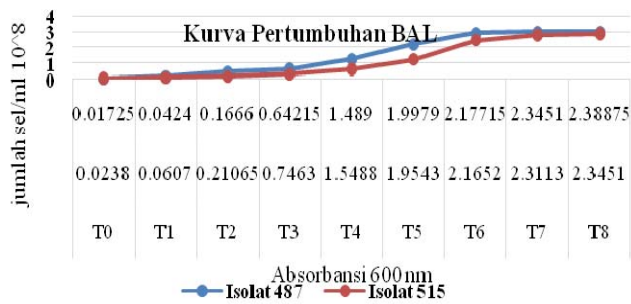
Jumlah mikroorganisme dari bakteri dan jamur telah dilaporkan dalam memproduksi GABA. Selain dibakteri, GABA juga ditemukan pada beberapa jamur, kapang dan khamir. Dari mikroorganisme, GABA pertama kali diisolasi dari perlakuan ekstrak asam khamir (Reed 1950). GABA dideteksi kembali ketika menyelidiki komposisi asam amino dari khamir merah *Rhodotorula glutinis* (Krishnaswamy dan Giri 1953). GABA juga telah diamati dari produksi fase awal *Neurospora crassa* saat perkecambahan spora (Schmit dan Brody 1975).

Penelitian tentang produksi GABA dalam konsentrasi tinggi menggunakan mikroorganisme masih dalam progres. Telah dilaporkan bahwa bakteri asam laktat yang diisolasi dari berbagai macam makanan fermentasi seperti kimchi dan makanan laut (*seafood*) mampu memproduksi GABA menggunakan substrat asam glutamat. *PharmaFood company* (Japan) telah memproduksi GABA dengan mengubah monosodium glutamate menggunakan bakteri asam laktat yang diisolasi dari kimchi dan dipasarkan sebagai bahan makanan fungsional dan telah dilaporkan untuk memproduksi 6,3 mM GABA dengan menginokulasikan *Lactobacillus brevis* IFO 12005 yang diisolasi dari kimchi untuk Soju jugemi yang dibuat dari beras (Ueno et al. 1997; Yokoyama et al. 2002), 302 mM GABA dengan penambahan fosfat piridoksal sebagai koenzim dari GAD oleh *Lb. paracasei* NFR17415 yang diisolasi dari makanan fermentasi tradisional Jepang funasushi (Komatsuzaki et al. 2005).

Dalam kesimpulan, identifikasi produksi  $\gamma$ -Aminobutyric Acid (GABA) oleh Bakteri Asam Laktat (BAL) dapat dilakukan dengan metode TLC *Thin Layer Chromatography*).



Gambar 1. Pemurnian isolat BAL 487, dan 515



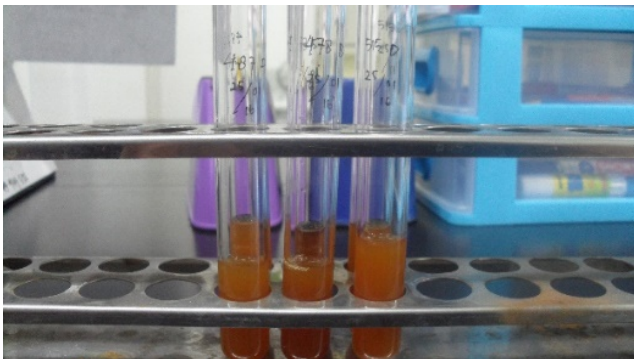
Gambar 2. Kurva pertumbuhan isolat BAL 487 dan 515



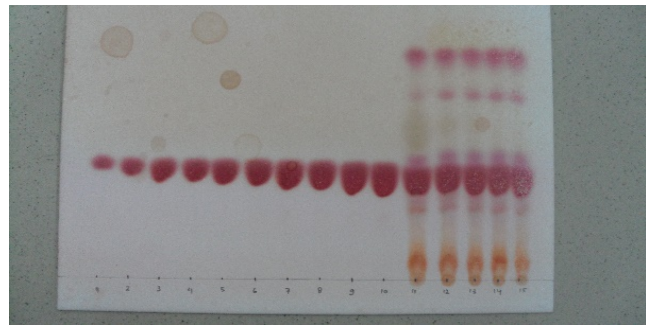
Gambar 5. Medium produksi setelah fermentasi 30 Jam



Gambar 6. Supernatan Hasil Ekstraksi



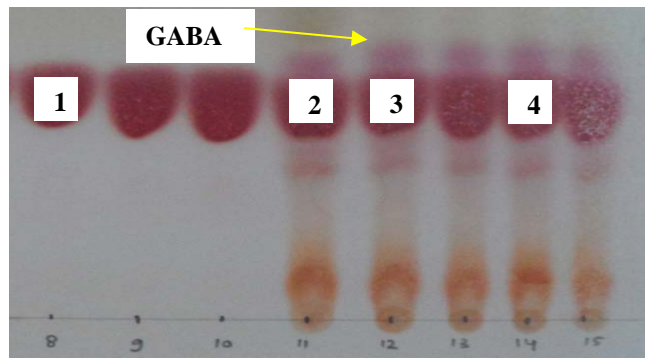
Gambar 3. Inokulum isolat BAL 487 dan 515



Gambar 7. Spot Hasil TLC. Spot no 1 - 10 adalah larutan MSG 1,35%, 1,2%, 1,05%, 0,90%, 0,75%, 0,60%, 0,45%, 0,30%, dan 0,15%(w/v), spot no.11-12 adalah larutan standar GABA, spot no 13 adalah supernatant isolat BAL 487, spot no 14 adalah supernatant isolat no. 515, Spot no 15 adalah supernatant kontrol



Gambar 4. Medium produksi sebelum fermentasi



Gambar 8. Profil TLC dari MSG dan GABA. No. 1-4 adalah glutamat

## DAFTAR PUSTAKA

- Cho YR, Chang JY, Chang HC. 2007. Production of Gamma-aminobutyric Acid (GABA) by *Lactobacillus buchneri* Isolated from kimchi and its neuroprotective effect on neuronal cells. *J Microbiol Biotechnol* 17: 104-109.
- Das D, Goyal A. 2015. Antioxidant Activity and Gamma-aminobutyric Acid (GABA) Producing Ability of Probiotic *Lactobacillus plantarum* DM5 isolated from Marcha of Sikkim. *LWT - Food Sci Technol* 61: 263-268.
- Ganguli A. 2011. Evaluation of  $\lambda$ -Aminobutyric Acid Production by Indigenously Isolated Lactid Acid Bacteria. Departemen of Biotechnology and Environmental Sciences, Thapar University Patiala, India.
- Guerra NP, Bernadez PF, Mendez J, Cachaldora P, Castro LP. 2006. Production of four potentially probiotic lactid acid bacteria and their evaluation as feed additives for weaned piglets. *Anim Feed Sci Technol* 134: 89-107.
- Hao R, Schmit JC. 1993. Cloning of the gene for glutamate decarboxylase and its expression during condiation in *Neurospora crassa*. *Biochem J* 15: 887-890.
- Holzafel WH, Haberer P, Geisen R, Bjorkroth J, Schillinger U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganism in food and nutrition. *Amer J Clin Nutr* 73: 365S-373S
- Komatsuzaki N, Shima J, Kawamoto S, Momose H, Timura T. 2005. Production of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) by *Lactobacillus paracasei* Isolated from traditional fermented foods. *Food Microbiol* 22: 497-504.
- Kono I, Himeno K. 2000. Changes in  $\gamma$ -aminobutyric acid content during Beni-Koji Making. *Biosci Biotechnol Biochem* 64: 617-619.
- Krishnaswamy PR, Giri KV. 1953. The Occurrence of  $\lambda$ -aminobutyric acid and Glutamic acid Decarboxylase in Red Yeast (*Rhodotorula glutinis*). *Curr Sci* 22: 143-144.
- Leventhal AG, Wang YC, Pu ML, Zhou YF, Ma Y. 2003. GABA and its agonists improved visual cortical function in senescent monkeys. *Science* 300: 812-815.
- Machmud D. 2001. Teknik penyimpanan dan pemeliharaan mikroba. *Buletin AgroBio* 4 (1): 24-32.
- Miura D, Ito Y, Mizukuchi A, Kise M, Aoto H, Yagasaki K. 2006. Hypercholesterolemic action of pre-germinated brown rice in hepatoma-bearing rats. *Life Sci* 79: 259-264.
- Park KB, Oh SH. 2007. Production of yogurt with enhanced level of gamma-aminobutyric acid and valuable nutrients using lactic acid bacteria and germinated soybean extract. *Bioresour Technol* 98: 1675-1679.
- Rahayu E. 2001. Potensi bakteri asam laktat di bidang industri pangan. *Prosiding Seminar Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia*.
- Rao MM, Tanksale AM, Gatge MS, Desphander VV. 1998. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiol Mol Biol Rev* 62: 597-635.
- Reed LJ. 1950. The occurrence of  $\lambda$ -aminobutyric acid in yeast extract; its isolation and identification. *J Biol Chem* 183: 451-458.
- Schmit JC, Brody S. 1975. *Neurospora crassa* conidial germination: role of endogenous amino acid pools. *J Bacteriol* 124: 232-242.
- Shelp BJ, Bown AW, McLean MD. 1999. Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. *Trends Plant Sci* 4: 446-452.
- Ueno H. 2000. Enzymatic and structural aspects on glutamate decarboxylase. *J Mol Catal B Enzym* 10: 67-79.
- Ueno Y, Hayakawa K, Takahashi S, Oda K. 1997. Purification and characterization of glutamate decarboxylase from *Lactobacillus brevis* IFO 12005. *Biosci Biotechnol Biochem* 61: 1168-1171.
- Yokoyama S, Hiramatsu J, Hayakawa K. 2002. Production of  $\gamma$ -aminobutyric acid by *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophiles* Y2 under submerged fermentation. *Amino Acids* 34: 473-478.

# Metode perkecambahan buah bersayap: Pohon kapur (*Dryobalanops lanceolata*)

## Germination method for winged fruits: Kapur tree (*Dryobalanops lanceolata*)

DODO<sup>♥</sup>

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8322187, ♥email: dodortl@gmail.com

Manuskrip diterima: 8 September 2016. Revisi disetujui: 17 Desember 2016.

**Abstrak.** Dodo. 2016. *Metode perkecambahan buah bersayap: Pohon kapur (Dryobalanops lanceolata). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 214-218.* *Dryobalanops lanceolata* Burck merupakan tumbuhan endemik Kalimantan yang berpotensi sebagai penghasil kayu komersial, bahan kosmetik dan obat namun keberadaannya di alam sudah terancam kepunahan. Perbanyak bibit dapat menyelamatkan pohon kapur dari kepunahan karena bibit yang dihasilkan dapat dikembalikan ke habitat alaminya. Penyemaian buah bersayap *D. lanceolata* dipandang kurang efisien karena sayap buah memenuhi wadah semai, selain itu media semai pasir kali dipandang kurang tepat karena kurang mengikat air yang dibutuhkan dalam perkecambahan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui metode yang tepat untuk perkecambahan buah bersayap *D. lanceolata*. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor yaitu kondisi buah (buah utuh, tanpa sayap, dan tanpa kelopak) dan jenis media semai (top soil, pasir kali, sekam padi, dan kompos bioposka). Setiap satuan percobaan berisi 10 buah *D. lanceolata* dengan tiga kali ulangan. Hasil riset menunjukkan bahwa rata-rata daya kecambah adalah 77,5%, kecepatan berkecambah 1,47 buah/hari, dan awal berkecambah pada hari ke-4. Daya kecambah buah tanpa sayap (87,5%) lebih baik dan tidak berbeda nyata dengan buah utuh (85%) tetapi berbeda nyata dengan buah tanpa kelopak (60%). Daya kecambah buah pada sekam padi (86,7%) lebih baik dan tidak berbeda nyata dengan top soil (83%) dan kompos (80%) tetapi berbeda nyata dengan pasir kali (60%). Daya kecambah terbaik (100%) ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan buah utuh dengan media semai top soil. Metode perkecambahan yang tepat khusus untuk buah bersayap *D. lanceolata* adalah menyemai buah dalam kondisi utuh atau tanpa sayap dalam media semai top soil, sekam padi, atau kompos.

**Kata kunci:** *Dryobalanops lanceolata*, buah bersayap, perkecambahan

**Abstract.** Dodo. 2016. *Germination method for winged fruits: Kapur tree (Dryobalanops lanceolata). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 214-218.* *Dryobalanops lanceolata* Burck is an endemic species of Borneo that can be used as commercial timber, cosmetics and medicines, but its existence has been threatened in the wild. Propagation of seedlings can be saved from extinction because the seedlings of *D. lanceolata* can be returned to their natural habitat. The germination of *D. lanceolata* winged fruits are considered less efficient because the wings meet the container, besides the river sand perceived as less appropriate for less binding water needed in the germination. The study aims to determine the proper method for germination of *D. lanceolata* winged fruit. Experiments using completely randomized design with two factors: the condition of the fruits (whole fruit, wingless fruit, and without calyx) and the type of growing medias (top soil, river sand, rice husk and Bioposka compost). Each experimental unit contains 10 fruits of *D. lanceolata* with three replications. The results showed that the average of germination rate was 77.5%, the speed of germination was 1.47 fruits/day, and the first day of germination on 4th day. The germination rate on wingless fruit (87.5%) is better and not significantly different from the whole fruit (85%) but significantly different from the fruit without calyx (60%). Germination of fruit on rice husk (86.7%) is better and not significantly different with top soil (83%) and compost (80%) but significantly different with river sand (60%). Best germination rate (100%) is indicated by a combination treatment of the whole fruit with top soil media. Proper germination methods specific to *D. lanceolata* winged fruit is a whole fruit or wingless fruit in top soil, rice husk, or compost media.

**Keywords:** *Dryobalanops lanceolata*, winged fruits, germination

## PENDAHULUAN

*Dryobalanops lanceolata* Burck atau pohon kapur merupakan jenis tumbuhan yang tergolong dalam famili Dipterocarpaceae. Famili Dipterocarpaceae merupakan jenis kayu yang bernilai ekonomi tinggi (Fajri 2008). Kayu *D. lanceolata* memiliki sifat kelas kuat II- (I) dan kelas awet III. Kayu tersebut digunakan untuk perahu, balok, tiang dan konstruksi atap pada bangunan perumahan

(P3HH, 2008). Getah kayu *D. lanceolata* memiliki bahan aktif utama minyak kamper berupa borneol. Hasil identifikasi Pasaribu et al. (2014) *D. lanceolata* memiliki senyawa borneol sebanyak 0,37% sedangkan *D. aromatica* memiliki 0,21%. Borneol mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi dan sangat dibutuhkan dalam pengembangan produk kosmetik dan obat untuk mencegah pengentalan dan pembekuan darah (Duke 2005).

Keberadaan *D. lanceolata* di alam sudah terancam

punah dengan kategori genting (*Endangered* = EN) dengan kriteria A1cd ver 2.3 (IUCN 2016). Keberadaan tersebut disebabkan oleh kehilangan habitat (Gusmailina, 2015). Kategori tumbuhan tersebut akan mengalami risiko kepunahan di alam yang sangat tinggi dalam waktu dekat (Widyatmoko dan Irawati 2007).

Perbanyakan *D. lanceolata* merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk menyelamatkan tumbuhan tersebut dari kepunahan. Menurut Tata et al. (2008), perbanyakan *D. lanceolata* dapat dilakukan dengan cara menyemai biji, menanam anakan, dan stek pucuk. Perbanyakan akan menghasilkan banyak bibit dan bibit tersebut dapat digunakan untuk menambah populasi di habitat alaminya. Pekerjaan menyemai biji harus memperhatikan sifat biji, media semai, dan kondisi lingkungan.

Biji *D. lanceolata* termasuk biji rekalsitran yaitu benih yang cepat kehilangan viabilitasnya, atau daya kecambahnya menurun dengan cepat (Tata et al. 2008). Biji seperti ini harus segera disemai supaya diperoleh prosentase daya kecambah yang tinggi. Jenis rekalsitran merupakan golongan biji yang jika kadar air dalam biji mengalami kering maka biji tersebut tidak akan tumbuh (Hardjana dan Rayan 2011).

Perlakuan buah/biji dan pemilihan media semai yang tepat akan menghasilkan daya kecambah *D. lanceolata* yang baik dan pekerjaan yang efisien. *D. lanceolata* memiliki buah berbentuk samara (buah bersayap). Buah *D. lanceolata* panjangnya sekitar 15 mm, berwarna hijau-kuning-merah, memiliki lima buah sayap berukuran sama panjang hingga mencapai 90 mm terletak di atas kelopak (Asianplant 2016). Pekerjaan menyemai buah bersayap dipandang kurang efisien apabila dilakukan secara langsung dengan sayapnya karena akan boros tempat. Tempat/wadah semai akan lebih efisien apabila menyemai buah tanpa sayap atau kelopak buahnya namun memerlukan pekerjaan pembuangan sayap dan kelopaknya.

Marjenah (2014) menyatakan bahwa media semai terbaik untuk kapur (*Dryobalanops aromatica*) adalah top soil yang menghasilkan daya kecambah 100%. Pemilihan media semai yang lain seperti pasir yang umum digunakan untuk perkecambahan biji, sekam padi, dan kompos diharapkan dapat menjadi alternatif yang baik untuk perbanyakan tanaman *D. lanceolata*. Persentase kecambah biji tengkawang (*Shorea* spp.) pada media pasir yang ditutup sungkup plastik selama dua bulan adalah 70-85% (Hardjana dan Rayan 2011). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode perkecambahan yang dapat merespons perkecambahan buah bersayap *D. lanceolata* dengan baik.

## BAHAN DAN METODE

### Pengadaan material buah dan perlakuan prasemai

Buah *D. lanceolata* yang digunakan adalah buah yang jatuh dari pohon induknya. Buah yang digunakan memiliki kriteria: sudah matang (sayap buah berwarna hijau kecokelatan), segar, dan utuh atau tidak terserang hama. Buah berasal dari tanaman koleksi Kebun Raya Bogor dengan nomor VIII.D.58, tanaman tersebut berasal dari Kalimantan. Sebelum disemai, buah dikelompokkan

berdasarkan perlakuan pengurangan bagian buah yang terdiri atas buah utuh (kontrol), buah tanpa sayap, dan buah tanpa kelopak (biji).

### Penyemaian buah

Penyemaian buah *D. lanceolata* dilakukan dalam media semai yang terdiri atas tanah lapisan atas (*top soil*), pasir kali, sekam padi, dan kompos Kebun Raya Bogor (bioposka). Wadah semai menggunakan pot plastik berwarna hitam dengan ukuran diameter 35 cm. Penyemaian dilakukan dalam tiga ulangan, masing-masing ulangan terdiri atas 10 buah karena jumlah buah yang jatuh atau diperoleh pada hari yang sama terbatas. Buah disemai dengan cara ditanamkan pada media semai sedalam 3-4 cm. Posisi buah saat disemai adalah bagian pangkal di bawah. Pot diletakkan di bawah naungan paranet (60% cahaya masuk). Penataan pot dilakukan sesuai Rancangan Acak Lengkap. Penyemaian buah dilakukan di Pembibitan Reintroduksi Tanaman Langka, Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya-LIPI. Penyiraman dilakukan setiap hari untuk merangsang proses imbibisi air pada buah.

### Pengamatan dan pengambilan data

Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap kemunculan kecambah. Perkecambahan dihitung berdasarkan kemunculan kecambah di atas permukaan media semai sebagai indikator terjadinya perkecambahan. Kramer dan Kozłowski (1979), perkecambahan biji adalah proses tumbuhnya embrio atau keluarnya *radicle* dan *plumulae* dari kulit biji. Pengamatan dihentikan sebulan setelah semai yaitu setelah biji terakhir berkecambah dan tidak terjadi perkecambahan lagi. Variabel yang diamati meliputi daya kecambah, awal berkecambah, dan kecepatan berkecambah. Daya kecambah adalah jumlah biji yang berkecambah dibagi dengan jumlah biji yang disemai dikalikan 100%. Awal berkecambah adalah hari pertama biji berkecambah. Kecepatan berkecambah adalah jumlah umur muncul berkecambah dikalikan jumlah kecambah dibagi dengan jumlah umur muncul kecambah.

### Rancangan percobaan dan analisis data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor yang pertama adalah perlakuan buah *D. lanceolata* yang terdiri atas buah utuh, buah tanpa sayap, dan buah tanpa kelopak (biji). Faktor yang kedua adalah media semai yang terdiri top soil, pasir kali, sekam padi, dan bioposka. Setiap satuan percobaan terdiri dari 10 buah *D. lanceolata*. Untuk membandingkan antar faktor dilakukan uji statistik dengan ANOVA. Bedanya selanjutnya diuji dengan Uji Beda Nyata Berganda (*Duncan Multiple Range Test, DMRT*) pada taraf 5%. Analisis data menggunakan *Statistical Tool for Agricultural Research* (STAR).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil statistik deskripsi menunjukkan bahwa secara keseluruhan nilai rata-rata untuk daya kecambah adalah

77,50%, kecepatan berkecambah 1,47 buah/hari, dan awal berkecambah pada hari ke-4. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor pematangan/penghilangan sayap buah dan faktor media semai serta kombinasinya berpengaruh sangat nyata terhadap perkecambahan *D. lanceolata* ( $P < 0,01$ ) kecuali faktor media semai berpengaruh tidak nyata terhadap kecepatan berkecambah.

#### Respon terhadap perlakuan buah

Berdasarkan uji perbedaan nilai tengah (DMRT) diketahui bahwa perlakuan buah berpengaruh nyata terhadap daya kecambah dan kecepatan berkecambah *D. lanceolata*. Perlakuan buah tanpa sayap menunjukkan daya kecambah terbaik (87,5%). Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan buah utuh, namun berbeda nyata dengan tanpa kelopak. Hasil tersebut sama seperti yang dilakukan Zoysa dan Ashton (1991) pada perkecambahan *Shorea trapezifolia* yaitu daya kecambah buah bersayap sebesar 57,25% tidak berbeda nyata dengan tanpa sayap (61,25%). Kecepatan berkecambah terbaik ditunjukkan oleh perlakuan buah utuh (1,7 buah/hari) yang berbeda nyata dengan tanpa sayap dan tanpa kelopak. Awal berkecambah terbaik ditunjukkan oleh perlakuan tanpa sayap (hari ke-2,7) yang tidak berbeda nyata dengan buah utuh, namun berbeda nyata dengan tanpa kelopak (Gambar 1).

#### Respon terhadap jenis media semai

Berdasarkan uji perbedaan nilai tengah (DMRT) diketahui bahwa perlakuan media semai berpengaruh nyata terhadap daya kecambah dan awal berkecambah *D. lanceolata*. Perlakuan media semai sekam padi menunjukkan daya kecambah terbaik (86,7%) dan awal berkecambah terbaik (hari ke-2,3). Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan pada tanah top soil dan kompos bioposka, namun berbeda nyata dengan pada pasir kali yang biasa digunakan menyemai pada umumnya (Gambar 2).

#### Respon terhadap kombinasi perlakuan buah dan jenis media semai

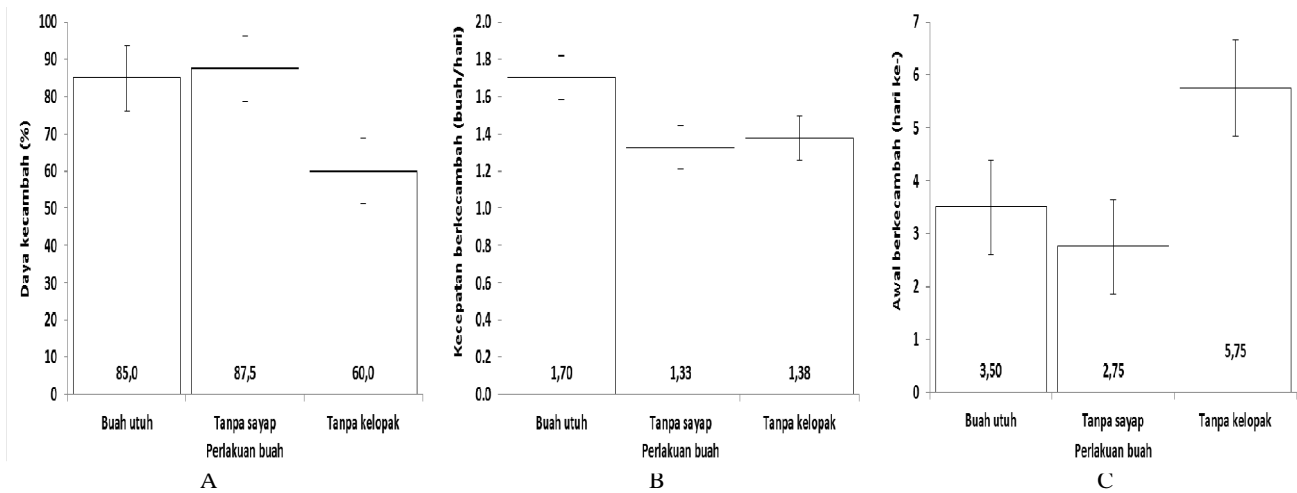
Berdasarkan uji perbedaan nilai tengah (DMRT) diketahui bahwa kombinasi perlakuan buah dengan media semai berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, kecepatan berkecambah, dan awal berkecambah *D. lanceolata*. Daya kecambah terbaik ditunjukkan oleh perlakuan buah utuh yang disemai pada media semai top soil (B1M1) (100%). Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan B1M3, B2M1, B2M2, dan B2M3 tetapi berbeda nyata dengan B1M2, B1M4, B2M4, B3M1, B3M2, B3M3, dan B3M4. Daya kecambah tersebut sama dengan hasil penelitian Marjenah (2014) pada *Dryobalanops aromatica* yaitu 100% pada media semai top soil. Daya kecambah terburuk terjadi pada kombinasi perlakuan buah tanpa kelopak dengan media semai pasir kali (B3M2). Kecepatan berkecambah terbaik ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan B3M4 (buah tanpa kelopak dengan media semai bioposka) sebanyak 2 buah/hari. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan B1M2 dan B1M3 namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Awal berkecambah

terbaik (hari ke-2) ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan B1M3, B2M1, dan B3M3. Hasil tersebut tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lainnya kecuali dengan kombinasi perlakuan B1M2 dan B3M2. Awal berkecambah terburuk ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan B3M2 yaitu hari ke-15 (Gambar 3).

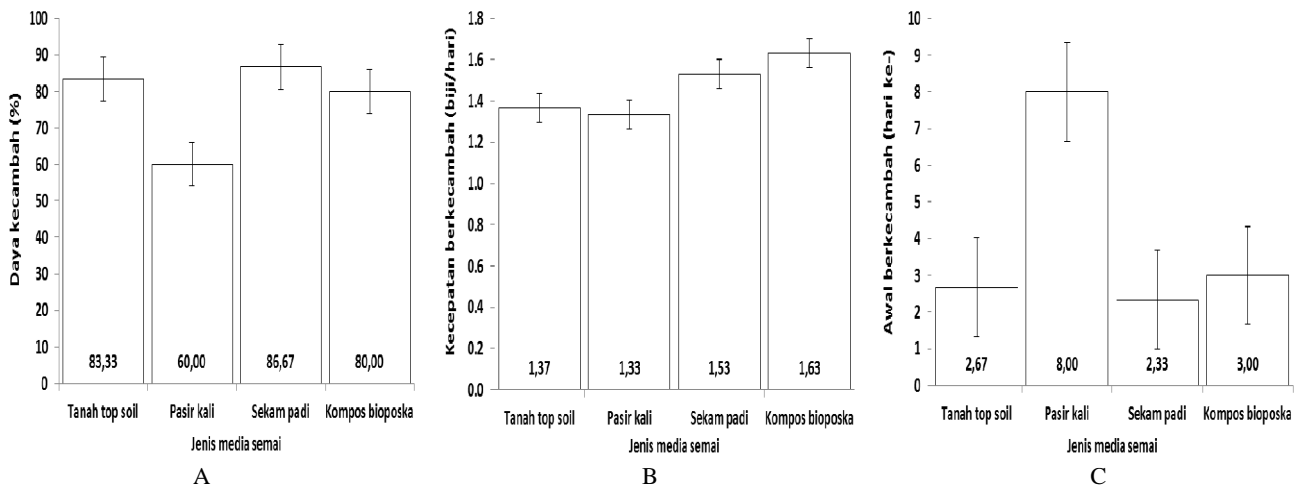
Media semai pasir yang umum digunakan dalam menyemai biji, dalam penelitian ini tidak memberikan hasil yang baik. Pada media semai pasir, daya kecambah *D. lanceolata* rendah (60%), kecepatan berkecambah rendah (1,33 buah/hari), dan lambat berkecambah (mulai hari ke-8). Hasil perkecambahan *D. lanceolata* yang baik pada penelitian ini adalah pada media semai sekam padi, tanah, dan kompos dengan daya kecambah lebih dari 80% dan awal berkecambah pada hari kedua atau ketiga. Perlakuan buah pada penelitian ini tidak memberikan respon yang baik, meskipun pematangan sayap meningkatkan daya kecambah dan awal berkecambah namun responnya tidak berbeda nyata. Perlakuan buah dengan membuang kelopak buah (tanpa kelopak), malah mengurangi daya kecambah dan memperlambat awal berkecambah. Pengurangan bagian buah seperti sayap dan kelopak dilakukan supaya jumlah buah yang disemai lebih banyak, sehingga penggunaan media dan tempat persemaian menjadi lebih efisien.

Perlakuan buah tanpa sayap dan tanpa kelopak dapat menghemat wadah semai, namun membuang kelopak buah dapat menurunkan kualitas buah sehingga buah tidak dapat berkecambah dengan baik dan bahkan menjadi mati. Kemungkinan lain juga disebabkan oleh media semai yang tidak dapat menyimpan air dengan baik. Air dibutuhkan dalam proses perkecambahan karena air yang masuk ke dalam biji akan meningkatkan kadar air biji dan menyebabkan peningkatan tekanan hidrolik internal pada sel-sel biji sehingga akan terjadi pembesaran sel-sel biji dan akhirnya biji menjadi berkecambah (Lakitan 1995). Media semai pasir kali lebih porous atau kurang dapat menyimpan air dibandingkan dengan bioposka, sekam padi, dan tanah sehingga buah/biji *D. lanceolata* yang disemai dalam media pasir tersebut kurang mendapatkan air. Apabila kurang mendapatkan air maka buah/biji yang disemai menjadi tidak atau lambat berkecambah.

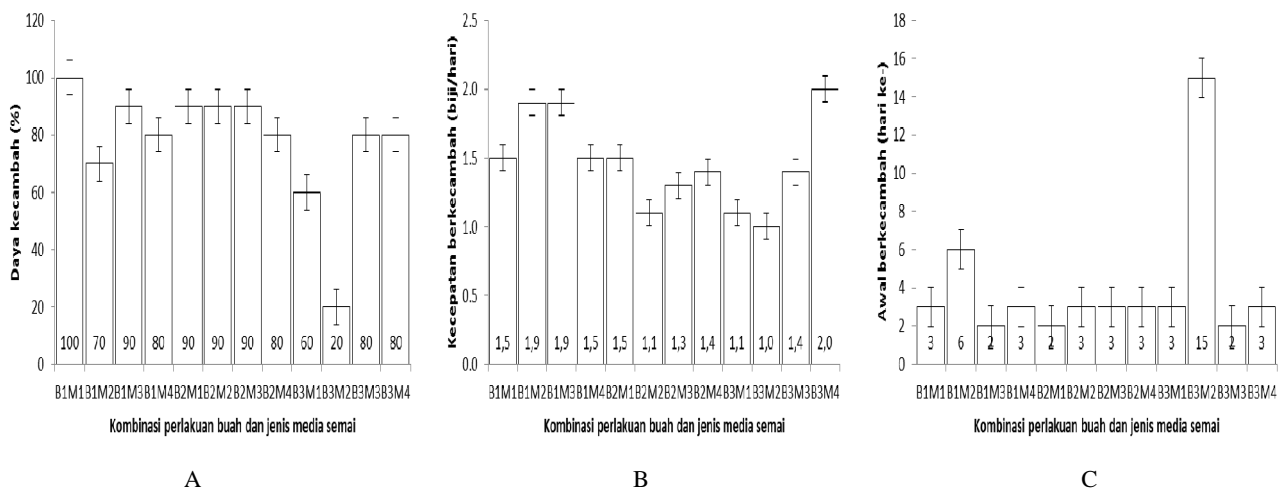
Dalam kesimpulan, perlakuan buah sebelum semai dan penggunaan media semai menentukan keberhasilan perkecambahan buah bersayap *D. lanceolata*. Indikator utama keberhasilan perkecambahan adalah daya kecambah terbaik. Daya kecambah terbaik dalam penelitian ini ditunjukkan oleh: (i) perlakuan buah tanpa sayap, (ii) penggunaan media semai sekam padi, dan (iii) kombinasi buah utuh dengan media semai tanah top soil. Penggunaan media semai pasir kali yang umum digunakan untuk perkecambahan biji, dalam penelitian ini menunjukkan respon yang tidak baik. Begitu juga perlakuan buah dengan menghilangkan kelopaknya untuk tujuan efisiensi malah menurunkan daya kecambahnya. Metode perkecambahan yang baik khusus untuk buah bersayap *D. lanceolata* adalah menyemai buah dalam keadaan utuh atau dapat juga tanpa sayap dalam media semai yang cukup menyimpan air seperti top soil, sekam padi, atau kompos.



**Gambar 1.** Pengaruh perlakuan buah terhadap perkecambahan *D. lanceolata*. (A) Daya kecambah, (B) kecepatan berkecambah, dan (C) awal berkecambah



**Gambar 2.** Pengaruh jenis media semai terhadap perkecambahan *D. lanceolata*. (A) Daya kecambah, (B) kecepatan berkecambah, dan (C) awal berkecambah.



**Gambar 3.** Pengaruh kombinasi perlakuan buah dengan media semai terhadap perkecambahan *D. lanceolata*. (A) daya kecambah, (B) kecepatan berkecambah, dan (C) awal berkecambah. B1= buah utuh; B2= tanpa sayap; B3= tanpa kelopak; M1= top soil; M2= pasir kali; M3= sekam padi; M4= bioposka

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Bogor, Jawa Barat yang telah menyediakan sarana dan prasarana penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pegawai Pembibitan Tanaman Langka, Subbidang Registrasi dan Pembibitan Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, LIPI.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asianplant. 2016. *Dryobalanops lanceolata* Burck. www.asianplant.net. [6 September 2016].
- Duke S. 2005. Plants containing borneol, phytochemical and ethnobotanical databases. Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.
- Fajri M. 2008. Pengenalan umum Dipterocarpaceae, kelompok jenis bernilai ekonomi tinggi. Info Teknis Dipterokarpa 2 (1): 9-21.
- Gusmailina. 2015. Borneol-potensi minyak atsiri masa depan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1 (2): 259-264.
- Hardjana AK, Rayan. 2011. Pertumbuhan bibit tengkawang (*Shorea* spp.) asal biji dari populasi hutan alam Kalimantan di persemaian B2PD Samarinda. Jurnal Penelitian Dipterokarpa 5 (2):61-72. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2016. *Dryobalanops lanceolata*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. www.iucnredlist.org. [6 September 2016].
- Kramer PJ, TT Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants. Academic Press, Inc. Florida.
- Lakitan B. 1995. Hortikultura: teori, budidaya dan pasca panen. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Marjenah. 2015. Respons pertumbuhan kapur (*Dryobalanops aromatica*) pada media tanam yang berbeda. Optimalisasi Pemanfaatan Biomassa dari Hutan dan Perkebunan sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan'. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVII. Universitas Sumatra Utara. Medan, 11 Nopember 2014.
- P3HH (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan). 2008. Petunjuk praktis sifat-sifat dasar jenis kayu Indonesia. A Handbook of Selected Indonesian Wood Species. Diterbitkan oleh: Indonesian Sawmill and Woodworking Association (ISWA)- International Tropical Timber Organization (ITTO) Project Pd 286/04 Rev. 1 (I) "Strengthening the Capacity to Promote Efficient Wood Processing Technologies in Indonesia". PT. Pusaka Semesta Persada.
- Pasaribu G, Gusmailina, Komarayati S et al. 2014. Teknologi pengolahan dan pemanfaatan *Dryobalanops* sp. untuk peningkatan nilai tambah. Balitbang Kehutanan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Bogor.
- Tata H, Noordwijk Mv, Rasnovi S et al. 2008. Belajar dari Bungo: Mengelola Sumberdaya Alam di Era Desentralisasi. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor.
- Widyatmoko D, Irawati. 2007. Kamus istilah konservasi. LIPI Press. Jakarta.
- Zoysa de ND, PMS Ashton. 1991. Germination and survival of *Shorea trapezifolia*: Effects of dewinging, seed maturity, and different light and soil microenvironments. Journal of Tropical Forest Science 4 (1): 52 -63.

# Ex situ conservation of *Amorphophallus titanum* in Bogor Botanic Gardens, Indonesia

## Konservasi ex situ *Amorphophallus titanum* di Kebun Raya Bogor, Indonesia

DWI MURTI PUSPITANINGTYAS<sup>✉</sup>, SITI ROOSITA ARIATI

Centre for Plant Conservation Botanic Gardens (Bogor Botanic Gardens), Indonesian Institute of Sciences. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, Jawa Barat. Tel./Fax. 0251-8322-187, ✉email: puspitakrb@yahoo.com

Manuscript received: 3 November 2016. Revision accepted: 17 December 2016.

**Abstract.** Puspitaningtyas DM, Ariati SR. 2016. Ex situ conservation of *Amorphophallus titanum* in Bogor Botanic Gardens, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 219-225. Titan Arum (*Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.) merupakan tanaman asli dan endemik Sumatera. Tumbuhan ini pertama kali ditemukan pada tahun 1878 oleh ahli botani Florentine (Italia) yang bernama Odoardo Beccari. Perbungaannya yang berukuran raksasa dianggap menarik, sehingga Kebun Raya Bogor menjadikan tumbuhan ini sebagai jenis unggulan. Titan Arum secara alami tumbuh di hutan hujan atau perkebunan/pekarangan penduduk lokal. Di alam liar, habitat alami Titan Arum telah rusak akibat tekanan jumlah penduduk yang terus meningkat, atau banyak dibabat oleh penduduk karena dianggap sebagai gulma. Selain itu, degradasi hutan akibat pembalakan liar oleh penduduk juga menjadi ancaman lain bagi habitat tumbuhan tersebut. Kebun Raya Bogor telah memainkan peranan yang penting dalam konservasi *A. titanum* secara ex situ. Tumbuhan ini telah dikembangkan sejak tahun 1954 sebagai upaya konservasi ex situ. Kajian ini menampilkan data sekunder *A. titanum* yang berasal dari database koleksi tumbuhan Kebun Raya Bogor. Budi daya *A. titanum* tidak mudah sehingga menjadi tantangan bagi para praktisi hortikultura. Selain teknik budi daya, teknik penyerbukan juga merupakan tantangan dalam konservasi ex situ jenis ini. Penyerbukan sendiri dalam satu bunga mempunyai peluang keberhasilan yang sangat kecil, karena serbuk sari mulai masak ketika masa reseptif putik telah berakhir. Penyerbukan buatan dengan tangan menjadi alternatif untuk memproduksi biji.

**Kata kunci:** *Amorphophallus titanum*, endemik, jenis unggulan, Kebun Raya Bogor, Sumatera

**Abstract.** Puspitaningtyas DM, Ariati SR. 2016. Ex situ conservation of *Amorphophallus titanum* in Bogor Botanic Gardens, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 219-225. The Titan Arum (*Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.) is a native and an endemic plant in Sumatra. It was first discovered in 1878 by a Florentine (Italy) botanist, Odoardo Beccari. The gigantic inflorescence of this plant is regarded as a flagship species for Bogor Botanic Gardens. The Titan Arum naturally grows in the rainforest or local inhabitant plantation/yard. In the wild, the natural habitat of Titan Arum has been damaged as a result of population pressure continues to increase, or cut off by people because it is considered as weed. In addition, the forest degradation due to an illegal logging by people may also be another threat to the habitat of the species. Bogor Botanic Gardens has been playing an important role in the ex situ conservation of *A. titanum*. This plant has been developed as ex situ conservation since 1954. This paper presented a secondary data of *A. titanum* from the plant collections database of Bogor Botanic Gardens. The cultivation of *A. titanum* is not easy, but it offers a challenge for the practitioners of a horticulturist. Besides their cultivation techniques, the pollination techniques are also to be a challenge in ex situ conservation of this species. A self-pollination is almost not possible because of the pollens only ripe when a receptive phase of pistil has finished. A hand-pollination is the other alternative to produce seeds.

**Keywords:** *Amorphophallus titanum*, Bogor Botanic Gardens, endemic, flagship species, Sumatra

## INTRODUCTION

Bogor Botanic Gardens was established on May 18<sup>th</sup>, 1817 by Dr. C.G.C. Reinwardt as 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (Levelink et al. 1996). Bogor Botanic Gardens has an important role as a center for plant conservation with three other annexes botanic gardens. Nowadays, the Bogor Botanic Gardens's collection reaches approximately 20.000 plants which consist of approximately 3.750 species, including orchid collections (Sari et al. 2010).

Currently, Indonesia, as a megadiversity country which has 10% of flowering plants in the world, has turned into a "hot spot country". In the effort to fulfill its mission of ex

situ conservation, the botanical gardens has carried out flora exploration activities and plants inventory in Indonesia to study the plant diversity. One of the interest points in Bogor Botanic Gardens is the research on a rare plant of *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. This iconic plant has been chosen as a flagship species of Bogor Botanic Gardens. It is an important symbol of the incredible diversity of the world's plants, which needs efforts to be conserved by cultivation or in their natural habitats. By growing this species in botanic gardens, it can raise the awareness of the loss of its tropical forest in the island of Sumatra, a part of Indonesia.

The Titan Arum was first discovered in Sumatra's rainforests and scientifically described in 1878 by Odoardo Beccari, an Florentine (Italy) botanist (Hetterscheid 1998a). The aims of this study were to disseminate the ex situ conservation of *A. titanum* in Bogor Botanic Gardens, such as exploration activities for collecting *A. titanum*, flower induction and hand-pollination to produce fruit set.

## MATERIALS AND METHODS

Exploration activities were routinely conducted into forest to enrich the living plant collection in Bogor Botanic Gardens, West Java, Indonesia. The material of *A. titanum* which usually brought from the forest were seeds, tubers or flowers. The plants were collected from the wild through exploration activities, then recorded in collection database of Bogor Botanic Gardens.

Although the Titan Arum was introduced in Bogor Botanic Gardens in the 1820's, this paper presented the collection data of *A. titanum* obtained from the Bogor Botanic Gardens collection's database since 1954. The data were compiled consist of the year of collection, the accession number of collection, the place of origin, the altitude of habitat, the material of living plant collections or Vak (block of plant collections where the collections planted) and the collectors. Blooming time was also recorded for each accession number of collection.

## RESULTS AND DISCUSSION

Titan Arum (*A. titanum*) is a native and an endemic plant to Sumatra Island in Indonesia, from north to south (Tabel 1). It grows in opening rainforest or shady forest on limestone hills or steep hillsides at an altitude of 28-720 meters above sea level (Tabel 1).

The corpse flower requires warm temperature, high humidity and bright light with some shades in summer. Plants appreciate a fairly heavy fertilization. The soil should be kept moist at all times, even during dormancy. *Amorphophallus titanum* is difficult to be cultivated because it is prone to rotting. Propagation is apparently possible with leaf and tuber cuttings (Lobin 2007).

### Plant description

The unique plant of *A. titanum* is commonly known as Titan Arum or the giant corpse flower, which is known as the biggest flowers in the world and can produce flowers as high as 3 m (Figure 1). Its name comes from the flower which emit smells like a rotting carcass, which is intended actually to invite beetles (*Diamesus osculans* and *Creophilus villipennis*) and flesh flies to pollinate the flowers (Hetterscheid 1998b; Davis et al. 2008). This plant is a member of the Aroid family (Araceae).

