



Seminar Nasional & International Conference

Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon
vol. 3 | no. 1 | pp. 169-285 | Mei 2017
ISSN: 2407-8050

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT BIODIVERSITAS INDONESIA Depok, 28 Januari 2017



Penyelenggara & Pendukung



BIODIVERSITAS
Journal of Biological Diversity



PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 3 | no. 2 | pp. 169-285 | Mei 2017 | ISSN: 2407-8050 |

DEWAN PENYUNTING:

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

PENYUNTING TAMU (PENASEHAT):

Artini Pangastuti, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Dwi Astiani, Universitas Tanjungpura, Pontianak
Heru Kuswantoro, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang
Nurhasanah, Universitas Mulawarman, Samarinda
Ruhyat Partasasmita, Universitas Padjadjaran, Sumedang
Solichatun, Universitas Sebelas Maret, Surakarta
Yosep Seran Mau, Universitas Nusa Cendana, Kupang

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

ONLINE:

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

PENYELENGGARA & PENDUKUNG:



MASYARAKAT
BIODIVERSITAS
INDONESIA

BIODIVERSITAS
Journal of Biological Diversity



JUR. BIOLOGI FMIPA &
PS. BIOSAINS PPS
UNS SURAKARTA



DEP. BIOLOGI FMIPA
UI DEPOK

Pedoman untuk Penulis

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

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

PENULISAN MANUSKRIP

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

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

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

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

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

Nama penulis bagian depan dan belakang tidak disingkat.

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

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

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

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

Judul sirahan: Sekitar lima kata.

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

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

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

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

Kesimpulan Pada bagian akhir pembahasan perlu ada kalimat penutup.

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

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

DAFTAR PUSTAKA

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

Jurnal:

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

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

Smith J, Jones M Jr, Houghton L, et al. 1999. Future of health insurance. *N Engl J Med* 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 [21 April 2015]

PROSES PENGULASAN (REVIEW PROCESS)

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

UNCORRECTED PROOF

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

PEMBERITAHUAN

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

PEDOMAN ETIKA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

HAK CIPTA

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

OPEN ACCESS

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

PENOLAKAN

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

Kata Pengantar

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon) Volume 3, Nomor 2, Mei 2017 berisikan naskah-naskah dari kegiatan *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Depok, 28 Januari 2016* yang bertemakan *Research and Innovation of Science in the New Era of Communication*; dan *Seminar Nasional Ekspresso (Eksplorasi 3 BSO), Departemen Biologi FMIPA UI Depok, 25 Februari 2017*.

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

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

Naskah yang secara kualitas berpotensi untuk diterbitkan namun karena alasan tertentu penulis belum dapat memenuhi saran revisi dari para penyunting, maka akan diterbitkan pada edisi berikutnya. Sementara itu naskah yang berkualitas baik, disarankan untuk diterbitkan pada jurnal *Biodiversitas* (terindeks Scopus) atau *Nusantara Bioscience* (ESCI Web of Science). Sedangkan, naskah yang tidak lolos dari proses review dan penyuntingan, tidak

dapat diterbitkan.

Atas terlaksananya penerbitan prosiding ini, ucapkan terima kasih disampaikan kepada para pemakalah utama, pemakalah, peserta, panitia dan para pihak lainnya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada berbagai instansi yang telah mendukung kedua kegiatan seminar tersebut dengan hadirnya para pemakalah utama dari lingkungannya, yaitu: Universitas Indonesia, Depok, Institut Pertanian Bogor, Pusat Penelitian Bioteknologi dan Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Cibinong, Bogor, serta Yayasan KEHATI, Jakarta dan Wildlife Conservation Society (WCS), Bogor.

Secara khusus terimakasih disampaikan kepada Panitia Pelaksana *Seminar Nasional Ekspresso (Eksplorasi 3 BSO), Departemen Biologi FMIPA UI Depok*, yang telah memfasilitasi publikasi naskah yang dipresentasikan pada seminar tersebut dalam prosiding ini. Terimakasih juga disampaikan kepada Badan Semi Otonom (BSO) Himpunan Mahasiswa Departemen Biologi FMIPA UI, yaitu: Organisasi Mahasiswa Pecinta Tumbuhan (OMPT) Canopy, Kelompok Studi Hidupan Liar (KSHL) Comata, dan Special Interest Group in Marine Biology Universitas Indonesia (SIGMA-B UI).

Sebagian dana penerbitan prosiding ini diperoleh dari jurnal *Biodiversitas*, *Journal of Biological Diversity* dan *Nusantara Bioscience* dalam rangka penjangkaran 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.

Depok, 31 Mei 2017

Ketua Dewan Penyunting

Rumusan

Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Depok, 28 Januari 2016, bertemakan Penelitian dan Inovasi Ilmu Pengetahuan di Era Baru Komunikasi (Research and Innovation of Science in the New Era of Communication); dan Seminar Nasional Ekspresso (Eksplorasi 3 BSO), Departemen Biologi FMIPA UI Depok, 25 Februari 2017.

Publikasi adalah sertifikat bagi seseorang untuk diakui sebagai peneliti. Bahkan, tanpa publikasi yang memadai, seseorang yang bekerja di sebuah lembaga penelitian tidak dapat dianggap sebagai peneliti. Melalui publikasi, seorang peneliti dapat berkontribusi pada kesejahteraan dan keselamatan umat manusia. Dalam rangka memberikan manfaat luas, karya ilmiah harus dipublikasikan di media yang tepat dan untuk pembaca yang tepat. Perkembangan informasi dan teknologi telah menyebabkan perubahan luas dalam cara mengelola informasi termasuk informasi ilmiah. Kemajuan internet telah mengubah cara penyimpanan, pengolahan dan mendistribusikan bahan ilmiah, serta menyesuaikan isi materi kepada konsumen dimaksudkan.

Keberadaan jurnal ilmiah tidak dapat dihindari dalam penerbitan suatu makalah ilmiah. Bahasa dan cakupan dari

jurnal ilmiah sangat mempengaruhi lingkup konsumen, sehingga mempengaruhi penerimaan ide peneliti atau hasil penelitian oleh target pembaca yang tepat. Naskah yang ditulis dalam bahasa nasional dan diterbitkan dalam jurnal nasional tentu memiliki ruang lingkup konsumen yang berbeda dan dampak yang berbeda dibandingkan naskah yang ditulis dalam bahasa internasional dan diterbitkan dalam jurnal internasional. Dalam era baru komunikasi, untuk mengintegrasikan penelitian berskala lokal atau nasional ke dalam komunitas internasional sangat mungkin dilakukan, karena keterbatasan yang ditemukan dalam komunikasi konvensional tidak lagi relevan.

Kemampuan untuk menulis naskah dengan cara yang benar sesuai dengan aturan ilmiah serta dengan cara yang menarik akan menentukan persetujuan dari naskah yang akan diterbitkan. Dengan demikian, keterampilan ini sangat penting bagi para peneliti, dan itu harus dimiliki dan diasah oleh para peneliti.

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. | Adhitya Nugraha | Universitas Bangka Belitung, Merawang, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung |
| 2. | Agnes Audina Krisanti | Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah |
| 3. | Ahmad Dwi Setyawan | Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah |
| 4. | Ajeng Daniarsih | Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat |
| 5. | Ardo Ramdhani | Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah |
| 6. | Arida Susilowati, Dr. | Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara |
| 7. | Arisetiarso Soemodinoto, Dr. | Wildlife Conservation Society (WCS), Bogor, Jawa Barat |
| 8. | Asa krismuntari | Universitas Ahmad Dahlan, Kota Yogyakarta, Yogyakarta |
| 9. | Ayu Nurdiantika Sari | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 10. | Bayu Awifan Dwijaya | Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah |
| 11. | Delvian | Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara |
| 12. | Dina Rahma Ardhiana | Universitas Negeri Malang, Malang, Jawa Timur |
| 13. | Dino Eka Putra | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 14. | Dwi Astiani, Dr. | Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat |
| 15. | Dwi Septy Andini | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 16. | Endang Sukara, Prof. | Yayasan KEHATI, Jakarta |
| 17. | Enny Sudarmohowati, Prof. | Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor, Jawa Barat |
| 18. | Fajar Jati | Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta |
| 19. | Fakhri Wiratama | Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat |
| 20. | Fitmawati, Dr. | Universitas Riau, Pekanbaru, Riau |
| 21. | Franmuda Agung | Institut Teknologi Bandung, Bandung, Jawa Barat |
| 22. | Galih Jatmiko Hutomo | Universitas Islam Indonesia, Sleman, Yogyakarta |
| 23. | Hanna Romadhoniatty Hanafi | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 24. | Hanum Isfaeni | Universitas Negeri Jakarta, Jakarta |
| 25. | Harxlyen Purnomo | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 26. | Hera Rachmawati | Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah |
| 27. | Hesti Lestari Tata, Dr. | Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Jawa Barat |
| 28. | Ibna Hayati | Universitas Riau, Pekanbaru, Riau |
| 29. | Iis Susiano | Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat |
| 30. | Imroatul Habibah | Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta |
| 31. | Indra Dwipa | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 32. | Jaka Ramadhan | Universitas Pattimura, Ambon, Maluku |
| 33. | Jeny Setiawan | Universitas Bangka Belitung, Merawang, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung |
| 34. | Jusmaldi | Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur |

| | | |
|-----|---------------------------------------|---|
| 35. | Kansih Sri Hartini | Universitas Sumatera Utara, Medan, Sumatera Utara |
| 36. | Kris Listiani Safitri | Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah |
| 37. | Kusdarmawan Ilham | Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur |
| 38. | Lusi Herawati Suryaningrum | Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor, Jawa Barat |
| 39. | M.A. Berawi | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 40. | Media Fitri Isma Nugraha, Dr. | Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias, Depok, Jawa Barat |
| 41. | Mirda Sylvia | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 42. | Moh. Nur Qosim | Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur |
| 43. | Mohamad Taufan Tirkaamiana | Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Kalimantan Timur |
| 44. | Muhammad Reyyan Puja Laksana | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 45. | Mustaid Siregar | Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat |
| 46. | Nabila Ghitha | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 47. | Nadya Shifani | Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh |
| 48. | Nani Husien | Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur |
| 49. | Ni Luh Putu Rischa Phadmacanty | Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor, Jawa Barat |
| 50. | Nina Agusti Widaningsih | Center for Plant Variety Protection and Agricultural Permits, Jakarta |
| 51. | Nurheni Wijayanto, Prof. | Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat |
| 52. | Nurma Rosalia | Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta |
| 53. | Paskah Partogi Agung | Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat |
| 54. | Pipih Suningsih Effendi | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 55. | Putri Ainin Maghfiroh | Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur |
| 56. | Ratri Cahyani | Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah |
| 57. | Ratu Safitri, Dr. | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 58. | Reflinaldon | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 59. | Reyyan Maulid Pradistya | Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur |
| 60. | Rizky Eko Muliawan | Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat |
| 61. | Robist Hidayat | Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bantul, Yogyakarta |
| 62. | Rosichon Ubaidillah, Dr. | Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor, Jawa Barat |
| 63. | Ruhyat Partasasmita, Dr. | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |
| 64. | Shifa Fauziyah | Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur |
| 65. | Siti Anifah | Universitas Gadjah Mada, Sleman, Yogyakarta |
| 66. | Sugardjito, Dr. | Universitas Nasional, Jakarta |
| 67. | Sulistio Wati | Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah |
| 68. | Taufiq Purna Nugraha | Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat |
| 69. | Tian Mulyaqin | Banten Assessment Institute For Agricultural Technology |

| | | |
|-----|---------------------------------|---|
| 70. | Tri Handayani | Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat |
| 71. | Trimurti Habazar, Prof. | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 72. | Widya Pintaka Bayu Putra | Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat |
| 73. | Willy Widian | Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat |
| 74. | Yuliati Indrayani, Dr. | Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat |
| 75. | Yulmira Yanti | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 76. | Yurnalis, Dr. | Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat |
| 77. | Zuzy Anna, Dr. | Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat |

PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia

| vol. 3 | no. 2 | pp. 169-285 | Mei 2017 | ISSN: 2407-8050 |

| | |
|--|---------|
| Penampakan fenotipe varietas unggul baru (VUB) inbrida padi lahan rawa (Inpara 2) di Kalimantan Timur DARNIATY DANIAL, SULHAN | 169-174 |
| Komunitas makrozoobentos di ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat ANDRIA OKTARINA, TATI SURYATI SYAMSUDIN | 175-182 |
| Perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dan analisis usaha tani di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur SRIWULAN PAMUJI RAHAYU, TONI RETNO SRIMAYANTI | 183-188 |
| Kualitas madu putih asal Provinsi Nusa Tenggara Barat YELIN ADALINA | 189-193 |
| Keanekaragaman tumbuhan tinggi dan paku-pakuan di Gunung Tambora, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat: 200 tahun setelah letusan dan potensinya YESSI SANTIKA, ARIEF HIDAYAT | 194-198 |
| Respon pertumbuhan kedelai dan kacang tanah pada musim tanam kelima dan keenam terhadap residu pupuk KCL musim tanam pertama dan kedua HENNY KUNTYASTUTI, SUTRISNO | 199-204 |
| Uji potensi sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol untuk mempercepat penutupan luka pada kulit mencit model diabet DESAK MADE MALINI, MADIHAH, FITRI KAMILAWATI | 205-210 |
| Keanekaragaman dan potensi tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat MUHAMMAD IMAM SURYA, INGGIT PUJI ASTUTI | 211-215 |
| Peningkatan produktivitas sapi Bali melalui inseminasi buatan dengan sperma sexing di Techno Park Banyumulek, Nusa Tenggara Barat MUHAMMAD GUNAWAN, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, RONI RIDWAN | 216-219 |
| Variasi morfometrik dan intensitas protozoa <i>Trichodina</i> sp. pada benih gurame milik petani ikan Bantul, Yogyakarta ROKHMANI, EDY RIWIDIHARSO, ENDANG A. SETYAWATI, DARSONO, DANIEL J. WAHYONO | 220-223 |
| Struktur populasi monyet ekor panjang (<i>Macaca fascicularis</i>) di Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat MUHAMMAD REYYAN PUJA LAKSANA, VIA SABILA RUBIATI, RUHYAT PARTASASMITA | 224-229 |
| Pemanfaatan dan pengelolaan bambu berkelanjutan di Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat sebagai upaya perwujudan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) HANNA R. HANAFAI, BUDI IRAWAN, DIAH C. PERTIWI, ALIF LITANIA | 230-235 |

| | |
|--|----------------|
| Keanekaragaman spesies lamun pada beberapa ekosistem padang lamun di Kawasan Taman Nasional Bali Barat | 236-240 |
| HARXYLEN KINANTI PURNOMO, YUNI YUSNIAWATI, AFIA TRY PUTRIKA, WINDRI HANDAYANI, YASMAN | |
| Verifikasi molekuler metode sexing sperma sapi dengan kolom BSA (<i>Bovine Serum Albumin</i>) | 241-245 |
| EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, MUHAMMAD GUNAWAN, SENLIE OCTAVIANA, SUKMA NUSWANTARA | |
| Spatial distribution of abundant tree species at a mixed dipterocarps forest in Bukit Bangkirai, East Kalimantan three years after long drought and forest fire | 246-251 |
| MUSTAID SIREGAR | |
| Keanekaragaman kupu-kupu di kawasan konservasi Petungsewu Wildlife Education Center, Malang, Jawa Timur | 252-257 |
| SHIFA FAUZIYAH, FITRAHYANTI FIQQI MAGHFIRAH, ASTRI DWI WULANDARI, THEMAS FELAYATI, EKA KARTIKA ARUM PUSPITA SARI, DWI WINARNI, THOBIB HASAN AL-YAMINI | |
| Reduksi tumpahan minyak dengan menggunakan metode kultur bakteri di TLP West Seno, Selat Makassar | 258-265 |
| KUSDARMAWAN NUR ILHAM, AHMAD SUBHAN MEIDYANSYAH, WILDAN MUKTI ARROZI | |
| Keanekaragaman jenis burung di Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat | 266-272 |
| NABILA GHITHA SAFANAH, CIPTA SEUTIA NUGRAHA, RUHYAT PARTASASMITA, TEGUH HUSODO | |
| Evaluasi antagonis <i>Pseudomonas fluorescens</i> dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat | 273-277 |
| CHRISNAWATI, SUDJIJO, LENI MARLEN, NASRUN | |
| Variation of butterfly diversity in different ages palm oil plantationsin Kampar, Riau | 278-285 |
| YANTO SANTOSA, INTAN PURNAMASARI | |

Penampakan fenotipe varietas unggul baru (VUB) inbrida padi lahan rawa (Inpara 2) di Kalimantan Timur

Performance phenotype new superior varieties (VUB) inbred swamp rice (Inpara 2) in East Kalimantan

DARNIATY DANIAL[✉], SULHAN

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur. Jl. P.M. Noor, Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857, ✉email: darni_danial@yahoo.com

Manuskrip diterima: 21 November 2016. Revisi disetujui: 3 Maret 2017.

Abstrak. Danial D, Sulhan. 2017. Penampakan fenotipe varietas unggul baru (VUB) inbrida padi lahan rawa (Inpara 2) di Kalimantan Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 169-174*. Salah satu komponen teknologi yang penting dalam meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani padi adalah varietas. Pada periode 2006-2009, Badan Litbang Pertanian telah melepas 26 varietas unggul padi. Varietas unggul tersebut dilepas untuk dikembangkan di lahan sawah (Inpari), lahan rawa (Inpara), dan lahan kering (Inpago). Salah satu varietas unggul yang telah ditanam di Kalimantan Timur adalah Inpara 2. Inpara 2 mempunyai potensi hasil mencapai 6,08 t/ha dengan ketahanan terhadap hama, yaitu agak tahan terhadap wereng cokelat biotipe 2, dan ketahanan terhadap penyakit diantaranya tahan terhadap hawar daun patotipe III dan tahan terhadap blas. Selain itu, varietas tersebut juga toleran terhadap cekaman abiotik yaitu toleran terhadap keracunan Fe dan Al. Penanaman Inpara 2 dianjurkan dilakukan di daerah rawa lebak dan pasang surut. Penanaman Inpara 2 telah dilakukan di Desa Sidomulyo, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan penampakan fenotipe varietas Inpara 2 di Kalimantan Timur. Penanaman dilakukan oleh petani penangkar padi selama 2 (dua) musim tanam (MT). Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan penampakan fenotipe tinggi tanaman rata-rata sekitar 110,33 cm, anakan produktif 17 anakan, panjang malai 25 cm, jumlah gabah 189,77 biji/malai, bobot 1.000 butir 25,13 gram, dan rata-rata hasil 4,43 t/ha.

Kata kunci: Fenotipe, Inpara 2, padi, varietas unggul baru

Singkatan: VUB = Varietas Unggul Baru, MT = Musim Tanam, Inpara = Inbrida Padi Lahan Rawa

Abstract. Danial D, Sulhan. 2017. Performance phenotype new superior varieties (VUB) inbred swamp rice (Inpara 2) in East Kalimantan. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 169-174*. One of the technological components that are important in increasing rice production and farm income is varieties. In the period of 2006-2009, The Indonesian Agency for Agricultural Research and Development has released 26 superior rice varieties. The superior rice varieties were released for developed in wetland (Inpari), swampy land (Inpara) and dry land (Inpago). One of the superior varieties that have been grown in East Kalimantan is Inpara 2. Inpara 2 has the potential of yield reached 6.08 t/ha with the resistance to pests, that is somewhat resistant to brown planthopper biotype 2, and the resistance to diseases including resistant to leaf blight pathotype III and resistant to blast. In addition, these varieties are also tolerant to abiotic stress, which are tolerant to poisoning Fe and Al. Planting Inpara 2 is recommended to be conducted in lowland swamp and tidal marsh areas. Planting Inpara 2 had been carried out in Sidomulyo Village, Kutai Kartanegara District, East Kalimantan Province. The purpose of this research was to get the phenotype performance of Inpara 2 variety in East Kalimantan. Planting is conducted by farmers of rice breeder for 2 (two) cropping season. The results showed the phenotypic performance of plant height by an average of 110.33 cm, productive tiller 17 tillers/hill, panicle length 25 cm, the number of grain 189.77 grains/panicle, weight of 1000 full grains 25.13 grams, and the average results 4.43 t/ha.

Keywords: Inpara 2, paddy, phenotype, new superior varieties

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia memiliki kondisi agroekologi yang beragam, sehingga sulit untuk mendapatkan varietas padi yang unggul dan sesuai untuk seluruh kondisi agroekologi di Indonesia. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan suatu varietas unggul spesifik lokasi dalam jangka sangat pendek. Pada periode 2006-2009, Badan Litbang Pertanian telah

melepas 26 varietas unggul padi. Varietas unggul tersebut dilepas untuk dikembangkan di lahan sawah, lahan pasang surut, dan lahan kering. Umur tanaman dikategorikan menjadi ultra genjah (<90 HSS), sangat genjah (90-104 HSS), genjah (105-124 HSS), sedang (125-150 HSS), dan dalam (>150 HSS) (Badan Litbang Pertanian 2003).

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan suboptimal yang semakin penting peranannya dalam upaya

peningkatan produksi padi, mengingat luasnya mencapai 25,29 juta hektar. Penyebaran lahan rawa pasang surut cukup luas di Sumatera, Kalimantan, sebagian wilayah Sulawesi, dan Papua (Djaenudin 2008). Namun, pemanfaatan lahan rawa pasang surut menghadapi beberapa kendala, antara lain masalah tanah dan air. Pengembangan lahan rawa harus mengacu pada tipologi lahan serta tipe luapan A, B, C, dan D. Lahan bertipe luapan A selalu terluapi air pasang, baik pada musim penghujan maupun musim kemarau atau baik pasang besar maupun kecil, sedangkan lahan bertipe luapan B hanya terluapi air pasang pada musim penghujan atau pasang besar saja. Lahan bertipe luapan C tidak terluapi air pasang tetapi kedalaman muka air tanah kurang dari 50 cm, sedangkan lahan bertipe luapan D memiliki karakteristik seperti tipe luapan C, hanya saja kedalaman air tanah lebih dari 50 cm (Widjaja-Adhi et al. 1992). Selain itu, varietas yang memiliki daya adaptasi tinggi berpengaruh terhadap cara pengelolaan lahan, termasuk pengaturan pola tanam atau jenis tanaman yang sesuai, serta perlu mempertimbangkan kondisi biofisik, tata air mikro, dan ketersediaan modal petani (Sudana 2005; Mulyani et al. 2011).

Saat ini telah dikembangkan padi varietas spesifik lahan rawa. Lahan rawa telah mampu mendukung swasembada atau ketahanan pangan di Indonesia. Hal ini dibuktikan Provinsi Kalimantan Timur yang sebagian besar wilayahnya merupakan lahan rawa (575.437 ha) dengan struktur geologi dan bentuk lahan (*land form*) yang tersusun atas aluvial sedimen liat berupa dataran banjir sungai sangat potensial untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian dan tambak. Lahan rawa di Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara tersebar di beberapa kabupaten antara lain di Kabupaten Kutai Kartanegara seluas 36.347 ha, Kabupaten Kutai Barat seluas 70.000 ha, Kabupaten Kutai Timur seluas 67.506 ha, Kabupaten Penajam Paser Utara seluas 31.700 ha, Kabupaten Paser seluas 75.500 ha, Kabupaten Berau seluas 49.500 ha, Kabupaten Bulungan seluas 137.700 ha, Kabupaten Nunukan seluas 58.700, dan Kabupaten Malinau seluas 12.000 ha (BPS 2009; Simanjuntak 2012).

Salah satu komponen teknologi yang penting dalam meningkatkan produksi dan pendapatan usaha tani padi adalah varietas. Preferensi petani juga turut mempengaruhi pengembangan varietas unggul. Hal ini terkait dengan sifat yang dimiliki oleh varietas unggul. Petani umumnya menginginkan varietas dengan daya hasil tinggi, rasa enak (spesifik daerah), umur genjah, tanaman tidak terlalu pendek dan tidak terlalu tinggi, serta tahan terhadap hama dan penyakit utama seperti wereng cokelat, tungro, dan blas (Badan Litbang Pertanian 2003).

Pemilihan varietas disesuaikan dengan kondisi wilayah setempat diantaranya lahan (irigasi, tadah hujan, kering, rawa), ketinggian tempat (dataran rendah, sedang, dan tinggi), lingkungan tumbuh yang meliputi kondisi hama dan penyakit utama (aman dan endemis), status hara makro dan mikro yang suboptimal, target produksi (produktivitas), dan mutu produk (mutu giling, mutu tanak, dan mutu gizi serta sesuai keinginan petani). Produktivitas suatu varietas sangat bergantung pada genotipe tanaman (komposisi

gen), kondisi lingkungan tumbuh, dan interaksi keduanya. Faktor-faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap penampilan varietas antara lain kesuburan tanah, kondisi fisik dan kimiawi tanah, iklim, keberadaan hama dan penyakit tanaman, serta teknik budi daya yang digunakan (Satoto 2013).

Peningkatan produktivitas padi di lahan rawa pasang surut dapat dilakukan melalui penanaman varietas padi unggul baru yang adaptif, berpotensi hasil lebih tinggi, dan berumur lebih genjah daripada padi lokal, sehingga intensitas tanam dapat ditingkatkan. Inpara merupakan varietas yang telah dilepas dan adaptif di lahan rawa. Terdapat enam varietas Inpara yang sudah dilepas hingga tahun 2010, yaitu Inpara 1, Inpara 2, Inpara 3, Inpara 4, Inpara 5, dan Inpara 6. Keunggulan dari varietas-varietas tersebut yaitu potensi hasil tinggi (4-7 t/ha), memiliki adaptasi yang baik di lahan rawa, dan umurnya lebih genjah (115-135 hari) dibanding varietas padi lokal (Suprihatno et al. 2010). Berdasarkan uraian tersebut, maka kegiatan ini dilaksanakan untuk mengetahui penampakan fenotipe varietas unggul baru (VUB) dari inbrida padi lahan rawa (Inpara 2) yang merupakan varietas spesifik lokasi untuk lahan rawa di Kalimantan Timur.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

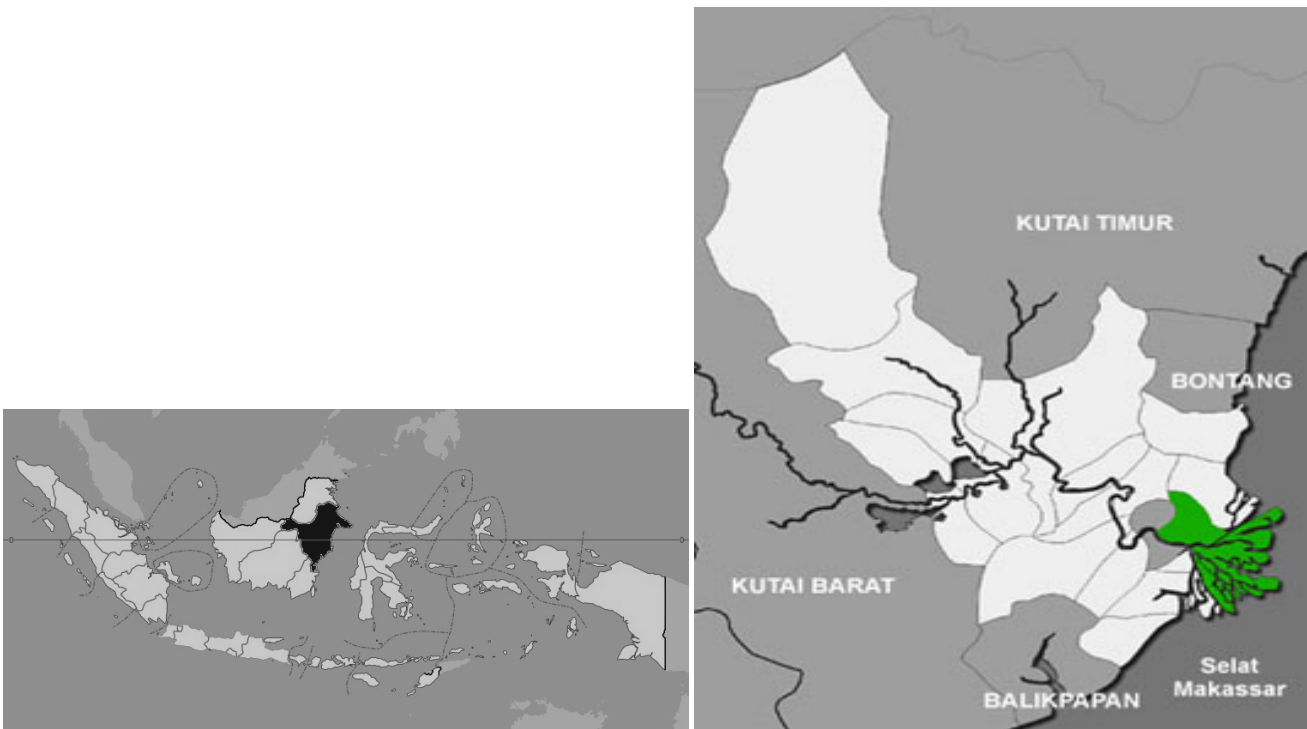
Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2014 hingga 2015 di Desa Sidomulyo, Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Lahan yang digunakan dikategorikan sebagai lahan rawa, dimana pada periode tertentu mendapat limpahan air pasang surut. Sidomulyo merupakan salah satu desa di Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Kecamatan Anggana berpenduduk 23.342 jiwa (2005) tersebut memiliki wilayah seluas 1.798,80 km². Wilayahnya terletak di muara Sungai Mahakam dan didominasi pulau-pulau kecil yang disebut Delta Mahakam. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan berupa benih padi kelas FS (*foundation seed*) atau benih dasar/label putih, yaitu varietas Inpara 2 (inbrida padi lahan rawa). Varietas Inpara 2 merupakan varietas unggul baru yang diterbitkan berdasarkan SK Mentan Pertanian No. 958/Kpts/SR.120/7/2008. Bahan lain yang digunakan yaitu pupuk urea, SP-36, KCl, kapur dolomit, herbisida, dan insektisida, sedangkan alat yang digunakan antara lain cangkul, timbangan, meteran, dan alat tulis.

Cara kerja

Penelitian ini dilaksanakan di lahan petani penangkar padi dengan luasan 3 ha. Kegiatan dilaksanakan selama 2 (dua) musim tanam, yaitu musim tanam pertama (MT I) periode April-September 2014 dan MT II periode Oktober 2014-Maret 2015. Parameter yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah per malai, bobot 1.000 butir, dan produksi.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kecamatan Anggana, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lahan rawa

Lahan rawa adalah lahan yang sepanjang tahun atau selama waktu yang panjang dalam setahun, selalu jenuh air (*saturated*) atau tergenang (*waterlogged*) air dangkal. Lahan rawa sering disebut dalam berbagai istilah, seperti “*swamp*” (istilah umum untuk rawa, digunakan untuk menyatakan wilayah lahan, atau area yang secara permanen selalu jenuh air, permukaan air tanahnya dangkal, atau tergenang air dangkal hampir sepanjang waktu dalam setahun), “*marsh*” (rawa yang genangan airnya bersifat tidak permanen, namun mengalami genangan banjir dari sungai atau air pasang dari laut secara periodik, dimana debu dan liat sebagai muatan sedimen sungai seringkali diendapkan), “*bog*” (rawa yang tergenang air dangkal, dimana permukaan tanahnya tertutup lapisan vegetasi yang melapuk, khususnya lumut *Spagnum* sebagai vegetasi dominan, yang menghasilkan lapisan gambut (bereaksi masam), dan “*fen*” (rawa yang tanahnya jenuh air, ditumbuhi rerumputan rawa sejenis “*reeds*”, “*sedges*”, dan “*rushes*”, tetapi air tanahnya bereaksi alkalis, biasanya mengandung kapur (CaCO_3), atau netral. Umumnya lahan rawa membentuk lapisan gambut subur yang bereaksi netral yang disebut “*laagveen*” atau “*lowmoor*”) (Subagy 2006).

Lahan rawa sebenarnya merupakan lahan yang menempati posisi peralihan di antara sistem daratan dan sistem perairan (sungai, danau, atau laut), yaitu antara daratan dan lautan, atau di daratan sendiri, antara wilayah

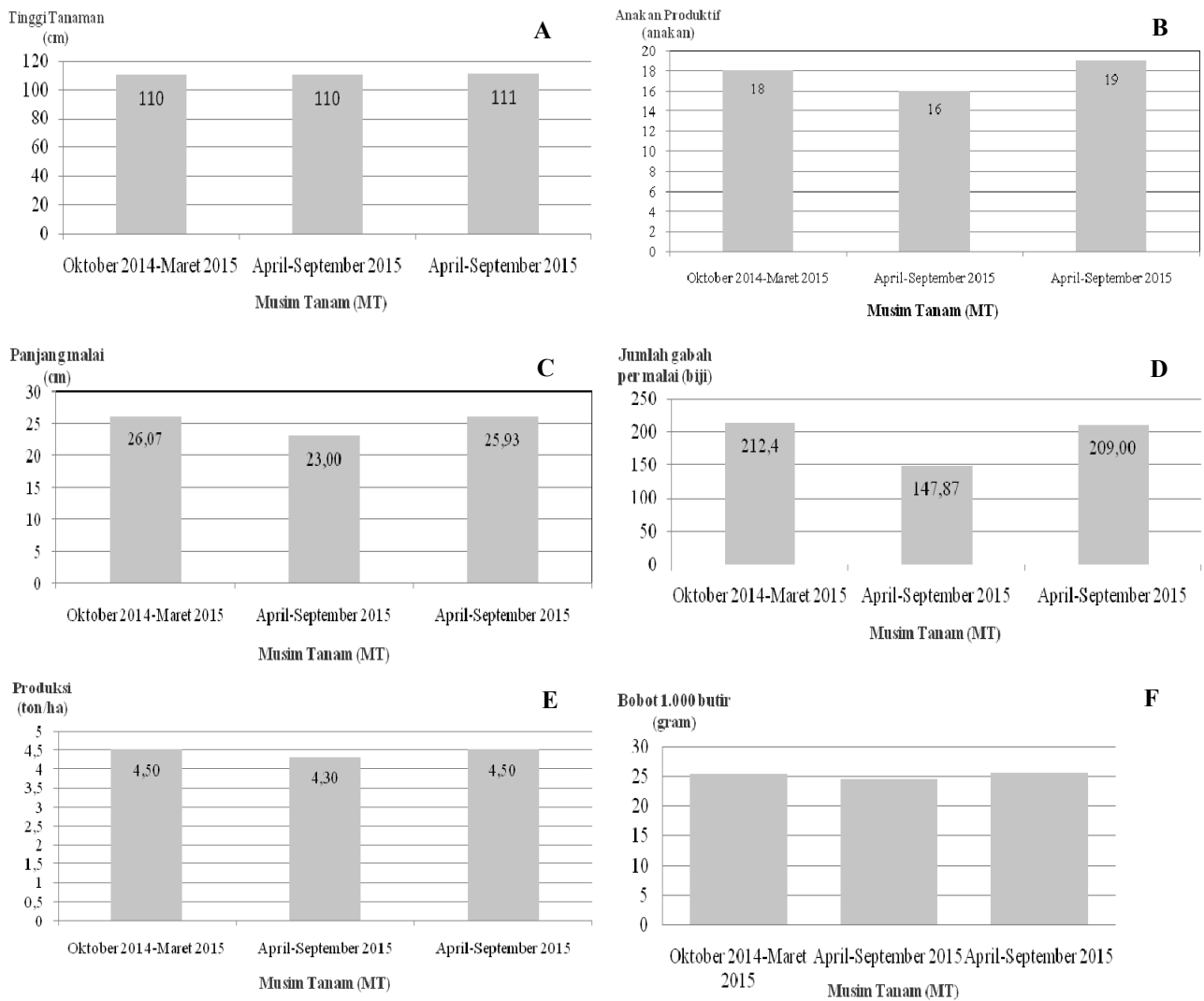
lahan kering (*uplands*) dan sungai/danau. Oleh karena lahan rawa menempati posisi peralihan antara sistem perairan dan daratan maka lahan ini sepanjang tahun atau dalam waktu yang panjang dalam setahun (beberapa bulan) tergenang dangkal, selalu jenuh air, atau mempunyai air tanah dangkal. Dalam kondisi alami, sebelum dibuka untuk lahan pertanian, lahan rawa ditumbuhi berbagai jenis tumbuhan air, baik sejenis rerumputan (*reeds*, *sedges*, dan *rushes*), vegetasi semak, maupun kayu-kayuan/hutan, tanahnya jenuh air atau mempunyai permukaan air tanah dangkal, atau bahkan tergenang dangkal (Gandasasmita et al. 2006).

Penanaman, pemeliharaan, dan pengamatan

Penanaman padi varietas Inpara 2 dilakukan pada MT Oktober 2014-Maret 2015 dengan 1 (satu) orang petani pelaksana dan MT April-September 2015 dengan 2 (dua) orang petani pelaksana. Penanaman dilakukan dengan sistem jajar legowo 5:1 dengan pengolahan lahan secara sempurna (traktor). Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan serta pengendalian hama dan penyakit. Pengamatan tanaman dilakukan secara periodik sesuai pertumbuhan tanaman.

Hasil dan komponen hasil

Hasil pengamatan tanaman berupa tinggi tanaman, anakan produktif, panjang malai, jumlah gabah/malai, bobot 1.000 butir, dan hasil gabah kering giling (GKG) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Penampakan fenotipe tinggi tanaman (a), anakan produktif (b), panjang malai (c), jumlah gabah/malai (d), hasil gabah (e), dan bobot 1.000 butir (f) varietas Inpara 2 pada dua musim tanam (MT)



Gambar 3. Kondisi tanaman varietas Inpara 2 di lapang (a) dan bobot 1.000 butir (b)

Sementara itu, pertumbuhan tanaman di lapang dan penampakan bulir padi Inpara 2 disajikan pada Gambar 3. Gambar 2a menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi dicapai pada penanaman MT April-September 2015 yaitu 111 cm dan terendah pada MT Oktober 2014-Maret 2015 yaitu 110 cm, namun jika dilihat secara statistik, perbedaan keduanya tidak signifikan atau rata-rata tinggi tanaman hampir sama. Meskipun demikian, tinggi tanaman tersebut lebih tinggi dibanding deskripsi varietas yaitu 103 cm (BB Padi 2015).

Jumlah anakan produktif terbanyak diperoleh pada MT April-September 2015 yaitu sebanyak 19 anakan dan terendah pada musim tanam yang sama yaitu 16 anakan (Gambar 2b). Adapun untuk panjang malai (Gambar 2c) terpanjang diperoleh pada MT Oktober 2014-Maret 2015 yaitu 26,07 cm dan terendah pada MT April-September 2015 yaitu 23 cm. Jumlah gabah/malai (Gambar 2d) terbanyak diperoleh pada MT Oktober 2014-Maret 2015 (212,40 biji) dan terendah pada MT April-September 2015 (147,87 biji). Selanjutnya, hasil gabah kering giling terbanyak diperoleh pada kedua musim tanam (4,5 ton/ha), sedangkan hasil terendah diperoleh pada MT April-September 2015 (4,3 ton/ha). Untuk bobot 1.000 butir terbesar (Gambar 2f) diperoleh pada MT April-September 2015 yaitu 25,6 gram dan terendah diperoleh pada musim tanam yang sama dengan bobot 24,5 gram. Secara umum, penampakan fenotipe varietas Inpara 2 yang ditanam pada dua musim tanam, memperlihatkan hasil yang relatif hampir sama.

Hasil yang hampir sama juga diperoleh pada penelitian Koesrini et al. (2013) di Kebun Percobaan Belandean, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan Selatan pada musim kemarau 2012. Penelitian tersebut menguji enam varietas padi rawa (Inpara 1, 2, 3, 4, 5 dan Margasari). Hasil yang diperoleh menunjukkan untuk hasil gabah tertinggi diberikan oleh varietas Inpara 2 (130,26 kg/512 m²) dan terendah oleh varietas Inpara 5 (54,96 kg/512 m²). Atau apabila dikonversi ke dalam hektar, dari hasil pengujian tersebut varietas Inpara 2 hanya mampu memproduksi gabah sekitar 4,34 ton/ha dan varietas Inpara 5 hanya 1,83 ton/ha (Gambar 2). Padahal, potensi hasil varietas Inpara 2 dapat mencapai 6,08 t/ha dan varietas Inpara 5 dapat mencapai 7,2 ton/ha (Koesrini et al. 2013).

Menurut Koesrini et al. (2013), varietas Inpara menunjukkan potensi optimumnya pada kondisi lingkungan yang optimum pula. Tingkat kesuburan lahan lebak relatif lebih baik dibandingkan dengan lahan pasang surut. Kesenjangan hasil yang cukup tinggi antara hasil observasi dengan potensi hasil, salah satunya disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang berbeda.

Komponen-komponen pertumbuhan berupa tinggi tanaman, anakan produktif, dan jumlah gabah/malai merupakan beberapa faktor yang menunjang hasil akhir tanaman. Menurut Makarim et al. (2008), individu tanaman merupakan sistem yang bersifat dinamis (hidup) yang komponen utamanya terdiri atas: (i) daun, dapat mensintesis karbohidrat/energi untuk tumbuh dan berkembangnya organ-organ tanaman lainnya atau disebut sebagai *source*; (ii) batang, berfungsi sebagai penopang

tanaman, penyalur senyawa-senyawa kimia dan air dalam tubuh tanaman, dan sebagai cadangan makanan; (iii) akar, sebagai penguat/penunjang tanaman sehingga dapat tumbuh tegak, menyerap hara dan air dari dalam tanah untuk selanjutnya diteruskan ke organ lainnya di atas tanah; serta (iv) malai dan gabah/produk, sebagai penampung (*sinks*) akhir energi dan substansi yang dihasilkan tanaman. Proses yang berlangsung selama pertumbuhan tanaman seperti fotosintesis, respirasi, partisi, penuaan, serta penyerapan hara dan air sangat menentukan akumulasi biomasa dan ukuran organ-organ tanaman. Proses inilah yang menghubungkan komponen-komponen tanaman menjadi satu kesatuan atau sistem.

Menurut Suprihatno et al. (2008), potensi hasil maksimum dari suatu varietas sering tidak tercapai karena fotosintat yang akan disimpan pada gabah sering diserang oleh hama atau penyakit. Diperkirakan hama dan penyakit dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 25%. Selanjutnya menurut Makarim et al. (2008), tanaman padi selama proses pertumbuhannya hingga hasil panen ditentukan oleh faktor iklim, faktor internal tanaman, tanah, air, hama dan penyakit, serta pengelolaan. Potensi hasil didefinisikan sebagai hasil tertinggi yang dapat dicapai tanaman untuk varietas dan lingkungan iklim tertentu serta tidak terkendala oleh faktor biotik (hama, penyakit, gulma) dan abiotik (kahat hara, keracunan unsur kimia, kekeringan, cekaman salinitas).

Selanjutnya menurut Satoto dan Suprihatno (1998), hasil gabah ditentukan oleh komponen hasil seperti jumlah gabah, jumlah gabah hampa per malai, dan bobot 1.000 butir gabah. Satoto et al. (2007) menyatakan bahwa ada hubungan yang erat antara hasil gabah dan jumlah gabah tiap satuan luas. Apabila jumlah gabah per malai tinggi, jumlah anakan produktif tinggi, dan persentase gabah hampa rendah maka produksi per satuan luas akan meningkat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa varietas Inpara 2 memiliki peluang yang cukup baik untuk dikembangkan di lahan rawa pasang surut. Pemanfaatan lahan rawa secara optimum dengan peningkatan luas tanam dan indeks pertanaman akan memberikan kontribusi cukup besar dalam peningkatan produksi beras nasional. Hal ini menunjukkan bahwa lahan rawa dapat memberi sumbangan besar terhadap program peningkatan produksi beras nasional (Koesrini et al. 2013).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian di Jakarta yang telah membiayai kegiatan ini melalui DIPA BPTP Kalimantan Timur Tahun Anggaran 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Litbang Pertanian. 2003. Pedoman umum pengelolaan benih sumber tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta.

- Badan Litbang Pertanian. 2015. Deskripsi varietas unggul baru padi. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2009. Kalimantan Timur dalam Angka. Badan Pusat Statistik. Kalimantan Timur. Samarinda.
- Djaenudin D. 2008. Perkembangan penelitian sumber daya lahan dan kontribusinya untuk mengatasi kebutuhan lahan pertanian di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(4): 137-145.
- Koesrini, Saleh M, Nursyamsi D. 2013. Keragaan varietas Inpara di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Pangan* 22(3): 221-228.
- Lasman Simanjuntak. 2012. Daerah Rawa Untuk Dukung Ketahanan Pangan di Kaltim. www.Beritayaonline.com (25 Januari 2017).
- Makarim AK, Suhartatik E, Fagi AM. 2008. Analisis sistem dan simulasi untuk peningkatan produksi padi melalui penggunaan teknologi spesifik lokasi. Padi inovasi teknologi dan ketahanan pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Sukamandi.
- Mulyani A, Ritung S, Las I. 2011. Potensi dan ketersediaan sumber daya lahan untuk mendukung ketahanan pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 30(2): 73-80.
- Satoto, Suprihatno B. 1998. Heterosis dan stabilitas hasil hibrida-hibrida padi turunan galur mandul jantan IR62829A dan IR58025A. *Penelitian Pertanian* 17(1): 3-37.
- Sudana W. 2005. Potensi dan prospek lahan rawa sebagai sumber produksi pertanian. *Analisis Kebijakan Pertanian* 3(2): 141-151.
- Suprihatno B, Darajat AA. 2008. Kemajuan dan ketersediaan varietas unggul padi. Padi Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Sukamandi.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, *et.al.* 2010. *Deskripsi Varietas Padi*. Balai Besar Penelitian tanaman Padi. Sukamandi.
- Satoto. 2013. Varietas Unggul Baru Spesifik Lokasi. Dalam pelatihan manajemen padi berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi, Jawa Barat.
- Karmini G, Suwanto, W. Adhy, *et.al.* 2006. Karakteristik dan pengelolaan lahan rawa. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Wijaja-Adhi, I.P.G., K. Nugroho, D. Ardi, *et.al.* 1992. Sumberdaya lahan pasang surut dan rawa dan pantai : Potensi, Keterbatasan dan pemanfaatan. Dalam : S. Partohardjono dan M. Syam (Eds.). *Risalah Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa*, Cisarua, Bogor. 3-4 Maret.

Komunitas makrozoobentos di ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat

The community of makrozoobenthos in lotic ecosystem in the area of Institut Teknologi Bandung campus, Jatinangor, Sumedang, West Java

ANDRIA OKTARINA[✉], TATI SURYATI SYAMSUDIN

Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Jawa Barat, Indonesia.
Tel. +62-22-2511575, 2500258, Fax. +62-22-253-4107, ✉email: andriaoktarina@gmail.com

Manuskrip diterima: 10 September 2016. Revisi disetujui: 20 Maret 2017.

Abstrak. Oktarina A, Syamsudin TS. 2017. Komunitas makrozoobentos di ekosistem lotik kawasan kampus Institut Teknologi Bandung, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 175-182*. Pembangunan infrastruktur di sekitar area kampus di sepanjang aliran sungai akan mengubah struktur sungai tersebut. Makrozoobentos merupakan salah satu hewan akuatik yang sering digunakan sebagai indikator biologi untuk menentukan perubahan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan komunitas makrozoobentos akibat adanya pengaruh dari pembangunan dan perbaikan infrastruktur seperti pembangunan danau buatan, perbaikan jalan, dan saluran air di kawasan kampus ITB Jatinangor. Penelitian dilakukan dari Oktober 2013 sampai Maret 2014. Pencuplikan sampel makrozoobentos dilakukan pada 8 stasiun ekosistem lotik menggunakan jala *Surber* pada substrat berbatu dan pengeruk *Ekman* pada substrat berpasir dan berlumpur. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas di sepanjang ekosistem lotik yang terjadi mempengaruhi struktur dan komposisi makrozoobentos. Komposisi makrozoobentos di ekosistem lotik ditemukan 71 spesies dengan 3 spesies dominan, yaitu *Anentome* sp. (3.581 ind./m²), *Pleurocera* sp. (1.241 ind./m²), dan *Corbicula* sp. (1.927 ind./m²) serta 6 spesies tunggal selama pencuplikan.

Kata kunci: Ekosistem lotik, Kampus ITB Jatinangor, makrozoobentos, singleton spesies, spesies dominan

Abstract. Oktarina A, Syamsudin TS. 2017. The community of makrozoobenthos in lotic ecosystem in the area of Institut Teknologi Bandung campus, Jatinangor, Sumedang, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 175-182*. Infrastructure development along river canal of campus area would change river structure. Macrozoobenthos is aquatic bioindicator of environmental changes. This research aimed to review macrozoobenthos community changes affected by development and renovation of ITB Jatinangor campus infrastructure, such as the development of artificial lake, repairment of road and water canal. The research was conducted from October 2013 to March 2014. Sampling macrozoobenthos was conducted at eight stations of lotic ecosystem by using *Surber* net on rocky substrate and *Ekman* dredge on sandy and muddy substrates. The result showed that activities along lotic ecosystem affect macrozoobenthos structure and composition. Seventy-one species with three dominant species were found, i.e., *Anentome* sp. (3.581 ind./m²), *Pleurocera* sp. (1.241 ind./m²) and *Corbicula* sp. (1.927 ind./m²) with six singleton species during sampling.

Keywords: Dominant species, ITB Jatinangor Campus, lotic ecosystem, macrozoobenthos, singleton species

PENDAHULUAN

Ekosistem perairan tawar merupakan sumber daya yang terbatas dan sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan populasi makhluk hidup seiring dengan adanya peningkatan konsumsi (Metcalf et al. 2013). Sungai sebagai suatu ekosistem air tawar, tersusun dari komponen biotik dan abiotik dan setiap komponen tersebut membentuk suatu jalinan fungsional yang saling mempengaruhi, sehingga membentuk suatu aliran energi yang dapat mendukung stabilitas pada ekosistem tersebut (Suwondo et al. 2004).

Makrozoobentos merupakan hewan yang hidup menetap di sedimen pada dasar perairan, baik pada kondisi substrat lunak maupun substrat keras (Purnami et al. 2010). Makrozoobentos berkontribusi sangat besar terhadap fungsi

ekosistem perairan dan memegang peranan penting seperti proses mineralisasi dalam sedimen dan siklus material organik (Vyas dan Bhawsar 2013), serta berperan dalam mentransfer energi melalui rantai makanan (Sharma et al. 2013). Sebagian besar hewan ini digunakan sebagai indikator biologi untuk mengamati penurunan kualitas air, terutama akibat pencemaran bahan organik (Sudarso 2009), serta melihat pengaruh perubahan lingkungan yang terjadi terhadap biota perairan, khususnya makrozoobentos, sehingga hewan ini sangat memungkinkan untuk menjelaskan perubahan lingkungan yang terjadi, baik secara spasial maupun temporal.

Di kampus Institut Teknologi Bandung di Jatinangor mulai tahun 2011, terjadi perubahan fisik dan kondisi lingkungan, tidak terkecuali lingkungan perairan di sekitar kampus setelah dibangunnya danau buatan (cekdam),

perbaikan jalan, dan saluran irigasi yang dapat mempengaruhi struktur dan komposisi hewan yang berada di dasar perairan tersebut. Adanya perubahan ekosistem mengalir (*lotik*) akibat pembangunan infrastruktur seperti pembangunan danau buatan, terowongan, dan saluran air yang mulai dilakukan pada tahun 2011 di kawasan Kampus ITB Jatinangor akan menyebabkan terjadinya perubahan kondisi alami dasar sungai dan kondisi lingkungan sekitar yang akan mempengaruhi komunitas makrozoobentos di ekosistem mengalir akibat perubahan yang terjadi.

Penelitian komunitas makrozoobentos pada aliran sungai di kawasan kampus ITB Jatinangor dilakukan untuk mengkaji komunitas makrozoobentos akibat adanya pengaruh dari pembangunan dan perbaikan infrastruktur seperti pembangunan danau buatan, perbaikan jalan, dan saluran air. Akibat adanya kegiatan dan perubahan ekosistem tersebut, maka komunitas makrozoobentos di ekosistem *lotik* diduga juga akan mengalami perubahan.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilakukan pada ekosistem sungai (*lotik*) di kawasan kampus ITB Jatinangor. Secara geografis, kawasan ini terletak pada $107^{\circ}45'58,0''$ - $107^{\circ}46'10,3''$ BT dan $06^{\circ}55'35,7''$ - $06^{\circ}56'1,2''$ LS. Pencuplikan dilakukan di 8 stasiun di sepanjang aliran sungai, mulai dari aliran masuk (*inlet*) ke area penelitian, hingga aliran sungai yang keluar (*outlet*) dari kawasan kampus ITB Jatinangor.

Penggunaan lahan pada masing-masing stasiun sungai berbeda-beda. Stasiun 1 didominasi oleh aktivitas pertanian, dimana aliran yang mengalir di stasiun 1 menjadi salah satu *inlet* danau buatan. Stasiun 2 merupakan *outlet* danau buatan yang terus mengalir. Pada stasiun 3, perairan menerima material organik dari danau buatan. Stasiun 4 dan 5 merupakan aliran dan genangan air yang masuk ke dalam aliran sungai dan melewati terowongan saluran air yang berada di tengah jalan utama kampus ITB Jatinangor. Pada stasiun 6 dan 7, aliran air dimanfaatkan sebagai sumber air untuk aktivitas pertanian (irigasi), sedangkan stasiun 8 dipengaruhi oleh aktivitas pertanian dan juga dimanfaatkan untuk irigasi (Gambar 1).

Cara kerja

Pengambilan sampel

Sampel dikoleksi dari 8 stasiun dimana kegiatan penelitian ini dilakukan dari bulan Oktober 2013 hingga Maret 2014 setiap dua minggu sekali. Selain adanya hujan, selama periode pengambilan sampel, tercatat adanya aktivitas pembukaan lahan dan pembangunan gedung pada akhir periode penelitian.

Kondisi lingkungan yang diukur adalah suhu air menggunakan SCT-meter, kadar oksigen terlarut (DO) ditentukan dengan menggunakan metode titrasi Winkler (Michael 1984), pH air diukur dengan menggunakan pH meter (tipe *Eco Tester*), nilai konduktivitas diukur dengan menggunakan SCT-meter (tipe YSI), serta kecepatan arus air diukur dengan menggunakan meteran dan *stopwatch*.



Gambar 1. Lokasi penelitian pada ekosistem *lotik* di kawasan kampus ITB Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat. ● = Lokasi pengambilan sampel

Tabel 1. Rata-rata (\pm standar deviasi) kualitas air pada masing-masing stasiun ekosistem *lotik* di kawasan kampus ITB Jatinangor

| Variabel | Stasiun | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Suhu air (°C) | 28,24 \pm 1,874 | 27,84 \pm 2,489 | 27,83 \pm 1,555 | 27,50 \pm 1,671 | 26,81 \pm 2,016 | 26,78 \pm 1,923 | 28,53 \pm 1,450 | 28,52 \pm 1,911 |
| DO (ppm) | 7,41 \pm 0,891 | 7,67 \pm 1,287 | 7,95 \pm 0,686 | 6,75 \pm 0,984 | 6,77 \pm 1,085 | 7,03 \pm 1,126 | 7,205 \pm 1,341 | 7,13 \pm 0,838 |
| BOD ₅ (ppm) | 0,91 \pm 0,535 | 0,76 \pm 0,513 | 0,77 \pm 0,542 | 0,46 \pm 0,192 | 0,47 \pm 0,256 | 0,63 \pm 0,511 | 0,69 \pm 0,778 | 0,72 \pm 0,666 |
| CO ₂ (ppm) | 18,72 \pm 4,755 | 15,91 \pm 3,430 | 15,66 \pm 2,415 | 19,08 \pm 3,746 | 19,16 \pm 2,798 | 18,81 \pm 3,039 | 20,97 \pm 9,805 | 17,97 \pm 3,516 |
| Nilai pH | 6,40 \pm 0,080 | 6,40 \pm 0,080 | 6,39 \pm 0,037 | 6,41 \pm 0,061 | 6,36 \pm 0,096 | 6,38 \pm 0,097 | 6,40 \pm 0,078 | 6,41 \pm 0,111 |
| Nilai konduktivitas (μ S/cm) | 116,82 \pm 46,110 | 112,52 \pm 38,606 | 112,41 \pm 46,037 | 106,67 \pm 45,024 | 117,30 \pm 51,173 | 120,17 \pm 48,325 | 112,68 \pm 34,201 | 123,92 \pm 52,923 |
| Kecepatan arus air (cm/det) | 19,47 \pm 8,715 | 31,93 \pm 6,160 | 15,20 \pm 18,816 | 7,32 \pm 9,877 | 10,88 \pm 5,975 | 19,81 \pm 8,675 | 10,40 \pm 9,149 | 33,01 \pm 15,758 |
| TSS (mg/L) | 275,00 \pm 200,567 | 291,67 \pm 197,522 | 291,67 \pm 219,330 | 208,33 \pm 172,986 | 225,00 \pm 191,287 | 233,33 \pm 187,480 | 208,33 \pm 124,011 | 191,67 \pm 131,137 |
| TDS (mg/L) | 225,00 \pm 165,831 | 158,33 \pm 66,855 | 175,00 \pm 75,377 | 166,67 \pm 77,849 | 208,33 \pm 90,033 | 208,33 \pm 116,450 | 166,67 \pm 65,133 | 192,67 \pm 99,620 |
| Kandungan organik tanah (%) | 5,52 \pm 4,959 | 0 | 0 | 11,70 \pm 2,462 | 10,13 \pm 1,090 | 10,75 \pm 1,417 | 11,33 \pm 1,234 | 0 |
| Kandungan mineral tanah (%) | 52,83 \pm 46,640 | 0 | 0 | 88,25 \pm 2,420 | 89,83 \pm 1,071 | 89,30 \pm 1,508 | 88,63 \pm 1,196 | 0 |
| Amonium (ppm) | 0,12 \pm 0,142 | 0,10 \pm 0,099 | 0,12 \pm 0,094 | 0,07 \pm 0,073 | 0,09 \pm 0,083 | 0,07 \pm 0,060 | 0,08 \pm 0,074 | 0,08 \pm 0,056 |
| Nitrat (ppm) | 0,50 \pm 0,468 | 0,18 \pm 0,138 | 0,18 \pm 0,117 | 0,16 \pm 0,166 | 0,15 \pm 0,170 | 0,16 \pm 0,156 | 0,15 \pm 0,148 | 0,16 \pm 0,145 |
| Nitrit (ppm) | 0,07 \pm 0,060 | 0,03 \pm 0,040 | 0,03 \pm 0,030 | 0,03 \pm 0,046 | 0,02 \pm 0,047 | 0,01 \pm 0,025 | 0,01 \pm 0,020 | 0,02 \pm 0,043 |
| Ortofosfat (ppm) | 0,50 \pm 0,646 | 0,69 \pm 0,511 | 0,68 \pm 0,453 | 0,60 \pm 0,442 | 0,62 \pm 0,465 | 0,59 \pm 0,417 | 0,61 \pm 0,368 | 0,69 \pm 0,390 |

Pada perairan *lotik* dengan habitat berbatu, pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan jala *Surber* (40 cm x 25 cm, ukuran jala/mesh 0,2 mm) dan pada tiap stasiun dilakukan 3 kali pengulangan. Seluruh hewan bentos yang didapatkan disaring dengan menggunakan saringan (ukuran mesh 0,500 mm) dan diawetkan dalam alkohol 70%.

Sementara itu, pengambilan makrozoobentos dari perairan *lotik* dengan habitat yang berlumpur dan berpasir dilakukan dengan menggunakan pengeruk *Ekman* (15 cm x 15 cm x 35 cm). Di setiap stasiun dilakukan 3 kali pengulangan. Seluruh hewan bentos disaring dengan saringan (ukuran mesh 0,500 mm) dan diawetkan dalam alkohol 70%. Semua sampel makrozoobentos diidentifikasi sampai tahap spesies (morfoespesies) berdasarkan acuan buku dari Ward dan Keith (1959), Mellanby (1963), Dudgeon (1999), Bouchard (2009) dan beberapa sumber lainnya.

Analisis laboratorium

BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) merupakan parameter kimia untuk menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan organisme dalam proses dekomposisi bahan organik di suatu perairan selama 5 hari. Pengukuran BOD dilakukan dengan metode Winkler (Michael 1984). Zat padat terlarut total (*Total Dissolved Solid/TDS*) merupakan bahan yang terlarut dalam air, sedangkan zat padat tersuspensi total (*Total Suspended Solid/TSS*) merupakan bahan yang tersuspensi atau tidak larut dalam air. Pengukuran TDS dan TSS dilakukan dengan cara penguapan dan pengabuan dimana pengukuran TSS diukur dengan cara gravimetri menggunakan kertas saring Whatman No.1.

Kandungan organik (KOT) dan kandungan mineral (KMT) substrat dasar diukur menggunakan metode pengabuan dengan menggunakan Furnance. Kandungan amonium diukur dengan metode Nessler-Spektrofotometri, pengukuran nitrat diukur dengan metode UV-spektrofotometri berdasarkan SNI 01-3554-20061, pengukuran nitrit diukur dengan metode reaksi Diazotasi-Spektrofotometri, dan pengukuran ortofosfat diukur dengan metode Stannous Chloride-Spektrofotometri.

Analisis data

Analisis penentuan perubahan komunitas makrozoobentos dilihat dari komposisi, jumlah individu, spesies dominan, dan spesies tunggal (*singleton species*) yang ditemukan di ekosistem *lotik*. Untuk mengetahui kepadatan jumlah individu makrozoobentos (K) dihitung dengan $K = \text{jumlah individu suatu spesies/luas unit pengambilan sampel (m}^2\text{)}$ (Michael 1984). Analisis data variabel lingkungan dilakukan dengan menggunakan *one way ANOVA*, SPSS 16.0 ($p = 0,05$), untuk mengetahui perbedaan antar stasiun penelitian. Sementara itu, untuk melihat hubungan antara komposisi makrozoobentos dengan variabel lingkungan perairan dilakukan analisis CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) dengan menggunakan program CANOCO 4,5 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air di ekosistem *lotik*

Hasil dari analisis kualitas air di setiap stasiun dapat dilihat dalam **Tabel 1**. Nilai pH merupakan hasil berbagai proses kimia dan biologi dalam air, salah satunya karena meningkatnya nilai alkalinitas dan keasaman. Salah satu penyebab meningkatnya alkali yaitu adanya masukan *runoff* pertanian yang masuk ke dalam sungai. Nilai pH di setiap stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena disebabkan masih terdapatnya arus sungai yang membantu menetralkan alkali dan keasaman dalam sungai. Nilai pH yang diperoleh selama penelitian di setiap stasiun berkisar antara 6,36-6,41. Namun, nilai kandungan TSS, TDS, dan kimia seperti amonium, nitrit, dan nitrat yang tinggi diperoleh pada stasiun 1 yang merupakan stasiun yang mendapatkan masukan dari lahan pertanian dan kolam ikan.

Pada stasiun 2 dan 3, nilai TSS menunjukkan nilai tertinggi, diduga akibat masukan partikel tersuspensi berupa mikroorganisme ataupun nonorganisme dari danau buatan yang berada tepat sebelum kedua stasiun tersebut. Nilai kandungan mineral terukur tertinggi pada stasiun 4, 5, dan 6 dimana lokasi ketiga stasiun tersebut masih berdekatan, sehingga masih dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang sama yaitu kurangnya masukan bahan organik dan kurangnya proses pembusukan yang mengakibatkan substrat di ketiga stasiun tersebut berupa kerikil dan pasir yang mengakibatkan substrat dasar miskin sumber makanan.

Tingginya kandungan CO₂ pada stasiun 7 disebabkan tingginya proses dekomposisi yang terjadi akibat masukan bahan organik dari lahan pertanian dan perkebunan, serta karena adanya vegetasi pinggir yang menyebabkan stasiun tersebut kurang mendapatkan cahaya matahari. Tingginya kandungan pH, konduktivitas, dan ortofosfat pada stasiun 8 disebabkan adanya aktivitas pertanian di stasiun tersebut.

Komposisi makrozoobentos di ekosistem *lotik*

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di ekosistem *lotik* ditemukan 71 spesies makrozoobentos dengan total kelimpahan 26.254 individu. Total jumlah individu paling tinggi ditemukan di stasiun 2 yaitu 11.136 individu, sedangkan total jumlah individu paling rendah ditemukan di stasiun 4 (334 individu) dan stasiun 5 (374 individu) (Tabel 2). Stasiun yang memiliki jumlah spesies paling tinggi ditemukan pada stasiun 8 dengan ditemukan sebanyak 54 spesies makrozoobentos.

Pada habitat yang berbatu dan berarus deras, terdapat vegetasi pinggir sungai serta masukan partikel organik (nutrien) yang berasal dari *allochthonous sources* berupa serpihan dedaunan dan bahan tersuspensi lainnya, sehingga dengan kondisi lingkungan tersebut menyebabkan tingginya jumlah spesies makrozoobentos yang ditemukan di stasiun 8. Sementara itu, stasiun yang memiliki jumlah spesies paling rendah adalah stasiun 6 dengan ditemukannya hanya 21 spesies makrozoobentos dengan kondisi habitat berupa pasir halus dan sedikit lumpur, diduga kondisi habitat tersebut kurang disenangi oleh komunitas makrozoobentos.

Tabel 2. Komposisi makrozoobentos di setiap stasiun pada ekosistem lotik

| Famili | Spesies | St. 1 | St. 2 | St. 3 | St. 4 | St. 5 | St. 6 | St. 7 | St. 8 |
|------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K: ENTOGNATHA | | | | | | | | | |
| Isotomidae | <i>Isotomurus</i> sp. | 4 | 2 | 5 | 1 | 9 | 0 | 2 | 5 |
| K: MALACOSTRACA | | | | | | | | | |
| Mysis | | 0 | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Parathelphusidae | <i>Parathelphusa</i> sp. | 87 | 56 | 73 | 4 | 0 | 3 | 8 | 32 |
| K: GASTROPODA | | | | | | | | | |
| Ampullaridae | <i>Pomacea</i> sp. | 2 | 0 | 9 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Physidae | <i>Physa</i> sp. | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| Buccinidae* | <i>Anentome</i> sp. | 559 | 1675 | 3221 | 17 | 29 | 397 | 54 | 233 |
| Bithyniidae | <i>Emmericiopsis</i> sp. | 2 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 4 | 5 |
| Pleuroceridae sp.1 | <i>Goniobasis</i> sp. | 21 | 30 | 11 | 0 | 2 | 13 | 12 | 6 |
| Planorbidae | <i>Gyraulus</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 9 | 1 | 3 | 4 | 3 |
| Thiaridae sp.1* | <i>Melanoides</i> sp. | 50 | 44 | 286 | 16 | 9 | 66 | 132 | 7 |
| Pleuroceridae sp.2* | <i>Pleurocera</i> sp. | 210 | 904 | 1437 | 2 | 18 | 146 | 38 | 87 |
| Thiaridae sp.2* | <i>Thiara</i> sp. | 511 | 345 | 466 | 59 | 56 | 80 | 276 | 107 |
| Camaenidae** | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pachychilidae* | | 96 | 4 | 536 | 73 | 72 | 61 | 633 | 28 |
| Thiaridae sp.3 | | 1 | 0 | 43 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| K: HIRUDINEA | | | | | | | | | |
| Glossiphoniidae | <i>Helobdella</i> sp. | 1 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| K: INSEKTA | | | | | | | | | |
| Dytiscidae sp.1 | <i>Agabus</i> sp. | 9 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Psephenidae | <i>Eubrianax</i> sp. | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 284 |
| Elmidae sp.1 | <i>Heterolimnius</i> sp. | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hydrophilidae | <i>Hydrophilus</i> sp. | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dytiscidae sp.2** | <i>Hydroporus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elmidae sp.2 | <i>Promeresia</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Elmidae sp.3 | <i>Stenelmis</i> sp. | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Elmidae sp.4 | <i>Zaitzevia</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tipulidae | <i>Antocha</i> sp. | 5 | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Ceratopogonidae sp.1** | <i>Atrichopogon</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ceratopogonidae sp.2 | <i>Bezzia</i> sp. | 8 | 43 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Chironomidae sp.1 | <i>Chironomus</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 3 | 5 | 6 | 12 | 0 |
| Chironomidae sp.2** | <i>Cladotanytarsus</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.3 | <i>Cricotopus</i> sp. | 4 | 119 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| Chironomidae sp.4 | <i>Cryptochironomus</i> sp. | 3 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Ceratopogonidae sp.3** | <i>Culicoides</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.5 | <i>Demicryptochironomus</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.6 | <i>Dicrotendipes</i> sp. | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.7 | <i>Eukiefferiella</i> sp. | 8 | 373 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 46 |
| Chironomidae sp.8 | <i>Kiefferulus</i> sp. | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.10 | <i>Micropsectra</i> sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Chironomidae sp.11 | <i>Microtendipes</i> sp. | 5 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Chironomidae sp.12 | <i>Nanocladius</i> sp. | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Chironomidae sp.13 | <i>Nilotanypus</i> sp. | 3 | 57 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Chironomidae sp.14 | <i>Orthocladius</i> sp. | 1 | 35 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 29 |
| Chironomidae sp.15* | <i>Pentaneura</i> sp. | 7 | 289 | 22 | 7 | 1 | 2 | 1 | 16 |
| Chironomidae sp.16* | <i>Polypedilum</i> sp. | 10 | 81 | 2 | 20 | 47 | 20 | 8 | 22 |
| Chironomidae sp.17 | <i>Rheotanytarsus</i> sp. | 10 | 253 | 13 | 1 | 1 | 2 | 0 | 19 |
| Simuliidae | <i>Simulium</i> sp. | 2 | 50 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Chironomidae sp.18 | <i>Tanytarsus</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| Baetidae sp.1 | <i>Baetis</i> sp. | 127 | 1866 | 132 | 1 | 1 | 0 | 7 | 268 |
| Caenidae | <i>Caenis</i> sp. | 2 | 367 | 45 | 10 | 2 | 0 | 6 | 31 |
| Leptophlebiidae sp.1 | <i>Choroterpes</i> sp. | 3 | 40 | 81 | 0 | 1 | 2 | 0 | 217 |
| Heptageniidae sp.1 | <i>Ecdyonurus</i> sp. | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 93 |
| Leptophlebiidae sp.2 | <i>Leptophlebia</i> sp. | 1 | 6 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Baetidae sp.2 | <i>Pseudocloeon</i> sp. | 29 | 206 | 5 | 0 | 0 | 0 | 6 | 405 |
| Heptageniidae sp.2 | <i>Rhithrogena</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| Belostomatidae | <i>Belostoma</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Corixidae | <i>Corixa</i> sp. | 1 | 13 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Hebridae** | <i>Merragata</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Vellidae sp.1 | <i>Microvelia</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| Vellidae sp.2 | <i>Rhagovelia</i> sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 |
| Crambidae | <i>Eoophyla</i> sp. | 55 | 191 | 24 | 1 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| Coenagrionoidea sp.1 | <i>Erythromma</i> sp. | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41 |
| Gomphidae sp.1 | <i>Gompus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| Coenagrionoidea sp.2 | <i>Ischnura</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Gomphidae sp.2 | <i>Ophiogomphus</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Ecnomidae | <i>Ecnomus</i> sp. | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Glossosomatidae | <i>Glossosoma</i> sp. | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hydropsychidae | <i>Hydropsyche</i> sp. | 32 | 779 | 32 | 0 | 0 | 0 | 3 | 159 |
| Xiphocentronidae | <i>Melanotrichia</i> sp. | 4 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 51 |
| Hydroptilidae | <i>Orthotrichia</i> sp. | 3 | 77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 22 |
| Psycomyidae | <i>Psychomia</i> sp. | 26 | 38 | 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 51 |
| K: PELECYPODA | | | | | | | | | |
| Corbiculidae* | <i>Corbicula</i> sp. | 30 | 2946 | 930 | 41 | 51 | 98 | 110 | 142 |
| K: OLIGOCHAETA | | | | | | | | | |
| Tubificidae* | <i>Tubifex</i> sp. | 19 | 133 | 38 | 36 | 58 | 21 | 33 | 51 |
| Total individu | | 1970 | 11136 | 7503 | 334 | 374 | 930 | 1365 | 2642 |
| Jumlah spesies | | 48 | 52 | 40 | 30 | 23 | 21 | 29 | 54 |
| Jumlah singleton species | | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |

Keterangan: St = Stasiun pencuplikan; *spesies makrozoobentos yang memiliki distribusi merata; ***singleton species* makrozoobentos

Spesies dominan makrozoobentos di ekosistem lotik

Beberapa spesies makrozoobentos yang memiliki jumlah individu paling tinggi di ekosistem lotik adalah *Anentome* sp. (6.185 individu), *Corbicula* sp. (4.348 individu), *Pleurocera* sp. (2.842 individu), dan *Baetis* sp. (2.402 individu). Spesies makrozoobentos yang ditemukan pada semua stasiun pencuplikan di ekosistem lotik adalah *Anentome* sp., *Melanoides* sp., *Pleurocera* sp., *Thiara* sp., *Pentaneura* sp., *Polypedilum* sp., *Corbicula* sp., dan *Tubifex* sp. (Tabel 2).

Berdasarkan komposisi makrozoobentos pada setiap stasiun di ekosistem lotik menunjukkan bahwa spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi dan selalu dijumpai pada setiap pencuplikan (spesies dominan) di ekosistem lotik adalah *Anentome* sp. dengan kepadatan 3.581 ind/m², *Pleurocera* sp. dengan kepadatan 1.241 ind/m², dan *Corbicula* sp. dengan kepadatan 1.927 ind/m².

Jumlah individu *Anentome* sp. paling tinggi yang ditemukan di stasiun 3 pada pencuplikan keenam sebanyak 1.125 individu dengan kelimpahan 3.750 ind/m² (Gambar 2). Kondisi substrat dasar berbatu, berarus, serta perairan dangkal dan masih rapatnya vegetasi pinggir, sehingga kondisi di stasiun 3 masih mendukung perkembangbiakan *Anentome* sp.

Berdasarkan hasil kedua belas pencuplikan di stasiun 3 dapat disimpulkan bahwa jumlah individu *Anentome* sp. meningkat pada saat kondisi kadar ortofosfat rendah yaitu berkisar antara 0,466-0,520 ppm, suhu air 26°C, dan konduktivitas rendah 80,70 µS/cm. Adapun kondisi lingkungan yang mengakibatkan rendahnya jumlah individu *Anentome* sp. di stasiun tersebut diduga akibat kadar ortofosfat yang tinggi yaitu 0,722-1,177 ppm serta adanya peningkatan suhu air menjadi 29°C.

Anentome sp., atau dikenal juga sebagai *Clea* sp., merupakan gastropoda yang hidup di semua habitat air tawar yang merupakan spesies asli di daerah tropis Indo-Pasifik Barat seperti Cina, Thailand, dan Indonesia. Sebagian besar spesies ini hidup di air bersih dan sungai berarus sedang dengan substrat berpasir atau berlumpur. Spesies ini juga dapat ditemukan di kolam, saluran air, dan

memiliki rentang toleransi yang lebar (Coelho et al. 2013).

Jumlah individu *Pleurocera* sp. paling tinggi ditemukan di stasiun 3 pada pencuplikan keenam yaitu sebanyak 576 individu dengan kelimpahan 1.920 ind/m² (Gambar 3). Berdasarkan hasil kedua belas pencuplikan di stasiun 3 dapat disimpulkan bahwa jumlah individu *Pleurocera* sp. meningkat akibat kadar ortofosfat yang rendah yaitu berkisar antara 0,466-0,520 ppm, suhu air 26°C, dan konduktivitas rendah 80,70 µS/cm. Adapun kondisi lingkungan yang mengakibatkan rendahnya jumlah individu *Pleurocera* sp. di stasiun tersebut diduga akibat kadar ortofosfat yang tinggi yaitu berkisar antara 0,722-1,177 ppm dan suhu air yang tinggi yaitu berkisar antara 29-29,9°C.

Anentome sp. dan *Pleurocera* sp. merupakan spesies yang termasuk dalam kelas Gastropoda, dimana kedua spesies tersebut memiliki kelimpahan tertinggi dan selalu dijumpai pada setiap pencuplikan (spesies dominan) di ekosistem lotik. Tingginya kelimpahan kedua spesies tersebut disebabkan karena adanya masukan partikel tersuspensi (FPOM) yang terbawa dari danau buatan.

Partikel tersuspensi ini (FPOM) dapat diubah oleh mikroorganisme air (bakteri dan jamur) menjadi bahan terlarut (DOM), kemudian dimanfaatkan oleh organisme autotrof (alga dan makrofita akuatik) yang menempel di substrat dasar. Organisme autotrof ini merupakan sumber makanan bagi *Anentome* sp. yang memiliki kebiasaan makan (*feeding habit*) bersifat *grazer* yaitu mengikis permukaan substrat dasar. Makanan yang tersedia dimanfaatkan secara optimal oleh *Anentome* sp., sehingga jumlah individu yang ditemukan di stasiun 3 paling tinggi daripada stasiun lainnya. Keberadaan makrozoobentos yang memiliki sifat *grazer* sangat penting dalam rantai makanan, karena makrozoobentos *Anentome* sp. ini dapat membantu makrozoobentos lain yang bersifat *collector* (pengumpul) dalam mencari makan.

Jumlah individu *Corbicula* sp. paling tinggi yang ditemukan di stasiun 2 pada pencuplikan kedelapan sebesar 856 individu dengan kelimpahan 2.853 ind/m² (Gambar 4). Berdasarkan hasil kedua belas pencuplikan di stasiun 2

dapat disimpulkan bahwa jumlah individu *Corbicula* sp. meningkat pada saat kadar ortofosfat rendah yaitu 0,545 ppm dengan kadar TSS berkisar antara 100-600 mg/L. Adapun kondisi lingkungan yang mengakibatkan rendahnya jumlah individu *Corbicula* sp. di stasiun tersebut diduga karena oksigen terlarut yang rendah yaitu sebesar 5,60 ppm dan kadar ortofosfat tinggi yaitu 1,404 ppm.

Tingginya jumlah individu *Corbicula* sp. yang ditemukan di stasiun 2, diduga akibat ketersediaan makanan melimpah yang berasal dari *outlet* danau buatan. Diduga aliran tersebut banyak membawa partikel organik (nutrien) yang berasal dari luar perairan yang tersuspensi (*allochthonous sources*), berupa FPOM dan DOM, dan juga partikel organik (nutrien) yang berasal dari dalam perairan (*autochthonous sources*) berupa alga dan makrofit akuatik yang terkikis dari substrat yang merupakan sumber makanan bagi *Corbicula* sp. yang bersifat pengumpul dan menyaring makanan (*collector-filter feeder*). Menurut Giller dan Malmqvist (1998), sebagian besar remis (*mussels*) memakan partikel kecil tersuspensi dengan cara menyaring (*filter feeder*).

Singleton species di ekosistem sungai (lotik)

Perubahan ekosistem *lotik* dapat mengakibatkan penurunan jumlah spesies yang hadir pada suatu ekosistem. Penurunan jumlah spesies dapat terjadi dengan munculnya *singleton species* yang ditemukan pada lingkungan yang telah mengalami perubahan fisik. *Singleton species* atau disebut juga dengan spesies tunggal merupakan satu spesies yang kehadirannya terwakili oleh satu individu tunggal (Coddington et al. 2009).

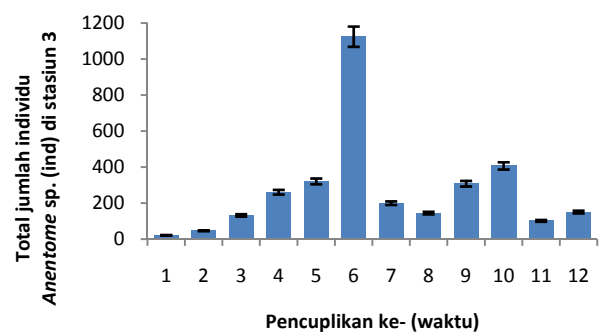
Pada penelitian ini ditemukan 6 *singleton species* pada ekosistem *lotik* yaitu sebanyak 1 spesies dari kelas Gastropoda yang terdiri dari *Camaenidea* dan 5 spesies dari kelas Insekta yang terdiri dari *Hydroporus* sp., *Antrichopogon* sp., *Cladotanytarsus* sp., *Culicoides* sp., dan *Merragata* sp. Jumlah *singleton species* paling tinggi pada ekosistem *lotik* ditemukan di stasiun 2 dan 8. *Singleton species* di kedua stasiun tersebut ditemukan masing-masing sebanyak 2 spesies di setiap stasiun yaitu *Cladotanytarsus* sp. dan *Culicoides* sp. yang ditemukan di stasiun 2, sedangkan *singleton species* di stasiun 8 yaitu *Antrichopogon* sp. dan *Merragata* sp. (Tabel 2).

Cladotanytarsus sp., *Culicoides* sp., dan *Antrichopogon* sp. merupakan kelompok dari ordo Diptera (*true flies*) yang merupakan kumpulan insekta yang pada umumnya bersifat holometabola (Ward 1992). *True flies* berperan penting dalam rantai makanan, ordo ini merupakan ordo yang paling beragam spesiesnya dan paling melimpah pada kumpulan makrozoobentos di berbagai habitat air tawar. Meskipun keberadaannya sangat melimpah di perairan, ordo tersebut merupakan salah satu sumber makanan bagi insekta lain, ikan, dan burung (Bouchard 2009). Dengan ditemukannya ketiga spesies dari Ordo Diptera tersebut, dapat disimpulkan bahwa diduga keberadaannya sangat rentan dengan adanya predasi yang terjadi di ekosistem *lotik*.

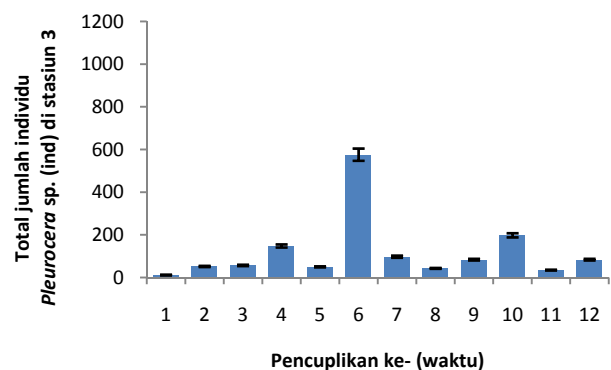
Merragata sp. merupakan salah satu spesies dari ordo Hemiptera yang bersifat predator. Spesies ini termasuk dalam famili Hebridae (Hebrid) yang hanya ditemukan di

dalam atau di atas permukaan air ataupun di tempat yang lembap (Epler 2006). *Merragata* sp. ditemukan di stasiun 8 pada pencuplikan kesebelas. Kondisi aliran sungai berarus pada stasiun 8 mengakibatkan spesies tersebut jarang sekali ditemukan di permukaan air.

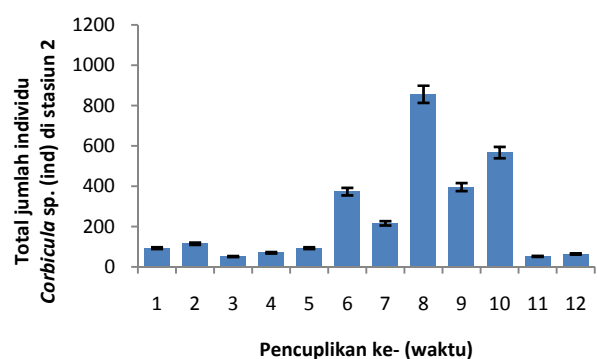
Kemungkinan tertangkapnya *Merragata* sp. pada saat pencuplikan, karena spesies ini sedang mencari makan di pinggir perairan pada kondisi arus sungai sedang tinggi, sehingga *Merragata* sp. hanyut dan tertangkap oleh jala *Surber*. Tingginya jumlah *singleton species* di stasiun 2 dan 8 di ekosistem *lotik* menandakan bahwa kedua stasiun tersebut lebih rentan terhadap perubahan lingkungan dan diduga akibat predasi yang terjadi karena kedua stasiun tersebut memiliki jumlah individu dan jumlah spesies paling tinggi di ekosistem *lotik*.



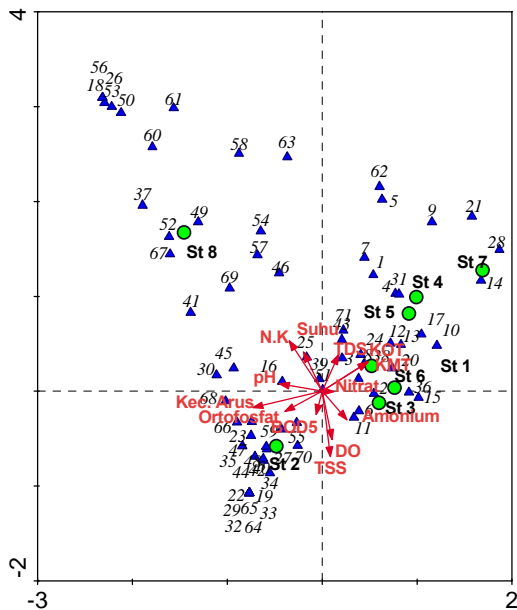
Gambar 2. Total jumlah individu *Anentome* sp. di stasiun 3



Gambar 3. Total jumlah individu *Pleurocera* sp. di stasiun 3



Gambar 4. Total jumlah individu *Corbicula* sp. di stasiun 2



Gambar 5. Hubungan faktor fisika-kimia terhadap kelimpahan makrozoobentos di ekosistem *lotik*

Hubungan faktor fisika-kimia terhadap kelimpahan makrozoobentos di ekosistem *lotik*

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa hasil pengukuran faktor fisika-kimia pada ekosistem *lotik* di dua belas waktu pencuplikan yang berbeda, terdapat perbedaan pada faktor kandungan nitrat ($p = 0,002$), KOT ($p = 0,050$), KMT ($p = 0,046$), dan kecepatan arus ($p = 0,05$), tetapi keempat faktor fisika-kimia tersebut masih dapat ditoleransi oleh sebagian besar makrozoobentos. Hal ini dapat dilihat dari masih banyaknya jumlah individu dan jumlah spesies yang ditemukan pada ekosistem *lotik*. Adapun faktor fisika-kimia lainnya seperti amonium, nitrit, ortofosfat, suhu air, kadar oksigen terlarut, kadar karbon dioksida terlarut, nilai pH, TSS, TDS, konduktivitas, dan BOD₅ tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Meskipun sebagian besar faktor fisika-kimia tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan di ekosistem *lotik*, tetapi komposisi makrozoobentos di setiap stasiun di ekosistem tersebut dipengaruhi oleh faktor fisika-kimia yang berbeda (Gambar 5).

Berdasarkan hubungan faktor fisika-kimia terhadap kelimpahan makrozoobentos di ekosistem *lotik* (Gambar 5) menunjukkan bahwa faktor fisika-kimia yang paling mempengaruhi keberadaan makrozoobentos di stasiun 1 adalah faktor KOT, KMT, kandungan nitrat, dan TDS; di stasiun 2 berupa BOD₅, kandungan ortofosfat, dan kecepatan arus; di stasiun 3 berupa kandungan nitrat dan

amonium; di stasiun 4 dan 5 berupa TDS, KOT, dan KMT; di stasiun 6 berupa KOT, KMT, dan kandungan nitrat; dan di stasiun 7 berupa TDS. Sementara itu, faktor fisika-kimia yang paling mempengaruhi keberadaan makrozoobentos di stasiun 8 yang merupakan *outlet 2* pada ekosistem *lotik* adalah nilai konduktivitas, suhu air, dan nilai pH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai sebagian dari bantuan tugas akhir BOPTN tahun 2013 dan 2014, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Ilmu Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung (SITH-ITB).