**Tabel 1.** List collection of *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. in Bogor Botanic Gardens in 1954-2014

Year	Accession number	Place of origin	Altitude (m asl.)	Material/Vak	Collector
1954	B1954081	Pematang Siantar, North Sumatra		Seed	Dr. Schrage, Pematang Siantar, Sumatra (Afkomstig V/D Hortus Botanicus Van Singapore)
1954	B1954011	North Sumatra		Tuber	
1955	B1955120060	South Sumatra		Tuber (20)	Kepala Daerah Hutan Palembang, Sumatra, Perantaraan Balai Penyelidikan Kehutanan Bagian Botani Hutan, Bogor
1955	1955065	North Sumatra		Seed	Tn. A. H. Schrage, Hotel "Siantar", Siantar, Sumatra
1956	B1956030001	Padang-Mengatas, West Sumatra		Tuber (1)	Dr. W. Meijer, Botani, Fakultas Pertanian, Payakumbuh - Sumatra
1956	B1560800005 B1560800006 B1560800007 B1560800008	Sumatra		Plant	Botanic Gardens Durban - South Africa
1975	B1975030091	Bengkulu, Sumatra		Plant	Rusdi E. Nasution, Made Sri Prana
1975	B1975030354	Lembah Anai, West Sumatra		Plant	Rusdi E. Nasution, Made Sri Prana M.Sc.
1978	B1978010360	Sijunjung, West Sumatra		Plant	
1979	B1979010091	Riau, Sumatra		Tuber	
1981	B1981040566	Lematang, South Sumatra		Tuber	A. Tri Sunarto, Djamroni
1988	988.XII.30	Sibolangit District, North Sumatra	60 m asl.	Tuber	Soekendar
1990	B19900779	Sumatra			Rusdi Nasution
1990	B199008198 B199008225 B199008226 B199008259	Jarai District, Lahat, South Sumatra	680 m asl.	XI.C.96	Roemantyo, Enday Sudarso, Harun, Didi Supardi
1990	B199008227	Jarai District, Lahat, South Sumatra	720 m asl.		Rehd.061

1990	B199008259 B199008260	Kepahiyang Bengkulu		Seed	Roemantyo, Enday Sudarso, Harun, Didi Supardi
1990	B199008301	Kepahiyang District, Rejang Lebong, Bengkulu, Sumatra	530 m asl.	Tuber	Roemantyo, Enday Sudarso, Harun, Didi Supardi
1991	B199109108 B199109109 B199109244 B19910953 B19910955	Ipuh District, Bengkulu	220-300 m asl.	Tuber	Roemantyo, Samsu Sujahman, Dumyati, Enday Sudarso
1992	B1992110172 B1992110173 B1992110182 B1992110183 B1992110184 B1992110185 B1992110186	Muara Imat, Mt. Raya District, Kerinci, Jambi		Tuber	Roemantyo, Gregori Hambali, Sujati, Sjamsu Sujahman, Didi Supardi, Syarifudin
1992	B1992110575	Muara Kelumbu, Sumatra		Tuber	Holif Imamudin, Toto, Sutrisno
1992	B199211172 B199211173 B199211191 B199211192	Muara Imat, Mt. Raya District, Kerinci, Jambi	400-450 m asl.	VI.C.326 VI.C.327 VI.C.328 VI.C.329	Roemantyo, Gregori Hambali, Sujati, Sjamsu Sujahman, Didi Supardi, Syarifudin
1992	B1992120443	Muara Imat, Mt. Raya District, Kerinci, Jambi		Tuber	Sudjati, Roemantyo, Gregori Hambali, Sjamsu Sujahman, Didi Supardi, Syarifudin
1993	B1993090191	TKA, West Sumatra		Tuber	Roemantyo, Sutrisno, Edi Djunaedi, Harun, Sumarno, Sri Wahyuadi, Suparta
1995	B1995040012 B1995040013 B1995040014 B1995040015	Sangkir District, Solok, West Sumatra		Tuber	Didik Widyatmoko, Sujati, Didi Supardi, Sjamsu Sujahman, Enday Sudarso
1995	B19950414 B19950415	Sangkir District, Solok, West Sumatra	500 m asl.	VI.C.339 VI.C.340	Didik Widyatmoko, Sujati, Didi Supardi, Sjamsu Sujahman, Enday Sudarso.
2004	B200409157	Barumun Nature Reserve, North Sumatra		Tuber	D.M. Puspitaningtyas, Didi Supardi, Syamsuddin
2005	B200510458	Batang Pangean I, West Sumatra		Tuber	D.M. Puspitaningtyas, Tatang Darajat, Sudarsono
2005	B200510628	Malampah Protected Area, Pasaman Barat, West Sumatra		Tuber	Rismita Sari, Ruspandi, Suprih Wijayanti, Ngatari
2006	B20060521 B20060522 B20060526 B20060529	Kepahiang District, Bengkulu, Sumatra	560 m asl.	XI.C.97	Yuzammi, Tri Handayani, Syamsul Hidayat, Maman Suratman
2006	B20060534 B20060535	Kepahiang District, Bengkulu, Sumatra	210 m asl.	XI.C.98	Yuzammi, Tri Handayani, Syamsul Hidayat, Maman Suratman
2007	B200712249	Bukit Bungkok Nature Reserve, Riau, Sumatra		Tuber	Sri Hartini, Entim Fatimah, Slamet
2009	B20091010 B20091011 B20091012 B20091013 B20091015 B20091015 B20091015 B20091017 B20091018 B20091018 B20091020 B20091021 B20091021 B2009109 B2009109 B2009109 B2009109	Pajar Bulan District, Lahat, South Sumatra	18 m asl.	VI.C.482 VI.C.483 VI.C.484 XXIV.B.83 XII.L.82 XI.C.93 XII.L.77 XI.C.94 XII.L.83 XII.L.78 VI.C.485 XII.L.84 XII.L.79 VI.C.481 XII.L.80 XII.L.81 XII.L.76	Sujati, Wihermanto, Tatang Daradajat, Enday Sudarso
2013	B2013030001 B2013030002	Kepahyang, Bengkulu, Sumatra		Flower, tuber	Sofi Mursidawati

Note: Vak = Terminology for block of plant collections in the Bogor Botanic Gardens



Figure 1. Flesh flies attracted on *spadix* of *A. titanum*

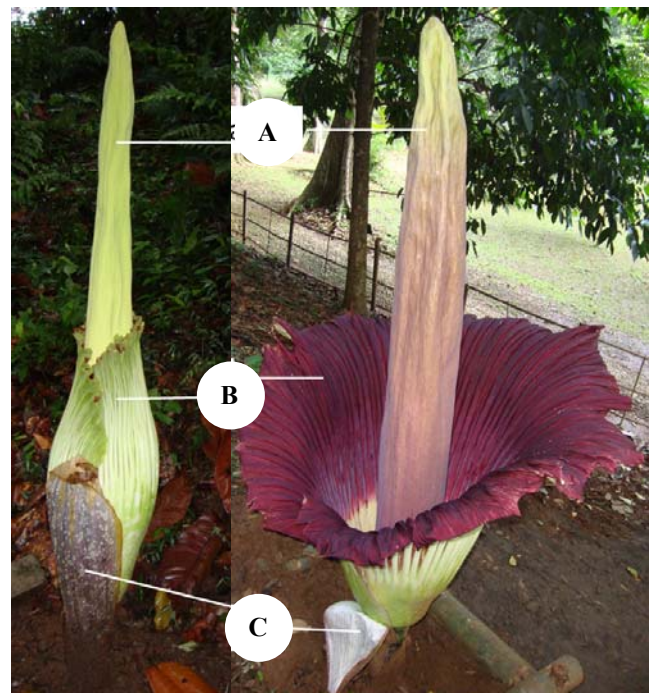


Figure 2. Flower parts of *A. titanum* (A. Spadix; B. Spathe; C. Bract)

*Amorphophallus titanum* is a perennial herb with the largest collection of flowers (inflorescence) in the world. It has a big underground tuber. The weight of mature tuber of *A. titanum* is between 25 kg up to 100 kg, has a diameter up to 60 cm, the tuber is depresead globose (Gandawijaja et al. 1983; Roemantyo 1991; Hetterscheid 1998c). This plant has two phases in its life that appeared alternately, the vegetative and generative phases. In the vegetative phase appears a solitary leaf (umbrella-like canopy) on vertical petiole (green with white spots), with the height can reach 4-5 m and the lamina may reach 4-5 m across. Leaves persist for approximately 1-2 years. The plant enters a dormant phase for several months after a leaf senescence before sending up a leaf replacement and growing a new root system. If the food reserves are sufficient in the tuber with a good environmental support, the flower will appear. If the food reserves are less, the leaves will appear again. The smallest inflorescence ever recorded developing on a tuber of only 9 kg weight (Hetterscheid 1998c).

The flowers (Figure 2) are not technically single flowers, but they are actually very large and high inflorescences, consist of a peduncle (flower stalk) up to 70 cm height and pale-yellow spadix (shaped like a phallus) which can reach 3 m in length, surrounded by a purplish-red spathe (a sheath of flowers) which are also in a large size. The spadix emerges above the spathe. The male and female flowers are situated on the lower portion of the spadix where they are covered by a large spathe. The male flowers are found in a band above the female flowers. The central column is bearing many male and female flowers. The inflorescences of Titan Arum bloom at night. The female flowers are the first to become receptive and release a carrion-like odor. The male flowers mature on the following day, as a mechanism for preventing self-

pollination. The carrion odor released by the volatilization-mechanism in their heating spadix can attract insects (pollinators) from kilometers away. After fertilization, the female flowers develop into bright red fruits, they are approximately 4 cm long and usually contain 1-2 seeds (Hetterscheid 1998c; Barthlott and Lobin 1998).

The flowers are monoecious and protogyni, the female flowers is receptive first and release a carrion-like odor, waves of the carrion-like odour are synchronised with the heat pulses (Barthlott et al. 2009). The spadix produces metabolic heat, which sometimes results in the release of vapor and disperse its carrion odor to attract insect. Barthlott et al. (2009) found that scent molecules of thermogenic Araceae are transported by turbulent updrafts resulted from a thermal convection induced by spadix heating. The putrid smell of the corpse flower is the strongest just after the spathe opens widely, and it gradually increases from late evening until midnight and then tapers off when the morning arrives. The major components detected in the carrion and gaseous odours of *A. titanum* are the sulphur-containing compounds, dimethyldisulphide and dimethyltrisulphide (Kite et al. 1998; Shirasu et al. 2010). However, Fujioka et al. (2012) mentioned that the flower smell of *A. titanum* to be closed to a mixture of methyl mercaptan and propionic acid, the smell resembles “decayed cabbage, garlic and pungent sour”. Kite and Hetterscheid (1997) found that the main chemical components of the smell of *A. titanum* are dimethyl oligosulphides.

#### Ex situ conservation

*Amorphophallus titanum* is a rare flowering plant in the wild and more rarely when cultivated. After it was first

flowering on cultivation at Royal Botanic Gardens in Kew, London in 1889, spadix grew up to a height of 2.06 m and spathe was 1.22 m in diameter (Gandawijaja et al. 1983). Then followed by 's Lands Plantentuin te Buitenzorg (now Bogor Botanic Gardens-Indonesia), it was flowering in 1894. The first documented flowerings in Botanic Gardens of Wageningen, Netherlands in 1932, spadix grew up to a height of 2.67 m and spathe was 1.5 m in diameter.

In 2003, the highest rate of captivity record was held by Bonn Botanical Garden-Germany in which *A. titanum* produced flowers as high as 2.74 m (Lobin 2007). Furthermore, on June 21<sup>st</sup>, 2013 the flowers of *A. titanum* could reach a height of 2.90 m. In Wilhelma Zoologisch-Botanischer Gartens Stuttgart, Germany the flowers bloomed with a height of 2.91 m on October 20<sup>th</sup>, 2005. In addition, on June 18<sup>th</sup>, 2010, when it was on a display at Winnepesaukee Orchids in Gilford, New Hampshire, USA, the flowers bloomed with a height of 3.1 m. The flowers bloomed for few days or less than a week. However, Cibodas Botanic Gardens-Indonesia claimed that in the gardens, the flowers of *A. titanum* could bloom reach a height of 3.17 m on March 11<sup>th</sup>, 2004. Just recently, it bloomed again on March 7<sup>th</sup>, 2016 and it was taller than before with a height of 3.735 m. This was the fourth flower of the same plant.

#### **Ex situ conservation in Bogor Botanic Gardens**

Based on data of 1997 List of Threatened Plants (WCMC 1998), the conservation status of Titan Arum is classified as Vulnerable (V). It means that this species must be conserved both in situ and ex situ conservation.

Bogor Botanic Gardens has been growing this plant for ex situ conservation since 1915. In Bogor Botanic Gardens, this flower bloomed many times. On March 14<sup>th</sup>, 1994, it bloomed spectacularly and gave the attention to a million local visitors that came to the garden to see the flower. After that, the flower bloomed many times from different specimens.

Based on the data explained above, one of specimens from Jambi, Sumatra bloomed in three consecutive years, in 1994, 1997 and 2001. This is unusual since the most of Titan Arums do not survive by the stress of flowering in cultivation and will die soon after their first flowering. This also happened in The University of Bonn Botanic Gardens (Lobin 2007).

A self-pollination is normally considered impossible, because the pollens only ripe when the phase of flowering on female flower has finished. However, in 1999, Huntington Botanical Garden (California) botanists conducted a hand-pollination with own pollens from mature male flowers. The procedure was successful, resulting in fruit and ten fertile seeds from several seedlings eventually produced. Additionally, Titan Arum at Gustavus Adolphus College (Minnesota, USA) was unexpectedly produce viable seeds through a self-pollination in 2011.

In Bogor Botanic Gardens, the cultivation techniques have also been studied for a long time and intensively since 2011. A hand-pollination (Figure 3) was successful and the fruit (*infructescence*) had been produced by using stored

pollens, but it was not as good as one from the wild due to fungi attack (Latifah et al. 2014). A hand-pollination was conducted on *A. titanum* collections. The pollens collected from Titan Arum in Vak VI.C.485 of Bogor Botanic Gardens, which bloomed previously on the November 29<sup>th</sup>, 2011 were stored in temperature of 0°C. Then, the collection of VI.C.484 which bloomed on February 2<sup>nd</sup>, 2012 was hand-pollinated with the stored pollens. Those two plants were collected from the same place, Lahat-South Sumatra. The flower was successful pollinated and indicated that by the infructescence development since March 7<sup>th</sup>, then 4-5 months later on July 27<sup>th</sup>, 2012 the fruits were harvested (Latifah et al. 2014). A self-pollination had also ever tried in Bogor Botanic Gardens, but it has not been successful yet.

Micropropagation of lateral shoot from tuber has successfully been done to regenerate plants in Bogor Botanic Gardens (Irawati 2011). On the other hand, the propagation by leaf cutting and seed germination on *A. titanum* was also conducted in Bogor Botanic Gardens (Latifah et al. 2001; Purwantoro and Latifah 2013; Prana 2001; Roemantyo 1991), and also the vegetative growth of *A. titanum* in Cibodas Botanic Gardens as an action of ex situ conservation (Sholihin and Purwantoro 2005). Tuber size gave an effect on the plant growth, in which the smallest tuber will produce the longest growth. Fruits will be ripe on 7-8 months after pollination. The seeds must be sown as soon as possible after harvesting. They must not be stored because they dry out very quickly (Lobin et al. 2007). Within 3 months, the tuber tissues develop at the proximal end of the cuttings part (Lobin et al. 2007).

#### **Problems and challenges**

The number of cultivated plants has increased recently, and it is not uncommon for them to be five or more flowering events in the gardens around the world in a single year. Titan Arum is more commonly available for the advanced gardener due to the pollination techniques.

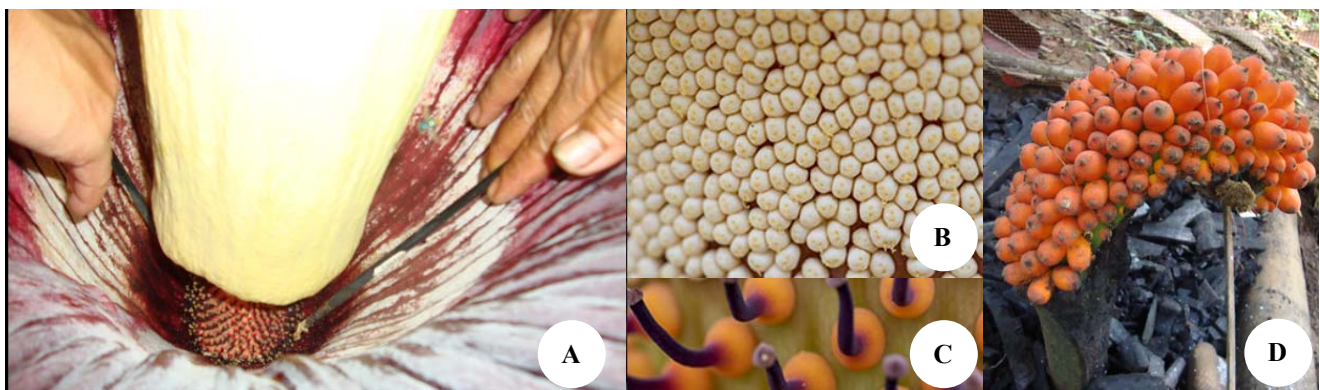
The cultivation techniques of *A. titanum* are essential to be studied further due to the potentials of tubers as functional foods. The tubers of this plant contain glucomannan about 20.19% (Ananto 2000). The nutrient content of this tuber is still also on going research. The challenge in the future is how to omit the ichy effect of crystal oxalate. This study is still on going, so the potentials of tuber can be consumed safely as functional foods.

Besides their cultivation techniques, the pollination techniques are also to be a challenge in ex situ conservation of this species. A self-pollination is almost not possible, but sometimes it was successful. The pollen of another plant is usually used for an artificial pollination. Pollens must be stored because they will have two flowering plants at the same time (Lobin et al. 2007).

From this study, it can be concluded that *A. titanum* (Titan Arum) can be regarded as a flagship species for botanic gardens. The wild populations suffer from an increasing pressure on their natural habitat, but botanic gardens can play an important role in ex situ conservation of this species. The cultivation of *A. titanum* is not easy, but it offers a challenge for any keen horticulturist.

**Tabel 2.** Blooming records of *Amorphophallus titanum* in Bogor Botanic Gardens cultivation

Blooming time	Location	Notes
1894	's Lands Plantentuin te Buitenzorg, Kebun Raya Bogor, Java, Indonesia	Titan Arum became the symbol of the Bogor Botanic Gardens
1924	's Lands Plantentuin te Buitenzorg, Kebun Raya Bogor, Java, Indonesia	
1934	's Lands Plantentuin te Buitenzorg, Kebun Raya Bogor, Java, Indonesia	
March 14 <sup>th</sup> , 1994	Vak XI.L.51 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra. Same corm also bloomed in 1994, 1997 and 2001.
February 15 <sup>th</sup> , 1995	Vak K VI. C 326 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra. The corm weight was 26 kg. The generative phase started on December 26 <sup>th</sup> , 1994 and the full bloom of the flower occurred on February 15 <sup>th</sup> , 1995. Spadix grew to a height of 1.45 m and the spathe was 63 cm in diameter.
1997	Vak XI.L.51 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra. Same corm also bloomed in 1994, 1997 and 2001.
2001	Vak XI.L.51 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra. Same corm also bloomed in 1994, 1997 and 2001.
2005	Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra.
2008	Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra.
Januari 8 <sup>th</sup> , 2010	Vak VI.C.483 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 2 <sup>th</sup> , 2009 from Lahat, South Sumatra.
December 1 <sup>th</sup> , 2011	Vak VI.C.485 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 2 <sup>th</sup> , 2009 from Lahat, South Sumatra.
Februari 2 <sup>th</sup> , 2012	Vak VI.C.484 of Bogor Botanic Gardens	It was planted in 2009 from Lahat, South Sumatra.
July 6 <sup>th</sup> , 2012	Vak VI.C.328 of Bogor Botanic Gardens	It was planted on November 9 <sup>th</sup> , 1992 from Jambi, Sumatra

**Figure 3.** A. Hand-pollination, B. Male flowers, C. Female flowers, and D. Fruit set of *Amorphophallus titanum*

### ACKNOWLEDGEMENTS

Authors wish to thank all the explorers or collectors who contributed to this work. We also would like to thank to all staffs of registration unit of Bogor Botanic Gardens for providing database of plant collections.

### REFERENCES

- Ananto W. 2000. Potensi jenis-jenis bunga bangkai (*Amorphophallus* Bl.) di Provinsi Bengkulu sebagai sumber makanan. Research Report. Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Barthlott W, Szarzynski J, Vlek P, et al. 2009. A torch in the rainforest: thermogenesis of the Titan Arum (*Amorphophallus titanum*). Plant Biol 11: 499-505.
- Barthlott W, Lobin W. 1998. *Amorphophallus titanum* – Tropische und Subtrop. *Pflanzenwelt* 99. Akademie der Wissenschaften und der Literatur mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, Germany.
- Davis CC, Endress P, Baum DA. 2008. The evolution of floral gigantism. *Curr Opin Plant Biol* 11: 49-57.
- Fujioka K, Shirasu M, Manome Y et al. 2012. Objective display and discrimination of floral odors from *Amorphophallus titanum*, bloomed on different dates and at different locations, using an electronic nose. *Sensors* 12 (2): 2152-2161.
- Gandawijaja D, Idris S, Nasution R et al. 1983. *Amorphophallus titanum* Becc. A historical review and some recent observation. *Am Bot* 51: 269-278.
- Hettterscheid W. 1998a. 2. History of *Amorphophallus titanum*. In: Barthlott W, Lobin W (eds.). *Amorphophallus titanum*. Tropische und Subtrop. *Pflanzenwelt* 99. Akademie der Wissenschaft und der Literatur inmainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, Germany.
- Hettterscheid W. 1998b. 8. Ecology and reproductive biology. In: Barthlott W, Lobin W. *Amorphophallus titanum* – Tropische und Subtrop.

- Pflanzenwelt* 99. Akademie der Wissenschaft und der Literatur in Mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, Germany.
- Hettterscheid W. 1998c. 5.2. Morphologie: *Amorphophallus titanum*. In: Barthlott W, Lobin W. *Amorphophallus titanum* – Tropische und Subtrop. *Pflanzenwelt* 99. Akademie der Wissenschaft und der Literatur in Mainz, Franz Steiner Verlag, Stuttgart, Germany.
- Irawati. 2011. Micropropagation of *Amorphophallus titanum* Becc. (Araceae). *Buletin Kebun Raya* 14 (1): 29-36.
- Kite GC, Hettterscheid WLA. 1997. Inflorescence odours of *Amorphophallus* and *Pseudodracontium* (Araceae). *Phytochemistry* 46 (1): 71-75.
- Kite GC, Hettterscheid WLA, Lewis MJ et al. 1998. Inflorescence odours and pollinators of *Arum* and *Amorphophallus* (Araceae). In: Owens SJ, Rudall PJ (eds.). *Reproductive Biology*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Latifah D, Purwanto RS, Solichin. 2001. Perkecambahan biji *Amorphophallus titanum* Becc.: Pengaruh berbagai media dan konsentrasi GA<sub>3</sub>. *Widyariset* 2: 137-145.
- Latifah D, Sudarmono H, Wawangningrum S et al. 2014. Fruit productivity and morphological characters of giant corpse flower (*Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. ex Arcang.). Proceedings International Conference on Tropical Horticulture. Indonesian Center for Horticulture Research and Development, Indonesian Agency for Agricultural Research and Development Ministry of Agriculture, Yogyakarta, 2-4 October 2013.
- Levelink J, Mawdsley A, Rijnberg T. 1996. Four guided walks: Bogor Botanic Gardens. PT. Bogorindo Botanic Mitra Usaha Kebun Raya Indonesia, Bogor.
- Lobin W, Neumann M, Radsch M et al. 2007. The cultivation of Titan Arum (*Amorphophallus titanum*) – A flagship species for botanic gardens. *Sibbaldia* 5: 69-86.
- Prana MS. 2001. Germination and effect of BAP solution in the germination of seed portions of giant elephant foot Yam (*Amorphophallus titanum* Becc.). *Ann Bog* 8 (1): 25-30.
- Purwanto RS, Latifah D. 2013. *Ex situ* conservation of *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.: propagation by leaf cuttings. Proceeding 4<sup>th</sup> International Conference on Global Resource Conservation and 10<sup>th</sup> Indonesian Society for Plant Taxonomy Congress. Brawijaya University, Malang, 2-8 Februari 2013.
- Roemantyo. 1991. Konservasi *ex situ* *Amorphophallus titanum* Becc. di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya* 7 (2): 45-49.
- Sari R, Ruspandi, Ariati SR. 2010. An alphabetical list of plant species cultivated in the Bogor Botanic Gardens, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Center for Plant Conservation Bogor Botanic Gardens. LIPI Press, Jakarta.
- Shirasu M, Fujioka K, Kakashima S et al. 2010. Chemical identity of a rotting animal-like odor emitted from the inflorescence of the Titan Arum (*Amorphophallus titanum*). *Biosci Biotechnol Biochem* 74 (12): 2550-2554.
- Sholihin R, Purwanto RS. 2005. Pertumbuhan vegetatif pada *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. di Kebun Raya Cibodas. *Biodiversitas* 6 (3): 190-193.
- WCMC [World Conservation Monitoring Center]. 1998. 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. In: Walter KS, Gillett HJ (eds). IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

# Produksi dan populasi ayam hutan merah domestikasi di Kabupaten Bengkulu Utara dan skenario pengembangan populasi

## Production and population of the red jungle fowl domestication in North Bengkulu District and population development scenario

SUTRIYONO<sup>1,\*</sup>, JOHAN SETIANTO<sup>1,2,\*\*</sup>, HARDI PRAKOSO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371, Bengkulu, Indonesia. Tel./Fax. +62-736-22170 ext. 221, \*email: jsetbkl@yahoo.com

<sup>2</sup>Program Pascasarjana Pengelolaan Sumberdaya Alam, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu 38371, Bengkulu, Indonesia. Tel./Fax. +62-736-22190, \*\*email: jsetbkl@yahoo.com

Manuskrip diterima: 29 Agustus 2016. Revisi disetujui: 17 Desember 2016.

**Abstrak.** Sutriyono, Setianto J, Prakoso H. 2016. *Produksi dan populasi ayam hutan merah domestikasi di Kabupaten Bengkulu Utara dan skenario pengembangan populasi. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 226-231.* Ayam hutan merah merupakan sumberdaya alam hayati yang hidup di alam liar yang keberadaannya terancam punah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi populasi dan produksi ayam hutan merah di Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu, Indonesia. Penelitian menggunakan metode survei. Sampel dipilih dengan metode *Snowball Sampling* dan hanya peternak pembangun yang akan disurvei secara mendalam. Berdasarkan survei diperoleh 9 responden pembangun ayam hutan merah. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, pengisian daftar pertanyaan, dan pengamatan. Data yang dikumpulkan meliputi: jumlah ayam peliharaan, jumlah induk, produksi telur, penetasan telur, daya tetas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ayam hutan merah menghasilkan keturunan ayam burgo yang merupakan persilangan ayam hutan merah jantan dengan ayam kampung betina. Total populasi ayam hutan merah dan keturunannya pada saat penelitian sebanyak 167 ekor. Jumlah induk rata-rata 3,56 ekor per peternak dengan produksi telur rata-rata 6,89 butir/ekor/periode atau 33 butir/ekor/tahun dan periode bertelur rata-rata 2,56 kali per tahun. Produksi anak 56,4 ekor/induk/tahun atau 47.63% dari produksi telur. Skenario pengembangan populasi dapat dilakukan dengan peningkatan jumlah induk, peningkatan periode bertelur, peningkatan jumlah penetasan, menekan angka kematian dan penjualan.

**Kata kunci:** Ayam hutan merah, produksi, populasi, Bengkulu Utara

**Abstract.** Sutriyono, Setianto J, Prakoso H. 2016. *Production and population of the red jungle fowl domestication in North Bengkulu District and population development scenario. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 226-231.* The red jungle fowl (*Gallus gallus*) is an important natural biology resources and has been domesticated by communities in District of North Bengkulu, Provinces of Bengkulu, Indonesia. This research aims to evaluate the condition of red jungle fowl production and population in North Bengkulu. The respondents were selected by a snowball sampling. Forty-six respondents have been found, and only nine respondent as developer to survey exhaustively. Data collected by interview, filling of questionnaire. and direct field observation; consist of: population, amount of hen, egg production, day old chick (DOC) production, ratio sum of DOC with sum of egg production. The Result showed that population of red jungle fowl was 167 individuals, sum of hen per breeder was 3.56 individuals, and egg production per hen per period was 6.89. or 33 per hen per year, the frequency of laying eggs per year mean was 2.56 times. DOC production per hen per year was 56.4 individuals or 47.63% from egg production. The scenario of development of population can be done by improving: the amount of hen, laying eggs frequency, the amount of hatching, minimizing the amount of sale and mortality.

**Keywords:** Red jungle fowl, production, population, North Bengkulu

### PENDAHULUAN

Ayam hutan merah merupakan salah satu satwa penting yang hidup di hutan dan mempunyai berbagai peran, seperti fungsi ekologi, ekonomi dan estetika. Di alam, ayam hutan merah sebagai mangsa bagi hewan predator, sebagai hewan buru, sumber genetik, hewan piaraan, dan sebagai hewan hias. Ayam hutan merah merupakan nenek moyang ayam lokal yang dipelihara masyarakat pada saat ini (Al-Nasser et al. 2007; Collias dan Collias 1996;

Sullivan 1991), sehingga penting untuk menghasilkan spesies unggas baru, dan secara nyata mempengaruhi ekonomi dan budaya masyarakat di India (Fernandes et al. 2009). Dari sisi genetik, ayam lokal Indonesia berada dalam satu *clade* dengan ayam hutan merah (Zein dan Sulandari 2009). Ayam lokal menyebar di berbagai daerah terutama di Sumatera dan Jawa. Hal tersebut juga menginformasikan bahwa ayam hutan merah telah tumbuh dan berkembang biak beberapa waktu yang lalu, meskipun ada perbedaan antar satu daerah dengan daerah lainnya.

Mansjoer (1987) menemukan ayam hutan yang ada di Sumatra memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dan warna bulu punggung yang lebih cemerlang dibandingkan dengan ayam hutan yang ditemukan di Jawa (*G.g. javanicus*).

Kerusakan habitat, perburuan liar, dan dimangsa predator telah mengganggu keberadaan ayam hutan merah sehingga terancam punah. Penyebab potensial punahnya ayam hutan merah adalah kerusakan habitat (Handiwirawan 2004). Menurut BirdLife International (2014), status ayam hutan merah termasuk pada status LC (*Least Concern*) atau beresiko rendah. LC adalah kategori IUCN yang diberikan untuk spesies yang telah dievaluasi namun tidak masuk ke dalam kategori manapun. Namun demikian, melihat kepentingan dari sisi ekologis, ekonomis, estetika, dan ketahanan pangan maka sudah saatnya ayam hutan merah dilakukan konservasi. Sampai saat ini konservasi ayam hutan merah belum dilakukan, tetapi masyarakat Bengkulu telah melakukan domestikasi dalam pemanfaatannya. Konservasi satwa liar tidak hanya bertujuan melestarikan spesies-spesiesnya tetapi juga berusaha untuk memanfaatkannya untuk kesejahteraan umat manusia secara lestari. Agar tujuan konservasi ayam hutan dapat terwujud maka perlu dilaksanakan suatu system pelestarian yang melibatkan peran serta masyarakat. Domestikasi merupakan upaya yang dilakukan oleh masyarakat Bengkulu dalam pemanfaatan ayam hutan merah.

Domestikasi ayam hutan merah telah dimulai sekitar 8000 tahun yang lalu (West dan Zhou 1988). Domestikasi telah menyebabkan terjadinya perubahan fenotip yang mempengaruhi tingkah laku, performa, fisiologi dan reproduksi (Belteky 2016), perubahan morfologi dan menghasilkan beberapa spesies baru dalam waktu yang relatif singkat (Price 1999). Dua hal penting yang terkait dengan tingkah laku adalah frekuensi dan intensitas tingkah laku. Hewan domestikasi, khususnya ayam peliharaan umumnya kurang eksploratif dan kurang aktif dari pada nenek moyangnya, dan memperlihatkan lebih banyak berkokok dan tampilan sayap (Schütz et al. 2001; Vaisanen et al. 2005). Pada saat ini ayam domestikasi telah berkembang biak dan telah diarahkan untuk produksi, seperti ayam petelur (Rauw et al. 1998; Appleby et al. 2004). Ayam dipelihara untuk memaksimalkan rasio antara produksi telur dan konsumsi pakan (Kerje et al. 2003). Ayam petelur dapat menghasilkan sekitar 300 butir telur per tahun, sedangkan seekor ayam hutan merah dapat menghasilkan 15-20 butir telur per tahun (Romanov dan Weigend 2001).

Domestikasi merupakan salah satu cara konservasi yang telah banyak dilakukan oleh masyarakat. Pemeliharaan ayam hutan merah di masyarakat khususnya Bengkulu Utara, provinsi Bengkulu telah berkembang dengan berbagai tujuan, seperti: hobi (hias dan berburu), persilangan, dan ekonomis (pengembangan) (Setianto et al. 2013). Pengembangan ayam hutan merah telah menghasilkan keturunan berupa ayam burgo (ayam Bengkulu) yang merupakan hasil persilangan antara ayam hutan merah jantan dan ayam kampung betina (Setianto dan Warnoto 2010). Namun demikian sampai saat ini

kondisi populasi dan produksi masih simpang siur dan belum dikaji secara mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produksi, populasi, dan menyusun skenario pengembangan ayam hutan merah dan keturunannya di kabupaten Bengkulu Utara. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dalam upaya pelestarian, pengembangan dan pemanfaatan ayam hutan dan keturunannya.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di wilayah Kabupaten Bengkulu Utara. Pemilihan lokasi penelitian ditentukan dengan sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa menurut beberapa informasi, lokasi tersebut banyak masyarakat yang memelihara ayam hutan merah dan telah menghasilkan keturunan. .

### Penentuan sample (responden)

Penentuan sampel dilakukan dengan metode *Snow ball sampling*. Metode ini dilakukan karena keberadaan masyarakat yang memelihara ayam hutan merah belum diketahui sepenuhnya. Tahap pertama pengambilan sampel adalah mencari seorang peternak (responden) yang memelihara ayam hutan merah dan keturunannya, kemudian dilakukan wawancara untuk mendapatkan informasi sampel lainnya. Tahap berikutnya dilakukan pendataan sampel peternak untuk kemudian dilakukan koordinasi dan kesepakatan waktunya untuk dilakukan pengambilan data. Dalam penelitian ini diperoleh 46 responden pemelihara ayam hutan merah dan hanya responden pengembang yang berjumlah 9 orang yang akan disurvei secara mendalam.

### Pengumpulan dan analisis data

Pengumpulan data utama dilakukan dengan cara wawancara, pengisian daftar pertanyaan, dan pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan pengumpulan data penunjang diperoleh melalui pustaka terkait. Data yang dikumpulkan meliputi: jumlah ayam peliharaan, jumlah induk, periode bertelur dalam setahun, produksi telur, penetasan telur, rasio produksi anak (*day old chick=DOC*) dengan produksi telur .

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Untuk melakukan skenario dilakukan simulasi dengan menggunakan software Power Sim 3.1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan umum lokasi penelitian

Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu, Indonesia terletak pada  $2^{\circ}15'-4^{\circ}$  LS dan  $102^{\circ}32'-102^{\circ} 8'$  BT, dengan luas wilayah sebesar 4.424,60 km<sup>2</sup>, yang terbagi menjadi 12 wilayah kecamatan. Batas administrasi Kabupaten Bengkulu Utara adalah sebagai berikut: Sebelah

utara berbatasan dengan Kabupaten Mukomuko, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bengkulu Tengah dan Kota Bengkulu. Sebelah timur berbatasan dengan Provinsi Jambi, Kabupaten Lebong, dan Kabupaten Kepahiang, dan sebelah barat berbatasan dengan Samudera Indonesia.

### Karakteristik responden

Responden yang terpilih sebanyak 46 orang yang berasal dari 6 kecamatan di Kabupaten Bengkulu Utara. Persentase responden dari berbagai kecamatan dapat disarikan sebagai berikut: kecamatan Argamakmur (50%), Ketahun (39,13%), Padang Jaya (4,35%), Giri Mulya (2,17%), dan Napal Putih (4,35%). Jika dilihat dari sisi lokasi maka Kecamatan Argamakmur paling banyak dijumpai peternak ayam hutan merah dan keturunannya. Kecamatan Argamakmur merupakan kecamatan ibukota Kabupaten Bengkulu Utara. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa domestikasi di tingkat pemeliharaan lebih mengarah ke perkotaan.

Mata pencaharian responden bervariasi dengan rincian sebagai berikut: bekerja pada sektor swasta adalah 95,65%, PNS 2,18%, dan Polri 2,17%. Jika dilihat dari persentase tersebut maka responden pemelihara ayam hutan merah paling banyak bekerja pada sektor swasta terutama bertani kebun. Hal tersebut sesuai dengan kondisi lingkungan bahwa ayam hutan merah mempunyai habitat di daerah-daerah perkebunan, sehingga berburu ayam hutan merah merupakan sampingan dan hobby bagi responden.

### Produksi dan populasi

Ayam hutan merah piaraan telah menghasilkan keturunan berupa ayam burgo, yang merupakan persilangan antara ayam hutan merah jantan dan ayam kampung betina. Kondisi pemeliharaan dan produksi bervariasi antara satu responden dengan responden lainnya. Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah induk yang dipelihara responden bervariasi dari 1 ekor (terendah) sampai 12 ekor (tertinggi) dengan rata-rata 3,56 ekor induk per responden. Sedangkan frekuensi induk bertelur bervariasi dari 2 sampai 4 kali periode bertelur per tahun, dengan rata-rata 2,56 kali periode bertelur per tahun. Frekuensi periode bertelur per tahun akan mempengaruhi produksi telur per tahun. Produksi telur rendah tetapi frekuensi bertelur tinggi maka akan dihasilkan telur dalam jumlah yang lebih banyak per tahun. Peningkatan terhadap frekuensi periode bertelur merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produksi telur per tahun.

Produksi telur per induk bervariasi dari 6 sampai 9 butir per periode, dengan rata-rata 6,89 butir per induk per periode atau 19,11 butir per induk per tahun. Produksi telur per responden juga bervariasi, yaitu dari 6 butir sampai 72 butir per periode per responden, dengan rata-rata 24,11 butir per periode per responden atau 65,78 butir per responden per tahun. Produksi telur per tahun secara total dari 9 responden adalah 592 butir, terendah 12 butir dan tertinggi 216 butir (Tabel 1).

Produksi anak umur sehari (DOC) dari seluruh responden adalah 282 ekor per tahun, terendah 3 ekor dan tertinggi 78 ekor per responden, dengan rata-rata 56,4 ekor DOC per tahun per responden. Jika total produksi anak (282 ekor) dibandingkan dengan total produksi telur (592 butir) maka diperoleh nilai rasio produksi anak dan produksi telur 0,4763 atau 47,63%. Rasio tersebut merupakan perbandingan antara jumlah anak yang dihasilkan dengan telur yang dihasilkan. Ada beberapa kemungkinan rendahnya produksi anak tersebut, diantaranya adalah: (i) fertilitas telur yang rendah, (ii) jumlah telur yang ditetaskan sedikit, dan (iii) penetasan yang kurang baik.

### Perkembangan populasi ayam hutan merah

Perkembangan keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) pada peternak pengembang di kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu tertera pada Tabel 2. Ayam hutan merah peliharaan mengalami persilangan dengan ayam kampung dan menghasilkan ayam burgo sehingga dalam tubuh ayam burgo terkandung gen ayam hutan merah. Pada Tabel 2 ditunjukkan bahwa pemeliharaan awal oleh responden sangat rendah, yaitu 2 sampai 4 ekor dan sebagian besar hanya memelihara 2 ekor (sepasang) dan merupakan keturunan ayam hutan merah (F1 dan F2). Lamanya responden memelihara ayam hutan merah/keturunannya bervariasi, yaitu dari 1 hingga 10 tahun dengan rata-rata lama pemeliharaan 4,11 tahun. Jika dilihat per tahun maka rata-rata kenaikan individu dalam populasi per tahun adalah 39,38 ekor atau 214,14%. Jika dilihat persen kenaikan per tahun maka ayam hutan merah keturunan berkembang cukup cepat, tetapi karena pemeliharaan yang masih tradisional maka populasinya bertahan pada tingkat rendah, dengan populasi sebesar 167 ekor pada saat penelitian.

### Skenario pengembangan populasi ayam hutan merah

Skenario pengembangan populasi ayam hutan merah dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan pada variabel-variabel penentu laju kenaikan populasi dan variabel-variabel penentu laju penurunan. Penentu laju naik dalam penelitian ini adalah jumlah induk, produksi telur per induk per periode bertelur, periode bertelur per tahun, jumlah telur yang ditetaskan, dan jumlah telur yang menetas. Sedang variabel penentu yang menentukan laju turun adalah kematian, dipotong, dijual, dan hilang serta dimakan predator. Dalam penelitian ini, untuk meningkatkan perkembangan populasi disusun 6 skenario yang dapat dijelaskan sebagai berikut: (i) Tanpa Skenario, perkembangan populasi mengikuti pola sebelumnya, (ii) Skenario 1: Meningkatkan jumlah induk dan variabel lain tetap, (iii) skenario 2: meningkatkan produksi telur dan variabel lain tetap, (iv) skenario 3: meningkatkan produksi anak ayam dan variabel tetap, (v) skenario 4: meningkatkan jumlah induk dan produksi telur dan variabel lain tetap, (vi) skenario 5: meningkatkan produksi telur dan produksi anak ayam dan variabel lain tetap, (vii) skenario 6: menurunkan angka laju turun dan meningkatkan angka laju naik.

**Tabel 1.** Produksi ayam hutan merah dan keturunannya

Pengembang ayam hutan merah ke	Jumlah induk (ekor)	Produksi telur (butir/ induk/ periode)	Produksi telur (butir/ periode/ responden)	Periode bertelur (kali/ tahun)	Produksi telur (butir/ induk/ tahun)	Total produksi telur (butir/ tahun)	Total produksi anak (ekor/ tahun)
1	2	6	12	4	24	48	48
2	1	6	6	2	12	12	8
3	3	9	27	2	18	54	8
4	1	8	8	3	24	24	24
5	8	7	56	2	14	112	78
6	3	8	24	4	32	96	59
7	1	6	6	3	18	18	3
8	1	6	6	2	12	12	4
9	12	6	72	3	18	216	50
Jumlah	32	62				592	282
Rata-rata	3,56	6,89	24.11	2,56	19.11	65.78	31.33

**Tabel 2.** Perkembangan ayam hutan merah keturunan di Bengkulu Utara

No Pengembang	Populasi Awal	Lama pemeliharaan (tahun)	Total saat penelitian (ekor)	Kenaikan (ekor)	Kenaikan (ekor/tahun)	Kenaikan per tahun (%)
1	3	4	5	2	0,50	16,67
2	2	1	4	2	2,00	100,00
3	2	1	12	10	10,00	500,00
4	2	10	8	6	0,60	30,00
5	2	8	38	36	4,50	225,00
6	2	6	28	26	4,33	216,67
7	2	1	5	3	3,00	150,00
8	4	1.5	6	2	1,33	33,33
9	2	4.5	61	59	13,11	655,56
Jumlah	21		167	146		
Rata-rata					39,38	214,14

**Tabel 3.** Skenario dan populasi keturunan ayam hutan merah berdasarkan simulasi

Skenario	Perkiraan populasi ayam hutan merah keturunan (ekor) tahun ke		
	1	2	3
Tanpa skenario*)	167	205.27	252.30
Skenario 1 **)	167	556.06	1697.46
Skenario 2 **)	167	480.23	1247.91
Skenario 3 **)	167	515.08	1445.99
Skenario 4 **)	167	626.27	2175.11
Skenario 5 **)	167	578.69	1844.95
Skenario 6 **)	167	764.73	3290.03

Keterangan: \*) = manajemen populasi mengikuti pola sebelumnya tanpa ada perubahan. \*\*) = ada perubahan manajemen.

Beberapa asumsi digunakan dalam melakukan simulasi populasi keturunan ayam hutan merah (ayam burgo), yaitu: tidak ada wabah penyakit yang berjangkit di wilayah yang bersangkutan dan tidak terjadi penutupan pemeliharaan oleh peternak atau pihak lain. Hasil simulasi tertera pada Tabel 3. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa perkembangan populasi paling rendah terjadi pada tanpa skenario dan tertinggi pada skenario 6, yaitu dengan meningkatkan jumlah induk peliharaan dari 3.56 ekor/per responden menjadi 5 ekor per responden, meningkatkan produksi telur

dari 6.89 butir per ekor per periode menjadi 8 butir per ekor per periode, serta meningkatkan rasio produksi anak dengan produksi telur dari 47,63% menjadi 70%. Kondisi populasi tersebut belum termasuk peningkatan frekuensi periode bertelur. Skenario tersebut dapat dirubah sesuai dengan ketersediaan sumberdaya yang dimiliki oleh peternak. Skenario dengan perkembangan populasi yang sangat cepat akan dibutuhkan sumberdaya yang tinggi, diantaranya adalah: tenaga kerja, pakan, kandang, obat-obatan, dan sarana penunjang lainnya.

### Pembahasan

Domestikasi ayam hutan merah di Bengkulu Utara telah menghasilkan keturunan dan dikenal sebagai ayam burgo. Produksi telur keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) lebih tinggi dari pada tetuanya (ayam hutan merah asli). Menurut Rahayu (2000), ayam hutan merah yang merupakan tetua dari ayam lokal (burgo) memiliki produksi telur 5-6 butir/periode. Sedangkan menurut Romanov dan Weigend (2001), ayam hutan merah menghasilkan telur 10 sampai 15 butir/induk/tahun. Dalam penelitian ini produksi telur keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) adalah 6 sampai 9 butir/ekor/periode, dengan nilai rata-rata 6,89 butir/ekor/periode. Nilai tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Setianto, dkk. (2013) yang melaporkan bahwa produksi telur ayam hutan

merah keturunan (ayam burgo) di Kota Bengkulu adalah 8 butir/induk/periode. Sedangkan Warnoto dan Setianto (2009) mengemukakan bahwa keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) menghasilkan telur sebanyak 14 sampai 18 butir/induk/periode. Dalam penelitian ini belum semua induk menghasilkan telur secara optimal dan lebih rendah dari yang dikemukakan Warnoto dan Setianto (2009). Produksi telur dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang meliputi sistem perkandangan, pakan, iklim, dan sistem manajemen (Tadelle 2003; Yousif and Eltayeb 2011; Olaniyi et al. 2012). Gueye (2003) mengemukakan bahwa produktivitas spesies unggas tergantung pada sistem manajemen yang diterapkan, dan akan meningkat dengan meningkatnya pakan dan manajemen. Namun demikian, pada umumnya sistem manajemen peternakan ayam kampung didominasi penggunaan input rendah/output rendah, sehingga produktivitas rendah (Gunarantne et al. 1993) dibandingkan dengan sistem input tinggi. Produktivitas rendah disebabkan oleh sejumlah faktor penting, yaitu manajemen sub-optimal, kurangnya pakan tambahan, potensi genetik rendah dan penyakit.

Dalam penelitian ini sistem kandang, pakan, dan manajemen pemeliharaan keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) berbeda satu sama lain. Sistem kandang yang digunakan bervariasi baik ukuran, bentuk, model, bahan, maupun ventilasinya. Kandang yang tidak memenuhi syarat akan mempengaruhi iklim mikro dan kenyamanan sehingga dapat mempengaruhi performa, termasuk produksi telur. Ali et al. (2012) melaporkan bahwa kepadatan kandang berpengaruh terhadap kenaikan berat badan, asupan pakan dan efisiensi pakan, serta tingkat kematian ayam. Kematian dapat diturunkan dengan menurunkan kepadatan kandang pada broiler (Cocnen et al. 1996). Sedangkan Puron et al. (1995) melaporkan bahwa mortalitas secara signifikan tidak dipengaruhi oleh kepadatan kandang. Tind and Ambrosen (1988) mengemukakan bahwa mortalitas ayam meningkat dengan meningkatnya ukuran kelompok. Pendapat yang berbeda dikemukakan oleh Taboada et al. (1986), mortalitas ayam tidak disebabkan oleh kepadatan kandang maupun ukuran kelompok.

Produksi telur juga dipengaruhi oleh pakan yang diberikan. Pakan diperlukan untuk produksi telur yang optimal sehingga susunan ransum harus mengandung gizi untuk memenuhi kebutuhan ayam petelur seperti energi, protein, mineral dan vitamin (Zaheer 2015). Pakan yang diberikan oleh peternak bervariasi baik kuantitas, kualitas, maupun jenisnya. Selain itu pakan yang diberikan oleh peternak masih bersifat tradisional dan ala kadarnya. Mussaddeq et al. (2002) melaporkan bahwa unggas pedesaan dipelihara dengan sistem pemberian pakan tradisional sehingga memiliki tingkat pertumbuhan yang buruk serta produksi telur rendah. Penggunaan ransum komersial dalam produksi unggas di pedesaan untuk ayam lokal tidak membantu pertumbuhan yang disebabkan oleh pemberian yang tidak berkelanjutan (Ochetim 1993; Achi et al. 2007).

Disamping kandang dan pakan, cara pemeliharaan juga mempengaruhi produksi telur. Cara pemeliharaan keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) ada dua cara

yaitu dikandangkan dan dilepas (Setianto et al. 2015). Selanjutnya dikemukakan bahwa pemeliharaan ayam oleh responden ada yang dikandangkan seluruhnya, dilepaskan seluruhnya, dan sebagian dikandangkan dan sebagian lagi dilepas. Perbedaan dalam cara pemeliharaan tersebut akan mempengaruhi produksi telur. Produksi telur keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) dalam penelitian ini masih sangat rendah jika dibandingkan dengan penelitian Warnoto dan Setianto (2009). Tingginya produksi telur per periode per induk pada penelitian Warnoto dan Setianto (2009) disebabkan oleh pola pemeliharaan dilakukan secara intensif. Oleh karena itu jika pemeliharaan keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) pada masyarakat di Bengkulu utara dilakukan secara intensif maka dapat diharapkan produksinya juga akan tinggi.