DAFTAR PUSTAKA

- Bouchard RW. 2009. Guide to aquatic invertebrate families of Mongolia identification manual for student, citizen monitors and aquatic resource professionals. University Minnesota (Online). midge.cfans.umn.edu. [10 Februari 2014].
- Coddington JA, Agnarsson I, Miller JE et al. 2009. Undersampling bias: The null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *J Anim Ecol* 78: 573-584.
- Coelho AR, Dinis MT, Reis J. 2013. Effect of diet and stocking densities on life history traits of *Clea helena* (Philippi 1847) reared in captivity. *J Aquac Res Dev* 4: 187. DOI: 10.4172/2155-9546.1000187.
- Dudgeon D. 1999. Tropical Asian streams. Hongkong University Press, Hongkong.
- Epler JH. 2006. Identification manual for the aquatic and semi-aquatic Heteroptera of Florida. Bureau of Laboratories, Florida Department of Environmental Protection, Blair Stone Road, Tallahassee, Florida.
- Giller PS, Malmqvist B. 1998. The Biology of streams and rivers. Oxford University Press, New York.
- Mellanby H. 1963. Animal life in freshwater: A guide to fresh-water Invertebrates. Chapman and Hall LTD, London.
- Metcalfe RH, Mackereth RW, Grantham B et al. 2013. Aquatic ecosystem assessment for rivers. Aquatic Research and Monitoring Section, Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario.
- Michael P. 1984. Ecological methods for field and laboratory investigations. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Purnami AT, Setyono P, Setyono P. 2010. Study of benthos community based on diversity and similarity index in Cengklik DAM Boyolali. *Ekosains* 2 (2): 50-65.
- Sharma R, Kumar A, Vyas V. 2013. Diversity of macrozoobenthos in Morand River-A tributary of Ganjal River in Narmada Basin. *Int J Adv Fish Aquat Sci* 1 (1): 57-65.
- Sudarso Y. 2009. Potensi larva Trichoptera sebagai bioindikator akuatik. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 35 (2): 201-215.
- Suwondo, Febrita E, Dessy et al. 2004. Kualitas Biologi perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di Kota Pekanbaru berdasarkan bioindikator plankton dan benthos. *Biogenesis* 1 (1): 15-20.
- Vyas V, Bhawsar A. 2013. Benthic community structure in Barna stream network of Narmada River Basin. *Int J Environ Biol* 3 (2): 57-63.
- Ward HB, Keith GM. 1959. Freshwater Biology. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Ward JV. 1992. Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dan analisis usaha tani di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

Improvement of mungbean cultivation technology and its farming analysis in Ponorogo District, East Java

SRIWULAN PAMUJI RAHAYU^{1*}, TONI RETNO SRIMAYANTI²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Timur, Jl. P.M. Noor Sempaja, Samarinda 75119, Kalimantan Timur. Tel. +62-541-220857, *email: yayuk1965@yahoo.co.id.

²Balai Penyuluhan Kecamatan (BPK) Slahung Kabupaten Ponorogo, Jl. Jebeng Simo No.1, Jebeng, Slahung, Kabupaten Ponorogo 63463, Jawa Timur.

Manuskrip diterima: 20 Desember 2016. Revisi disetujui: 20 Maret 2017.

Abstrak. *Rahayu SP, Srimayanti TR. 2017. Perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dan analisis usaha tani di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 183-188.* Produktivitas kacang hijau di tingkat petani masih tergolong rendah, salah satunya disebabkan penerapan teknologi yang belum optimal. Saat ini, budi daya kacang hijau umumnya dilakukan di lahan sawah pada musim kemarau. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dan analisis usaha taninya. Penelitian dilaksanakan di Desa Nambak, Kecamatan Bungkal, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Metode penelitian yang digunakan berupa tinjauan pustaka dan pengamatan langsung di lapang, selanjutnya data yang diperoleh dideskripsikan dan dianalisis secara kualitatif, sedangkan untuk mengetahui tingkat pendapatan dilakukan analisis kelayakan finansial dan kelayakan perubahan teknologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan perbaikan teknologi budi daya yang tepat dapat meningkatkan produksi kacang hijau sebesar 0,37 t/ha (47%) dan peningkatan pendapatan petani sebesar Rp. 4.070.000,00.

Kata kunci: Perbaikan teknologi, kacang hijau, usaha tani

Abstract. *Rahayu SP, Srimayanti TR. 2017. Improvement of mungbean cultivation technology and its farming analysis in Ponorogo District, East Java. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 183-188.* The productivity of mungbean is still low because of the lack of cultivation technology implementation. Mungbean is commonly planted in the paddy field during the dry season. The aim of the study was to provide information about the improvement of mungbean cultivation technology including its economic analysis. The study was conducted in Nambak village, Bungkal district, Ponorogo District, East Java. Data were collected based on literature study and field study. Data were described and quantitatively analyzed. The analysis of financial feasibility and the analysis of technology alteration feasibility were used to calculate the increasing of farmer's income. The results showed that appropriate improvement of cultivation technology could increase plant productivity up to 47% (0,37 t/ha) and farmer's income up to IDR 4,070,000.00.

Keywords: Cultivation technology, feasibility analysis, mungbean

PENDAHULUAN

Kacang hijau merupakan tanaman palawija yang banyak diusahakan petani dan dibudidayakan di lahan kering dan lahan sawah irigasi pada musim kemarau setelah padi. Permintaan terhadap komoditas kacang hijau (*Vigna radiata*) termasuk stabil karena penggunaannya kontinu sepanjang tahun. Namun demikian, produktivitas kacang hijau di tingkat petani masih tergolong rendah, salah satunya disebabkan penerapan teknologi yang belum optimal.

Produksi kacang hijau di Jawa Timur pada tahun 2015 sebesar 67,82 ribu ton biji kering, mengalami peningkatan sebesar 7,51 ribu ton (12,45%). Peningkatan produksi kacang hijau terjadi karena naiknya luas panen sebesar 5,93 ribu hektar (11,80%) dan tingkat produktivitas sebesar 0,07 kuintal/hektar (0,58%) (Jatim Newsroom 2015), sedangkan

BPS (2013) menyebutkan bahwa luas panen kacang hijau di Kabupaten Ponorogo pada tahun 2013 sebesar 997.000 hektar dengan produktivitas 12,21 ku/ha dan produksi sebesar 1.217,24 ton.

Faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya produksi kacang hijau di lahan petani antara lain kurang tersedianya benih berkualitas dari varietas unggul, tanaman mengalami kekeringan atau kelebihan air, teknik bercocok tanam belum optimal, adanya gangguan hama, penyakit, dan gulma, serta kendala sosial ekonomi (Sumarji 2013). Adapun menurut Triastono dan de Rosari (2011) dikatakan bahwa rendahnya produktivitas kacang hijau disebabkan antara lain penggunaan varietas lokal, benih tidak bermutu, dan teknologi budi daya bersifat tradisional.

Dalam upaya peningkatan produksi kacang hijau pada tahun 2016 ditargetkan sebesar 295.900 ton dengan luas tanam 261.100 hektar, luas panen 248.650 hektar, dan

produktivitas 11,90 ku/ha. Sasaran tersebut dapat dicapai dengan asumsi semua faktor pendukung berjalan sesuai dengan yang diharapkan, antara lain tersedianya sarana produksi, sumber daya manusia, lahan, air, serta kondisi iklim yang mendukung (Dirjentan 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi mengenai perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dan analisis usaha taninya di kabupaten Ponorogo, Jawa Timur.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Nambak, Kecamatan Bungkal, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur yang ditentukan secara sengaja (*purposive*) pada petani yang telah melakukan perbaikan teknologi terhadap penggunaan varietas unggul baru (VUB), pengairan, jarak tanam, dan pemupukan. Metode penelitian yang digunakan berupa tinjauan pustaka dan pengamatan langsung di lapang. Selanjutnya, data yang diperoleh dideskripsikan dan dianalisis secara kualitatif, sedangkan untuk mengetahui tingkat pendapatan dilakukan analisis kelayakan finansial dan kelayakan perubahan teknologi (Swastika 2004) dengan rumus sebagai berikut:

$$R/C = \frac{\text{Total penerimaan}}{\text{Total pengeluaran}}$$

Kriteria kelayakan teknis adalah jika *revenue/cost* (R/C) >1 maka usaha tani layak untuk diteruskan dan jika R/C <1

maka usaha tersebut tidak layak untuk dilanjutkan. Adapun untuk mengetahui tingkat kelayakan perubahan perbaikan teknologi budi daya kacang hijau dilakukan dengan analisis *Marginal Benefit Cost Ratio* (MBCR), yaitu:

$$MBCR = \frac{\text{Total perolehan (gains)}}{\text{Total korbanan (losses)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masalah yang dihadapi petani

Produktivitas kacang hijau di Kabupaten Ponorogo masih tergolong rendah, yaitu sekitar 1,15 ton/ha, dan kondisinya sejak tahun 2011 terus mengalami penurunan luas tanam. Trustinah (2014) menyatakan bahwa rendahnya produktivitas kacang hijau di tingkat petani disebabkan oleh sebagian besar petani yang masih menggunakan varietas lokal yang umumnya memiliki umur panen lebih panjang dibanding varietas unggul dan biji masak tidak serempak. Di samping itu, masalah utama budi daya kacang hijau di lahan kering adalah kekeringan, tanah miskin unsur hara, dan penerapan teknologi anjuran yang belum optimal. Tabel 1 menunjukkan bahwa tidak semua wilayah kecamatan yang ada di Kabupaten Ponorogo menanam kacang hijau dibanding dengan komoditas kacang tanah dan kedelai yang hampir diusahakan di semua kecamatan. Peluang untuk meningkatkan produktivitas kacang hijau dapat dilakukan melalui beberapa komponen (Tabel 2).



Gambar 1. Peta wilayah Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

Tabel 1. Luas panen, produksi, dan produktivitas per hektar tanaman kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai di berbagai kecamatan di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur pada tahun 2013

| Kecamatan | Kacang tanah | | Kacang hijau | | Kedelai | |
|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Luas panen (ha) | Produksi (ku) | Luas panen (ha) | Produksi (ku) | Luas panen (ha) | Produksi (ku) |
| Ngrayun | 87 | 1.684 | - | - | 25 | 420 |
| Slahung | 112 | 2.168 | 52 | 599 | 259 | 4.346 |
| Bungkal | 280 | 5.421 | 28 | 323 | 807 | 13.541 |
| Sambit | 2 | 21 | - | - | 558 | 9.363 |
| Sawoo | 171 | 3.311 | 63 | 726 | 819 | 13.743 |
| Sooko | 17 | 329 | - | - | 79 | 1.326 |
| Pudak | - | - | - | - | - | - |
| Pulung | 76 | 1.471 | - | - | 85 | 1.426 |
| Mlarak | 20 | 387 | - | - | 394 | 6.611 |
| Siman | 25 | 484 | 23 | 265 | 1.362 | 22.854 |
| Jetis | 13 | 252 | - | - | 538 | 9.028 |
| Balong | 384 | 7.434 | 432 | 4.977 | 334 | 5.605 |
| Kauman | 11 | 213 | 25 | 288 | 227 | 3.809 |
| Jambon | 5 | 97 | - | - | 286 | 4.799 |
| Badegan | 15 | 290 | 10 | 115 | 355 | 5.957 |
| Sampung | - | - | 180 | 2.074 | 535 | 8.977 |
| Sukorejo | 35 | 678 | 201 | 2.316 | 1.070 | 17.955 |
| Ponorogo | 7 | 136 | - | - | 293 | 4.917 |
| Babadan | 111 | 2.149 | - | - | 218 | 3.658 |
| Jenangan | 97 | 1.878 | - | - | 1.305 | 21.898 |
| Ngebel | 66 | 1.278 | - | - | - | - |
| Jumlah tahun 2013 | 1.519 | 29.699 | 1.014 | 11.683 | 9.549 | 160.233 |
| Jumlah tahun 2012 | 2.023 | 48.795 | 1.369 | 15.771 | 13.471 | 222.541 |
| Jumlah tahun 2011 | 2.313 | 34.996 | 1.817 | 23.020 | 20.567 | 309.536 |
| Jumlah tahun 2010 | 2.313 | 37.096 | 786 | 10.030 | 25.280 | 405.976 |
| Jumlah tahun 2009 | 1.767 | 31.171 | 634 | 7.967 | 18.421 | 295.988 |

Sumber: BPS (2014)

Penyiapan lahan dan cara tanam

Pada musim kemarau, sekitar bulan Juli-Agustus, petani di Kabupaten Ponorogo biasa menanam kacang hijau di lahan sawah setelah padi tanpa dilakukan pengolahan tanah (TOT) dan tidak membuat saluran drainase. Hal ini akan menyulitkan dalam pengeringan ataupun pengairan lahan. Oleh karena itu perlu dibuatkan saluran drainase dan dibuat petak-petak selebar 2-3 meter untuk memudahkan dalam perawatan.

Jarak tanam yang digunakan dalam budi daya ini adalah 40 cm x 10 cm agar semua bagian tanah tertutup kanopi kacang hijau sekaligus dapat meningkatkan kandungan N dalam tanah. Jumlah biji per polong berkisar antara 9-9,6 biji dan jumlah biji terbanyak dicapai pada perlakuan jarak tanam 40 cm x 10 cm, yaitu 9,6 biji/polong (Iriani 2012).

Penanaman dilakukan dengan 2 butir biji per lubang tanam. Dua hari sebelum tanam, lahan sawah perlu diairi (*diglebek*) dan dijaga kelembapannya. Pengairan dilakukan kembali 20 hari setelah tanam, dimana pada saat itu tanaman mulai berbunga. Kacang hijau meskipun dikenal sebagai tanaman toleran kekeringan, pertumbuhannya juga akan terpengaruh apabila ketersediaan air tanah tidak mencukupi bagi kebutuhan hidupnya, sehingga dapat menekan pertumbuhan vegetatif tanaman, dimana ukuran daun, diameter batang, dan ukuran bagian tanaman lainnya menjadi lebih kecil, dan pada fase generatif, kekeringan

akan berpengaruh pada proses pembentukan polong, sehingga hasilnya akan berkurang (Kuswantoro 2007).

Pemupukan dilakukan 22-25 hari setelah tanam dengan menggunakan pupuk anorganik Gandasil B yang mengandung unsur hara makro dan mikro yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan generatif yang mengandung unsur N (6%), P (20%), K (30%), serta Mg, CuB, Co, dan Zn (3%). Beragamnya jenis tanah dan tingkat ketersediaan hara dalam tanah menjadikan rekomendasi takaran pupuk disesuaikan dengan kondisi setempat. Hasil penelitian di Arkansas, Amerika Serikat menunjukkan bahwa hampir 50% N yang diberikan dialokasikan untuk pembentukan biji, 67% untuk P, dan untuk K hanya 17% (Herman 2014). Penyiangan dilakukan 2 kali selama pertumbuhan, sedangkan pengendalian hama dan penyakit dilakukan sesuai dengan prinsip PHT (pengendalian hama terpadu).

Perbaikan teknologi budi daya

Menurut Iriani (2012), hasil maksimum dari suatu tanaman dapat diperoleh dengan mengatur ruang lingkup untuk pertumbuhan tanaman serta pertimbangan dalam pengaturan ruang lingkup tanaman yang meliputi tipe tumbuh tanaman dan kualitas lingkungan. Sudaryanto (2007) menyatakan bahwa produktivitas tanaman dapat ditingkatkan melalui introduksi inovasi teknologi, salah satunya adalah penggunaan varietas unggul baru (VUB)

yang berdaya hasil tinggi dimana merupakan syarat penting untuk diterapkan. Selain varietas unggul, pengelolaan LATO (lahan, air, tanaman, dan organisme pengganggu), pembuatan saluran drainase, pemberian air yang cukup, pengendalian hama dan penyakit sistem terpadu (PHT), panen, dan pascapanen dengan alsintas mampu meningkatkan produksi.

Komponen teknologi yang berpeluang untuk diadopsi oleh petani di Kabupaten Ponorogo diantaranya penggunaan varietas yang sesuai dan dapat dipanen secara serentak, benih unggul bersertifikat, pengaturan jarak tanam, pemupukan, dan pengairan yaitu cukup diairi (*diglebek*) 2 kali selama pertumbuhan. Komponen-komponen teknologi tersebut disajikan dalam Tabel 2.

Analisis perubahan teknologi

Untuk memperoleh produksi yang optimal, teknologi budi daya yang digunakan harus disesuaikan dengan agroekologi setempat dan dapat diterapkan petani, demikian juga dengan varietas unggul yang digunakan perlu disesuaikan dengan teknologi yang diterapkan dimana sangat berpengaruh terhadap hasil dan input produksi (Iriani 2012). Perhitungan usaha tani dilakukan

pada petani yang melakukan perbaikan teknologi budi daya yaitu melakukan pemupukan dengan cara disemprotkan dan pengairan (*glebek*) yang dilakukan hanya dua kali selama pertumbuhan, yaitu 3 hari sebelum tanam dan 25 hari setelah tanam. Tabel 3 menunjukkan bahwa keuntungan di lokasi pengkajian sebesar Rp. 6.955.000,00, lebih tinggi dibandingkan dengan petani yang tidak melakukan pemupukan dan pengairan (*glebek*) sebanyak 4-5 kali selama masa pertumbuhan yaitu sebesar Rp. 3.880.000,00.

Sementara itu, hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perubahan teknologi menghasilkan tambahan penerimaan bagi petani sebesar Rp. 4.070.000,00/ha/tahun. Angka marginal B/C dari perubahan teknologi tersebut sebesar 2,55 yang menunjukkan bahwa setiap Rp. 1,00 tambahan biaya yang dikeluarkan sebagai akibat perubahan teknologi menyebabkan diperolehnya tambahan penerimaan sebesar Rp. 2,55. Hal ini berarti bahwa perbaikan teknologi budi daya kacang hijau di Kabupaten Ponorogo sangat layak untuk dikembangkan. Kementan (2010) menyatakan bahwa penerapan teknologi baru berdampak pada struktur biaya usaha tani dan perubahan produksi serta pendapatan usaha tani.

Tabel 2. Komponen inovasi teknologi budi daya kacang hijau di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

| Uraian | Komponen teknologi | | Keterangan |
|--------------------------------|--|--|--|
| | Saat ini (petani) | Introduksi | |
| Varietas | Lokal | Murai | Dengan VUB diharapkan dapat meningkatkan produksi tanaman, tanaman tidak terlalu tinggi, dan dapat panen secara serentak. |
| Kebutuhan benih | 40 kg/ha | 28 kg/ha | Lebih sedikit |
| Penggunaan benih | Hasil produksi sendiri | Bersertifikat | Diharapkan untuk seterusnya akan menggunakan benih berkualitas |
| Persiapan lahan | TOT, jerami dipotong rata dengan tanah | TOT, jerami dipotong rata dengan tanah, dibuat saluran drainase setiap 2-3 meter | TOT, jerami tetap dipertahankan untuk menjaga kelembapan tanah |
| Jarak tanam | 40 cm x 40 cm, 6-8 biji per lubang tanam dengan cara ditugal | 40 cm x 10 cm, 2-3 biji per lubang tanam dengan cara ditugal | Dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, diharapkan semua bagian tanah tertutup kanopi dan sekaligus meningkatkan kandungan unsur N dalam tanah. Pilihan jarak tanam 20 cm x 20 cm, 30 cm x 15 cm dengan 2 biji per lubang tanam. |
| Pemupukan | Tidak dilakukan | Gandasil B dengan dosis 1-1,5 kg/ha | Disemprotkan saat tanaman berumur 20-25 HST |
| Pengairan | 4-5 kali | 2-3 kali | Disarankan 3 hari sebelum tanam dan 25 hari setelah tanam |
| Pengendalian hama dan penyakit | Tidak dikendalikan | Dilakukan sesuai pengamatan | Tanam serentak Pemantauan perkembangan populasi OPT Pengamatan secara periodik |
| Penyiangan | 1-2 kali | 1-2 kali | Disesuaikan dengan kebutuhan |
| Panen | Dilakukan berulang-ulang hingga habis polong | Panen serentak | Panen serentak ditandai dengan 95% polong telah berwarna hitam atau (sesuai dengan varietas yang ditanam) |

Keterangan: VUB = Varietas unggul baru, TOT = tanpa olah tanah, OPT = Organisme Pengganggu Tanaman

Tabel 3. Analisis usaha tani kacang hijau di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

| No. | Uraian | Cara petani | | Introduksi | |
|-----------------------|--|-------------|------------------|------------|------------------|
| | | Satuan | Rupiah | Satuan | Rupiah |
| Biaya produksi | | | | | |
| 1. | Sarana produksi: | | | | |
| | Benih (kg) | 40 | 800.000 | 28 | 560.000 |
| | Pupuk Gandasil B (kg) | - | - | 1 | 120.000 |
| | Wadah untuk menjemur kacang hijau polong | - | - | 35 | 875.000 |
| | Bensin | | 250.000 | | 100.000 |
| 2. | Tenaga kerja: | | | | |
| | Penanaman | 25 | 1.250.000 | 35 | 1.750.000 |
| | Pengairan | 10 | 500.000 | 4 | 200.000 |
| | Pemupukan | - | - | 2 | 60.000 |
| | Panen | 40 | 1.000.000 | 53 | 1.430.000 |
| | Penjemuran polong | 24 | 300.000 | 24 | 600.000 |
| | Total biaya | | 4.700.000 | | 5.695.000 |
| Penerimaan | | | | | |
| | Pendapatan | 780 | 8.580.000 | 1.150 | 12.650.000 |
| | Keuntungan | | 3.880.000 | | 6.955.000 |
| | R/C | | 1,82 | | 2,22 |

Keterangan: R/C = *Revenue/cost***Tabel 4.** Analisis perubahan teknologi usaha tani kacang hijau di Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur

| Korbanan (<i>losses</i>) | Jumlah (Rp.) | Perolehan (<i>gains</i>) | Jumlah (Rp.) |
|----------------------------|--------------|--|--------------|
| Tambahan sarana produksi | 605.000 | Tambahan penerimaan untuk kenaikan hasil kacang hijau sebesar 370 kg | 4.070.000 |
| Tambahan tenaga kerja | 990.000 | | |
| Total <i>losses</i> (Rp.) | 1.595.000 | Total <i>gains</i> | 4.070.000 |

Tambahan keuntungan = total *gains* – total *losses*
 = Rp. 4.070.000,00 – Rp. 1.595.000,00
 = Rp. 2.475.000,00

Marginal *benefit/cost* (B/C) = 2,55

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, perbaikan teknologi budi daya yang dapat diadopsi oleh petani diantaranya penggunaan varietas unggul dan berlabel, pengaturan jarak tanam, pemupukan, dan dua kali pengairan (*glebek*). Dengan mengubah cara budi daya, selain dengan penggunaan benih berkualitas dan varietas unggul, pemupukan, dan pengairan minimum dua kali pengairan (*glebek*) dapat meningkatkan pendapatan sebesar Rp. 4.070.000,00 dengan R/C sebesar 2,22, dan berdasarkan hasil analisis perubahan teknologi diperoleh tambahan keuntungan sebesar Rp. 2.475.000,00.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Yudas Sugarno dan Dian Probo Sakti serta pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian hingga tersusunnya tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2014. Ponorogo dalam Angka 2014. Badan Pusat Statistik, Ponorogo.
- BPS [Badan Pusat Statistik]. 2013. Luas panen, produktivitas, dan produksi tanaman kacang hijau tahun 2013. jatim.bps.go.id. [21 November 2016].
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2016. Petunjuk teknis pengelolaan kacang tanah dan kacang hijau tahun anggaran 2016. Direktorat Jenderal Petanian Tanaman Pangan, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Iriani E, Anwar H, Rohman E. 2012. Hasil kacang hijau varietas Kutilang pada beberapa jarak tanam di Grobogan. Prosiding Seminar Nasional Tanaman Pangan Inovasi Teknologi Berbasis Ketahanan Pangan Berkelanjutan Buku 3. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor, September 2012.
- Jatim Newsroom. 2015. Angka Sementara (Asem) pada 2015, produksi kacang tanah dan kacang hijau meningkat. jatimprov.go.id. [21 November 2016].
- Kementan [Kementerian Pertanian]. 2010. Pedoman pelaksanaan Sekolah Lapangan Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) padi, jagung, kedelai dan kacang tanah tahun 2010. Kementerian Pertanian, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Jakarta.

- Kuswantoro H, Anwari M. 2007. Titik kritis toleransi kacang hijau terhadap kekeringan pada fase perkecambahan. Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Subagio H, Aqil M. 2014. Perakitan dan pengembangan varietas unggul sorgum untuk pangan, pakan, dan bioenergi. Iptek Tanaman Pangan Buletin Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 9(1): 39-50.
- Sudaryanto T, Swastika DKS. 2007. Ekonomi kedelai di Indonesia. In: Sumarmo, Suyamto, Widjono et al. (eds). Kedelai: Teknik Produksi dan Pengembangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor.
- Suharyanto. 2007. Analisis dampak teknologi integrasi tanaman kopi dengan ternak kambing terhadap produktivitas usaha tani. litbang.deptan.go.id. [8 Januari 2017].
- Sumarji. 2013. Laporan kegiatan penyuluhan teknik budidaya tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Disampaikan pada Kegiatan Penyuluhan Petani di Desa Betet, Kecamatan Ngronggot Nganjuk. Universitas Islam Kadiri, Kediri.
- Swastika DKS. 2004. Beberapa teknik analisis dalam penelitian dan pengkajian teknologi pertanian. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian 7(1): 90-103.
- Triastono J, de Rosari B. 2011. Penyebarluasan kacang hijau varietas Vima-1 di Provinsi NTT. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi "Inovasi Teknologi untuk Pengembangan Kedelai Menuju Swasembada". Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor, 29 Juni 2010.
- Trustinah, Radjit BS, Prasetyawati N et al. 2014. Adopsi varietas unggul kacang hijau di sentra produksi. Iptek Tanaman Pangan Buletin Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 9(1): 24-38.

Kualitas madu putih asal Provinsi Nusa Tenggara Barat

White honey quality from West Nusa Tenggara

YELIN ADALINA

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16118, Jawa Barat. Tel.: +92-251- 863324; 7520067. Fax.: +62-251-8638111.
✉email: yelinadalina@yahoo.com

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 22 April 2017.

Abstrak. Adalina Y. 2017. *Kualitas madu putih asal Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 189-193.* Kualitas madu adalah faktor yang penting dalam suatu produk yang akan dipasarkan kepada masyarakat. Kualitas madu di Indonesia mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2013. Tujuan penelitian ini adalah menyediakan informasi tentang kualitas madu putih asal Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sampel madu diperoleh dari pemungut madu lebah hutan (*Apis dorsata*) di Desa Piong, Kecamatan Sanggar, Kabupaten Bima dan produsen madu di Kota Mataram. Madu dianalisis di Laboratorium Akademi Kimia Analisis dan Laboratorium Biofarmaka, Bogor. Parameter yang diamati terdiri fisikokimia madu yang terdiri dari kadar air, tingkat keasaman, pH, warna, kandungan zat aktif, kandungan gula (glukosa, fruktosa dan sukrosa). Data dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kadar air kedua sampel madu tidak memenuhi SNI 2013 (maksimum 22%). Kandungan gula pereduksi, kandungan sukrosa dan tingkat keasaman kedua sampel madu memenuhi SNI 2013. Madu hutan dari jenis lebah *Apis dorsata* asal Kabupaten Bima mengandung zat aktif saponin, sedangkan madu putih merk X asal Kota Mataram mengandung flavonoid. Selama penyimpanan di dalam suhu refrigerator kedua sampel madu mengalami granulasi/kristalisasi.

Kata kunci: *Apis dorsata*, kualitas, madu

Abstract. Adalina Y. 2017. *White honey quality from West Nusa Tenggara. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 189-193.* The quality of honey is the most important factor in a product which will be marketed to customer/society. Honey quality in Indonesia refers to Indonesian National Standard (SNI) 2013. The aim of this research is providing information about the quality of white honey from West Nusa Tenggara Province. The honey sample obtained from *Apis dorsata* honey collector in Piong Village, Sanggar District, Bima Regency and honey producer in Mataram City. Honey were analyzed in Academy of Chemical Analysis Laboratory and Biopharmacy Laboratory, Bogor. The observed physicochemical parameters includes water content, acidity level, color, active substance content, and sugar content (glucose, fructose, sucrose). Data were analyzed descriptively. The result of laboratory analysis showed that water content of both honey sample doesn't meet the SNI 2013 (maximum 22%). Reducing sugar content, sucrose content, and acidity level of both samples meet the SNI 2013. White honey from *Apis dorsata* in Bima District contains saponin, while white honey from Mataram City contain flavonoid. During storage in the refrigerator temperature, both of sample were granulated/crystallized.

Keywords: *Apis dorsata*, honey, quality

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang memiliki kekayaan alam yang melimpah berupa flora dan fauna. Salah satu fauna yang bermanfaat bagi manusia adalah lebah madu. Indonesia sangat berpotensi dalam pengembangan lebah madu karena memiliki keragaman hayati berupa tanaman pertanian, perkebunan dan hutan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan lebah. Luas lahan pertanian dan perkebunan mencapai 193 juta hektar dan luas hutan sekitar 143 juta hektar, dan terdapat sekitar 115 jenis tanaman yang dapat menjadi sumber nektar lebah madu di Indonesia (Novandra dan Widnyana, 2013)

Lebah madu merupakan serangga yang berperan dalam menghasilkan madu. Madu adalah cairan kental manis yang merupakan produk utama yang dihasilkan oleh lebah madu dari nektar yang diproses secara enzimatik, terdiri dari

berbagai senyawa yang sangat berguna bagi tubuh manusia. Komposisi dan sifat fisika kimia madu berbeda-beda pada setiap wilayah karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis tanah, iklim dan jenis vegetasi (Buba et al. 2013). Kualitas madu akan tetap terjaga dengan baik apabila disimpan secara benar yaitu hindarkan madu dari sinar matahari dan tempatkan di suhu ruang atau dingin (Kowalski et al. 2013).

Komponen madu terdiri dari karbohidrat, mineral, enzim, dan vitamin (Apriani et al. 2013). Komponen terbesar madu terdiri dari karbohidrat (gula sederhana) dan air. Mutu madu di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01-3545-2013. Madu yang baik harus dapat memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 2013. Standar mutu madu yang berlaku di Indonesia yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) sebagai acuan sehingga

madu yang beredar di pasaran dapat terjamin mutu dan keamanannya.

Dewasa ini, kejelasan asal usul suatu produk pangan adalah salah satu isu paling penting di bidang pengendalian mutu dan kimia pangan. Kandungan utama suatu produk harus dapat diketahui konsumen. Regulasi dibuat dengan tujuan untuk menjamin kualitas, keamanan, dan keaslian produk serta untuk menjaga hak-hak konsumen (Stanimirova et al. 2010).

Preferensi konsumen terhadap produk madu tertentu, di satu sisi, dapat mengangkat nilai jual di pasaran, sebagai contoh madu putih dari Provinsi Nusa Tenggara Barat harga jualnya yang saat ini jauh di atas rata-rata harga madu pada umumnya. Namun, disisi lain, meningkatnya harga jual juga berisiko adanya pemalsuan dan penipuan, terutama apabila jumlah produksinya terbatas, seperti yang disinyalir terjadi pada madu manuka yang berasal dari Selandia Baru (Leake, 2013). Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan pengujian kualitas madu sebagai upaya perlindungan konsumen terhadap produk madu. Tujuan penelitian ini adalah menyediakan informasi tentang kualitas madu yang diperoleh langsung dari pemungut madu hutan (*Apis dorsata*) dan dari produsen madu di Nusa Tenggara Barat.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2015 di Desa Piong, Kecamatan Sanggar, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Bahan dan alat

Bahan penelitian terdiri dari sampel madu yang diperoleh dari pemungut madu lebah hutan (*Apis dorsata*) di Desa Piong, Kecamatan Sanggar, Kabupaten Bima dan madu bermerk X dari produsen madu di Kota Mataram. Madu dibeli langsung dari pemungut madu di Desa Piong sehingga pemalsuan madu dapat dihindari, sedangkan madu yang dibeli dari toko/produsen di Kota Mataram keasliannya kurang dapat dijamin. Sebanyak satu kg sampel madu diperoleh dari Desa Piong dan produsen madu yang berada di Kota Mataram. Pemungut madu hutan di Desa Piong mengambil madu putih di kawasan Gunung Tambora pada ketinggian 1000 m di atas permukaan laut (dpl). Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah: Refraktometer untuk mengukur kandungan air madu dan *Honey color Analyzer* untuk mengukur intensitas warna madu.

Metode penelitian

Jenis data yang dikumpulkan pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung di lokasi penelitian melalui survei dan wawancara langsung dengan pemungut madu lebah *Apis dorsata*. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka, kantor desa, dan Dinas Kehutanan Kabupaten.

Contoh madu yang diperoleh dianalisis di Laboratorium Biofarmaka, Bogor dan Laboratorium Akademi Kimia Analisis, Bogor. Untuk mengetahui komposisi madu jenis analisis yang dilakukan meliputi kandungan zat aktif berdasarkan metode Harbone (1987). Identifikasi zat aktif yang dilakukan adalah uji alkaloid, flavonoid, steroid, triterpenoid dan quinon. Analisis kadar air mengacu pada ACAC (1995) dengan metode refraktometer. Analisis warna menggunakan alat *honey color analyzer* tipe HI 96785. Analisis pH menggunakan alat pH meter. Analisis jenis gula dan kadar gula menggunakan metode HPLC. Analisis komponen kimia madu dengan menggunakan alat *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS). Sebagai standar acuan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) 2013.

Analisis data

Data disajikan secara deskriptif dan tabulasi. Data yang diperoleh dibandingkan dengan standar kualitas madu Indonesia, yaitu SNI 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air dalam madu menentukan kualitas madu, apabila kadar airnya tinggi maka kualitas madu menjadi rendah. Kadar air madu dipengaruhi oleh iklim, dan penanganan paska panen (Gairola et al. 2013). Standar Nasional Indonesia (SNI 3545, 2013) menyebutkan bahwa kadar air madu yang baik maksimal 22%.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kedua sampel madu mempunyai kadar air melebihi batas SNI 2013 (maksimum 22%). Tingginya kadar air madu tidak mengindikasikan adanya pemalsuan madu dengan penambahan air, tetapi disebabkan karena pada saat panen belum semua madu tertutup lilin. Pada umumnya pemanenan madu dari jenis lebah *A. dorsata* yang biasa dilakukan pemungut madu dengan mengambil semua sisiran tanpa memisahkan sisiran madu yang sudah tertutup dan belum tertutup.

Faktor kelembaban udara merupakan salah satu kendala madu yang dipanen di Indonesia (tanpa pemanasan) mempunyai kadar air yang tinggi yaitu 19-25%, hal tersebut disebabkan Indonesia mempunyai kelembaban yang tinggi yakni berkisar 60-90% (Sihombing, 2005). Selain itu, tingginya kadar air madu disebabkan karena pemanenan yang terlalu dini, yaitu pada saat panen kondisi sarang madu belum tertutup lilin (Ajeng et al. 2014). Untuk mengurangi kadar air madu agar memenuhi standar SNI 2013, maka perlu pemrosesan berupa penurunan kadar air menggunakan alat dehumifier. Namun, pemrosesan tersebut sulit dilaksanakan di tingkat petani karena tingginya harga alat tersebut. Kadar air madu sangat berpengaruh terhadap fermentasi, dimana semakin rendah kadar air madu akan menentukan keawetan madu dari kerusakan. Madu yang mempunyai kadar air yang tinggi mudah terfermentasi oleh sel khamir atau *yeast* dari genus *zygosaccharomyces* yang tahan terhadap konsentrasi gula tinggi, sehingga dapat hidup dan berkembang dalam madu.

Tabel 1. Komposisi kimia madu

| Jenis analisis | Jenis madu | |
|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| | Madu hutan (<i>Apis dorsata</i>) | Madu putih merk X |
| Kadar air (%) | 26,0 | 24,6 |
| Keasaman (meq/kg) | 6,73 | 4,83 |
| Kristalisasi | mengkristal | mengkristal |
| pH | 4,0 | 2,0 |
| Warna (mmpfund) | 52 | 150 karena banyak endapan |
| Zat aktif (fitokimia) | | |
| Alkoloid | - | - |
| Steroid | - | - |
| Flavonoid | - | ++ |
| Tanin | - | - |
| Saponin | +++ | - |
| Triterpenoid | - | - |
| Quionon | - | - |
| Glukosa (%) | 27,11 | 32,92 |
| Fruktosa (%) | 40,73 | 36,59 |
| Sukrosa (%) | 0,61 | 0,23 |
| Total gula (%) | 68,45 | 69,74 |

Tingkat keasaman

Asam mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisma serta cita rasa dan aroma madu (White, 1979). Asam yang terutama terdapat dalam madu adalah asam glukonat. Selain itu, madu juga mengandung asam organik seperti asam asetat, butirrat, format, laktat, oksalat, sitrat, malat, piroglutamat, glikolat, maleat, piruvat dan sukcinat (Sihombing, 2005).

Keasaman merupakan kriteria penting untuk menetapkan kualitas madu. Apabila keasamannya tinggi berarti madu tersebut sudah mengalami fermentasi, oleh karena itu nilai maksimum untuk keasaman perlu ditetapkan. Berdasarkan hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kedua contoh madu mempunyai tingkat keasaman memenuhi standar SNI 2013 (maksimum 50 meq/kg) maupun CAC (maksimum 40 meq/kg). Nilai keasaman madu hutan sebesar 6,73 50 meq/kg dan madu putih ber merk X sebesar 4,83 meq/kg. Sampel madu yang diteliti memenuhi standar SNI 2013, hal ini mengindikasikan bahwa madu tersebut belum mengalami fermentasi. Tingkat keasaman madu menunjukkan banyaknya asam bebas dalam larutan madu yang bersumber dari asam organik seperti asam asetat dan asam oksalat. Tingkat keasaman madu sangat dipengaruhi oleh asal nektar yang paling dominan sebagai sumber pakan lebah madu. Asam mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisma serta cita rasa dan aroma madu. Apabila tingkat keasaman lebih besar dari 50 meq/kg (kadar maksimum keasaman menurut SNI 2013), menunjukkan bahwa madu tersebut telah mengalami fermentasi. Meningkatnya kadar air madu sejalan dengan meningkatnya jumlah khamir yang terdapat dalam madu. Aktivitas khamir dapat meningkatkan keasaman madu. Khamir tersebut merombak sebagian gula pereduksi menjadi asam asetat. Asam asetat inilah yang mungkin meningkatkan keasaman madu.

Nilai pH

Tingkat keasaman larutan dapat ditentukan pula dengan nilai pH, dimana semakin tinggi tingkat keasaman madu maka semakin kecil pH madu. Madu bersifat asam dengan pH berkisar antara 3,2 - 4,5. Nilai pH madu cukup rendah disebabkan asam organik yang terdapat dalam madu (*National Honey Board*, 2006). Asam organik sangat menentukan citarasa, aroma dan daya tahan madu terhadap mikroorganisma (Sihombing, 2005).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa madu hutan mempunyai nilai pH 4,2 dan madu bermerk X mempunyai nilai pH 3,5. Nilai pH kedua jenis madu tersebut rendah dan bersifat asam. Tingkat pH yang rendah pada madu dapat mencegah pertumbuhan berbagai macam bakteri karena bakteri dapat berkembang pada pH netral atau basa (Chayati, 2008; Chua et al. 2012).

Warna

Warna madu tidak menentukan kualitas madu, hal ini karena warna madu sangat dipengaruhi oleh sumber pakan lebah madu sebagai penghasil nektar (Wibowo et al. 2016). Warna madu bervariasi dengan gradasi warna dari warna putih hingga warna hitam. Menurut Suranto (2007), warna madu dipengaruhi oleh sumber nektar, usia madu, dan proses penyimpanan. Madu yang telah lama disimpan akan memiliki warna yang semakin gelap.

Warna madu dari jenis lebah *Apis dorsata* yang diperoleh dari Desa Piong dengan nilai intensitas 39 mm pfund memiliki warna *extra light amber* sedangkan sampel madu bermerk X yang diperoleh dari produsen madu tidak dapat deteksi karena banyaknya endapan putih yang terkandung di dalamnya. Hal ini menunjukkan bahwa warna madu sangat dipengaruhi oleh sumber pakan lebah madu sebagai penghasil nektar serta kandungan mineralnya. Hasil penelitian ini sejalan dengan Chayati (2008) yang mengemukakan bahwa perbedaan sumber nektar bunga menyebabkan perbedaan karakteristik madu. Sihombing (2005) mengemukakan bahwa warna madu dipengaruhi oleh sumber nektar yang dikonsumsi oleh lebah.

Kandungan zat aktif

Analisis fitokimia merupakan uji kualitatif untuk mengetahui keberadaan golongan senyawa-senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak madu. Madu mengandung beragam senyawa aktif seperti alkoloid, flavonoid, steroid, triterpenoid, dan quinon.

Komponen fenolat yang terdapat dalam madu diantaranya adalah flavonoid yang berasal dari propolis serta asam fenolat dalam nektar. Komponen fenolat merupakan pengikat radikal peroksil yang sangat efisien disebabkan struktur molekulnya yang mengandung cincin aromatis sehingga gugus hidroksil yang mengandung hidrogen yang selalu berpindah (Perez et al. 2006). Hasil analisis fitokimia madu menunjukkan bahwa kedua jenis madu tidak mengandung alkoloid, steroid, tanin, triterpenoid dan quinon, namun madu hutan mengandung golongan saponin, sedangkan madu bermerk X mengandung flavonoid. Perbedaan kandungan senyawa aktif kedua jenis madu disebabkan karena perbedaan jenis

tanaman sebagai sumber nektar yang sangat mempengaruhi komponen zat aktif yang terdapat dalam madu. Madu memiliki senyawa aktif yang berbeda-beda, tergantung dari jenis bunga dan jenis lebah (Blasa et al. 2006; Sumarlin et al. 2014).

Kandungan gula

Komponen utama madu adalah karbohidrat dari golongan monosakarida yang terdiri atas glukosa dan fruktosa. Dalam pengujian mutu madu menurut SNI, kedua monosakarida tersebut diistilahkan sebagai gula pereduksi (Sukmawati et al. 2015). Madu mengandung berbagai jenis gula pereduksi yaitu glukosa, fruktosa, dan maltosa (Ratnayani et al. 2008). Kandungan gula lain yang ada dalam madu adalah disakarida yakni sukrosa dan maltose. Secara umum madu mengandung berbagai gula reduksi bila disimpan terlalu lama akan mengalami perubahan (Nanda et al. 2014).

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan gula kedua contoh madu memenuhi standar SNI 2013 (gula pereduksi > 65%; sukrosa < 5%). Kandungan gula madu hutan sebesar 27,11% glukosa dan 40,73% fruktosa, sedangkan kandungan gula madu bermerk X sebesar 32,92% glukosa dan 36,59% fruktosa. Kandungan fruktosa madu yang diteliti lebih tinggi dari kandungan glukosanya, dengan perbandingan antara fruktosa dan glukosa madu berbeda antara kedua jenis madu. Hal ini sesuai dengan pernyataan White (1992) yang mengemukakan bahwa hampir semua jenis madu mempunyai kandungan fruktosa yang lebih tinggi dibanding kandungan glukosanya.

Untuk standar kualitas madu, kandungan sukrosa amat penting dan menjadi salah satu alat ukur keaslian madu. Standar Nasional Indonesia (SNI) 2013 membatasi jumlah kandungan sukrosa di dalam madu. Sukrosa yang tinggi (> 8 %) dapat disebabkan oleh pemberian larutan gula yang sangat banyak atau penambahan sukrosa secara langsung ke dalam madu. Kandungan sukrosa kedua jenis madu yang diteliti memenuhi SNI 2013, yaitu sebesar 0,61% madu hutan dan 0,23% madu putih merk X.

Kristalisasi madu

Komposisi dua gula utama dalam madu (glukosa dan fruktosa) akan mempengaruhi sifat higroskopisnya. Aspek penting lain dari komposisi gula dalam madu adalah kristalisasi. Glukosa dan fruktosa mempengaruhi kecenderungan madu untuk mengkristal. Umumnya, semakin tinggi glukosa, madu semakin cepat mengkristal dan semakin tinggi fruktosa, semakin lambat mengkristal (Anonim, 1999). Rasio antara glukosa dan fruktosa dalam madu juga menentukan kemudahan mengkristal (White, 1992). Hal ini didukung oleh Assil et al (1991) yang menyatakan bahwa pada rasio fruktosa dan glukosa sebesar 1,12 akan terbentuk kristal pada madu. Madu yang diteliti mengalami granulasi pada penyimpanan dalam lemari es (suhu ± 10 °C; kelembaban 24%). Madu putih bermerk X mengalami kristalisasi selama satu bulan penyimpanan sedangkan madu hutan mengalami kristalisasi selama dua bulan penyimpanan. Terdapat endapan putih di dalam madu merk X, hal ini diduga adanya pencampuran sejenis

tepung ke dalam madu. Madu yang mengalami proses pengkristalan disebabkan oleh glukosa yang berubah menjadi monohidrat (*National Honey Board, 2007a*).

Jumlah produksi madu hutan asal Kabupaten Bima sangat terbatas dengan harga yang relatif tinggi, yaitu Rp 500.000/botol ukuran 850 gram. Jenis madu ini akan berwarna putih apabila disimpan dalam suhu kulkas, namun produktivitas penjualan madu putih di Kota Mataram sangat besar. Tingginya harga jual madu putih berisiko adanya pemalsuan, padahal produksinya sangat terbatas.

Dalam kesimpulan, komposisi kimia kedua jenis madu yang diteliti yang terdiri dari kandungan gula pereduksi (glukosa dan fruktosa), sukrosa, tingkat keasaman memenuhi SNI 2013 kecuali kandungan airnya melebihi batas SNI. Madu hutan asal Desa Piong, Kabupaten Bima mengandung golongan saponin, dan madu merk X mengandung flavonoid. Adanya perbedaan senyawa aktif yang berperan sebagai antimikroba, antiinflamasi dan antioksidan dari kedua jenis madu. Selama penyimpanan dalam lemari es (suhu ± 10 °C; kelembaban 24%) kedua jenis madu mengalami granulasi/kristalisasi. Terdapatnya serbuk putih pada madu merk X yang mengendap di dasar botol madu selama penyimpanan. Madu hutan memiliki warna *extra light amber* dengan nilai intensitas 39. Pengukuran intensitas madu putih merk X dengan alat *Honey Color Analyzer* tipe HI 96785 tidak terdeteksi karena adanya endapan putih yang terkandung di dalam madu. Spesifikasi dan asal usul madu yang dijual dipasaran perlu dicantumkan pada setiap pelaku usaha agar diketahui konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajeng P, Minarti S, Junus M. 2014. Perbandingan kadar air dan aktivitas enzim diastase madu lebah *Apis mellifera* di kawasan pengembangan mangga (*Mangifera indica*) dan kawasan pengembangan karet (*Hevea Brasiliensis*). Universitas Brawijaya. Malang.
- Anonim. 1999. Physical characteristics of honey. www. airborne.co.nz. [22 Januari 2016]
- Apriani D, Gusnedi, dan Yenni D, 2013, Studi tentang nilai viskositas madu hutan dari beberapa daerah di Sumatera Barat untuk mengetahui kualitas madu. *Pillar of physics* 2 (1): 91– 98.
- Assil HIR. Sterling, Sporns P. 1991. Crystal control in processed liquid honey. *J. Food Sci.* 56 (4): 1034 – 1037.
- Blasa M, Candiracci M, Accorsi A., et al. 2006. Raw millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chemistry* 97 (2) : 217– 222.
- Buba F, Gidado A, Shugaba A. 2013. Analysis of biochemical composition of honey samples from North - East Nigeria. *J. Biochem Anal Biochem* 2 (3): 1 – 7. DOI 10.4172/2161-1009.1000139
- Chayati I. 2008. Sifat fisikokimia madu monoflora dari daerah istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. *J. Agritech* 28 (1): 9 – 14.
- Chua LS, Abdul RN, Sarmidi MR, et al. 2012. Multi-elemental composition and physical properties of honey samples from Malaysia. *Food Chemistry*. 135; 880 – 887.
- Gairola A, Tiwari P, Tiwari JK. 2013. Physico-chemical properties of *Apis cerana-indica* f. honey from Uttarkashi district of Uttarakhand, India. *J. Global Biosci* 2 (1): 20 – 25
- Kowalski S, Lukasiewicz M, Chodak DA, et al. 2013. 5-Hydroxymethyl-2furfural-heat-induced formation occurrence in food and biotransformation; a Review. *J. Food.*
- Leake J. 2013. Food fraud buzz over fake manuka honey. *The Times*, edisi online 26 Agustus 2013. Website: <http://www.theaustralian.com.au/news/world/food-fraud-buzz-over-fake-manuka-honey/story-fnb64oi6-1226704038619>. [10 Januari 2016].

- Nanda PB, Radiati LE, dan Rosyidi D. 2014. Perbedaan kadar air glukosa dan fruktosa pada madu karet dan madu sonokeling. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
- National Honey Board Food Technology. 2006. pH and Acids in Honey. www.nhb.org. Honey Hotline Fact Sheet. [22 November 2015]
- National Honey Board. 2007^a. Definition of Honey and Honey Products. www.nhb.org. [22 Desember 2015]
- Novandra A dan Widnyana I. 2013. Peluang pasar produk perlebahan Indonesia. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu.
- Perez E, Rodriguez-Malaver AJ, and Vit P. 2006. Antioxidant capacity of Venezuelan honey in Wistar Rat *Homo genates*. *J. Medicine and Food* 9: 510 – 516.
- Ratnayani K, Adhi S, Gitadewi IG. 2008. Penentuan kadar glukosa dan fruktosa pada madu randu dan madu klengkeng dengan metode kromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Kimia* 2 (2): 77–86.
- Sihombing DTH. 2005. Ilmu Ternak Lebah Madu. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Standari Nasional Indonesia. 2013. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-2013. Mutu Madu. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Stanimirova I, Ustun B, Cajka T, et al. 2010. Tracing thr geographical origin of honeys based on volatile compounds profiles asesment using pattern recognition techniques. *Food Chemistry* 118: 171–176.
- Sukmawati, Noor A, Firdaus. 2015. Analisis kualitas madu Mallawa berdasarkan parameter fisika kimia. *Ind.J.Chem* 3: 259 – 262.
- Sumarlin LO, Muawanah A, Whardani P, et al. 2014. Aktivitas antikanker dan antioksidan madu di pasaran lokal Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian* 19 (3): 136 – 144. ipb.ac.id/index.php/JIPI/article/download/9147/7192. [20 November 2016].
- Suranto A. 2007. Terapi Madu. Penerbit Penebar Plus. Jakarta.
- White, JW. 1979. Physical characteristic of honey. *In*; Crane, E (ed). *Honey : A Comprehensive Survey*. Heinemann. London.
- White, JW. 1992. Honey. Di dalam Graham, J.M. dan Dadant & Sons (Eds.), *The Hive and The Honey Bee*. Chapter 21. Dadant and Sons, Inc. Hamilton, Illinois.
- Wibowo BA, Rivai M, Tasripan. 2016. Alat uji kualitas madu menggunakan polarimeter dan sensor warna. *Jurnal Teknis ITS* 5 (1): 28–33. <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/15251/2513>. [30 November 2016]

Keanekaragaman tumbuhan tinggi dan paku-pakuan di Gunung Tambora, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat: 200 tahun setelah letusan dan potensinya

Vascular plant diversity of Mount Tambora, Sumbawa Island: 200 years after devastated eruption and its potential

YESSI SANTIKA[✉], ARIEF HIDAYAT

Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong 16911, Bogor, Jawa Barat. Tel./Fax. +62-218765066, ✉email: santikaye@gmail.com.

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 23 April 2017.

Abstrak. Santika S, Hidayat A. 2017. Keanekaragaman tumbuhan tinggi dan paku-pakuan di Gunung Tambora, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat: 200 tahun setelah letusan dan potensinya. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 194-198. Status kawasan Gunung Tambora berubah menjadi taman nasional pada 7 April 2015. Kajian-kajian sebelumnya merupakan dasar bagi perubahan status ini. Kajian lengkap di kawasan tersebut sangat menarik dan penting untuk dilakukan, mengingat 200 tahun lalu Gunung Tambora meletus dan tercatat sebagai letusan terbesar yang tercatat dalam sejarah. Eksplorasi flora di Gunung Tambora dilakukan oleh Pusat Penelitian Biologi-LIPI melalui jalur pendakian Kawinda Toi yang terdapat di bagian utara kawasan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode jelajah, dengan mengikuti jalur yang ada. Spesimen tumbuhan yang dikoleksi diutamakan yang dalam kondisi berbunga dan/atau berbuah. Dari eksplorasi tersebut telah berhasil dikoleksi sebanyak 437 spesimen herbarium yang terdiri dari spesimen lengkap dan spesimen contoh (*voucher*) Berdasarkan hasil identifikasi diketahui 207 jenis tumbuhan tinggi dan 56 jenis paku-pakuan terdapat di kawasan Gunung Tambora. Hasil eksplorasi ini merupakan penambahan data tumbuhan untuk melengkapi data kajian yang sudah ada sebelumnya.

Kata kunci: Flora, Gunung Tambora, keanekaragaman, potensi

Abstrak. Santika S, Hidayat A. 2017. *Vascular plant diversity of Mount Tambora, Sumbawa Island: 200 years after devastated eruption and its potential.* *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 194-198. Status area of Mount Tambora turned into a national park on April 7, 2015. The previous studies are the basis for this status change. Further studies in the area is very interesting and important thing to do, after its 200 years eruption. Mount Tambora was recorded as the largest eruption in history. Exploration flora in Mount Tambora conducted by the Research Center for Biology LIPI through Kawinda Toi gate, located in the northern part of the region. The method used is exploring, following the existing path. Plant specimens collected preferably in a state of flowering and/or fruiting. This exploration has been collected 437 herbarium specimens consisting of a complete specimen and specimen voucher. Based on the the identification process, there are 207 higher plants has been recorded and 56 ferns found in the area of Mount Tambora. This exploration results is additional data to complement the previous data of plant diversity.

Keywords: Biodiversity, flora, Mount Tambora, potential

PENDAHULUAN

Gunung Tambora yang terletak di Kabupaten Dompu, Sumbawa Timur merupakan gunung dengan sejarah letusan terbesar yang terjadi pada tahun 1815. Letusan pada 200 tahun yang lalu ini tercatat delapan kali lebih besar dibandingkan dengan Gunung Krakatau (1883). Efek letusan Gunung Tambora tidak hanya meluluhlantakkan desa-desa di Sumbawa, hilangnya sepertiga bagian gunung, dan keluarnya berton-ton material vulkanik, namun juga membuat Benua Eropa mengalami musim dingin yang ekstrim pada tahun tersebut (Openheimer 2003, Trainor 2002, Wood 2015).

Sejarah panjang tersebut telah menarik perhatian beberapa botanis di masa lalu untuk melihat berbagai jenis tumbuhan yang ada setelah bertahun-tahun kemudian. Kegiatan eksplorasi tumbuhan yang pernah dilakukan di kawasan timur Sumbawa, termasuk di dalamnya Gunung Tambora tercatat dalam van Steenis- Kruseman (1950), sebagai berikut: Caspar G.C. Reinwardt merupakan peneliti tumbuhan pertama yang melakukan eksplorasi pada Maret 1821. Heinrich Zollinger melakukan koleksi tumbuhan pada tahun 1947 di kawasan Gunung Tambora, Hoeroe, Soenkar, Padjo, Gempo, dan Aroehasa pada tahun 1848, 1850, dan 1854. Beberapa peneliti lain juga melakukan eksplorasi di Sumbawa Timur, diantaranya Odoardo Beccari pada tahun 1874, Wenzel Svoboda pada tahun

1889, dan Anna A. Weber-van Bosse pada tahun 1899. Beberapa peneliti masih menggali kekayaan sumber daya tumbuhan bagian timur Sumbawa hingga awal abad ke-20, yaitu Alfred Ernst pada tahun 1906, van Harreveld yang melakukan koleksi di Gunung Tambora dan Tanjung Pasumba pada tahun 1920, Victor Emiie van Straelen pada tahun 1929, Oene Posthumus pada tahun 1932, Otto Jaag pada April 1938, dan Siebe Bloembergen pada tahun 1939.

Hasil eksplorasi di masa lalu sebagian besar tidak dideposit di Herbarium Bogoriense, LIPI. Penambahan koleksi dari wilayah Gunung Tambora akan menjadi tambahan yang sangat bernilai untuk melihat keanekaragaman tumbuhan di Gunung Tambora saat ini, mengingat sejarah letusan besar pada 200 tahun silam yang telah menghancurkan kawasan di sekitarnya. Status Gunung Tambora telah berubah menjadi taman nasional pada 7 April 2015. Sebagai taman nasional termuda di Indonesia, penambahan data mengenai potensi yang ada di kawasan tersebut penting untuk dilakukan. Termasuk ditemukannya jenis baru toke dari Gunung Tambora (Riyanto et.al. 2017)

Tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui keanekaragaman tumbuhan apa saja yang terdapat di sepanjang jalur Kawinda Toi, sebagai jalur baru pendakian. Penambahan data jenis tumbuhan ini akan sangat berguna bagi pihak Taman Nasional dalam mengambil menjalankan fungsi konservasinya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 15-30 April 2015. Terdapat beberapa jalur masuk menuju puncak Gunung Tambora dengan jalur Pancasila sebagai jalur yang umum dikenal oleh para pendaki. Jalur Dorocanga dan Doropeti melewati padang savana di sepanjang perjalanan. Jalur lain yang baru dikenal, yaitu Jalur Kawinda (Sastha & Wicaksono 2015). Jalur menuju puncak melalui hutan pegunungan yang masih dalam kondisi terjaga. Lokasi yang dipilih, yaitu jalur Kawinda Toi dengan kemah utama di pinggir Sungai Kawinda. Lokasi ini masih jarang dilalui oleh para pendaki dan hutan yang ada masih dalam kondisi baik.

Metode kerja

Penelitian keanekaragaman tumbuhan dilakukan dengan menggunakan metode eksploratif, sedangkan koleksi flora dilakukan dengan metode jelajah, yaitu menjelajahi suatu lokasi yang dapat mewakili tipe-tipe ekosistem ataupun vegetasi di kawasan yang diteliti (Rugayah et al. 2004). Setiap jenis tumbuhan yang dijumpai dikoleksi, terutama yang sedang dalam kondisi berbunga dan/atau berbuah. Bagian tumbuhan yang diambil untuk dikoleksi adalah sebatang ranting yang



Gambar 1. Lokasi penelitian di Taman Nasional Gunung Tambora, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Fokus penelitian menyusuri jalur pendakian Kawinda Toi (Sumber: Konservasi Sumber Daya Alam NTB, 2012)

berdaun dan berbunga dan/atau berbuah yang selanjutnya akan diproses menjadi material herbarium. Dalam eksplorasi ini, setiap jenis tumbuhan yang dikoleksi dibuat juga duplikat herbariumnya sebanyak 2 sampai 3 duplikat. Pencatatan informasi tumbuhan yang dikoleksi dan karakter yang akan hilang saat sudah menjadi herbarium perlu dicatat dalam buku lapangan. Informasi tambahan lain yang perlu dicatat antara lain nama daerah, kegunaan atau pemanfaatan oleh masyarakat setempat, habitat, ekologi, dan perawakan dari tumbuhan yang dikoleksi. Selain itu juga dilakukan pengambilan foto untuk melengkapi data yang diambil. Pengambilan sampel DNA dilakukan, untuk kelompok tumbuhan tertentu, dengan cara memasukkan sampel daun ke dalam *silica gel* agar kering dan tidak busuk.

Bagian tumbuhan yang telah dikoleksi, baik untuk herbarium, koleksi basah, maupun koleksi karpologi, selanjutnya diberi nomor koleksi dan disimpan dalam kantong plastik besar bersama-sama dengan koleksi lainnya. Sesampai di kemah, koleksi yang baru diperoleh dari hutan diproses, yaitu tumbuhan hasil koleksi dibungkus dengan kertas koran, ditumpuk secukupnya, dan diikat. Untuk mencegah agar tumbuhan yang dikoleksi tidak membusuk, tumbuhan yang sudah disusun tersebut disiram alkohol 70%. Spesimen koleksi kemudian diproses menjadi herbarium di Herbarium Bogoriense, Cibinong (Djarwaningsih et al. 2002)

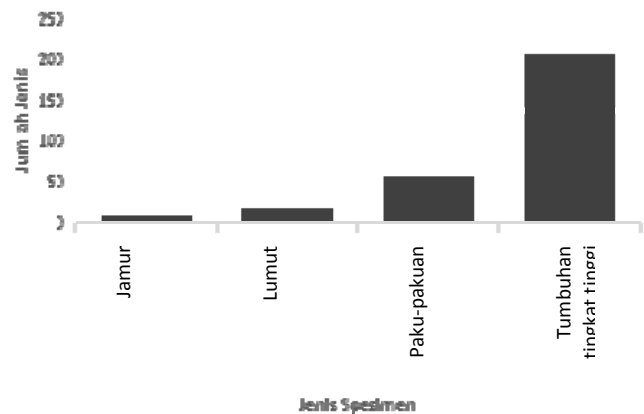
Analisis data

Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense dengan membandingkan sampel yang didapat dari lapangan dengan spesimen herbarium koleksi yang ada. Analisis morfologi dilakukan dengan mengenali karakter kunci dari masing-masing suku, marga, dan jenis. Hasil identifikasi diperiksa kembali dan divalidasi secara nomenklatur dan penulisan namanya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan eksplorasi di kawasan hutan Kawinda Toi telah berhasil mengoleksi total sebanyak 393 spesimen. Hasil identifikasi menunjukkan terdapat 207 jenis tumbuhan tingkat tinggi dan 56 jenis paku-pakuan. Koleksi lumut dan jamur belum maksimal dilakukan, hingga saat ini teridentifikasi 16 jenis lumut dan 9 jenis jamur (Gambar 2).

Penentuan kawasan Gunung Tambora sebagai taman nasional didahului dengan pengumpulan data keanekaragaman hayati yang dimiliki oleh kawasan tersebut. Hasil analisis data yang dilakukan oleh tim gabungan menyebutkan sebanyak 277 jenis tumbuhan teridentifikasi dari seluruh jalur pendakian (BKSDA NTB 2013). Total jenis tumbuhan tingkat tinggi dan paku-pakuan yang dikoleksi dari satu jalur, yaitu Kawinda Toi, sebanyak 263 jenis. Hal ini mengindikasikan masih banyaknya kekayaan hayati yang belum tergalikan dan kegiatan eksplorasi masih perlu dilakukan guna penambahan data dari taman nasional.



Gambar 2. Jumlah jenis tumbuhan yang dikoleksi dari kawasan Gunung Tambora, Sumbawa

Perjalanan jelajah dimulai dari kemah Oi Marai yang berada pada ketinggian 83 m dpl.. Jenis-jenis tumbuhan yang ada di sekitar kemah utama tersebut antara lain *Ficus* spp., *Diospiros maritima*, *Duabanga moluccana*, dan beberapa liana dari suku Vitaceae, Piperaceae, dan Annonaceae.

Hutan di sekitar Pos 1 (342 m dpl.) menuju Pos 2 (576 m dpl.), terdapat banyak *Ardisia javanica* yang sedang berbuah. Jenis ini dikenal oleh masyarakat lokal dengan nama soka dan buahnya dapat dimakan. Anakan *Litsea* spp. (Lauraceae) banyak ditemukan di sepanjang jalur pendakian. Jenis *Engelhardia spicata* banyak ditemukan di sepanjang perjalanan hingga ketinggian sekitar 1500 m dpl. Di Pos 3 (1085 m dpl.) didominasi oleh jenis jambu-jambuan (*Syzygium* spp.), *Engelhardia spicata*, dan *Litsea* spp. Jatuhnya buah *Lasianthus* sp. banyak terlihat di sepanjang perjalanan, jenis tumbuhan tersebut buah keringnya dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kalung. Anakan yang banyak ditemui adalah dari kelompok Rutaceae. Lantai hutan Pos 2 hingga Pos 3 relatif bersih dengan ditutupi serasah tipis. Perjalanan dari Pos 3 menuju Pos 4 (1497 m dpl.) relatif lebih berat karena melalui tanjakan panjang yang curam. Vegetasi di sepanjang Pos 3 hingga Pos 4 (1497) tertutup cukup rapat, akan tetapi ditemukan adanya rotan dan Zingiberaceae (*Etilingera rubroloba*). Liana dari suku Vitaceae masih ditemukan, anakan yang banyak dijumpai adalah *Leea acuminata*. Pohon besar yang mendominasi adalah *Litsea* spp. dengan sisa jatuhnya bunga yang banyak terdapat di lantai hutan.

Pos 4 berada di pinggir hutan, cukup terbuka, Area savana dapat ditemukan dari ketinggian 1500 m dpl. hingga puncak 2485 m dpl.. Jenis rumput yang mendominasi savana di sepanjang jalur pendakian Kawinda Toi adalah *Trimedia triandra* dan *Heteropogon contortus*.

Pohon yang banyak dijumpai di area savana ini adalah *Casuarina junghuniana* dan *Glochidion* spp. Beberapa individu *Engelhardia spicata* juga dijumpai dengan habitus yang lebih kecil dibandingkan pohon yang tumbuh di area hutan. Pohon cemara terakhir yang ditemukan terdapat di Pos 6 pada ketinggian 2159 m dpl.. Tumbuhan herba dan



Gambar 3.A. Rumah madu di cabang horizontal *Duabanga moluccana*, B. Tegakan pohon *Duabanga moluccana* dengan diameter batang lebih dari 1 m, C. *Elsholtzia pubescens*

perdu yang juga ditemukan, diantaranya *Rubus niveus*, *Dodonaea viscosa*, *Hypericum leschenaultii*, dan *Elsholtzia pubescens*. Keberadaan *Elsholtzia pubescens* (Lamiaceae) menjadi penting karena jenis ini merupakan pakan lebah tanah penghasil madu putih. Jenis madu ini berbeda dengan madu hutan yang banyak ditemukan di dalam hutan. Tumbuhan lain yang banyak dijumpai adalah edelweis. Terdapat 3 jenis bunga abadi di savana Tambora, yaitu *Anaphalis javanica*, *Anaphalis viscida*, dan *Anaphalis longifolia*. Jenis *A. javanica* merupakan pohon kecil dengan tinggi mencapai 0,5 m dan paling mudah dijumpai.

Puncak Gunung Tambora melalui jalur pendakian Kawinda Toi tercatat memiliki ketinggian 2485 m dpl., lebih rendah dibandingkan puncak Tambora melalui jalur Pancasila (2800 m dpl.) yang banyak dipakai oleh para pendaki. Jalur Kawinda Toi tidak memiliki akses turun ke kaldera Tambora, sehingga belum diketahui kondisi vegetasi di pinggiran dalam kaldera itu sendiri.

Jalur Kawinda Toi relatif baru dibandingkan dengan jalur lainnya menuju puncak Gunung Tambora, seperti jalur Pancasila atau Dorocanga. Jalur Kawinda memiliki beberapa kelebihan, diantaranya karena tersebut menembus hutan alami dengan kondisi yang masih baik. Jalur tersebut akan baik dikembangkan sebagai jalur ekoturisme, karena beberapa tema dapat dikembangkan, diantaranya sebagai berikut: (i) Rumah madu atau Uma Ani dan pengetahuan masyarakat lokal mengenai lebah liar yang bersarang di pohon besar jenis *Duabanga moluccana*, serta cara pemanenan madu hutan yang tidak merusak lingkungan (Gambar 3A dan 3B). (ii) Madu putih yang banyak diminati oleh masyarakat karena khasiatnya dipercaya lebih baik dari madu hutan biasa. Jenis tumbuhan pakan lebah tumbuh di padang rumput Gunung Tambora. Masyarakat umum mengira jenis edelwise merupakan pakan lebah, namun berdasarkan informasi dari para pencari lebah dan pengambilan sampel di lapangan diketahui bahwa salah satu jenis tumbuhan pakan lebah tanah di kawasan tersebut adalah *Elsholtzia pubescens* (Lamiaceae) (Gambar 3C).

(iii) Pengetahuan lokal masyarakat mengenai berbagai jenis tumbuhan obat. (iv) Dari sisi fauna, kegiatan pengamatan burung selalu menarik para peminatnya. Keanekaragaman burung Sumbawa dan Tambora telah tercatat dalam Johnstolen (1996) dan Trainor (2002).

Sejarah Gunung Tambora sendiri merupakan faktor utama banyaknya wisatawan yang datang untuk bertualang dan menikmati keindahan alamnya. Pengembangan ekoturisme di kawasan tersebut akan menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan. Dengan sendirinya, pemberdayaan dan ekonomi masyarakat desa akan meningkat. Penambahan data mengenai jenis tumbuhan dan potensinya akan berguna bagi perencanaan pengelolaan kawasan oleh pihak Pengelola Taman Nasional. Selain itu, strategi pengelolaan yang melibatkan masyarakat sekitar, dapat meningkatkan perekonomian masyarakat lokal pada umumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor, Jawa Barat atas pendanaan DIPA tahun 2015 yang telah diberikan, sehingga kegiatan ini dapat terlaksana. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak Taman Nasional Gunung Tambora, Balai Konservasi Sumber Daya Alam Nusa Tenggara Barat, dan masyarakat desa Kawinda To'i atas kerja sama dan dukungannya selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- BKSDA NTB [Balai Konservasi Sumber Daya Alam NTB]. 2013. Laporan Kajian Potensi Kawasan Gunung Tambora sebagai Calon Taman Nasional. Kementerian Kehutanan RI, Mataram.
- Djarwaningsih T, Sunarti S, Kramadibrata K. 2002. Panduan Pengolahan dan Pengelolaan Material Herbarium serta Pengendalian Hama

- Terpadu di Herbarium Bogoriense. Pusat Penelitian Biologi - LIPI, Bogor.
- Johnstonel RE, JepsonP, Butchart SHM, Lowen JC, Prawiradilaga D. 1996. The birds of Sumbawa, Moyo and Sangeang Islands, Nusa Tenggara, Indonesia. *Rec Western Austr Mus* 18: 157-178
- Oppenheimer O. 2003. Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815. *Prog Physic Geogr* 27 (2) : 230-259.
- Riyanto A, Mulyadi, McGuire JA, Kusri MD, Febylasmia, Basyir IH, Kaiser H. 2017. A New Small Bent-toed Gecko of the Genus *Cyrtodactylus* (Squamata: Gekkonidae) from the Lower Slopes of Mount Tambora, Sumbawa Island, Indonesia. *Zootaxa* 42 (3): 517-528.
- Rugayah, Widjaja EA, Praptiwi. 2005. Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora. Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor.
- Sastha HB, Wicaksono D. 2015. Menuju Puncak Gunung Tambora. Direktorat Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, Jakarta, Indonesia.
- Trainor CR. 2002. Birds of Gunung Tambora, Sumbawa, Indonesia: effects of altitude, the 1815 cataclysmic volcanic eruption and trade. *Forktail* 18: 49-61.
- Van Steenis- Kruseman. 1950. Cyclopedia of Collectors. In: Van Steenis CGGJ (ed). *Flora Malesiana* 1. National Herbarium Netherland, Leiden.
- Wood GA. 2015. Tambora Letusan raksasa dari Indonesia 1815. Change Publication, Indonesia.

Respon pertumbuhan kedelai dan kacang tanah pada musim tanam kelima dan keenam terhadap residu pupuk KCl musim tanam pertama dan kedua

Response of soybean and peanut to potassium fertilizer residu in Fifth And Sixth planting season against potassium application in First and second planting season

HENNY KUNTYASTUTI, SUTRISNO*

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacangan Umbi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pertanian, Jl. Raya Kendalpayak Km. 8 Malang 65101, Kotak Pos 66, Jawa Timur. Tel./Fax.: +62-341-801468/801496, *email: uthisharun@gmail.com

Manuskrip diterima: 5 November 2015. Revisi disetujui: 24 Maret 2017.

Abstrak. Kuntastyuti H, Sutrisno. 2017. *Respon pertumbuhan kedelai dan kacang tanah pada musim tanam kelima dan keenam terhadap residu pupuk KCl musim tanam pertama dan kedua. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 199-204.* Kalium merupakan unsur hara esensial bagi tanaman. Aplikasi unsur hara kalium secara terus menerus dapat menimbulkan akumulasi dalam tanah yang kemungkinan masih dapat dimanfaatkan pada musim tanam berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh residu aplikasi pupuk kalium pada musim tanam satu (MT-1) dan musim tanam dua (MT-2) terhadap serapan unsur hara, pertumbuhan vegetatif, dan hasil tanaman pada musim tanam ke lima (MT-5) dan ke enam (MT-6). Penelitian dilakukan di rumah kaca Balitkabi menggunakan tanah entisol Mojokerto. Penelitian dilaksanakan pada petak beton berukuran lebar 0,5 m, panjang 0,8 m dan dalam 0,5 m. Percobaan diterapkan dalam rancangan kelompok teracak lengkap faktorial dua faktor diulang tiga kali. Faktor pertama adalah dosis pupuk KCl yang diberikan pada tanaman kedelai varietas Sinabung MT-1, yaitu 0, 200, 400 dan 600 kg KCl/ha. Faktor II adalah dosis pupuk KCl yang diberikan pada tanaman kedelai varietas Sinabung MT-2, yaitu 0, 50, 100, 200 dan 400 kg KCl/ha. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 meningkatkan serapan unsur hara makro, meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan hasil tanaman pada musim tanam ke lima dan ke enam. Residu pupuk MT-1 dan MT-2 tidak memberikan pengaruh secara bersama-sama pada kedua musim tanam. Residu pupuk MT-1 hanya meningkatkan pertumbuhan vegetatif pada MT-5 sedangkan residu pupuk MT-2 meningkatkan hasil tanaman pada MT-5 dan MT-6.

Kata kunci: residu kalium, serapan hara makro, kedelai, kacang tanah, musim tanam

Abstract. Kuntastyuti H, Sutrisno. 2017. *Response of soybean and peanut to potassium fertilizer residu in Fifth And Sixth planting season against potassium application in First and second planting season. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 199-204.* Potassium is an essential nutrient for plants. Applications nutrient potassium continuously can cause accumulation in soil that it probably still be used for the next planting season. This study aimed to determine the effect of potassium fertilizer application on first planting season (MT-1) and second planting season (MT-2) to macro-nutrients uptake, vegetative growth, and yield of the fifth (MT-5) and sixth planting season (MT-6). The study was conducted in the greenhouse Balitkabi using Mojokerto entisol soils. The experiment was performed on a concrete plot with size for wide 0.5 m, long 0.8 m, and high 0.5 m. Experiments are applied in a factorial completely randomized block design with two factor and three times replications. The first factor is the potassium fertilizer dose (i.e., 0, 200, 400 and 600 kg KCl/ha) that applied on soybean at first planting season MT-1). The second factor is the potassium fertilizer dose (i.e., 0, 50, 100, 200 and 400 kg KCl/ha) that applied on soybean at second planting season (MT-2). The results showed that the potassium fertilizer residual the MT-1 and MT-2 increases the macro nutrients uptake, vegetative growth and crop yields in the fifth and sixth planting season. The MT-1 and MT-2 Fertilizer residual does not give effect together in the second growing season. The MT-1 Fertilizer residual only increase vegetative growth in MT-5, while the MT-2 residual fertilizer increase crop yields in the MT-5 and MT-6.

Keywords: potassium residual, macronutrient absorption, soybean, groundnut, planting season

PENDAHULUAN

Kalium merupakan salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan dalam jumlah besar setelah nitrogen dan phosphate. Kalium memiliki peranan penting dalam pertumbuhan tanaman seperti mengatur ketersediaan unsur hara lain, memacu proses fotosintesis, membantu proses distribusi fotosintat, menjadi katalisator dalam sintesis

protein, memacu pertumbuhan tanaman, dan meningkatkan kualitas hasil tanaman (Read et al. 2006). Aplikasi unsur hara kalium dalam tanaman mulai diperkenalkan sejak tahun 1970an dan terus berlangsung hingga sekarang. Besarnya manfaat dan keuntungan yang dapat dirasakan oleh petani menyebabkan permintaan dan aplikasi pupuk tersebut ke dalam lahan pertanian semakin meningkat.

Peningkatan aplikasi pupuk kalium anorganik ke dalam lahan pertanian secara terus menerus dapat berdampak negatif terhadap kesuburan lahan dan kelestarian lingkungan. Hal ini terlihat pada penurunan pH tanah, penurunan populasi mikroorganisme menguntungkan, penurunan bahan organik tanah, penurunan konsentrasi kation dasar (Belay et al. 2002) dan mencemari lingkungan yang akan mengancam kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Beberapa hasil penelitian menemukan bahwa residu pupuk Kalium yang telah diaplikasikan secara terus menerus dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman pada musim berikutnya (Yin and Vyn, 2002). Selain itu, residu pupuk yang terlalu tinggi justru dapat menurunkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Berg et al. 2005).

Meskipun diketahui bahwa residu pupuk kalium dapat dimanfaatkan pada musim berikutnya, pengetahuan sampai seberapa lama residu tersebut dapat dimanfaatkan tanaman belum banyak diungkap. Pengetahuan ini sangat penting untuk menjadi dasar pertimbangan dalam pengelolaan suplai unsur hara kedalam lahan pertanian. Pengelolaan unsur hara secara efektif dan efisien akan memberikan keuntungan baik secara ekonomis maupun dari segi keamanan lingkungan. Untuk mengetahui berapa lama unsur hara kalium dapat tersimpan dalam tanah dan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman perlu dilakukan penelitian jangka panjang dalam beberapa musim tanam. Menurut Halvorson *et al.* (2005) residu pupuk nitrogen yang diaplikasikan secara terus menerus dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman hingga tiga tahun berikutnya. Pupuk Kalium yang memiliki tingkat mobilisasi atau tingkat kelarutan lebih rendah daripada Nitrogen kemungkinan residunya dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman minimal hingga enam musim tanam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana respon tanaman pada musim tanam kelima dan keenam terhadap residu pupuk kalium (KCL).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitkabi selama enam musim tanam (MT) menggunakan tanah Entisol dari Mojosari. Penelitian menggunakan petak beton berukuran panjang 0,8 m, lebar 0,5 m dan tinggi 0,5 m. Percobaan menggunakan rancangan kelompok teracak lengkap faktorial dengan diulang tiga kali. Faktor pertama adalah empat taraf dosis pupuk KCL (0, 200, 400 dan 600 kg KCl/ha) yang diaplikasikan pada musim tanam pertama (MT-1). Faktor kedua adalah empat taraf dosis pupuk KCL (0, 50, 100, 200 dan 400 kg KCl/ha) yang diaplikasikan pada musim tanam kedua (MT-2). Pertanaman MT-1 hingga MT-6 berturut-turut adalah kedelai-kedelai-padi-kedelai-kedelai-kacang tanah.

Pada MT-5 tanah diolah ringan. Benih kedelai varietas Sinabung dicampur insektisida Marshall, ditanam tanpa pupuk dasar dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua tanaman/rumpun. Pemeliharaan tanaman dilakukan intensif (bebas dari gulma maupun serangan hama/penyakit). Analisis serapan unsur hara, yaitu N, P, K, Ca, Mg dan S dan bobot brangkas kedelai dilakukan pada umur 45

HST dengan mencabut dua tanaman/petak. Tanaman kedelai dipanen saat 95% polong berwarna coklat dan daun rontok dengan cara dicabut. Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji, bobot biji/tanaman dan hasil/pot.

Pada MT-6 tanah diolah ringan. Benih kacang tanah varietas Turangga dicampur insektisida Marshall, ditanam tanpa pupuk dasar dengan jarak tanam 40 cm x 10 cm, satu tanaman/rumpun. Pemeliharaan tanaman dilakukan intensif (bebas dari gulma maupun serangan hama/penyakit). Tanaman kacang tanah dipanen pada umur 110 HST dengan cara dicabut. Pada saat panen dilakukan pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji, hasil polong dan hasil biji kering per tanaman dan per pot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Residu dosis pupuk KCL yang diaplikasikan pada MT-1 dan MT-2 menghasilkan pengaruh berbeda-beda terhadap tingkat serapan unsur hara tanaman, pertumbuhan vegetatif, dan hasil tanaman kedelai MT-5 dan kacang tanah MT-6. Residu dosis pupuk meningkatkan tingkat serapan unsur hara makro tanaman dengan membentuk pola nonlinier. Pada pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman, residu dosis pupuk MT-1 dan MT-2 tampak tidak memberikan pengaruh secara bersama-sama terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman.

Tingkat serapan unsur hara makro pada tanaman MT-5 akibat residu pupuk MT-1 dan MT-2 mencapai maksimum pada taraf yang berbeda-beda. Tingkat serapan unsur hara tanaman N, P, Ca, Mg, dan S mencapai maksimum pada dosis 400 kg/ha sedangkan K dan Na mencapai maksimum pada dosis 200 kg/ha. Sebaliknya, akibat residu pupuk MT-2, Tingkat serapan unsur hara N, P, Ca, Mg, dan S mencapai maksimum pada dosis 100 kg/ha sedangkan K dan Na mencapai maksimum pada dosis 50 kg/ha. Rendahnya tingkat serapan K dan Ca dibandingkan dengan unsur hara lain mungkin karena kebutuhan unsur K dan C telah tercukupi pada keadaan tingkat serapan unsur hara lainnya. Peningkatan konsentrasi K dalam tanah justru menyebabkan penyerapan K menjadi tidak maksimal atau mempengaruhi tingkat penyerapan unsur hara lainnya.

Pertumbuhan tanaman kedelai pada MT-5 dipengaruhi oleh residu pupuk MT-1 tetapi tidak dipengaruhi oleh residu pupuk MT-2. Tidak adanya pengaruh residu pupuk MT-2 kemungkinan karena residu pupuk masih didominasi oleh residu pupuk MT-1. Hal ini karena taraf dosis pupuk pada MT-1 lebih besar daripada MT-2.

Pengaruh residu pupuk MT-1 terlihat pada karakter jumlah bintil akar dan bobot kering tajuk yang meningkat seiring dengan meningkatnya residu dosis pupuk KCL. Jumlah bintil akar dan bobot kering tajuk mencapai maksimum pada dosis 400 kg/ha. Meskipun tidak menunjukkan perbedaan nyata, Parameter lain seperti bobot bintil akar, bobot kering akar, tinggi tanaman, dan jumlah cabang juga mencapai nilai maksimum pada residu dosis pupuk KCL 400 kg/ha. Hasil ini selaras dengan tingkat serapan unsur hara makro yang mencapai titik

maksimum pada dosis 400 kg/ha. Hasil yang sama juga dikemukakan bahwa peningkatan dosis pupuk kalium meningkatkan bobot segar daun garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) (Nurzyńska-Wierdak, 2009).

Adanya hubungan yang erat antara tingkat serapan unsur hara dengan tingkat pertumbuhan tanaman menunjukkan bahwa tingkat serapan unsur hara berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur kalium dapat memacu proses fotosintesis, meningkatkan distribusi fotosintat sehingga akhirnya dapat memacu pertumbuhan tanaman (Pettigrew, 2008). Selain itu hasil ini juga menunjukkan bahwa residu pupuk KCL setelah lima musim tanam masih mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai. Adanya pengaruh residu hingga lima musim tanam mungkin disebabkan karena tanah yang dalam penelitian ini termasuk tanah berat sehingga pupuk KCL yang diaplikasikan lima musim tanam sebelumnya masih tersedia untuk pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur kalium dalam tanah dipengaruhi oleh struktur tanah. Jenis tanah yang semakin berat misalnya liat menyebabkan pencucian kalium semakin lambat sehingga unsur KCL yang diaplikasikan akan mampu tersimpan lebih lama di dalam tanah (Rosolem et al. 2010).

Hasil tanaman kedelai pada MT-5 tidak dipengaruhi oleh residu pupuk KCl pada MT-1 tetapi dipengaruhi oleh residu pupuk KCL pada MT-2. Hasil biji per tanaman maupun per pot pada residu pupuk KCL lebih tinggi dibandingkan dengan hasil biji per tanaman dan per pot tanpa residu pupuk. Meskipun tidak terjadi konsistensi peningkatan hasil dengan peningkatan residu dosis pupuk pada MT-2, Hasil biji per tanaman maupun per pot mencapai maksimum pada dosis pupuk 400 kg. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan residu dosis pupuk masih dapat meningkatkan hasil tanaman. Pettigrew (2008)

mengemukakan bahwa ketersediaan unsur kalium pada level mendekati nilai kritis menyebabkan peningkatan hasil tanaman. Ketersediaan kalium yang melimpah akan meningkatkan serapan hara kalium tersebut tetapi tidak meningkatkan hasil dan kualitas biji kedelai (Rosolem et al. 2010) Selain itu peningkatan unsur kalium dalam tanah juga dapat meningkatkan kehilangan atau pencucian hara tersebut.

Pertumbuhan tanaman kacang tanah pada MT-6 tidak dipengaruhi oleh residu pupuk pada MT-1 tetapi dipengaruhi oleh residu pupuk pada MT-2. Perbedaan pertumbuhan tanaman akibat residu pupuk MT-2 hanya terlihat pada komponen bobot kering tajuk. Bobot kering terbanyak dihasilkan oleh tanaman pada residu pupuk 400 kg/ha meskipun tidak berbeda nyata dengan dosis pupuk yang lebih rendah. Tidak adanya perbedaan nyata antara dosis tertinggi dengan dosis lainnya kemungkinan karena residu pupuk yang tinggi justru tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman tidak meningkat dengan meningkatnya residu pupuk (Berg et al. 2005).

Komponen hasil tanaman kacang tanah pada MT-6 hanya dipengaruhi oleh residu pupuk pada MT-2. Tidak adanya pengaruh residu pupuk MT-1 kemungkinan karena residu pupuk sudah habis atau sudah sangat sedikit sehingga tidak dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kacang tanah. Residu pupuk pada MT-2 kemungkinan masih tersisa sehingga masih mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman MT-6.