Perkembangan populasi keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) di Bengkulu Utara masih rendah. Beberapa penentu laju perkembangan populasi adalah kelahiran anak, kematian, dan migrasi. Kelahiran anak atau produksi anak (*day old chick* =DOC) adalah 282 ekor anak dari telur yang dihasilkan sebanyak 592 butir sehingga rasio produksi anak dan produksi telur adalah 47,63%, artinya dari 100 butir telur hanya menghasilkan anak 47,63 ekor atau 48 ekor. Rasio tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Setianto et al. (2013) yang melaporkan bahwa keturunan ayam hutan merah (ayam burgo) pada masyarakat kota Bengkulu mempunyai rasio produksi anak dengan produksi telur 79,40%. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi DOC adalah jumlah induk, produksi telur, periode bertelur, fertilitas dan daya tetas. Setianto et al. (2013) mengemukakan bahwa fertilitas telur menentukan produksi anak. Fertilitas telur yang rendah dapat disebabkan oleh perkawinan ayam yang kurang berhasil yang dapat diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang kurang sesuai dan kondisi individu ayam yang masih liar. Selanjutnya dijelaskan bahwa penetasan yang kurang berhasil dapat disebabkan oleh kemampuan induk untuk mengerami telurnya yang sangat terbatas yang disebabkan oleh morfologinya yang sangat kecil sehingga tidak mampu untuk mengerami seluruh telurnya dengan baik. Sedangkan Buctot dan Espina (2015) mengemukakan bahwa fertilitas dan daya tetas telur ditentukan oleh rasio jantan betina, kondisi dan lama penyimpanan telur, umur ayam, nutrisi pakan, penyakit, manajemen pemeliharaan dan faktor lingkungan.

Selain produksi dan daya tetas telur, perkembangan populasi juga dipengaruhi oleh adanya penyakit. Pemeliharaan ayam buras, khususnya ayam burgo masih dilaksanakan secara tradisional dengan cara dilepas dan dikandangkan atau kombinasi keduanya. Pemeliharaan dengan cara dilepas menyebabkan ayam sulit dikontrol, sedangkan jika dikandangkan perlu adanya sanitasi dan lingkungan kandang yang memadai serta pakan yang tercukupi baik kuantitas maupun kualitas. Jika tidak terpenuhi akan memicu timbulnya penyakit yang mengakibatkan kematian. Kematian unggas lokal yang dipelihara secara tradisional sangat tinggi dan dapat mencapai 50% atau lebih (Gueye 1998). Pengembangan ayam hutan merah dan keturunannya perlu dilakukan dengan menggunakan data dasar yang telah ditemukan di

masyarakat yang mendomestikasi dan melakukan pengembangan. Berdasarkan pada data yang diperoleh dapat dilakukan beberapa skenario. Beberapa penyebab lambatnya perkembangan ayam hutan merah dan keturunannya antara lain adalah rendahnya jumlah induk dan rendahnya frekuensi bertelur dalam setahun yang menyebabkan produksi telur rendah. Selain itu kemampuan ayam untuk mengerami telurnya juga sedikit yang disebabkan oleh bentuk tubuhnya yang kecil. Kondisi ini akan menurunkan daya tetas telur sehingga persen daya tetas menjadi rendah. Penyebab lain adalah adanya kematian, hilang, dijual, dan dipotong. Faktor-faktor tersebut telah menyebabkan populasi berkembang secara lambat, mengalami stagnasi, bahkan populasi dapat menurun. Perbaikan manajemen pemeliharaan, penggunaan teknologi penetasan, perbaikan fasilitas pasar, serta pembinaan teknik pemeliharaan diharapkan mampu mempercepat perkembangan ayam hutan merah domestikasi seperti ayam lokal lainnya. Dalam skenario pengembangan populasi, perkembangan populasi akan pesat jika seluruh variabel penentu laju naik dan laju turun dilibatkan dalam penyusunan skenario.

Dalam kesimpulan, produksi dan populasi ayam hutan merah dan keturunannya di Kabupaten Bengkulu Utara Masih sangat rendah. Skenario pengembangan populasi dengan peningkatan jumlah induk, peningkatan periode bertelur, peningkatan jumlah penetasan, menekan angka kematian dan dipotong, dan penjualan dapat meningkatkan perkembangan populasi. Strategi yang harus ditempuh adalah dengan melakukan pembinaan oleh instansi terkait dan pengembangan pasar yang memadai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achi M, Adelanwa A, Ahmed AB. 2007. Performance of broiler chickens fed on lima bean, groundnut and soyabean diets. *Sci World J* 2 (2): 13-16.
- Ali MI, Azmal SA, Aliand A, Faruque MO. 2012. Effect of density and flock size on growth performance of native chicken. *J Bangladesh Agric Univ* 10 (1): 55-59.
- Al-Nasser A, Al-Khalaifa H, Al-Saffar A, et al. 2007. Overview of chicken taxonomy and domestication. *World's Poult Sci J* 63: 285-300.
- Belteky J, Agnvall B, Johnsson M, et al. 2016. Domestication and tameness: brain gene expression in red junglefowl selected for less fear of humans suggests effects on reproduction and immunology. *R.Soc.open sci*.3: 160033. Downloaded from <http://rsos.royalsocietypublishing.org/> [December 5, 2016].
- BirdLife International. 2014. IUCN Red List for birds. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 8/03/2014.
- Buctot JFF, Espina DM. 2015. Breeding Performance and Egg Quality of Red Jungle Fowl (*Gallus gallus* L.) Under Confinement System. *J Sci Eng Technol* 8 (1): 65-75.
- Cocnen M, Schulze H, Zentekand J, Kampues J. 1996. Effect of different housing conditions (stocking density) on the performance of broilers and composition of litter. *Br Poult Sci* 45 (1-3): 373-375.
- Collias NE, Collias EC. 1996. Social organization of a red junglefowl, *Gallus gallus*, population related to evolution theory. *Anim Behav* 51: 1337-1354.
- Fernandes M, Mukesh, Sathyakumar S, et al. 2009. Conservation of red junglefowl *Gallus gallus* in India. *Intl J Galliformes Conserv* 1: 94-101
- Gueye EHF. 1998. Village egg and fowl meat production in Africa. *World's Poult Sci J* 54: 73-86.
- Gueye EHF. 2003. Gender issues in family poultry production systems in low income food deficit countries. *Am J Alternat Agric* 18 (4): 185-195.
- Gunaratne SP, Chandrasir A, Halamatha W, Roberts JA. 1993. Feed resource base for scavenging village chickens in Sri Lanka. *Trop Anim Health Prod* 25 (4): 249-257.
- Handiwirawan E. 2004. Pelestarian ayam hutan melalui pembentukan ayam bekisar untuk ternak kesayangan. *Prosiding Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal*. Semarang.
- Kerje S, Carlborg O, Jacobsson L, et al. 2003. The twofold difference in adult size between the red junglefowl and White Leghorn chickens is largely explained by a limited number of QTLs. *Anim Genet* 34: 264-274.
- Mansjoer S. S. 1987. Habitat dan performans ayam hutan di indonesia. *Media Peternakan* 12: 1-7.
- Mussaddeq Y, Daud S, Akhtar S. 2002. A study on the laying performance of cross (FAY x RIR) chicken under different plans of feeding. *Int J Poult Sci* 1 (6): 188-192.
- Ochetim S. 1993. Using local feed material for feeding egg producing birds in the kingdom of Tonga. *Asian Austr J Anim Sci* 6 (4): 591-595.
- Olaniyi OA, Oyenaiya OA, Sogunle OM, et al. 2012. Free range and deep litter housing systems: effect on performance and blood profile of two strains of cockerel chickens. *Trop Subtrop Agroecosyst* 15: 511-523.
- Price EO. 1999. Behavioral development in animals undergoing domestication. *Appl Anim Behav Sci* 65: 245-271.
- Puron D, Santamaria R, Segura JC, Alamila JL. 1995. Broiler performance at different stocking densities. *J Appl Poult Res* 4 (1): 50-60.
- Rauw WM, Kanis E, Noordhuizen-Stassen EN, Grommers FJ. 1998. Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Prod Sci* 56: 15-33.
- Romanov M, Weigend S. 2001. Analysis of genetic relationships between various populations of domestic and jungle fowl using microsatellite markers. *Poult Sci* 80: 1057-1063.
- Schutz KE, Forkman B, Jensen P. 2001. Domestication effects on foraging strategy, social behaviour and different fear responses: a comparison between the red junglefowl (*Gallus gallus*) and a modern layer strain. *Appl Anim Behav Sci* 74: 1-14.
- Setianto J, Warnoto. 2010. Performa Reproduksi dan Produksi Ayam Burgo Betina. Penerbit UNIB PRESS, Bengkulu.
- Setianto J, Prakoso H, Sutriyono. 2013. Dinamika Populasi Ayam Burgo dan Strategi Pengembangannya di Bengkulu. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu.
- Setianto J, Prakoso H, Sutriyono. 2015. Performa produksi dan reproduksi ayam burgo pada peternakan rakyat di Kota Bengkulu. Seminar Nasional Tentang Unggas Lokal V. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Semarang 18-19 November 2015.
- Sullivan MS. 1991. Flock structure in red junglefowl. *Appl Anim Behav Sci* 30: 381-386.
- Taboada P, Quinones R, Figueroa A, Llorente R. 1986. Effect of group size and housing density on broiler reared on the floor. *Poult Abstr* 12 (1-6): 168.
- Tadelle D, Peters KJ. 2003. Indigenous chicken ecotype in Ethiopia: growth and feed utilization potentials. *Intl J Poult Sci* 2 (2): 144-152.
- Tind E, Ambrosen T. 1988. Laying hen Kept in cages, the effect cage shape, Group size and unit area. *Poult Abstr* 15 (1-6): 40.
- Vaisanen JJ, Hakansson, Jensen P. 2005. Social interactions in Red Junglefowl (*Gallus gallus*) and White Leghorn layers in stable groups and after re-grouping. *Br Poult Sci* 46: 156-168.
- Warnoto, Setianto J. 2009. The Characteristic of Egg Production and Reproduction of Cross-mating offspring between Burgo Chicken. Proceeding International Seminar "The Role and Application of Biotechnology on Livestock Reproduction and Products", Bukittinggi, West Sumatra, I: 24-30.
- West B, Zhou BX. 1988. Did chickens go North? New evidence for domestication. *J Archaeol Sci* 15: 515-533.
- Yousif IA, Eltayeb NM. 2011. Performance of Sudanese native dwarf and bare neck chicken raised under improved traditional production system. *Agric Biol J North Amer* 2 (5): 860-866.
- Zaheer K. 2015. An Updated review on chicken eggs: Production, consumption, management aspects and nutritional benefits to human health. *Food Nutr Sci* 6: 1208-1220.
- Zein MSA, Sulandari S. 2009. Investigasi asal usul ayam indonesia menggunakan sekuens Hypervariable-1 D-loop DNA mitokondria. *Jurnal Veteriner* 10 (1): 41-49.

## Variasi dimensi pohon dan kapasitas produksi benih pada tegakan kilemo (*Litsea cubeba*) di Ciwidey, Jawa Barat

### Tree dimention and seed production capacity variation of kilemo (*Litsea cubeba*) stands in Ciwidey, West Java

AGUS ASTHO PRAMONO\*

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: 22 Agustus 2016. Revisi disetujui: 19 Desember 2016.

**Abstrak.** Pramono AA. 2016. Variasi dimensi pohon dan kapasitas produksi benih pada tegakan kilemo (*Litsea cubeba*) di Ciwidey, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 232-236. Kilemo (*Litsea cubeba* L. Persoon) merupakan pohon penghasil minyak atsiri potensial. Semua bagian pohon seperti buah, daun, kulit kayu, dan akar dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku minyak atsiri yang dibutuhkan untuk berbagai keperluan industri, terutama kosmetik dan obat-obatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tegakan kilemo di Ciwidey, Jawa Barat dan potensinya sebagai sumber benih serta menaksir potensi produksi benihnya. Penelitian dilakukan pada tegakan terpilih seluas 1 ha di hutan alam di Ciwidey. Pengamatan tegakan kilemo dilakukan pada 4 plot sampel berukuran 20 m x 20 m. Pengukuran dilakukan secara sensus terhadap pohon kilemo yang ditemukan pada petak yang bersangkutan. Pengamatan produksi benih dilakukan pada 20 pohon sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter batang pohon kilemo pada petak terpilih berkisar 10,0-31,21 cm, dengan diameter batang rata-rata 17,05±5,47 cm. Tinggi total pohon berkisar 6,0-12,5 m, dengan tinggi rata-rata 9,0±1,75 m. Lebar proyeksi tajuk berkisar 1,81- 8,65 m, dengan lebar rata-rata 4,64±1,78 m. Panjang tajuk berkisar 2,0-9,5 m, dengan panjang rata-rata 4,90±1,64 m. Taksiran produksi buah atau benih dari tegakan terpilih sekitar 3.549.653 butir/ha. Potensi tegakan tersebut sebagai sumber benih memiliki kelebihan dan kekurangan. Tegakan kilemo di Ciwidey memiliki aksesibilitas yang sangat baik, berada di pinggir jalan, dan relatif rapat dengan jumlah total pohon mencapai 173 pohon/ha. Tegakan tersebut berada di kawasan hutan lindung sehingga untuk pemanfaatannya sebagai sumber benih memerlukan kebijakan khusus.

**Kata kunci:** Buah, Ciwidey, dimensi pohon, kilemo, sumber benih

**Abstract.** Pramono AA. 2016. Tree dimention and seed production capacity variation of kilemo (*Litsea cubeba*) stands in Ciwidey, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 232-236. Kilemo (*Litsea cubeba* L. Persoon) is a potential essential oil-producing tree. All parts of the tree such as fruit, leaves, bark and root can be used as a source of raw materials of essential oil needed for various industrial uses, mainly cosmetic and pharmaceutical. This study aimed to determine the condition of kilemo stand in Ciwidey, West Java and its potential as a seed source and assessing the potential for seed production. The study was conducted on selected stand of 1 ha of natural forest in Ciwidey. The observation of kilemo stand was conducted on 4 sample plots, each 20 m x 20 m in size. The measurement was carried out on every kilemo tree found on plots. Observation of seed production was conducted on 20 sample trees. The results showed that the trunk diameter of kilemo on the selected plots ranged from 10.0 to 31.21 cm, with an average of 17.05±5.47 cm. The total height of trees ranged from 6.0 to 12.5 m, with an average of 9.0±1.75 m. The width of the canopy projection ranged from 1.81 to 8.65 m, with an average of 4.64±1.78 m. The crown length ranged from 2.0 to 9.5 m, with an average of 4.90±1.64 m. The estimated production of fruit or seed from the selected stand was approximately 3,549,653 seeds/ha. The potential of such stand as a seed source had advantages and disadvantages. Kilemo stand in Ciwidey had an excellent accessibility, located on the roadside and relatively dense with the total number of trees reached 173 trees/ha. The stand was located in protected forest area so as to use as a source of seed requires the specific policies.

**Keywords:** Ciwidey, fruit, kilemo, seed source, tree dimention

## PENDAHULUAN

*Litsea cubeba* L. Persoon yang termasuk dalam famili Lauraceae di beberapa daerah dikenal dengan nama *krangean* (Jawa), *antarasa* (Sumatera Utara), dan *kilemo* (Sunda). Tumbuhan ini berbentuk perdu atau pohon dengan tinggi berkisar antara 5-15 m dan diameter batang 6-20 cm (Heyne 1987). Sebaran alami kilemo berada di Cina,

Indonesia, dan beberapa bagian dari Asia Tenggara, serta biasanya tumbuh di daerah pegunungan. Di Indonesia, jenis ini tumbuh di Jawa, Sumatera, dan Kalimantan pada ketinggian antara 700-2300 mdpl (Coppen 1995). Di daerah sekitar Danau Toba, kilemo merupakan jenis yang cukup dominan dalam ekosistem hutan primer, hutan tanaman, dan hutan sekunder/belukar, khususnya pada fase permudaaan tingkat semai (*seedlings*), pancang (*saplings*),

dan tiang (*poles*) (Rostiwati dan Putri 2012).

Sebaran kilemo di Jawa sudah semakin berkurang karena masyarakat mengambil dan memperdagangkan kulit kayunya dengan cara ditebang (Sylviani dan Elvida 2010). Di Jawa Barat, kilemo dapat ditemukan di kawasan konservasi Cagar Alam Takokak, Cagar Alam Bojong Larang Jayanti, Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Telaga Patenggang, Cagar Alam Panjalu, Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Telaga Bodas, serta Taman Nasional Gunung Halimun Salak. Selain itu, kilemo juga dapat ditemukan di kawasan Perhutani KPH Bandung Selatan, BKPH Ciwidey, dan RPH Patuha. Di Jawa Tengah, keberadaannya sudah mulai berkurang bahkan langka, sebarannya berada di kawasan konservasi yaitu Cagar Alam Pringombo, Cagar Alam Pandansari, dan kawasan Cagar Alam Moga.

Penggunaan *L. cubeba* sangat beragam diantaranya untuk perasa, pengharum, obat-obatan (Bhunya et al. 2010; Chen et al. 2013; Ho et al. 2010), industri makanan (Chen et al. 2013; Bhunya et al. 2010; Prosea 1999), produk perawatan tubuh (Chen et al. 2013; Bhunya et al. 2010; Prosea 1999), antibiotik, dan pestisida (Chen et al. 2013; Ko et al. 2009). Kayunya dapat digunakan untuk furnitur, kerajinan, dan pulp (Chen et al. 2013; Coppen 1995; Prosea 1999; Pari et al. 2006). Minyak dari kernel *L. cubeba* juga berpotensi sebagai bioenergi (Chena et al. 2013).

Cina sebagai penghasil minyak *L. cubeba* yang diperoleh dari buah yang mengandung sitral tinggi (sekitar 70%) merupakan produsen utama minyak kilemo dalam perdagangan internasional (Coppen 1995). Importir utama minyak *L. cubeba* adalah Inggris, Jerman, Amerika Serikat, Spanyol, Belanda, Perancis, dan Swis. Pasar Eropa menyerap lebih dari 60 ekspor minyak *L. cubeba* dari Cina (Chen et al. 2013). Monopoli oleh Cina dalam pasar minyak kilemo menjadi kendala dan peluang bagi produsen baru yang potensial. Jika konsumsi domestik minyak kilemo di Cina tumbuh, maka ketersediaan minyak kilemo untuk ekspor akan cenderung menurun dan menjadi peluang bagi negara lain. Indonesia juga memproduksi minyak kilemo terutama di Jawa, namun masih dalam skala kecil (Coppen 1995). Minyak "krangean" dan "trawas" dari *L. cubeba* yang tumbuh di Jawa Barat dan Jawa Tengah yang diperoleh dari daun, memiliki kandungan kimiawi yang berbeda dengan minyak kilemo dari Cina yaitu lebih kaya kandungan sineol daripada sitral. Kandungan sineol dalam minyak kilemo yang berasal dari Lembang mencapai 57,60% (Muchtaridi et al. 2005), dari Gunung Papandayan mencapai 56,61% (Suwandhi et al. 2014), dan dari Kuningan 63,29% (Zulnely et al. 2003). Oleh karena kandungan sitralnya yang rendah, minyak *L. cubeba* dari Jawa kurang mampu bersaing untuk ekspor (Coppen 1995). Di Jawa, bagian kulit batang kilemo sering diperdagangkan secara domestik untuk industri jamu tradisional (Sylviani dan Elvida 2010). Kandungan sineol yang juga merupakan penyusun utama minyak kilemo pada kulit batang mencapai 26,59% (Muchtaridi et al. 2005).

Pemanfaatan kilemo di masa yang akan datang dapat dikembangkan untuk produksi minyak atsiri dari kulit batang, daun, buah, dan akar. Minyak kilemo yang selama ini belum dikembangkan di Indonesia adalah minyak dari

bagian buah yang memiliki kandungan sitral tinggi, padahal komoditas ini memiliki prospek untuk dikembangkan sebagai komoditas ekspor. Ali (2008) melaporkan bahwa produksi buah kilemo dari pohon berdiameter 8 cm sekitar 2,1 kg/pohon dengan jumlah buah per kg mencapai 10.000-12.000 buah, sedangkan di kawasan hutan alam Aek Nauli, rata-rata produksi buah kilemo yang dihasilkan dari pohon berdiameter 15-25 cm mencapai  $3,08 \pm 2,89$  kg dan dari pohon berdiameter 35-45 cm sebanyak  $13,98 \pm 8,74$  kg (Putri et al. 2011).

Pengembangan kilemo untuk keperluan industri domestik maupun ekspor tidak mungkin hanya bergantung pada tegakan alam. Diperlukan upaya pengembangan kilemo dalam bentuk hutan tanaman. Budi daya kilemo yang hanya mengandalkan kulit kayu sebagai produk utama secara ekonomi layak untuk dilaksanakan (Sylviani dan Elvida 2010), apalagi jika dikembangkan juga untuk produksi buahnya. Upaya budi daya kilemo membutuhkan bibit dari sumber benih yang jelas asal-usulnya serta teknologi budi daya yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi tegakan kilemo di Ciwidey, Jawa Barat dan potensinya sebagai sumber benih serta menaksir potensi produksi benihnya.

## BAHAN DAN METODE

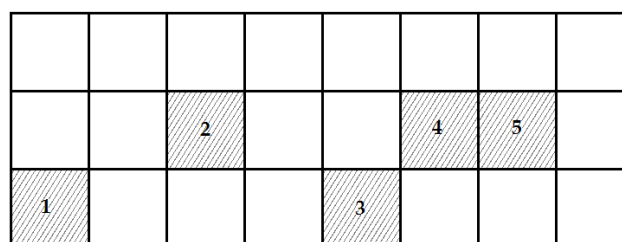
### Waktu dan tempat penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Alam Endah, Kecamatan Ranca Bali, Jawa Barat. Lokasi tersebut berada di kawasan Wana Wisata Kawah Putih, RPH Patuha, BKPH Ciwidey, Jawa Barat. Penelitian dilakukan dari bulan September 2010 hingga Maret 2011.

### Cara kerja

Pada lokasi penelitian dipilih 1 ha tegakan kilemo yang paling rapat. Di dalam 1 ha tegakan dibagi menjadi 24 petak, masing-masing berukuran 20 m x 20 m. Dari 24 petak tersebut dipilih secara acak 5 petak untuk dilakukan pengukuran secara sensus dimensi pohon kilemo yang ditemukan pada petak yang bersangkutan (**Gambar 1**).

Pengukuran potensi produksi didasarkan pada pendugaan produksi benih. Pada setiap pohon kilemo yang telah berbuah diukur karakteristik fenotipenya yang meliputi diameter batang (DBH), kelurusan batang, tinggi bebas cabang, tinggi total, kelebatan tajuk, lebar tajuk, serta ada tidaknya hama dan penyakit.



**Gambar 1.** Skema 5 plot pengamatan (diarsir) pada tegakan kilemo terpilih seluas 1 ha.

Pendugaan produksi benih dilakukan pada pohon sampel, yaitu sekitar 10-20% jumlah total pohon induk yang mewakili distribusi kelas diameter di dalam tegakan. Pada setiap pohon sampel diambil sampel buah yang mewakili 10-30% dari total buah dalam satu pohon. Besarnya persentase sampel ditentukan oleh tingkat kesulitan pengunduhan, yaitu ukuran pohon dan lokasi tempat tumbuh.

#### Analisis data

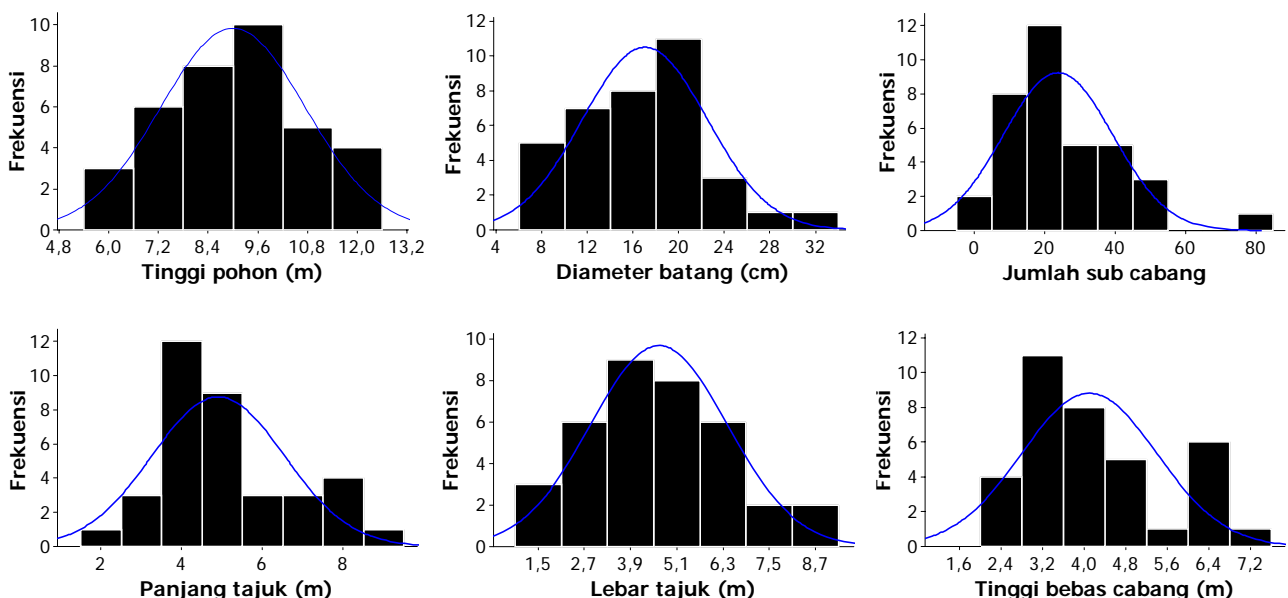
Untuk mengetahui hubungan variabel fenotipe dengan produksi buah dilakukan uji korelasi. Distribusi data diuji kenormalannya dengan menggunakan kriteria Kolmogorov-Smirnov. Data persentase ditransformasikan ke nilai arcsin sebelum dianalisis.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan pada tegakan kilemo di Desa Alam Endah yang terdiri dari 5 petak ukur (20 m x 20 m) pada areal yang populasi kilemonya padat, diperoleh hasil bahwa jumlah pohon rata-rata sekitar 7,2 pohon/petak, sehingga diperkirakan total pohon sekitar 172,8 pohon/ha. Sebaran pohon kilemo tidak merata yaitu berkisar antara 5 pohon/400 m<sup>2</sup> hingga 9 pohon/400 m<sup>2</sup>. Total jumlah pohon (diameter >10 cm) dalam satu hektar sekitar 173 batang. Diameter batang berkisar 10,00-31,21 cm, dengan diameter rata-rata 17,05±5,47 cm. Tinggi total pohon berkisar 6,0-12,5 m, dengan tinggi pohon rata-rata 9,0±1,75 m. Lebar proyeksi tajuk (pengukuran dari 4 kuadran) berkisar 1,81-8,65 m, dengan lebar rata-rata 4,64±1,78 m. Tinggi tajuk atau panjang tajuk (dari pangkal/dasar tajuk hingga ujung tajuk) berkisar 2,0-9,5 m, dengan panjang rata-rata 4,90±1,64 m.

Produksi benih kilemo sangat bervariasi, berkisar antara 972-103.488 butir/pohon, dengan produksi rata-rata 24.691±24.805 butir/pohon. Berdasarkan hasil penelitian Putri et al. (2011), di dalam 1 kg benih kilemo terdapat sekitar 9.445 butir benih, sehingga diperkirakan produksi benih per pohon berkisar antara 0,10-10,96 kg/pohon. Produksi ini memiliki variasi yang relatif lebih lebar dibandingkan dengan hasil penelitian Putri et al. (2011) di Aek Nauli yaitu produksinya berkisar antara 0,12-9,80 kg/pohon.

Dari hasil uji korelasi antara dimensi pohon dengan produksi buah diketahui bahwa jumlah buah per pohon tidak berkorelasi dengan diameter pohon dan tinggi total pohon. Produksi buah kilemo tidak berkorelasi dengan diameter pohon, hasil ini tidak sejalan dengan beberapa penelitian pada tanaman hutan lainnya yang menunjukkan adanya korelasi positif antara diameter batang dengan produksi buah dan benih, seperti pada pohon surian (Pramono et al. 2016), pohon mindi (Pramono 2011), malapari (Putri dan Putra 2013), dan *Ipomoea wolcottiana* Rose (Parra-Tabla dan Bullock 2003). Hal ini diduga pada penelitian ini, pohon kilemo tumbuh secara alami dengan jarak tanam yang tidak beraturan. Pohon-pohon yang berada pada posisi pinggir tegakan atau pada posisi terbuka mendapatkan intensitas cahaya yang lebih tinggi daripada pohon yang berada pada posisi di tengah dengan jarak antar pohon rapat. Faktor intensitas cahaya yang beragam tersebut diduga berpengaruh terhadap produksi buah kilemo di BKPH Ciwidey, Jawa Barat. Penelitian terhadap beberapa jenis tanaman kehutanan mengungkapkan bahwa jarak antar pohon atau intensitas cahaya berpengaruh terhadap pembungaan dan pembuahan, seperti pada *Mesua ferrea* (Khan et al. 2002), ganitri (Khan et al. 2005), dan secara umum pada tanaman tropis (Owens 1995). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi buah kilemo per pohon di BKPH Ciwidey dipengaruhi oleh tinggi bebas cabang dan jumlah sub cabang per pohon (Gambar 2).



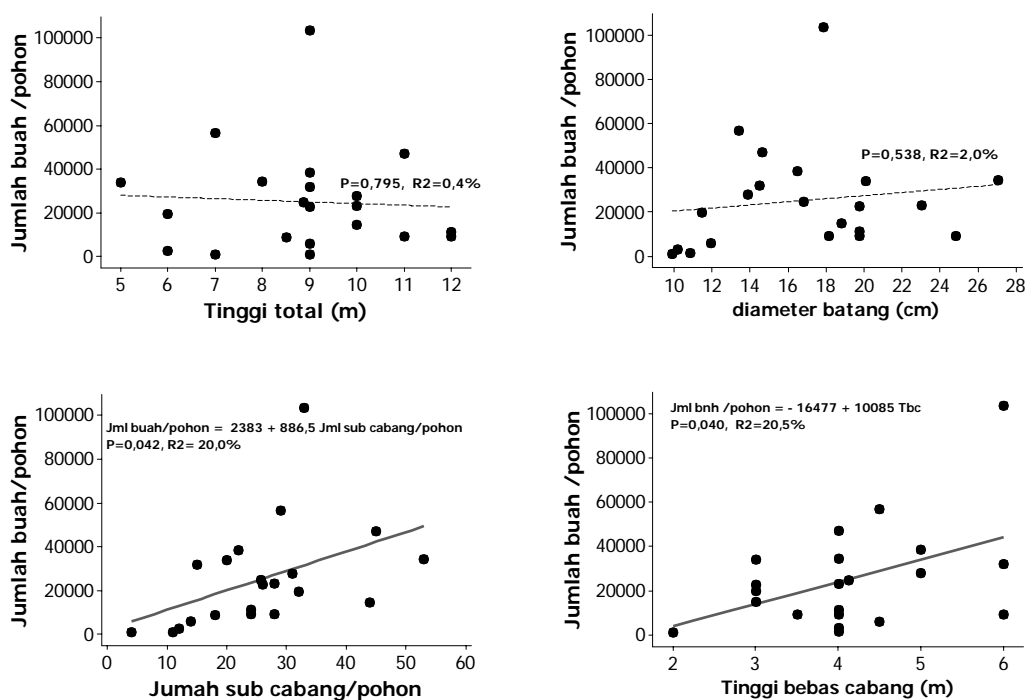
Gambar 1. Distribusi dimensi pohon pada tegakan kilemo terpilih di BKPH Ciwidey, Jawa Barat

Hasil regresi linear antara produksi benih dan tinggi bebas cabang dapat dirumuskan sebagai: jumlah benih/pohon = -16477 + 10085 (Tbc), dengan P = 0,040 dan R<sub>2</sub> = 20,5%. Berdasarkan kaitannya dengan jumlah sub cabang per pohon, produksi buah per pohon dapat dirumuskan sebagai: jumlah buah/pohon = 2383 + 886,5 (jumlah sub cabang/pohon), dengan P = 0,042 dan R<sub>2</sub> = 20,0%. Kaitan antara dimensi pohon dengan produksi buah digambarkan pada Gambar 2.

Berdasarkan adanya hubungan yang nyata antara produksi buah dan jumlah sub cabang, penaksiran produksi buah kilemo per ha di lokasi penelitian dilakukan berdasarkan distribusi jumlah sub ranting di dalam populasi tegakan. Hasil pendugaan produksi buah dari tegakan terpilih sekitar 3.549.653,73 butir/ha atau produksi benih

sekitar 375,82 kg/ha (Tabel 2). Hasil produksi benih/ha seperti tercantum pada Tabel 2 diperoleh dengan asumsi bahwa semua pohon berbuah dan semua buah dapat diunduh.

Dalam upaya pengembangan suatu jenis tanaman, hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya penggunaan sumber benih yang berkualitas agar pelaksanaan kegiatan tersebut sesuai dengan yang diharapkan. Benih yang berkualitas dapat diperoleh dari tegakan benih atau pohon induk yang telah diseleksi dari suatu tegakan yang memenuhi beberapa kriteria seperti memiliki bentuk batang yang lurus, pertumbuhannya baik, bebas dari serangan hama dan penyakit, serta menghasilkan benih yang berkualitas baik (sehat dan berdaya kecambah tinggi).



Gambar 2. Hubungan antara beberapa parameter dimensi pohon dengan produksi buah pada tegakan kilemo terpilih di BKPH Ciwidey, Jawa Barat

Tabel 2. Pendugaan produksi buah kilemo berdasarkan kelas jumlah ranting pada tegakan kilemo terpilih di BKPH Ciwidey, Jawa Barat

Kelas jumlah sub cabang	Rataan jumlah buah/pohon (butir)	Taksiran berat benih/pohon (kg)	Rataan jumlah pohon/petak contoh (batang)	Taksiran jumlah pohon/ha (batang)	Taksiran produksi buah (butir/ha)	Taksiran berat benih (kg)
5-10	1,073	0,1	1,4	33,6	36.047,20	3,8
10-15	13,449	1,42	1,0	24,0	322.786,67	34,2
15-20	21,357	2,26	1,4	33,6	717.595,20	76,0
20-25	19,648	2,08	0,8	19,2	377.248,00	39,9
25-30	27,909	2,95	0,6	14,4	401.895,60	42,6
30-35	50,303	5,33	0,4	9,6	482.909,87	51,1
35-40	40,612	4,30	0,6	14,4	584.806,40	61,9
40-45	30,920	3,27	0,4	9,6	296.832,00	31,4
>45	34,326	3,63	0,4	9,6	329.532,80	34,9
Total produksi/ha					3.549.653,73	375,82

Potensi tegakan kilemo di BKPH Ciwidey untuk dijadikan sebagai sumber benih memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan tegakan tersebut antara lain memiliki aksesibilitas yang sangat baik, yaitu berada di pinggir jalan utama beraspal menuju kawasan wisata kawah putih, dengan topografi yang relatif datar. Tegakan relatif rapat, pada area tertentu memiliki kerapatan sekitar 173 pohon/ha. Pohon-pohon telah dewasa dan produktivitas benihnya tinggi. Tegakan tersebut merupakan hutan alam sehingga memiliki variasi genetik yang tinggi. Sementara itu, kelemahan dari tegakan tersebut untuk dijadikan sebagai sumber benih diantaranya tegakan berada di kawasan hutan lindung, sehingga pemanfaatannya sebagai sumber benih memerlukan kebijakan khusus.

Dengan demikian, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tegakan kilemo terpilih yang berada di kawasan RPH Patuha, BKPH Ciwidey memiliki tinggi total pohon berkisar 6,0-12,5 m, dengan tinggi pohon rata-rata  $9,0 \pm 1,75$  m. Lebar proyeksi tajuk berkisar 1,81-8,65 m, dengan lebar rata-rata  $4,64 \pm 1,78$  m. Panjang tajuk berkisar 2,0-9,5 m, dengan panjang rata-rata  $4,90 \pm 1,64$  m. Taksiran produksi buah atau benih dari tegakan terpilih sekitar 3.549.653 butir/ha. Potensi tegakan tersebut untuk dijadikan sebagai sumber benih memiliki kelebihan dan kekurangan. Tegakan tersebut memiliki aksesibilitas sangat baik, berada di pinggir jalan, serta relatif rapat dengan jumlah total pohon sekitar 173 pohon/ha. Tegakan berada di kawasan hutan lindung, sehingga pemanfaatannya sebagai sumber benih memerlukan kebijakan khusus.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang membiayai sebagian dari kegiatan penelitian ini melalui Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa Tahun Anggaran 2010.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ali C. 2008. Teknik silvikultur jenis kilemo dan peningkatan produktivitas jenis kemenyan. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli. (Tidak dipublikasikan)
- Bhuinya T, Singh P, Mukherjee SK. 2010. *Litsea Cubeba* Medicinal Values - Brief Summary. *J Trop Med Plants* 11 (2): 179-183.
- Chena Y, Wang Y, Hana X et al. 2013. Biology and chemistry of *Litsea cubeba*, a promising industrial tree in China. *J Essent Oil Res* 25 (2): 103-111. Doi: 10.1080/10412905.2012.751559.
- Coppen JJW. 1995. Flavours and fragrances of plant origin. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia III. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Ho CL, Jie-Ping O, Liu YC et al. 2010. Compositions and in vitro anticancer activities of the leaf and fruit oils of *Litsea cubeba* from Taiwan. *Nat Prod Commun* 5 (4): 617- 620.
- Hoang SV, Baas P, Keller PJA. 2008. Uses and conservation of plant species in a national park – A case study of Ben En, Vietnam. *Econ Bot* 62: 574-593.
- Khan ML, Bhuyan P, Tripathi RS. 2005. Tripathi effects of forest disturbance on fruit set, seed dispersal and predation of Rudraksh (*Elaeocarpus ganitrus* Roxb.) in northeast India. *Curr Sci* 88 (1): 133-142.
- Khan ML, Bhuyan P, Singh ND. 2002. Growth of *Mesua ferrea* (Clusiaceae) in relation to light intensity. *J Trop For Sci* 14 (1): 35-48.
- Ko K, Juntarajumnong W, Chandrapatya A. 2009. Repellency, fumigant and contact toxicities of *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). *Kasetsart J (Nat Sci)* 43: 56-63.
- Muchtaridi, Apriyantono A, Subarna A et al. 2005. Analisis senyawa aktif dari minyak atsiri kulit batang kilemo (*Litsea cubeba* Lour. Pers.) yang menekan aktivitas lokomotor mencit. *Majalah Farmasi Indonesia* 16 (1): 63-69.
- Owens JN. 1995. Constraints to seed production: temperate and tropical forest trees. *Tree Physiol* 15: 477-484.
- Parra-Tabla V, Bullock SH. 2003. Exploring the limiting causes of fruit production in the tropical tree *Ipomoea wolcottiana* Rose (Convolvulaceae). *Plant Ecol* 166: 107-115.
- Pari G, Roliadi H, Setiawan D et al. 2006. Komponen kimia sepuluh jenis kayu tanaman dari Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24 (2): 89-101.
- Pramono AA, Palupi ER, Siregar IZ et al. 2016. Characteristics of surian flower, fruit and seed productions (*Toona sinensis* (A. Juss.) M. Roem.) in Sumedang, West Java. *Trop Life Sci Res* 27 (1): 77-91.
- Pramono AA. 2011. Produksi benih mindi (*Melia azedarach*) pada berbagai kelas diameter dan intensitas pruning di hutan rakyat di Jawa Barat. Prosiding Seminar Hasil-hasil Penelitian “Teknologi Perbenihan untuk Produktivitas Hutan Rakyat di Provinsi Jawa Tengah”. Balai Penelitian Tenologi Perbenihan Tanaman Hutan, Semarang, 20 Juli 2011.
- Prosea. 1999. Plant resources of South-East Asia 19. Essential-Oil Plants. Prosea Foundation, Bogor.
- Putri KP, Siregar N, Sanusi M et al. 2011. Kuantifikasi produksi buah tanaman hutan jenis ganitri (*Elaeocarpus ganitrusi*) dan kilemo (*Litsea cubeba*). Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan, Badan Litbang Kehutanan, Bogor.
- Putri KP, Putra PG. 2013. Hubungan karakter fisik pohon dan produksi polong malapari (*Pongamia pinnata* Merr.): studi kasus di alas purwo – Jawa Timur. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan* 1 (1): 1-13.
- Rostiwati T, Putri KP. 2012. *Review*: Status litbang tanaman kilemo (*Litsea cubeba* L. Person) di Indonesia. Seminar Nasional POKJANAS TOI XLII: “Penggalian, Pelestarian, Pemanfaatan, dan Pengembangan Tumbuhan Obat Indonesia untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat”. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 15-16 Mei 2012.
- Suwandhi I, Kusmana C, Suryani A et al. 2014. *Litsea cubeba* essential oil yield harvested from different habitat types on Mt. Papandayan, West Java, Indonesia. *J Math Fund Sci* 46 (3): 269-277.
- Sylviani, Elvida YS. 2010. Kajian potensi, tata niaga, dan kelayakan usaha budi daya tumbuhan *Litsea*. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 7 (1): 73-91.
- Zulnely, Kulsum U, Junaedi A. 2003. Sifat fisiko-kimia minyak kilemo (*Litsea cubeba*) asal Kuningan, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2 (3): 11-19.

## Pertumbuhan tanaman pulai (*Alstonia scholaris*) pada lahan bekas tambang batubara di Kalimantan Timur

### The growth of planted pulai (*Alstonia scholaris*) on ex-coal mine land in East Kalimantan

MAWAZIN, ADI SUSILO\*

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Jl. Gunung Batu No. 5, PO Box 165, Bogor 16610, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8633234; Fax.: +62-251-8638111. \*email: adisusilo@hotmail.com

Manuskrip diterima: 25 Agustus 2016. Revisi disetujui: 19 Desember 2016.

**Abstrak.** Mawazin, Susilo A. 2016. *Pertumbuhan tanaman pulai (Alstonia scholaris) pada lahan bekas tambang batubara di Kalimantan Timur. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 237-242.* Lahan bekas tambang batubara pada umumnya mengalami kerusakan seperti perubahan sifat fisik dan kimia tanah, terjadi pemadatan, kekurangan unsur hara, pH rendah, pengurangan mikroba tanah, perubahan suhu dan kelembaban, dan tidak bervegetasi. Kegiatan reklamasi bekas tambang membutuhkan jenis yang mampu beradaptasi, memiliki sifat cepat tumbuh, dan dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanahnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis pupuk terbaik dan efektivitas periode pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman pulai pada lahan bekas tambang batubara. Penelitian terdiri dari 3 perlakuan pupuk, yaitu pupuk bokasi 2 kg, kombinasi pupuk bokasi 2 kg + pupuk NPK 25 g, dan pupuk kandang 2 kg. Hasil penelitian menunjukkan tanaman pada umur 8 bulan persentase tumbuh tertinggi dicapai oleh perlakuan pupuk bokasi sebesar 91,5 %, dan pada umur 16 dan 24 bulan persentase tumbuh tertinggi dicapai oleh perlakuan pupuk kandang 2 kg, masing-masing sebesar 80,7 % dan 71,7 %. Pertumbuhan tinggi yang paling baik pada umur 8, 16, dan 24 bulan adalah perlakuan pupuk kandang 2 kg, berturut-turut sebesar 95,35 cm, 106,87 cm, dan 131,15 cm. Demikian juga pertumbuhan diameter tanaman terbesar pada umur 8, 16, dan 24 bulan dicapai oleh perlakuan pupuk kandang 2 kg, berturut – turut adalah 16,54 mm, 25,38 mm, dan 35,75 mm.

**Kata kunci:** Lahan bekas tambang batubara, pulai, pemupukan

**Abstract.** Mawazin, Susilo A. 2016. *The growth of planted pulai (Alstonia scholaris) on ex-coal mine land in East Kalimantan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 237-242.* Ex-coal mined land generally suffer impairment such as changes in physical and chemical properties of the soil, soil compaction, nutrient deficiencies, low pH, soil microbial reduction, changes in temperature and humidity, and unvegetated. Ex-coal mine reclamation activities require adaptable, fast-growing species which are able to improve soil physical and chemical properties. This study aims to determine the best fertilizer and effectiveness of fertilization on the growth of pulai (*Alstonia scholaris*) on ex-coal mined lands. The study consisted of three fertilizer treatments namely 2 kg Bokashi, a combination of Bokashi + NPK 25 g and 2 kg manure. The results showed that the best survival rate (91.5 %) of 8-month-old planted pulai was achieved by 2 kg Bokashi fertilizer treatment. Meanwhile, for 16 and 24 months old planted pulai the best survival rate was achieved by 2 kg manure treatment at about 80.7 % and 71.7 % respectively. Treatment of 2 kg manure also give the best result of high growth for 8, 16 and 24 months old planted pulai by 95.35 cm, 106.87 cm, and 131.15 cm respectively. Furthermore, it also gives the best result of diameter growth for 8, 16, and 24 months planted pulai by 16.54 mm, 25.38 mm and 35.75 mm respectively.

**Keywords:** *Alstonia scholaris*, coal mined lands, fertilization, pulai

## PENDAHULUAN

Selama satu dekade terakhir (2007-2017) salah satu ancaman terbesar hilangnya hutan di Kalimantan adalah pertambangan batu bara (Wulffraat 2013). Tercatat lebih dari 1.000.000 ha konsesi tambang di Kalimantan dimana 980.000 ha masih dalam tahap penelitian atau eksplorasi yang mengindikasikan bahwa potensi pertumbuhan ancaman terhadap menyusutnya luas hutan semakin besar (WWF 2011). Penambangan batubara dengan sistem tambang terbuka (*open pit mining*) dilakukan dengan cara pengupasan tanah untuk mengeluarkan bahan tambang yang berada dibagian bawahnya. Bekas tambang batu bara selalu berubah bentang alamnya (Cavender et al. 2014;

Hlava 2015) dan menyisakan kerusakan lingkungan jika tidak dilakukan reklamasi (Ejaz et al. 2014). Setelah 30 tahun ditambang, lahan bekas tambang yang dibiarkan begitu saja tidak ditumbuhi semai pohon pioner (Cavender et al. 2014). Suksesi terhambat karena lahan dikuasai oleh *invasif species* atau *non-native species* yang sudah mengalami naturalisasi (Cavender et al. 2014). Tumbuhan yang mendominasi lahan ini kemudian mengubah siklus hara, air dan mikroba tanah (Cavender et al 2014). Bahkan lahan bekas tambang yang secara sengaja ditanami dengan pohon lokal, rekolonisasi tumbuhan asli masih juga lambat (Zipper et al. 2011).

Lahan bekas galian tambang meskipun telah dilakukan penimbunan dengan tanah bekas galian, tanah lapisan atas

yang subur (*top-soil*) telah bercampur dengan tanah di bagian bawah (*sub-soil*). Karakteristik lahan bekas tambang batubara diantaranya adalah tempatnya terbuka, suhu tinggi, pH tanah rendah, tidak bervegetasi, dan degradasi mikroorganisme tanah (Rahmawaty 2002; Pratiwi et al. 2012).

Keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang antara lain ditentukan oleh pemilihan jenis yang tepat (Zipper et al. 2011) dan usaha memperbaiki sifat fisik dan kimia tanahnya (Zipper et al. 2011; Cavender et al. 2014; Hlava 2015). Pemilihan jenis didasarkan pada adaptabilitas, cepat tumbuh, dan diketahui teknik silvikultur (Adinugroho dan Sidiyasa 2009), karena tidak semua jenis mampu tumbuh dalam kondisi tersebut, meskipun jenis-jenis tersebut tumbuh baik pada lahan sebelum ditambang. Untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dapat dilakukan dengan pemupukan yang tepat.

Penelitian dilakukan dengan penanaman jenis pulai (*Alstonia scholaris*). Jenis ini mempunyai nilai ekonomi tinggi, jenis cepat tumbuh (*fast growing species*), serta mempunyai sebaran tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia (Soerianegara dan Lemmens 1994). Disamping itu jenis pulai termasuk jenis yang toleran terhadap berbagai-macam tanah dan habitat, dan dapat tumbuh di atas tanah dangkal (Jøker 2001).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui jenis pupuk terbaik dan efektivitas periode pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman pulai pada lahan bekas tambang batubara.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada lahan bekas tambang batu bara PT. Kitadin, yang termasuk Desa Embalut, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Penelitian dilaksanakan selama 24 bulan.



**Gambar 1.** Lokasi penelitian di PT Kitadin, Desa Embalut, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur

### Procedures

#### Persiapan penanaman

Survey lahan bekas tambang batubara yang telah dilakukan penimbunan dan telah ditanami tanaman penutup tanah jenis legum (*Legum cover crop*) yang berumur 6 bulan.

#### Penanaman

Pembuatan plot sebanyak sembilan buah plot masing-masing berukuran 12 m x 15 m. Setiap plot terdiri dari 20 pohon yang ditanam dengan jarak tanam 3 m x 3 m. Kemudian ajir dipasang pada setiap titik tanam diikuti dengan pembuatan lubang tanam pada setiap titik tanam dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm. Masing-masing lubang tanam diberikan pupuk sesuai perlakuan masing-masing seperti dijelaskan pada rancangan penelitian. Penanaman dilakukan dengan cara: menyobek *polybag* dengan hati-hati agar media tidak pecah, kemudian tanaman dimasukkan ke dalam lubang tanam, ditutup dengan media sampai lubang penuh. Apabila mengalami kekurangan media dapat diambilkan dari tanah bekas pembuatan lubang. Setelah penanaman selesai, diberikan mulsa berupa rumput dan daun pisang yang ada di sekitarnya, kemudian dilakukan penyiraman. Pemberian mulsa ini dimaksudkan untuk mengurangi penguapan dan mengurangi suhu tinggi.

#### Pengukuran Pertumbuhan

Setiap tanaman diberikan label dan batas dengan cat merah setinggi 10 cm dari permukaan tanah. Pemberian label dimaksudkan untuk memberikan kemudahan identifikasi, sedangkan pemberian batas cat dimaksudkan agar setiap pengukuran selalu dimulai dari titik yang sama. Respon yang diamati adalah persentase tumbuh tanaman, pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman.

#### Pengumpulan data

Pengamatan dilakukan setiap 8 bulan sekali, analisis data dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran tanaman pada tiga perlakuan pupuk pada umur 8, 16, dan 24 bulan, meliputi: (i) Persentase tumbuh dengan cara menghitung jumlah tanaman yang hidup dibandingkan dengan jumlah bibit yang ditanam dan dinyatakan dalam persen. (ii) Pertumbuhan tinggi dan diameter dengan cara mengukur pertambahan tinggi dan diameter tanaman setiap delapan bulan sekali sampai akhir pengamatan.

#### Rancangan percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan pupuk, yaitu pupuk bokasi 2 kg/tanaman, pupuk bokasi 2 kg + pupuk NPK 25 g/tanaman, dan pupuk kandang 2 kg/tanaman. Masing-masing perlakuan terdiri dari 20 tanaman dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga jumlah tanaman seluruhnya: 3 perlakuan x 3 ulangan x 20 tanaman adalah 180 tanaman. Perlakuan pemupukan dilakukan hanya sekali pada awal penanaman.

### Analisis data

Analisis data Untuk mengetahui pengaruh perlakuan pemupukan dilakukan analisis varians dengan model sebagai berikut:  $Y_{ij} = \mu + r_i + e_{ij}$ , dengan:  $Y_{ij}$  = rata-rata pengamatan pada ulangan ke- $i$ , dan pupuk ke- $j$ ;  $\mu$  = rata-rata umum;  $r_i$  = pengaruh ulangan ke- $i$ ; dan  $e_{ij}$  = galat. Jika analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Tukey (Steel dan Torrie 1980)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persentase tumbuh

Pengamatan persentase tumbuh dalam penelitian ini dilakukan setiap 8 bulan sekali yaitu pada umur 8, 16, dan 24 bulan. Hasil pengamatan disarikan pada tabel 1 dan Gambar 2. Persentase tumbuh tanaman yang tertinggi pada umur delapan bulan adalah perlakuan bokashi 2 kg, kemudian pupuk kandang 2 kg dan terendah adalah kombinasi pupuk bokasi 2 kg + NPK 25 g.

Persentase tumbuh yang terendah adalah perlakuan kombinasi pupuk bokasi 2 kg + NPK 25 g baik pada umur 8 bulan, 16 bulan, maupun 24 bulan. Hal ini kemungkinan dipengaruhi penggunaan pupuk an-organik yaitu NPK. Penggunaan pupuk an-organik dapat memberi keuntungan dan kerugian. Salah satu keuntungannya adalah dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan produksi tanaman. Sedangkan kerugiannya adalah penggunaan pupuk an-organik dapat menyebabkan mikroba tanah sulit mengurai bahan organik, bahkan penggunaan pupuk an-organik yang terus menerus dapat menyebabkan porositas tanah menurun.

Perlakuan pupuk kandang 2 kg dan pupuk bokashi 2 kg memberikan persentase tumbuh yang cukup tinggi di atas 65 % dan terkategori berhasil. Menurut Direktorat Bina Program Ditjen RRL Departemen Kehutanan, berdasarkan persentase tumbuhnya, penanaman dikatakan berhasil apabila persentase tumbuh tanaman pada umur satu tahun > 65 %, terkategori sedang berkisar antara 55 - 64 %, dan tidak berhasil < 54 %. Salah satu keuntungan pupuk organik adalah meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit dan tanaman akan tumbuh lebih baik dibanding tanpa bahan organik (Abadi 2003). Pemberian bahan organik pada tanaman akan memperbaiki rhizisfer yang dapat membantu meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit (Morgan et al. 2005) Perlakuan bokashi 2 kg + NPK 25 kg kemungkinan terjadi kelebihan bahan an-organik yang tidak terserap oleh tanaman, sehingga dapat menjadi racun bagi organisme penyubur tanah. Hal ini kemungkinan yang menyebabkan persentase tumbuhnya lebih rendah dibanding pupuk organik murni, baik bokashi 2 kg maupun pupuk kandang 2 kg.

Sidik ragam pengaruh perlakuan pupuk terhadap persentase tumbuh tanaman pada umur 8, 16, dan 24 bulan disajikan pada Tabel 2. Pengaruh perlakuan pemupukan berbeda nyata terhadap persentase tumbuh tanaman pulai pada umur 8 bulan dan 16 bulan, tetapi tidak berbeda nyata pada umur 24 bulan. Berdasarkan hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan berbeda nyata

terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pulai pada umur 8 bulan dan 16 bulan, tetapi perlakuan pemupukan tidak berbeda nyata pada umur 24 bulan. Perlakuan pemupukan berbeda nyata secara statistik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 8 bulan dan 16 bulan, tetapi tidak berbeda nyata pada umur 24 bulan. Tanaman untuk pertumbuhannya akan menyerap unsur hara tersedia, sehingga unsur hara tersedia semakin lama semakin berkurang. Pemupukan yang diberikan ini kemungkinan hanya efektif sampai umur tanaman 16 bulan, sehingga perlakuan pemupukan pada umur 24 bulan tidak berbeda nyata. Dwidjosepoetro (1996) menyatakan bahwa suatu tanaman akan tumbuh dengan subur apabila semua unsur yang diperlukan oleh tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup serta berada dalam bentuk yang siap diserap oleh tanaman.

Berdasarkan jenis pupuknya, pupuk kandang 2 kg memberikan pertumbuhan tinggi yang paling baik, kemudian diikuti pupuk bokashi 2 kg + NPK 25 g, dan pupuk bokashi 2 kg, baik pada umur 8, 16, dan 24 bulan. Hasil sidik ragam, menunjukkan pupuk kandang 2 kg dan bokashi 2 kg + NPK 25 g tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi umur 8 dan 16 bulan. Namun demikian pupuk kandang 2 kg dan bokashi 2 kg + NPK 25 g, keduanya tidak berbeda nyata dengan bokashi 2 kg. Berdasarkan hal tersebut, untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi pulai pada penanaman di lahan bekas tambang, dapat memberi pilihan menggunakan pupuk kandang 2 kg atau bokashi 2 kg + NPK 25 g. Pemilihan jenis pupuk dengan mempertimbangkan mudah diperoleh, tersedia dalam jumlah yang cukup, dan harganya murah.

Untuk mengetahui riap inggi tanaman pulai selama 8 bulan pertama dan selama 8 bulan kedua, disajikan pada Tabel 6. Pada umur 8 bulan perlakuan pupuk kandang 2 kg dan bokashi 2 kg tidak berbeda nyata terhadap persentase tumbuh tanaman, tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi pupuk bokasi 2 kg + NPK 25 g. Demikian juga pada umur 16 bulan perlakuan pupuk kandang 2 kg dan bokashi 2 kg tidak berbeda nyata terhadap persentase tumbuh tanaman, tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan kombinasi pupuk bokasi 2 kg + NPK 25 g. Sedangkan pada umur 24 bulan perlakuan pemupukan tidak berbeda nyata terhadap persentase tumbuh tanaman.

Penurunan persentase hidup tanaman pulai sampai umur 24 bulan disajikan pada Tabel 3. Persentase kematian tanaman menggambarkan ketahanan tanaman dalam beradaptasi dengan lingkungan tempat tumbuhnya. Semakin rendah tingkat kematian tanaman menunjukkan tanaman tersebut memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi.

Berdasarkan tingkat penurunan kematian tanaman, tingkat kematian yang paling rendah pada tanaman selama 8 bulan pertama adalah perlakuan bokashi 2 kg, kemudian diikuti pupuk kandang 2 kg, dan kematian tertinggi adalah kombinasi Bokasi + NPK 25 g. Sedangkan tingkat kematian selama 8 bulan kedua yang paling rendah adalah pupuk kandang 2 kg dan kombinasi Bokashi 2 kg + NPK 25 g, dan tingkat kematian yang paling tinggi selama 8 bulan kedua adalah perlakuan pupuk bokashi 2 kg. Tingkat

kematian selama 8 bulan ketiga yang paling rendah adalah pupuk bokashi 2 kg dan kombinasi pupuk Bokashi + NPK 25 g, dan tingkat kematian tertinggi adalah perlakuan pupuk kandang.

### Pertumbuhan tinggi

Hasil pengukuran tinggi tanaman umur 8, 16, dan 24 bulan di sarikan pada Tabel 4 dan Gambar 3. Pertumbuhan tinggi tanaman yang paling baik adalah perlakuan pupuk kandang 2 kg, kemudian diikuti kombinasi pupuk bokashi 2 kg + NPK 25 g, dan pertumbuhan tinggi terendah adalah perlakuan pupuk bokashi, seperti terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 2. Dari ketiga perlakuan tersebut, pupuk kandang 2 kg memberikan pertumbuhan tinggi yang paling baik dibanding dengan kedua perlakuan lainnya. Hal ini diduga pupuk kandang memiliki unsur hara yang lebih lengkap dan lebih mudah diserap oleh tanaman dibanding dengan kombinasi pupuk bokashi 2 kg + NPK 25 g dan pupuk bokashi 2 kg. Pupuk kandang merupakan pupuk yang lengkap, karena dapat menghasilkan unsur hara tersedia dan dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Chakraborty et. al. 2011; Lentz dan Lehrsch 2011). Sedangkan perlakuan bokashi 2 kg memberikan pertumbuhan tinggi yang terendah. Hal ini kemungkinan unsur hara yang terdapat pada bokashi belum dapat diserap dengan sempurna. Murwani dan Karyanto (2010), menyatakan salah satu kelemahan dari bokashi adalah unsur haranya sangat lambat tersedia, sehingga perlu dikombinasikan dengan pupuk an organik, mengingat pupuk an organik memiliki sifat dapat menyediakan unsur hara dengan cepat.

Sidik ragam pengaruh perlakuan pemupukan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pulai pada umur 8, 16 dan 24 bulan disajikan pada Tabel 3.

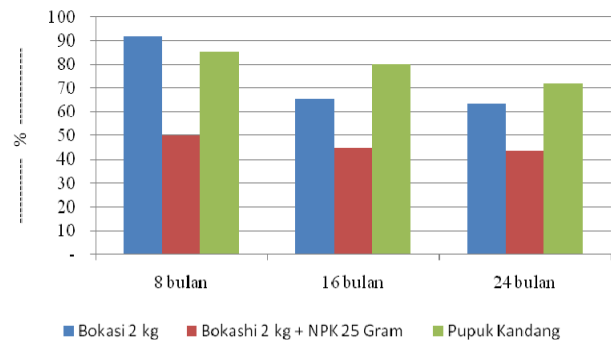
### Pertumbuhan diameter

Hasil pengukuran diameter tanaman pada umur 8, 16 dan 24 bulan disarikan pada Tabel 7 dan Gambar 4. Dari Tabel 7 dan Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan diameter tanaman yang paling besar adalah perlakuan pupuk kandang 2 kg, kemudian kombinasi pupuk bokashi 2 kg + NPK 25 g, dan pertumbuhan terendah adalah perlakuan pupuk bokashi baik pada tanaman berumur 8,16 maupun 24 bulan.

Sidik ragam pengaruh perlakuan pupuk terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 8, 16, dan 24 bulan disajikan pada Tabel 8. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter tanaman pulai baik pada umur 8, 16, maupun 24 bulan. Perlakuan pupuk kandang 2 kg memberikan respon pertumbuhan diameter yang terbaik, kemudian diikuti Bokashi + NPK 25 g, dan terendah Bokashi 2 kg. Pertumbuhan diameter yang paling baik dengan pupuk kandang ini, karena pupuk kandang mengandung bahan organik yang berguna untuk memacu pertumbuhan diameter. Samekto (2006) menyatakan bahwa penambahan jumlah bahan organik ke tanah dapat memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga akar tanaman dapat menyerap nutrisi dan air lebih baik untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan hal tersebut di atas perlakuan pemupukan yang diberikan pada lahan bekas tambang batubara sampai umur 24 bulan dianggap masih cukup efektif untuk memacu pertumbuhan diameter.

Riap diameter selama 8 bulan pertama dan 8 bulan kedua disarikan pada Tabel 9. Tabel 9 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk kandang 2 kg memberikan riap diameter yang paling besar, kemudian diikuti perlakuan kombinasi bokashi 2 kg + NPK 25 g, dan riap diameter yang paling kecil adalah perlakuan pupuk bokashi 2 kg.



**Gambar 2.** Persentase tumbuh tanaman pulai pada lahan bekas tambang batu bara

**Tabel 1.** Rata-rata persentase tumbuh pada berbagai perlakuan pupuk pada umur 8, 16, dan 24 bulan

Perlakuan	8 bulan	16 bulan	24 bulan
Bokashi 2 kg	91,7	65,0	63,3
Bokashi + NPK 25 g	50,0	45	43,4
Pupuk kandang 2 Kg	85,0	80,7	71,7

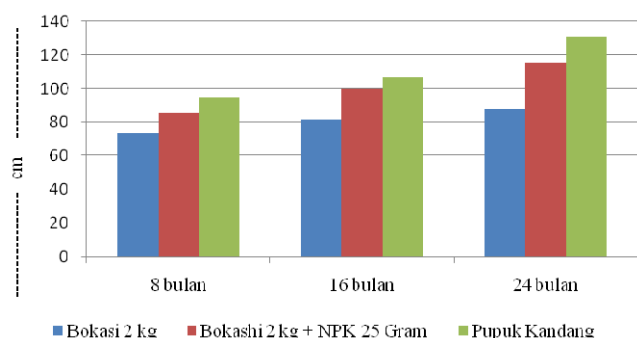
**Tabel 2.** Sidik ragam pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan diameter

Perlakuan	Tinggi anakan (cm) pada umur		
	8 BST **	16 BST *	24 BST tn
Bokasi 2 kg	91,67 bc	65,00 b	63,33
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	50,00 a	45,00 a	43,33
Pupuk kandang 2 kg	85,00 b	80,00 bc	71,67

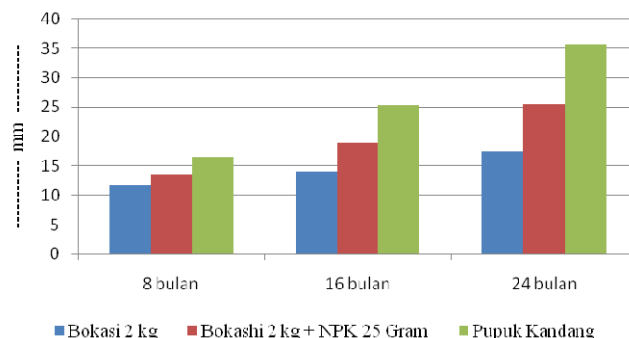
Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada masing-masing kolom berarti berbeda tidak nyata berdasarkan hasil uji BNT taraf 5 % dan 1 %. tn = Berbeda Tidak Nyata, \* = Berbeda Nyata, BST = Bulan Setelah Tanam

**Tabel 3.** Rata-rata tingkat kematian tanaman (%) setiap 8 bulan sampai umur 24 bulan

Perlakuan	8 bulan pertama	8 bulan kedua	8 bulan ketiga
Bokasi 2 kg	8,33	26,67	1,67
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	50,00	5,00	1,67
Pupuk kandang 2 kg	15,00	5,00	8,33



**Gambar 3.** Pertumbuhan tinggi pulai pada setiap periode pengukuran



**Gambar 4.** Pertumbuhan diameter pulai pada setiap periode pengukuran

**Tabel 4.** Rata-rata tinggi tanaman pulai pada umur 8, 16, dan 24 bulan

Perlakuan	Tinggi anakan (cm) pada umur		
	8 bulan pertama	8 bulan kedua	8 bulan ketiga
Bokasi 2 kg	73,31	82,06	87,88
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	88,50	99,63	115,09
Pupuk kandang 2 kg	95,35	106,87	131,15

**Tabel 5.** Sidik ragam pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan tinggi

Perlakuan	Tinggi anakan (cm) pada umur		
	8 BST	16 BST	24 BST
Bokasi 2 kg	73,31 a	82,06 a	87,88
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	88,50 b	99,63 b	115,09
Pupuk kandang 2 kg	95,35 bc	106,87 bc	131,15

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada masing-masing kolom berarti berbeda tidak nyata berdasarkan hasil uji BNT taraf 5 % dan 1 %. tn = Berbeda Tidak Nyata, \* = Berbeda Nyata, BST = Bulan Setelah Tanam

**Tabel 6.** Riap tinggi tanaman pulai selama 8 bulan pertama dan 8 bulan kedua

Perlakuan	Riap 1 (cm)	Riap 2 (cm)	Rata-rata (cm)
Bokashi 2 kg	8,54	16,29	12,41
Bokashi 2 kg + NPK 25 g	9,50	16,23	12,87
Pupuk kandang 2 kg	11,06	25,53	18,30

**Tabel 7.** Rata-rata diameter tanaman pulai (mm) pada umur 8, 16 dan 24 bulan

Perlakuan	8 bulan	16 bulan	24 bulan
Bokasi 2 kg	11,82	14,05	17,47
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	13,51	18,98	25,55
Pupuk kandang 2 kg	16,54	25,38	35,75

**Tabel 8.** Sidik ragam pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan diameter

Perlakuan	Tinggi anakan (cm) pada umur		
	8 BST	16 BST	24 BST
Bokasi 2 kg	11,82 a	14,05 a	17,47 a
Bokasi 2 kg + NPK 25 g	13,51 b	18,98 b	25,55 b
Pupuk kandang 2 kg	16,54 bc	25,38 bc	35,74 c

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama pada masing-masing kolom berarti berbeda tidak nyata berdasarkan hasil uji BNT taraf 1 %, tn = Berbeda Tidak Nyata, \*\* = Berbeda Sangat Nyata, BST = Bulan Setelah Tanam

**Tabel 9.** Riap diameter tanaman selama 8 bulan pertama dan 8 bulan kedua

Perlakuan	Riap 1 (mm)	Riap 2 (mm)	Rata-rata (mm)
Bokashi 2 kg	0,222	0,536	0,379
Bokashi 2 kg + NPK 25 g	0,593	0,644	0,618
Pupuk kandang 2 kg	0,905	1,026	0,965

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini di dedikasikan untuk Maming Iriansyah (alm.) yang memulai penelitian ini tetapi tidak berkesempatan menyelesaikannya. Penelitian didanai oleh Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kalimantan Timur. Penulis mengucapkan terimakasih kepada P.T Kitadin atas bantuannya. Ucapan yang sama ditujukan kepada Aan Ardiansyah yang membantu pengumpulan data di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi AL. 2003. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Bayumedia, Malang.  
 Adinugroho WC, Sidiyasa K. 2009. Restorasi lahan bekas tambang batubara. Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang Batubara. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda.

- Cavender N, Byrd S, Bechtoldt CL, Bauman JM. 2014. Vegetation Communities of a Coal Reclamation Site in Southeastern Ohio. *Northeastern Nat* 21 (1): 31-46
- Chakraborty A, Chakrabarti K, Chakraborty A, Ghosh S. 2011. Effect of long-term fertilizers and manure application on microbial biomass and microbial activity of a tropical agricultural soil. *Biol Fertil Soils* 47: 227-233.
- Ejaz S, Camer GA, Anwar K, Ashraf M. 2014. Monitoring impacts of air pollution: PIXE analysis and histopathological modalities in evaluating relative risks of elemental contamination. *Ecotoxicology* 23: 357-369.
- Hlava J, Hlavová A, Hakl J, Fér M. 2015. Earthworm responses to different reclamation processes in post opencast mining lands during succession. *Environ Monit Assess* 187: 4108
- Joker D. 2011. Informasi Singkat Benih . Diterjemahkan oleh Forest Seed Project. 2011. Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan, Bandung.
- Lentz RD, Lehrs GA. 2011. Net nitrogen mineralization from past years' manure and fertilizer applications. *Soil Sci Soc Am J* 76: 1005-1015.
- Murwani S, Karyanto A. 2010. Pengaruh pupuk kandang dan pola tanaman sayuran di sela kopi muda terhadap populasi dan biomasa cacing tanah. Dalam: Hasibuan R, Susilo, Swibawa, Karyanto, Budiono, Setyaningrum, Fitriana D (eds.) *Prosiding Seminar Nasional Keragaman Hayati Tanah I, Pengelolaan Keragaman Hayati Tanah Untuk Menunjang Keberlanjutan Produksi Pertanian Tropika*. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Morgan JAW, Bending GD, White PJ 2005. Biological cost and benefits to plant-microbe interactions in the rhizosphere. *J Exp Bot* 56: 1729-1739.
- Pratiwi, Santoso E, Turjaman M. 2012. Penentuan dosis pembenah (*amelioran*) untuk perbaikan tanah dari tailing pasir kuarsa sebagai media tumbuh tanaman hutan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5 (9): 163-174
- Rahmawaty. 2002. Restorasi Lahan Bekas Tambang Berdasarkan Kaidah Ekologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ (eds.) 1993. *Plant Resources of SouthEast Asia No. 5 (1). Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, Netherlands.
- Steel RGD, Torrie JH. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. 2nd ed. McGraw-Hill Publishing Company. New York.
- Wulffraat S, Morrison J. 2013. Measuring biological indicators for status assessment of the heart of Borneo. *Environ Conserv* 40 (3): 277-286.
- WWF. 2011. *Business Solutions: Delivering the Heart of Borneo Declaration*. WWF Indonesia, Jakarta.
- Zipper CE, Burger JA, Skousen JG, Angel PN, Barton D, Davis V, Franklin JA. 2011. Restoring forests and associated ecosystem services on Appalachian coal surface mines. *Environ Manag* 47: 751-765.

# Kebun Raya Samosir: Studi tentang kekayaan flora dan potensinya

## Samosir Botanical Gardens: Study on flora resource and its potential

SRI HARTINI, SAHROMI<sup>✉</sup>

Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, Jawa Barat. Tel./Fax.: +62-251-8322187, ✉email: ssahromi@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 25 Agustus 2016. Revisi disetujui: 20 Desember 2016.

**Abstrak.** Hartini S, Sahromi. 2016. Kebun Raya Samosir: Studi tentang kekayaan flora dan potensinya. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 243-249. Kebun raya baru akan dibangun di Pulau Samosir, Sumatera Utara. Luasnya sekitar 100 hektar. Sebelumnya lokasi ini merupakan tempat penggembalaan kerbau masyarakat sekitar. Meskipun demikian di lokasi ini masih cukup banyak jenis tumbuhan yang dapat ditemukan. Banyak diantara jenis-jenis tersebut bahkan memiliki manfaat atau potensi yang belum dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari oleh masyarakat sekitar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginventarisasi jenis-jenis tumbuhan berpotensi yang terdapat di calon Kebun Raya Baru Samosir. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif, yaitu dengan cara menjelajahi kawasan yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak kurang dari 48 jenis tumbuhan berpotensi ditemukan di lokasi ini. Potensi dari jenis yang ditemukan antara lain sebagai penghasil kayu (*Mallotus muticus*, *Senna siamea*, *Erythrina subumbrans*, *Macadamia hildebrandii*, *Omalanthus populneus*, *Celtis rigescens*, *Paraserianthes falcataria*, *Rhamnus nepalensis*, *Artocarpus integer*, *Toona sureni*, *Ceiba pentandra*), penghasil buah-buahan (*Arenga pinnata*, *Artocarpus integer*, *Durio zibethinus*, *Elaeagnus latifolia*, *Ficus drupacea*, *Macadamia hildebrandii*, *Mangifera foetida*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Rhodomyrtus tomentosus*), tanaman hias (*Melastoma malabathricum*, *Lantana camara*, *Pinus merkusii*, *Jussieua peruviana*, *Callicarpa arborea*, *Agave angustifolia*, *Monochoria hastata*, *Rhodomyrtus tomentosus*, *Etilingera elatior*, *Nepenthes tobaica*, *Coelogyne asperata*, *Drynaria rigidula*, *Clerodendrum serratum*, *Lonicera japonica*, *Cyathea contaminans*, *Saurauia vulcani*, *Schefflera elliptica*, *Arundina graminifolia*, *Spathoglottis plicata*, *Selliguea triloba*, *Vaccinium varingiaefolium*, *Scirpus lacustris*), obat tradisional (*Melastoma malabathricum*, *Lantana camara*, *Dicranopteris linearis*, *Mimosa pudica*, *Erythrina subumbrans*, *Syzygium aromaticum*, *Psidium guajava*, *Rhodomyrtus tomentosus*, *Etilingera elatior*, *Nepenthes tobaica*, *Lygodium microphyllum*, *Cyathea contaminans*, *Blechnum orientale*, *Drynaria rigidula*), serta tumbuhan rempah (*Syzygium aromaticum*, *Etilingera elatior*, *Aleurites moluccana*).

**Kata kunci:** Flora, Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

**Abstract.** Hartini S, Sahromi. 2016. *Samosir Botanical Gardens: Study on flora resource and its potential*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 243-249. The new botanical garden will be built on the Samosir island, North Sumatra. Covers area approximately 100 hectares. The previous location was buffalo pasture used by surrounding communities. Nevertheless at this location is still quite a lot of plants that can be found. Many of these species even have benefits or potential that have not been utilized daily by the community. The purpose of this study was to inventory potentially plant species which found in New Samosir Botanical Garden that will be built. The method used in this study was exploratory, that was by exploring the area studied. The results showed that no less than 48 species of plants had the potential have been found at this location. Potential types found as timber (*Mallotus muticus*, *Senna siamea*, *Erythrina subumbrans*, *Macadamia hildebrandii*, *Omalanthus populneus*, *Celtis rigescens*, *Paraserianthes falcataria*, *Rhamnus nepalensis*, *Artocarpus integer*, *Toona sureni*, *Ceiba pentandra*), producer of fruits (*Arenga pinnata*, *Artocarpus integer*, *Durio zibethinus*, *Elaeagnus latifolia*, *Ficus drupacea*, *Macadamia hildebrandii*, *Mangifera foetida*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Psidium guajava*, *Rhodomyrtus tomentosus*), ornamental plants (*Melastoma malabathricum*, *Lantana camara*, *Pinus merkusii*, *Jussieua peruviana*, *Callicarpa arborea*, *Agave angustifolia*, *Monochoria hastata*, *Rhodomyrtus tomentosus*, *Etilingera elatior*, *Nepenthes tobaica*, *Coelogyne asperata*, *Drynaria rigidula*, *Clerodendrum serratum*, *Lonicera japonica*, *Cyathea contaminans*, *Saurauia vulcani*, *Schefflera elliptica*, *Arundina graminifolia*, *Spathoglottis plicata*, *Selliguea triloba*, *Vaccinium varingiaefolium*, *Scirpus lacustris*), traditional medicines (*Melastoma malabathricum*, *Lantana camara*, *Dicranopteris linearis*, *Mimosa pudica*, *Erythrina subumbrans*, *Syzygium aromaticum*, *Psidium guajava*, *Rhodomyrtus tomentosus*, *Etilingera elatior*, *Nepenthes tobaica*, *Lygodium microphyllum*, *Cyathea contaminans*, *Blechnum orientale*, *Drynaria rigidula*), and herbs spices (*Syzygium aromaticum*, *Etilingera elatior*, *Aleurites moluccana*).

**Keywords:** Plants, Samosir Botanical Gardens, North Sumatra

### PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini masalah tentang ancaman menurunnya keanekaragaman hayati telah memaksa kita untuk segera melakukan konservasi dalam upaya mengurangi kepunahan

suatu jenis. Beberapa hal yang disinyalir menjadi faktor penyebab menurunnya keanekaragaman hayati adalah akibat peningkatan jumlah populasi manusia yang berdampak pada kerusakan lingkungan, terutama di daerah tropis (Wilson 1988). Adanya aktivitas manusia dalam

pembangunan, penebangan pohon, penambangan, pertanian dan berbagai perubahan fungsi hutan lainnya telah mengakibatkan tekanan terhadap habitat alam dan jenis keragaman biologi yang hidup di dalamnya. Habitat dataran rendah dan lahan basah (wetlands) adalah kawasan yang paling rawan terhadap ancaman karena daerah tersebut paling mudah di akses untuk pembangunan pertanian (Bappenas 1993).

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, sehingga mendapat julukan sebagai Megadiversity Country. Keanekaragaman hayati ini mencakup ekosistem, jenis dan genetis yang berada di darat, perairan tawar, laut maupun di pesisir laut. Dalam hal keanekaragaman tumbuhan, Indonesia menduduki peringkat lima besar di dunia, yaitu memiliki lebih dari 38.000 jenis tumbuhan (55% endemik). Dari segi keanekaragaman tumbuhan palem, Indonesia menduduki peringkat kedua di dunia, kurang lebih ada 477 jenis dan 225 jenis diantaranya endemik (Bappenas 2003). Diduga lebih dari 10.000 jenis tumbuhan berbiji terdapat di hutan-hutan dataran rendah Sumatera (Whitten et al. 1984).

Usaha untuk menyelamatkan keanekaragaman hayati (biodiversitas) dari kepunahan telah dilakukan antara lain dengan membuat kebijakan dalam bentuk aturan dan konvensi baik di tingkat nasional maupun internasional. Di tingkat nasional, berdasarkan PP. No. 8/1999 LIPI (Puslit Biologi) yang ditetapkan sebagai pemegang "Scientific Authority" telah mengeluarkan beberapa daftar jenis yang langka, baik hewan maupun tumbuhan. Di tingkat internasional, dalam pertemuan Subsidiary Body on Scientific Technical and Technological Advice (SBSTTA) tahun 2002 ditetapkan 16 target Global Strategy for Plant Conservation. Target 1 menetapkan bahwa pada tahun 2010 flora dunia akan terdokumen dilengkapi dengan nama lokal. Sedangkan pada Target 8 dinyatakan bahwa 60% tumbuhan langka harus dikonservasi secara ex-situ dan 10% dari jumlah yang dikonservasi masuk dalam program recovery maupun restoration.

Berkaitan dengan Target 1 dan 8 tersebut di atas, maka pendokumentasian flora khususnya di kawasan calon Kebun Raya Samosir dan umumnya di Kabupaten Samosir menjadi hal yang sangat diperlukan dengan adanya pembangunan Kebun Raya di Kabupaten Samosir, Sumatera Utara. Kegiatan analisis vegetasi merupakan langkah awal yang perlu dilakukan.

Hutan yang tersisa di lokasi ini hanya terdapat di lipatan lembah yang susah terjangkau baik oleh manusia maupun hewan, sedang di tempat lainnya sebagian besar hanya merupakan padang rumput dengan beberapa pohon kecil atau besar. Beberapa lembah dijadikan masyarakat untuk bertanam padi dan cengkeh. Ada daerah bukit yang ditanami kopi namun kondisinya sekarang sudah tidak diurus sehingga tanaman kopinya dalam keadaan merana.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari lebih jauh tentang kegunaan dan potensi dari jenis-jenis tumbuhan yang terdapat di lokasi calon Kebun Raya Samosir. Hasil dari studi ini diharapkan dapat dijadikan data awal kekayaan flora di lokasi tersebut dan dapat dijadikan panduan tentang koleksi di Kebun Raya ini di masa yang akan datang.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kawasan calon Kebun Raya Samosir di Sumatera Utara. Kebun Raya Samosir terletak di Desa Sigarantung, Kecamatan Simanindo, Kabupaten Samosir pada bulan April 2011. Lokasi Kebun Raya Samosir merupakan lahan adat milik keluarga Sidabutar yang luasnya kurang lebih 100 hektar. Lokasi Kebun Raya Samosir merupakan tempat penggembalaan kerbau yang telah dilakukan sejak dahulu sampai sekarang. Secara umum kondisi kawasan ini berupa sebuah bukit dengan beberapa lembah dengan kondisi yang sangat terbuka. Ketinggian tempat di lokasi ini sekitar 1.002-1.050 m dpl dengan kemiringan 0-85%. Kemiringan terendah terdapat di puncak-puncak bukit, sedang kemiringan terbesar terdapat di sisi timur kawasan yang berbatasan dengan perkampungan di dekat danau. Jenis tanah di lokasi merupakan tanah ambula yaitu sejenis tanah lempung yang sangat susah ditembus air. PH tanah yang terukur di beberapa kawasan yang dijelajahi berkisar antara 3,8-5,9. Suhu udara rata-rata selama kegiatan dilakukan mulai dari pagi, siang sampai malam hari masing-masing 18°C, 27°C, dan 22°C. Sedang kelembaban udara rata-rata mulai dari pagi, siang sampai malam hari masing-masing 100%, 80%, dan 100%.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksploratif, yaitu dengan menjelajahi seluruh kawasan yang diteliti. Jenis-jenis yang ditemukan dicatat namanya dan untuk jenis yang belum diketahui nama jenisnya dibuat spesimen herbariumnya untuk diidentifikasi lebih lanjut.

Parameter pengamatan di lapangan yang digunakan adalah ciri morfologi jenis yang diamati, data mikro dan makroklimat, serta kegunaan atau potensinya. Penggalian kegunaan dari masing-masing jenis juga dilakukan dengan mengacu pada beberapa pustaka seperti Burkill (1966); Heyne (1987); Perry (1980); Verheij and Coronel (1992); De Padua et al. (1999). Pengamatan ekologi dilakukan dengan cara mengamati, mengetahui, mengukur antara lain letak koleksi, habitat, ketinggian tempat, pH tanah, suhu udara harian rata-rata, dan kelembaban harian rata-rata, dan lain-lain. Data ekologi ini sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi alami jenis-jenis untuk menentukan strategi konservasinya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hutan alami yang tersisa di lokasi calon Kebun Raya Samosir hanya terdapat di lipatan lembah yang susah terjangkau baik oleh manusia maupun hewan, sedang di tempat lainnya sebagian besar hanya merupakan padang rumput dengan beberapa pohon kecil atau besar. Beberapa lembah dijadikan masyarakat untuk bertanam padi dan cengkeh, serta ada salah satu puncak bukit yang ditanami kopi. Keragaman flora yang ada sangat rendah. Jenis-jenis yang terdapat di lokasi tersebut sebagian merupakan flora asli daerah tersebut dan sebagian merupakan jenis yang ditanam. Di kawasan ini masih dapat dijumpai pohon-pohon dengan ukuran besar seperti *Pinus merkusii*, *Arenga*

*pinnata*, *Celtis rigescens*, *Erythrina subumbrans*, dan *Paraserianthes falcataria*. Sedang tumbuhan perdunya berasal dari suku Rubiaceae, Euphorbiaceae, Myrsinaceae, Moraceae, dan Bignoniaceae. Tumbuhan bawah atau semak yang sangat mendominasi banyak tempat adalah *Melastoma malabathricum*, *Clidemia hirta*, *Dicranopteris linearis*, dan *Lantana camara*. Jenis-jenis tumbuhan epifit seperti anggrek dan tumbuhan paku sangat sedikit ditemukan. Salah satu jenis anggrek epifit yaitu *Coelogyne asperata* hanya ditemukan tumbuh di tanah disela-sela tumbuhan bawah. Beberapa tumbuhan air tumbuh di tempat-tempat yang berair, seperti di kubangan-kubangan air serta di area persawahan yaitu jenis *Monochoria hastata*, *Scirpus lacustris* dan *Cyperus* sp. (Hartini 2008).

Hasil inventarisasi di lokasi calon Kebun Raya Samosir ditemukan tidak kurang dari 75 jenis tumbuhan yang terdiri atas semak, perdu, maupun pohon yang termasuk tumbuhan umum, anggrek, maupun paku-pakuan (Hartini 2008). Berdasarkan hasil pengamatan, wawancara dengan penduduk setempat dan hasil penelusuran pustaka diketahui setidaknya 48 jenis flora yang berguna atau memiliki potensi antara lain sebagai penghasil kayu, penghasil buah-buahan, tanaman hias, obat tradisional, dan lain-lain. Rincian dari jenis beserta potensinya diuraikan di bawah ini.

#### Penghasil kayu

Meskipun lokasi calon Kebun Raya Samosir secara umum hanya merupakan sebuah perbukitan dengan beberapa lembah dan kondisinya yang sangat terbuka, namun masih ada beberapa hutan kecil yang tersisa di lembah-lembah yang susah dijangkau baik oleh manusia maupun hewan. Jenis-jenis yang terdapat di hutan-hutan tersebut sebagian merupakan flora asli daerah itu dan sebagian merupakan jenis yang ditanam. Di kawasan ini masih dapat dijumpai pohon-pohon dengan ukuran besar seperti *Pinus merkusii*, *Arenga pinnata*, *Celtis rigescens*, *Erythrina subumbrans*, dan *Paraserianthes falcataria*. Selain itu juga ada beberapa jenis tumbuhan perdu. Dari sekian jenis pohon dan perdu yang ada, beberapa diantaranya menghasilkan kayu yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti sebagai bahan bangunan, bahan kerajinan, perabot rumah tangga, dan lain-lain (Tabel 1).

*Senna siamea* nama sejenis pohon penghasil kayu keras yang termasuk suku Fabaceae. Pohon ini sering ditanam sebagai peneduh tepi jalan dan dikenal dengan nama johar. Kayu johar termasuk ke dalam kayu keras dan cukup berat (B.J.O,6—1,01 pada kadar air 15%). Gubalnya berwarna keputihan, jelas terbedakan dari kayu terasnya yang coklat gelap hingga kehitaman, berbelang-belang kekuningan. Kayu terasnya sangat awet (kelas awet I), sedangkan gubalnya lekas rusak dimakan serangga. Kayu johar juga tergolong kuat (kelas kuat I atau II), sehingga disukai dalam pembuatan jembatan dan tiang bangunan. Warna dan motifnya yang indah menjadikan kayu ini digemari dalam pembuatan mebel dan panel dekoratif; sayangnya kayu johar tergolong sukar dikerjakan karena kekerasannya (Heyne 1987).

*Paraserianthes falcataria* atau sengon laut adalah nama sejenis pohon penghasil kayu anggota suku Fabaceae. Pohon yang diklaim memiliki pertumbuhan tercepat di dunia ini, dapat mencapai tinggi 7 m dalam waktu setahun. Jenis ini menghasilkan kayu ringan yang berwarna putih, cocok untuk konstruksi ringan, peti-peti pengemas, papan partikel dan papan lapis. Kayunya termasuk ke dalam kayu ringan yang memiliki berat jenis sekitar 0,33. Kayu ini termasuk ke dalam kelas kuat IV-V, dan kelas awet IV-V, cukup mudah diawetkan dan mudah pula dikeringkan meskipun pada kayu yang seratnya tidak lurus mudah terjadi pencekungan dan pemilinan. Sengon laut juga kerap ditanam sebagai tanaman hias, pohon peneduh dan pelindung di perkebunan, pengendali erosi, pupuk hijau, serta sebagai penghasil kayu bakar. Daun-daunnya dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak (ayam dan kambing). Pepagannya menghasilkan zat penyamak, yang digunakan sebagai ubar jala (Heyne 1987; Martawijaya et al. 1989).

#### Penghasil buah-buahan

Selain tumbuhan penghasil kayu, terdapat beberapa jenis tumbuhan yang ada di lokasi calon Kebun Raya Samosir merupakan penghasil buah-buahan (Tabel 2). Jenis buah-buahan ini sebagian besar telah dikonsumsi oleh masyarakat dan bahkan dijual di pasar-pasar, seperti nangka (*Artocarpus integer*), durian (*Durio zibethinus*), mangga (*Mangifera indica*), dan apokat (*Persea americana*).

*Elaeagnus latifolia* merupakan tumbuhan dari suku Elaeagnaceae yang tingginya hanya sekitar 3 m. Buahnya dapat dimakan mentah maupun dengan dimasak dulu. Buah masakanya berwarna merah, memiliki satu biji yang berukuran cukup besar. Buah mengandung vitamin A,C,E dan mineral (Seal 2012).

*Rhodomyrtus tomentosus* (Aiton) Hassk. merupakan jenis dari suku Myrtaceae. Jenis ini dikenal dengan nama downy myrtle, rose myrtle, harendong sabrang, kemunting, atau kermunting bekakang. Jenis ini biasanya tumbuh liar di kawasan Asia Tenggara, India, Sri Lanka, dan China Selatan. Di alam biasanya tumbuh di tempat terbuka, di daerah berpasir yang sudah rusak, di sepanjang pantai dan sungai sampai ketinggian 1.300 m dpl. Di calon Kebun raya Samosir jenis ini tumbuh menyebar di seluruh kawasan. Buahnya dapat dimakan. Di Malaysia buahnya untuk obat desentri dan diare. Seduhan daun dan akarnya untuk obat diare dan sakit maag. Di Indonesia remasan daunnya untuk obat luka baru. Budidayanya sebagai tanaman hias telah dilakukan (De Padua et al. 1999).

*R. tomentosa* merupakan semak atau pohon kecil yang selalu hijau, tinggi sampai 4 m, ranting, daun dan perbungaan diselimuti oleh bulu-bulu halus berwarna putih atau kekuningan. Daun elips atau jorong, bunga berwarna ungu cerah dan buah berbentuk bulat memanjang yang berasa manis saat masak.

#### Tumbuhan hias

Beberapa jenis yang terdapat di lokasi calon Kebun Raya Samosir juga berpotensi sebagai tanaman hias (Tabel 3). Beberapa jenis diantaranya bahkan sudah umum ditanam di halaman rumah penduduk maupun di halaman penginapan-

penginapan di sekitar lokasi, seperti *Lantana camara*, *Pinus merkusii*, *Agave angustifolia*, *Cyathea contaminans*, *Saurauia vulcani* dan *Vaccinium varingiaefolium*.

*Nepenthes tobaica* Danser merupakan salah satu jenis anggota suku Nepenthaceae yang tersebar banyak di sekitar Danau Toba. Jenis ini sangat dekat dengan *N. angasanensis*, *N. gracilis*, *N. miki*, dan *N. reinwardtiana*. Jenis ini dikenal dengan nama daerah tahul-tahul, cerek-cerek, gabuak hantu, kuran-kuran, ketakong, kantong baruak, dan kantong kera. Jenis ini merupakan tumbuhan memanjat, panjang rata-rata 2 m, jarang yang sampai 6 m. Daun memeluk batang atau bertangkai sangat pendek, berbentuk lanset sampai pita, panjang 3-20 cm dan lebar 0,5-2,5 cm, ujung runcing, pangkal melebar, tepi rata. Tinggi kantong 4-8 cm, bagian bawah membulat lalu menyempit ke arah atas. Warna kantong hijau, hijau kecoklatan, atau coklat kemerahan. Mulut kantong berbentuk bulat telur, bibir tipis sampai melebar, bergaris-garis. Penutup berbentuk bulat telur. Bunga majemuk tandan. Buah bulat panjang, biji halus seperti benang. Jenis ini berpotensi untuk tanaman hias. Batangnya untuk bahan pengikat. Cairan dalam kantong yang masih tertutup untuk obat pencuci mata. Jenis ini mempunyai status kelangkaan resiko rendah (IUCN 2016).

*Vaccinium varingiaefolium* (Bl.) Miq. yang merupakan tumbuhan dengan nama daerah Leu-leu dan termasuk suku Ericaceae ini mempunyai perawakan semak sampai pohon, tinggi dapat mencapai 10 m dan batang dapat mencapai panjang 5m sebelum pada akhirnya bercabang banyak dan membentuk tajuk yang bagus. Kayunya sangat keras. Daun agak tebal, bentuk jorong sampai lanset. Daun muda berwarna kemerahan, kemudian akan berubah menjadi orange, kekuningan dan akhirnya hijau. Perbungaan di ujung, bentuk malai. Buah bulat, dapat dimakan (Backer and Bakhuizen 1965). Jenis ini tersebar di seluruh Jawa di atas 1.350 m dpl, namun umum ditemukan pada 1.800-3.340 m dpl. Meskipun belum dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, namun jenis ini berpotensi sebagai tanaman hias.