Komponen hasil akibat residu pupuk MT-2 meningkat secara nyata hanya pada hasil biji kering dan rendemen biji tetapi tidak menunjukkan perbedaan pada komponen bobot 100 biji, bobot biji per tanaman, bobot basah polong, dan bobot kering polong. Hal ini menunjukkan hasil fotosintat yang disimpan di dalam biji meningkat seiring dengan

Tabel 1. Pengaruh residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 terhadap serapan unsur hara makro kedelai var Sinabung pada MT-5 di tanah Entisol Mojokerto, Balitkabi

| Dosis KCl (kg/ha) | Serapan unsur hara makro pada fase berbunga penuh (g/tanaman) | | | | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | N | P | K | Na | Ca | Mg | S |
| Musim tanam-1 | | | | | | | |
| 0 | 0,2191 | 0,0250 | 0,1737 | 0,0973 | 0,0478 | 0,0198 | 0,0306 |
| 200 | 0,2545 | 0,0280 | 0,2030 | 0,1153 | 0,0590 | 0,0215 | 0,0340 |
| 400 | 0,2735 | 0,0301 | 0,1964 | 0,1125 | 0,0684 | 0,0237 | 0,0354 |
| 600 | 0,2352 | 0,0243 | 0,1606 | 0,0992 | 0,0634 | 0,0205 | 0,0284 |
| Musim tanam-2 | | | | | | | |
| 0 | 0,2367 | 0,0270 | 0,1806 | 0,1008 | 0,0567 | 0,0213 | 0,0328 |
| 50 | 0,2443 | 0,0248 | 0,1887 | 0,1143 | 0,0600 | 0,0210 | 0,0315 |
| 100 | 0,2623 | 0,0281 | 0,1867 | 0,1076 | 0,0621 | 0,0224 | 0,0343 |
| 200 | 0,2453 | 0,0263 | 0,1812 | 0,1048 | 0,0587 | 0,0210 | 0,0327 |
| 400 | 0,2393 | 0,0279 | 0,1798 | 0,1030 | 0,0606 | 0,0212 | 0,0291 |
| Rerata | 0,2456 | 0,0268 | 0,1834 | 0,1061 | 0,0596 | 0,0214 | 0,0321 |

Tabel 2. Pengaruh residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 terhadap pertumbuhan kedelai var Sinabung pada MT-5 di tanah Entisol Mojokerto, Balitkabi

| Dosis KCl (kg/ha) | Bintil akar fase R2/tanaman | | Bobot kering (g/tanaman) | | Tinggi tanaman (cm) | Jumlah cabang/tanaman |
|-------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|---------|---------------------|-----------------------|
| | Jumlah | Bobot (g) | Akar | Tajuk | | |
| Musim tanam-1 | | | | | | |
| 0 | 35,3 ab | 0,17 a | 0,62 a | 6,69 b | 91,4 a | 3,8 a |
| 200 | 29,3 b | 0,15 a | 0,65 a | 7,40 ab | 90,2 a | 4,0 a |
| 400 | 43,0 a | 0,19 a | 0,72 a | 8,18 a | 93,7 a | 3,4 a |
| 600 | 35,2 ab | 0,16 a | 0,67 a | 7,11 ab | 91,8 a | 3,5 a |
| Musim tanam-2 | | | | | | |
| 0 | 38,8 a | 0,17 a | 0,69 a | 7,28 a | 91,2 a | 3,6 a |
| 50 | 39,9 a | 0,18 a | 0,63 a | 7,24 a | 93,2 a | 3,6 a |
| 100 | 37,2 a | 0,18 a | 0,69 a | 7,67 a | 90,9 a | 3,9 a |
| 200 | 31,2 a | 0,15 a | 0,62 a | 7,23 a | 92,7 a | 3,7 a |
| 400 | 31,5 a | 0,16 a | 0,68 a | 7,31 a | 90,9 a | 3,7 a |
| Rerata | 35,7 | 0,17 | 0,66 | 7,35 | 91,8 | 3,7 |
| Interaksi | tn | tn | tn | tn | tn | tn |
| KK (%) | 17,05 | 22,03 | 12,10 | 19,57 | 6,06 | 11,77 |

Keterangan: Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%

Tabel 3. Pengaruh residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 terhadap hasil dan komponen hasil kedelai var Sinabung pada MT-5 di tanah Entisol Mojokerto, Balitkabi

| Dosis KCl (kg/ha) | Jumlah polong isi/tanaman | Bobot 100 biji (g) | Bobot biji/tanaman (g) | Hasil biji (g/pot) | Rendemen biji (%) |
|-------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| Musim tanam-1 | | | | | |
| 0 | 48,0 a | 11,2 a | 10,8 a | 201,3 a | 68,2 a |
| 200 | 47,6 a | 11,0 a | 11,7 a | 200,7 a | 66,4 a |
| 400 | 45,2 a | 11,2 a | 11,1 a | 205,8 a | 67,4 a |
| 600 | 45,7 a | 11,0 a | 10,9 a | 197,4 a | 67,5 a |
| Musim tanam-2 | | | | | |
| 0 | 43,6 a | 11,1 a | 9,6 c | 184,8 c | 65,9 a |
| 50 | 47,2 a | 11,4 a | 11,8 ab | 211,8 a | 67,8 a |
| 100 | 47,6 a | 11,1 a | 11,0 abc | 205,1 ab | 67,2 a |
| 200 | 45,8 a | 10,9 a | 10,7 bc | 194,6 bc | 67,4 a |
| 400 | 49,1 a | 11,0 a | 12,4 a | 210,0 a | 68,6 a |
| Rerata | 46,6 | 11,1 | 11,1 | 201,2 | 67,4 |
| Interaksi | tn | tn | tn | tn | tn |
| KK (%) | 20,73 | 5,52 | 16,82 | 8,74 | 8,26 |

Keterangan: Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%

adanya residu pupuk KCL. Peningkatan residu dosis pupuk tampaknya tidak memberikan pengaruh secara konsisten terhadap peningkatan hasil biji. Residu dosis pupuk 50 kg/ha misalnya memiliki hasil setara dengan hasil pada residu pupuk 100 kg/ha dan 400 kg/ha. Penelitian lain juga menemukan bahwa residu pupuk Kalium yang diberikan secara terus menerus tidak menghasilkan pengaruh konsisten terhadap kesuburan dan ketersediaan K dalam tanah (Xing et al. 2007). Meskipun tidak ada konsistensi

pengaruh dosis pupuk, residu pupuk secara umum masih mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman hingga musim tanam keenam dibandingkan tanpa residu pupuk. Hal ini terlihat pada konsistensi antara pertumbuhan dan hasil tanaman yang lebih tinggi daripada tanpa residu. Hal ini juga sesuai dengan penemuan lain yang menyatakan bahwa residu pupuk K masih dapat dimanfaatkan pada musim-musim berikutnya (Yin and Vyn 2002).

Tabel 4. Pengaruh residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 terhadap pertumbuhan dan polong kacang tanah var Turangga pada MT-6 di tanah Entisol Mojokerto, Balitkabi

| Dosis KCl (kg/ha) | Tinggi tanaman (cm) | Jumlah cabang/tanaman | Bobot kering tajuk 45 hst (g/tanaman) | Jumlah polong isi/tanaman | Bobot polong basah (g/tanaman) | Bobot polong kering (g/tanaman) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Musim tanam-1 | | | | | | |
| 0 | 26,3 a | 3,9 a | 8,94 a | 10,3 a | 26,77 a | 16,33 a |
| 200 | 26,2 a | 3,9 a | 8,73 a | 9,4 a | 25,85 a | 16,43 a |
| 400 | 23,9 a | 4,0 a | 9,16 a | 9,9 a | 27,81 a | 17,15 a |
| 600 | 24,1 a | 3,9 a | 9,38 a | 9,6 a | 25,89 a | 15,95 a |
| Musim tanam-2 | | | | | | |
| 0 | 24,2 a | 3,9 a | 8,39 b | 9,3 a | 25,56 a | 15,71 a |
| 50 | 24,4 a | 3,9 a | 9,49 a | 10,1 a | 27,31 a | 17,05 a |
| 100 | 25,2 a | 4,0 a | 8,63 ab | 10,7 a | 27,36 a | 17,55 a |
| 200 | 26,2 a | 3,9 a | 9,25 ab | 9,8 a | 25,37 a | 15,48 a |
| 400 | 25,6 a | 4,0 a | 9,50 a | 9,1 a | 26,93 a | 16,55 a |
| Rerata | 25,1 | 3,9 | 9,05 | 9,8 | 26,58 | 16,47 |
| Interaksi | tn | tn | tn | tn | tn | tn |
| KK (%) | 11,93 | 1,60 | 12,64 | 16,59 | 16,66 | 16,50 |

Keterangan: Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%

Tabel 5. Pengaruh residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 terhadap hasil dan komponen hasil kacang tanah var Turangga pada MT-6 di tanah Entisol Mojokerto, Balitkabi

| Dosis KCl (kg/ha) | Bobot 100 biji (g) | Bobot biji/tanaman (g) | Hasil polong basah (g/pot) | Hasil polong kering (g/pot) | Hasil biji kering (g/pot) | Rendemen biji (%) |
|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| Musim tanam-1 | | | | | | |
| 0 | 42,26 a | 10,32 a | 455,12 a | 267,74 a | 158,12 a | 59,12 a |
| 200 | 40,77 a | 10,42 a | 424,36 a | 258,69 a | 146,18 a | 56,33 a |
| 400 | 42,77 a | 11,08 a | 399,38 a | 240,45 a | 144,79 a | 59,72 a |
| 600 | 44,09 a | 10,47 a | 422,13 a | 248,04 a | 147,33 a | 59,82 a |
| Musim tanam-2 | | | | | | |
| 0 | 43,05 a | 10,05 a | 395,59 a | 237,44 a | 134,70 c | 56,81 bc |
| 50 | 43,32 a | 11,31 a | 442,37 a | 265,88 a | 165,75 a | 62,28 a |
| 100 | 41,96 a | 11,24 a | 435,99 a | 259,98 a | 157,65 ab | 60,03 ab |
| 200 | 40,99 a | 9,69 a | 421,24 a | 249,97 a | 137,26 bc | 54,51 c |
| 400 | 43,04 a | 10,56 a | 431,05 a | 255,38 a | 150,15 abc | 60,08 ab |
| Rerata | 42,47 | 10,57 | 425,25 | 253,73 | 149,10 | 58,74 |
| Interaksi | tn | tn | tn | tn | tn | tn |
| KK (%) | 9,10 | 17,89 | 14,65 | 15,11 | 16,54 | 10,16 |

Keterangan: Angka sekolom yang didampingi huruf sama tidak berbeda berdasarkan DMRT 5%

Dalam kesimpulan, residu pupuk KCl pada MT-1 dan MT-2 meningkatkan tingkat serapan unsur hara, pertumbuhan tanaman, dan hasil tanaman hingga musim tanam kelima dan keenam. Peningkatan residu dosis pupuk tidak memberikan pengaruh secara konsiten terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman MT-5 dan MT-6.

DAFTAR PUSTAKA

- Belay A., A. Claassens, F. Wehner (2002) Effect of direct nitrogen and potassium and residual phosphorus fertilizers on soil chemical properties, microbial components and maize yield under long-term crop rotation. *Biology and Fertility of Soils* 35:420-427. DOI: 10.1007/s00374-002-0489-x.

- Berg W.K., S.M. Cunningham, S.M. Brouder, B.C. Joern, K.D. Johnson, J. Santini, J.J. Volenc (2005) Influence of Phosphorus and Potassium on Alfalfa Yield and Yield Components Contribution from the Purdue Univ. Agric. Exp. Stn., Journal Series No. 17282. *Crop Sci.* 45:297-304. DOI: 10.2135/cropsci2005.0297.
- Halvorson A.D., F.C. Schweissing, M.E. Bartolo, C.A. Reule (2005) Corn Response to Nitrogen Fertilization in a Soil with High Residual Nitrogen Contribution from USDA-ARS and Colorado State Univ. *Agron. J.* 97:1222-1229. DOI: 10.2134/agronj2004.0279.
- Nurzyńska-Wierdak R. (2009) Growth and yield of garden rocket (*Eruca sativa* Mill.) affected by nitrogen and potassium fertilization. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 8:23-33.
- Pettigrew W.T. (2008) Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum* 133:670-681. DOI: 10.1111/j.1399-3054.2008.01073.x.
- Read J.J., K.R.Reddy, J.N. Jenkins (2006) Yield and fiber quality of Upland cotton as influenced by nitrogen and potassium nutrition. *European Journal of Agronomy* 24:282-290. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2005.10.004>.
- Rosolem C.A., T. Sgariboldi, R.A. Garcia, J.C. Calonego (2010) Potassium Leaching as Affected by Soil Texture and Residual Fertilization in Tropical Soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41:1934-1943. DOI: 10.1080/00103624.2010.495804.
- Xing S.-l., M.-c LIU., B.-w. HAN (2007) Effects of 12-Year Continuous Application of Straw and K Fertilizer on Soil Potassium Concentration and Distribution in Fluvo-Aquic Soil [J]. *Chinese Journal of Soil Science* 3:014.
- Yin X. dan T.J.Vyn (2002) Residual Effects of Potassium Placement and Tillage Systems for Corn on Subsequent No-Till Soybean. *Agron. J.* 94:1112-1119. DOI: 10.2134/agronj2002.1112.

Uji potensi sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol untuk mempercepat penutupan luka pada kulit mencit model diabet

Potency test of ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel to accelerate wound closure in diabet mice models

DESAK MADE MALINI[✉], MADIHAH, FITRI KAMILAWATI

Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang KM. 21 Jatinangor Sumedang 45363, Jawa Barat. Tel./fax.: +62-22-7796412, ✉ email: desak.made@unpad.ac.id

Manuskrip diterima: 26 Agustus 2016. Revisi disetujui: 24 Maret 2017.

Abstrak. Malini DM, Madihah, Kamilawati F. 2017. Uji potensi sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol untuk mempercepat penutupan luka pada kulit mencit model diabet. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 205-210*. Luka akibat komplikasi diabetes menyebabkan kerusakan jaringan yang dalam dan sulit disembuhkan. Salah satu obat tradisional yang digunakan masyarakat lokal untuk mengobati luka diabet adalah kulit buah jengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) I.C. Nielsen). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi optimum dari sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol yang mempercepat penutupan luka pada kulit mencit (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) yang diinduksi streptozotocin. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Induksi diabetes dilakukan dengan menginjektikan streptozotocin dosis 180 mg/kg bb secara intraperitoneal. Sebanyak 20 ekor tikus model diabet kemudian dilukai sepanjang ±1,5 cm pada bagian dorsolateral dengan menggunakan gunting steril, lalu dibagi menjadi lima perlakuan yaitu hanya diolesi basis salep (KP), salep Betadine® (PB), sediaan salep ekstrak kulit buah jengkol konsentrasi 5% (P1), 10% (P2) atau 15% (P3). Perlakuan KN dilakukan pada empat ekor mencit non diabet yang hanya diberi basis salep. Pengolesan salep dilakukan dua kali sehari selama 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol mempercepat penutupan luka pada kulit tikus model diabet. Pada tikus perlakuan konsentrasi 10% (P2) secara morfologis memiliki luka paling pendek pada hari pengamatan ke-3, 7 dan 14 yang berbeda nyata dengan KP dan PB ($p < 0,05$), namun sebanding dengan perlakuan KN. Berdasarkan hasil pada penelitian ini, maka pemberian sediaan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol konsentrasi 10% merupakan konsentrasi optimum untuk mempercepat penutupan luka pada kulit mencit model diabet.

Kata kunci : kulit buah jengkol, luka, diabetes, mencit

Abstract. Malini DM, Madihah, Kamilawati F. 2017. Potency test of ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel to accelerate wound closure in diabet mice models. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 205-210*. Wounds caused by complications of diabetes cause tissue damage and difficult to cure. One of the traditional drugs used by local communities to treat diabetic wounds is fruit peel of djengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) I.C. Nielsen). This study aims to obtain optimum concentrations of ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel which accelerates wound closure at the skin of mice (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) induced by streptozotocin. This study uses a completely randomized design with six treatments and four replications. Diabetic mouse models were inducing by intraperitoneal injection of streptozotocin dose of 180 mg/kg body weight. A total of 20 models of diabetic mice were injured ± 1.5 cm using sterile scissors in the dorsolateral region, then divided into five treatment namely only ointment base (KP), ointments Betadine® (PB), ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel at concentration of 5 % (P1), 10% (P2) or 15% (P3). KN treatment performed on four non-diabetic rats were only given ointment base. The ointment applied twice a day for 14 days. The results showed that the treatment of the ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel accelerates skin wound closure in diabetic mice models. In mice treated with the ointment at a concentration of 10% (P2) showed the shortest cuts on the morphological observation at day 3, 7 and 14 that were significantly different with KP and PB ($p < 0.05$), but comparable to the KN treatment. Based on the results of this study, the applying of ointment from ethanol extract of djengkols fruit peel at a concentration of 10% was optimum to accelerate skin wound closure in diabetic mouse models.

Keywords: djengkols fruit peel, wound, diabetes, mice

PENDAHULUAN

Luka diabetes merupakan salah satu bentuk komplikasi penyakit diabetes yang mengakibatkan luka mengalami kerusakan jaringan yang lebih dalam serta mengalami proses penyembuhan yang lebih lambat karena adanya

kondisi hiperglikemia. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan risiko infeksi pada luka karena adanya penurunan aliran darah, respons imun, dan nutrisi pada daerah luka (Brem dan Tomic-Canic 2007). Luka diabetes diperkirakan terjadi pada 15% dari penderita diabetes dan sering menimbulkan rasa sakit serta dapat menurunkan

produktivitas. Selain itu, jika tidak ditangani dengan tepat, luka diabetes dapat berkembang semakin parah dan penderita dapat mengalami amputasi (Robert, et al. 2006).

Luka diabetes perlu ditangani dengan obat yang tepat dan aman untuk mempercepat penyembuhan luka dan mencegah infeksi berkelanjutan pada luka. Salah satu obat alternatif yang aman digunakan untuk luka diabetes adalah obat herbal yang berasal dari tumbuhan obat seperti kulit buah jengkol. Kulit buah jengkol telah lama dikenal masyarakat lokal sebagai obat tradisional untuk mengobati luka (Hutapea, 1994). Secara ilmiah, kulit buah jengkol diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, polifenol, saponin, dan triterpenoid atau steroid (Steffi 2010). Senyawa-senyawa tersebut telah diketahui berperan dalam penyembuhan luka melalui mekanisme antimikroba, meningkatkan neovaskularisasi dan kepadatan kolagen, serta sebagai astringensia dan antioksidan (Mukherjee 2015). Berdasarkan uraian tersebut kulit buah jengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) I.C. Nielsen) sangat berpotensi sebagai obat untuk menyembuhkan luka diabet. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menguji potensi ekstrak etanol kulit buah jengkol (*A. pauciflorum*) untuk menyembuhkan luka diabet.

Pada penelitian ini ekstrak etanol kulit buah jengkol dibuat dalam sediaan salep agar bahan aktif pada ekstrak bertahan lama di atas permukaan kulit dan dapat berpenetrasi secara optimal ke dalam kulit (Yanhendri dan Yenny 2012). Model hewan diabet diinduksi menggunakan streptozotocin. Zat ini baik digunakan karena dengan dosis rendah memiliki tingkat keberhasilan yang tinggi hingga 95%, sedangkan zat penginduksi lainnya seperti aloksan monohidrat hanya memiliki tingkat keberhasilan 70% (Szkudelski 2001).

Penyembuhan luka yang baik adalah dengan kembalinya struktur dan fungsi normal kulit, hal ini dapat diamati dengan melihat penutupan luka yang terjadi pada daerah luka (Bryant dan Nix 2007). Pada penelitian ini penyembuhan luka diabetes diamati dengan mengukur panjang penutupan luka secara morfologis pada daerah luka.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hewan uji, bahan uji, dan bahan kimia. Hewan uji yang digunakan adalah mencit (*Mus musculus* Linnaeus, 1758) Swiss Webster jantan sebanyak 24 ekor dengan umur 8-12 minggu dan berat badan rata-rata 30-40 g yang diperoleh dari Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Bahan uji yang digunakan adalah kulit buah jengkol, streptozotocin (Nacalai tesque), dan Betadine® salep.

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Model hewan diabetes yang digunakan adalah mencit yang memiliki kadar glukosa darah ≥ 150 mg/dl pada hari ke-4 setelah

induksi dengan streptozotocin 180 mg/kg bb (Furman 2015). Semua kelompok perlakuan diinduksi diabetes kecuali kontrol negatif (KN). Perlakuan yang diberikan yaitu kontrol negatif (KN) diolesi basis salep vaselin, kontrol positif (KP) diolesi basis salep vaselin, pembanding (PB) diolesi salep Betadine®, perlakuan 1, 2, dan 3 diolesi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol secara berturut-turut dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Perlakuan diberikan selama 14 hari berturut-turut pada pagi hari dan sore hari.

Prosedur kerja

Ekstraksi kulit buah jengkol dilakukan dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 70% dengan perbandingan etanol dan serbuk 2: 1. Maserat yang dihasilkan diuapkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-50°C sampai diperoleh ekstrak dalam bentuk pasta (Syafnir et al. 2014). Ekstrak etanol kulit buah jengkol kemudian dibuat dalam bentuk sediaan salep dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Ekstrak dihomogenisasi dengan vaselin menggunakan mortar.

Induksi diabetes hewan uji dilakukan menggunakan streptozotocin (STZ) dengan dosis tunggal 180 mg/kg bb. Sebelum diinduksi hewan uji dipuasakan 4-6 jam, kemudian diinjeksi streptozotocin secara intraperitoneal. Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan pada hari ke-4 setelah induksi diabetes. Mencit dianggap menderita diabetes bila menunjukkan kadar gula darah >150 mg/dl (Furman 2015).

Hewan model diabet kemudian dilukai pada bagian dorsolateral sepanjang $\pm 1,5$ cm menggunakan gunting steril, kemudian dibagi menjadi lima perlakuan yaitu hanya diolesi basis salep (KP), salep Betadine® (PB), sediaan salep ekstrak kulit buah jengkol konsentrasi 5% (P1), 10% (P2) atau 15% (P3). Perlakuan KN dilakukan pada empat ekor tikus non diabet yang hanya diolesi basis salep. Pemberian perlakuan dilakukan dua kali sehari selama 14 hari. Panjang penutupan luka secara morfologis kemudian diamati dengan cara mengukur panjang luka kulit mencit semua kelompok perlakuan dengan menggunakan jangka sorong setiap hari selama 14 hari perlakuan.

Analisis data

Hasil pengamatan panjang penutupan luka diuji secara statistik menggunakan uji analisis varian (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% dan jika terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Sudjana 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penyembuhan luka diabetes secara morfologis dapat diamati dengan adanya penutupan luka karena adanya pembentukan jaringan epidermis baru pada luka. Penyembuhan luka dapat diamati dengan mengamati tampilan morfologis luka dan mengukur panjang luka setiap hari. Hal ini dilakukan untuk membandingkan kemampuan penyembuhan dari setiap kelompok perlakuan selama 14 hari perlakuan. Tampilan morfologis luka pada

hari ke-3, 7, dan 14 disajikan pada Gambar1, sedangkan hasil pengukuran panjang luka disajikan pada Tabel1.

Hasil pengamatan tampilan morfologis luka menunjukkan bahwa pada hari ke-1 luka masih mengalami fase hemostasis yang ditandai dengan luka masih tampak merah, terjadi pendarahan, serta belum ada penutupan luka (Gambar 1.A1-F1). Hasil pengamatan pada hari ke-3 menunjukkan luka pada seluruh perlakuan masih mengalami fase inflamasi, yang ditandai dengan arealuka yang kemerahan dan belum menutup (Gambar 1.A2-F2). Pada kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin (Gambar 1.A2) luka mengalami penyembuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol positif yang diinduksi streptozotocin (Gambar 1.B2), hal ini ditandai dengan area luka yang memendek dan sudah terlihat mulai menutup. Pada luka yang diberi perlakuan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol, perlakuan 2 atau salep dengan konsentrasi 10% (Gambar 1.E2) merupakan perlakuan terbaik yang ditandai dengan tampilan morfologis luka yang hampir sama dengan kontrol negatif. Jika dibandingkan dengan perlakuan pembanding yang diberi salep Betadine® (Gambar 1.C2), maka perlakuan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% menunjukkan tampilan morfologis luka yang lebih baik. Pada luka yang diolesi salep Betadine®, luka terlihat merah, melebar, dan memiliki tampilan yang hampir sama dengan kontrol positif.

Hasil pengamatan pada hari ke-7 perlakuan menunjukkan bahwa luka telah mengalami fase proliferasi yang ditandai dengan luka yang mulai menutup (Gambar 1 A3-F3). Pada kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin (Gambar 1.A3) luka mengalami penyembuhan yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol positif yang diinduksi streptozotocin (Gambar 1.B3), hal ini ditandai dengan luka sudah terlihat menutup dan tidak melebar. Pada luka yang diberi perlakuan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol, perlakuan 2 atau salep dengan konsentrasi 10% (Gambar 1.E3) merupakan perlakuan terbaik yang ditandai dengan tampilan morfologis luka yang hampir sama dengan kontrol negatif. Jika dibandingkan dengan pembanding yang diberi salep Betadine® (Gambar 1.C3), salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% memiliki tampilan morfologis luka yang lebih

baik. Pada luka dengan salep Betadine®, luka terlihat masih lebar, belum menutup, dan memiliki tampilan yang hampir sama dengan kontrol positif.

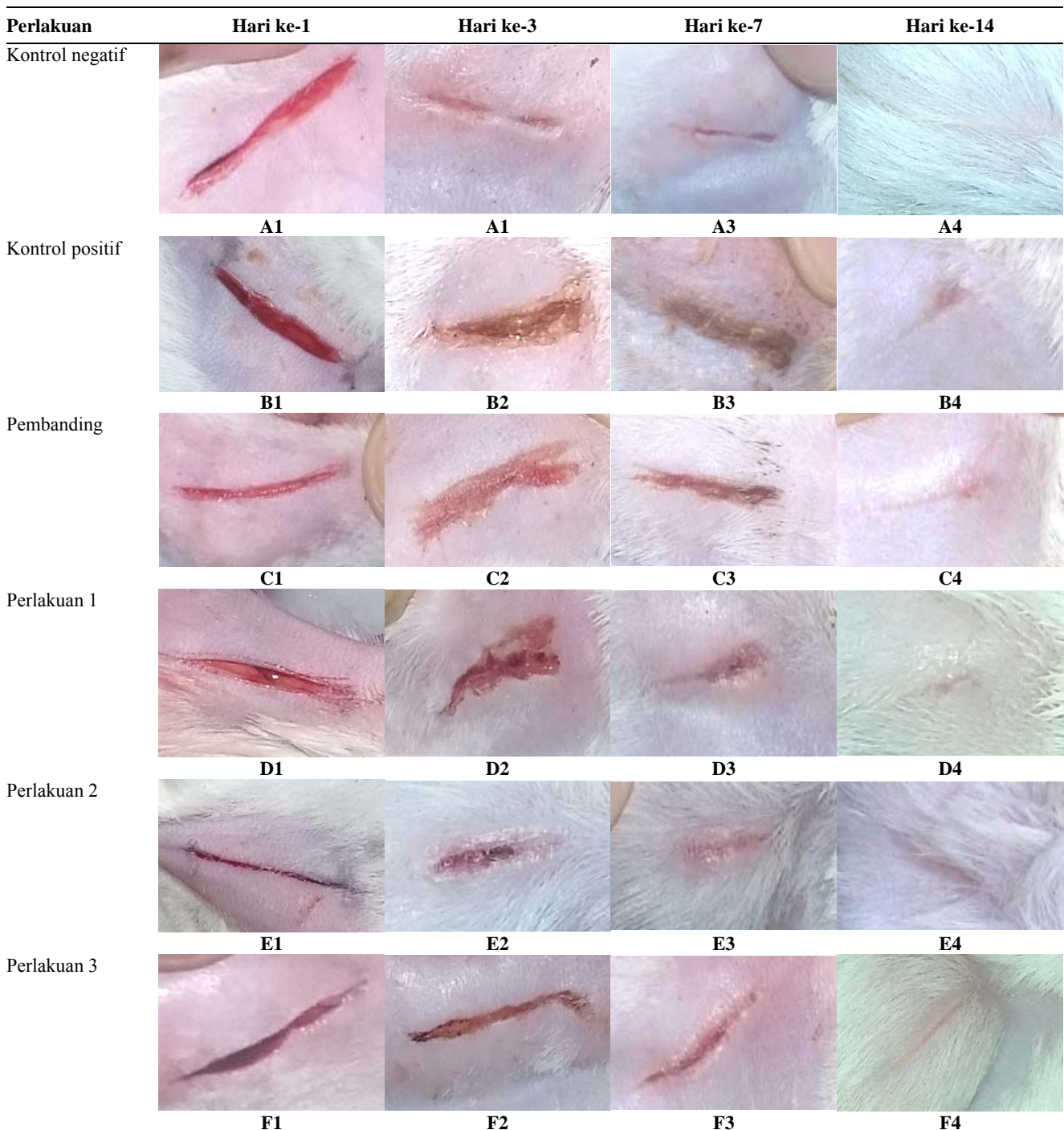
Pada hari ke-14 luka masih mengalami fase proliferasi dan semua perlakuan menunjukkan luka telah menutup dan ditumbuhi rambut. Pada kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin (Gambar 1.A4) dan luka yang diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol (Gambar 1.D4-F4) luka sudah menutup sempurna, tetapi pada kontrol positif yang diinduksi streptozotocin (Gambar 1.B4) dan kelompok pembanding yang diberi salep Betadine® (Gambar 1.C4), luka belum menutup sempurna dan belum banyak ditumbuhi rambut.

Hasil pengamatan pada panjang penutupan luka (Tabel 1) menunjukkan bahwa pada hari ke 3, 7, dan 14, luka pada kelompok kontrol positif yang diinduksi streptozotocin dan hanya diberi vaselin memiliki luka paling panjang jika dibandingkan dengan kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin. Misalnya, pada hari ke-3 saat fase inflamasi, panjang luka pada kelompok kontrol positif adalah $1,25 \pm 0,07$ cm, sedangkan pada kelompok kontrol negatif memiliki panjang $0,96 \pm 0,19$ cm. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa panjang luka pada kontrol positif yang diinduksi streptozotocin pada hari ke-3, 7, dan 14 berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin. Jika dibandingkan maka perlakuan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol dengan berbagai konsentrasi memiliki luka yang lebih pendek dibandingkan dengan kelompok kontrol positif yang hanya diberi basis salep vaselin. Perlakuan yang diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol konsentrasi 10% pada hari ke 3, 7, dan 14 memiliki luka terpendek dan menurut hasil analisis statistik memiliki hasil berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap kontrol positif. Salep ekstrak etanol kulit buah jengkol konsentrasi 10% merupakan perlakuan terbaik karena memiliki hasil uji jarak berganda Duncan yang berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan salep Betadine® dan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) terhadap kontrol negatif yang tidak diinduksi streptozotocin. Hal ini menunjukkan luka diabetes yang diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% memiliki penyembuhan yang lebih cepat dan hampir sebanding dengan penyembuhan luka secara normal.

Tabel 1. Panjang penutupan luka kulit mencit secara morfologis pada hari ke-3, 7, dan 14 perlakuan

| Perlakuan | | Panjang luka (cm) | | |
|-----------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Hari ke-3 | Hari ke-7 | Hari ke-14 |
| Kontrol negatif | Luka tanpa induksi streptozotocin dan diberi vaselin | $0,96 \pm 0,19$ (b) | $0,65 \pm 0,05$ (d) | $0,55 \pm 0,04$ (d) |
| Kontrol positif | luka diabetes dan diberi vaselin | $1,25 \pm 0,07$ (a) | $1,06 \pm 0,05$ (a) | $0,91 \pm 0,11$ (a) |
| Pembanding | luka diabetes dan diberi salep Betadine® | $1,25 \pm 0,17$ (a) | $1,00 \pm 0,14$ (ab) | $0,87 \pm 0,00$ (ab) |
| Perlakuan 1 | luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 5% | $1,18 \pm 0,13$ (ab) | $0,95 \pm 0,07$ (bc) | $0,73 \pm 0,06$ (c) |
| Perlakuan 2 | luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% | $1,00 \pm 0,08$ (b) | $0,74 \pm 0,14$ (cd) | $0,65 \pm 0,08$ (cd) |
| Perlakuan 3 | luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 15% | $1,13 \pm 0,07$ (ab) | $0,87 \pm 0,16$ (ab) | $0,77 \pm 0,13$ (bc) |

Keterangan: Data dianalisis menggunakan uji analisis varian (ANOVA) dan uji jarak berganda Duncan dengan taraf kepercayaan 95%. Huruf yang berbeda pada satu kolom menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)



Gambar 1. Tampilan morfologis luka pada kulit mencit hari ke-0, 3, 7, dan 14 perlakuan. Keterangan: Kontrol negatif (A), luka tanpa induksi streptozotocin dan diberi vaselin; Kontrol positif (B), luka diabetes dan diberi vaselin; Pembanding (C), luka diabetes dan diberi salep Betadine®; Perlakuan 1 (D), luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 5%; Perlakuan 2 (E), luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10%; Perlakuan 3 (F), luka diabetes dan diberi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 15%.

Pembahasan

Penyembuhan luka merupakan proses yang kompleks untuk mengembalikan struktur dan anatomi kulit. Penyembuhan luka terdiri dari 4 fase yaitu fase hemostasis, fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase konstruksi atau *remodeling*. Fase hemostasis merupakan fase yang

menekan pendarahan awal saat terjadinya luka. Fase ini dapat terlihat pada 10-30 menit setelah terjadinya luka. Pada fase ini teramati luka masih tampak merah, terjadi pendarahan, serta belum ada penutupan luka. Fase penyembuhan luka selanjutnya adalah fase inflamasi. Fase ini disebut fase radang karena ditandai oleh reaksi

kemerahan, sensasi hangat, dan nyeri. Fase ini dapat berlangsung 1-6 hari setelah terjadinya luka dan berfungsi untuk pembersihan luka yang ditandai dengan banyaknya sel neutrofil dan makrofag pada luka yang membantu fagositosis bakteri dan benda asing (Baranoski dan Ayello 2008). Fase selanjutnya dari penyembuhan luka adalah fase proliferasi, yaitu fase pembentukan jaringan baru berupa re-epitelisasi, neovaskularisasi, dan pembentukan kolagen. Fase ini dapat berlangsung pada hari ke 5-21 setelah terjadinya luka (Bryant dan Nix 2007).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelompok kontrol negatif yang tidak diinduksi diabetes pada hari ke 3,7, dan 14 memiliki penutupan luka yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol positif yang diinduksi diabetes dan hanya diolesi basis salep vaselin. Hal ini terjadi karena induksi streptozotocin pada mencit kelompok kontrol positif mengakibatkan mencit mengalami kondisi hiperglikemia yang dapat berpengaruh pada proses penyembuhan luka pada kulit mencit. Menurut Nayak (2006), kondisi hiperglikemia dapat menghambat proses penyembuhan luka karena adanya hambatan sirkulasi darah dan oksigen akibat peningkatan kadar gula darah. Hambatan sirkulasi darah mengakibatkan sel-sel yang bekerja pada fase inflamasi, seperti neutrofil dan makrofag berkurang pada daerah luka, sehingga proses fagositosis mikroba dan jaringan mati terhambat. Selain itu menurut Mohammad et al. (2008), berbagai faktor pertumbuhan untuk menstimulasi neovaskularisasi, migrasi fibroblas, proliferasi, dan sintesis jaringan ikat berkurang. Hal ini mengakibatkan terjadinya infeksi polimikroba dan fase inflamasi berlangsung lebih lama, sehingga awal fase proliferasi menjadi terhambat.

Kelompok perlakuan yang diberikan salep ekstrak etanol kulit buah jengkol menunjukkan proses penutupan luka yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol positif yang hanya diberi vaselin dan lebih baik pula jika dibandingkan dengan kelompok pembanding yang diberi salep Betadine®. Salep ekstrak etanol kulit buah jengkol diduga memiliki kemampuan dalam menyembuhkan luka diabetes karena memiliki senyawa-senyawa bioaktif yang terlibat dalam penyembuhan luka. Menurut Steffi (2010), kulit buah jengkol mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid atau steroid. Menurut Okwu (2004), pada fase hemostasis senyawa saponin diketahui dapat digunakan untuk menghentikan pendarahan yang memiliki sifat mengendapkan (*precipitating*) dan mengumpulkan (*coagulating*) sel darah merah. Pada fase inflamasi menurut Mukherjee (2015), flavonoid, tanin, dan saponin memiliki kemampuan antimikroba berupa antibakteri dan antifungi. Hal ini membantu melawan infeksi mikroba yang terjadi di daerah luka, sehingga fase inflamasi dapat berjalan normal dan luka segera mengalami fase proliferasi. Pada fase proliferasi senyawa flavonoid berperan dalam aktivitas antioksidan, sehingga dapat menghambat pelepasan senyawa oksigen reaktif pada jaringan luka yang dapat merusak sel-sel pada jaringan luka. Selain itu, flavonoid merupakan *vasculoprotectoragent* yang merupakan agen untuk memperbaiki peredaran darah dengan meningkatkan pembentukan kapiler darah atau neovaskularisasi (Soni dan

Singhai 2012). Senyawa tanin bersifat astringensia yang menyebabkan pori-pori kulit mengecil dan memperkeras kulit yang membantu re-epitelisasi kulit (Robinson, 1995). Senyawa alkaloid dan triterpenoid atau steroid memiliki kemampuan untuk meningkatkan sintesis kolagen yang merupakan salah komponen yang penting dalam penyembuhan luka (Hashim, et al 2011).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% memberikan pengaruh terbaik dibandingkan dengan konsentrasi salep lainnya yang diberikan. Menurut Mukherjee (2015), beberapa ekstrak tumbuhan yang digunakan sebagai bahan obat jika memiliki konsentrasi terlalu rendah hanya mengandung senyawa bioaktif dalam jumlah yang sedikit, sehingga fungsi biologisnya menjadi tidak optimal, tetapi pada konsentrasi yang terlalu tinggi dapat bersifat toksik dan tidak memberikan efek terapi yang optimal. Uraian tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 5%, merupakan konsentrasi yang terlalu rendah dan hanya mengandung senyawa bioaktif sedikit, sedangkan konsentrasi 15% merupakan konsentrasi yang tinggi yang tidak memberikan efek terapi optimal.

Salep ekstrak etanol kulit buah jengkol 10% memiliki aktivitas yang lebih baik dalam menyembuhkan luka diabetes dibandingkan dengan salep Betadine®. Menurut Estuningtyas dan Arif (2007), *povidone iodine* (zat aktif Betadine®) hanya bersifat bakterisida dan efektif pada fase inflamasi yaitu saat pembersihan luka dari mikroba dan benda asing. *Povidone iodine* tidak memiliki aktivitas yang membantu pembentukan jaringan seperti neovaskularisasi dan pembentukan kolagen. Selain itu, *Povidone iodine* merupakan zat kimia yang dapat menimbulkan efek samping berupa rasa gatal, nyeri, bengkak, dan dermatitis pada daerah luka.

Dalam kesimpulan, pemberian salep ekstrak etanol kulit buah jengkol (*A. pauciflorum*) dapat mempercepat penutupan luka pada kulit mencit (*M. musculus*) model diabet. Salep ekstrak etanol kulit buah jengkol (*A. pauciflorum*) dengan konsentrasi 10% dapat memberikan pengaruh terbaik dalam mempercepat penutupan luka pada kulit mencit (*M. musculus*) model diabet.

DAFTAR PUSTAKA

- Baranoski S, Ayello EA. 2008. Wound Care Essential Practice Principle. Lippincott Williams & Wilkins, New York.
- BremH, Tomic-Canic M. 2007. Cellular and molecular basis of wound healing in diabetes. *J Clin Invest* 117: 1219-1222.
- Bryant RA, Nix D. 2007. Acute and Chronic Wounds: Current Management Concepts. Elsevier, Missouri.
- Estuningtyas, Arif A. 2007. Farmakologi dan Terapi. Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- Furman BL. 2015. Streptozotocin-induced diabetic models in mice and rats. *Curr Protocols Pharmacol* 70: 1-20.
- Hasanoglu. 2001. Efficacy of micronized flavonoid fraction in healing of clean and infected wounds. *Medicina Oral* 10 (1): 41-44.
- Hashim P, Sidek H, HelanMHM, Sabery A, Palanisamy UD, Ilham M. 2011. Triterpene composition and bioactivities of *Centella asiatica*. *Molecules* 16 (2): 1310-1322.
- Hutapea JR. 1994. Inventarisasi Tanaman Obat Indonesia. Edisi Ketiga. Depkes RI, Jakarta.

- Mohammad G, Mishra KV, Pandey HV. 2008. Antioxidant properties of some nanoparticle may enhance wound healing in T2DM patient. *Digest J Nanomater Biostruct Impact* 3: 159-162.
- Mukherjee PK. 2015. Evidence-Based Validation of Herbal Medicine. Elsevier, Amsterdam.
- Nayak BS, Pereira LMP. 2006. *Catharanthus roseus* flower extract has wound -healing activity in Sprague Dawley rats. *BMC Compl Altern Med* 6: 41.
- Okwu DE. 2004. Phytochemicals and vitamin content of indigenous spices of Southeastern Nigeria. *J Sustain Agric Environ* 6 (1): 30-37.
- Robert GF, Zgonis T, Armstrong DG, Driver VR, Giurini JM, Kravitz SR, Landsman AS, Lavery LA, Moore JC, Schuberth JM, Wukich DK, Andersen C, Vanore JC. 2006. Diabetic Foot Disorder a Clinical Practice Guideline. American College of Foot and Ankle Surgeons, USA.
- Robinson T. 1995. Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi Edisi IV. ITB Press, Bandung.
- Soni H, Singhai AK. 2012. A recent update of botanicals for wound healing activity. *Intl Res J Pharmac* 3 (7): 1-7.
- Steffi. 2010. Isolasi dan karakterisasi senyawa flavonoid dari fraksi etil asetat kulit buah jengkol (*Pithecellobii pericarpium*). [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sudjana. 2012. Metode Statistika. Penerbit Tarsito. Bandung
- Syafnir L, Krishnamurti Y, Ilma M. 2014. Uji aktivitas antidiabetes ekstrak etanol kulit jengkol (*Archidendron pauciflorum* (Benth.) I.C. Nielsen). Prosiding SNaPP2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan. Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Szkudelski T. 2001. The mechanism of alloxan and streptozotocin action in β cells of the rat pancreas. *Physiology Research* 50: 536-546.
- Yanhendri, Yenny SW. 2012. Berbagai bentuk sediaan topikal dalam dermatologi. *Cermin Dunia Kedokteran* 194 39 (6): 423-430.

Keanekaragaman dan potensi tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat

Diversity and potential of floras in the Protected Forest area of Mount Pesagi, West Lampung

MUHAMMAD IMAM SURYA^{1,*}, INGGIT PUJI ASTUTI²

¹Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Kebun Raya Cibodas, PO Box 19, Sindanglaya, Cipanas-Cianjur 43253, Jawa Barat. Tel. +62-263-520448, Fax. +62-263-512233, *email: muhammad.imam.surya@lipi.go.id

²Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya (Kebun Raya Bogor), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Ir. H. Juanda No.13 Bogor 16122, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 7 September 2016. Revisi disetujui: 2 April 2017.

Abstrak. Surya MI, Astuti IP. 2017. *Keanekaragaman dan potensi tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 211-215.* Gunung Pesagi merupakan salah satu kawasan hutan lindung yang dikelola oleh Dinas Kehutanan, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Data dan informasi terkait keanekaragaman dan potensi tumbuhan di kawasan tersebut masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi vegetasi hutan serta menginventarisasi keanekaragaman dan potensi tumbuhan asli di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi. Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi tergolong dalam hutan primer yang memiliki tingkat kerapatan tegakan cukup (40-70% penutup tajuk) dengan kondisi vegetasi yang cukup baik. Selain itu, di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi juga terdapat 337 jenis tumbuhan yang terdiri dari 222 jenis tumbuhan non anggrek dan 115 jenis anggrek. Lebih lanjut, hampir 50% tumbuhan yang dikoleksi memiliki potensi sebagai penghasil kayu, tanaman obat, tanaman buah, maupun tanaman hias.

Kata kunci: Gunung Pesagi, keanekaragaman, Lampung Barat, potensi, tumbuhan

Abstrak. Surya MI, Astuti IP. 2017. *Diversity and potential of floras in the Protected Forest area of Mount Pesagi, West Lampung. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 211-215.* Mount Pesagi is one of the protected forest areas managed by the Forestry Services, West Lampung District, Lampung Province. Data and information related to the diversity and the potential of floras in this area were still very limited. This study aimed to determine the condition of the vegetation of forest and to inventory the diversity and the potential of floras in the Protected Forests area of Mount Pesagi. Based on the observations of vegetation, it could be classified as a primary forest that had a sufficient level of tree density (40-70% canopy cover) with a good vegetation condition. Furthermore, there were 337 species of plants that consisted of 222 species of nonorchid and 115 species of orchid in the Protected Forest area of Mount Pesagi. In the other hand, nearly 50% of plants that collected had potentials as timber, medicinal plants, fruit crops or ornamental plants.

Keywords: Diversity, flora, Mount Pesagi, potential, West Lampung

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai hutan hujan tropis yang cukup luas dan keanekaragaman jenis tumbuhan terbesar keempat di dunia. Keanekaragaman jenis tumbuhan tersebut tergambar pada hutan-hutan yang tersebar di seluruh kawasan Indonesia (Indrawan et al. 2007). Hutan lindung menurut UU No. 41 Tahun 1999 tentang kehutanan merupakan kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Hutan lindung di Indonesia mempunyai fungsi penting dalam menjaga ekosistem dan keanekaragaman hayati dunia. Adanya ancaman maupun gangguan mengakibatkan beberapa kawasan hutan lindung di Indonesia mengalami penurunan luasan kawasan (Ginoga et al. 2005; Supangat 2013).

Kabupaten Lampung Barat merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Lampung yang secara geografis terletak pada koordinat 103°50'13"-104°33'49" BT dan 4°51'26"-5°20'26" LS. Di wilayah bagian utara berbatasan dengan Sematera Selatan dan Kabupaten Way Kanan, bagian selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Barat dan Kabupaten Tanggamus, bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Lampung Utara, Lampung Tengah, dan Kabupaten Tanggamus, serta bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Barat. Luas wilayah Kabupaten Lampung Barat sekitar 2.064,40 km², dimana 61,5% merupakan kawasan hutan yang terdiri dari kawasan hutan lindung dengan luasan 39.231,27 ha dan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan dengan luas sekitar 87.725 ha. Berdasarkan ketinggian tempat, wilayah Kabupaten Lampung Barat dibedakan menjadi 3 wilayah yaitu dataran rendah dengan ketinggian 0-200 mdpl, daerah perbukitan dengan ketinggian 200-1000 mdpl, dan daerah pegunungan dengan ketinggian 1000-2000 mdpl. Di bagian barat laut

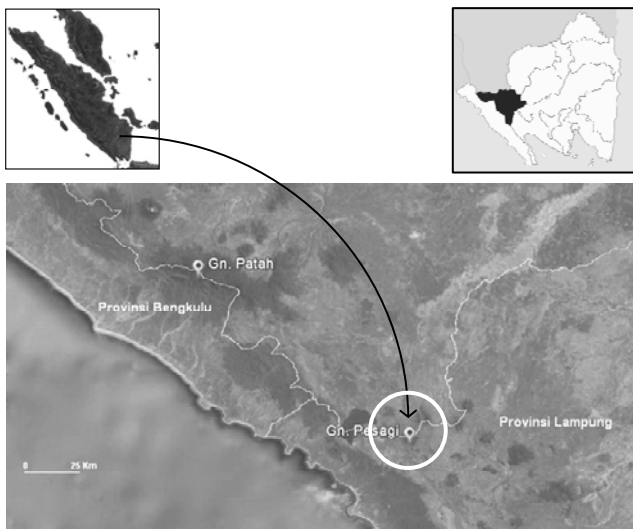
Kabupaten Lampung Barat terdapat Gunung Pugung (± 1808 mdpl), Bukit Palalawan (± 1753 mdpl), dan Bukit Tabajan (± 1413 mdpl), sedangkan di bagian selatan terdapat Bukit Penetoh (± 1166 mdpl), Bukit Bawangtutung (± 1042 mdpl), Gunung Sekincau (± 1718 mdpl), Pegunungan Labuan Balak (± 1313 mdpl), dan Bukit Sipulang (± 1315 mdpl). Di sebelah timur dan utara terdapat Gunung Pesagi (± 2249 mdpl), Gunung Subhanallah (± 1623 mdpl), Gunung Ulujamus (± 1789 mdpl), Gunung Siguguk (± 1779 mdpl), dan Bukit Penataan (± 1688 mdpl) (Basmar 2008). Gunung Pesagi merupakan gunung tertinggi di Provinsi Lampung dan termasuk ke dalam kawasan hutan lindung di bawah pengawasan Dinas Kehutanan Kabupaten Lampung Barat.