### Tumbuhan obat

Selain jenis-jenis yang berpotensi sebagai pengasil kayu, penghasil buah-buahan dan sebagai tanaman hias, juga terdapat jenis-jenis yang berpotensi sebagai obat tradisional (Tabel 4). Meskipun sekarang sudah jaman modern dimana obat produksi pabrik sudah menyebar ke pelosok tanah air, namun penduduk di sekitar calon Kebun Raya Samosir masih ada yang menggunakan tumbuhan sebagai obat. Diantara tumbuhan yang dipakai sebagai obat tradisional antara lain *Melastoma malabathricum*, *Erythrina subumbrans*, *Syzygium aromaticum*, *Psidium guajava*, dan *Etilingera elatior*.

*Dicranopteris linearis* biasanya disebut dengan nama paku resam atau paku andam. Di daerah Samosir dikenal dengan nama sapilpil. Tumbuhan ini sangat mudah dikenali karena percabangan batangnya yang khas. Biasanya jenis ini tumbuh sangat lebat menutupi lahan yang ditumbuhinya. Batangnya selalu bercabang menggarpu,

begitu seterusnya sampai seluruh tumbuhan menutupi tempat tumbuhnya. Biasanya bila paku resam sudah tumbuh di suatu tempat, jenis tumbuhan lain susah tumbuh di tempat tersebut. Meski tidak dibudidayakan, paku resam sudah dimanfaatkan orang. Kulit batangnya dapat digunakan sebagai bahan baku kerajinan tangan. Bagian dalam batangnya dianyam untuk membuat kopiah. Batangnya juga dapat digunakan sebagai mata pisau. Selain itu tumbuhan ini juga digunakan sebagai obat tradisional seperti obat asma, batuk, memar, luka bakar, dan keseleo. Remasan daunnya untuk obat luka. Seduhan daunnya untuk obat demam (de Winter and Amorosa 1992).

*Lygodium microphyllum* oleh masyarakat sekitar kawasan dikenal dengan nama akar kawek karena memiliki batang yang kuat berbentuk bulat yang mirip seperti kawat. Jenis ini merupakan tumbuhan paku yang dapat berukuran besar dengan akar rimpang yang menjalar pendek. Tumbuhan ini mempunyai daun steril dan fertil. Anak daun pada daun steril berbentuk bulat telur sampai bulat telur memanjang, panjang sampai 2,5 cm, bagian pangkal berbentuk hati, bagian tepi bergerigi. Sedang anak daun pada daun fertil berbentuk segitiga, bagian pangkal rata dan bagian ujung membulat, ukuran lebih kecil dari daun steril. Jenis ini sudah banyak dimanfaatkan. Batangnya digunakan untuk membuat tali dan keranjang. Selain itu juga digunakan sebagai obat sariawan usus, disentri, demam, penyakit kulit, cacar air, dan pembengkakan. Daun mudanya juga dapat dimanfaatkan sebagai sayuran (de Winter and Amorosa 1992).

*Blechnum orientale* merupakan anggota suku Blechnaceae yang dikenal dengan nama paku lipan, paku leucir, atau paku lubang. Jenis ini memiliki akar rimpang yang membentuk batang agak tegak yang kuat, panjang 6-300 cm, diameter 4-5 cm, ditutupi oleh sisik-sisik berwarna coklat tua. Daun-daun hampir sama, majemuk; tangkai daun sampai 70 cm, berwarna keunguan saat muda, bersisik di bagian pangkal; helaian daun lanset sampai jorong, panjang sampai 200 cm dan lebar sampai 54 cm, tulang daun coklat sampai merah jambu, gundul atau dengan sedikit rambut. Jenis ini memiliki banyak kegunaan. Daun mudanya dimakan sebagai sayur. Akar rimpangnya dapat dimakan disamping digunakan sebagai diaphoretik, aromatik, aperatif, dan obat bisul, serta obat gangguan pada saluran kencing. Tumbuhan ini juga telah dibudidayakan sebagai tanaman hias (de Winter and Amorosa 1992).

### Tumbuhan rempah

Beberapa tumbuhan yang terdapat di lokasi calon Kebun Raya Samosir diketahui bermanfaat sebagai tumbuhan penghasil rempah (Tabel 5). *Etilingera elatior*, *Syzygium aromaticum* dan *Aleurites moluccana* merupakan jenis-jenis yang sering dipakai dalam masakan. Karena tingginya penggunaan biji dalam kehidupan sehari-hari, *Aleurites moluccana* sudah banyak ditanam penduduk. Sepanjang perjalanan dari Simanindo ke Pangururan, tanaman kemiri tumbuh subur di pekarangan-pekarangan penduduk.

**Tabel 1.** Jenis-jenis tumbuhan penghasil kayu yang terdapat di Lokasi calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

Nama jenis	Nama daerah*	Kegunaan*
<i>Mallotus muticus</i> (Mull.Arg.) Airy Shaw.	Simar sotul-sotul	Bahan bangunan.
<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby.	Jior	Bahan bangunan.
<i>Erythrina subumbrans</i> (Hassk.) Merr.	Dap dap	Bahan kerajinan.
<i>Macadamia hildebrandii</i> V. Steenis forma 1	Makadame	Bahan bangunan.
<i>Omalanthus populneus</i> (Geiseler) Pax.	Andulpak	Bahan kerajinan.
<i>Celtis rigescens</i> (Miq.) Planch.	Bittatar	Bahan bangunan.
<i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) I.C.Nielsen	Rappa	Bahan bangunan.
<i>Rhamnus nepalensis</i> (Wall.) Laws.	Tapakuala	Bahan bangunan.
<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.	Nangka	Bahan bangunan.
<i>Toona sureni</i> (Blume) Merr.	Ingul	Bahan bangunan.
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Randu	Bahan kerajinan.

Keterangan: \*) Burkill (1966); Heyne (1987)

**Tabel 2.** Jenis-jenis tumbuhan penghasil buah-buahan yang terdapat di Lokasi calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

Nama jenis	Nama daerah*	Kegunaan*
<i>Arenga pinnata</i> L.	Bagot	Buah yang belum terlalu tua dapat dibuat kolang-kaling.
<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr.	Nangka	Buah masak dimakan segar dan dijual di pasar.
<i>Durio zibethinus</i> Murr.	Durian	Buah masak dimakan segar dan dijual di pasar.
<i>Elaeagnus latifolia</i> L.	Hail-hail	Buah masak dapat dimakan namun tidak dijual di pasar.
<i>Ficus drupacea</i> Thunb.	Hariara	Buah dapat dimakan mentah sebagai lalap.
<i>Macadamia hildebrandii</i> V. Steenis forma 1	Makadame	Biji dari buah tumbuhan ini dapat dimakan seperti biji kenari.
<i>Mangifera foetida</i> Lour.	Mangga pakel	Buah masak dimakan segar dan dijual di pasar.
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangga	Buah masak dimakan segar dan dijual di pasar.
<i>Persea americana</i> Mill.	Apokat	Buah dimakan dan dijual di pasar.
<i>Psidium guajava</i> L.	Jambu biji	Buah masak dimakan segar.
<i>Rhodomyrtus tomentosus</i> (Aiton) Hassk.	Haramunting	Buah masak dapat dimakan namun tidak dijual di pasar.

Keterangan: \*) Burkill (1966); Heyne (1987); Verheij and Coronel (1992)

**Tabel 3.** Jenis-jenis tumbuhan berpotensi tanaman hias yang terdapat di lokasi calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

Nama jenis	Nama daerah*	Kegunaan*
<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Senduduk	Bunganya menarik, berwarna ungu.
<i>Lantana camara</i> L.	Bunga kawak	Bunganya menarik, berwarna putih, pink, orange.
<i>Pinus merkusii</i> Jungh. & de Vriese	Pinus	Ditanam di halaman rumah atau penginapan-penginapan.
<i>Jussiaea peruviana</i> L.	Simar sike-sike	Bunganya menarik, berwarna kuning.
<i>Callicarpa arborea</i> Roxb.	Sosopan	Bunganya menarik, berwarna ungu. Ditanam di halaman rumah.
<i>Agave angustifolia</i> Haw.	Alo-alo	Habitusnya menarik, ditanam di halaman rumah.
<i>Monochoria hastata</i> (L.) Solms.	Sihorpuk	Koleksi tumbuhan air di pot besar atau kolam.
<i>Rhodomyrtus tomentosus</i> (Aiton) Hassk.	Haramunting	Bunganya menarik, berwarna merah jambu.
<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M.Smith	Rias	Habitus dan bunganya menarik, berwarna merah jambu.
<i>Nepenthes tobaica</i> Danser	Tahul-tahul	Kantongnya menarik, tanaman merambat.
<i>Coelogyne asperata</i> Lindl.	Anggrek selojin	Bunganya menarik, berwarna hijau kekuningan dengan bercak merah.
<i>Drynaria rigidula</i> Bedd.	-	Habitusnya menarik, tanaman epifit.
<i>Clerodendrum serratum</i> (L.) Moon.	-	Habitus dan bunganya menarik, berwarna ungu.
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Ador-ador	Habitus dan bunganya menarik, berwarna putih kuning, mahkota melengkung ke belakang, tanaman merambat.
<i>Cyathea contaminans</i> (Wall. ex Hook.) Copel.	Tanggiang	Habitusnya menarik. Ditanam di halaman penginapan-penginapan.
<i>Saurauia vulcani</i> Korth.	-	Habitusnya menarik untuk tanaman hias.
<i>Schefflera elliptica</i> (Bl.) Harms.	-	Daunnya menjari, bagus ditanam di pot.
<i>Arundina graminifolia</i> (D.Don) Hochr.	Anggrek tanah	Bunganya menarik, berwarna putih, merah jambu, ungu.
<i>Spathoglottis plicata</i> Blume	Anggrek tanah	Bunganya menarik, berwarna ungu.
<i>Selliguea triloba</i> (Houtt.) M.G.Price	-	Habitus dengan daun bercuping 3 menarik untuk tanaman hias.
<i>Vaccinium varingaefolium</i> (Bl.) Miq.	Leu-leu	Daun dan bunganya berwarna pink, menarik ditanam di halaman rumah
<i>Scirpus lacustris</i> L.	-	Koleksi tumbuhan air di pot besar atau kolam.

Keterangan: \*) Burkill (1966); Comber (2001); De Winter and Amorosa (1992); Heyne (1987); Holttum (1972); Hovenkamp et al. (1998)

**Tabel 4.** Jenis-jenis tumbuhan berpotensi tanaman obat tradisional yang terdapat di Lokasi calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

Nama jenis	Nama daerah*	Kegunaan*
<i>Melastoma malabathricum</i> L.	Sanduduk	Bagian vegetatif dapat digunakan sebagai penyegar Daun dan pucuk untuk obat diare
<i>Lantana camara</i> L.	Bunga kawak	Daun untuk obat encok dan bengkak
<i>Ricranopteris linearis</i> (Burm.f.) Underw.	Sapilpil	Remasan daunnya untuk obat luka Seduhan daunnya untuk obat demam Dapat digunakan juga untuk obat asma, batuk, memar, luka bakar, dan keseleo
<i>Mimosa pudica</i> L.	Suga-suga	Tumbukan daun untuk obat bengkak
<i>Erythrina subumbrans</i> (Hassk.) Merr.	Dap dap	Kulit batang dan daun untuk obat demam
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr.	Cengkih	Daun untuk boreh dan param Bunga dikunyah untuk obat sakit perut
<i>Psidium guajava</i> L.	Jambu biji	Daun untuk obat diare
<i>Rhodomyrtus tomentosus</i> (Aiton) Hassk.	Haramunting	Buahnya untuk obat desentri dan diare Seduhan daun dan akarnya untuk obat diare dan sakit maag Remasan daunnya untuk obat luka baru Batang direbus dan airnya untuk mandi ibu-ibu sehabis melahirkan atau diminum untuk obat meriang
<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M.Smith	Rias	Air dalam kantong yang masih tertutup untuk obat sakit mata digunakan sebagai obat sariawan usus, disentri, demam, penyakit kulit, cacar air, dan pembengkakan
<i>Nepenthes tobaica</i> Danser	Tahul-tahul	
<i>Lygodium microphyllum</i> (Cav.) R. Br.	Akar kawek	Bulu-bulu halus digunakan untuk ramuan obat rebus
<i>Cyathea contaminans</i> (Wall. ex Hook.) Copel.	Tanggiang	Akar rimpangnya dapat dimakan disamping digunakan sebagai diaphoretik, aromatik, aperatif, dan obat bisul, serta obat gangguan pada saluran kencing
<i>Blechnum orientale</i> Linnaeus	Hotal	Rebusan akar rimpangnya untuk obat gonorrhoea dan desentri
<i>Drynaria rigidula</i> Bedd.	-	

Keterangan: \*) Burkill (1966); Heyne (1987); Perry (1980); Kasahara dan Hemmi (1995); De Padua et al. (1999)

**Tabel 5.** Jenis-jenis tumbuhan berpotensi sebagai tumbuhan rempah yang terdapat di lokasi calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara

Nama jenis	Nama daerah*	Kegunaan*
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr.	Cengkih	Bunga/buah untuk bahan rempah-rempah.
<i>Etilingera elatior</i> (Jack) R.M.Smith	Rias	Buah untuk bahan bumbu masakan khas.
<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.	Kemiri	Bijinya untuk bahan bumbu dan minyak.

Keterangan: \*) Burkill (1966); Heyne (1987); Perry (1980); Kasahara dan Hemmi (1995); De Padua et al. (1999)

*Etilingera elatior* (Jack) R.M. Smith merupakan jenis dari suku Zingiberaceae yang memiliki sinonim antara lain *Alpinia elatior* Jack; *Nicolaia speciosa* (Blume) Horan.; dan *Phaeomeria speciosa* (Blume) Merrill. Tumbuhan ini dikenal dengan nama-nama daerah seperti rias, cekala, honje, kecombrang, atau petikala. Tumbuhan ini mempunyai akar rimpang dan daun yang panjangnya 6-7 m, dengan panjang tangkai 1-1,5 m, warna hijau-merah tua, tangkai daun menyerupai batang, keras. Anak daun berbentuk memanjang, panjang 25-50 cm, lebar 15-20 cm, bagian tepi bergelombang. Perbungaan muncul dari pangkal rimpang, tumbuh tegak, bertangkai, panjang 25-60 cm, braktea warna hijau, bagian perhiasan bunga berbentuk mangkok, berbau wangi. Perhiasan bunga warna merah jambu-merah tua, berbau wangi. Buah bersegi 4, warna hijau-merah, berbau wangi. *Etilingera elatior* biasanya tumbuh di hutan primer maupun sekunder, di pinggir hutan sampai dekat perkampungan. Biasanya tumbuh di tempat yang agak terbuka sampai sangat terbuka. Kebanyakan tumbuh di dataran rendah, namun ditemukan juga pada ketinggian 1.300 m dpl. Di alam jenis ini tersebar di Malaysia dan Indonesia (Jawa, Sumatera), serta sudah dibudidayakan di negara-negara di kawasan pantropika.

Kuncup bunganya dapat digunakan sebagai bahan ramuan bumbu kari, dimakan mentah sebagai lalap, disambal, atau dimasak bersama sayuran lainnya. Bagian tengah tunas daunnya sebagai pemberi aroma masakan atau dimakan mentah dengan nasi. Buah yang setengah masak dapat digunakan untuk campuran masakan, dan buah masakny dapat dimakan mentah atau disambal. Batangnya yang direbus, airnya digunakan untuk mandi ibu-ibu yang baru melahirkan atau diminum untuk obat meriang (Habsah et al. 2005).

Keragaman flora di lokasi Kebun Raya Samosir tidak begitu tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan tidak kurang dari 48 jenis tumbuhan berpotensi ditemukan di lokasi tersebut, antara lain sebagai penghasil kayu (11 jenis), penghasil buah-buahan (11 jenis), tanaman hias (22 jenis), obat tradisional (14 jenis), serta tumbuhan rempah (3 jenis). Keberadaan jenis-jenis tersebut di lokasi hanya diwakili oleh satu atau beberapa spesimen saja, maka dalam proses penataan koleksi Kebun Raya hendaknya untuk tidak mematikan jenis-jenis tersebut. Hal yang dapat dilakukan antara lain dengan memindahkan dahulu tumbuhan tersebut ke area pembibitan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Backer CA, Bakhuizen v.d. Brink Jr RC. 1965. Flora of Java (Spermatophytes only), Volume I. NVP Noordhoff. Groningen, The Netherlands.
- Bappenas. 1993. Biodiversity Action Plan for Indonesia. Ministry of National Development Planning-National Development Planning Agency, Jakarta.
- Bappenas. 2003. Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan: Dokumen Regional. BAPPENAS, Jakarta.
- Burkill IH. 1966. A Dictionary of the Economic Products of the Malay Peninsula. The Ministry of Agriculture Co-operatives, Malaysia.
- Comber JB. 2001. Orchids of Sumatra. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- De Padua LS, Bunyapraphatsana N, Lemmens RHMJ. 1999. Medicinal and Poisonous Plants 1. Plants Resources of South East Asia No. 12 (1). Bogor, Indonesia.
- De Winter WP, Amorosa VB. 1992. Cryptogams: Ferns and Fern Allies. Plant Resources of South East Asia No.15 (2). Bogor, Indonesia.
- Habsah M, Lajis NH, Abas F, et al. 2005. Antioxidative constituents of *Etilingera elatior*. Journal of Natural Products 68 (2): 285–288.
- Hartini, S. 2008. Laporan Analisis Vegetasi di Calon Kebun Raya Samosir, Sumatera Utara. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia-Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor, Bogor.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia (Terjemahan). Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta.
- Holttum RE. 1972. Cyatheaceae in Flora Malesiana, Vol.6 Serie II. Wolters-Noordhoff Publishing. Groningen, The Netherlands.
- Hovenkamp PH, Bosman MTM, Hennipman E, et al. 1998. Polypodiaceae in Flora Malesiana-Ferns and Fern allies, Vol. 3 Serie II. Rijksherbarium. Leiden, The Netherlands.
- IUCN 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. [CD-Rom]. SSC Red List Programme, UK.
- Kasahara S, Hemmi S (eds.). 1995. Medicinal Herb Index in Indonesia, Second Edition. PT. Eisai Indonesia.
- Martawijaya, A, Iding K, Mandang, YI, Soewanda AP, Kosasi K. 1989. Atlas Kayu Indonesia, jilid II. Badan Litbang Kehutanan. Departemen Kehutanan, Bogor.
- Perry LM. 1980. Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses. The MIT Press, England.
- Seal T. 2012. Evaluation of nutritional potential of wild edible plants, traditionally used by the tribal people of Meghalaya State in India. American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology 2(1): 18-26.
- Whitten, T, Damanik SJ, Anwar J, Hisyam N. 1984. The Ecology of Sumatra: The Ecology of Indonesia Series Volume I. Periplus, Singapore.
- Wilson EO. 1988. Biodiversity. National Academy Press, Washington DC.

# Identifikasi jenis ikan yang dilindungi sebagai langkah awal konservasi di Sungai Keroh Sub-DAS Lematang, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan

## Identification of protected fish species as first step of conservation in River Keroh of Sub-watershed Lematang Prabumulih City, South Sumatra

DONI SETIAWAN<sup>✉</sup>, ENGGAR PATRIONO, AJIMAN

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Sriwijaya. Jl. Raya Palembang-Prabumulih, Kampus Unsri Inderalaya Km.32, Ogan Ilir 30662, Sumatera Selatan. Tel.: +62-711-580306, Fax.: +62-711-580306, ✉email:doniunsri@gmail.com.

Manuskrip diterima: 1 September 2016. Revisi disetujui: 20 Desember 2016

**Abstrak.** *Setiawan D, Patriono E, Ajiman. 2016. Identifikasi jenis ikan yang dilindungi sebagai langkah awal konservasi di Sungai Keroh Sub-DAS Lematang, Kota Prabumulih, Sumatera Selatan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 250-254.* Pertemuan beberapa aliran anak sungai kecil di kawasan hutan rawa di Kelurahan Sungai Medang dikenal dengan nama Sungai Keroh dan merupakan Sub-DAS yang bermuara langsung ke Sungai Lematang Prabumulih. Perairan ini merupakan perairan yang produktif dan kaya sumberdaya perikanan. Hal ini membuat kawasan ini menjadi salah satu tempat utama masyarakat lokal menangkap ikan. Seiring dengan meningkatnya aktivitas masyarakat dalam penangkapan ikan dengan berbagai alat tangkap dan juga alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan berdampak pada kawasan Sungai Keroh mulai terganggu yang pada akhirnya mengancam keberadaan dan kekayaan ikan daerah tersebut yang secara ekologis tak ternilai harganya. Penelitian mengenai jenis-jenis ikan yang dilindungi di kawasan Sungai Keroh belum pernah dilakukan, maka penelitian ini perlu dilakukan. Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif, yang dilakukan mulai dari hulu sampai ke hilir yang bermuara langsung ke Sungai Lematang. Pengambilan sampel ikan dilakukan mulai bulan April sampai Juni 2016 dengan menggunakan berbagai alat tangkap dan informasi nelayan setempat. Dari hasil penelitian diperoleh ada 4 jenis ikan yang dilindungi berdasarkan status IUCN, termasuk jenis yang dilindungi dengan kategori Endangered yaitu *Balantiocheilos melanopterus* dan *Himantura signifer*, sedangkan berdasarkan status Perlindungan Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 jenis yang dilindungi di antaranya adalah *Notopterus notopterus* dan *Chitala lopis*. Dengan ditemukan adanya jenis yang dilindungi, maka kawasan Sungai Keroh Sub-DAS Lematang Kota Prabumulih perlu dipertahankan keanekaragaman jenisnya dan diharapkan pemerintah daerahnya dapat membuat status perlindungan kawasan.

**Kata kunci:** Ikan, jenis, dilindungi, konservasi, Sungai Keroh, Prabumulih

**Abstract.** *Setiawan D, Patriono E, Ajiman. 2016. Identification on protected fish species as first step of conservation in River Keroh of Sub-watershed Lematang Prabumulih City, South Sumatra. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 250-254.* The junction of some small tributary streams in the area of swamp forest in river Medang is known as river Keroh, and this is a sub-watershed that empties directly into the river Lematang Prabumulih. These waters are productive waters and rich fisheries resources. This makes the area into one of the main places of fishing by local communities. Along with increased activity in the fishing by the community with the variety of fishing gear, and also forest conversion into agricultural and plantations land, there is impact to river Keroh area began to be disturbed, which in turn threatens the existence and fish wealth of the area that is ecologically priceless. Research on the fish species that are protected in the area of river Keroh not been done, so this research needs to be done. This is the descriptive exploratory research, conducted from upstream to downstream which empties directly into the river Lematang. Fish sampling conducted from April to June 2016 using the variety of fishing gear and information from local fisherman. The result shows that there are 4 species of fish are protected under IUCN Redlist status, including species protected by category Endangered namely *Balantiocheilos melanopterus* and *Himantura signifer*, while the status of Indonesia Protection Number 7 Year 1999, the protected species are *Notopterus notopterus* and *Chitala lopis*. With the discovered existence of the protected species, the area of river Keroh of Sub-watershed Lematang Prabumulih need to be maintained for species biodiversity, and the local authorities are expected to be able to make the protection status of the area.

**Key words:** fish, protected, conservation, Keroh river, Prabumulih

### PENDAHULUAN

Secara umum bentuk tofografi Kota Prabumulih adalah dataran rendah dengan ketinggian hingga 34 mdpl, Salah satu kawasannya yakni kelurahan Sungai Medang memiliki

kawasan rawa dan beberapa pertemuan beberapa aliran anak sungai kecil yang dikenal oleh warga setempat dengan Sungai Keroh dan sungai ini merupakan Sub-DAS yang bermuara langsung ke Sungai Lematang Kota Prabumulih. Adanya hutan terutama hutan-hutan yang tergenang air

akan menciptakan habitat yang beragam dan bersifat heterogen yang tercermin dari keanekaragaman hayatinya (Maskur 2002).

Perubahan lingkungan pada rawa banjir dan lebak di daerah ini memberikan pengaruh terhadap keanekaragaman jenis ikan yang hidup didalamnya sehingga perairan ini cukup produktif dan kaya sumberdaya perikanan, Rawa banjir dan lebak merupakan ekosistem yang dinamis, mengalami perubahan dua arah dari sistem akuatik ke sistem terestrial, dipengaruhi oleh faktor-faktor hidrologi, mutu air, vegetasi, fauna, kepemilikan dan pemanfaatan (Mutmainnah, et al. 2012). Hal ini membuat kawasan ini menjadi salah satu tempat utama masyarakat lokal menangkap ikan namun seiring dengan meningkatnya aktivitas masyarakat khususnya bidang pertanian, perkebunan dan alih fungsi lahan di kawasan hutan rawa banjir Sungai Keroh yang sudah mulai dibuka serta mulai adanya kegiatan penangkapan ikan yang berlebihan maka ditakuti akan mengancam keberadaan dan kekayaan keanekaragaman ikan-ikan di daerah ini, khususnya jenis-jenis ikan yang dilindungi oleh pemerintah dan dunia internasional. Mengingat tingginya aktivitas kegiatan di sekitar kawasan tersebut yang mengancam habitat dan keberadaan ikan sedangkan studi mengenai jenis-jenis ikan yang dilindungi di kawasan Sungai Keroh belum pernah dilakukan, maka oleh itu penelitian ini perlu dilakukan.

Penelitian ini bersifat deskriptif eksploratif, yang dilakukan mulai dari hulu sampai ke hilir yang bermuara langsung ke Sungai Lematang.

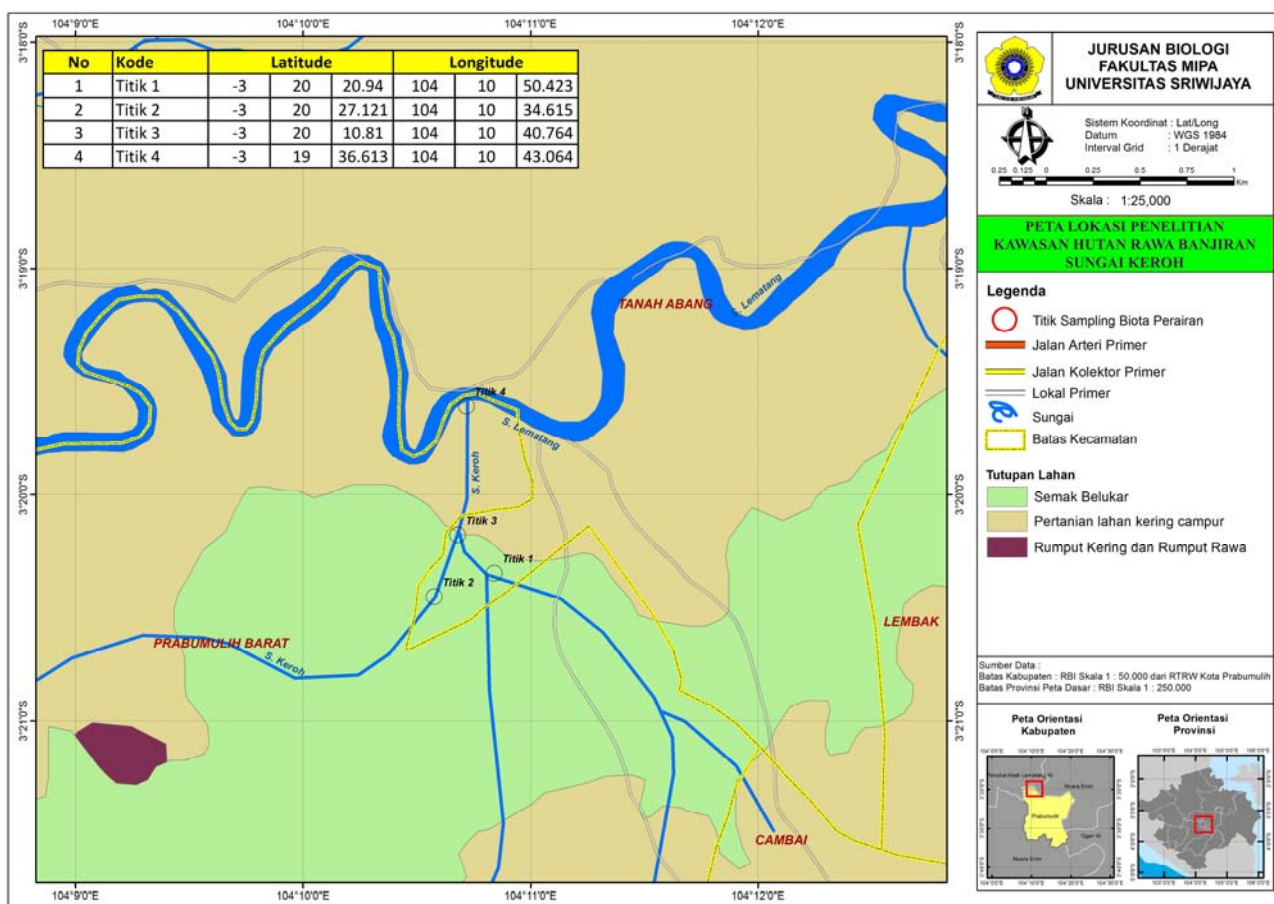
### BAHAN DAN METODE

#### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan, di mulai bulan April sampai dengan Juni 2016. Lokasi penelitian pada kawasan perairan hutan rawa banjir Sungai Keroh Sub-DAS Lematang Kota Prabumulih, Sumatera Selatan terletak pada 03°20'08,8" – 03°20'21,2" Lintang Selatan dan 104°10'50,4" – 104°11'41,1" Bujur Timur (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Ekologi, FMIPA Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan.

#### Metode

Penelitian bersifat deskriptif eksploratif yaitu melalui metode observasi langsung di lapangan secara eksploratif di kawasan Sungai Keroh dengan menggunakan berbagai alat tangkap serta wawancara dan melibatkan masyarakat yang berprofesi nelayan (penangkap ikan).



Gambar 1. Peta Kawasan Studi di Perairan Sungai Keroh Kota Prabumulih, Sumatera Selatan

### Prosedur dan analisis data

Pengambilan sampel ikan menggunakan berbagai jenis alat tangkap yang disesuaikan dengan kondisi perairan, pada perairan yang berarus kuat digunakan jala, pada perairan yang berarus lemah dan dalam digunakan jaring insang, sedangkan pada perairan yang berarus lemah dan dangkal digunakan serok dan tangkul, Selain itu juga digunakan pancing pada tempat-tempat tertentu. Sampel yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel yang telah berisi formalin 10%, dan selanjutnya dibawa ke Laboratorium Ekologi untuk diidentifikasi lebih lanjut. Sampel ikan yang diperoleh dari lokasi yang telah diawetkan dalam formalin di ambil dan dicuci dengan air bersih yang mengalir sampai aroma formalin hilang. Selanjutnya ikan diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan identifikasi ikan yang ada, antara lain: Kottelat et al. (1993), Iqbal (2011), [www.fishbase.com](http://www.fishbase.com). dan penentuan kategori yang dilindungi atau status konservasinya berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 dan berdasarkan jenis-jenis yang secara global

terancam punah mengacu pada IUCN Red List 2016 of Threatened Jenis ([www.iucn.org](http://www.iucn.org)).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama bulan April sampai dengan Juni 2016, ditemukan jenis ikan yang dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah no.7 tahun 1999 dan Status konservasi Redlist IUCN 2016. Ikan Puntung hanyut (*Balantiocheilos melanopterus*), Pari sungai (*Himantura signifer*), Belida (*Chitala lopis*), Putak (*Notopterus notopterus*) yang tersaji pada Tabel 1.

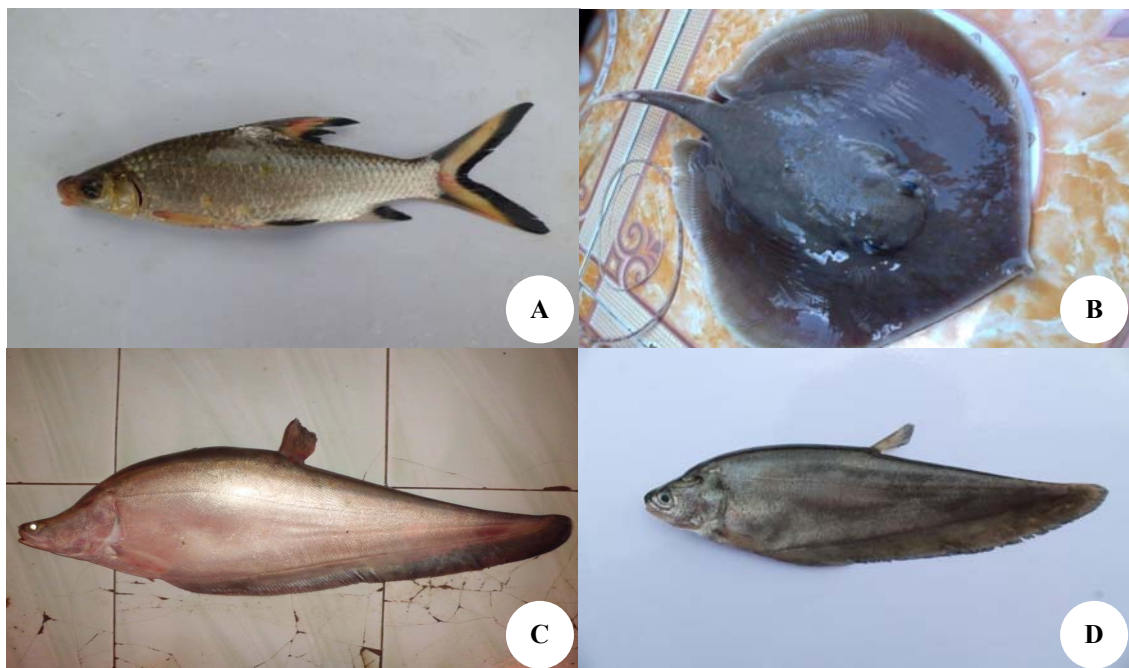
#### Pembahasan

Dari hasil studi didapatkan 4 jenis ikan yang dilindungi baik berdasarkan perlindungan Pemerintah Indonesia maupun perlindungan internasional yang mengacu pada redlist IUCN ke-empat jenis ikan tersebut ditunjukkan pada paragraf berikutnya.

**Tabel 1.** Jenis Ikan yang dilindungi di kawasan Sungai Keroh, Prabumulih pada bulan April sampai Juni 2016

Nama lokal	Nama ilmiah	Status konservasi		Keterangan
		PP. No. 7/1999	IUCN 2016	
Puntung anyut	<i>Balantiocheilos melanopterus</i>	-	Endangered	Hulu dan tengah
Pari pasir	<i>Himantura signifer</i>	-	Endangered	Hilir bagian muara Sungai Keroh DAS Lematang
Belida	<i>Chitala lopis</i>	Dilindungi	-	Hulu
Putak	<i>Notopterus notopterus</i>	Dilindungi	-	Tengah dan hilir

Keterangan: IUCN: International Union Conservation Nation 2016. PP. No.7 Tahun 1999 tentang Pengawetan jenis tumbuhan dan satwa.



**Gambar 2.** A. *Balantiocheilos melanopterus* (<http://www.iucnredlist.org>), B. *Himantura signifer* (<http://www.iucnredlist.org>), C. *Chitala lopis*, D. *Notopterus notopterus* (Patriono dan Setiawan 2016)

*Ikan Puntung hanyut (Balantiocheilos melanopterus)*

Ikan ini termasuk ikan hias dikenal dalam istilah perdagangan ikan hias dengan nama Balashark, Secara morfologi mirip ikan mas karena jenis ini termasuk ke dalam famili Cyprinidae, di bagian kepala mulutnya memiliki bibir bawah tebal memanjang kearah belakang dan membentuk celah yang menjadi kantung yang membuka ke belakang, bibir atas berlekuk-lekuk, jari-jari sirip punggung mengeras dan bagian pinggirannya bergerigi, tidak bersungut, sirip punggung, sirip dubur, sirip ekor, dan sirip perut berpinggiran hitam. (Kottelat et al. 1993; Ubaidillah et al. 2013) (Gambar 2.A).

Jenis ini sebenarnya habitatnya cukup luas dari perairan rawa sampai perairan sungai bisa ditemukan, namun saat ini populasi jenis ini sudah sulit untuk didapat baik di Pulau Kalimantan maupun di Pulau Sumatera (Ubaidillah et al.2013). Populasi ikan Puntung hanyut di Perairan Jambi dan Kalimantan sudah menurun sehingga sangat sulit ditemukan, namun di Sungai Musi (Sumatera Selatan) masih sering dijumpai. Ikan ini cukup diminati oleh penggemar ikan. Menurut Kottelat et al. (1993), ikan ini sudah dikategorikan sebagai ikan langka seperti ikan arwana dan botia. Kelangkaan ini ditandai dengan menurunnya populasi di alam. Penurunan ini diduga disebabkan oleh penangkapan yang berlebihan dan menurunnya mutu lingkungan habitat (Muflikah et al. 2009). Di Sumatera Selatan jenis ini selain di Sungai keroh juga pernah ditemukan di kawasan rawa Tanjung Putus belakang Kampus Unsri Inderalaya namun dengan jumlah 1 individu (Setiawan et al. 2014). Menurunnya jenis ini baik jumlah maupun sebarannya menjadi terbatas dikarenakan habitatnya yang semakin mengkhawatirkan, alih fungsi lahan khususnya rawa maupun juga eksploitasi yang berlebihan untuk komoditi ikan hias. Di kawasan rawa dan Perairan Sungai Keroh masih sering didapatkan jenis ini karena kawasan ini merupakan salah satu tempat habitat yang sifatnya rawa banjiran memungkinkan banyak spesies ikan memanfaatkan daerah ini untuk pemijahan dan asuhan atau *nursery ground*.

*Ikan Pari Sungai (Himantura signifer)*

Ikan ini mempunyai nama sinonim *Fluvitrygon signifer* yang merupakan jenis ikan pari air tawar yang habitat substrat dasarnya lunak seperti berpasir, Di Indonseia jenis ini sudah jarang dijumpai dan hanya diketahui ditemukan di daerah aliran sungai (DAS) Kapuas di Kalimantan dan Di Sumatera dijumpai di Sungai Musi dan Sungai Indragiri. Ditemukannya jenis ini di Muara Sungai Keroh yang bertemu langsung dengan DAS Lematang yang akhir dari ujung sungai ini bermuara ke Sungai Musi merupakan informasi terbaru dan terkini tentang keberadaan jenis pari sungai yang sudah langka ini.

Secara Morfologis ikan ini mempunyai bentuk lempeng dan tubuh membulat, bagian punggung berwarna kekuningan atau coklat keabuan dengan bagian tepi berwarna putih serta terdapat spot-spot kecil berwarna hitam yang tersebar di bagian punggung, Bagian perut berwarna putih, ekor panjang seperti cambuk dengan pangkal melebar dan memiliki duri sengat serta tidak

memiliki selaput kulit, Kedua mata relatif kecil dan tidak keluar menonjol. (Ubaidillah et al.2013). (Gambar 2.B).

Menurunnya jumlah dan jarangnyanya ditemukan ikan jenis ini dikarenakan tinggi aktivitas penggunaan sungai salah satunya pengambilan dan pengerukan pasir sungai serta penangkapan oleh nelayan, Untuk jenis ini tertangkap oleh nelayan di muara pertemuan sungai lematang dan sungai keroh. Dengan tipe substrat dasar pasir. Dan belum pernah di klarifikasi secara ilmiah keberadaannya disekitar lokasi tersebut, ikan ini tertangkap oleh nelayan menggunakan alat tangkap jenis pancing berukuran besar dan dengan jumlah mata pancing yg banyak, menggunakan tali utama terbuat dari jenis nilon dan di pasang di dasar sungai dengan menggunakan umpan udang galah.

*Ikan Belida (Chitala lopis sinonim Notopterus lopis)*

Ikan ini juga merupakan jenis ikan air tawar yang sudah jarang ditemukan, merupakan jenis ikan yang tergolong dalam suku Notopteridae karena cirinya yang khas berpunggung seperti pisau. Jenis ini dapat ditemui di Sumatera, Kalimantan, Jawa, dan Semenanjung Malaya, meskipun sekarang sudah sulit ditangkap karena rusaknya mutu kualitas sungai dan tingginya laju penangkapan.

Secara morfologi punggungnya meninggi, membungkuk sehingga bagian perut tampak lebar dan pipih. Bentuk kepala dekat punggung cekung dan rahangnya semakin panjang sesuai dengan meningkatnya umur sampai jauh melampaui batas bagian belakang mata pada ikan yang sudah besar. Jenis ini dicirikan melalui sirip duburnya yang menyambung dengan sirip ekor berawal tepat di belakang sirip perut yang dihubungkan dengan sisik-sisik kecil, Untuk jenis yang dewasa di bagian sisi badannya terlihat totol-totolnya khususnya spesies kalimantan, sedangkan sub spesies Sumatera pada umumnya tidak terlihat bertotol-totol. Betina memiliki sirip perut relatif pendek dan tidak menutup bagian urogenital, alat kelamin berbentuk bulat sedangkan Jantan memiliki sirip perut lebih panjang dan menutup bagian urogenital, alat kelamin berbentuk tabung, ukuran lebih kecil daripada betina (Kotellat et al. 1993) (Gambar 2.C).

Menurunnya jumlah jenis ini di samping karena rusaknya habitatnya terutama perairan rawa dan juga disebabkan tinggi laju penangkapan, hal ini dikarenakan ikan ini sebagai bahan baku untuk makanan khas Palembang seperti pempek dan kemplang serta kerupuk ikan selain itu juga jenis ini digunakan juga untuk ikan hias karena bentuknya yang unik. Menurut Adjie et al. (1999) dibandingkan dengan jenis ikan lain, ikan belida memiliki fekunditas yang rendah. Sehingga apabila aktivitas penangkapan tidak terkendali dapat menyebabkan cepat langkanya jenis ini. Di kawasan perairan Sungai Keroh jenis ini jarang ditemui dan pernah ditemukan di bagian hulu sesuai habitatnya di bagian lubuk dibawah pepohonan dekat perairan.

*Ikan Putak (Notopterus notopterus)*

Ikan ini juga merupakan satu genus dengan ikan belida yang juga merupakan ikan air tawar namun jumlahnya masih banyak atau sering dijumpai dibandingkan dengan

jenis ikan belida. kedua jenis ikan ini termasuk ikan nokturnal atau aktif mencari makan pada malam hari. waktu yang tepat untuk mencari ikan ini adalah mendekati matahari terbenam hingga tengah malam, umpan yang biasa digunakan untuk memancing ikan ini adalah udang hidup (Iqbal 2011).

Secara morfologi sepiintas mirip dengan ikan belida namun jika dibandingkan dengan teliti terdapat perbedaan pada kedua ikan ini, Pada ikan dewasa ukuran tubuh tidak sebesar jenis ikan belida, bentuk tubuhnya hampir sama namun morfologi punggungnya tidak terlalu tinggi dan bungkuk seperti belida, tampak terkesan lebih landai, kemudian pada jenis yang dewasa pada sisi sampingnya kurang terlihat totol-totol bahkan kadang tidak ada seperti halnya jenis ikan belida. Menurut Haryono (2008), Marga ini dicirikan antara lain oleh adanya sirip dorsal, jumlah tulang belakang 13-18, tulang kepala bergerigi, sirip perut rudimenter, sisik sebelum mata lebih dari 6-8 baris, panjang rahang hampir berbatasan dengan batas mata bagian belakang. Karakter utama yang membedakan marga ini dengan *Chitala* adalah bentuk kepala dekat punggung relatif lurus (Gambar 2.D).

Tidak seperti ikan belida yang jumlah menurun di alam dan terancam punah, kehadiran jenis ikan putak masih cukup banyak di perairan umum, di Sumatera Selatan masih banyak dijumpai di perairan Sungai Musi dan beberapa Sub-DAS nya seperti Sungai Lematang dan Sungai Keroh. jenis ikan ini hidup di perairan rawa dan sungai yang tersebar di beberapa Pulau di Indonesia seperti Sumatera, Bangka, dan Kalimantan. Jenis ini juga masih digunakan sebagai bahan untuk pembuatan makanan tradisional Palembang seperti pempek dan kerupuk sehingga hal ini bisa mengancam kelestarian ikan putak sama halnya seperti ikan belida.

Dari hasil penelitian ini diharapkan sebagai langkah awal konservasi mengingat ditemukannya jenis ikan yang dilindungi dan tingginya aktivitas alih fungsi lahan terutama konversi habitat rawa khususnya rawa banjiran di sekitar Sungai Keroh yang secara ekologi mempunyai arti penting merupakan daerah yang sangat penting dan merupakan kawasan asuhan atau *nursery ground*, ikan-ikan yang memijah atau bereproduksi pada saat musim penghujan dan nantinya akan kembali ke sungai yang lebih besar ke DAS Lematang dan Musi, strategi pengelolaan ikan yang dilindungi perbaikan populasi maupun perbaikan habitat diperlukan, sehingga rawa banjiran di sekitar Sungai Keroh tepat untuk menjadi wilayah konservasi, kemudian diperlukan juga upaya peningkatan kesadaran masyarakat tentang penangkapan jenis ikan yang ramah lingkungan dan pencegahan pengrusakan habitat substrat dasar perairan Sungai Lematang seperti

penambangan pasir serta terakhir perlu mengusulkan status perlindungan untuk kedua jenis ikan yaitu ikan *Balantiocheilos melanopterus* dan *Himantura signifer* secara terbatas oleh Undang-undang Republik Indonesia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak Universitas Sriwijaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan yang telah membantu memberikan kontribusi dana Riset melalui DIPA Universitas Sriwijaya No. 042.01.2.400953/2016 Tanggal 15 Desember 2015, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya, Nomor: 592/UN9.3.1/LK-ULP/2016 Tanggal 22 April 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjie S, Husnah, Gaffar AK. 1999. Studi biologi ikan belida (*Notopterus chitala*) di daerah aliran Sungai Batanghari, Provinsi Jambi. Jurnal Penefitian Perikanan Indonesia 1: 38-43.
- Haryono. 2008. Potensi ikan belida dan upaya konservasinya. Fauna Indonesia 8(2) Desember 2008: 5-8.
- Iqbal M. 2011. Ikan-ikan di Hutan Rawa Gambut Merang-Kepayang dan Sekitarnya. Merangred Pilot Project, Palembang.
- IUCN. 2016. Guidelines for application of IUCN red list criteria at regional land national levels: version 4.0. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) [8 Desember 2016]
- Kottelat M, Kartikasari SN, Anthony JW, Soetikno W. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Editions Limited Press.
- Maskur. 2002. Program pelestarian plasma nutfah ikan-ikan perairan umum. Jurnal Akuakultur Indonesia 1(3): 139-144.
- Muflikah N, Wibowo A. 2009. Karakter populasi ikan puntung kanyut *Balantiocheilos melanopterus* di Sungai Musi menggunakan analisis morfometrik. Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.) XI (1): 46-53.
- Muthmainnah D, Dahlan Z, Susanto RH, et al. 2012. Pola pengelolaan rawa lebak berbasis keterpaduan ekologi-ekonomi-sosial-budaya untuk pemanfaatan berkelanjutan. Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia 4(2) 2012: 59-67.
- Patriono E, Setiawan D. 2016. Studi Ikhtiofauna di Kawasan Hutan Rawa Banjiran Perairan Sungai Keroh, Sub-DAS Lematang Kota Prabumulih. [Laporan Penelitian]. Jurusan Biologi FMIPA Unsri, Indralaya.
- Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa. Daftar Tersebut Ditambah Dengan 5 Spesies Ikan Yang Dilindungi Berdasarkan 4 Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Indonesia.
- Setiawan D, Yustian I, Marisa H. 2014. Inventarisasi jenis ikan di perairan kampus Universitas Sriwijaya. Prosiding Seminar Nasional MIPA. Universitas Sriwijaya, Palembang, 11 Oktober 2014.
- Ubaidillah R, Marwoto RM, Hadiaty RK, et al. 2013. Biota Perairan Terancam Punah di Indonesia. Kementerian Kelautan dan Perikanan dan LIPI Jakarta.

**THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK**

# Keragaman tumbuhan dan potensi pemanfaatannya di kawasan hutan alam sekunder RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat

## Diversity and potential use of plants in secondary natural forest in RPH Cisujen KPH Sukabumi, West Java

ADI SUSILO\*, DENNY\*\*

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, PO Box 165, Bogor 16610, Jawa Barat. Tel.: +62-251-8633234; Fax.: +62-251-8638111. \*email: adisusilo@hotmail.com; \*\*dennybppn@gmail.com

Manuskrip diterima: 25 Agustus 2016. Revisi disetujui: 22 Desember 2016.

**Abstrak.** Susilo A, Denny. 2016. Keragaman tumbuhan dan potensi pemanfaatannya di kawasan hutan alam sekunder RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 256-262. Dengan semakin berkurangnya hutan primer secara global, keberadaan hutan sekunder menjadi penting untuk diteliti. Hutan sekunder dalam hutan produksi (termasuk hutan tanaman) terbukti berperan penting dalam menjaga keragaman hayati. Pada kawasan hutan produksi jati di areal Perum Perhutani, beberapa petak dibiarkan tanpa kelola yang umumnya adalah hutan alam sekunder yang berfungsi sebagai kawasan perlindungan. Penelitian ini membahas tentang keragaman hayati tumbuhan dan potensi pemanfaatannya di kawasan hutan alam sekunder pada hutan produksi jati di RPH Cisujen KPH Sukabumi. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan inventarisasi seluruh tumbuhan pada 3 transek sabuk berukuran 2 m x 100 m dengan jarak antar transek adalah 20 m. Semua tumbuhan pada tingkat semai dan pancang di dalam transek sabuk diambil sampel herbariumnya, dicatat, diidentifikasi dan kemudian dianalisis kemanfaatannya. Di lokasi penelitian ditemukan 59 jenis tumbuhan, 45 genus dan 30 famili. Terdapat 46 jenis yang berhabitus pohon dan 13 jenis tumbuhan bawah. Dari beberapa studi literatur terdapat 36 jenis, 31 marga dan 22 famili atau sekitar 61% dari total tumbuhan yang terdapat di lokasi penelitian dikategorikan bermanfaat. Sebanyak 32 jenis diantaranya berpotensi untuk bahan obat dan 20 jenis tumbuhan berpotensi untuk bahan pangan seperti buah dan sayuran. Selain itu juga terdapat enam jenis tumbuhan di lokasi penelitian termasuk dalam Daftar Merah Uni Internasional untuk Konservasi Alam (IUCN) dan satu jenis diantaranya merupakan jenis endemik pulau Jawa dan Bali. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kawasan kecil yang tidak dikelola ternyata masih menyimpan keragaman jenis-jenis bermanfaat yang tinggi.

**Kata kunci:** Status konservasi, keragaman, tumbuhan edible, tumbuhan obat, potensi tanaman

**Abstract.** Susilo A, Denny. 2016. *Diversity and potential use of plants in secondary natural forest in RPH Cisujen KPH Sukabumi, West Java.* *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 256-262. With the continued reduction of global primary forests, the existence of secondary forests becomes important to be studied. Patches of secondary forest in production forest (including plantations) have proved to have an important role in maintaining biodiversity. In the teak production forest of the Perum Perhutani area, some patches which are left unmanaged are generally secondary natural forest that serves as area for conservation. This study discusses the diversity of plants and its utilization potential in a small patch of secondary natural forests in teak production forest in Cisujen Resort, Sukabumi District. Data were collected from three belt transects with the size of 2 m x 100 m each and the distance between transects was 20 m. All seedlings and saplings found in the transects were taken herbarium samples, recorded, identified and analyzed for their usefulness. In this study site, it was found 59 plants species of 45 genera in 30 families. The habitus of the vegetation consisted of 46 species of trees and 13 species of understory. Based on literature studies 36 species of 31 genera in 22 families were categorized as the useful plants. In total 32 species have the potential for medical plants and 20 species have the potential for edible plants such as fruits and vegetables. In addition, six plants species were included in the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) and one of them was endemic to Java and Bali. The result of this study showed that small patches of unmanaged secondary forest still store a high diversity of useful plant species.

**Keywords:** Conservation status, diversity, edible plant, medicinal plant, potential of plants

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumberdaya hutan yang cukup tinggi, dengan berbagai jenis tumbuhan berguna. Hasil studi etnobotani tentang pemanfaatan tumbuhan berguna di beberapa daerah di Indonesia menunjukkan bahwa jenis tumbuhan, bagian yang digunakan, cara meramu dan pemanfaatannya sangat beragam tergantung pemahaman di

masing-masing daerah, karena ada tumbuhan di daerah tertentu yang dimanfaatkan sebagai obat tetapi di daerah lain dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau malah tidak dimanfaatkan sama sekali. Pengetahuan masyarakat terhadap pemanfaatan tumbuhan biasanya diperoleh secara turun-temurun dari nenek moyang mereka yang merupakan kekayaan budaya di setiap daerah. Penggunaan tumbuhan tersebut masih berlangsung hingga saat ini, tetapi di sisi

lain degradasi hutan setiap tahunnya terus meningkat akibat semakin luasnya pembukaan lahan untuk pengembangan hutan tanaman industri (HTI), perkebunan kelapa sawit, pembalakan liar, kebakaran hutan, dan ladang berpindah (Takoy et al. 2013). Hal ini tentu saja akan mengancam kelestarian plasmanutufah khususnya tumbuhan berguna yang biasa digunakan oleh masyarakat sekitar hutan. Ditambah lagi pengetahuan lokal masyarakat tentang tumbuhan berguna semakin terancam punah dengan adanya proses modernisasi yang menawarkan kemudahan sehingga masyarakat cenderung bersifat konsumtif.

Keanekaragaman tumbuhan sebenarnya telah memberikan manfaat yang banyak dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan, furnitur, makanan, minuman, bumbu masakan, obat-obatan, tonik, kosmetik, pakan ternak dan lain sebagainya. Seperti halnya pada penggunaan tumbuhan untuk bahan obat, bumbu masakan dan pangan cenderung meningkat setiap tahunnya menjadi lebih dari 1000 ton per tahun. Walaupun permintaan tersebut cukup tinggi, tetapi hanya 13 jenis tumbuhan berasal dari hutan yang baru dimanfaatkan (Pribadi 2009). Di lain pihak, masih banyak potensi hutan dengan berbagai macam jenis tumbuhan yang digunakan untuk bisa dimanfaatkan. Kurangnya pengetahuan dan informasi tentang jenis-jenis tumbuhan berguna serta manfaat yang dapat diperoleh merupakan kendala pemanfaatan tumbuhan dari hutan sehingga keberadaannya kurang diperhatikan. Pemanfaatan tumbuhan sendiri hanya sebatas pada tanaman umum yang sudah dikenal dan dibudidayakan secara luas, seperti jahe, kencur, dan kunyit, sedangkan tumbuhan-tumbuhan hutan sangat bervariasi jenis dan kegunaannya mulai dari berhabitus pohon sampai tumbuhan bawah.

Sebagian besar tumbuhan memiliki potensi yang menjanjikan dalam pemanfaatannya, beberapa diantaranya adalah jenis-jenis tumbuhan yang terdapat di kawasan hutan alam sekunder (HAS). Hutan alam sekunder merupakan salah satu kawasan perlindungan yang terdapat di dalam kawasan hutan produksi jati Resort Pemangku

Hutan (RPH) Cisujen, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Sukabumi yang dikelola oleh Perum Perhutani divisi regional Jawa Barat dan Banten. Penelitian ini mempelajari tentang keragaman tumbuhan dan potensi pemanfaatannya di kawasan perlindungan pada hutan produksi jati RPH Cisujen KPH Sukabumi untuk menunjukkan bahwa kawasan yang tidak luas dan tidak dikelola ini masih menyimpan potensi kemanfaatan yang besar.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di hutan alam sekunder yang terletak di hutan produksi jati Perum Perhutani, RPH Cisujen, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Jampang Kulon, KPH Sukabumi, Jawa Barat pada tanggal 8-15 Desember 2015. Secara administratif, lokasi penelitian termasuk dalam Kecamatan Tegal Buleud, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Kawasan BKPH Jampang Kulon memiliki luas  $\pm 11.853,18$  Ha. Sedangkan luas kawasan perlindungan yang menjadi lokasi penelitian adalah 14,88 Ha. Kawasan ini sebagian besar tergolong datar dengan kelerengn 10% dan ketinggian antara 120-170 m dpl.

### Prosedur penelitian

#### Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material herbarium yang berasal dari keragaman tumbuhan yang terdapat di kawasan perlindungan RPH Cisujen, Sukabumi, Jawa Barat. Sedangkan alat yang digunakan adalah , GPS (global position system) tipe Garmin Dakota 20 untuk menentukan titik koordinat lokasi penelitian dan mengetahui ketinggian lokasi penelitian dari permukaan laut. Pengambilan titik koordinat dilakukan pada saat di lokasi ketika akan membuat transek.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian Perum Perhutani, RPH Cisujen, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Jampang Kulon, KPH Sukabumi, Jawa Barat

### Pembuatan jalur dan pengambilan data

Inventarisasi jenis tumbuhan dilakukan di kawasan perlindungan yang terdapat di dalam kawasan hutan produksi jati RPH Cisujen milik Perum Perhutani dengan membuat tiga belt transect (transek sabuk) sepanjang 100 m dengan lebar 2 m dan jarak antar transek adalah 20 m. Seluruh tumbuhan yang terdapat di dalam "sabuk" diambil sampel herbariumnya. Sampel diambil dari semai hingga pancang. Level pohon dan tiang yang terlalu tinggi dan sulit diambil sampel herbariumnya ditinggalkan. Diasumsikan keragaman level pohon dan tiang terwakili oleh keragaman semai dan pancang.

### Analisis data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan ketepatan nama ilmiah jenis (spesies), dengan menggunakan metode pendekatan identifikasi komparatif yaitu mencocokkan sample herbarium dengan koleksi spesimen herbarium di laboratorium Botani Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H) di Bogor, Jawa Barat. Daftar hasil identifikasi kemudian dipilah berdasarkan beberapa literatur untuk menentukan status konservasi tumbuhan tersebut dan kemanfaatannya yang berpotensi sebagai bahan obat dan pangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi jenis tumbuhan

Hasil analisis jenis pada ketiga transek ditemukan beragam jenis tumbuhan yang teridentifikasi. Dari ketiga transek dengan luasan 600 m<sup>2</sup> di kawasan hutan RPH Cisujen KPH Sukabumi tercatat 59 jenis tumbuhan, 45 genus dan 30 famili. Terdapat 46 jenis, 36 genus dan 26 famili yang berhabitus pohon serta 13 jenis, 11 genus dan 6 famili tumbuhan bawah. Famili yang mempunyai jenis terbanyak adalah Rubiaceae (5 jenis), Annonaceae (3 jenis), Meliaceae (3 jenis), Phyllanthaceae (3 jenis) dan suku lainnya. Jenis-jenis tumbuhan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa begitu banyak jenis tumbuhan yang terdapat di kawasan perlindungan tersebut dengan kondisi yang stabil walaupun daerahnya tidak terkelola dengan baik. Hal ini dikarenakan kawasan tersebut merupakan areal hutan produksi jati yang pendapatan utamanya masih tergantung pada tingkat produktivitas pohon jati yang dihasilkan. Keberadaan kawasan perlindungan di lokasi tersebut merupakan syarat dari areal hutan produksi yang harus memiliki kawasan perlindungan sekitar 10% dari luas total areal hutan produksi.

### Potensi pemanfaatannya

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan dan dari beberapa literatur, terdapat tumbuhan yang berpotensi untuk bahan obat dan pangan (buah dan sayuran) sebanyak 36 jenis, 31 marga dan 22 famili atau sekitar 61% dari total tumbuhan yang terdapat di lokasi penelitian. Sebanyak 32 jenis, 28 marga dan 20 famili diantaranya berpotensi untuk bahan obat. Sedangkan jenis tumbuhan yang berpotensi

untuk bahan pangan seperti buah dan sayuran sebanyak 20 jenis, 16 marga dan 12 famili. Jenis-jenis tumbuhan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Jenis-jenis tumbuhan dari ketiga transek di RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat

Nama latin	Famili
<i>Adinandra javanica</i> Choisy *	Pentaphtylacaceae
<i>Aglaia argentea</i> (Reinw.) Bl. *	Meliaceae
<i>Aglaia</i> sp. *	Meliaceae
<i>Albizia rosulata</i> (Kosterm.) I.C.Nielsen *	Fabaceae
<i>Alphonsea teijsmannii</i> Boerl. *	Annonaceae
<i>Antidesma montanum</i> Blume **	Phyllanthaceae
<i>Antidesma tetrandrum</i> Blume **	Phyllanthaceae
<i>Aporosa octandra</i> var. <i>malesiana</i> Schot **	Euphorbiaceae
<i>Ardisia</i> sp. **	Primulaceae
<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. ex Blume *	Moraceae
<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr. *	Moraceae
<i>Artocarpus nitidus</i> Trécul *	Moraceae
<i>Baccaurea javanica</i> (Blume) Müll.Arg. **	Phyllanthaceae
<i>Casearia flavovirens</i> Blume **	Salicaceae
<i>Clerodendrum disparifolium</i> Blume **	Lamiaceae
<i>Croton argyratus</i> Blume *	Euphorbiaceae
<i>Cyathocalyx sumatranus</i> Scheff. *	Annonaceae
<i>Dillenia excelsa</i> (Jack) Martelli *	Dilleniaceae
<i>Diospyros buxifolia</i> (Blume) Hiern *	Ebenaceae
<i>Diospyros korthalsiana</i> Hiern *	Ebenaceae
<i>Drypetes minahassae</i> (Boerl. & Koord.) Pax & K.Hoffm. *	Putranjivaceae
<i>Dysoxylum</i> sp. *	Meliaceae
<i>Evodia aromatica</i> Blume *	Rutaceae
<i>Ficus copiosa</i> Steud. *	Moraceae
<i>Ficus ribes</i> Reinw. ex Bl. *	Moraceae
<i>Ficus</i> sp. *	Moraceae
<i>Flacourtia rukam</i> Zoll. & Mor. *	Flacourtiaceae
<i>Garcinia dioica</i> Bl. *	Clusiaceae
<i>Garcinia</i> sp. *	Clusiaceae
<i>Girardinia subaequalis</i> Planch. *	Cannabaceae
<i>Heritiera javanica</i> (Blume) Kosterm. *	Sterculiaceae
<i>Hypobathrum frutescens</i> Blume **	Rubiaceae
<i>Ixora salicifolia</i> (Blume) DC. **	Rubiaceae
<i>Knema cinerea</i> (Poir.) Warb. *	Myristicaceae
<i>Lithocarpus sundaicus</i> (Blume) Rehder *	Fagaceae
<i>Litsea accedentoides</i> Koord. & Valet. *	Lauraceae
<i>Litsea firma</i> (Bl.) Hook. fil. *	Lauraceae
<i>Lophopetalum javanicum</i> (Zoll.) Turcz. *	Celasteraceae
<i>Lophopetalum</i> sp. *	Celasteraceae
<i>Memecylon</i> sp. *	Melastomataceae
<i>Metadina trichotoma</i> (Zoll. & Moritz) Bakh.f. *	Rubiaceae
<i>Myristica iners</i> Bl. *	Myristicaceae
<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L. *	Rubiaceae
<i>Phyllanthus borneensis</i> Müll.Arg. **	Phyllanthaceae
<i>Planchonia valida</i> Blume *	Lecythidaceae
<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) Kurz *	Annonaceae
<i>Polyalthia</i> sp. *	Annonaceae
<i>Pygeum griseum</i> Bl. *	Rosaceae
<i>Sterculia cordata</i> Bl. *	Malvaceae
<i>Sterculia</i> sp. *	Malvaceae
<i>Swietenia macrophylla</i> G. King *	Meliaceae
<i>Symplocos cochinchinensis</i> (Lour.) S. Moore *	Symplocaceae
<i>Syzygium polycephalum</i> (Miq.) Merr. & L.M.Perry *	Myrtaceae
<i>Tarenna confusa</i> (Blume) Valetton **	Rubiaceae
<i>Tarenna</i> sp. **	Rubiaceae
<i>Vitex glabrata</i> R.Br. *	Lamiaceae
<i>Vitex quinata</i> (Lour.) F.N.Williams *	Lamiaceae
<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb. *	Polygalaceae
<i>Ziziphus oenopolia</i> (L.) Mill. **	Rhamnaceae

Keterangan: \*) berhabitus pohon, \*\*) tumbuhan bawah

**Tabel 2.** Jenis-jenis tumbuhan berguna di RPH Cisujen KPH Sukabumi, Jawa Barat

Nama Latin	Famili	Bagian yang digunakan	Kegunaan
<i>Adinandra javanica</i> Choisy	Pentaphragaceae	Kulit batang; daun	Campuran bahan obat tradisional
<i>Aglaia argentea</i> (Reinw.) Bl.	Meliaceae	Kulit batang; daun	Obat demam, persiapan untuk mengobati kusta, tumor; obat demam sakit kepala, asma
<i>Antidesma montanum</i> Blume *	Euphorbiaceae	Buah; akar; daun	Tonik setelah melahirkan, sakit perut, bisul
<i>Antidesma tetrandrum</i> Blume *	Euphorbiaceae	Buah	Bisa dimakan
<i>Aporosa octandra</i> var. <i>malesiana</i> Schot	Euphorbiaceae	Kulit batang; buah	Obat amandel, diabetes
<i>Artocarpus elasticus</i> Reinw. ex Blume *	Moraceae	Kulit batang; daun; getah	Obat sakit pinggang; mengobati TBC; obat diare, mencret
<i>Artocarpus integer</i> (Thunb.) Merr. *	Moraceae	Kulit batang	Obat malaria
<i>Artocarpus nitidus</i> Trécul *	Moraceae	Buah	Biasa digunakan sebagai obat tradisional
<i>Baccaurea javanica</i> (Blume) Müll.Arg.*	Phyllanthaceae	Kulit batang	Obat radang mata
<i>Clerodendrum disparifolium</i> Blume	Lamiaceae	Daun	Bersifat antioksidan, antiinflamasi
<i>Croton argyratus</i> Blume *	Euphorbiaceae	Daun; akar	Obat diare, bisul, demam, perawatan setelah bersalin; obat sariawan
<i>Dillenia excelsa</i> (Jack) Martelli	Dilleniaceae	Kulit batang; daun; getah	Obat malaria, sakit gigi; demam, sakit kepala; sakit mata.
<i>Ficus copiosa</i> Steud. *	Moraceae	Buah; akar; daun	Obat sakit perut, menghilangkan racun.
<i>Ficus ribes</i> Reinw. ex Bl. *	Moraceae	Kulit batang; getah	Obat diare, malaria, mual; memperlancar asi
<i>Flacourtia rukam</i> Zoll. & Mor. *	Flacourtiaceae	Buah; akar; daun	Diare, disentri; perawatan pasca bersalin; peradangan mata
<i>Garcinia dioica</i> Bl. *	Guttiferae	Kulit batang	Obat batuk, perawatan setelah bersalin, diare
<i>Girroniera subaequalis</i> Planch.	Cannabaceae	Daun	Biasa digunakan sebagai obat tradisional
<i>Ixora salicifolia</i> (Blume) DC.	Rubiaceae	Akar	Obat sakit pinggang dan sakit gigi
<i>Knema cinerea</i> Warb.	Myristicaceae	Kulit batang	Mengobati reumatik, ambeyen
<i>Lithocarpus sundaicus</i> (Blume) Rehder*	Fagaceae	Kulit batang	Mengandung tanin
<i>Litsea firma</i> (Bl.) Hook. fil.	Lauraceae	Kulit batang	Mengandung alkaloid
<i>Metadina trichotoma</i> (Zoll. & Moritz)	Rubiaceae	Kulit batang; ranting	Obat pegal, anti lesu, mengandung triterpenoid
Bakh.f.			Saponin
<i>Myristica iners</i> Bl.	Myristicaceae	Kulit batang	Obat susah buang air besar
<i>Nauclea orientalis</i> (L.) L. *	Rubiaceae	Daun; Kulit batang	Obat sakit perut, diare, sakit gigi, gigitan binatang, luka, bisul, tumor.
<i>Phyllanthus borneensis</i> Müll.Arg. *	Phyllanthaceae	Daun muda, pucuk	Bisa dimakan sebagai sayuran
<i>Planchonia valida</i> Blume *	Lecythidaceae	Daun	Bersifat antifertilitas, obat kulit, sakit perut
<i>Polyalthia lateriflora</i> (Blume) Kurz	Annonaceae	Kulit batang; daun; akar	Bersifat antijamur, antibakteri
<i>Pygeum griseum</i> Bl.	Rosaceae	Kulit batang	Biasa digunakan sebagai obat tradisional
<i>Sterculia cordata</i> Bl.	Malvaceae	Kulit batang, daun, akar	Obat sesak nafas, TBC, muntah darah
<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Meliaceae	Biji	Obat malaria, demam, radang tenggorokan, diabetes, hipertensi
<i>Symplocos cochinchinensis</i> (Lour.) S. Moore *	Symplocaceae	Getah	Bahan obat-obatan
<i>Syzygium polycephalum</i> (Miq.) Merr. & L.M.Perry *	Myrtaceae	Buah, pucuk, daun muda	Bisa dimakan dan dijadikan sayur
<i>Vitex glabrata</i> R.Br. *	Lamiaceae	Kulit batang, akar	Bersifat astringent, obat cacing, gangguan gastro intestinal
<i>Vitex quinata</i> (Lour.) F.N. Williams	Verbenaceae	Kulit batang	Obat mual, nafsu makan
<i>Xanthophyllum flavescens</i> Roxb. *	Polygalaceae	Kulit batang	Obat kolik
<i>Ziziphus oenopolia</i> (L.) Mill. *	Rhamnaceae	Kulit batang, akar, daun	Untuk obat radang tenggorokan, radang rahim, disentri, luka anti malaria, anti plasmodial

Keterangan: Fern 2014; Heyne 1987; Lim 2012; Padua et al. 1999; Rahadiantoro and Danarto 2016; Rahayu et al. 2012; Rani and Sharma 2013; Royyani dan Efendy 2015; Srichaikul et al. 2012; Takoy et al. 2013; Vabeiryureilai et al. 2014; \*) berpotensi sebagai bahan pangan

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa sebagian besar jenis penyakit yang dapat diatasi adalah penyakit yang umum terjadi pada masyarakat dan bagian tumbuhan yang sering digunakan adalah kulit batang. Dari Tabel 2 juga dapat diketahui ada beberapa jenis tumbuhan yang

memiliki fungsi ganda, selain berkhasiat obat tumbuhan tersebut juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan yaitu sayuran dan buah-buahan, seperti pada *Antidesma montanum*, *Antidesma tetrandrum*, *Artocarpus elasticus*, *Artocarpus integer*, *Artocarpus nitidus*, *Baccaurea javanica*,

*Ficus copiosa*, *Flacourtia rukam*, *Nauclea orientalis*, *Syzygium polycephalum*, *Vitex glabrata*, dan *Ziziphus oenopolia* buahnya bisa dimakan serta dapat diolah menjadi bahan makanan. Selain itu daun muda serta tunas *Artocarpus integer*, *Ficus copiosa*, *Nauclea orientalis*, *Planchonia valida*, *Symplocos cochinchinensis*, *Garcinia dioica*, *Phyllanthus borneensis*, dan *Syzygium polycephalum* dapat digunakan sebagai sayuran. Sedangkan bagian tanaman dari *Xanthophyllum flavescens* dan daun *Croton argyratus* dapat digunakan untuk membuat teh atau campuran dalam minuman. Akar dan kulit batang *Ficus ribes* dan *Artocarpus nitidus* biasa dikunyah bersama dengan sirih. Kulit batang *Lithocarpus sundaicus* dan *Symplocos cochinchinensis* merupakan sumber yang baik penghasil tanin (Fern 2014).

#### Tumbuhan obat yang telah diketahui kandungan kimianya

Berdasarkan data Tabel 2, jenis tumbuhan yang berpotensi untuk bahan obat lebih banyak dari tumbuhan pangan. Pemanfaatan tumbuhan obat dari hutan saat ini menjadi lebih dikenal, karena banyaknya penelitian tentang uji fitokimia jenis-jenis tumbuhan obat hutan untuk mengetahui kandungan kimianya. Begitu pula pada jenis tumbuhan di atas yang sebagian besar telah diketahui kandungan kimianya seperti pada daun *Syzygium polycephalum* mengandung terpenoid (Ragasa et al. 2014). Kemudian pada genus *Sterculia* yang telah diketahui kandungan kimia dan aktivitas biologinya (El-Sherei et al. 2016). Jenis *Aglaiia argentea* mengandung tiga sikloalkana baru yaitu argenteanonones A dan B yang memiliki aktifitas sitotoksik terhadap sel KB, serta sikloalkana argenteanol (Omobuwajo et al. 1996). Jenis *Nauclea orientalis* diketahui memiliki aktivitas anti stafilokokus dan antelmintik (Cruz and Jubilo 2014; Raghavamma and Rao 2010). Kemudian hasil uji fitokimia kulit batang *Artocarpus integer* mengandung senyawa flavonoid yang memiliki aktivitas antimalaria (Widyawaruyanti et al. 2011). Kulit akar *Artocarpus elasticus* juga mengandung lima senyawa flavonoid terpenilasi baru yaitu artelastoheterol, artelasticinol, cycloartelastoxanthone, artelastoxanthone, dan cycloartelastoxanthendiol. Senyawa artonol tersebut menunjukkan aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker (Ko et al. 2005). Selain itu, kulit batang jenis *Artocarpus elasticus* mengandung senyawa oxe-pinoflavone yaitu artoindonesianin E1. Hasil identifikasi struktur senyawa tersebut bersifat sitotoksik terhadap sel murine leukemia (Musthapa et al. 2009). Jenis *Ziziphus oenopolia* dan *Vitex glabrata* diketahui memiliki sifat hepatoprotektif terhadap obat antituberkular (Rao et al. 2012; Sridevi et al. 2012).

Jenis-jenis tumbuhan obat yang terdapat di lokasi tersebut ada juga yang bersifat antioksidan. Seperti pada hasil uji fitokimia daun *Aporosa octandra* yang biasa digunakan sebagai obat tradisional terdapat adanya kandungan tanin, saponin, flavonoid, terpenoid dan glikosida jantung. Kandungan-kandungan tersebut bersifat antioksidan untuk mencegah penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas (Doley et al. 2014; Vabeiryureilai et al. 2014). Jenis lain yang memiliki sifat antioksidan adalah *Croton argyratus*, *Flacourtia rukam* dan *Vitex glabrata* (Ali et al. 2012; Ikram et al. 2009; Nath et al. 2013; Sridevi et al., 2012). Hasil penelitian *Clerodendrum disparifolium* menunjukkan bahwa ekstrak daun dari jenis ini mengandung senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat antioksidan dan antiinflamasi (Phosrithong and Nuchtavorn, 2015).

Jenis *Symplocos cochinchinensis* biasa digunakan sebagai obat tradisional, di India biasa jenis ini digunakan untuk mengobati diabetes mellitus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit batang jenis ini terdapat aktivitas in vitro antioksidan, antidiabetes dan antilipidemic. Hal ini telah diujikan pada tikus yang menderita diabetes dan selama 28 hari menunjukkan penurunan glukosa darah yang signifikan serta peningkatan kadar insulin plasma dan glikogen hati yang signifikan (Sunil et al. 2012). Jenis lain juga yang berpotensi memiliki aktivitas antidiabetes adalah *Antidesma montanum* dan *Croton argyratus* (Elya et al. 2012).

#### Status konservasi

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, bahwa telah ditemukan enam jenis tumbuhan di lokasi penelitian termasuk dalam Daftar Merah IUCN, dengan rincian sebagai berikut: dua jenis berstatus rawan/rentan (*Vulnerable*); dan empat jenis berstatus beresiko rendah (*Lower Risk/least concern*). Jenis-jenis tumbuhan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat diketahui terdapat jenis *Casearia flavovirens* yang merupakan jenis endemik pulau Jawa dan Bali. Selain itu juga terdapat tiga jenis tumbuhan yang biasa digunakan sebagai obat tradisional yaitu *Aglaiia argentea*, *Myristica iners*, dan *Swietenia macrophylla*. Pada jenis *Aglaiia argentea* telah diketahui kandungan kimia dari kulit batangnya yakni sterol dan triterpen, alkaloid basa, gula pereduksi, dan antrasenoid. Nilai peroksida ekstrak kulit batangnya lebih besar dari nilai peroksida vitamin E (40.996 milieq/1000 g contoh). Uji nilai peroksida dapat mengetahui adanya sifat antioksidan (Praptiwi et al. 2006).

**Tabel 3.** Jenis-jenis tumbuhan yang termasuk dalam Daftar Merah IUCN

Nama latin	Famili	Status konservasi IUCN
<i>Aglaiia argentea</i> Blume	Meliaceae	Lower Risk/least concern ver 2.3
<i>Casearia flavovirens</i> Bl. *	Salicaceae	Vulnerable B1+2c ver 2.3
<i>Cyathocalyx sumatranus</i> Scheff.	Annonaceae	Lower Risk/least concern ver 2.3
<i>Lophopetalum javanicum</i> (Zoll.) Turcz.	Celasteraceae	Lower Risk/least concern ver 2.3
<i>Myristica iners</i> Bl.	Myristicaceae	Lower Risk/least concern ver 2.3
<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	Meliaceae	Vulnerable A1cd+2cd ver 2.3

Keterangan: \*) Jenis endemik

Jenis *Swietenia macrophylla* yang masuk kategori *Vulnerable* pada *IUCN Red List of Threatened Species* merupakan tumbuhan yang banyak sekali manfaatnya, selain kayunya yang memiliki nilai ekonomi tinggi, jenis ini juga biasa dimanfaatkan sebagai obat tradisional yang banyak digunakan di daerah tropis dan subtropis. Jenis ini banyak digunakan oleh masyarakat untuk mengobati berbagai macam penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limonoid dan turunannya merupakan senyawa penting dari jenis ini yang memiliki sifat antimikroba, antiinflamasi, antioksidan, antimutagenik, antikanker, antitumor, antidiabetes, antinociceptif, hipolipidemic, antiinfeksi, antivirus, antimalaria, acaricidal, antifeedant dan aktivitas fitoremediasi logam berat (Balijepalli et al. 2015; Moghadamtousi et al. 2013).

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa analisis data pada ketiga transek yang menjadi lokasi penelitian dengan luasan 300 m<sup>2</sup> di kawasan hutan RPH Cisujen KPH Sukabumi tercatat 59 jenis tumbuhan, 45 genus dan 30 famili. Terdapat 46 jenis, 36 genus dan 26 famili yang berhabitus pohon serta 13 jenis, 11 genus dan 6 famili tumbuhan bawah. Famili yang mempunyai jenis terbanyak adalah Rubiaceae (5 jenis), Annonaceae (3 jenis), Meliaceae (3 jenis), Phyllanthaceae (3 jenis). Kemudian terdapat tumbuhan yang berpotensi untuk bahan obat dan pangan (buah dan sayuran) sebanyak 36 jenis atau sekitar 61% dari total tumbuhan yang terdapat dilokasi penelitian. Sebanyak 32 jenis diantaranya berpotensi untuk bahan obat dan 20 jenis tumbuhan yang berpotensi untuk bahan pangan seperti buah dan sayuran. Selain itu juga tercatat enam jenis tumbuhan di lokasi penelitian termasuk dalam Daftar Merah IUCN. Satu jenis diantaranya merupakan jenis endemik pulau Jawa dan Bali yaitu *Casearia flavovirens*. Tiga jenis diantaranya merupakan tumbuhan yang biasa digunakan sebagai obat tradisional yaitu *Aglaiia argentea*, *Myristica iners*, dan *Swietenia macrophylla*.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai dari anggaran DIPA 2015 Puslitbang Hutan, Bogor, Jawa Barat. Penulis mengucapkan terimakasih kepada administratur Perum Perhutani KPH Sukabumi yang telah memberikan ijin penelitian dan juga para karyawan RPH Cisujen yang telah membatu proses pengumpulan data di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali NM, Annegowda HV, Mansor SM, Ismail S, Ramanathan S, Mordi MN. 2012. Phytochemical screening, antioxidant and analgesic activities of *Croton argyratus* ethanolic extracts. *J Med Plants Res* 6 (21): 3724-3731.
- Balijepalli MK, Suppaiah V, Chin AM, Buru AS, Sagineedu SR, Pichika MR. 2015. Acute oral toxicity studies of *Swietenia macrophylla* seeds in Sprague Dawley rats. *Pharmacognosy Res* 7 (1): 38-44.
- Cruz JP, Jubilo RMM. 2014. Evaluation of the anti-staphylococcal activity of *Nauclea orientalis* Linn. *Eur Sci J* 10 (27): 170-179.
- Doley B, Gajurel PR, Rethy P, Buragohain R. 2014. Uses of tree as medicine by the ethnic communities of Arunachal Pradesh, India. *J Med Plants Res* 8 (24): 857-863.
- El-Sherei MM, Ragheb AY, Kassem MES, Marzouk MM, Mosharrafa SA, Saleh NAM. 2016. Phytochemistry, biological activities and economical uses of the genus *Sterculia* and the related genera: a review. *Asian Pac J Trop Dis* 6 (6): 492-501.
- Elya B, Basah K, Mun'im A, Yuliastuti W, Bangun A, Septiana EK. 2012. Screening of  $\alpha$ -Glucosidase inhibitory activity from some plants of Apocynaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, and Rubiaceae. *J Biomed Biotechnol* 2012 (2): 1-6.
- Fern, K. 2014. Useful tropical plants database. Creative Commons Attribution-NonCommercial-Share Alike 3.0 Unported License. <http://tropical.theferns.info/>
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid I-IV Cetakan I (terjemahan ). Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Ikrum EHK, Eng KH, Jalil AMM, Ismail A, Idris S, Azlan A, Nazri HSM, Diton NAM, Mokhtar RAM. 2009. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *J Food Comp Anal* 22: 388-393.
- Ko HH, Lu YH, Yang SZ, Won SJ, Lin CN. 2005. Cytotoxic prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*. *J Nat Prod* 68 (11): 1692-1695.
- Lim TK. 2012. Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants: Volume 2, Fruits. Springer, Netherlands.
- Moghadamtousi SZ, Goh BH, Chan CK, Shabab T, Kadir HA. 2013. Biological activities and phytochemicals of *Swietenia macrophylla* King. *Molecules* 18: 10465-10483.
- Musthapa I, Juliawaty LD, Syah YM, Hakim EH, Latip J, Ghisalberti EL. 2009. An oxepinoflavone from *Artocarpus elasticus* with cytotoxic activity against P-388 cells. *J Pharm Res* 32 (2): 191-194.
- Nath R, Roy S, De B, Choudhury MD. 2013. Anticancer and antioxidant activity of croton: a review. *Int J Pharm Pharm Sci* 5 (2): 63-70.
- Omobuwajo OR, Martin MT, Perromat G, Sevenet T, Awang K, Païs M. 1996. Cytotoxic cycloartanes from *Aglaiia argentea*. *Phytochem* 41 (5): 1325-1328.
- Padua LS, Bunyapraphatsara N, Lemmens RHMJ. 1999. Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) No. 12 (1): Medicinal and Poisonous Plants. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia.
- Phosrithong N, Nuchtavorn N. 2016. Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Clerodendrum* leaf extracts collected in Thailand. *European J Int Med* 8 (3): 281-285.
- Praptiwi, Harapini M, Astuti I. 2006. Nilai peroksida *Aglaiia argentea* Blume, *A. silvestria* (M. Roemer) Merr., dan *A. tomentosa* Teijsm. & Binn. *Biodiversitas* 7 (3): 242-244.
- Pribadi ER. 2009. Pasokan dan permintaan tanaman obat indonesia serta arah penelitian dan pengembangannya. *Perspektif* 8 (1): 52-64.
- Ragasa CY, Torres OB, Shen CC, Lachica MKEG, Sulit AB, Chua DBDL, Ancheta ADM, Ismail CJB, Bernaldez FTE, Raga DD. 2014. Triterpenes from the leaves of *Syzygium polycephalum*, *S. cumini*, and *S. samarangense*. *Chem Nat Compd* 50 (5): 942-944.
- Raghavamma STV, Rao N. 2010. In vitro evaluation of anthelmintic activity of *Nauclea orientalis* leaves. *Indian J Pharm Sci* 72 (4), 520-522.
- Rahadiantoro A, Danarto SA. 2016. Potential Uses of Plant in Waru-waru and Teluk Semut Subregion, Sempu Island. In: Kholidah H, (eds) *Proceeding International Conference on Global Resource Conservation*. Brawijaya University, Malang, 30 November-2 Desember 2015.
- Rahayu M, Susiarti S, Sihotang VBL. 2012. A preliminary ethnobotanical study on useful plants by local communities in Bodogol Lowland Forest, Sukabumi, West Java. *J Trop Biol Conserv* 9 (1): 115-125.
- Rani A, Sharma A. 2013. The genus *Vitex*: A Review. *Pharmacogn Rev* 7 (14): 188-198.
- Rao CV, Rawat AKS, Singh AP, Singh A, Verma N. 2012. Hepatoprotective potential of ethanolic extract of *Ziziphus oenoplia* (L.) Mill roots against antitubercular drugs induced hepatotoxicity in experimental models. *Asian Pac J Trop Dis*. 5 (4): 283-288.
- Royyani MF, Efendy O. 2015. Kajian etnobotani masyarakat dayak di desa Tau Lumbis, Kabupaten Nunukan, Propinsi Kalimantan Utara, Indonesia. *Berita Biologi* 14 (2): 177-185.
- Srichaikul B, Samappito S, Bakker G, Dejchai S, Boonsong K, Thongkong A, Japa S. 2012. The Therapeutic and Clinical Drug Review of Thai Traditional Herbal Remedies Extracted from Ancient

- Thai Medicinal Manuscript Volume No. 3 of Palm Leaf Scriptures. Adv Nat Sci 5 (1): 29-36.
- Sridevi, V.K., Chouhan, H.S., Singh, N.K., and Singh, S.K. 2012. Antioxidant and hepatoprotective effects of ethanol extract of *Vitex glabrata* on carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. Nat Prod Res 26 (12): 1135-1140.
- Sunil C, Agastian P, Kumarappan C, Ignacimuthu S. 2012. In vitro antioxidant, antidiabetic and antilipidemic activities of *Symplocos cochinchinensis* (Lour.) S. Moore bark. Food Chem Toxicol 50 (5): 1547-1553.
- Takoy DM, Linda R, Lovadi I. 2013. Tumbuhan berkhasiat obat suku dayak seberuang di kawasan hutan Desa Ensabang Kecamatan Sepauk Kabupaten Sintang. Jurnal Protobiont 2 (3): 122-128.
- Vabeiryureilai M, Lalrinzuali K, Rosangkima G, Jagetia GC. 2014. Qualitative phytochemical analysis and antioxidant activity of *Aporosa octandra* (Buch.-Ham. ex D.Don) Extracts. Int J Pharm Res 6 (4): 68-73.
- Widyawaruyanti A, Zaini NC, Syafruddin. 2011. Mekanisme dan aktivitas antimalaria dari senyawa flavonoid yang diisolasi dari Cempedak (*Artocarpus Champeiden*). Jurnal Bina Praja 13 (2): 67-77.
- Zuhud EAM, Siswoyo E, Hikmat SA, Adhiyanto E. 2013. Buku Acuan Umum Tumbuhan Obat Indonesia. Jilid X. Dian Rakyat, Jakarta.

# Pengaruh variasi media sapih terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit cabutan *Alnus nepalensis*

## The effect of variation weaning media on growth and quality of *Alnus nepalensis* seeds weaning

RINA BOGIDARMANTI<sup>✉</sup>, DARWO<sup>✉</sup>

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Jl. Gunung Batu No.5, PO Box 331, Bogor 16610, Jawa Barat. Tel.: +62-251- 863281, Fax.: +62-251-75200,  
<sup>✉</sup>email: rinabogidarmanti@yahoo.com, <sup>✉</sup>darwo.p3h@gmail.com

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 22 Desember 2016.

**Abstrak.** Bogidarmanti R, Darwo. 2016. Pengaruh variasi media sapih terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit cabutan *Alnus nepalensis*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 263-266. *Alnus nepalensis* DON yang dikenal dengan nama Alder merupakan salah satu jenis tanaman introduksi dari India dan telah dikembangkan di Indonesia khususnya di Jawa Barat. Kayunya banyak digunakan sebagai kotak pembungkus teh, penyangga/tiang untuk jembatan dari tali, korek, api, kertas dan kayu bakar. *Alnus* merupakan jenis tanaman yang cepat tumbuh dan mampu memfiksasi unsur nitrogen secara langsung dari udara. Pembiakan generatif *Alnus* umumnya dilakukan dengan menggunakan biji namun anakan alami di bawah tegakan cukup potensial guna menunjang kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jenis media sapih terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit cabutan *Alnus*. Media sapih yang digunakan adalah *top-soil*, kompos murni, dan campuran antara *top-soil* dan kompos murni (1:1 (v/v)). Rancangan yang digunakan pada percobaan ini adalah Rancangan Acak Lengkap. Parameter yang diamati adalah persentase pertumbuhan, pertambahan tinggi, diameter, biomasa dan indeks mutu bibit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan variasi media sapih berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi, diameter, biomasa dan indeks mutu bibit *Alnus*, namun tidak berpengaruh nyata terhadap persen hidup bibit. Indeks mutu bibit terbaik (1,50) diperoleh pada penggunaan media sapih campuran *top-soil* dan kompos (1:1 (v/v)). Ketersediaan unsur hara pada media sapih campuran antara top soil dan kompos relatif lebih tinggi dibandingkan kedua jenis media sapih lainnya.

**Kata kunci:** *Alnus*, bibit cabutan, media sapih, mutu bibit

**Abstract.** Bogidarmanti R, Darwo. 2016. The effect of variation weaning media on growth and quality of *Alnus nepalensis* seeds weaning. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 263-266. *Alnus* (*Alnus nepalensis* DON) is one kind of exotic plant from India and has been developed in Indonesia, especially in West Java. Usefulness of *Alnus* wood among others can be used as an ingredient in tea boxes, buffer /pier, matches, and paper. Reproduction of this species is generally done in generative from seed, but to support the continuation of seedlings for rehabilitation activities can also be used its wildlings. The purpose of this study was to determine the suitable type of weaning media for supporting *Alnus* wildlings growth. The media type of weaning used three kinds of pure soil, pure compost and mixture of soil and compost [1: 1 (v / v)]. The study design used a completely randomized design with each unit number 50 wildlings and repeat 3 times. Parameters measured were percent of growth survival, height, diameter, biomass and seed quality index. The results showed that use of a variation of media types very significantly affect on height, diameter, biomass and seed quality index of *Alnus* wildlings, but did not significantly affect to the percent of growth survival. The best seedlings quality index (1,50) can be obtained by using of weaning media mixture of soil and compost [1: 1 (v/v)]. Nutrient availability in the weaning media mixture of soil and compost is relatively higher than the other weaning media.

**Keywords:** *Alnus*, seed quality index, weaning media, wildlings

### PENDAHULUAN

*Alnus nepalensis* DON merupakan salah satu jenis tanaman yang termasuk dalam famili Betulaceae yang diintroduksi dari India. Daerah penyebaran lainnya yaitu di pegunungan Myanmar, Himalaya, Propinsi Yunnan, Szechuan dan Kweichow sampai Indo China. Jenis ini telah ditanam secara ekstensif di pegunungan India Utara (Bengal Barata, Kashmir dan Himakal Pradesh) serta Hawaii (Neil 1997). Di Indonesia pengembangan jenis *Alnus* dijumpai di daerah Jawa barat (Ciwidey dan Cikole) yang dilakukan oleh Perum Perhutani dan Pusat Litbang

Hutan Tanaman, Bogor pada tahun 2006. Jenis ini merupakan jenis cepat tumbuh dan memiliki sifat dapat menambat unsur nitrogen secara langsung dari udara (Gamble 1972; Neil 1997). *Alnus* dapat tumbuh di areal terbuka, pada tanah lembab namun tidak tergenang, dan pada tanah yang miskin hara (Rostiwati dan Kosasih 1998). Jenis ini berbentuk pohon dan bersifat menggugurkan daun, dengan tinggi dapat mencapai 10-30 m dan diameter batang sekitar 30-60 cm, bentuk tajuk menyebar tidak beraturan (Rostiwati dan Kosasih 1998).

Buah *Alnus* berbentuk strobila (*cone*). Perbanyakan jenis ini biasanya dilakukan secara generatif melalui

penyemaian biji secara langsung atau dengan memanfaatkan anakan alam yang ada di sekitar pohon induknya. Pengadaan bibit *Alnus* yang dilakukan dengan mengandalkan biji biasanya sering tidak tepat waktu dan tidak dapat memenuhi jumlah bibit yang dibutuhkan. Hal ini terutama disebabkan oleh musim pembungaan yang kadang tidak teratur serta jumlah biji yang dihasilkan tidak konstan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan cabutan anakan alam yang biasanya sering dijumpai dalam jumlah berlimpah di bawah pohon induknya.

Agar pertumbuhan bibit cabutan dapat optimal di lapangan, maka perlu diperhatikan dalam hal pemilihan jenis media sapih yang akan digunakan. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi suatu bahan dapat digunakan sebagai medium tumbuh bibit yaitu medium tersebut harus cukup *porous* sehingga proses aerasi bagi sistem perakaran bibit tidak terganggu, ketersediaan kandungan mineral dan unsur hara pada media, serta media tidak mengandung zat yang bersifat allelopatik/beracun terhadap bibit tanaman tersebut (Departemen Kehutanan 1998).

Untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas bibit, maka salah satunya menggunakan pupuk kompos. Pupuk kompos merupakan hasil pelapukan bahan organik seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, sabut kelapa serta kotoran hewan yang dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan bibit tanaman kehutanan. Beberapa penelitian penggunaan kompos sebagai media pembibitan tanaman hutan telah dilakukan pada beberapa jenis tanaman hutan antara lain *Khaya* (*Khaya anthotheca* (Welw.)C.DC.), *Shorea javanica* K. et V., Manglid (*Manglietia glauca* Bl.) dengan hasil yang didapat bahwa penggunaan jenis media tersebut dapat meningkatkan kualitas masing-masing bibit tanaman tersebut (Hemdomono dan Durahim 2004; Prameswari 2004; Sudomo et al. 2008). Pemanfaatan kompos sebagai media bibit bagi jenis-jenis tanaman hutan perlu dilakukan, sehingga dapat mengurangi kebutuhan tanah sebagai media tanam. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh jenis media sapih terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit cabutan *Alnus*.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada April sampai Oktober 2012, dan penelitian dilakukan di Persemaian Hutan Penelitian Cikole, Lembang, Jawa Barat. Bibit *alnus* berupa cabutan anakan alami diambil dari Ciwidey, Kabupaten Bandung Selatan, Provinsi Jawa Barat.

### Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit cabutan jenis *Alnus*, media tanah, kompos, dan *polybag*. Peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini meliputi bak kecambah, gembor, penggaris, alat tulis, kantong kertas, timbangan, oven dan sigmat.

### Prosedur kerja

#### *Sterilisasi media tumbuh*

Media tanah yang akan digunakan sebagai media tumbuh terlebih dahulu disterilisasi dengan menggunakan larutan Trimaston dengan dosis sebesar 2 cc/l, disemprotkan pada media, diaduk hingga merata dan dibungkus dengan menggunakan plastik selama 7-10 hari. Setelah masa pemeraman, masing-masing media dimasukkan ke dalam *polybag* berukuran 10 x 20 cm,

#### *Penyiapan bibit cabutan*

Tinggi bibit cabutan antara 25-30 cm dan dibentuk seperti stump dengan bagian akar dan daunnya dibuang sebagian besar untuk mengurangi penguapan. Bibit kemudian ditanam dalam media yang telah disiapkan dan dipelihara dalam bedeng yang ternaungi ringan (suhu 29°C, RH 96% dan intensitas cahaya 12.590 lux). Bibit dipelihara selama 6 bulan dan pengukuran tinggi dan diameter bibit dilakukan setiap bulan sekali.

#### *Rancangan percobaan*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan adalah 3 jenis media tanam yaitu tanah murni/*top soil* (P1), kompos murni (P2) dan campuran tanah + kompos (1:1, v/v) (P3). Setiap perlakuan diulang 3 kali dan masing-masing unit percobaan (perlakuan) terdiri dari 50 bibit, sehingga jumlah seluruh unit amatan sebanyak 300 bibit.

#### *Parameter yang diamati*

Parameter yang diamati yaitu persentase tumbuh, tinggi, diameter, biomasa dan indeks mutu bibit menurut Dickson dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks mutu} = 1 + \frac{\text{Bobot kering batang dan daun (g)} + \text{Bobot kering akar (g)}}{\frac{\text{Tinggi (cm)}}{\text{Diameter (cm)}} + \frac{\text{Bobot kering batang (g)}}{\text{Bobot kering akar (g)}}}$$

### Analisa data

Data dianalisa dengan menggunakan analisis sidik ragam. Apabila terdapat perbedaan di antara perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan bibit cabutan *Alnus* dapat dilihat dari hasil pertambahan tinggi, diameter, biomassa serta persen tumbuh. Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan bibit *Alnus* pada umur 6 bulan diperoleh hasil rerata parameter seperti disajikan pada Tabel 1.

Nilai rerata pertumbuhan tinggi, diameter, biomasa, indeks mutu bibit serta persen hidup bibit diperoleh pada penggunaan media tumbuh P3 (campuran tanah + kompos). Hasil masing-masing parameter tersebut adalah tinggi (89,56 cm), diameter (8,39 mm), biomassa (19,95 g) dan persen tumbuh (96,6%). Hasil analisis sidik ragam terhadap

**Tabel 1.** Hasil rerata tinggi, diameter, biomasa, indeks mutu bibit dan persen tumbuh bibit *Alnus* umur 6 bulan

Perlakuan	Rerata Tinggi (cm)	Rerata diameter (mm)	Rerata biomasa (g)	Indeks mutu bibit	Rerata persen hidup bibit (%)
P1 (Tanah)	80,17 b	7,65 b	8,74 b	0,91 b	95,00 a
P2 (Kompos murni)	88,73 a	7,77 b	19,78 a	1,09 b	94,44 a
P3 (Tanah + ompos)	89,56 a	8,39 a	19,95 a	1,50 a	96,67 a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 1% uji Duncan

**Tabel 2.** Hasil analisis tanah pada tiga perlakuan media tanam bibit *Alnus* umur 6 bulan

Analisis	Jenis Media saph		
	P1 (Tanah)	P2 (Kompos)	P3 (Tanah + kompos)
pH H <sub>2</sub> O	5,30	5,40	5,43
pH KCl	4,70	4,50	5,20
C (%)	2,83 (S)	2,85 (S)	3,12
N (%)	0,22 (S)	0,24 (R)	0,32
C/N	12,90 (S)	15,83	15,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Bray, 1 ppm)	14,90 (R)	15,65 (S)	16,27 (S)
Ca (me/100 mg)	7,21 (S)	9,30 (S)	9,72 (S)
Mg (me/100 mg)	4,11 (T)	3,70 (T)	4,38 (T)
K (me/100 mg)	1,41 (ST)	1,78 (ST)	2,02 (ST)
Na (me/100 mg)	0,67 (S)	0,52 (S)	0,69 (S)
Jumlah (me/100 mg)	13,40	15,30	16,81
KTK (me/100 mg)	24,39 (S)	25,43 (T)	26,34 (T)
KB (%)	54,90 (T)	59,00 (T)	59,65 (T)
Al (me/100 mg)	0,42 (SR)	0,27 (SR)	0,38 (SR)
H <sup>+</sup> (me/100 mg)	0,14	0,31	0,34
Tekstur			
Pasir (%)	14,90	12,00	13,80
Debu (%)	45,30	46,30	45,70
Liat (%)	39,80	41,70	41,50

Keterangan: SR = sangat rendah, R = rendah, S = sedang, T = tinggi, ST = sangat tinggi. Pengharkatan berdasarkan kriteria yang disusun oleh Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1991)

keempat parameter pertumbuhan menunjukkan bahwa penggunaan media tumbuh memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, biomas serta indeks mutu bibit, namun tidak berpengaruh nyata terhadap persen hidup bibit.

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, dapat dilihat bahwa media tanam P1 berbeda dengan media P2 dan P3 untuk parameter tinggi dan biomassa bibit. Sedangkan untuk parameter pertumbuhan diameter dan indeks mutu bibit media P3 berbeda dengan media P1 dan P2. Hal ini menggambarkan bahwa untuk memacu pertumbuhan tinggi dan biomassa bibit dapat digunakan media tanam kompos (P2) atau campuran tanah dan kompos (1:1) (P3). Penggunaan media campuran tanah + kompos (P3) memberikan hasil rerata terbaik yaitu rerata diameter bibit 8,39 mm dan indeks mutu bibit 1,50.

Berdasarkan hasil analisis ketiga media tanam yang tertera pada Tabel 2, terlihat bahwa penambahan kompos dalam media tanam dapat meningkatkan ketersediaan unsur fosfat sekitar 7%, hara makro (Ca, Mg, K dan Na) di dalam media tanam sekitar 24%. Selain itu, penggunaan media kompos atau campuran antara tanah dan kompos memiliki

nilai nisbah C/N yang rendah dibandingkan media tanam tanah. Hal ini menggambarkan bahwa proses dekomposisi pada media tanam tersebut telah berjalan dengan baik sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara di dalam media tanam. Putri et al. (2009) menyatakan bahwa kemudahan penyerapan hara oleh tanaman dijumpai pada media tanam yang memiliki nisbah C/N sekitar 10-12. Selain itu, adanya penambahan bahan organik (kompos) sebagai hasil dekomposisi mikroba dapat berfungsi untuk menjaga kelembaban dan memperbaiki struktur media, serta dapat menambah ketersediaan hara (Putri et al. 2009). Unsur-unsur hara tersebut memegang peranan yang penting dalam sistem fotosintesis, transfer energi dan pembentukan dinding sel tanaman serta sintesa protein pada tanaman (Salisbury dan Ross 1992).

Biomasa tanaman secara umum dapat menggambarkan kemampuan tanaman untuk mengakumulasi hasil-hasil metabolismenya dalam bentuk bahan organik (Salisbury dan Ross 1992). Biomassa bibit *Alnus* yang dihasilkan dari penggunaan media tanam campuran tanah dan kompos (1:1) menghasilkan nilai yang tertinggi bila dibandingkan bibit yang ditumbuhkan pada media tanah atau kompos

saja. Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan ketersediaan unsur hara makro khususnya unsur N, P dan K (Tabel 2). Ketiga unsur tersebut akan diikat dalam bentuk organik atau dalam tubuh mikroorganisme, sehingga terhindar dari proses pencucian dan secara perlahan akan menjadi tersedia kembali di dalam tanah dan dapat diserap oleh tanaman untuk berbagai proses metabolisme (Akbar dan Mado 2002).

Bibit yang ditumbuhkan pada ketiga macam media tanam di atas tidak berpengaruh nyata terhadap persen hidup bibit. Hal ini menggambarkan bahwa ketiga macam media saphi tersebut mampu menunjang pertumbuhan bibit cabutan *Alnus*. Selain jenis media tanam, faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan bibit cabutan tersebut adalah suhu, kelembaban, ketersediaan air dan hara (Salisbury dan Ross 1992). Pemeliharaan bibit cabutan *Alnus* dilakukan di dalam sungkup yang terjaga kondisi suhu dan kelembabannya, sehingga persen tumbuh bibit relatif tinggi di atas 94% untuk ketiga macam media saphi di atas.

Setiap jenis tanaman memiliki karakteristik/perbedaan terhadap kebutuhan jenis media tumbuhnya. Media yang sesuai untuk pertumbuhan bibit *K. anthotheca* adalah campuran kompos sabut kelapa sawit + sekam padi (1:1 (v/v)) (Hendromono dan Durahim 2004), sedangkan untuk pertumbuhan bibit mahoni daun besar (*Swietenia macrophylla*) menggunakan media campuran *top soil*+sekam padi+sabut kelapa sawit (1:1:1 (v/v)) (Durahim dan Hendromono 2001). Untuk pembibitan mimba (*Azadirachta indica*) media pembibitan yang sesuai adalah campuran media tanah+kompos (1:2) tanpa naungan (Kurniaty et al. 2007). Dosis kompos 30 g per polybag adalah dosis optimum bagi pertumbuhan bibit sengan sedangkan penyiraman dua kali sehari adalah frekuensi penyiraman yang tepat bagi bibit sengan (Tefal et al. 2015).

Peningkatan kandungan bahan organik di dalam tanah baik secara langsung maupun tidak langsung dapat meningkatkan kesuburan dan memperbaiki sifat-sifat fisik tanah (Akbar dan Mado 2002). Semakin baik kondisi media tanam, maka akan meningkatkan proses-proses metabolisme dalam tanaman dan hal ini akan mempengaruhi kualitas bibit yang dihasilkan. Penggunaan campuran media tanah dan kompos dapat menghasilkan bibit dengan nilai indeks mutu yang tertinggi yaitu sebesar 1,50. Semakin tinggi nilai indeks mutu bibit, maka akan menjamin kualitas dan kemampuan bibit untuk tumbuh dengan baik di lapangan. Indeks mutu bibit yang baik jika memiliki nilai lebih besar dari 0,09. Bibit cabutan *Alnus* berumur 6 bulan yang ditumbuhkan pada media saphi campuran tanah dan kompos (1:1) memiliki nilai indeks mutu bibit yang lebih besar dari nilai standard sehingga diharapkan dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di lapang.

Dalam kesimpulan, untuk membibitkan *Alnus* yang berasal dari bibit canutan alami, maka media saphi yang terbaik adalah campuran tanah dan kompos (1:1 (v/v)). Bibit cabutan *Alnus* yang berumur 6 bulan yang ditanam pada media saphi campuran tanah dan kompos (1:1) telah memenuhi standard nilai indeks mutu bibit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Dedi Sembada (Alm) selaku Kepala Hutan Penelitian Cikole yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar A, Mado MR. 2002. Peranan Bahan Organik Dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah. Majalah Kehutanan Indonesia. Edisi IV. Departemen Kehutanan. 1998. Pedoman Pembangunan Hutan Tanaman Industri. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan.
- Durahim, Hendromono. 2001. Kemungkinan penggunaan limbah organik sabut kelapa sawit dan sekam padi sebagai campuran top-soil untuk pertumbuhan bibit Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.). Bull Penel Hutan 628: 13-26.
- Gamble JS. 1972. An Account of the Growth, Distribution, and Uses of the Trees and Shrubs of India and Ceylon with Description of their Wood-Structure. Bishen Singh & Mahendra Pal Singh, Dehra Dun.
- Hendromono, Durahim. 2004. Pemanfaatan limbah sabut kelapa sawit dan sekam padi sebagai medium pertumbuhan bibit Mahoni Afrika (*Khaya anthotheca* C.DC.). Bull Penel Hutan 644: 15-20.
- Jo LS. 1999. Effect of organic fertilizer on soil physical properties and plant growth. Paper presented at Seminar on the Use of Organic Fertilizers in Crop Production. Suweon, South Korea. 18-24 June 1999.
- Kurniaty R, Budiman B, Suartana M, Damayanti RU. 2007. Pengaruh Media dan Naungan Terhadap Kualitas Bibit. [Laporan Hasil Penelitian]. BPTP, Bogor.
- Neil PE. 1997. *Alnus* Miller. In: Hanum IF, Van Der Maesen LJG. (eds) PROSEA 11. Auxiliary Plants. PROSEA, Bogor.
- Prameswari D. 2004. Pengaruh Inokulasi Cendawan Ektomikhoriza dan Media Tumbuh terhadap Pertumbuhan *Shorea javanica* K & V. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Putri KP, Kurniaty R, Muharam A, Sanusi HM. 2009. Bahan organik sebagai media alternatif dalam pembibitan tanaman hutan. Gelar Teknologi Balai Teknologi Perbenihan Bogor di Majalengka, 24 Juni 2009.
- Rostiwati T, Kosasih AS. 1998. Alder. Dalam: Lembaran Informasi PROSEA 2 (6): 35-38.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Penerj.: Lukman DR, Sumaryono. Penerbit ITB, Bandung.
- Sudomo A, Swestiani D, Rusdi, Rachmawan B, Herdyana RD. 2008. Silviculture Kayu Hutan Rakyat Penghasil Pulp (*Manglid* (*Manglietia glauca* BL.), Tisuk (*Hibiscus macrophyllus*), Mindi (*Melia azedarach*)). [Laporan Hasil Penelitian]. Balai Penelitian Kehutanan Ciamis, Ciamis.
- Tefa P, Roberto M, Taolin ICO, Lelang MA. 2015. Pengaruh dosis kompos dan frekuensi penyiraman pada pertumbuhan bibit sengan laut (*Paraserianthes falcataria*, L.). Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering Savana Cendana 1 (1): 13-16.

## Prospek budidaya bintangur (*Callophyllum soulatri*) untuk dikembangkan di lahan gambut

### The cultivation of bintangur (*Callophyllum soulatri*) prospects to be developed in peatlands

DARWO<sup>✉</sup>, RINA BOGIDARMANTI<sup>✉✉</sup>

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No.5, PO Box 331, Bogor 16610, Jawa Barat. Tel.: +62-251- 863281, Fax.: +62-251-75200, ✉email: darwop3h@gmail.com, ✉✉rinabogidarmanti@yahoo.com

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 22 Desember 2016.

**Abstrak.** Darwo, Bogidarmanti R. 2016. Prospek budidaya bintangur (*Callophyllum soulatri*) untuk dikembangkan di lahan gambut. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 267-270. Lahan gambut memiliki keterbatasan jenis untuk dikembangkan sebagai hutan tanaman industri. Bintangur (*Callophyllum soulatri* Burm. F.) merupakan salah satu jenis asli di hutan gambut. Saat ini bintangur belum dikembangkan secara luas sebagai hutan tanaman industri. Secara ekonomi, bintangur mempunyai nilai manfaat yang tinggi yaitu kayunya dapat digunakan sebagai bahan baku pulp dan buahnya dapat digunakan sebagai bahan biofuel. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi sejauhmana kemampuan tumbuh bintangur dan karakteristiknya di lahan gambut. Uji coba penanaman dilakukan dengan jarak tanam 3 x 3 m<sup>2</sup> di Kabupaten Siak, Propinsi Riau. Pengamatan dilakukan pada umur 4 tahun setelah tanam dengan parameter yang diukur adalah diameter setinggi dada, tinggi total dan daya hidup tanaman. Analisis data dilakukan untuk mengetahui rata-rata dan standar deviasi. Hasilnya menunjukkan bahwa bintangur mudah diperbanyak secara generatif yaitu cabutan alam dan biji. Pada umur 4 tahun diperoleh rata-rata diameter setinggi dada 3,82 ± 0,90 cm dan tinggi total 3,39 ± 0,72 m dengan riap diameter 0,95 cm/tahun dan riap tinggi 0,85 m/tahun. Bintangur mampu tumbuh baik di lahan gambut terbuka dengan persen hidup 75 ± 15,2% dan umur 3 tahun sudah berbuah. Dengan demikian, tanaman bintangur potensial dikembangkan sebagai hutan tanaman penghasil kayu pulp dan energi.

**Kata kunci:** *Callophyllum soulatri*, lahan gambut, riap, kayu pulp dan energi

**Abstract.** Darwo, Bogidarmanti R. 2016. The cultivation of bintangur (*Callophyllum soulatri*) prospects to be developed in peatlands. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 267-270. Peatlands have limited species to be developed as industrial plantations forest. Bintangur (*Callophyllum soulatri* Burm.F.) is one of the original species in the peatland area. Currently, bintangur has not been developed extensively as industrial plantations forest. Economically, bintangur has a high value of benefits that wood can be used as raw material for pulp and fruit can be used as a source of biofuel. The aims of this study were to evaluate the extent of its ability to grow and characteristics of bintangur in peatland area. The trial planting at a spacing of 3 x 3 m<sup>2</sup> and observation made after 4 years old after planting with the measured parameter were the diameter at breast height, total height and survival rate. Data analysis was conducted to know the average and standard deviation. The results showed that bintangur easily propagated from wildlings and seeds. At the age of 4 years gained an average diameter at breast height of 3.82 ± 0.90 cm and a total height of 3.39 ± 0.72 m in diameter increment of 0.95 cm/year and high increment of 0.85 m/year. Bintangur can grow well in open peatlands with survival rates of 75 ± 15.2 % and the age of 3 years has borne fruit. Therefore, the plant bintangur potential to be developed as plantations producing wood pulp and energy.

**Keywords:** *Callophyllum soulatri*, energy, increment, peatland area, pulp wood

## PENDAHULUAN

Luas lahan gambut di Indonesia sekitar 16-20 juta hektar yang tersebar di Sumatera (7,2 juta ha), Kalimantan (4,5 ha), Papua (4,6 juta ha), Halmahera dan Sulawesi (300.000 ha) (Wahyunto 2005). Lahan gambut terbentuk dari tumpukan bahan organik yang mengalami dekomposisi secara an-aerobik, dimana laju dekomposisinya lebih rendah dibanding laju penambahan bahan organiknya (Wahyunto 2005). Kondisi demikian mengakibatkan tanah gambut memiliki karakteristik pH rendah atau masam (pH 3,0 – 4,5), tingkat kesuburan rendah karena kandungan unsur hara rendah serta adanya asam-asam organik yang bersifat racun bagi tanaman (Wibisono et al. 2005). Namun

di sisi lain, nilai tukar kation (KTK) yang tinggi dan nilai kejenuhan basa (KB) yang rendah. Kondisi tersebut menyebabkan kation-kationnya akan mudah tercuci (Agus dan Subiksa 2008).

Perusahaan HTI pulp dan serat di daerah Sumatera dan Kalimantan yang areal konsesi di lahan gambut, pada saat ini jenis tanaman dikembangkan adalah krasikarpa (*Acacia crassicarpa* A.Cunn ex Benth). Kendala yang masih dihadapi dalam pengembangan jenis tersebut yaitu rendahnya tingkat survival setelah berumur 3 tahun. Dilaporkan oleh PT. Arara Abadi (2008) bahwa pada akhir daur (umur 5 tahun) tingkat survival hanya sekitar 46,3%. Untuk mengantisipasi hal tersebut diperlukan pencarian

jenis-jenis alternatif lokal yang berpotensi sebagai bahan baku pulp.

Salah satu jenis alternatif lokal di lahan gambut adalah jenis bintangur (*Calophyllum soulatri* Burm.F.). Bintangur termasuk famili Clusiaceae yang penyebarannya Indo-China, Thailand, Malaysia hingga ke Australia Utara dan Melanesia. Di Indonesia jenis ini dijumpai di daerah Sumatera, Kalimantan dan Papua (Lim dan Lemmens, 2002). Kayu bintangur masuk dalam kelas II-IV bila disimpan pada kondisi terbuka dan jika digunakan langsung berhubungan dengan tanah daya tahannya sekitar 0,5 – 3,5 tahun (Soerianegara dan Lemmens 2010). Kegunaan kayu bintangur yaitu antara lain dapat digunakan untuk konstruksi ringan, bahan lantai, papan hias (moulding), perabot rumah tangga, kayu lapis, pulp dan venir. Selain itu buah bintangur dapat dimanfaatkan untuk bahan biodiesel (Martawijaya et al. 2005). Berdasarkan kriteria persyaratan jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan baku pulp, maka bintangur termasuk dalam kelas kualitas II (Suhartati et al, 2009; Soerianegara dan Lemmens 2010).

Pemilihan suatu jenis tanaman untuk dikembangkan di luar habitat alaminya memerlukan perhatian untuk memenuhi persyaratan tumbuh jenis tersebut antara: lain ketinggian tempat, kelembaban, temperatur, jenis tanah, dan teknik silvikultur yang akan diaplikasikan. Suatu jenis tanaman dikatakan mampu beradaptasi dengan baik, jika dikembangkan di suatu lokasi atau tempat tertentu apabila jenis tersebut mampu pertumbuhan dengan baik dan mampu mengalami siklus reproduksi (pembungaan dan penguasaan). Oleh karena itu, kegiatan penelitian uji introduksi jenis-jenis lokal potensial sebagai *back-up* jenis krasikarpa yang telah dikembangkan perlu dilakukan dalam rangka mengantisipasi permasalahan kerobohan, serangan hama-penyakit, dan kendala pengaturan drainase di lahan gambut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauhmana kemampuan tumbuh bintangur dan karakteristiknya di lahan gambut.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di kawasan konsesi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri (IUPHHK-HTI) PT. Arara Abadi yang berada di Distrik Rasau Kuning, Kabupaten Siak, Pripinsi Riau. Letak koordinat geografis berada di 101°49'04" BT dan 1°32'42" LU dan ketinggian tempat sekitar ± 10 m dari permukaan laut. Kondisi iklimnya termasuk tipe A berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson dengan curah hujan tahunan berkisar 1.937 – 3.484 mm (rata-rata 2.456 mm/tahun). Suhu udara harian rata-rata sebesar 27,7°C, dengan rata-rata maksimum 29,3°C dan rata-rata minimum 26,4°C; sedangkan kelembaban udara harian rata-rata sebesar 68,7%, dengan rata-rata maksimum 75,1% dan rata-rata minimum 63,0% (Supangat et al. 2013). Penelitian dilakukan pada tahun 2015.

### Bahan dan alat

Bahan penelitian berupa tegakan bintangur berumur 4 tahun seluas 0,75 hektar dengan jarak tanam 3 x 3 m. Pada tahap awal tanaman bintangur dipupuk dasar Rock Phospat 250 gram/lubang, KCA (abu boiler) 2 kg/lubang. Pada umur 1, 4 dan 12 bulan setelah tanam dipupuk NPK sebanyak 100 gram/tanaman, sedangkan pembersihan gulma dilakukan 3 kali pada umur 1-2 tahun dan 2 kali pada umur 3-4 tahun. Peralatan yang digunakan antara lain meteran, galah, kaliper, kamera, dan alat tulis.

### Metode

Untuk melakukan pengamatan parameter yang diuji, terlebih dahulu dibuat plot berbentuk empat persegi panjang 30 m x 12 m. Pengamatan dilakukan pada umur 4 dengan parameter yang diamati meliputi diameter setinggi dada, tinggi total, riap diameter, riap tinggi dan persen hidup (daya hidup). Diameter setinggi dada diukur pada ketinggian 130 cm dari permukaan tanah, sedangkan tinggi tanaman diukur mulai pangkal sampai ujung pucuk tanaman. Penentuan riap berdasarkan riap rata-rata tahunan (*Mean Annual Increment-MAI*) yaitu rata-rata diameter atau tinggi pada umur tertentu dibagi dengan umur tersebut.

Data dianalisis secara statistik guna mengetahui rata-rata dan standar deviasi. Pertama ditentukan terlebih dahulu rata-rata setiap plot, selanjutnya ditentukan rata-rata dan standar deviasi dari semua plot. Cara menentukan besaran parameter tersebut sebagai berikut (Siregar 2015):

$$a. \text{Rata - rata per plot} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_i$$

$$b. \text{Rata - rata dari semua plot} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Y_j$$

$$c. \text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (Y_j - \bar{Y})^2}$$

Dimana :

$X_i$  = tinggi pohon/diameter setinggi dada pohon ke-i.

$m$  = jumlah tanaman dalam setiap plot.

$Y_j$  = rata-rata pada plot ke-j.

$n$  = jumlah plot.

Selain tingkat pertumbuhan tegakan, maka ditentukan juga sejauhmana produksi buah bintangur yang bisa dihasilkan. Pendugaan produksi biji bintangur didekati dengan model pendugaan produksi biji *Calophyllum* sp., yaitu  $\ln P = 4,7137 - 13,96/D$ , dimana  $P$  = produksi biji (kg) bintangur dan  $D$  = diameter batang pohon (cm) (Tim Peneliti Badan Litbang Kehutanan 2008). Untuk mengetahui karakteristik tanaman bintangur dengan cara studi pustaka dan pengamatan secara visual di lapangan. Karakteristik pohon menjadi penting untuk diketahui guna menentukan apakah jenis pohon tersebut mampu tumbuh baik di suatu wilayah atau lahan tertentu, termasuk tanaman yang membutuhkan naungan di awal pertumbuhan (toleran) atau tidak butuh naungan (intoleran).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba penanaman bintangur merupakan suatu cara untuk menguji sejauhmana kemampuan tanaman mampu tumbuh di suatu wilayah dan lahan tertentu. Kegiatan ini sangat berguna dalam rangka menentukan jenis-jenis yang cocok untuk digunakan sebagai tanaman target dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan maupun pembangunan hutan tanaman industri secara luas. Upaya pemulihan dan peningkatan produktivitas hutan dan lahan menjadi penting dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga (PP Nomor 76 2008). Kegiatan rehabilitasi dan pembangunan hutan tanaman bisa terjadi kegagalan akibat jenis yang ditanam tidak sesuai dengan kondisi lahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bintangur pada umur 4 tahun diperoleh rata-rata diameter setinggi dada ( $3,82 \pm 0,90$ ) cm, tinggi total ( $3,39 \pm 0,72$ ) m dengan rata-rata riap tahunan (MAI) 0,95 cm/tahun dan MAI tinggi 0,85 m/tahun. Daya hidup tanaman bintangur pada umur 4 tahun ( $75 \pm 15,2$ )%. Tanaman bintangur pada umur 3 tahun sudah mulai berbuah dan selanjutnya pada umur 4 tahun berbuah lagi, dengan demikian bintangur berbuah sepanjang tahun. Hal ini sesuai dengan Pratiwi et al. (2014), bahwa bintangur berbunga dan berbuah sepanjang tahun dan jumlah biji sekitar 100-150 butir/kg. Berdasarkan hasil analisis, maka produksi buah bintangur pada umur 4 tahun dengan kerapatan tegakan 833 pohon/ha akan

diperoleh 2.404 kg/ha. Kondisi tegakan bintangur di lahan gambut dapat dilihat pada Gambar 1.

Tingkat pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman bintangur hampir mendekati jenis geronggang (*Cratoxylum arborascens* (Vahl) Blume). Jika dilihat dari habitus, pohon bintangur cenderung memiliki percabangan yang banyak dan tidak mudah mengalami pruning alami. Tanaman bintangur merupakan jenis yang adaptif untuk dikembangkan di lahan gambut baik sebagai hutan tanaman industri maupun rehabilitasi hutan alam bekas tebangan di lahan gambut. Secara alami bintangur termasuk jenis penyusun hutan rawa gambut, karena memiliki daya adaptasi yang baik pada kondisi hutan rawa gambut yang terdegradasi. Kemampuan adaptasi ini menjadi kunci pemilihan jenis dalam pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) dan rehabilitasi hutan dan lahan.

Jenis yang ditanam dalam skala luas harus sesuai dengan jenis dan kondisi lahannya. Hal ini dikarenakan penggunaan jenis tanaman untuk merehabilitasi hutan dan lahan rawa-gambut tidak sertamerta dapat dilakukan untuk semua kondisi hutan dan lahan rawa-gambut yang terdegradasi. Menggunakan jenis yang tepat menjadi kunci utama keberhasilan rehabilitasi, selain perlakuan silvikultur seperti penyiapan lahan, pemupukan dan pemeliharaan (Darwo dan Bogidamanti 2015). Selanjutnya dengan melakukan perencanaan yang baik akan menghasilkan kegiatan rehabilitasi yang efektif dan efisien serta dapat berhasil secara maksimal (Rachmanadi 2012).



**Gambar 1.** A. Tanaman bintangur umur 4 tahun di lahan gambut di Kabupaten Siak, Riau. B. Umur 3 tahun bintangur mulai berbuah

Beberapa karakteristik dan keunggulan bintangur antara lain: (i) Secara alami bintangur hidup alam hutan rawa-gambut. (ii) Mampu tumbuh dengan baik pada kondisi genangan secara periodik. (iii) Bintangur mampu tumbuh baik di lahan gambut terbuka. Oleh karena itu, bintangur dapat dikategorikan jenis intoleran (butuh cahaya penuh pada tingkat permudaan). (iv) Mampu melakukan regenerasi yang dicirikan bisa berbuah pada umur tertentu. (v) Perbanyakannya bisa dilakukan secara generatif dan vegetatif. (vi) Buahnya bisa digunakan sebagai sumber bahan baku biofuel dan tidak menjadi bahan pangan. (vii) Kayunya cocok untuk bahan baku pulp.

Upaya memulihkan kondisi hutan rawa gambut dengan menanam bintangur merupakan terobosan yang tepat guna memasok bahan baku kayu pulp dan sekaligus menyiapkan bahan baku biofuel. Buah bintangur merupakan salah satu bahan baku biofuel. Pembangunan hutan tanaman bintangur merupakan prospek yang menjanjikan karena mempunyai dua hasil utama yaitu hasil kayu sebagai bahan baku pulp dan buahnya sebagai bahan baku biofuel. Karakteristik kayu bintangur memiliki sebagai berikut: berat jenis 0,54 (0,40-0,70) g/cm<sup>3</sup> dan kelas kualitas serat II. Kayu gubalnya berwarna kuning-cokelat dengan sedikit warna merah muda, berbatasan jelas dengan kayu teras yang merah-cokelat, merah muda-cokelat, atau jingga-cokelat (Martawijaya et al. 2005; Suhartati et al. 2009; Soerianegara dan Lemmens 2010). Oleh karena itu, bintangur adalah jenis yang potensial untuk Hutan Tanaman Industri dan rehabilitasi di lahan rawa-gambut.

Dalam kesimpulan, bintangur mampu tumbuh baik di lahan gambut pada kondisi lahan terbuka dengan persen hidup ( $75 \pm 15,2$ )% dan mulai umur 3 tahun bintangur sudah berbuah. Pada umur 4 tahun diperoleh rata-rata diameter setinggi dada ( $3,82 \pm 0,90$ ) cm dan tinggi total ( $3,39 \pm 0,72$ ) m dengan riap diameter 0,95 cm/tahun dan riap tinggi 0,85 m/tahun. Bintangur mampu tumbuh baik di lahan gambut pada kondisi terbuka sehingga dikategorikan jenis intoleran (butuh cahaya penuh pada tingkat permudaan). Secara alami bintangur termasuk jenis penyusun hutan rawa-gambut karena memiliki daya adaptasi yang baik pada kondisi hutan rawa-gambut yang terdegradasi. Pohon bintangur cenderung memiliki percabangan yang banyak dan tidak mudah mengalami

pruning alami. Bintangur berpotensi untuk dikembangkan sebagai hutan tanaman penghasil kayu pulp dan energi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Isno dan Murdani beserta Staf Research and Development PT. Arara Abadi, Riau yang telah membantu dalam pengumpulan data penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus JP, Subiksa IGM. 2008. Lahan Gambut : Potensi untuk pertanian dan aspek lingkungan. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor.
- Darwo, Bogidarmanti R. 2015. Prospek pembangunan hutan tanaman balangeran (*Shorea balangeran* (Korth.) Burck.) di lahan gambut. Prosiding Seminar MAPEKI XVIII. Bandung.
- Martawijaya A, Kartasunana I, Mandang YI, Kadir K, Prawira SA. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid I. Cetakan Ketiga. Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Kehutanan, Bogor.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 2010. Sumber Daya Nabati Asia Tenggara, 5(1) Pohon Penghasil Kayu Perdagangan Utama. Balai Pustaka, Jakarta.
- Pratiwi, Narendra BH, Hartoyo GME, Kalima T, Pradjadinata S. 2014. Atlas Jenis-jenis Pohon Andalan Setempat untuk Rehabilitasi Hutan dan Lahan di Indonesia. Forda Press, Bogor.
- PT. Arara Abadi. 2008. Rencana Kerja Periode Tahun 2008-2017. Perawang, Riau.
- Rachmanadi D. 2012. Teknik penanaman balangeran. Dalam: Suryanto, Hadi TS, Savitri E. Budidaya *Shorea balangeran* di lahan Gambut. Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru, Banjarbaru.
- Suhartati, Supangat AB, Junaedi A, Sunarto, Nurrohman E. 2009. Inventarisasi dan eksplorasi jenis alternatif pulp. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat Kuok, Bangkinang.
- Tim Peneliti Badan Litbang Kehutanan. 2008. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) Sumber Energi Biofuel yang Potensial. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Wahyunto RS, Suparto, Subagyo. 2005. Sebaran gambut dan kandungan karbon di Sumatera dan Kalimantan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme, Bogor and Wildlife Habitat Canada.
- Wibisono ITC, Siboro L, Suryadiputra INK. 2005. Panduan Rehabilitasi dan Teknik Silvikultur di Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme, Bogor and Wildlife Habitat Canada.

# Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormon tumbuh IAA (Indole-3-Acetic Acid) dan Bakteri Perombak Protein dari Tanah Pertanian Tual, Maluku Tenggara

## Isolation and activity test of IAA and protease producing bacteria from Tual Agricultural Land, Southeast Maluku

TIRTA KUMALA DEWI<sup>1,\*</sup>, JODI SURYANGGONO<sup>2</sup>, DWI AGUSTIYANI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-87907636, Fax.: +62-21-87907612, \*email: tirta.kdewi@gmail.com

<sup>2</sup>Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Jl. Dr. Soeparno No.63 Karangwangkal, Grendeng, Purwokerto 53122, Banyumas, Jawa Tengah.

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 27 Desember 2016.

**Abstrak.** Dewi TK, Suryanggono J, Agustiyani D. 2016. Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormon tumbuh IAA (Indole-3-Acetic Acid) dan Bakteri Perombak Protein dari Tanah Pertanian Tual, Maluku Tenggara. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 271-276. Tanah pertanian yang terletak di daerah Tual, Maluku Tenggara memiliki keragaman mikrobaa dengan berbagai aktivitas antara lain penghasil hormon tumbuh IAA (Indole -3-Acetic acid) dan perombak protein. Bakteri yang mampu menghasilkan IAA dapat meningkatkan pertumbuhan dan perpanjangan akar sehingga permukaan akar menjadi lebih luas dan akhirnya tanaman mampu menyerap nutrisi dari dalam tanah lebih banyak. Bakteri yang mampu menghasilkan enzim protease memiliki kemampuan untuk mengurai atau menghilangkan protein kompleks pada lingkungan yang tercemar sehingga dapat berperan dalam bioremediasi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormon tumbuh IAA dan bakteri perombak protein dari Ohoitel, Kota Tual, Maluku Tenggara . Isolasi dan seleksi di lakukan dengan metode TPC (Total plate count) pada media TSB (*Tryptic Soy Broth*) dan skim milk agar. Uji aktivitas bakteri penghasil IAA di lakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Metode yang di gunakan adalah spektrofotometri pada panjang gelombang 530 nm dan HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Pada HPLC kolom yang digunakan adalah C-18 reverse phase dengan detektor UV-Visible pada panjang gelombang 280 nm. Pengukuran aktivitas enzim protease di lakukan dengan metode spektrofotometri pada panjang gelombang 442 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat 8 Tual mampu menghasilkan IAA tertinggi yaitu 64 ppm. Aktivitas enzim protease tertinggi di tunjukkan oleh isolat TL7C dan TL5B sebesar 635 unit/mL dan 551,6 unit/mL pada waktu 36 jam

**Kata kunci:** Bakteri, Tual, Indole-3-acetic acid, protease

**Abstract.** Dewi TK, Suryanggono J, Agustiyani D. 2016. *Isolation and activity test of IAA and protease producing bacteria from Tual Agricultural Land, Southeast Maluku. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 271-276. Indole-3-Acetic Acid producing bacteria may increase the growth and extension of the root and make the root surface becomes more widespread and eventually the plant is able to absorb more nutrients from the soil. Proteases producing bacteria has the ability to break down or eliminate the protein complexes in a polluted environment so that it can play a role in environmental bioremediation. The aim of this study was to isolation and activity test of growth hormone-producing bacteria and proteases producing bacteria from Ohoitel agricultural land, Tual, South East Maluku. Isolation and selection were done by total plate count method on the Tryptic Soy Broth and skim milk agar medium. IAA-producing bacteria activity test was done qualitatively and quantitatively. The method used was spectrophotometry at 530 nm and HPLC (High-Performance Liquid Chromatography) with C-18 reverse phase column at 280 nm. Protease enzyme activity measurements were done by the spectrophotometric method at a wavelength of 442 nm. The results showed that isolates 8 Tual able to produce the highest IAA amount 64 ppm. The highest protease enzyme activity showed by TL7C and TL5B isolates amount 635 unit/mL and 551,6 units / mL at 36 hours.

**Keywords:** Bacteria, Tual, Indole-3-acetic acid, protease

### PENDAHULUAN

Hormon tanaman merupakan sinyal kimia yang mempengaruhi kemampuan tanaman untuk beradaptasi terhadap lingkungannya. Hormon merupakan senyawa organik yang di sintesis pada salah satu bagian tanaman kemudian di transfer ke beberapa bagian yang lain.

Hormon ini berperan dalam pertumbuhan maupun pematangan buah (Saharan dan Nehra 2011). Auksin berperan sebagai hormon pemacu pertumbuhan tanaman, dan sering ditemukan di jaringan meristem. Dengan adanya bakteri endofit yang berkolonisasi atau bersimbiosis dalam jaringan tanaman, kebutuhan akan hormon tumbuh dapat disuplai oleh bakteri tersebut (Strobel dan Daisy 2003;

Spaepen et al. 2009). IAA (Indole-3-Acetic-Acid) merupakan hormon tumbuh yang memegang peranan penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Mikrobaa yang mampu menghasilkan IAA dapat meningkatkan pertumbuhan dan perpanjangan akar sehingga permukaan akar menjadi lebih luas dan akhirnya tanaman mampu menyerap nutrisi dari dalam tanah lebih banyak (Boloro et al. 2007). L-triptofan merupakan asam amino yang berfungsi sebagai precursor dalam biosintesis auxin (IAA) pada tanaman dan mikrobaa (Patil et al. 2011).

L-triptofan (L-TRP) sebagai prekursor fisiologis IAA, baik pada tanaman maupun pada mikroorganisme. Penambahan L-triptofan pada media kultur dapat meningkatkan produksi IAA. L-triptofan mengandung sumber senyawa aktif yang dapat memicu pertumbuhan mikrobiota rhizosfer dan endofit. Biosintesis mikrobiial IAA dalam tanah dapat dipicu dengan adanya L-triptofan yang berasal dari eksudat akar atau sel-sel yang rusak. Bakteri yang mampu memproduksi IAA akan menstimulasi pertumbuhan sistem perakaran inang. Bakteri penghasil hormone tumbuh IAA mensintesis hormone tersebut melalui jalur *tryptophan dependent pathway* dengan senyawa intermediet indolepyruvic acid (Patten dan Glick 2002; Husen 2003; Mohite 2013).

Protease merupakan enzim yang dapat memecah protein menjadi peptide dan asam amino. Protease umumnya di temukan pada tanaman, hewan maupun mikroorganisme. Pada bidang industri, produksi protease dari mikroorganisme lebih menguntungkan karena dapat di hasilkan dalam jumlah besar. Protease yang berasal dari mikrobaa lebih banyak di gunakan di bandingkan enzim yang berasal dari tanaman maupun hewan (Kuma et al. 2012). *Bacillus*, *Aspergillus*, *Pseudomonas*, merupakan jenis mikroorganisme yang mampu menghasilkan protease (Patil et al. 2015). Bakteri dari genus *Bacillus* merupakan penghasil protease basa yang penting karena kemampuannya untuk menghasilkan enzim protease dalam jumlah besar, dengan aktivitas dan stabilitas pada pH dan suhu yang tinggi (Kumar dan Vats 2010). Produksi enzim protease dari mikroba tergantung pada tipe strain, komposisi medium, pertumbuhan sel, metode kultivasi, kebutuhan nutrien, ion logam, pH, suhu, serta waktu inkubasi (Kumar et al. 2012).

Enzim protease yang berasal dari mikroba menduduki sekitar 60 % dari semua enzim protease yang beredar di pasaran (Rayda et al. 2012). Protease bisa bersifat asam, netral maupun basa tergantung dari aktivitasnya pada suhu yang berbeda (Narashima et al. 2011). Protease yang dihasilkan dari mikroorganisme memiliki banyak peran dalam industri yang berbeda (seperti deterjen, kulit, makanan dan industri tekstil) serta bioremediasi lingkungan. Protease memiliki kemampuan untuk menurunkan atau menghilangkan protein kompleks dari lingkungan tercemar (Vishwanatha et al. 2010). Dengan demikian, pencarian sumber enzim protease dari beberapa jenis mikroba telah lama di kembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil hormone tumbuh IAA dan perombak protein dari tanah pertanian kota Tual, Maluku Tenggara.

## BAHAN DAN METODE

### Area kajian

#### Sampel tanah

Sampel tanah dan akar di ambil dari beberapa lokasi pertanian di Ohoitel, Kota Tual, Maluku Tenggara. Sampel tanah dan akar yang di ambil berasal dari beberapa komoditas antara lain dari tanaman terong, kacang tanah, tomat lokal, jagung, buncis, dan singkong lokal. Sampel tanah dan akar yang di ambil di masukkan dalam polybag dan tabung dan di tutup rapat.

#### Bahan penelitian

Media yang di gunakan untuk produksi hormone tumbuh IAA adalah media TSB (*Tryptic Soy Broth*) dengan komposisi pepton 10 g, NaCl 2,5 g, agar 20 g dan akuades 1 l. Media yang di gunakan untuk pengurai protein adalah *skim milk agar* dengan komposisi adalah glukosa 1 g, yeast 2,5 g, susu skim 10 g, agar 20 g dan akuades 1 l. Medium Exoproteinase dengan komposisi pepton 5 g yeast extract 2,5 g, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0,025 g, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,0055 g, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 0,325 g, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 0,00625 g, NaSO<sub>4</sub> 0,05 g, alkohol, reagen Salkowski, NaOH 2N, NaOH 1M, HCl 1N, Triptofan, Ethanol absolut, 0,5% Azocasein, Tris HCL mM, TCA 10%, reagen Bradford, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 525 mM NaOH.

### Cara kerja

#### Isolasi bakteri penghasil IAA dan perombak protein

Sampel tanah ditimbang seberat 5 gram, dimasukkan ke dalam 45 mL aquades steril di dalam *Laminar Air Flow* dan diinkubasi menggunakan *shaker incubator* selama 30 menit. Media yang digunakan untuk isolasi bakteri penghasil IAA adalah TSB dan metoda isolasi yang digunakan adalah plate count dengan pengenceran berseri. Koloni yang tumbuh pada media TSB dipindahkan untuk di lakukan pemurnian pada media TSB yang baru dan di lakukan uji kualitatif. Isolasi bakteri perombak protein menggunakan media *skim milk agar*, Isolat yang mampu merombak protein dengan menghasilkan enzim protease mampu menghasilkan zona bening. Isolat tersebut kemudian di murnikan dan di lakukan uji secara kuantitatif.

#### Analisis IAA secara kualitatif

Bakteri yang mampu menghasilkan IAA di uji secara kualitatif dengan metode kolorimetri menggunakan reagen *Salkowski* (Gordon dan Weber 1951). Pembuatan reagen *Salkowski* menurut Gordon dan Weber 1951 yaitu dengan mengambil 1 mL 0.5 M FeCl<sub>3</sub> di tambah 50 mL HClO<sub>4</sub> 50% [v/v], selanjutnya disimpan dalam botol yang tidak tembus cahaya atau ditutup dengan aluminium foil. (FeCl<sub>3</sub> 0.5M = 1.35 g / 10 mL) (HClO<sub>4</sub> 50% = 25 mL HClO<sub>4</sub> + 25 mL Aquades). Isolat yang positif uji kualitatif kemudian dilanjutkan dengan analisis secara kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri dan HPLC. Konsentrasi IAA pada analisis dengan metode spektrofotometri berdasarkan nilai absorbansi yang diserap oleh spektrofotometer UV-Visible. Nilai absorbansi yang di hasilkan berbanding lurus dengan konsentrasi sampel. Kurva standar di buat menggunakan

IAA murni. Panjang gelombang yang di gunakan adalah 530 nm berada pada daerah tampak. Panjang gelombang ini dipilih berdasarkan warna yang dihasilkan oleh interaksi antara reagen Salkowski dan IAA (Glickmann dan Dessaux 1995) yang menghasilkan warna merah muda.