Dipilihnya Hutan Lindung Gunung Pesagi sebagai lokasi penelitian dikarenakan data dan informasi terkait dengan kekayaan sumber daya hayati khususnya keanekaragaman dan potensi tumbuhan yang ada di kawasan tersebut masih sangat terbatas atau dapat dikatakan belum ada. Sementara itu, data dan informasi tersebut sangat diperlukan dalam upaya pengelolaan dan pemanfaatan hutan secara berkelanjutan, khususnya oleh masyarakat sekitar dan institusi-institusi terkait. Selain untuk mengetahui kondisi vegetasi hutan, penelitian ini juga bertujuan untuk mengoleksi dan menginventarisasi keanekaragaman dan potensi tumbuhan asli Hutan Lindung Gunung Pesagi.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Kabupaten Lampung Barat (Gambar 1) pada bulan Maret 2016. Lokasi penelitian dimulai dari pintu hutan di Desa Hujung. Kegiatan penelitian dilakukan pada ketinggian 1200 mdpl sampai puncak Gunung Pesagi pada ketinggian 2250 m dpl.



Gambar 1. Lokasi kawasan hutan lindung Gunung Pesagi, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung

Cara kerja

Koleksi flora dilakukan dengan metode jelajah (Rugayah et al. 2004; 2005) mulai dari pintu hutan Desa Hujung hingga puncak Gunung Pesagi. Pengoleksian flora meliputi spesimen hidup dalam bentuk bibit (*seedling*), stek, atau biji. Selain spesimen hidup, spesimen mati dalam bentuk herbarium juga dibuat untuk setiap spesimen yang dikoleksi. Setiap spesimen yang dikoleksi diberi nomor dan dicatat data yang diperlukan seperti ciri-ciri morfologi, nama daerah, perawakan, kegunaan, dan lokasi pengambilan sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi vegetasi

Hutan Lindung Gunung Pesagi terletak sekitar 30 km dari Kota Liwa, tepatnya di bagian timur laut. Kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi lebih dikenal sebagai tempat wisata religi dan wisata alam dibandingkan sebagai kawasan hutan lindung. Namun seiring dengan kepercayaan masyarakat setempat sebagai kawasan wisata religi, hal ini mengakibatkan terjaganya kondisi hutan. Kondisi tersebut dapat dibuktikan dengan masih banyak ditemukannya tegakan-tegakan pohon besar dengan diameter batang di atas 50 cm. Pohon rasamala (*Altingia exelca*) merupakan pohon dengan diameter terbesar yang dapat dijumpai selama kegiatan penelitian (Gambar 2). Berdasarkan hasil penelusuran, minimal terdapat 9 pohon rasamala yang memiliki diameter antara 1-2,5 meter. Hal ini mengindikasikan bahwa kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi dapat digolongkan sebagai tipe hutan primer dari hutan hujan tropis yang ada di wilayah Sumatera. IFCC (2013) menyatakan bahwa hutan primer adalah hutan yang secara alami melakukan regenerasi dari spesies asli dan memiliki indikasi jelas bahwa di dalamnya tidak terdapat kegiatan manusia yang secara signifikan berpengaruh terhadap perubahan ekologi aslinya. Selain sebagai kawasan hutan primer, hutan tersebut sekaligus menjadi kawasan hutan tangkapan air yang sangat baik, dimana sumber air yang mengalir dari air terjun Gunung Pesagi ke sungai menjadi sumber daya air yang dijadikan oleh masyarakat sebagai sumber energi untuk menggerakkan turbin pembangkit tenaga listrik yang menerangi kawasan pedesaan di sekitarnya, sumber air minum, keperluan mandi, serta mencuci. Sumber air tersebut juga sekaligus dimanfaatkan sebagai sumber pengairan untuk mengairi persawahan yang terdapat di Desa Hujung.

Lebih lanjut, berdasarkan hasil pengamatan dan inventarisasi di kawasan hutan Gunung Pesagi dapat diinformasikan tentang kekayaan sumber daya hayati tumbuhan yang tersimpan dan menyusun vegetasi hutan di kawasan tersebut mulai dari tumbuhan lantai dasar hutan/tumbuhan penutup, tegakan/pohon, dan tumbuhan merambat (Tabel 1). Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa berdasarkan kerapatan tegakan (Departemen Kehutanan 1992), kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi dapat digolongkan ke dalam kelas hutan dengan tingkat kerapatan cukup yang memiliki 40-70% penutupan tajuk. Hal ini sejalan dengan hasil analisis yang



Gambar 2. Pohon rasamala (*Altingia exelca*) di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat

dilakukan oleh Efendi et al. (2016) yang menyatakan bahwa selain memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, kondisi hutan di kawasan hutan lindung Gunung Pesagi berada dalam kondisi normal (seimbang) berdasarkan kondisi struktur tegakan secara horizontal.

Keanekaragaman dan potensi tumbuhan

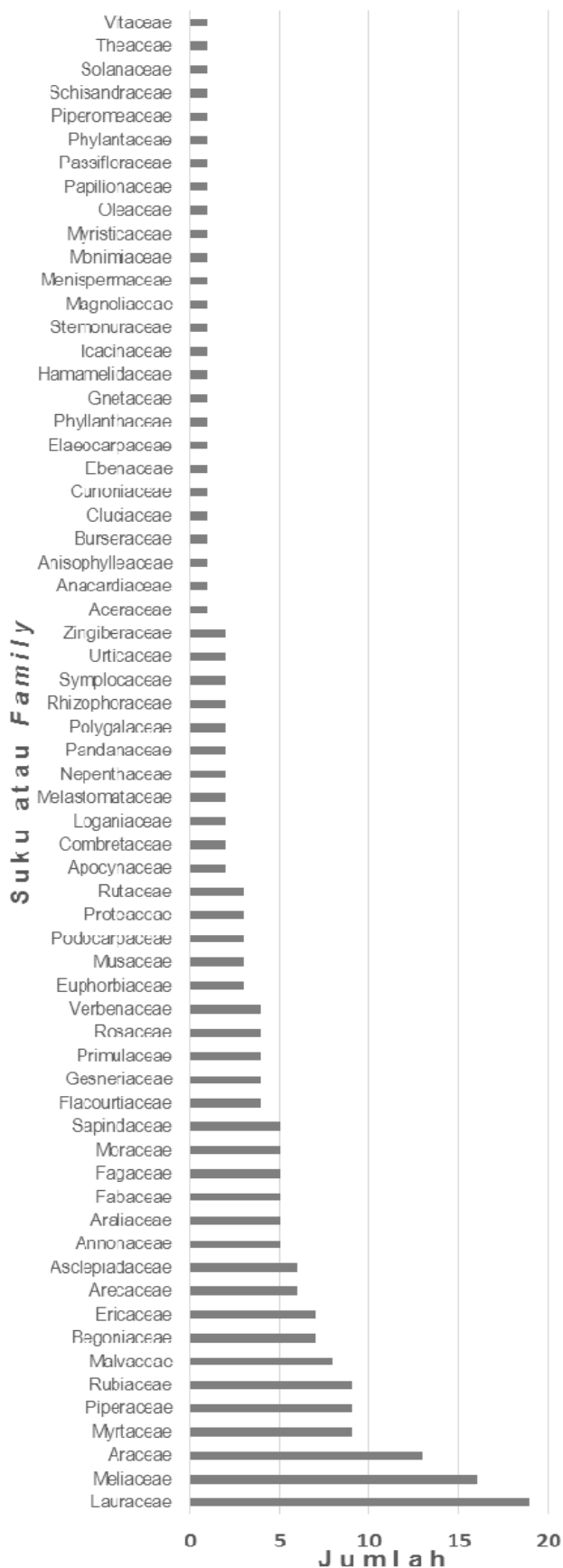
Hasil pengoleksian tumbuhan yang dilakukan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi diperoleh sebanyak 337 jenis yang terdiri dari 222 jenis tumbuhan non anggrek dan 115 jenis anggrek. Pada Gambar 3, untuk jenis koleksi non anggrek didominasi oleh suku Lauraceae

(19 jenis), Meliaceae (16 jenis), Araceae (13 jenis), Myrtaceae (9 jenis), Piperaceae (9 jenis), dan Rubiaceae (9 jenis). Berdasarkan habitusnya, 337 jenis tersebut diketahui terdiri atas 125 jenis pohon, 25 jenis perdu (*shrubs*), 34 jenis herba, 33 jenis liana atau memanjat, dan 118 jenis epifit (Gambar 4). Dari 337 tumbuhan yang dikoleksi, diketahui bahwa 143 jenis berpotensi sebagai tanaman hias, 29 jenis berpotensi sebagai tanaman buah, 15 jenis berpotensi sebagai tanaman obat, dan 13 jenis berpotensi sebagai penghasil kayu atau bahan bangunan.

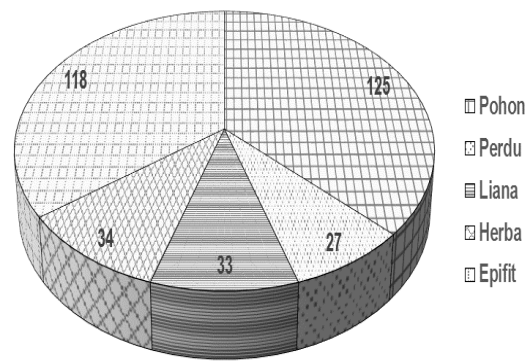
Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa mayoritas keanekaragaman tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi yang berpotensi sebagai tanaman hias berasal dari suku Orchidaceae, Ericaceae, Begoniaceae, Asclepiadaceae, dan Gesneriaceae. Orchidaceae atau kelompok suku anggrek memiliki potensi ekonomi yang tinggi untuk dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai komoditas tanaman hias. Anggrek merupakan salah satu komoditas prioritas yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pertanian. Selain anggrek, beberapa jenis dari suku Ericaceae diantaranya *Rhododendron aequabile*, *Rhododendron rarilepidotum*, *Rhododendron javanicum*, *Rhododendron malayanum*, dan *Rhododendron retusum* yang telah dikoleksi dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai tanaman hias. Lebih lanjut, populasi *Rhododendron* di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi banyak ditemukan pada ketinggian 1800 mdpl. Suku Myrtaceae (*Syzygium* spp.), Rosaceae (*Rubus* spp.), dan Moraceae (*Ficus* spp.) merupakan mayoritas suku dengan jenis-jenis yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai tanaman buah. Normasiwi dan Surya (2016) melaporkan ketiga suku tersebut juga merupakan mayoritas koleksi yang berpotensi sebagai tanaman buah yang dimiliki oleh Kebun Raya Cibodas. Hal ini membuktikan bahwa di hutan pegunungan Indonesia, keanekaragaman jenis dari ketiga suku tersebut cukup tinggi. Untuk keanekaragaman jenis tumbuhan yang telah dikoleksi dari kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi dan berpotensi sebagai tanaman obat didominasi oleh suku Piperaceae (*Piper* spp.). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Utami dan Asmaliyah (2010) yang melaporkan bahwa Piperaceae merupakan salah satu suku yang umum

Tabel 1. Keanekaragaman suku tumbuhan yang dominan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat

| Pohon dengan diameter >10 cm | Pohon dengan diameter <10 cm | Tumbuhan penutup | Tumbuhan merambat |
|------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| Meliaceae | Rubiaceae | Pteridophyta | Calamus |
| Fagaceae | Arecaceae | Rosaceae | Fabaceae |
| Hamamelidaceae | Aceraceae | Zingiberaceae | Piper |
| Myrtaceae | Myrtaceae | Comeliaceae | Vitaceae |
| Lauraceae | Verbenaceae | Begoniaceae | Araliaceae |
| Proteaceae | Anonaceae | Gesneriaceae | Anonaceae |
| Euphorbiaceae | Placortiaceae | Acanthaceae | Rutaceae |
| Myrsinaceae | | Urticaceae | Lamiaceae |
| Anonaceae | | Cyperaceae | Menispermaceae |
| Podocarpaceae | | Myrsinaceae | |
| | | Araceae | |



Gambar 3. Kelimpahan suku-suku tumbuhan yang dikoleksi dari kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat



Gambar 4. Keanekaragaman tumbuhan di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi, Lampung Barat berdasarkan habitusnya

digunakan oleh masyarakat di Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus sebagai tumbuhan obat. Untuk tumbuhan yang berpotensi sebagai penghasil kayu atau bahan bangunan tercatat bahwa dari suku Lauraceae (*Litsea* spp.), Podocarpaceae (*Dacrycarpus imbricatus*, *Nageia wallichiana*, *Podocarpus* sp.), dan Hamamelidaceae (*Altingia excelsa*, *Exbucklandia* sp.) merupakan kelompok jenis-jenis tumbuhan yang memiliki potensi tinggi untuk dibudidayakan sebagai tanaman penghasil kayu. Lebih lanjut, jenis-jenis dari ketiga suku tersebut dilaporkan merupakan penghasil kayu bahan bangunan yang bernilai ekonomi tinggi (Uji 2002; Rasnovi et al. 2008; Hidayat 2015).

Hutan Lindung Gunung Pesagi merupakan salah satu sumber keanekaragaman flora yang ada di Indonesia. Sebagai sumber keanekaragaman hayati, flora di Gunung Pesagi memiliki berbagai ragam keunikan dan potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai komoditas komersial yang baru. Melalui kegiatan eksplorasi dan pengoleksian tumbuhan di Hutan Lindung Gunung Pesagi, beberapa informasi terkait suku, marga, maupun jenis-jenis tumbuhan berpotensi dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung ekonomi masyarakat di seputar kawasan maupun di Indonesia secara umum.

Berdasarkan hasil observasi dapat disimpulkan bahwa Hutan Lindung Gunung Pesagi tergolong dalam hutan primer yang memiliki tingkat kerapatan tegakan cukup (40-70% penutup tajuk) dengan kondisi vegetasi yang cukup baik. Selain itu, Hutan Lindung Gunung Pesagi juga memiliki 337 jenis tumbuhan yang terdiri dari 222 jenis tumbuhan non anggrek dan 115 jenis anggrek. Lebih lanjut, keanekaragaman tumbuhan yang dimiliki oleh Hutan Lindung Gunung Pesagi memiliki potensi yang tinggi sebagai tanaman kayu, tanaman buah, tanaman hias, dan tanaman obat. Hingga saat ini, pendekatan keagamaan yang digunakan oleh masyarakat di kawasan Hutan Lindung Gunung Pesagi terbukti mampu dijadikan sebagai cara yang efektif untuk menjaga ekosistem dan keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas kerja sama dan bantuannya kepada tim eksplorasi yang berasal dari PKT Kebun Raya LIPI, BKT Kebun Raya Cibodas, UPTD Kebun Raya Liwa, dan Dinas Kehutanan Kabupaten Lampung Barat. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala PKT Kebun Raya LIPI untuk dukungannya terhadap kegiatan ini melalui pendanaan DIPA Program PN9 Tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Basmar A. 2008. Arah Pengembangan Kawasan Usaha Agro Terpadu Berbasis Komoditas Kelapa di Kabupaten Lampung Barat. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Departemen Kehutanan. 1992. Manual Kehutanan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- 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.
- Ginoga K, Lugina M, Djaenuhin D. 2005. Kajian kebijakan pengelolaan hutan lindung. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi* 2 (2): 203-231.
- Hidayat, S. 2015. Komposisi dan struktur tegakan penghasil kayu bahan bangunan di hutan lindung Tanjung Tiga, Muara Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 22(2): 194-200.
- IFCC [Indonesian Forestry Certification Cooperation]. 2013. Pengelolaan hutan lestari-Persyaratan. Kerjasama Sertifikasi Kehutanan Indonesia (KSK)/IFCC, Bogor.
- Indrawan M, Primack RB, Supriatna J. 2007. Biologi konservasi. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Normasiwi S, Surya MI. 2016. The potential fruit crop of Cibodas Botanical Garden. *Biosaintifika* 8 (2): 206-213.
- Rasnovi, S, Vincent G, Kusmana C, Tjitrosemito S. 2008. Keragaman jenis anakan tumbuhan berkayu pada wanatani karet: pengaruh mur dan intensitas manajemen. In: Belajar dari Bungo: Mengelola sumber daya alam di era desentralisasi. Paper 3-6, Hal. 239-256.
- Rugayah, Retnowati A, Indarti FI et al. 2004. Pengumpulan data taksonomi. In: Rugayah EA, Widjaya, Praptiwi (eds). Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora. Puslit Biologi- LIPI, Bogor.
- Rugayah. 2005. Eksplorasi plasma nutfah. Buku Pedoman Pengelolaan Plasma Nutfah Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Supangat AB. 2013. Pengaruh gangguan pada kawasan hutan lindung terhadap kualitas air sungai: Studi kasus di Provinsi Jambi. *Forest Rehabilitation Journal* 1 (1): 75-89.
- Uji, T. 2002. Keanekaragaman dan potensi flora di Gunung Halimun dan sekitarnya di Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi edisi khusus* 6(1): 1-12.
- Utami S, Asmaliyah. 2010. Potensi pemanfaatan tumbuhan obat di Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. *Tekno Hutan Tanaman* 3 (2): 1-29.

Peningkatan produktivitas sapi Bali melalui inseminasi buatan dengan sperma sexing di Techno Park Banyumulek, Nusa Tenggara Barat

Increasing Bali cattle productivity with sexed sperm artificial insemination in Techno Park Banyumulek, West Nusa Tenggara

MUHAMMAD GUNAWAN*, EKAYANTI MULYAWATI KAIIN, RONI RIDWAN

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

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 3 April 2017.

Abstrak. Gunawan M, Kaiin EM, Ridwan R. 2016. Peningkatan produktivitas sapi Bali melalui inseminasi buatan dengan sperma sexing di Techno Park Banyumulek, Nusa Tenggara Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 216-219*. Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah salah satu daerah penghasil ternak terbesar untuk memenuhi kebutuhan daging nasional. Populasi terbesar yang dikembangkan oleh kelompok tani ternak adalah sapi Bali. Keunggulan yang dimiliki sapi Bali sebagai plasma nutfah asli Indonesia terbukti memiliki kekuatan adaptasi lingkungan dan perkembangbiakan yang baik. Upaya peningkatan produktivitas sapi Bali dilakukan dengan program inseminasi buatan menggunakan sperma dari pejantan sapi Bali unggul terseleksi. Melalui kegiatan Techno Park Banyumulek, penelitian ini dilakukan untuk mengaplikasikan hasil produksi sperma sapi sexing beku dari Balai Inseminasi Buatan Lelede Banyumulek, Nusa Tenggara Barat. Parameter produktivitas pejantan sapi Bali sebagai sumber sperma meliputi kualitas makroskopis dan mikroskopis serta uji motilitas setelah pembekuan. Produktivitas sapi di peternakan rakyat dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur nilai efisiensi reproduksi pada sapi betina akseptor Inseminasi Buatan (IB) menggunakan sperma sexing. Parameter nilai efisiensi reproduksi berdasarkan nilai *Service per Conception* (S/C) dan *Conception Rate* (CR).

Kata kunci: Efisiensi reproduksi, inseminasi buatan, produktivitas, sapi Bali, sperma sexing

Abstract. Gunawan M, Kaiin EM, Ridwan R. 2016. Increasing Bali cattle productivity with sexed sperm artificial insemination in Techno Park Banyumulek, West Nusa Tenggara. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 216-219*. West Nusa Tenggara (NTB) province is one of the biggest districts for production meat to fulfilled national meat needed. The biggest population for breeding by the local farmer is the Bali cattle. The excellence having by the Bali cattle as an original Indonesian germplasm was proved to have good power in environment adaptation and breeding. An effort to increasing the Bali cattle productivity was held by artificial insemination program using the sperm of selected Bali's bull. By Techno Park activity in Banyumulek, this research was held to apply the final product of frozen sexed sperm from Artificial Insemination Center (AIC) Lelede Banyumulek in NTB. The productivity of bull's sperm parameter covered macroscopies and microscopies quality and motility tested after freezing. The productivity of Bali cattle on livestock was measured reproduction efficiency valve of cow acceptor artificial insemination (AI) using sexing sperm. The parameter based on *Service per Conception* (S/C) dan *Conception Rate* (CR).

Keywords: Productivities, bali cattle, sexing sperm, artificial insemination, reproduction efficiency

PENDAHULUAN

Peningkatan populasi dan mutu genetik ternak sapi Bali di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) yang telah berjalan adalah inseminasi buatan (IB) pada pembibitan sapi rakyat yang tergabung dalam kelompok-kelompok tani ternak. Pembibitan sapi di Provinsi NTB ditujukan untuk mengembangkan sapi Bali sebagai plasma nutfah asli asal Indonesia. Program Pemerintah Provinsi NTB untuk peningkatan populasi dan mutu genetik sapi Bali telah mencanangkan program Bumi Sejuta Sapi (BSS) dan Percepatan Swasembada Daging dan Susu (PSDS) mendukung program dari Departemen Pertanian. Peningkatan populasi dan mutu genetik ternak dengan aplikasi IB yang sudah dilakukan pada saat ini perlu

ditingkatkan efisiensinya dengan penerapan teknologi IB menggunakan sperma sexing. Melalui kegiatan Techno Park Banyumulek terjalin kerjasama antara Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI dengan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan, Provinsi NTB, dalam alih teknologi sexing sperma sapi Bali di Balai Inseminasi Buatan Banyumulek.

Perkembangan IB dengan sperma sexing dapat berguna untuk mendapatkan pedet dengan jenis kelamin yang diharapkan. Jenis kelamin ditentukan oleh adanya kromosom X dan Y pada spermatozoa pejantan (Hafez 1993). Spermatozoa berkromosom X, jika membuahi sel telur akan menghasilkan embrio betina. Sedangkan spermatozoa berkromosom Y, akan menghasilkan embrio jantan (Susilawati et al. 1999). Spermatozoa X dan Y masing-masing berbeda dalam ukuran dan bentuk

spermatozoa, berat, densitas, motilitas, muatan dan kandungan biokimia pada permukaannya (Hafez 1993). Beberapa perbedaan ini menyebabkan spermatozoa X dan Y memungkinkan untuk dipisahkan. Berbagai metode pemisahan spermatozoa X dan Y telah banyak dilakukan. Metode pemisahan tersebut antara lain yaitu sedimentasi, kolom albumin, sentrifugasi gradient densitas, elektroforesis, H-Y antigen, flow cytometry dan filtrasi dengan kolom sephadex (Hafez 1993). Keberhasilan menggunakan spermatozoa hasil pemisahan spermatozoa X dan Y ini sekitar 85-95% (Garner and Seidel 2000), sedangkan rasio antara jumlah spermatozoa X dan Y sebelum pemisahan adalah 50% : 50% (Hunter 1982). Pemisahan spermatozoa dengan metode kolom *bovine serum albumin* (BSA) mudah dilakukan dan diaplikasikan serta dapat menghasilkan spermatozoa X dan Y antara 71-76%. (Kaiin et al. 2003).

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan teknologi sexing sperma di BIBD Banyumulek NTB sebagai pusat penghasil semen beku dan untuk mengetahui peningkatan produktivitas sapi Bali di peternakan rakyat dengan aplikasi IB menggunakan sperma sexing.

BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan. Tahap pertama dari April sampai dengan Agustus 2015 pelaksanaan penelitian sexing sperma sapi Bali di BIB Lelede, Banyumulek, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Barat. Tahap kedua dari September 2015 sampai dengan Januari 2016 pelaksanaan IB sperma sexing dengan akseptor sapi Bali betina di kelompok-kelompok tani ternak. Lokasi kelompok tani ternak sebagai akseptor IB sperma sexing berada di Kabupaten Lombok Barat, Kabupaten Lombok Tengah dan Kabupaten Lombok Timur.

Cara kerja

Sexing sperma

Pejantan Sapi Bali sebanyak 5 ekor dari BIB Lelede Banyumulek digunakan sebagai sumber semen segar. Semen segar di tampung menggunakan vagina buatan dengan suhu 40°C pada saat ejakulat dengan bantuan sapi pemancing. Batasan kualitas rata-rata sperma sapi Bali yang dapat di sexing dengan kualitas makroskopis dan mikroskopis yaitu, volume 4 ml (2 ml s/d 6 ml), kepekatan sedang s/d kental, bau normal khas sapi, pH 6,5 - 7,5, gerakan massa + s/d ++++, motilitas 60-70% dan konsentrasi $\leq 1.000 \times 10^6$ /ml. Sexing sperma dilakukan dengan kolom BSA 5 dan 10% menggunakan tabung kaca dengan pengatur suhu di dalam waterbath selama 30 sampai dengan 60 menit. Sperma sexing yang telah terkoleksi kemudian diencerkan dengan pengencer tris kuning telur dan diekuilibrasikan selama 2 jam. Pembekuan dilakukan dengan menempatkan sperma diatas uap nitrogen cair selama 15 menit, kemudian dimasukkan kedalam nitrogen cair dan disimpan dalam container nitrogen cair. Evaluasi

kualitas sperma sexing beku dilakukan dengan thawing setelah 24 jam penyimpanan. *Post Thawing Motility* (PTM) mengacu pada standar SNI semen beku sapi tahun 2008.

Seleksi sapi betina asektor inseminasi buatan

Seleksi sapi Bali betina yang digunakan sebagai akseptor IB adalah sapi Bali betina yang pernah beranak satu sampai dengan dua kali (sapi akseptor tidak ada gangguan reproduksi). Nilai *Body Condition Score* (BCS) sapi Bali akseptor yang digunakan antara 2,5 sampai dengan 3.

Inseminasi buatan dengan sperma sexing

Pelaksanaan inseminasi buatan dengan sperma sexing dilakukan pada sapi betina yang mengalami siklus birahi alami (minta kawin) rata-rata interval 21 hari, dengan tanda-tanda yaitu sapi tampak gelisah, banyak bersuara, pada bagian alat kelamin luar (vulva) mengalami perubahan seperti: bengkak, merah dan basah berlendir. Birahi terjadi pada pagi hari maka IB pada sore hari dan birahi terlihat pada sore hari maka IB pada pagi hari berikutnya sebelum jam 12 siang (Toelihere 1993). Pelaksanaan IB dilakukan oleh petugas inseminator dengan perlengkapan lapang yaitu kontainer nitrogen cair sebagai tempat penyimpanan sperma sexing beku dan peralatan inseminasi untuk menginseminasikan sperma ke dalam uterus sapi.

Pemeriksaan kebuntingan dan jenis kelamin dari kelahiran pedet

Pemeriksaan kebuntingan dengan menggunakan dua metode yaitu pemeriksaan dengan alat Ultrasonografi (USG) dan dengan cara palpasi rektal. Pemeriksaan USG dilakukan pada kebuntingan 30 sampai 60 hari, sedangkan pemeriksaan palpasi rektal dilakukan pada umur kebuntingan 90 hari (3 bulan) (Gunawan et al. 2015). Kelahiran dengan pengamatan jenis kelamin pedet setelah kebuntingan selama 9 bulan diperoleh dari laporan peternak dan dibuktikan oleh petugas inseminator untuk pencatatan dan pelaporan.

Analisis data

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola searah dengan parameter jenis sperma sexing untuk IB terhadap tingkat efisiensi reproduksi ternak betina akseptor, meliputi dua parameter yaitu: *Service per Conception* (S/C) yaitu jumlah semen (straw) yang digunakan dibagi dengan jumlah sapi yang berhasil bunting dan *Conception Rate* (CR) yaitu jumlah sapi yang berhasil bunting pada IB ke-1 dibagi dengan jumlah sapi akseptor IB dikalikan seratus persen. Analisis data dilakukan menggunakan software SPSS versi 17.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penampungan semen segar sapi Bali dengan vagina buatan di peroleh hasil seperti pada Tabel 1. Kualitas sperma sexing beku setelah di thawing kemudian

Tabel 1. Kualitas makroskopis dan mikroskopis semen segar sapi Bali

| Parameter | Nilai hasil |
|--------------------------------|-------------------|
| Volume (ml) | 6,23 |
| Warna | putih susu |
| Bau | normal khas sapi |
| Konsistensi | sedang s/d kental |
| pH | 7 |
| Gerakan Massa | ++ s/d +++ |
| Motilitas (%) | 70 |
| Konsentrasi (10 ⁶) | 1.611,17 |
| Membran Plasma Utuh (MPU) (%) | 93,44 |
| Abnormalitas (%) | 8,42 |

Tabel 2. Kualitas sperma sexing sapi Bali setelah thawing

| Parameter | Setelah thawing | |
|-------------------------------|-----------------|-------|
| | X | Y |
| Motilitas (%) | 42,15 | 39,52 |
| Membran Plasma Utuh (MPU) (%) | 75,24 | 74,29 |
| Abnormalitas (%) | 9,40 | 9,14 |

Tabel 3. Nilai *Service per Conception* (S/C) Hasil IB dengan Sperma Sexing X

| Lokasi | Jumlah Straw | Jumlah sapi bunting hasil IB | S/C (%) |
|---|--------------|------------------------------|---------|
| Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat | 150 | 105 | 1,43 |
| Kecamatan Wanasaba, Kabupaten Lombok Timur | 342 | 235 | 1,46 |
| Kabupaten Lombok Tengah | 100 | 72 | 1,39 |

Tabel 4. Nilai *Conception Rate* (CR) Hasil IB dengan Sperma Sexing X

| Lokasi | Jumlah sapi betina asektor IB | Jumlah sapi bunting hasil IB ke-1 | CR (%) |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|--------|
| Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat | 115 | 78 | 67,83 |
| Kecamatan Wanasaba, Kabupaten Lombok Timur | 289 | 191 | 66,09 |
| Kabupaten Lombok Tengah | 75 | 51 | 68,00 |

Tabel 5. Persentase ketepatan IB dengan sperma sexing X terhadap jenis kelamin pedet yang dilahirkan

| Lokasi | Kelahiran pedet betina (ekor) | Kelahiran pedet jantan (ekor) |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
| Kecamatan Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat | 19 (76%) | 6 (24%) |
| Kecamatan Wanasaba, Kabupaten Lombok Timur | 23 (76,7%) | 7 (23,3%) |
| Kabupaten Lombok Tengah | 18 (75%) | 6 (25%) |

dievaluasi kualitas motilitas, viabilitas dan abnormalitas seperti pada Tabel 2. Efisiensi reproduksi tahap pertama dengan evaluasi nilai *Service per Conception* (S/C) untuk mengetahui tingkat fertilitas sperma sexing untuk menghasilkan sapi akseptor menjadi bunting seperti pada Tabel 3. Efisiensi reproduksi tahap kedua dengan evaluasi nilai *Conception Rate* (CR) untuk mengetahui tingkat fertilitas sperma sexing dengan satu kali IB seperti pada Tabel 4. Persentase ketepatan IB dengan sperma sexing X terhadap jenis kelamin pedet yang dilahirkan ditunjukkan pada Tabel 5.

Pembahasan

Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu provinsi lumbung ternak sapi di Indonesia. Jenis sapi yang banyak dibudidayakan di peternakan rakyat adalah sapi Bali dan sedikit persilangan sapi Simmental dan Limousin. Program Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat untuk meningkatkan populasi dan mutu genetik ternak sapi Bali dengan Program Bumi Sejuta Sapi telah mendorong penggunaan teknologi inseminasi buatan secara luas. Balai Inseminasi Buatan Daerah Banyuwangi sebagai produsen semen (sperma) beku merupakan penyedia bibit unggul untuk IB di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Kerjasama antara LIPI dan Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Nusa Tenggara Barat melalui kegiatan Techno Park Banyuwangi telah melakukan alih teknologi sexing sperma pada sapi Bali untuk meningkatkan efisiensi reproduksi dalam budidaya sapi di peternakan rakyat. Penggunaan sperma sexing diharapkan untuk meningkatkan kelahiran anak sapi betina sebagai calon induk. Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing di peternakan pembibitan komersial telah lama dilakukan untuk mendapatkan efisiensi dalam usaha yang dijalankan. Perkembangan IB sperma sexing dengan tujuan efisiensi usaha ini menjadi dasar untuk menyebarkan hasil bioteknologi reproduksi sperma sexing di peternakan rakyat sebagai lumbung ternak utama di Indonesia.

Alih teknologi sexing sperma sapi Bali di BIBD Banyuwangi telah berhasil memproduksi sperma sexing beku karena didukung oleh pejection-pejection sapi Bali yang berkualitas. Kualitas semen segar dari tiga ekor pejection terpilih dengan kualitas semen segar seperti Tabel 1, telah memenuhi standar untuk di produksi menjadi sperma beku. Kualitas semen sapi Bali menurut hasil penelitian Kusdiantoro et al. (2010), semen segar sapi Bali memiliki rata-rata volume ejakulat 6,06 ml; konsentrasi 1.370 juta sperma/ml; motilitas 79% dan abnormal 9,15%. Hasil penelitian kualitas semen segar sapi Bali untuk tujuan sexing sperma yaitu rata-rata volume ejakulat 4,3 ml; konsentrasi 1.256 juta sperma/ml; motilitas 70-75% dan membran plasma utuh (MPU) 66,7% (Kaiin et al. 2012). Sedangkan nilai kualitas semen sapi Bali tertinggi hasil penelitian Said et al, (2012), dengan volume ejakulat 6,47 ml; konsentrasi 1.741 juta sperma/ml dan motilitas 90,44%.

Kualitas sperma sexing beku setelah thawing pada penelitian ini di peroleh hasil motilitas pada sperma X sebesar 40,45 dan sperma Y sebesar 39,14%. Hasil ini menunjukkan perbedaan motilitas sperma X lebih baik dan memenuhi standar SNI dibandingkan motilitas sperma Y.

Pada penelitian Kaiin et al. (2012) melaporkan kualitas sperma sexing setelah pencairan kembali (thawing) tidak terdapat perbedaan dibandingkan sperma tanpa sexing dengan motilitas diatas 40% sebagai syarat SNI 4869.1: 2008. Penurunan kualitas sperma sexing dibandingkan dengan sperma tanpa sexing terdapat pada perpanjangan waktu 4 jam setelah thawing menunjukkan sperma sexing mengalami penurunan motilitas dibawah 40% (Said et al. 2004).

Pada penelitian ini telah diperoleh hasil tingkat efisiensi reproduksi dengan parameter angka *conception rate* (CR) dan *service per conception* (S/C) pada aplikasi IB dengan sperma sexing X (betina) untuk meningkatkan jumlah populasi sapi Bali betina sebagai indukan. Pada penelitian ini diperoleh nilai rata-rata S/C sebesar 1,84 dan nilai CR sebesar 56,19%. Hasil penelitian terdahulu yang dilaporkan oleh Gunawan et al. (2013) menunjukkan bahwa tingkat efisiensi reproduksi aplikasi IB dengan sperma sexing mempunyai nilai CR lebih rendah (48.5-58.3%) dibandingkan sperma tanpa sexing (73.6%), sedangkan nilai S/C pada IB dengan sperma sexing memiliki nilai lebih besar (1.78-1.97) dibandingkan dengan sperma tanpa sexing (1.54). Nilai S/C yang diperoleh dalam penelitian ini masih menunjukkan nilai yang normal, seperti pendapat Toelihere (1985) yang menyatakan bahwa nilai S/C yang normal berkisar antara 1,6 sampai 2,0. Semakin rendah nilai S/C, maka semakin tinggi nilai kesuburan ternak betina dan sebaliknya semakin tinggi nilai S/C, maka semakin rendah nilai kesuburan ternak betina. Faktor menurunnya nilai CR dan naiknya nilai S/C pada IB dengan sperma sexing dibandingkan IB dengan sperma tanpa sexing dapat disebabkan oleh proses pemisahan (sexing). Keberhasilan kebuntingan dan ketepatan jenis kelamin pedet yang dilahirkan merupakan pembuktian akhir dari aplikasi IB dengan sperma sexing ini. Pada penelitian ini belum diperoleh hasil kelahiran anak sapi untuk mengetahui kesesuaian jenis kelamin karena sapi akseptor pada tahap kebuntingan. Situmorang et al. (2014) melaporkan bahwa IB dengan sperma sexing hasil pemisahan dengan albumin telur pada sperma X mencapai 65%. Nilai efisiensi reproduksi yang masih rendah merupakan indikator dan kendala dalam peningkatan produktivitas sapi di peternakan rakyat adalah manajemen pemeliharaan yang belum baik. Kebutuhan pakan masih tergantung dengan musim, pada musim penghujan ternak mendapat pakan hijauan yang melimpah, akan tetapi pada saat musim kemarau mengalami kekurangan pakan dan hanya diberikan pakan jerami kering. Pencatatan sistem pembibitan yang lemah dengan tidak adanya pencatatan silsilah ternak yang dipelihara juga menyebabkan program pembibitan yang dijalankan belum terarah dengan baik.

Dalam kesimpulan, aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dapat meningkatkan produktivitas ternak dengan meningkatkan efisiensi reproduksi dalam usaha pembibitan ternak yang dijalankan. Penggunaan IB dengan sperma X dapat digunakan untuk tujuan memperbanyak kelahiran anak betina sebagai calon induk. Keberhasilan IB sperma sexing di peternakan rakyat dapat ditingkatkan dengan seleksi sapi Bali betina calon akseptor yang memiliki nilai BCS antara 2,5 sampai dengan 3, serta

perbaiki mutu pakan dan pola pemeliharaan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Sekretariat Kegiatan Techno Park (TP) Banyumulek, Nusa Tenggara Barat (NTB), Laboratorium Reproduksi Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI dan Balai Inseminasi Buatan Daerah Banyumulek, Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Propinsi Nusa Tenggara Barat, atas kerjasama dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Garner DL, Seidel GE Jr. 2000. Sexing bull sperm. In: Chenoweth PJ (ed). Topics in Bull Fertility. International Veterinary Information Services IVISO. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Gunawan M, Kaiin EM dan Said S. 2015. Aplikasi Inseminasi Buatan dengan Sperma Sexing dalam Meningkatkan Produktivitas Sapi di Peternakan Rakyat. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. Depok, 20 Desember 2014. Vol. 1. No. 1. Hal:93-96. Maret 2015.
- Gunawan M, Kaiin EM, Said S dan Tappa B. 2013. Keberhasilan Kebuntingan Hasil Inseminasi Buatan Menggunakan Sperma Sexing di Kawasan Peternakan Sapi Perah Bogor dan Tasikmalaya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan : Membangun Center of Excellence untuk Pembangunan Industri Peternakan Menuju Swasembada Daging Nasional. Jakarta 3 Juni 2013. Hal:81-85.
- Hafez ESE. 1993. Reproduction in Farm Animals. 6th ed. Lea Febiger. Philadelphia.
- Kaiin EM, Gunawan M, Afiati F, Said S, Tappa B. 2012. Production of frozen sexing sperm separated with BSA column method with standardized on artificial insemination center. Proceedings International Conference on Biotechnology 2012. Bogor, 13-14 November 2012. Hal:67-72.
- Kaiin EM, Tappa B, Said S, Afiati F, Gunawan M, Yanthi ND. 2003. Aplikasi Bioteknologi untuk produksi bibit sapi yang sudah diketahui jenis kelaminnya. [Laporan Teknik Penelitian]. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Cibinong, Bogor.
- Kusdiantoro M, Purwantara B, Djuwita I. 2000. Evaluasi Fisiologi Semen dan Variasi Genetik Sapi Bali dalam Rangka Seleksi Pejantan Bibit Guna Menunjang Program Inseminasi Buatan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Said S, Kaiin EM, Afiati F, Gunawan M, Tappa B. 2004. Pengaruh metode dan lama thawing terhadap kualitas semen beku sapi Peranakan Ongole. J Protein 12 (1): 81-88.
- Said S., B. Tappa, M. Gunawan, C. Arman. 2012. Conception Rates of Bali Cattle After Oestrus Synchronization with PGF_{2a} and Artificial Insemination using Frozen-Thawed Sexed Semen. Proceedings International Conference on Biotechnology 2012. Bogor, 13-14 November 2012. Hal:33-40.
- Situmorang P, Sianturi RG, Kusumaningrum DA, Maidaswar R. 2014. Kelahiran anak sapi perah betina hasil inseminasi buatan menggunakan sexed sperma yang dipisahkan dengan kolom albumin telur. JITV 18 (3): 185-191.
- SNI [Standar Nasional Indonesia] 4869.1:2008 tentang semen beku-bagian 1: sapi
- Susilawati T, Sumitro SB, Harjopranjoto S, Mantara Y, Nuryadi. 1999. Pola kapasitas spermatozoa X dan Y sapi hasil pemisahan menggunakan filtrasi sephadex dan setrifugasi gradient densitas percoll. J Penelitian Ilmu-ilmu Hayati 11: 29-40.
- Toelihere MR. 1985. Ilmu Kebidanan pada Ternak Sapi dan Kerbau. Universitas Indonesia Press, Depok.
- Toelihere MR. 1993. Inseminasi Buatan Pada Ternak. Penerbit Angkasa, Bandung.

Variasi morfometrik dan intensitas protozoa *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan Bantul, Yogyakarta

Morphometric and intensity variations of *Trichodina* sp. protozoa on gourami fish fry belongs to the fish-farmers of Bantul, Yogyakarta

ROKHMANI[✉], EDY RIWIDIHARSO, ENDANG A. SETYAWATI, DARSONO, DANIEL J. WAHYONO

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman. Jl. Dr. Soeparno 63 Grendeng, Purwokerto, Banyumas 53122, Jawa Tengah. Tel.: +62-281-638794, Fax. +62-281-631700, ✉email: rokhnitanatiek@gmail.com

Manuskrip diterima: 31 Agustus 2016. Revisi disetujui: 5 April 2017.

Abstrak. Rokhmani, Riwidiharso E, Setyawati EA, Darsono, Wahyono DJ. 2017. Variasi morfometrik dan intensitas protozoa *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan Bantul, Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: xxxx. Produksi ikan pada sentra benih gurami setiap tahun semakin meningkat. Aktivitas budidaya dilakukan dengan manipulasi dan modifikasi lingkungan, bio-reproduksi, kepadatan, manajemen pakan dan manajemen kesehatan. Munculnya kejadian penyakit dengan mortalitas yang tinggi pada pembenihan gurame disebabkan salah satunya oleh parasit. Contohnya adalah protozoa *Trichodina* sp. yang dapat mematikan benih ikan sampai 80%. Penelitian dengan metode survey ini bertujuan untuk mengetahui intensitas protozoa *Trichodina* sp. dan jenis-jenis spesies tersebut pada benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prevalensi dan intensitas *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan Bantul, Yogyakarta, masing-masing adalah 100% dan 25,5. Berdasarkan ukuran variasi morfometrik, jenis-jenis spesies *Trichodina* sp. yang ditemukan pada benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta adalah *Trichodina nobilis*, *Trichodina pediculus*, *Trichodina acuta*, dan *Trichodina heterodontata*.

Kata kunci : *Trichodina*, gurame, morfometrik, prevalensi, intensitas

Abstract. Rokhmani, Riwidiharso E, Setyawati EA, Darsono, Wahyono DJ. 2017. *Morphometric and intensity variations of Trichodina sp. protozoa on gourami fish fry belongs to the fish-farmers of Bantul, Yogyakarta. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: xxxx. Centers for gourami fish fry have always been increasing their productions yearly. The activity of fish cultivation includes environmental manipulation and modification, bio-reproduction, density, feed and health management. The present of fish disease is a biological risk which must be anticipated by the fish-farmers. The parasitological disease is known to be one of the main cause of high gourami fish-fry mortality in fish fry industries. For example, *Trichodina* sp. protozoa are known to cause the death of 80% fish fry. This research was aimed to know morphometric variations and intensity of *Trichodina* sp. protozoa toward gourami fish fries belong to Bantulnese fish-farmers in Yogyakarta. This study which based on its sampling of morphometric variations in Bantul, Yogyakarta noted among those *Trichodina* sp. were *Trichodina nobilis*, *Trichodina pediculus*, *Trichodina acuta*, and *Trichodina heterodontata*. The prevalence and intensity of this protozoan were 100% and 25.5.

Keywords: *Trichodina*, gourami fish, morphometric, prevalence, intensity

PENDAHULUAN

Pulau Jawa dengan beberapa propinsi dan beberapa kabupatennya menjadi penghasil/benih gurame dan gurame konsumsi, seperti Yogyakarta, dan Tulung Agung di Jawa Timur; Tasikmalaya dan Bogor di Jawa Barat; serta Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara dan Magelang di Jawa Tengah. Produksi perikanan budidaya pada wilayah tersebut setiap tahun semakin meningkat. Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lacepede) merupakan salah satu jenis ikan budidaya air tawar yang banyak dikembangkan oleh petani. Gurami banyak dipilih petani karena mampu berkembangbiak secara alami dan relatif mudah dalam pembudidayaannya. Sebagai ikan konsumsi, gurami cukup banyak diminati masyarakat karena rasanya yang lezat dan gurih. Permintaan pasar terhadap ikan gurami terus

meningkat dengan harga cukup tinggi dan relatif stabil. Ikan dapat terserang penyakit karena beberapa faktor, diantaranya adanya parasit, pakan maupun kondisi lingkungan yang kurang menunjang kehidupan ikan. Interaksi yang tidak serasi dari faktor-faktor tersebut akan menyebabkan ikan mengalami stress, sehingga mekanisme pertahanan diri yang dimilikinya menjadi lemah, mudah terserang penyakit dan mati. Penyakit menjadi salah satu hambatan besar dalam budidaya perikanan. Penyakit ikan, salah satu masalah serius para pembudidaya ikan karena berpotensi menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Salah satu penyakit ikan dapat disebabkan oleh ektoparasit. Parasit ini dapat bertindak sebagai faktor predisposisi bagi infeksi organisme patogen yang mematikan. Kondisi demikian menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat, produksi ikan menurunnya, nilai jual rendahnya dan

peningkatan sensitivitas terhadap stressor. Parasit protozoa yang sering menyerang atau menyebabkan kematian pada ikan budidaya antara lain adalah *Ichthyophthirius multifiliis*, *Oodinium* sp., dan *Trichodina* sp. (Irianto 2005).

Tingkat infeksi *Trichodina* sp. pada benih ikan dapat mencapai 80%. *Trichodina* sp. merupakan ektoparasit pada ikan air tawar dan air laut. Salah satu ikan air tawar yang sering terserang *Trichodina* sp. adalah ikan gurami. *Trichodina* sp. yang menginfeksi ikan menyebabkan penyakit yang disebut *Trichodiniasis*. Penyakit ini lebih banyak terjadi pada larva dan ikan kecil. *Trichodiniasis* dalam beberapa kasus dapat menyebabkan kerusakan berat pada inang sehingga dapat menyebabkan kematian inang (Woo 2006). Ikan yang terinfeksi *Trichodina* sp. menunjukkan perubahan warna tubuh, gerakan menggosok-gosokkan tubuhnya ke dinding kolam, akibatnya kulit menjadi iritasi, hiperplasia, degenerasi dan nekrosis pada sel epitel, dan proliferasi dari sel lendir. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap tingkat patogenisitas adalah kemampuan menginfeksi *Trichodina* sp. adalah prevalensi dan intensitasnya (Irianto 2005).

Jenis dan tingkat infeksi *Trichodina* sp. pada benih antar lokasi kolam budidaya akan berbeda karena infeksi parasit dipengaruhi oleh adanya perbedaan pakan yang diberikan, umur ikan, ukuran ikan, kondisi perairan serta aktivitas budidaya (Handayani et al. 2014). Benih ikan gurami umumnya memiliki tingkat kelangsungan hidup yang rendah. Keberadaan *Trichodina* sp. di perairan dan kemampuannya untuk menginfeksi benih ikan gurami dapat mempengaruhi kelimpahan dan keragaman *Trichodina* sp., yang nantinya dapat mematikan benih ikan. Kemampuan menginfeksi *Trichodina* sp., pada benih ikan berkaitan dengan struktur dan morfologi cincin dentikel *Trichodina* sp. (Woo 2006). Struktur dan morfologi cincin dentikel merupakan karakter morfometrik *Trichodina* sp. yang dapat digunakan untuk menentukan jenisnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis spesies *Trichodina* sp. dan intensitasnya pada benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk usaha pengendalian dini penyakit ini.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah ember plastik, seser diagonal 20 cm, tabung oksigen 10 mL, akuarium ukuran 20 L, gelas ukur, *object glass*, pinset, *scalpel*, gunting, baki, botol *chamber*, penggaris, kertas millimeter, UV Transilluminator, mikroskop binokuler, mikrometer objektif, mikrometer okuler, dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah benih gurame pendederan, akuades, larutan AgNO₃ 2%, kertas label, dan kertas *tissue*. Lokasi penelitian adalah kolam ikan milik petani di Desa Piyungan, Plered, Bantul, Yogyakarta. Benih ikan gurami yang dijadikan sebagai sampel diperoleh dari kolam pendederan I dengan ukuran panjang 15 m dan lebar 6 m, berisi 5.000 ekor benih ikan milik petani.

Metode

Penelitian ini adalah metode survei dengan teknik pengambilan sampel secara acak atau *random sampling*. Sampel diambil dari kolam pendederan I dengan umur 30 hari sebanyak 150 ekor benih ikan gurami. Pengambilan sampel dilakukan sekaligus tanpa selang ulangan interval waktu. Pemeriksaan sampel benih ikan dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman (Unsoed), Purwokerto, Banyumas, Jawa Tengah. Variabel yang diamati, meliputi jenis spesies *Trichodina* sp. dengan mengukur variasi morfometrik *Trichodina* sp., dan intensitas serangan *Trichodina* sp. yang diukur dengan menghitung jumlah *Trichodina* sp. yang ditemukan dibagi jumlah ikan yang terinfeksi

Cara kerja

Isolasi *Trichodina* sp. dilakukan dengan cara sebagai berikut: Benih ikan diukur panjang total tubuhnya pengukuran panjang total tubuh menggunakan penggaris. Hasil pengukuran yang didapatkan dicatat. Ikan dijepit menggunakan pinset, kemudian diletakkan di atas *object glass*. Bagian sirip ekor, sirip dubur, sirip punggung, sirip dada, sirip perut, dan insang dipotong menggunakan gunting bedah. Lendir pada kulit benih ikan gurami dikerik menggunakan pisau bedah (*scalpel*). Gelas preparat yang mengandung potongan sirip, insang, dan lendir dijemur dibawah sinar matahari langsung sampai mengering. Gelas preparat yang terdapat potongan sirip, insang, dan lendir direndam dalam larutan AgNO₃ 2% selama 10 menit, kemudian ditunggu sampai setengah kering. Potongan sirip, insang, dan lendir yang setengah kering dibilas dengan akuades dengan debit kecil. Gelas preparat dikering-anginkan, kemudian diamati ada tidaknya *Trichodina* sp. dengan merujuk pada Dana et al. (2002) dan Windarto et al. (2013).

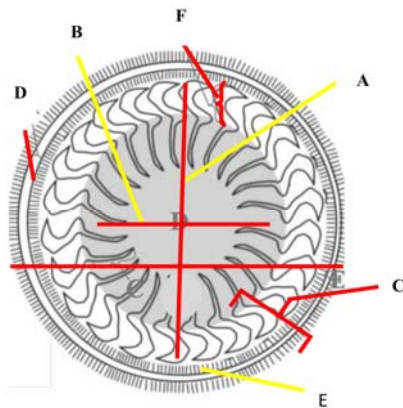
Identifikasi *Trichodina* sp. menggunakan ciri-ciri morfologi dengan mikroskop binokuler yang dilengkapi mikrometer objektif dan mikrometer okuler. Gelas preparat yang terdapat *Trichodina* sp. disinari dengan sinar ultra violet (UV) selama 15-20 menit, diamati dan dipotret di bawah mikroskop dengan perbesaran 1.600 kali. Morfologi *Trichodina* sp. yang dicatat meliputi diameter tubuh, diameter dentikel, jumlah dentikel, diameter cincin dentikel, lebar membran, dan lebar cakram pengkait; serta dicocokkan dengan Dana et al. (2002) dan Windarto et al. (2013).

Analisis data

Penghitungan intensitas dan analisis penentuan protozoa *Trichodina* sp.

$$\text{Intensitas} = \frac{\text{Jumlah parasit yang ditemukan}}{\text{Jumlah ikan yang terinfeksi}}$$

Intensitas *Trichodina* sp. pada benih ikan gurami dianalisis; dan analisis data untuk mengetahui jenis *Trichodina* sp. berdasarkan Dana et al. (2002) dan Windarto et al. (2013).



Gambar 1. Karakteristik morfometrik *Trichodina* sp. A. Diameter tubuh (μm), B. Diameter cincin dentikel (μm), C. Diameter dentikel (μm), D. Lebar membran (μm), E. Lebar cangkram pengkait (μm), F. Jumlah dentikel (buah)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur dan morfologi cincin dentikel merupakan karakter morfometrik *Trichodina* sp. yang digunakan untuk menentukan jenis *Trichodina* sp.; mencakup diameter tubuh (μm), diameter incin dentikel (μm), diameter dentikel (μm), lebar membran (μm), lebar cangkram pengkait (μm) dan jumlah dentikel (buah). Pada penelitian ini ditemukan empat jenis protozoa *Trichodina* sp., yaitu *Trichodina nobilis*, *Trichodina pediculus*, *Trichodina acuta*, dan *Trichodina heterodentata* (Gambar 2).

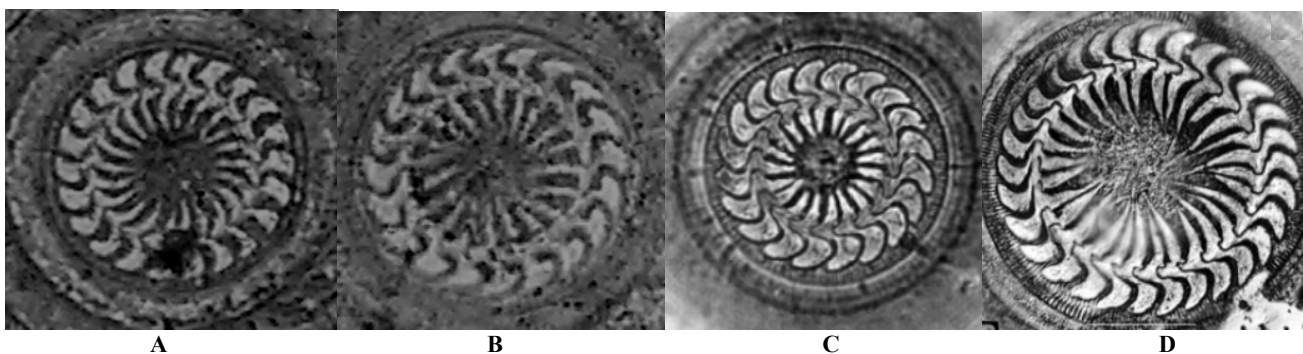
Prevalensi dan intensitas *Trichodina* pada penelitian ini adalah 100% dan 25,5. Angka prevalensi dan intensitas *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan di Bantul sama tingginya dengan prevalensi dan intensitas *Trichodina* sp. dari Banyumas, Banjarnegara dan Tasikmalaya (Tabel 1). Tingginya intensitas *Trichodina* sp. dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya kondisi perairan kolam yang mendukung bagi kehidupan

ektoparasit tersebut. Kelimpahan atau intensitas ektoparasit pada ikan dapat diketahui dengan cara menghitung derajat infeksi (Rustikawati et al. 2004; Utami dan Rokhmani 2015). Derajat infeksi adalah jumlah ekor organisme tertentu dari ikan yang sakit. Tingginya nilai intensitas juga dapat dipengaruhi oleh kepadatan ikan yang tinggi pada kolam budidaya.

Kepadatan yang tinggi dapat menyebabkan ikan mengalami stres. Pada kolam dengan kepadatan ikan yang tinggi, ikan akan saling bergesekan satu dengan lainnya, sehingga akan terjadi penularan ektoparasit dengan cepat. Tingginya intensitas *Trichodina* sp. pada benih ikan menurut Woo (2006) dan Basson (2010) dapat dikarenakan parasit ini dapat berkembangbiak dengan membelah diri secara cepat dan selalu bergerak aktif. *Trichodina* sp. hidup cosmopolit dan dapat berkembang biak secara cepat, sehingga mempunyai penyebaran yang luas, dan merupakan parasit yang umum dijumpai pada ikan air tawar dan dapat menginfeksi berbagai jenis ikan (Basson dan Van As 2006).

Tabel 1. Prevalensi dan intensitas *Trichodina* sp. pada benih ikan gurame dari masing-masing lokasi sampling (Utami dan Rokhmani 2015)

| Asal sampel | benih gurame | Prevalensi (%) | Intensitas |
|--------------------------------|---------------------|----------------|-------------|
| Bantul (penelitian ini) | Pendederan 1 | 100 | 25,5 |
| Bogor | Pendederan 1 | 36 | 3,83 |
| Tasikmalaya | Pendederan 1 | 100 | 19,5 |
| Banyumas | Pendederan 1 | 100 | 54,1 |
| Banjarnegara | Pendederan 1 | 100 | 91,9 |
| Purbalingga | Pendederan 1 | 62,9 | 4,3 |
| Magelang/Burikan | Pendederan 1 | 30 | 3,4 |
| Yogyakarta | Pendederan 1 | 100 | 25,5 |
| Tulung Agung | Pendederan 1 | 42 | 7,3 |
| Blitar | Pendederan 1 | 32 | 5,8 |



Gambar 2. Morfologi karakteristik *Trichodina* sp. yang ditemukan di benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta. A. *Trichodina nobilis*, B. *Trichodina acuta*, C. *Trichodina heterodentata*, D. *Trichodina pediculus* – (400x)

Penularan *Trichodina* sp. tersebut didukung oleh manajemen kualitas air dan teknik pemeliharaan kolam yang kurang baik, yaitu padat tebar yang tinggi dan kolam yang tenang, tergenang dan tidak berarus. Berdasarkan Hadiroseyani et al. (2006), padat tebar yang tinggi akan menyebabkan ikan saling bersinggungan satu sama lain sehingga akan memudahkan penularan.

Data variasi morfometrik dan intensitas *Trichodina* sp. pada benih gurame tersebut dapat digunakan sebagai data dasar kejadian penyakit dan dapat dijadikan sebagai bahan untuk pengendalian dini penyakit parasit ini pada ikan.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (i) Jenis-jenis protozoa *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta berdasarkan ukuran variasi morfometrik tubuhnya adalah *Trichodina nobilis*, *Trichodina pediculus*, *Trichodina acuta*, dan *Trichodina heterodontata*. (ii) Prevalensi dan intensitas *Trichodina* sp. pada benih gurame milik petani ikan di Bantul, Yogyakarta adalah 100% dan 25,5. Dari kesimpulan ini disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan sampai pada analisis molekuler terhadap *Trichodina* sp., sehingga identifikasinya lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Basson L, Van As JG. 2006. Trichodinidae and Other Ciliophorans (Phyllum Ciliophora). In: Woo PTK (ed.). Fish Diseases and Disorders, Volume 1: Protozoan and Metazoan. 2nd ed. CAB International Publishing, London.
- Basson L. 2010. First records of Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichia) from included freshwaterfishes in Tasmania, Australia, with comments of Pathogenity. *Acta Parasitologica* 49(3) pp. 253-265
- Dana D, Effendi I, Sumawidjaja K, Hadiroseyani Y. 2002. Parasit *Trichodina* pada benih ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*). *Jurnal Akuakultur Indonesia* 1 (1): 5-8.
- Hadiroseyani Y, Hariyadi P, Nuryati S. 2006. Inventarisasi parasit lele dumbo *Clarias* sp. di daerah Bogor. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5(2) pp. 167-177
- Handayani R, Adiputra YT, Wardiyanto. 2014. Identifikasi dan keragaman parasit pada ikan mas koki (*Carrasius auratus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang berasal dari Lampung dan luar Lampung. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan* 3: 149-156.
- Irianto A. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rustikawati I, Rostika R Iriana D, Herlina E. 2004. Intensitas dan prevalensi ektoparasit pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) yang berasal dari kolam tradisional dan longyam di Desa Sukamulya, Kecamatan Singaparman, Kabupaten Tasikmalaya. *Akuakultur Indonesia* 3 (3): 33-39.
- Utami P, Rokhmani. 2015. Prevalensi dan intensitas serangan *Trichodina* sp. pada gurami umur pendederan 1 milik Balai Benih Ikan Kutasari Purbalingga. *Proseding Seminar Nasional Biodiversitas* 2015, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Windarto R, Adiputra YT, Wardiyanto, Efendi E. 2013. Keragaman karakter morfologi antara *Trichodina nobilis* dan *Trichodina reticulata* pada ikan komet (*Carrasius auratus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1 (2): 117-126.
- Woo JL. 2006. Fish Disease and Disorder Parasite. University of Guelph & CAB International, Canada.

Basson L, Van As JG. 2006. Trichodinidae and Other Ciliophorans (Phyllum Ciliophora). In: Woo PTK (ed.). Fish Diseases and

Struktur populasi monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

The structure of the population of Long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) in the Nature Park of Pananjung Pangandaran, West Java

MUHAMMAD REYYAN PUJA LAKSANA^{1,✉}, VIA SABILA RUBIATI^{1,✉}, RUHYAT PARTASASMITA^{3,✉✉}

¹Program Studi Sarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Jawa Barat. ✉email: muhammdreyyan94@gmail.com, ✉sabila62@gmail.com

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor Sumedang 45363, Jawa Barat. ✉✉email : ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id

Manuskrip diterima: 25 Februari 2017. Revisi disetujui: 6 April 2017.

Abstrak. Laksana MRP, Rubiati VS, Partasasmita R. 2017. Struktur populasi monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 224-229. Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) merupakan salah satu primata yang terdapat di Indonesia dengan persebaran yang cukup luas. Monyet ekor panjang terdapat di Jawa Barat, salah satunya Populasi yang berada di kawasan Taman Wisata Alam Pangandaran. Pada tahun 2010 terdapat 158 Individu monyet ekor panjang di Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2016 dan bertujuan untuk melihat berapa jumlah terbaru dari populasi monyet ekor panjang beserta struktur populasinya di Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran. Metode yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah metode survey langsung dengan melakukan sensus jumlah dan struktur populasi monyet ekor panjang. Terdapat 195 individu yang terbagi dalam 6 kelompok. Jumlah individu dalam tiap kelompok berbeda-beda yaitu 30 individu (kelompok 1), 29 individu (kelompok 2), 4 individu (kelompok 3), 14 individu (kelompok 4), 69 individu (kelompok 5), dan 49 individu (kelompok 6). Kepadatan populasi sebesar 5,17 Ind/Ha. Komposisi struktur populasi secara keseluruhan berdasarkan jenis kelamin dan kelas umur yaitu 24 bayi, 56 anak, 16 betina remaja, 19 jantan remaja, 57 betina dewasa, dan 23 jantan dewasa.

Kata kunci: Struktur Populasi, *Macaca fascicularis*, Taman Wisata Alam Pananjung Pangandaran

Abstract. Laksana MRP, Rubiati VS, Partasasmita R. 2017. The structure of the population of long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) in the Nature Park of Pananjung Pangandaran, West Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 224-229. Long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) is one primate found in Indonesia with a fairly broad distribution. Long-tailed macaque found in West Java, one of the populations in the area of the Nature Park Pangandaran. In 2010, there was 158 individual Long-tailed macaque in the Nature Park of Pananjung Pangandaran. This study was conducted in May 2016 and aims to see how the latest number of the population and their long-tailed macaque population structure in the Nature Park of Pananjung Pangandaran. The method used in this study is the direct survey method to conduct a census of the number and structure of the population of long-tailed macaque. There are 195 individuals were divided into 6 groups. The number of individuals in each group is different, namely 30 individuals (group 1), 29 individuals (Group 2), 4 individuals (group 3), 14 individuals (group 4), 69 individuals (group 5), and 49 individuals (group 6). The population density of 5.17 Ind / Ha. The composition of the overall population structure by sex and age class are 24 infants, 56 juvenile, 16 pre-adult female, 19 pre-adult male, 57 adult females and 23 adult males.

Keyword: Populasi Structure, *Macaca fascicularis*, Nature Park of Pananjung Pangandaran

PENDAHULUAN

Primata merupakan salah satu fauna dengan keanekaragaman jenis yang tinggi. Terdapat sekitar 200 jenis primata yang ada di seluruh dunia. *Macaca fascicularis* atau monyet ekor panjang merupakan salah satu jenis primata dari genus *Macaca*. Di Indonesia monyet ekor panjang terdapat di beberapa daerah yang tersebar cukup luas, diantaranya Bali, Bangka, Bawean, Belitung, Jawa, Kalimantan, Kangean, Karimun Jawa, Karimata, Lombok, Nias, Nusa Tenggara, Simeulue, Sumatra, Sumba, Sumbawa, dan Timor (BTNAP 2010).

Kawasan Cagar Alam (CA) Pananjung Pangandaran

adalah salah satu kawasan yang menjadi lokasi persebaran *Macaca fascicularis* yang secara umum juga dikenal dengan nama monyet ekor panjang. Spesies ini tersebar luas di wilayah tropis Asia Tenggara (Eudey 2008). Monyet ekor panjang yang terdapat di kawasan ini hidup secara bebas dalam kawasan Cagar Alam, termasuk Taman Wisata Alam (TWA) Pananjung Pangandaran. Kondisi ini didukung oleh ekosistem cagar alam yang terdiri dari hutan pantai, hutan tanaman, dan hutan tropis dataran rendah yang relatif masih terjaga.

Monyet ekor panjang termasuk dalam status *Least Concern* dalam IUCN (2013). Menurut Widiastuty et al (2011), jumlah individu monyet ekor panjang yang ada di

kawasan CA Panjung Pangandaran sebanyak 158 individu. Secara keseluruhan, potensi satwa terutama monyet ekor panjang yang berada di dalam kawasan CA Pananjung Pangandaran hingga kini belum banyak diteliti.

CA dan TWA Pananjung Pangandaran mampu memberikan beberapa fungsi kepada masyarakat umum, baik untuk kepentingan umum, ilmu pengetahuan, penelitian, dan pendidikan. Kawasan ini merupakan laboratorium alam, dimana proses kehidupan alamnya tidak begitu terganggu (Disparbud Jabar 2015). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui populasi terkini dan kepadatan dari monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi kondisi populasi monyet ekor panjang terkini, sehingga dapat membantu pengelola Taman Wisata Alam Pangandaran dalam upaya mempertahankan keanekaragaman hayati di kawasan ini.

BAHAN DAN METODE

Studi pendahuluan

Penelitian diawali dengan melakukan survey pendahuluan. Survey pendahuluan ditujukan untuk melihat keberadaan dan lokasi objek penelitian. Selain itu, survey pendahuluan juga bertujuan untuk melihat kondisi habitat secara umum. Pada survey pendahuluan dibuat peta persebaran monyet ekor panjang di kawasan TWA Pangandaran. Peta tersebut menjadi patokan utama jalur pengambilan data penelitian.

Selain pengambilan data survey primer, terlebih dahulu dilakukan wawancara terhadap petugas TWA Pangandaran untuk mencari lokasi keberadaan monyet ekor panjang. Survey pendahuluan dilakukan dengan menyusuri jalan setapak di sepanjang kawasan TWA Pangandaran. Jalan setapak yang ditempuh berjarak \pm 6 Km. Seluruh blok atau kawasan tempat ditemukannya monyet ekor panjang di plot ke dalam Citra Satelit dari Software Google Earth.

Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah metode survey (“*sigi*”). Pengumpulan data populasi dilakukan melalui observasi langsung di lapangan, yaitu dengan melakukan sensus kelompok dan individu (Alikodra 1990).

Pengumpulan data kelompok dan individu

Data yang dikumpulkan untuk menghitung populasi monyet adalah: (i) Jumlah kelompok, (ii) Jumlah individu tiap kelompok, (iii) Komposisi individu berdasarkan jenis kelamin dan tingkat umur.

Pengumpulan data jumlah kelompok dan jumlah individu dalam kelompok dilakukan dengan cara sensus yang dilakukan dalam dua tahapan yaitu sensus jumlah kelompok dan sensus jumlah individu ditiap kelompok. Agar data yang didapat memiliki nilai validasi yang tinggi, pada kedua tahapan tersebut dilakukan pengulangan dengan maksud untuk menghindari atau memperkecil kesalahan. Sensus secara intensif dilakukan mulai pukul 06.00-10.00 dan 15.00-18.00 WIB dengan menggunakan

metode observasi langsung yaitu mendatangi lokasi-lokasi ditemukannya kelompok monyet ekor panjang di sepanjang kawasan TWA Pananjung Pangandaran. Pengulangan pada pukul 06.00-10.00 WIB dilakukan sebanyak dua kali menyusuri jalur pengamatan. Begitu pun pengulangan pada pukul 15.00-18.00 WIB dilakukan dua kali menyusuri jalur pengamatan sehingga total pengulangan selama penelitian dalam 4 hari adalah 16 kali pengulangan.

Perhitungan jumlah individu dalam kelompok beserta komposisinya dilakukan pada saat kelompok melakukan pergerakan melintas daerah tertentu seperti jalan setapak dan menyebrangi pohon yang kanopinya saling bersinggungan. Selama proses sensus, pergerakan dari monyet ekor panjang diikuti hingga jumlah anggota dan komposisinya tercatat seluruhnya. Penghitungan dilakukan disetiap lokasi perjumpaan Monyet ekor panjang.

Pengamatan terhadap komposisi umur pada kelompok monyet ekor panjang dilakukan dengan melihat ciri-ciri morfologi dan perilaku umum kelas umur tertentu. Adapun ciri-ciri morfologi dan perilaku umum pada kelas umur tertentu adalah sebagai berikut (Yandira 2014): (i) Jantan Dewasa, mempunyai ukuran tubuh relatif besar dan berbobot 5-9 kg, tegap dan kuat serta agresif dan lincah. Mempunyai bagian dada yang lebar pada bagian atas dan mengecil pada bagian pinggang. Rambut pada muka lebih panjang daripada individu betina. Jantan dewasa memiliki penis yang kecil dengan skrotum berbentuk tombol bundar. (ii) Betina dewasa; memiliki ukuran tubuh 50-75% dari ukuran jantan dewasa dengan bobot sekitar 3-6 Kg. kelenjar mammae berkembang dengan baik serta perilaku yang lebih tenang. (iii) Remaja, mempunyai ukuran tubuh lebih kecil daripada individu dewasa. Warna rambut yang lebih kecoklatan dan belum mempunyai rambut yang berbentuk jambul pada kepalanya. (iv) Anak (*Juvenile*), mempunyai ukuran tubuh lebih kecil daripada individu pradewasa, sudah lepas dari induknya (bergerak secara *independent*), dan biasanya mempunyai tingkah laku bermain yang lebih menonjol dari individu kelompok umur lainnya. (v) Bayi; berwarna coklat atau hitam dan selalu berada dalam gendongan betina dewasa ataupun menggelayut pada perut induk.

Kelompok yang dijumpai pada suatu daerah yang sama beberapa kali dengan jumlah dan komposisi yang sama atau hampir sama dapat dipertimbangkan sebagai satu kelompok yang sama. Ciri khas pada setiap individu tertentu juga dapat digunakan sebagai penanda suatu kelompok (Yandira 2014).

Pengukuran luas area pengamatan

Luas area pengamatan diukur menggunakan pengukuran area pada aplikasi *google earth* dimana sebelumnya telah dilakukan penandaan kordinat disetiap bagian terluar area pengamatan. Selain itu, data luas area pengamatan di dapatkan melalui data sekunder.

Analisa data

Analisa data populasi

Jumlah individu dalam kelompok dan jumlah kelompok dihitung untuk mengetahui populasi dan kepadatan monyet ekor panjang di lokasi penelitian. Kepadatan populasi

dihitung dengan cara membagi jumlah individu yang ditemukan dengan luas daerah penelitian (Juraj 2011).

Rata-rata individu (Fr)

Rata-rata Individu per kelompok (Individu/kelompok)

$$= \frac{\text{jumlah individu seluruh kelompok}}{\text{jumlah kelompok}}$$

Kerapatan individu (KM)

$$= \frac{\text{jumlah individu seluruh kelompok}}{\text{Luas daerah pengamatan}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian yang didapatkan meliputi data populasi dari monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di kawasan Taman Wisata Alam Pangandaran, Jawa Barat.

Hasil pengamatan yang telah dilakukan di lapangan dengan metode survey dan observasi langsung, serta dilakukan analisis data, didapatkan 6 kelompok monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) dengan jumlah individu total sebanyak 195 individu. Enam kelompok tersebut ditemukan di sepanjang jalur pengamatan, yaitu Resort Pangandaran sampai daerah rengganis, tepatnya batas TWA dan CA, lalu Goa Jepang hingga Pantai Pasir Putih. Jalur yang ditempuh kurang lebih berjarak 6 Km dan luas daerah pengamatan kurang lebih 37,7 Ha.

Pembahasan

Kelompok monyet ekor panjang

Kelompok-kelompok monyet ekor panjang tersebut memiliki komposisi yang berbeda-beda, baik itu komposisi jenis kelamin maupun kelas umur. Terdapat empat kelompok yang memiliki komposisi normal yaitu terdiri dari beberapa jantan dan beberapa betina. Komposisi kelompok dari empat kelompok ini sesuai dengan kelompok sosial dan struktur populasi dari monyet ekor panjang yang memiliki sistem “*Multi Male Multi Female*” (Freed 1999). Kelompok tersebut diantaranya adalah kelompok 1 (Resort dan hutan depan resort), kelompok 2 (hutan dan pantai depan Mes Rengganis), kelompok 5 (Goa Jepang), dan kelompok 6 (Pantai Pasir Putih). Sedangkan dua kelompok lain yang komposisinya tidak normal, seperti pada kelompok 3 (Goa Parat dan Hutan diatas Goa Parat) dimana pada kelompok ini tidak terdapat jantan dewasa dan hanya terdiri dari tiga betina dewasa dan satu remaja jantan dan kelompok 4 (hutan batas TWA dengan CA) dengan komposisi hanya terdapat satu jantan dewasa saja yang sekaligus juga sebagai *Alfa-male*. Kelainan pada kedua kelompok tersebut dapat terjadi ketika habitatnya tersebut terganggu sehingga mengurangi jumlah individu pada kelompok tersebut (Supriatna dan Wahyono 2000).

Jumlah individu total yang didapatkan di lapangan adalah sebanyak 195 individu. Jumlah individu dari setiap kelompoknya berbeda-beda. Kelompok 1 berjumlah 30

individu, kelompok 2 berjumlah 29 Individu, kelompok 3 berjumlah 4 individu, kelompok 4 berjumlah 14 individu, kelompok 5 berjumlah 69 individu, dan kelompok 6 berjumlah 49 individu. Menurut Bercovitch dan Huffman (1999), pada satu kelompok monyet ekor panjang pada umumnya terdiri dari 20-50 Individu sehingga kelompok 1, 2, 5, dan 6 memiliki jumlah individu yang normal. Pada kelompok 3 dan 4 jumlah individu dalam satu kelompok kurang dari 20 individu. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya keberadaan sumber daya, tingkat reproduksi, penggunaan energi, dan keberadaan predator (Lehmann et al. 2007).

Rata-rata individu dan kerapatan kelompok

Dari hasil analisis data didapatkan rata-rata individu dari tiap kelompok sebesar 32,5 individu/kelompok dengan nilai kerapatan populasi yaitu 5,17 individu/Ha. Jumlah rata-rata individu ini sesuai dengan rata-rata jumlah individu kelompok monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) pada umumnya yang terdiri atas 20-50 Individu (Bercovitch dan Huffman 1999). Wilayah teritori *Macaca fascicularis* yaitu wilayah yang dipertahankan dengan aktif hingga tidak ada hewan lainnya yang beraktivitas di sekitar wilayah tersebut seperti tempat tidur, tempat ketersediaan pakan, tempat kawin, dan sumber air. Luas wilayah teritori diperkirakan sekitar 37,70 Ha berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor: 170/Kpts/Um/3/1978 tanggal 10-3-1978. Nilai kerapatan populasi pada penelitian kali ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian kerapatan populasi di CA Uluanang yaitu sebesar 0,47 Individu/Ha (Fakhri et al. 2012).

Distribusi kelompok monyet ekor panjang

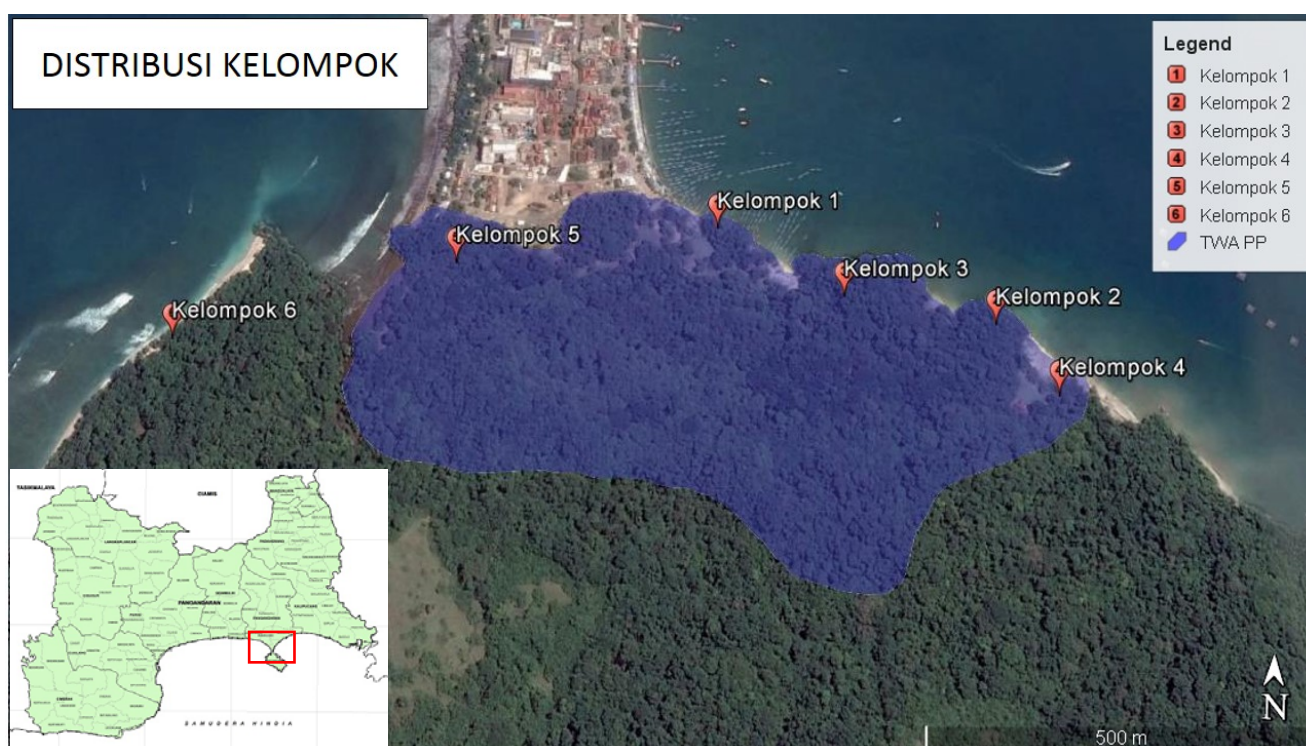
Sebaran monyet ekor panjang di kawasan TWA Pangandaran tersebar tidak merata. Dari jalur yang diteliti sepanjang ± 6 km terdapat enam kelompok Monyet ekor panjang, letak antar kelompok yang berdekatan menyebabkan adanya *overlapping territory* atau irisan wilayah teritori antara satu kelompok dengan kelompok lainnya. Daerah sebaran di petakan dengan GPS dan menggunakan aplikasi Google Earth Pro. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta persebaran monyet ekor panjang di kawasan TWA Pangandaran pada Gambar 1.

Kelompok pertama ditemukan di sekitar resort BKSDA dan hutan didepan Resort. Kelompok ini termasuk kelompok yang mudah dijumpai di lokasi pengamatan. Kelompok ini selalu mengitari daerah sekitar Resort BKSDA. Pada pagi dan siang hari kelompok ini dapat dijumpai berkumpul di sekitaran Resort untuk mencari makan, baik itu pakan alami di daerah hutan depan resort maupun pakan non-alami yang didapatkan dari pengunjung atau tempat sampah yang tersedia. Selain mencari makan, monyet-monyet ini berpindah dan melakukan aktivitas lain seperti *grooming* dan bermain. Kelompok ini terkadang dijumpai dibelakang Resort setelah melakukan perpindahan. Daerah belakang Resort dan hutan depan Resort BKSDA adalah tempat kelompok ini beristirahat pada siang dan malam hari.

Tabel 1. Jumlah, komposisi kelas umur kelompok, dan komposisi jenis kelamin kelompok monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di Kawasan Taman Wisata Alam, Pangandaran, Jawa Barat

| Kelompok | Lokasi | Jumlah individu | Komposisi Kelas Umur dan Jenis Kelamin | | | | | |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------|--|----|--------|----|------|------|
| | | | Dewasa | | Remaja | | Anak | Bayi |
| | | | J | B | J | B | | |
| 1 | Resort dan hutan depan Resort | 30 | 3 | 7 | 3 | 2 | 9 | 6 |
| 2 | Hutan depan Rengganis | 29 | 2 | 9 | 2 | 4 | 8 | 4 |
| 3 | Gua Parat dan hutan diatas Gua Parat | 4 | | 3 | 1 | | | |
| 4 | Hutan Rengganis (Batas TWA dengan CA) | 14 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 5 | Goa Jepang | 69 | 8 | 16 | 6 | 6 | 25 | 8 |
| 6 | Pantai Pasir Putih | 49 | 9 | 18 | 5 | 3 | 11 | 3 |
| Jumlah | | 195 | 23 | 57 | 19 | 16 | 56 | 24 |
| Kerapatan Populasi | | | 5,17 individu/Ha | | | | | |

Keterangan : J = Jantan, B = Betina

**Gambar 1.** Peta persebaran kelompok monyet ekor panjang di Kawasan Taman Wisata Alam, Pangandaran, Jawa Barat

Kelompok kedua sering dijumpai di pantai perahu depan resort dan hutan depan *Mess* Rengganis. Pada pagi hari, kelompok ini muncul dari hutan disamping resort dan berpindah melalui jalan TWA menuju pantai depan Resort. Pada pantai depan resort kelompok ini melakukan aktifitas makan, bermain, kawin, *grooming*, terkadang dilakukan diatas perahu. Kemudian kelompok ini bergerak menuju hutan dan pantai di depan *Mess* Rengganis. Pada siang hari kelompok ini berpindah ke hutan diatas pintu barat Goa Parat untuk beristirahat dan terkadang hutan belakang *Mess* Rengganis juga merupakan tempat peristirahatan kelompok ini. Sore hari kelompok ini kembali lagi ke daerah pantai depan Resort.

Kelompok ketiga sering dijumpai di ujung selatan Goa Parat, hutan diatas Goa Parat dan sesekali di jumpai hingga berada di *Mess* Rengganis. Kelompok ini tidak terlalu agresif namun memiliki daerah perpindahan yang cukup luas. Terkadang kelompok ini masuk ke dalam CA. Pada pengamatan hari ke-4 kelompok ini juga ditemukan di sekitar *Mess* Rengganis. Pada pengamatan hari ke-3 kelompok ini juga ditemukan didepan resort BKSDA. Hanya saja pada umumnya kelompok ini ditemukan lebih sering di ujung selatan Goa Parat dan hutan diatas Goa Parat.

Kelompok keempat sering dijumpai di hutan perbatasan antara CA dan TWA. Kelompok ini pada pagi hari sering

terlihat di muara sungai Cirengganis untuk melakukan aktifitas makan dan terkadang berenang hingga siang hari. Siang hari kelompok ini kembali ke dalam hutan batas CA dan TWA untuk beristirahat dan pada sore hari kembali ke daerah hutan dan muara Sungai Cirengganis.

Kelompok kelima sering dijumpai di daerah Goa Jepang. Monyet pada kelompok ini mudah ditemukan ketika pengamatan dilapangan karena daerah jelajah monyet ini mengitari sekitar daerah pintu barat-Goa Jepang. Biasanya pada siang hari kelompok ini bermain dan *grooming* di trotoar jalan menuju Pantai Pasir Putih. Pada daerah ini tidak hanya monyet ekor panjang tetapi juga sering dijumpai Lutung dan Rusa, terkadang terjadi interaksi pula antara monyet ekor panjang dengan Lutung.

Kelompok keenam sering dijumpai di daerah Pantai Pasir Putih. Pada siang hingga sore hari kelompok monyet ini memiliki aktivitas mencari makan dipinggir pantai, sesekali terlihat berenang, bermain dan *grooming* diatas pohon dipinggir pantai. Pantai Pasir Putih adalah daerah yang sering ditemukan pengunjung sehingga kelompok ini tak jarang ditemukan sedang mengambil makanan yang dibawa pengunjung. Kelompok monyet ini memiliki daerah jelajah yang cukup luas namun tetap berada disekitar Pantai Pasir Putih.

Pada umumnya disemua habitat monyet ekor panjang yang dijumpai memiliki kemiripan vegetasi dan jenis tumbuhan. Vegetasinya merupakan hutan dataran rendah dan pantai. Tumbuhan yang menjadi pakan utama dan umum bagi monyet ekor panjang adalah *Barringtonia asiatica*. Penyebaran pakan yang merata menyebabkan tidak jarang ditemui adanya irisan teritori antar kelompok Monyet ekor panjang.

TWA merupakan lokasi yang sering dikunjungi pengunjung. Kelompok monyet ekor panjang ketika mencari makan selain di hutan sekunder TWA dan pantai, namun juga mencari makan di tempat sampah atau mengambil makanan yang dibawa oleh pengunjung. Pantai dapat menjadi sumber makanan bagi Monyet ekor panjang, salah satu contoh pakan yang bisa didapatkan monyet ekor panjang adalah kepiting, karena hal tersebut monyet ekor panjang disebut juga *crab-eating macaque*. Monyet ekor panjang merupakan primata yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi, dengan perilaku makan frugivorus dan memiliki sifat *opportunistic omnivore*, yaitu akan memakan jenis makanan lain yang tersedia di habitatnya (Fakhri et al. 2012)

Struktur populasi monyet ekor panjang

Struktur populasi monyet ekor panjang pada kawasan TWA Pangandaran adalah sebanyak 195 individu dengan komposisi 23 jantan dewasa, 57 betina dewasa, 19 jantan remaja, 16 betina remaja, 56 anak, dan 24 bayi (Tabel 1). Pemisahan jenis kelamin hanya dilakukan ada individu dewasa dan remaja. Pada kelas umur tersebut jenis kelamin dapat dibedakan dengan jelas sementara pada kelas umur anak dan bayi tidak dapat dilakukan pengamatan jenis kelamin dengan jelas dikarenakan terhalang tubuh induk dan kelamin yang belum tumbuh besar.

Jumlah tersebut di dapatkan pada kawasan TWA Pangandaran yang memiliki luas lebih kecil dari kawasan

CA secara keseluruhan. Sementara menurut penelitian sebelumnya, monyet ekor panjang pada TWA Pangandaran memiliki populasi berjumlah 158 individu dengan struktur populasi yaitu jantan dewasa 19 individu, betina dewasa 44 individu, jantan muda 18 individu, betina muda 2 individu, juvenile 47 individu, infant coklat 13 individu, dan infant hitam 15 individu (Widiastuty et al. 2010).