#### *Analisis IAA secara kuantitatif*

Analisis kandungan IAA secara kuantitatif di lakukan dengan dua metode yaitu dengan metode spektrofotometri dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Analisis menggunakan metode spektrofotometri menurut Gravel et al. 2007 menggunakan 100 mL media *Tryptic Soy Broth* (TSB) 50 % (*half-strength*). Media yang telah steril tersebut ditambahkan precursor *L-Tryptophan* 200 ppm. Satu mL supernatan dari sampel hasil dari *sentrifuge* selama 10 menit pada 10.000 rpm, kemudian ditambahkan 2 mL larutan reagen *Salkowski*, diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit dan selanjutnya absorbansi diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 530 nm. Konsentrasi IAA dari sampel di hitung berdasarkan kurva standar dengan standar IAA murni (Gravel et al. 2007). Analisis IAA dengan metode HPLC dilakukan dengan cara mengambil 5 mL sampel di sentrifugasi pada 10.000 rpm selama 15 menit. Supernatan di ambil kemudian di atur pH nya menjadi 2,8. Selanjutnya di lakukan ekstraksi menggunakan etil asetat dengan perbandingan volume 1: 1 sebanyak 3 kali. Hasil ekstraksi yang di diperoleh kemudian dievaporasi dan di analisis dengan HPLC (Mehnaz dan Lazarovits 2006). Kolom yang di gunakan adalah LiChroCART 125-4 LiChrospher 100 C 18 RP-18e dan Fase gerak yang di gunakan adalah metanol: asam asetat: akuabides (30:1:70 v/v/v). Standar yang di gunakan adalah larutan IAA murni yang di ukur pada keadaan dan kondisi yang sama.

#### *Produksi enzim protease oleh bakteri secara kuantitatif*

Isolat terseleksi diinokulasikan pada medium exoproteinase kemudian diinkubasi selama 24 jam pada waterbath suhu 37°C selanjutnya di pindahkan pada medium exoproteinase yang baru dan diinkubasi selama 48 jam pada *shaker incubator*. Sampling di lakukan setiap 12 jam sekali dengan mengambil sebanyak 2 mL kultur cair , kemudian disentrifugasiin 12.000 rpm selama 10 menit. Supernatan diambil sebagai ekstrak kasar. Analisis Pengukuran Kuantitatif Protease (Bergmeyer 1983) di lakukan dengan cara 100 µl ekstrak kasar dimasukkan ke dalam tabung *microtube* dan ditambahkan 100 µl 0,5% Azocasein dalam Tris HCl 100 mM pH 8. Inkubasi di waterbath pada suhu 37°C selama 1 jam. Kemudian ditambahkan 400 µl TCA 100%. Sentrifugasi pada kecepatan 10.000 rpm selama 5 menit. Superntan diambil dan ditambahkan 700 µl 525 mM NaOH. Analisis kuantitatif protease secara spektrofotometri di ukur pada panjang gelombang 442 nm. Kadar protein di lakukan dengan metode Bradford 1976 yaitu 40 µl ekstrak kasar ditambah 2 mL reagen Bradford. Selanjutnya di inkubasi selama 10 menit dan kadar protein di ukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 595 nm.

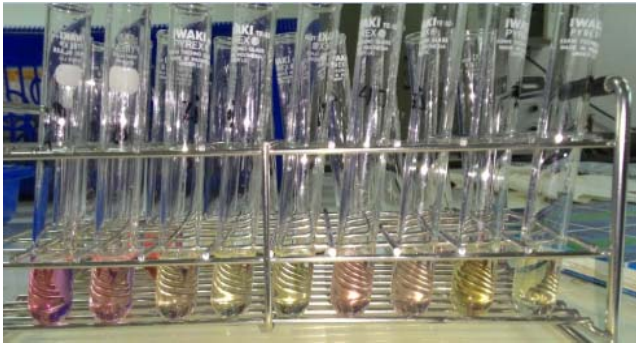
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel tanah yang digunakan yaitu sampel tanah dan akar dari tanaman terong, kacang tanah, jagung, tomat, buncis dan akar singkong lokal (enbal) dari pertanian Ohoitel, Kota Tual, Maluku Tenggara. Hasil isolasi menunjukkan beberapa isolate secara kualitatif mampu menghasilkan IAA dan merombak protein. Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian produksi IAA oleh isolat bakteri. Bakteri yang mampu menghasilkan IAA akan menghasilkan warna merah muda ketika di tetesi dengan reagen Salkowski. Isolat bakteri yang menunjukkan hasil positif menghasilkan IAA secara kualitatif yaitu TL7B, TL2, TL5C, TL4CB, TL1C, TL4CA, IC, TL5B, dan 8 Tual.

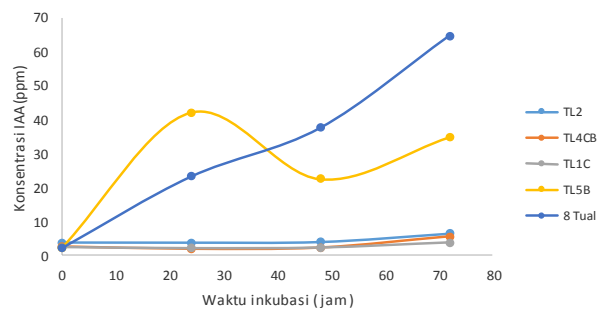
Isolat yang mampu menghasilkan IAA secara kualitatif akan berwarna merah muda karena adanya interaksi antara IAA dengan Fe membentuk senyawa kompleks  $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2(\text{IA})_4]$ , IA merupakan indole-3-acetate. Interaksi tersebut terjadi pada suasana asam (Kovacs 2009). Menurut Kovacs (2009) reaksi yang terbentuk ada dua macam yaitu reaksi kompleks dan reaksi redoks. Warna merah muda yang semakin pekat menunjukkan kandungan IAA yang di hasilkan oleh bakteri semakin tinggi. Hasil analisis menggunakan spektrofotometri menunjukkan bahwa isolate 8 Tual mampu menghasilkan IAA tertinggi yaitu 79 ppm pada waktu 72 jam. Pada jam ke-72 Isolat 8 Tual memasuki fase awal stasioner, pada fase ini nutrient pada media mulai berkurang sehingga akan di hasilkan metabolite sekunder IAA yang relative tinggi. Hal ini sesuai dengan Wahyudi et al. (2011) yang menyebutkan bahwa kadar hormon IAA yang dihasilkan oleh bakteri melimpah pada saat fase stasioner. Produksi IAA akan meningkat pada saat kondisi pertumbuhan menurun, ketersediaan karbon yang terbatas dan terjadi dalam kondisi lingkungan dengan pH asam (Ona et al. 2005). Kondisi tersebut menunjukkan keterkaitan antara produksi IAA dengan pertumbuhan bakteri yang memasuki fase stasioner.

Produksi IAA oleh isolate biasanya terjadi pada awal fase stasioner demikian juga pada isolate 8 Tual, IAA yang terbentuk maksimum terjadi pada awal fase stasioner (jam ke-72). Nilai *optical density* (OD) paling tinggi di tunjukkan oleh isolat TL2, akan tetapi IAA yang di hasilkan kecil. Lima isolat unggulan hasil seleksi yang mampu menghasilkan IAA tertinggi dari analisis spektrofotometri yaitu Isolat TL2, TL4CB, TL1C, TL5B dan 8 Tual selanjutnya di analisis menggunakan metode HPLC. Analisis IAA secara kuantitatif dengan HPLC menunjukkan bahwa isolat yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan IAA memiliki puncak kromatogram yang sama dengan puncak kromatogram pada standar IAA seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Hasil pengukuran konsentrasi IAA menggunakan metode HPLC ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil analisis menunjukkan bahwa isolate 8 Tual mampu menghasilkan IAA tertinggi yaitu 64,8 ppm. Hasil tersebut sedikit berbeda dengan hasil analisis menggunakan spektrofotometri. Konsentrasi IAA yang di analisis menggunakan HPLC lebih kecil. Analisis menggunakan HPLC lebih sensitif di bandingkan dengan spektrofotometer.



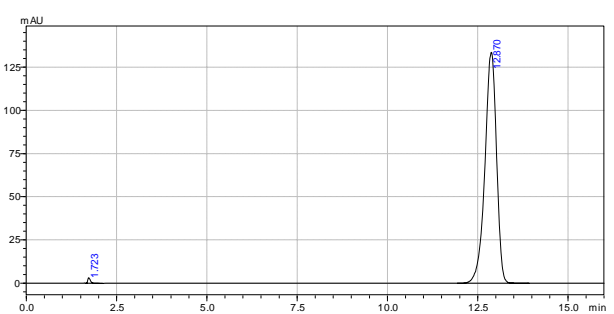
**Gambar 1.** Sampel untuk analisis dengan spektrofotometer dengan penambahan reagen *Salkowski*



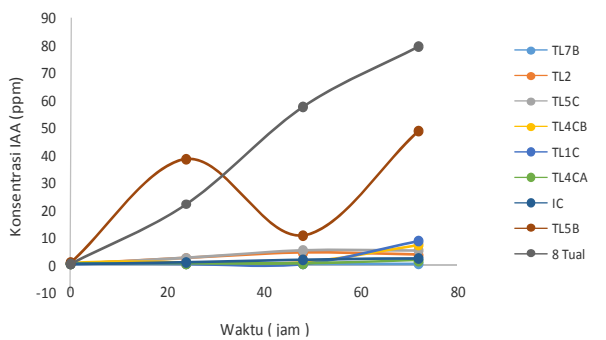
**Gambar 5.** Hasil analisis kandungan IAA dengan metode HPLC



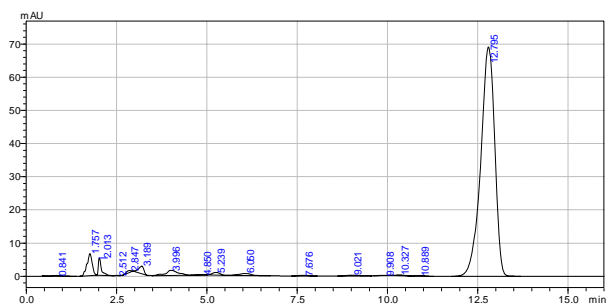
**Gambar 2.** Bakteri yang mampu menghasilkan IAA berwarna merah muda setelah di tetesi reagen *Salkowski* (kanan), sebelum di tetesi *Salkowski* (kiri)



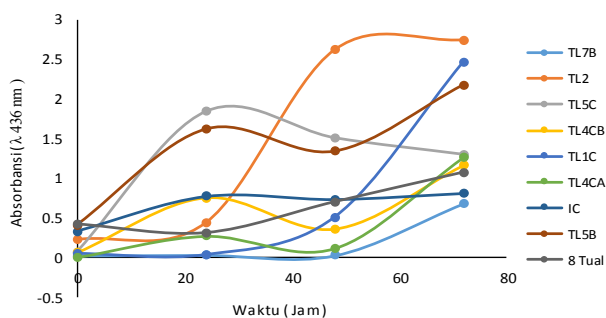
**Gambar 6.** Kromatogram standar IAA



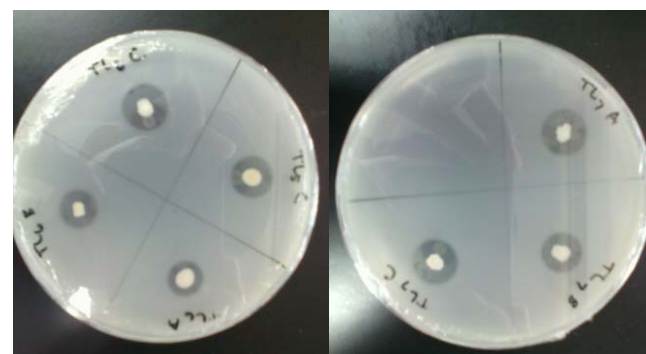
**Gambar 3.** Hasil analisis kandungan IAA dengan metode spektrofotometri



**Gambar 7.** Kromatogram isolat 8 Tual yang mampu menghasilkan IAA



**Gambar 4.** Kurva pertumbuhan isolat pada media TSB



**Gambar 8.** Zona bening yang di dihasilkan oleh beberapa isolat pada medium *skim milk agar*

Analisis IAA menggunakan HPLC pada isolat 8 Tual menunjukkan bahwa terdapat puncak kromatogram dengan waktu retensi 12,796 menit, puncak kromatogram tersebut merupakan puncak kromatogram dari IAA. Waktu retensi puncak kromatogram tersebut di bandingkan dengan waktu retensi IAA standar. Berdasarkan kurva standar yang terbentuk, konsentrasi IAA yang dihasilkan sampel 8 Tual yakni 64,8 ppm. Hormon IAA disintesis sebagai metabolit sekunder yang dihasilkan dalam kondisi pertumbuhan bakteri suboptimal atau saat tersedia prekursor asam amino triptofan. Biosintesis IAA oleh bakteri, dapat ditingkatkan dengan penambahan L-triptofan sebagai prekursor ke dalam medium tumbuh bakteri (Silitonga et al. 2012).

Analisis aktivitas enzim protease bakteri secara kualitatif dilakukan dengan menumbuhkan isolat bakteri pada medium *skim milk agar* dan dihitung zona bening yang dihasilkan. Medium tersebut mengandung protein berupa kasein, yaitu protein susu yang tidak bersifat permeabel terhadap sistem transportasi sel mikroorganisme. Oleh karena itu, mikroorganisme menghasilkan protease ekstraseluler agar dapat menghidrolisis kasein menjadi asam amino, mentransportasikannya masuk ke dalam sel, dan menggunakannya di dalam sel (Harley dan Prescott 2002).

Zona bening yang terbentuk pada medium mengindikasikan terjadinya reaksi hidrolitik kasein oleh protease ekstraseluler. Sebaliknya, ketiadaan zona bening pada medium mengindikasikan tidak terjadinya reaksi hidrolitik kasein oleh protease ekstraseluler (Harley dan Prescott 2002). Selain itu, tidak terbentuknya zona bening juga mungkin disebabkan enzim protease yang dihasilkan oleh isolat kurang spesifik terhadap substrat *skim milk*. Isolat yang menunjukkan adanya aktivitas protease tertinggi yakni isolat TL7C, TL2C, TL4F, TL5B, TL6B, TL7A, dan TL7B.

Hasil dari uji kualitatif aktivitas enzim protease bakteri menunjukkan isolat TL7C menghasilkan diameter zona jernih tertinggi dibandingkan dengan isolat lain yakni 2,5 cm. Besarnya aktivitas enzim protease isolat TL7C juga ditunjukkan dari uji kuantitatif total aktivitas protease bakteri yang menunjukkan isolat TL7C dan TL5B memiliki aktivitas enzim protease tertinggi dibandingkan dengan isolat lain. Aktivitas enzim protease isolat TL7C yaitu 635 unit/mL pada waktu 36 jam sedangkan TL5B adalah 551,6 unit/mL. Aktivitas enzim protease maksimum di perkirakan terjadi pada fase stationer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolate-isolat yang berasal dari tanah pertanian di Ohoitel, kota Tual, Maluku Tenggara memiliki aktivitas sebagai penghasil hormon tumbuh dan perombak protein dengan nilai aktivitas yang relative tinggi jika di bandingkan dengan penelitian yang telah di lakukan oleh Oktavia (2014) di mana isolate yang berasal dari daerah Lampung mampu aktivitas protease sebesar 134,667 unit/mL, sedangkan dalam penelitian ini aktivitas protease yang di hasilkan sebesar 635 unit/mL.

Dalam kesimpulan, isolat-isolat yang berasal dari Ohoitel, Tual, Maluku Tenggara mampu menghasilkan hormone tumbuh IAA dan merombak protein. IAA tertinggi di hasilkan oleh isolate 8 Tual dengan konsentrasi IAA sebesar 64,8 ppm. Aktivitas protease tertinggi di hasilkan oleh TL7C yaitu sebesar 635 unit/mL.

**Tabel 1.** Diameter zona bening hasil uji aktivitas enzim protease bakteri

Isolat	Hari ke 1 (cm)	Hari ke 2 (cm)	Hari ke 3 (cm)
TL2C	0,8	1,4	1,7
TL4F	0,7	1,3	1,7
TL5B	0,6	1,3	1,7
TL6B	0,7	1,4	1,8
TL7A	0,9	1,5	1,7
TL7B	0,6	1,4	1,7
TL7C	0,9	1,9	2,5

**Tabel 2.** Hasil uji kuantitatif aktivitas protease bakteri

Isolat	Aktivitas Protease (Unit/ML)				
	0 JAM	12 JAM	24 JAM	36 JAM	48 JAM
TL2C	8,3	6,1	-6,8	16,4	-19,2
TL4F	-0,1	215,3	6,2	2,3	13,5
TL5B	11,4	138,9	210,8	551,6	520,1
TL6B	40	31,5	7,6	43,8	31
TL7A	5,5	109,6	384,9	296,3	87,4
TL7B	3,8	0	25,3	51,6	25,4
TL7C	6,8	116,6	575,1	635	365,8

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada team teknis dan laboran (Entis Sutisna, Nani Mulyani, Astri Anggraeni, Ari Rosmalina) Laboratorium Mikrobiologi Pertanian, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Penelitian ini dapat terlaksana dengan pendanaan dari Program Tekno Park Tual, Maluku Tenggara, Puslit Oseanografi LIPI Tahun 2015 dan DIPA Pusat Penelitian Biologi Tahun 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bergmeyer HU. 1983. Methods of Enzymatic Analysis, 3rd ed, vol. 2, Verlag Chemie, Weinheim.
- Bolero L, Perrig D, Masciarelli O, Penna C, Cassan F, Luna V. 2007. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. Appl Microbiol Biotechnol 74: 874-880.
- Glickman E, Dessaux Y. 1995. A critical examination of the specificity of the Slakowsky reagent for indolic compounds produced by phytopathogenic bacteria. Appl Environ Microbiol 1: 793-79
- Gordon SA, Weber RP. 1951. Colorimetric estimation of indoleacetic acid. Plant Physiol 26: 192-195.
- Gravel V, Antoun H, Tweddel RJ. 2007. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). Soil Biol Biochem 39: 1968-1977.
- Harley JP, Prescott LM. 2002. Laboratory Exercises in Microbiology. 5th ed. The McGraw-Hill Companies, New York.
- Husen E. 2003. Screening of soil bacteria for plant growth promotion activities in vitro. J Agric 4 (1): 27-31.
- Kovacs K. 2009. Applications of Mossbauer Spectroscopy in Plant Physiology [Ph.D. Dissertation]. ELTE Chemistry Doctoral School, ELTE Institute of Chemistry, Budapest.
- Kumar R, Vats R. 2010. Protease production by *Bacillus subtilis* immobilized on different matrices. New York Sci J 3 (7): 20-24.
- Mehnaz S, Lazarovits G. 2007. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum*

- on corn plant growth under greenhouse conditions. *Microb Ecol* 51: 326-335.
- Mohite B. 2013. Isolation and characterization of indole acetic acid (IAA) producing bacteria from rhizospheric soil and its effect on plant growth. *J Soil Sci Plant Nutr* 13 (3): 638-649.
- Mukesh Kumar DJ, Pramavathi V, Govindarajan N, Balakumaran MD, Kalaichelvan PT. 2012. Production and purification of alkaline protease from *Bacillus* sp. MPTK 712 isolated from dairy sludge. *Global Veterinaria* 8 (5): 433-439.
- Oktavia D. 2014. Karakterisasi Aktivitas Protease Kasar Dari Isolat Aktinomisetes CHA5b-DW Dan L88b-DW. [Skripsi]. Universitas Indonesia, Depok.
- Ona O, van Impe J, Prinsen E, Vanderleyden D. 2005. Growth and indole-3-acetic-acid (IAA) biosynthesis of *Azospirillum brasilense* sp245 is environmentally controlled. *FEMS Microbiol Lett* 246: 125-132.
- Patil NB, Gajbhiye M, Ahiwale SS, Gunjal AB, Kapadnis BP. 2011. Optimization of Indole 3-acetic acid (IAA) production by *Acetobacter diazotrophicus* L1 isolated from sugarcane. *Intl J Environ Sci* 2 (1): 307-314.
- Patil P, Sabale S, Devale A. 2015. Isolation and characterization of protease producing bacteria from rhizosphere soil and optimization of protease production parameters. *Intl J Curr Microbiol App Sci* (2015) Special Issue 2: 58-64.
- Patten CL, Glick BR. 2002. Role of *Pseudomonas putida* Indole-3-acetic acid in development of the host plant root system. *J Appl Environ Microbiol* 68 (8): 3795-3801.
- Rayda S, Fakher F, Samiha M, Moncef N, Alya SK. 2012. Optimization of acid protease production by *Aspergillus niger* II on shrimp peptone using statistical experimental design. *Sci World J* (2002): 1-11
- Saharan BS, Nehra V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: a critical review. *Life Sci Med Res* 21: 1-30.
- Silitonga DM, Priyani N, Nurwahyuni I. 2012. Isolasi dan uji potensi isolat bakteri pelarut fosfat dan bakteri penghasil hormon IAA (Indole Acetic Acid) terhadap pertumbuhan kedelai (*Glycine max* L.) pada tanah kuning. *Saintia Biologi* 1 (2): 35-41.
- Spaepen S, Vanderleyden J, Okon Y. 2009. Plant growth-promoting actions of rhizobacteria. *Adv Botl Res* 51: 283-320.
- Strobel G, Daisy B. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiol Mol Biol Rev* 67: 491-502.
- Vishwanatha T, Spoorthi-Jain N, Reena V, Divyashree BC, Siddalingeshwara KG, Karthic J, Sudipta KM. 2010. Screening of substrates for protease production from *Bacillus licheniformis*. *Intl J Engin Sci Technol* 2 (11): 6550-6554.
- Wahyudi AT, Astuti RP, Widyawati A, Meryandini A, Nawangsih AA. 2011. Characterization of *Bacillus* sp. strain isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth promoting Rhizobacteria. *J Microbiol Antimicrob* 3 (2): 34-40.

# Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*)

## Diversity of endophytic entomopathogenic fungus from cacao (*Theobroma cacao*)

TRIZELIA<sup>▼</sup>, WINARTO

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Kampus Limau Manis, Pauh, Padang 25163, Sumatera Barat. Kotak Pos No. 87, Tel.: +62-751-72701, Fax.: +62-751-72702, <sup>▼</sup>email: trizelia@yahoo.com

Manuskrip diterima: 20 April 2016. Revisi disetujui: 30 Desember 2016.

**Abstrak.** Trizelia, Winarto. 2016. Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 277-281. Cendawan entomopatogen endofit merupakan salah satu musuh alami yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen pengendali hayati hama pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi mengenai keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao. Cendawan endofit diisolasi dari daun, cabang, dan buah kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman kakao lebih banyak ditemukan pada daun (45,61%) dibandingkan dengan yang diisolasi dari bagian cabang (19,30%) dan buah kakao (35,09%). Dari 57 isolat yang diuji, hanya 20 isolat (35,09%) yang menghasilkan mortalitas larva *Tenebrio molitor* di atas 20%. Hasil identifikasi cendawan endofit yang diisolasi dari berbagai bagian tanaman kakao ditemukan 3 genus cendawan, yaitu *Beauveria*, *Aspergillus*, dan *Fusarium* yang bersifat patogen terhadap *T. molitor*.

**Kata kunci:** Cendawan endofit, entomopatogen, kakao, *Tenebrio molitor*

**Abstract.** Trizelia, Winarto. 2016. Diversity of endophytic entomopathogenic fungus from cacao (*Theobroma cacao*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2*: 277-281. The endophytic fungus is a fungus that is associated with healthy host tissues without causing disease symptoms. This fungus can be developed as the biological control agents of cacao pests. This study aimed to isolate, selected and evaluate the potency of endophytic fungi from cacao crops (*Theobroma cacao*) as entomopathogen. Endophytic fungi were isolated from leaves, branches and fruit of cacao. Screening endophytic fungal isolates pathogenic to insect were conducted using fifth instar larvae of *Tenebrio molitor*. The results showed that the number of isolates of endophytic fungus isolated from the cocoa plant more found on the leaves (45.61%) compared to the isolated from the branch (19.30%) and cacao fruit (35.09%). The results of the research also showed that of the 57 isolates of endophytic fungi that were successfully isolated from cacao, there are 20 isolates (35.09%) are pathogenic in insects that caused mortality of *T. molitor* larvae above 20%. Endophytic fungi from cacao were pathogenic in insect and can be developed as bioinsecticides identified as *Beauveria* sp., *Aspergillus* sp., and *Fusarium* sp.

**Keywords:** Endophytic fungi, entomopathogenic, cacao, *Tenebrio molitor*

## PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peranan cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai sumber pendapatan dan devisa negara. Perkembangan agribisnis tanaman kakao di Indonesia, termasuk di Sumatera Barat, masih menghadapi berbagai kendala terutama adalah serangan hama penggerek buah kakao (PBK), *Conopomorpha cramerella* Snell (Lepidoptera: Gracillariidae) (Disub Sumbang 2008). Indriati et al. (2013) melaporkan bahwa pada tingkat intensitas serangan sedang (26.4%) dapat menyebabkan kehilangan hasil sebesar 23% dari total potensi hasil. Depparaba et al. (2002) melaporkan bahwa *C. cramerella* juga dapat menurunkan kualitas hasil panen akibat menurunnya mutu fisik biji, meningkatnya kandungan sampah dan kulit ari, serta menurunnya rendemen dan berat biji kakao.

Secara umum, pengendalian hama yang dilakukan petani swadaya dan perkebunan swasta adalah menggunakan pestisida sintetik. Namun, penggunaan pestisida secara terus-menerus dapat menimbulkan masalah yang lebih besar yaitu terbunuhnya musuh alami, terjadinya resistensi, peledakan hama sekunder, dan pencemaran lingkungan (Rauf et al. 2000). Untuk itu, perlu dicari alternatif pengendalian yang dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetik. Program pengendalian hama terpadu (PHT) didesain untuk menyediakan pengendalian hama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan karena PHT bertujuan untuk membatasi penggunaan pestisida sesedikit mungkin tetapi sasaran kualitas dan kuantitas produksi masih dapat dicapai (Sastrosiswoyo dan Oka 1997). Dalam strategi pengendalian hama terpadu (PHT), pemanfaatan musuh alami mempunyai peranan penting dalam menekan kelimpahan populasi hama. Di antara musuh alami yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian *C. cramerella* secara hayati adalah cendawan

entomopatogen.

Peluang keberhasilan pengendalian hama menggunakan cendawan entomopatogen pada pertanaman kakao cukup besar. Tanaman kakao umumnya ditanam di bawah pohon penayang, sehingga kelembaban relatif di dalam tajuk tanaman cukup tinggi tetapi intensitas cahaya cukup rendah. Kondisi lingkungan yang demikian diperlukan untuk terjadinya epidemi cendawan entomopatogen (Junianto dan Sulistyowati 2000).

Hingga saat ini, pengendalian hama *C. cramerella* dengan menggunakan cendawan entomopatogen sebagian besar dilakukan dengan menggunakan cendawan yang berasosiasi dengan hama target atau cendawan yang diisolasi dari rhizosfir kakao, sedangkan penggunaan cendawan entomopatogen endofit yang hidup dalam jaringan tanaman kakao masih sangat terbatas. Menurut Sulistyowati dan Junianto (1995), cendawan entomopatogen yang sering berinteraksi dan dapat menyerang serangga *C. cramerella* adalah *Beauveria bassiana*, *Spicaria* sp., *Verticillium* sp., *Penicillium* sp., dan *Fusarium* sp. Hasil penelitian dari Hamdani (2009) menunjukkan bahwa beberapa jenis cendawan entomopatogen dari rhizosfir tanaman kakao, seperti *Metarhizium*, *Beauveria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, dan *Penicillium*, berpotensi untuk mengendalikan serangan hama *C. cramerella*.

Penggunaan cendawan entomopatogen endofit untuk pengendalian *C. cramerella* memiliki prospek yang sangat baik. Hal ini dikarenakan cendawan hidup dalam jaringan tanaman dan diharapkan juga dapat mengendalikan hama *C. cramerella* yang berada di dalam buah kakao. Langkah awal yang diperlukan dalam upaya pemanfaatan dan pengembangan cendawan entomopatogen endofit sebagai agen pengendali hayati *C. cramerella* adalah mengetahui keberadaan alami cendawan tersebut pada tanaman. Menurut Lezama-Gutierrez et al. (2001), keberadaan, keanekaragaman, dan distribusi cendawan entomopatogen bervariasi tergantung pada habitat, lokasi, geografis, kondisi lingkungan, jenis tanaman, dan praktik budi daya. Hasil penelitian Vega et al. (2008) menunjukkan bahwa terdapat 16 spesies dari lima genus cendawan entomopatogen endofit yang hidup pada jaringan tanaman kopi, yaitu *Acremonium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, dan *Paecilomyces*. *Beauveria* dan *Clonostachys* bersifat patogenik terhadap hama penggerek buah kopi. Kemampuan cendawan entomopatogen endofit dalam mengendalikan hama disebabkan karena adanya senyawa metabolit yang dihasilkan cendawan yang bersifat antibiosis atau repelen.

Di Indonesia secara umum dan khususnya di Sumatera Barat, informasi dasar tentang keberadaan dan keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit yang berasosiasi dengan tanaman kakao masih sangat terbatas. Keanekaragaman cendawan entomopatogen endofit yang berasosiasi dengan tanaman kakao merupakan komponen penting sebagai dasar strategi pengendalian hama *C. cramerella* melalui pengelolaan habitat. Informasi mengenai keanekaragaman dan kelimpahan cendawan entomopatogen endofit diharapkan dapat memberikan solusi dalam memilih cendawan entomopatogen yang tepat untuk tanaman kakao dan lokasi tertentu sebagai agen

hayati pengendali hama *C. cramerella* dan pengembangannya sebagai bioinsektisida. Pemilihan jenis dan isolat cendawan yang virulensinya tinggi, cepat membunuh hama serangga, serta mampu bertahan di ekosistem pertanian juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan karena sangat menentukan keberhasilan pengendalian hama *C. cramerella*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi mengenai keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao

## BAHAN DAN METODE

### Koleksi dan isolasi cendawan entomopatogen endofit

Koleksi cendawan entomopatogen endofit dilakukan dengan menggunakan metode *stratified purposive sampling*. Koleksi dilakukan pada tiga sentra produksi tanaman kakao di Sumatera Barat, yaitu Kabupaten Agam, Tanah Datar, dan Padang Pariaman. Pada masing-masing kabupaten dipilih satu desa penghasil kakao. Untuk masing-masing desa dipilih satu lahan petani untuk pengambilan sampel. Tanaman kakao yang dijadikan sampel adalah tanaman kakao yang sehat dan bebas dari hama dan penyakit tanaman.

Isolasi cendawan endofit dilakukan berdasarkan metode yang dilaporkan oleh Hazelin et al. (2009). Bagian tanaman sampel yaitu daun, cabang, dan buah kakao dipotong dengan ukuran sekitar 1x1x1 cm. Bagian tanaman tersebut disterilisasi bagian permukaannya dengan cara direndam dalam larutan etanol 70% selama 1 menit, kemudian dipindahkan ke dalam 2,5% larutan sodium hipoklorit selama 3 menit, dikeringkan, dan dimasukkan kembali ke dalam larutan etanol 70% selama 30 detik. Potongan sampel dicuci sebanyak dua kali dengan akuades steril, kemudian dikeringkan dengan kertas saring steril dan ditempatkan dalam cawan petri yang berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Masing-masing petri berisi 5 potongan jaringan tanaman. Cendawan yang tumbuh selanjutnya dipindahkan ke cawan petri lain yang berisi media PDA.

### Perbanyak cendawan endofit

Perbanyak cendawan endofit dilakukan dengan cara memindahkan biakan murni cendawan seluas 1x1 cm<sup>2</sup> ke cawan petri lain yang berisi media PDA dan diinkubasi selama 3 minggu sampai konidia cendawan terbentuk. Biakan ini siap untuk digunakan.

### Uji patogenesis

Uji patogenesis cendawan endofit dilakukan terhadap larva *Tenebrio molitor* instar IV. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan larva *T. molitor* sebanyak 10 ekor pada media PDA yang berisi biakan cendawan hasil isolasi. Larva dibiarkan pada media biakan selama 30 menit agar terjadi kontak antara konidia cendawan dengan serangga. Untuk kontrol, larva dimasukkan pada media PDA tanpa biakan cendawan. Selanjutnya, larva dipindahkan ke kotak plastik dengan diameter 7 cm dan tinggi 6 cm serta diberi makan berupa pelet ikan. Pengamatan

dilakukan terhadap jumlah larva yang mati serta jumlah larva yang terinfeksi dan ditumbuhi cendawan selama 10 hari pengamatan setelah aplikasi. Larva yang mati dikumpulkan dan diinkubasi untuk diamati munculnya konidia cendawan. Percobaan uji patogenisitas isolat cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* disusun dalam rancangan acak lengkap (RAL). Sebagai perlakuan adalah jumlah isolat cendawan endofit yang didapat dan diulang 4 kali.

### Identifikasi cendawan entomopatogen

Identifikasi cendawan endofit yang bersifat patogen terhadap larva *T. molitor* dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Kunci identifikasi yang digunakan adalah menurut Barnett dan Hunter (1972) serta Poinar dan Thomas (1984).

### Analisis data

Mortalitas larva *T. molitor* setelah aplikasi cendawan endofit dihitung 7 hari setelah aplikasi cendawan. Data mortalitas larva *T. molitor* yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Apabila hasil analisis sidik ragam berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan (DMRT) pada taraf uji 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi cendawan endofit dari daun, cabang, dan buah kakao dari tiga lokasi pengambilan sampel didapatkan 57 isolat (Tabel 1) dengan variasi pertumbuhan morfologi. Jumlah isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari masing-masing bagian tanaman bervariasi.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 terlihat bahwa jumlah isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman kakao pada ketiga lokasi lebih banyak ditemukan pada daun (45,61%) dibandingkan dengan yang diisolasi dari bagian cabang (19,30%) dan buah kakao (35,09%). Jumlah isolat cendawan endofit dari cabang kakao paling sedikit ditemukan pada ketiga lokasi. Hasil penelitian Hazalin et al. (2009) juga menunjukkan bahwa dari total cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari berbagai jenis tanaman, cendawan endofit paling banyak ditemukan pada bagian daun (48,7%), sedangkan pada batang, akar, dan bagian tanaman yang lain (bunga, buah, rizom, dan kulit kayu) berturut-turut sebesar 25,7%, 16,3%, dan 9,3%.

Adanya perbedaan populasi cendawan endofit antarbagian tanaman juga dilaporkan oleh Khan (2007) yang melaporkan bahwa pada tanaman obat *Whitania somnifera* yang dikoleksi dari Karachi, Pakistanditemukan 24 spesies cendawan endofit (9 jenis dari daun, 20 jenis dari batang, dan 4 jenis dari akar). Keempat spesies cendawan tersebut termasuk dalam kelas Ascomycetes dan 20 spesies termasuk dalam kelas Deuteromycetes.

### Uji patogenisitas

Hasil uji patogenisitas isolat cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* dapat dilihat pada Tabel 2. Dari 57 isolat yang diuji, hanya 20 isolat (35,09%) yang menghasilkan mortalitas larva di atas 20%. Hasil analisis sidik ragam ( $P < 0,0001$ ) menunjukkan bahwa jenis isolat berpengaruh

nyata terhadap mortalitas larva. Berdasarkan hasil pada Tabel 2 terlihat bahwa isolat cendawan endofit yang diisolasi dari buah kakao yang berasal dari daerah Rambatan (Tanah Datar) (isolat R2B2.2 dan R3B3.2) menghasilkan mortalitas larva tertinggi yaitu 85-100%. Isolat cendawan endofit dari buah kakao yang berasal dari daerah Kayu Tanam (Padang Pariaman) dan Guguak (Lima Puluh Kota) menghasilkan mortalitas larva terendah yaitu sekitar 22,5%. Terjadinya kematian pada larva diduga disebabkan karena adanya senyawa metabolit yang dihasilkan cendawan yang menyebabkan serangga tidak mau makan (penolak makan) atau bersifat antibiotik.

Tanada dan Kaya (1993) mengemukakan bahwa adanya perbedaan virulensi antarisolat cendawan disebabkan karena adanya perbedaan kemampuan menghasilkan enzim dan mikotoksin selama proses infeksi pada serangga seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam *hemocoel*. Isolat yang virulen memiliki aktivitas enzim yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

**Tabel 1.** Jumlah isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari daun, cabang, dan buah kakao dari tiga lokasi pengambilan sampel

Daerah asal (Desa, Kabupaten)	Jumlah isolat yang ditemukan			Jumlah isolat (%)
	Daun	Cabang	Buah	
Rambatan, Tanah Datar	7	2	4	13 (22,81)
Kayu Tanam, Padang Pariaman	10	5	9	24 (42,10)
Guguak, 50 Kota	9	4	7	20 (35,09)
Total	26	11	20	57 (100)

**Tabel 2.** Rata-rata mortalitas larva *T. molitor* instar IV pada 10 hari setelah aplikasi cendawan endofit

Isolat	Mortalitas larva (%) $\pm$ SD	Sporulasi (%)
R2B2.2	100,00 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	100,00
R3B3.2	85,00 $\pm$ 5,77 <sup>ab</sup>	67,65
G1D2.3	75,00 $\pm$ 17,32 <sup>abc</sup>	43,33
G1C2.2	65,00 $\pm$ 30,00 <sup>bcd</sup>	46,15
G5C2.2	57,50 $\pm$ 22,17 <sup>bcde</sup>	0,00
KT1B1.1	57,50 $\pm$ 23,63 <sup>bcde</sup>	0,00
G2D1.3	52,50 $\pm$ 22,17 <sup>cdef</sup>	0,00
G1C2.1	42,50 $\pm$ 9,57 <sup>cdef</sup>	0,00
KT4C4	42,50 $\pm$ 24,35 <sup>cdef</sup>	0,00
R1B1	35,00 $\pm$ 35,12 <sup>def</sup>	100,00
KT4B4.2	35,00 $\pm$ 12,91 <sup>def</sup>	9,09
G2B2.1	35,00 $\pm$ 12,91 <sup>def</sup>	0,00
R4C4.2	32,50 $\pm$ 17,08 <sup>defg</sup>	0,00
KT3D3	32,50 $\pm$ 25,00 <sup>defg</sup>	0,00
KT2B2.2	30,00 $\pm$ 21,60 <sup>efg</sup>	75,00
G2D1.1	30,00 $\pm$ 14,14 <sup>efg</sup>	25,00
G4B1	25,00 $\pm$ 12,91 <sup>efg</sup>	70,00
R2C	25,00 $\pm$ 10,00 <sup>efg</sup>	0,00
KT1B1.2	22,50 $\pm$ 38,62 <sup>fg</sup>	0,00
G3B1	22,50 $\pm$ 12,58 <sup>fg</sup>	88,89
Kontrol	0,00 $\pm$ 0,00 <sup>g</sup>	0,00

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut uji Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5%.

Kemampuan cendawan endofit sebagai patogen serangga dan menyebabkan kematian pada beberapa jenis hama serangga telah dilaporkan pada beberapa penelitian sebelumnya. Vega et al. (2008) melaporkan bahwa cendawan endofit yang diisolasi dari tanaman kopi bersifat patogen terhadap hama penggerek buah kopi. Terdapat 16 spesies dari lima genus cendawan entomopatogen endofit yang hidup pada jaringan tanaman kopi, yaitu *Acremonium*, *Beauveria*, *Cladosporium*, *Clonostachys*, dan *Paecilomyces*. *Beauveria bassiana* dan *Clonostachys rosea* mampu membunuh imago penggerek buah kopi sebesar 80-100%. Hasil penelitian Carrion dan Bonet (2004) juga menunjukkan bahwa pada buah kopi yang terserang penggerek buah kopi ditemukan 13 spesies cendawan yaitu *Fusarium heterosporum*, *Cladosporium* sp., *Penicillium echinulatum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Mucor luteus*, *Humicola grisea*, *Gliocladium penicilloides*, *Fusarium oxysporum*, dan *Beauveria bassiana*. Dari ketiga belas spesies tersebut hanya *Beauveria bassiana* yang bersifat patogen terhadap penggerek buah kopi.

Pada Tabel 2 juga terlihat bahwa 50% larva yang mati setelah aplikasi cendawan endofit tidak menunjukkan gejala adanya konidia pada tubuh larva (tidak bersporulasi). Pada penelitian ini, tingkat kolonisasi cendawan bervariasi. Kondisi larva *T. molitor* yang terinfeksi cendawan endofit dapat dilihat pada Gambar 1. Menurut Santoso (1993), cendawan tidak selalu tumbuh keluar menembus integumen serangga dan mengkolonisasi dinding luar integumen serangga. Apabila kondisi kurang menguntungkan, perkembangan saprofit hanya berlangsung di dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen. Dalam hal ini, cendawan membentuk struktur khusus untuk dapat bertahan yaitu berupa *arthrospora*.

#### Identifikasi cendawan entomopatogen endofit

Cendawan endofit yang diisolasi dari tanaman kakao tidak semuanya bersifat patogen pada serangga. Hasil identifikasi cendawan endofit dari berbagai bagian tanaman kakao yang bersifat patogen pada serangga (entomopatogen) ditemukan 3 genus cendawan, yaitu *Beauveria*, *Aspergillus*, dan *Fusarium* (Tabel 3).

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ketiga genus cendawan endofit yang ditemukan, yaitu *Beauveria*, *Aspergillus*, dan *Fusarium*, bersifat patogen terhadap serangga. Vega et al. (2008) melaporkan bahwa cendawan endofit *B. bassiana* yang diisolasi dari tanaman kopi bersifat patogen terhadap hama penggerek buah kopi dengan mortalitas imago mencapai 100%. *Fusarium* sp. juga dilaporkan bersifat endofit pada tanaman pisang dan dapat digunakan sebagai entomopatogen.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dari tanaman kakao dari ketiga lokasi lebih banyak ditemukan pada bagian daun (45,61%) dibandingkan dengan yang diisolasi dari bagian cabang (19,30%) dan buah kakao (35,09%). Hasil uji patogenitas isolat cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* dari 57 isolat yang diuji, hanya 20 isolat (35,09%) yang menghasilkan mortalitas larva di atas 20%. Hasil identifikasi cendawan entomopatogen endofit dari berbagai

bagian tanaman kakao ditemukan 3 genus cendawan, yaitu *Beauveria*, *Aspergillus* dan *Fusarium*.



**Gambar 1.** A. Larva *T. molitor* normal, B-C. Larva yang mati terinfeksi cendawan endofit

**Tabel 3.** Hasil karakterisasi morfologi cendawan entomopatogen pada media PDA (14 hari setelah inkubasi)

Genus	Warna koloni	Hifa	Konidia
<i>Beauveria</i>	Putih	Hialin, ramping, bulat	Bulat, hialin, bulat telur
<i>Aspergillus</i>	Hijau-keputihan	Bersepta, hialin	Bulat, hialin
<i>Fusarium</i>	Putih	Bersepta	Makrokonidia agak melengkung

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Fundamental Nomor 004/UN.16/PL/MT-FD/I/2012 tanggal 24 Januari 2012 yang telah membantu pendanaan dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Barnett HL, Hunter BB. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3rd ed. Burges Publishing Co., Minneapolis.
- Carrion G, Bonet A. 2004. Mycobiota associated with the coffee berry borer (Coleoptera: Scolytidae) and its galleries in fruit. *Ann Entomol Soc Am* 97 (3): 492-499.
- Darwis V. 2004. Keragaan, kendala, dan manfaat penerapan teknologi PHT kakao rakyat di Kolaka, Sulawesi Tenggara. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Depparaba F. 2002. Penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snellen) dan penanggulangannya. *J Litbang Pertanian* 21 (2): 69-74.
- Hamdani. 2009. Keanekaragaman Cendawan Entomopatogen pada Rhizosfir Kakao dan Patogenitasnya Terhadap Hama Penggerek Buah Kakao, *Conopomorpha cramerella* Snellen (Lepidoptera: Gracillariidae). [Tesis]. Universitas Andalas, Padang.
- Hazalin NAMN, Ramasamy K, Lim SM et al. 2009. Cytotoxic and antibacterial activities of endophytic fungi isolated from plants at the

- National Park, Pahang, Malaysia. BMC Compl Alternat Med. DOI: 10.1186/1472-6882-9-46.
- Hidayana D, Judawi D, Priharyanto D et al. 2002. Musuh alami, hama dan penyakit tanaman kakao. Edisi kedua. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Indriati G, Samsudin, Rubiyo. 2013. Keefektifan paket Teknologi Pengendalian Penggerek Buah Kakao (PBK) di Provinsi Bali. Buletin RISTRI 4 (1): 63-68.
- Junianto YD, Sulistyowati E. 2000. Produksi dan aplikasi jamur *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina, Hyphomycetes) untuk pengendalian pengisap buah kakao (*Helopeltis* spp.) dan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*). Simposium Kakao 2000. Surabaya, 26-27 September 2000. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.
- Khan MR. 2007. Isolation, Identification and Cultivation of Endophytic Fungi from Medicinal Plants for the Production and Characterization of Bioactive Fungal Metabolites. [Thesis]. University of Karachi, Karachi. Pakistan.
- Lezama-Gutierrez R, Hamm JJ, Molina-Ochoa J et al. 2001. Occurrence of entomopathogens of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Mexican States of Michoacan, Colima, Jalisco and Tamaulipas. Florida Entomol 84 (1): 23-30.
- Madry B. 1994. Kebijakan teknis perlindungan tanaman dalam kaitannya dengan pengendalian hama penggerek buah kakao (PBK) di Indonesia. Prosiding Lokakarya Penanggulangan Hama PBK di Indonesia. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.
- Poinar Jr GO, Thomas GM. 1984. Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites. Plenum Press, New York.
- Rauf A, Shepard BM, Johnson MW. 2000. Leafminers in vegetables, ornamental plants and weeds in Indonesia: Survey of host crops, species composition and parasitoid. Intl J Pest Manag 46 (4): 257-266.
- Santoso T. 1993. Dasar-dasar patologi serangga. In: Simposium Patologi Serangga I. Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga I. Persatuan Entomologi Indonesia Cabang, Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Sastrosiswoyo S, Oka IN. 1997. Implementasi pengelolaan serangga secara berkelanjutan. Makalah Kongres V dan Simposium Entomologi PEI. Universitas Padjadjaran, Bandung, 24-26 Juni 1997.
- Sulistyowati E, Junianto DY. 1995. Inventarisasi musuh alami hama penggerek buah kakao (PBK), *Conopomorpha cramerella* Snell. di Provinsi Maluku. Pelita Perkebunan 11: 76-89.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. Insect Pathology. Academic Press, San Diego.
- Vega FE, Posada F, Aime MC et al. 2008. Entomopathogenic fungal endophytes. Biol Contr 46: 72-82.
- Vega FE. 2008. Insect pathology and fungal endophytes. J Invert Pathol 98: 277-279.
- Wardoyo S. 1982. The cocoa pod borer: A mayor hindrance to cocoa development. Indon Agricul Res Develop J 2 (1): 1-4.