Pada kelompok pertama di daerah resort dan hutan depan resort ditemukan satu kelompok dengan jumlah sebesar 30 individu dengan komposisi umur dan jenis kelamin yaitu 3 jantan dewasa, 7 betina dewasa, 3 jantan remaja, 2 betina remaja, 9 anak, dan 6 bayi. Sedangkan kelompok kedua dijumpai disekitar hutan dan pantai depan *Mess* Rengganis. Kelompok ini terdiri dari 29 individu dengan komposisi 2 jantan dewasa, 9 betina dewasa, 2 jantan remaja, 4 betina remaja, 8 anak, dan 4 bayi. Kedua kelompok ini termasuk ke dalam kelompok dengan komposisi normal dimana terdapat lebih dari satu jantan dan lebih dari satu betina (*multi-male-multi-female*).

Kelompok ketiga dijumpai di ujung selatan Goa Parat, hutan diatas Goa Parat dan sesekali di jumpai hingga berada di *Mess* Rengganis. Kelompok ini hanya terdiri dari 4 individu dengan komposisi yang tidak normal. Pada kelompok ini terdapat 3 betina dewasa (salah satu sedang hamil) dan satu remaja jantan.

Kelompok keempat sering dijumpai di hutan perbatasan antara CA dan TWA. Kelompok ini memiliki jumlah individu sebesar 14 Monyet ekor panjang. Komposisi umur dan jenis kelamin pada kelompok terdiri dari 1 jantan dewasa, 4 betina dewasa, 2 jantan remaja, 1 betina remaja, 3 anak, dan 3 bayi. Kelompok ini termasuk ke dalam kelompok dengan komposisi tidak normal dengan jantan dewasa yang hanya terdapat satu individu saja.

Kelompok kelima sering dijumpai di daerah Goa Jepang ditemukan jumlah individu 69 Monyet ekor panjang. Komposisi umur dan jenis kelamin, yaitu 8 jantan dewasa, 16 betina dewasa, 6 jantan remaja, 6 betina remaja, 25 anak, dan 8 bayi. Sedangkan kelompok keenam sering dijumpai di daerah Pantai Pasir Putih. Kelompok ini memiliki jumlah individu sebanyak 49 monyet ekor panjang dengan komposisi umur dan jenis kelamin adalah 9 jantan dewasa, 18 betina dewasa, 5 jantan remaja, 3 betina remaja, 11 anak, dan 3 bayi. Kedua kelompok ini juga memenuhi teori *multi-male-multi-female* (Freed 1999).

Secara umum, berdasarkan perjumpaan menunjukkan bahwa jumlah monyet ekor panjang terdapat pertambahan peningkatan jumlah individu dibandingkan dengan hasil penelitian penelitian Widiastuty et al. (2011). Hal ini disebabkan adanya regenerasi monyet ekor panjang yang berjalan baik. Selain itu diindikasikan berdasarkan komposisi umur individu remaja dan anak lebih banyak jumlahnya. Hal ini menunjukkan bahwa struktur umur monyet ekor panjang memiliki daya regenerasi yang cukup baik. Menurut Krebs dan Davis (1978) suatu populasi dapat meningkat disebabkan oleh natalitas. Natalitas, yang dapat juga disebut sebagai potensi perkembangbiakan, adalah jumlah individu baru yang lahir dalam suatu populasi. Natalitas dapat dinyatakan dalam produksi individu baru dalam suatu populasi, laju kelahiran per satuan waktu atau laju kelahiran per satuan waktu per individu. Pada

penelitian ini, data kelahiran monyet ekor panjang tidak diketahui, namun banyaknya jumlah anak dan remaja menunjukkan individu yang memiliki fungsi untuk reproduksi dan melanjutkan perkembangbiakan dengan baik cukup banyak. Individu dewasa yang ditemukan lebih banyak memungkinkan banyaknya terjadi reproduksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh program beasiswa riset niveritas Padjadjaran tahun akademik 2016. Terima kasih diucapkan kepada Rektor Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat yang telah memprogramkan riset tersebut. Tidak lupa juga kepada Dekan dan Ketua Program Studi Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran yang telah memberikan ijin dan dukungannya. Terima kasih kepada Kepala BKSDA Cagar Alam Pananjung Pangandaran yang telah memberikan ijin sehingga terlaksana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra HS. 1990. Pengelolaan Satwa Liar Jilid 1. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Bercovitch FB, Huffman MA. 1999. The Macaques. In: Dolhinow P, Fuentes A (eds.). *The Non-Human Primates*. Mayfield Publishing Company, California.
- BTNAP [Balai Taman Nasional Alas Purwo]. 2010. *Buku Informasi Balai Taman Nasional Alas Purwo*. Balai Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi.
- Disparbud Jabar. 2015. Cagar Alam Pananjung. <http://www.disparbud.jabarprov.go.id/wisata/dest-det.php?id=594&lang=id>. [Januari 2016].
- Eudey AA. 2008. The Crab-eating Macaque (*Macaca fascicularis*): Widespread and Rapidly Declining. *Primate Conserv* 23:129-132.
- Fakhri K, Priyono B, Rahayuningsih M. 2012. Studi Awal Populasi dan Distribusi *Macaca fascicularis* Raffles di Cagar Alam Ulolanang. *Unnes J Lifescience* 1(2): 120-125.
- Freed BZ. 1999. An introduction to the ecology of daylight-active lemurs. In: Dolhinow P, Fuentes A (eds.). *The Nonhuman Primates*. Mayfield Publishing Company, Mountain View, CA.
- IUCN [International Union for the Conservation of Nature and Natural]. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. [terhubung berkala] <http://www.iucnredlist.org> (diakses pada 27 Januari 2016).
- Juraji. 2011. Distribusi dan Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) pada Kawasan Pantai Bama Taman Nasional Baluran. Laporan Penelitian Kuliah Kerja Lapangan. Universitas Padjadjaran, Sumedang.
- Krebs JR, Davies NB. 1978. *Behavioral ecology: an evolutionary approach*. 3rd ed. Blackwell Scientific Publications, London.
- Lehmann J, Korstjens AH, Dunbar RIM. 2007. Fission–fusion social systems as a strategy for coping with ecological constraints: a primate case. *Evol Ecol*. 21:613-634
- Menteri Pertanian Nomor: 170/Kpts/Um/3/1978 tanggal 10-3-1978 tentang perubahan kawasan seluas 37.70 Ha Cagar Alam Pananjung Pangandaran dijadikan Hutan Wisata Alam (TWA).
- Supriatna J, Wahyono EH. 2000. *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta
- Widiastuty H, Riana D, Larasati P, Putri IA. 2011. Status Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) di Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. Jurusan Biologi, FMIPA, IPB, Bogor.
- Yandira RM. 2014. Populasi Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) Di Kawasan Triangulasi-Pancur Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur. Laporan Penelitian Kuliah Kerja Lapangan. Departemen Biologi FMIPA, Universitas Padjadjaran, Sumedang.

Pemanfaatan dan pengelolaan bambu berkelanjutan di Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat sebagai upaya perwujudan Sustainable Development Goals (SDGs)

Sustainable use and management of bamboo in Cijedil village, Cianjur, West Java as an efforts embodiment of Sustainable Development Goals (SDGs)

HANNA R. HANAFI[♥], BUDI IRAWAN, DIAH C. PERTIWI, ALIF LITANIA

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Padjadjaran University. Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor 45363, West Java, Indonesia. Tel./Fax. +62-22-84288888, 085720753302, ♥email: r.hanafihanna@gmail.com

Manuskrip diterima: 23 Maret 2017. Revisi disetujui: 13 April 2017.

Abstrak. Hanafi HR, Irawan B, Pertiwi DC, Liania A. 2017. Pemanfaatan dan pengelolaan bambu berkelanjutan di Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat sebagai upaya perwujudan Sustainable Development Goals (SDGs). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 230-235. Potensi bambu dapat dimanfaatkan tidak hanya dalam skala kehidupan lokal namun juga dapat dikembangkan hingga skala internasional. Bambu memiliki banyak keunggulan pada segi ekologi, ekonomi, sosial, dan budaya sebagai salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Konservasi keanekaragaman hayati bambu mutlak diperlukan demi keberlangsungan hidup manusia. Di Kabupaten Cianjur, khususnya Desa Cijedil, merupakan salah satu desa penghasil bilik (dinding rumah dari anyaman bambu) di Jawa Barat. Eksplorasi mengenai potensi pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan dan pengelolaan bambu di Desa Cijedil ini merupakan salah satu langkah konservasi keanekaragaman hayati untuk mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan/Sustainable Development Goals (SDGs). Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran (*mixed method*) yang menghubungkan antara data kualitatif dan kuantitatif, menggunakan teknik wawancara terstruktur dan semi-struktur serta observasi dan kebun bambu. Tahapan penelitian meliputi eksplorasi keanekaragaman jenis bambu, serta pengetahuan masyarakat mengenai pemanfaatan dan pengelolaan bambu. Dari hasil penelitian ini diperoleh jenis bambu yang terdapat di Desa Cijedil, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur sebanyak tiga jenis, yaitu *awi tali* (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult.f.) Kurz ex Munro), *awi gombong* (*Gigantochloa pseudoarundinaceae* (Steud) Widjaja), dan *awi hideung* (*Gigantochloa atroviolacea* Widjaja) yang dimanfaatkan sebagai bilik dan ajir oleh masyarakat Desa Cijedil. Masyarakat Desa Cijedil mengelola bambu dengan menggunakan sistem tebang pilih saat pemanenan. Pengetahuan mengenai pemanfaatan dan pengelolaan bambu diperoleh secara turun temurun dan melalui berbagi pengetahuan antar masyarakat.

Kata kunci: Bambu, pemanfaatan, pengelolaan, SDGs, masyarakat Cijedil

Abstract. Hanafi HR, Irawan B, Pertiwi DC, Liania A. 2017. Sustainable use and management of bamboo in Cijedil village, Cianjur, West Java as an efforts embodiment of Sustainable Development Goals (SDGs). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 230-235. Bamboo's potency can be used not only in local life scale but also could be developing to an international scale. Bamboo has many advantages in ecological, economy, social, and culture sector as one of the renewed natural resources. Conservation of bamboo's biodiversity needed for humans life. Cianjur, especially in Cijedil village, is one of bilik (house wall from the webbing of bamboo) craftsmen in West Java. Exploration for society knowledge potency about use and management of bamboo in Cijedil village is one of biodiversity conservation steps for an embodiment of Sustainable Development Goals (SDGs). The research method that used is a mixed method that connecting qualitative and quantitative data. The method using structural interview technique, semi-structural interview technique, and bamboo forest observation. Research step includes exploration of biodiversity species of bamboo and society knowledge about use and management of bamboo. The results are showing there are three species of bamboo in Cijedil village. They are *awi tali* (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult.f.) Kurz ex Munro), *awi gombong* (*Gigantochloa pseudoarundinaceae* (Steud) Widjaja), and *awi hideung* (*Gigantochloa atroviolacea* Widjaja) that used as bilik and ajir by Cijedil village's people. People in Cijedil village manage bamboo with selective logging system when harvesting. Knowledge about the uses and managements of bamboo inherited from the ancestry then spreading around the community.

Keywords: Bamboo, use, management, SDGs, Cijedil village society

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati khususnya tumbuhan di Indonesia sangat tinggi, salah satunya yaitu bambu, lebih

kurang terdapat 140 jenis bambu di Indonesia. Seluruh bagian tumbuhan mulai dari akar, batang, daun, bunga, bahkan rebung sekalipun dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan (Lebang 2016). Bambu

memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat pedesaan di Indonesia. Masyarakat mengenal bahan bambu memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan karena batangnya kuat, keras, lurus, rata, mudah dibentuk, mudah dibelah, mudah dikerjakan dan mudah diangkut. Kemudian bambu pun relatif lebih murah dibanding bahan bangunan lain. Hal ini karena bambu banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan (Widjaja 2001). Untuk itu diperlukan upaya eksplorasi dan konservasi agar potensi keanekaragaman sumber daya hayati ini teroptimalkan.

Potensi bambu dapat dimanfaatkan tak hanya dalam kehidupan lokal namun juga dapat dikembangkan hingga lingkup internasional. Pada bidang ekologis, sudah jelas bambu sangat bermanfaat karena jenisnya yang beragam dapat menambah kekayaan sumber daya hayati. Kebun bambu pun dapat mencegah terjadinya longsor, banjir, dan erosi. Kemudian manfaatnya dalam nilai sosial dan budaya yaitu dapat mengembangkan potensi sumber daya manusia sebagai pengelola bambu yang berkelanjutan. Selain itu dalam bidang ekonomi, bambu memiliki manfaat yang besar karena harganya yang murah namun bila dikelola dan dimanfaatkan berkelanjutan dapat memberikan nilai ekonomi yang tinggi.

Pulau Jawa diperkirakan memiliki 60 jenis bambu. Di antara jenis-jenis yang dimiliki Pulau Jawa, 16 jenis juga tumbuh di pulau-pulau lainnya; 26 jenis merupakan jenis introduksi, tetapi 14 jenis di antaranya hanya tumbuh di Kebun Raya Bogor dan Cibodas (Widjaja 2001; Lebang 2016). Potensi penelitian tentang jenis, pemanfaatan, dan pengelolaan bambu ini masih sangat terbuka. Namun belum ada yang melakukan penelitian tentang jenis, pemanfaatan, dan pengelolaan bambu di Desa Cijedil. Eksplorasi mengenai potensi pengetahuan masyarakat tentang jenis, pemanfaatan dan pengelolaan bambu di Desa Cijedil ini merupakan langkah konservasi keanekaragaman

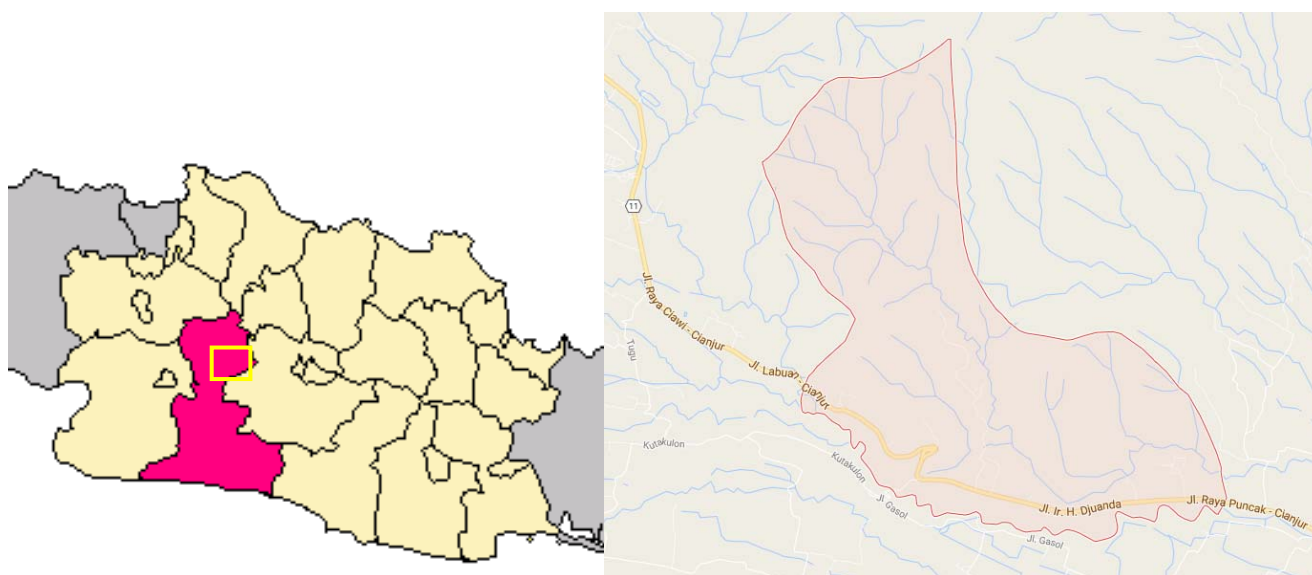
hayati Indonesia, khususnya Jawa Barat. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pemanfaatan dan pengelolaan bambu di Desa Cijedil sebagai perwujudan *SDGs*.

Pemanfaatan dan pengelolaan bambu secara berkelanjutan ini diharapkan dapat mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan/*Sustainable Development Goals (SDGs)* khususnya bidang tujuan *SDGs* nomor 1) Menghapus segala bentuk kemiskinan; 8) Meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang merata dan berkelanjutan, tenaga kerja yang optimal dan produktif serta pekerjaan yang layak untuk semua; 9) Membangun infrastruktur tangguh, mempromosikan industrialisasi inklusif dan berkelanjutan dan mendorong inovasi; 11) Membuat kota dan pemukiman penduduk yang inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan; 12) Menjamin pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan; 13) Mengambil tindakan segera untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya; serta 15) Melindungi, memulihkan, dan meningkatkan pemanfaatan secara berkelanjutan terhadap ekosistem darat, mengelola kebun secara berkelanjutan, memerangi desertifikasi, dan menghentikan dan memulihkan degradasi lahan dan menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati (UNDP 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemanfaatan bambu oleh masyarakat Desa Cijedil dan pengelolaan bambu dalam upaya perwujudan *SDGs*.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dan pengambilan data lapangan dilaksanakan di daerah Desa Cijedil, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat

Cara kerja

Metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran (*mixed method*) yang menghubungkan antara data kualitatif dan kuantitatif dalam sebuah penelitian. Metode ini dipilih agar dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik atas tujuan penelitian yang ingin dicapai (Cresswell 2013).

Eksplorasi keanekaragaman jenis bambu

Untuk mengetahui keanekaragaman jenis-jenis bambu dilakukan dengan metode koleksi. Metode koleksi dilakukan dengan cara mengumpulkan bagian-bagian tumbuhan dan membuat herbarium (koleksi kering). Bagian bambu yang dikoleksi adalah daun, pelepah buluh, daun pelepah buluh, ligula, kuping pelepah buluh, percabangan serta buluh bambu dilengkapi dokumentasi (Rugayah et al. 2004).

Bambu yang telah dikoleksi dijadikan spesimen herbarium kering melalui proses pengeringan yang disertai dengan pengepresan. Pengepresan dilakukan di antara lapisan-lapisan kertas yang dapat mengisap air, seperti kertas koran bekas dengan menggunakan kerangka kayu. Spesimen dikeringkan dengan menggunakan oven atau dijemur di bawah sinar matahari langsung. Setelah kering, lalu ditempelkan di atas lembaran kertas yang cukup tebal dan kaku yang berukuran 28,5x41 cm. Kemudian bambu diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi bambu (Widjaja 2001).

Pengetahuan masyarakat tentang pemanfaatan dan pengelolaan bambu

Untuk mengetahui pemanfaatan dan pengelolaan bambu dilakukan wawancara terstruktur dan semi-struktur serta observasi partisipatif (Creswell 2013, Singh et al. 2015).

Wawancara terstruktur

Wawancara terstruktur dilakukan terhadap masyarakat desa untuk mengetahui bagaimana pengetahuan mereka tentang bambu dan sejauh mana mereka memanfaatkan dan mengelola bambu tersebut. Wawancara ini dilakukan dengan mengumpulkan data menggunakan kuesioner terhadap masyarakat setempat sebagai responden yang dipilih secara acak (Singh et al. 2015).

Jumlah total responden yang diwawancarai dihitung dengan menggunakan rumus Lynch et al (1974) dalam Iskandar (2012), sebagai berikut:

$$n_t = \frac{N_t \cdot Z^2 \cdot P(1-P)}{N_t \cdot d^2 + Z^2 \cdot P(1-P)}$$

Keterangan:

n_t : Jumlah total sampel (responden)

N_t : Jumlah Total Populasi

Z : Nilai variabel normal (1,96)

P : Proporsi Kemungkinan Terbesar (0,5)

d : Sesatan sampling (0,1)

Wawancara semi-struktur

Selain wawancara terstruktur, digunakan pula metode wawancara semi-struktur (Singh et al. 2015), wawancara ini dilakukan terhadap informan kunci yang mempunyai pengetahuan luas dan mendalam mengenai bambu, pemanfaatan, dan pengelolannya serta kompeten di bidang penelitian ini. Wawancara ini dilakukan guna memperoleh data mengenai pemanfaatan jenis-jenis bambu yang digunakan, bagian organ yang digunakan, fungsi bambu tersebut, cara mengolah dan mengelolanya.

Metode observasi partisipatif dan eksplorasi

Metode ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis bambu di kebun bambu responden yang terpilih. Observasi dilakukan sebagai pengamatan dengan sengaja dan sistematis terhadap aktivitas individu atau obyek lain yang diteliti (Singh et al. 2015). Observasi ini dilakukan dengan mengamati dan mencatat langsung terhadap obyek penelitian, yaitu dengan ikut melakukan apa yang dikerjakan oleh sumber data. Sedangkan, metode eksplorasi dilakukan guna penyelidikan lapangan untuk mengumpulkan data/informasi selengkap mungkin tentang keberadaan sumberdaya alam di suatu tempat.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan hasil wawancara dan kuisisioner serta observasi langsung di lapangan, kemudian sampel tumbuhan diidentifikasi dengan menggunakan pertelaan serta mencocokkan data dengan data sekunder yang diperoleh dari studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman dan pemanfaatan jenis bambu

Hasil wawancara dari 5 informan kunci dan 100 responden menunjukkan terdapat 3 jenis bambu yang dimanfaatkan oleh masyarakat, yaitu *awi gombong*, *awi tali*, dan *awi hideung*. Klasifikasi menurut warga sekitar dan klasifikasi botani modern serta pemanfaatannya dapat dilihat pada Tabel 1. Bambu dimanfaatkan menjadi *bilik* dan *ajir*, proses pembuatan *bilik* ditunjukkan dalam Gambar 2.

Tabel 1. Pemanfaatan Bambu oleh Masyarakat Cijedil, Cianjur, Jawa Barat

| Nama lokal oleh Masyarakat Desa Cijedil | Nama ilmiah | Pemanfaatan |
|---|--|-------------|
| Awi Tali | <i>Gigantochloa apus</i> (Schult. & Schult.f.) Kurz ex Munro | Bilik |
| Awi Gombong | <i>Gigantochloa pseudoarundinaceae</i> (Steud) Widjaja. | Ajir |
| Awi Hideung | <i>Gigantochloa atroviolacea</i> Widjaja | Bilik |

Pengelolaan bambu

Penduduk Desa Cijedil memperoleh bambu dari kebun bambu yang ada di Desa Cijedil. Kebun bambu ini dimiliki oleh masyarakat Desa Cijedil itu sendiri. Pengrajin bambu membeli hasil bambu dari pemilik kebun bambu atau pun memanen hasil dari kebun bambu miliknya sendiri. Jumlah yang dipanen disesuaikan kebutuhan ataupun pesanan. Bambu yang dipanen adalah bambu yang telah dewasa. Kebun bambu dipanen secara bergantian dan tidak dihabiskan agar bambu dapat tumbuh berkelanjutan. Bagian kebun bambu yang dipanen yaitu bagian yang telah memasuki masa panen saja. Petani bambu membiarkan bambu tumbuh dengan sendirinya tanpa pemberian pupuk. Penanaman bambu yaitu melalui tunas. Kondisi kebun bambu yaitu homogen.

Pembahasan

Desa Cijedil memiliki potensi bambu yang besar karena keberadaan lahan kebun bambunya masih sangat luas. Kebun bambu dimiliki atas nama warga sekitar sehingga masih terus dirawat dan dimanfaatkan secara terus menerus. Bambu - bambu ini tumbuh melalui ditanam oleh warga atau pun tumbuh dengan sendirinya. Masyarakat lokal membedakan bambu yang ada berdasarkan warna buluh. *Awi tali* atau yang masyarakat sebut juga bambu biasa, juga merupakan bambu yang paling banyak terdapat di Desa Cijedil yaitu bambu dengan buluh hijau kekuningan kusam. Kemudian *Awi hideung/awi temen* adalah bambu yang warna buluhnya hitam, dalam bahasa sunda *awi* berarti bambu sedangkan *hideung* artinya hitam, sehingga dapat disebut juga bambu hitam. Terakhir *awi gombong* yaitu bambu dengan buluh hijau bergaris kuning.

Bagian bambu yang dimanfaatkan yaitu bagian batang yang sudah tua dan siap panen. Cirinya yaitu tinggi bambu telah mencapai tujuh meter dengan daun yang lebat. Batang diambil dari buku pertama hingga ujung. Daun bambu dijadikan bahan bakar perapian. Semua jenis bambu yang ada dapat dijadikan bilik. Khusus *awi gombong* biasanya dapat diolah menjadi *ajir* (patok untuk menanam sayur). *Ajir* dibuat dengan cara membelah dan memotong batang bambu hingga ukuran yang diperlukan. Setelah dibelah dan dipotong, bambu dihaluskan pinggirannya agar tidak tersisa bekas pemotongan batangnya. Bambu yang paling banyak digunakan yaitu *Gigantochloa apus* (*awi tali*).

Penduduk Desa Cijedil memperoleh bambu dari kebun bambu yang ada di Desa Cijedil, mereka menyebutnya girang. Kebun bambu ini dimiliki oleh masyarakat Desa Cijedil itu sendiri. Pengrajin bambu membeli hasil bambu dari pemilik kebun bambu atau pun memanen hasil dari kebun bambu miliknya sendiri. Jumlah yang dipanen disesuaikan kebutuhan ataupun pesanan. Hasil bambu yang dipanen diangkut ke tempat pengrajin untuk kemudian diolah menjadi bilik atau kerajinan bambu lainnya.

Bambu yang dipanen adalah bambu yang telah dewasa dan memiliki tinggi sekitar 5 m. Bambu dipotong dari ruas ke 4, tidak dihabiskan sampai ke akar. Hal ini bertujuan agar bambu dapat tumbuh kembali. Biasanya dibutuhkan waktu 2-4 tahun untuk dapat dipanen kembali. Kebun bambu dipanen secara bergantian dan tidak dihabiskan agar bambu dapat tumbuh berkelanjutan. Bagian kebun bambu

yang dipanen yaitu bagian yang telah memasuki masa panen saja. Melalui cara ini petani dan pengrajin bambu dapat terus berproduksi tanpa takut tumbuhan bambu akan habis. Petani dan pengrajin bambu secara tidak langsung turut melakukan upaya konservasi bambu melalui sistem panen tebang pilih.

Petani bambu membiarkan bambu tumbuh dengan sendirinya tanpa pemberian pupuk. Karena menurut mereka, bambu yang ditanam secara alami tanpa pupuk justru menghasilkan bambu yang lebih kuat dan berkualitas bagus. Bambu yang ditanam secara alami ini juga lebih tahan hama. Jarang terdapat hama yang menyerang tumbuhan bambu. Penanaman bambu pun relatif mudah melalui tunas kemudian bambu akan tumbuh dengan sendirinya. Kondisi kebun bambu yaitu homogen, didominasi oleh bambu secara keseluruhan. Bahkan di sekitar pekarangan rumah penduduk pun masih terdapat banyak bambu yang tumbuh. Ekosistem yang ada yaitu kebun hujan hujan tropis. Hewan yang berhabitat di sekitar kebun bambu cenderung tenang dan tidak mengganggu pertumbuhan bambu. Sehingga dapat dipastikan kebun bambu tersebut dapat tumbuh dengan baik dan berkelanjutan.

Bambu yang digunakan untuk membuat bilik ukuran 4 x 3 m yaitu sebanyak satu lenjer atau sekitar 4 buku. Sebuah bilik polos dihargai Rp. 60.000 - Rp. 65.000, sedangkan anyaman dari kulit luar batang bambu dihargai Rp. 80.000, dan anyaman motif dihargai Rp. 140.000. Semakin sulit anyaman semakin mahal harganya. Bilik - bilik bambu dijual ke tengkulak dan ke toko meubeul.

Proses pembuat bilik dimulai dari bambu yang telah dipanen. Satu batang bambu dipotong menjadi beberapa lenjer, lalu batang yang sudah berupa lenjer - lenjer tersebut dibelah menjadi beberapa bagian dengan ukuran yang sama. Bagian - bagian tersebut kemudian dihua atau dibagi menjadi beberapa lapisan tipis. Lapisan-lapisan yang tipis tersebut kemudian dijemur agar lebih kering dan keras. Setelah dijemur barulah kemudian lapisan bambu tersebut dianyam sesuai kebutuhan.

Penduduk pengrajin bambu di Desa Cijedil ini merupakan pengusaha bambu yang telah menjalankan usaha bilik sejak lama. Walau pun pendidikan tertinggi yang dicapai oleh mereka hanya tingkat Sekolah Menengah Pertama, namun pengetahuan secara turun menurun tentang kerajinan bilik bambu dapat membuat mereka dapat memberi pendidikan bagi anak-anaknya hingga jenjang pendidikan tinggi. Usaha bilik bambu yang cenderung stabil dan berkelanjutan membuat pemenuhan kebutuhan hidup mereka berjalan lancar. Walau pun mengalami masa sulit seperti menurunnya pesanan bilik namun tak menjadikan hingga kebangkrutan.

Pengetahuan tentang bambu ini diteruskan kepada keturunan anak cucu dari pengrajin bambu. Harapannya usaha kerajinan bambu ini dapat diteruskan oleh anak cucu mereka. Namun terdapat pula pengrajin yang khawatir usahanya tidak diteruskan oleh anak-anaknya. Hal ini diakibatkan pendidikan yang telah lebih tinggi dari orang tuanya membuat keturunan pengrajin bambu untuk mencari usaha lain seperti berdagang atau bekerja di perusahaan. Padahal usaha bambu ini perlu dilestarikan sebagai upaya konservasi tumbuhan.



Gambar 2. Proses pembuatan bilik di Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat. A. Pemotongan dan pembelahan, B. *Ngahua* (membagi lapisan bambu), C. Penjemuran, D. Penganyaman, E. Bilik siap dijual atau digunakan

Pemanfaatan dan pengelolaan bambu secara berkelanjutan merupakan salah satu cara dalam mewujudkan SDGs. Bambu yang memiliki nilai relatif murah ini bila diolah dapat meningkatkan ekonomi masyarakat. Peningkatan ekonomi tentu dapat membantu menghapus segala bentuk kemiskinan. Selain itu pengelolaan bambu yang dilakukan oleh warga lokal sendiri dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang merata dan berkelanjutan, tenaga kerja yang optimal dan produktif serta pekerjaan yang layak untuk semua.

Bambu dapat dijadikan sumber daya bangunan alternatif selain kayu. Bambu memiliki struktur yang kuat untuk dijadikan bahan bangunan. Kecepatan tumbuh bambu yang lebih cepat dari pada kayu membuat bambu lebih mudah diperbaharui. Penanaman bambu pun relatif lebih mudah karena pertumbuhannya cepat. Pengolahan bambu lebih bervariasi sehingga masyarakat dapat membangun infrastruktur tangguh, mempromosikan industrialisasi inklusif dan berkelanjutan dan mendorong inovasi. Kota dan pemukiman penduduk yang inklusif, aman, tangguh, dan berkelanjutan pun dapat diwujudkan. Karena produksi bambu yang terus menerus pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan terjamin.

Kerusakan dan degradasi lahan yang terus meningkat pun dapat disiasati dengan bambu. Menurut Forest Watch Indonesia (2013), pemanfaatan kebun Indonesia khususnya untuk memenuhi kebutuhan pasar telah berdampak pada berkurangnya luas tutupan kebun (deforestasi). Pada periode 2009-2013, laju deforestasi rata-rata yaitu 1,13 juta hektar per tahun. Syamsu et al. (2014) juga menjelaskan laju deforestasi ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan terhadap kayu dan produk-produk berbahan baku kayu. Seraya mengambil tindakan segera untuk memerangi perubahan iklim dan dampaknya serta melindungi, memulihkan, dan meningkatkan pemanfaatan secara berkelanjutan terhadap ekosistem darat, mengelola kebun secara berkelanjutan, memerangi desertifikasi, dan menghentikan dan memulihkan degradasi lahan dan menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati, kebunbambu dapat menjadi solusi alternatif yang tepat dan cepat dalam mewujudkannya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (i) Jenis bambu yang terdapat

di Desa Cijedil, Kecamatan Cugenang, Kabupaten Cianjur yaitu *awi gombong* (*Gigantochloa pseudoarundinacea* (Steud) Widjaja), *awi tali* (*Gigantochloa apus* (Schult. & Schult.f.) Kurz ex Munro), dan *awi hideung* (*Gigantochloa atroviolacea* Widjaja) yang dimanfaatkan sebagai bilik dan ajir oleh Masyarakat Desa Cijedil. (ii) Masyarakat Desa Cijedil mengelola bambu dengan menggunakan sistem tebang pilih saat pemanenan yang merupakan suatu langkah pemanfaatan berkelanjutan dan konservasi. (iii) Masyarakat Desa Cijedil memperoleh pengetahuan mengenai pemanfaatan dan pengelolaan bambu secara turun temurun dan berbagi pengetahuan sesama masyarakat.

ACKNOWLEDGEMENTS

Peneliti berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu pengerjaan penelitian ini, terutama kepada seluruh warga Desa Cijedil, Cianjur, Jawa Barat.

REFERENCES

- Cresswell JW. 2013. Research Design, Qualitatif Quantitatif and Mixed Methods Approaches. Los Angeles: Sage
- Forest Watch Indonesia. 2013. Potret Keadaan Kebun Indonesia periode 2009-2013. <http://fwi.or.id/publikasi/potret-keadaan-kebunindonesia-periode-2009-2013/>, [2 Januari 2017].
- Iskandar J. 2012. Etnobiologi dan Pembangunan Berkelanjutan. AIPU Bandung, Puslitbang KPK LPPM Unpad. Bandung
- Lebang PC. 2016. Pengembangan usaha kerajinan bulo batti di Desa Allaere. Jurnal Ecosystem. Vol.16 No.2
- Rugayah, Widjaja EA dan Praptiwi. 2004. Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora. Puslitbio LIPI. Bogor.
- Singh RJ, Singh A, Garnett ST, Zander KK, Lobsang, Tsering D. 2015. Paisang (*Quercus griffithii*): A keystone tree species in sustainable agroecosystem management and livelihoods in Arunachal Pradesh, India. Environ Manag 55: 187-204.
- Syamsu K, Roliadi H., Candra KP, Arsyad AJ. 2014. Kajian proses produksi pulp dan kertas ramah lingkungan dari sabut kelapa. Jurnal Teknologi Pertanian Universitas Mulawarman. 9(1), 16-25.
- UNDP. 2015. Sustainable Development Goal Agenda. United Nations for Development Programme.
- Widjaja EA. 2001. Identikit Jenis-jenis Bambu di Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi. LIPI. Bogor.

Keanekaragaman spesies lamun pada beberapa ekosistem padang lamun di Kawasan Taman Nasional Bali Barat

Seagrass species diversity at various seagrass bed ecosystems in the West Bali National Park Area

HARXYLEN KINANTI PURNOMO[✉], YUNI YUSNIAWATI, AFIATRY PUTRIKA, WINDRI HANDAYANI[✉],
YASMAN

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Gedung E, FMIPA, Kampus UI Depok 16424,
Tel.: +62-21-7270163, Fax.: +62-21-78849010, ✉email: xylenkinanti@gmail.com; ✉✉windri.h@sci.ui.ac.id

Manuskrip diterima: 23 Maret 2017. Revisi disetujui: 18 April 2017.

Abstrak. Purnomo XK, Yusniawati Y, Putrika A, Handayani W, Yasman. 2017. Keanekaragaman spesies lamun pada beberapa ekosistem padang lamun di kawasan Taman Nasional Bali Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 236-240. Wilayah perairan laut yang ditumbuhi lamun disebut padang lamun dan merupakan suatu ekosistem yang khas. Terdapat sekitar 60 spesies lamun di seluruh dunia, 12 di antaranya terdapat di Indonesia. Taman Nasional Bali Barat (TNBB) merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki ekosistem lamun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kepadatan padang lamun di beberapa pantai di TNBB, sehingga dapat dilakukan pemantauan berulang dan menjadi bagian informasi usaha pelestarian lamun di kawasan tersebut. Survei dilakukan di Pantai Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang, dan Pulau Menjangan. Keempat pantai tersebut memiliki spesies substrat dan kondisi lingkungan yang berbeda. Pengambilan data menggunakan metode transek kuadran, serta dilakukan pula pengambilan data abiotik seperti spesies substrat, suhu, pH, salinitas, DO, dan intensitas cahaya. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa terdapat 7 spesies lamun di TNBB yaitu *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halophila minor*, *Halodule pinifolia* dan *Syringodium isoetifolium*, dengan spesies dominan yaitu *C. rotundata* dan *H. ovalis*. Frekuensi relatif tertinggi di Karang sewu dari lamun *E. acoroides* dengan nilai 78,13%, sedangkan frekuensi relatif tertinggi di Labuhan Lalang dari lamun *T. hemprichii* dengan nilai 28,9%. Frekuensi relatif tertinggi di Prapat Agung dan Pulau Menjangan adalah lamun spesies *C. rotundata* dengan nilai masing-masing sebesar 48,72% dan 48,5%. Labuhan Lalang memiliki komposisi spesies tertinggi dengan 7 spesies spesies yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *C. rotundata*, *H. ovalis*, *H. minor*, *H. pinifolia* dan *S. isoetifolium*.

Kata kunci: Padang lamun, komposisi spesies, frekuensi relatif, Taman Nasional Bali Barat

Abstrak. Purnomo XK, Yusniawati Y, Putrika A, Handayani W, Yasman. 2017. *Seagrass species diversity at various seagrass bed ecosystems in the West Bali National Park Area. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 236-240. The coastal area overgrown with seagrass known as seagrass bed and are a unique ecosystem. There are about 60 species of seagrasses worldwide which are 12 of them found in Indonesia. West Bali National Park (TNBB) is one of many areas in Indonesia where seagrass ecosystems are found. The research was to survey abiotic factors, diversity, frequency, the relative frequency and the species composition of seagrass at the various coast in TNBB. This information hopefully will help possible repeated monitoring and provide seagrass conservation efforts. The study was conducted at the Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang, and Menjangan areas. The fourth coast had the type of substrate and the different environmental conditions. All the data retrieved using quadrant transect method, and also conducted abiotic data collection such as the type of substrate, temperature, pH, salinity, DO, and light intensity. Based on the survey results known that there are 7 species of seagrass in TNBB of *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halophila ovalis*, *Halophila minor*, *Halodule pinifolia* and *Syringodium isoetifolium*. The dominant species are *C. rotundata* and *H. ovalis*. The highest relative frequency in Karang Sewu was *E. acoroides* with a value of 78.13%, while the highest relative frequency in Labuhan Lalang was *T. hemprichii* with a value of 28.9%. The highest relative frequency in Prapat Agung and Menjangan was *C. rotundata* with respective value amounted to 48.72% and 48.5%. Labuhan Lalang had the highest species composition with 7 species are *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *C. rotundata*, *H. ovalis*, *H. minor*, *H. pinifolia* and *S. isoetifolium*.

Keywords: Sea grass bed, species composition, relative frequency, West Bali National Park

PENDAHULUAN

Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang terdapat di daerah pesisir. Padang lamun merupakan ekosistem yang terdiri dari satu atau lebih spesies lamun yang berinteraksi dengan faktor biotik dan abiotik di lingkungannya. Lamun merupakan kelompok

tumbuhan angiospermae yang memiliki kemampuan beradaptasi terhadap salinitas yang tinggi, menempati perairan laut dengan suhu berkisar 38-42°C (McKenzie 2008), dan berada di daerah intertidal sampai kedalaman 70 m (El Shaffai 2011). Selain itu, lamun berperan sebagai penghubung ekosistem mangrove dengan ekosistem terumbu karang (McKenzie 2008).

Menurut El Shaffai (2011) terdapat sekitar 60 spesies lamun di seluruh dunia. Lamun dapat ditemukan di perairan tropis dan subtropis. Lamun yang terdapat di perairan tropis umumnya tersebar di perairan laut Atlantik dan Indo-Pasifik. Keanekaragaman lamun di wilayah perairan tropis sangat tinggi, terutama di wilayah Indo-Pasifik, diketahui terdapat hingga 14 spesies lamun dalam satu ekosistem. Lamun yang terdapat di perairan tropis didominasi oleh spesies *Thalassia* sp. Di Indonesia, hingga saat ini diketahui terdapat 13 spesies lamun dari tujuh marga, tiga di antaranya (*Enhalus*, *Thalassia*, *Halophila*) termasuk suku Hydrocaritaceae, sedangkan empat lainnya (*Halodule*, *Cymodocea*, *Syringodium* dan *Thalassodendron*) termasuk suku Cymodoceae (Kiswara dan Hutomo 1985; Kuo 2007).

Lamun adalah produsen primer dalam ekosistem padang lamun, sehingga merupakan komponen yang penting di wilayah perairan laut karena menghasilkan oksigen dan materi organik dari hasil fotosintesis. Oleh karena itu, padang lamun digunakan oleh biota laut sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), pemijahan (*spawning ground*), dan asuhan (*nursery ground*) (Bortone 2000). Padang lamun juga berfungsi sebagai penyaring nutrient yang berasal dari sungai atau laut, pemecah gelombang dan arus, serta meningkatkan kualitas air laut dengan membantu pengendapan substrat dan menstabilkan sedimen.

Berbagai penelitian mengenai ekosistem di Taman Nasional Bali Barat (TNBB) telah dilakukan. Penelitian mengenai studi komunitas lamun di perairan Teluk Gilimanuk dan Labuhan Lalang telah dilakukan oleh Zulkarnaen et al. (2013). Namun, penelitian mengenai keanekaragaman spesies lamun yang ada di pantai Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang dan Pulau Menjangan, TNBB masih sedikit informasinya. Oleh karena itu, dilakukan survei mengenai ekosistem padang lamun di TNBB dengan cakupan area yang lebih luas.

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi abiotik serta keanekaragaman spesies lamun dan biota lain di keempat pantai di TNBB. Dengan adanya data hasil survei ini, dapat diketahui keragaman lamun dan kondisi ekologi di lokasi tersebut. Ke depan diharapkan dapat dilakukan pemantauan berulang di lokasi survei sehingga perubahan keragaman dan kondisi ekologi dapat diketahui dan menjadi dasar untuk usaha pelestariannya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi studi

Penelitian dilakukan dikawasan Taman Nasional Bali Barat (TNBB), Provinsi Bali, Indonesia pada 30 Agustus 2015-4 September 2015. Area pengambilan data terletak di empat pantai yaitu Pantai Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang, dan Pulau Menjangan (Gambar 1).

Metode

Pengamatan dilakukan pada 4 titik lokasi dengan menggunakan metode kuadran transek. Transek ditarik tegak lurus dengan garis pantai sepanjang 50 m dengan tiga kali pengulangan pada setiap titik lokasi. Setiap transek berjarak 30 m. Pengamatan lamun dilakukan menggunakan kuadran berukuran 0,5 m x 0,5 m setiap jarak 5 m. Setiap spesies lamun yang ditemukan di setiap transek diidentifikasi, kemudian dicatat. Pengukuran parameter abiotik dilakukan dengan menggunakan alat multimeter, mencakup suhu, pH, salinitas, DO, dan intensitas cahaya. Sementara itu, parameter biotik diperoleh dengan mendata jenis-jenis lamun dan biota lain di area pengambilan data. Beberapa spesies lamun yang ditemukan, kemudian dikoleksi untuk diidentifikasi dan dikonfirmasi lebih lanjut di Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI, Ancol, Jakarta.



Gambar 1. Titik lokasi survei di Pantai Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang, dan Pulau Menjangan, Taman Nasional Bali Barat (TNBB). 1. Pantai Karang Sewu, 2. Pantai Prapat Agung, 3. Pantai Labuhan Lalang, 4. Pulau Menjangan [Sumber: Google Earth dengan modifikasi].

Analisis data

Analisis dan interpretasi data dilakukan secara kuantitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menghitung frekuensi spesies dan frekuensi relatif setiap spesies lamun. Analisis frekuensi spesies dapat dihitung dengan cara membagi jumlah kuadran terdapat spesies x dengan jumlah seluruh kuadran (Odum 1971). Analisis frekuensi relatif dapat diketahui dengan membagi hasil frekuensi spesies x (F) dengan jumlah frekuensi seluruh spesies (ΣF) kemudian dikali 100% (Odum 1971).

$$Fr = \frac{F}{\Sigma F} \times 100 \%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data faktor biotik yang diperoleh adalah beberapa spesies lamun dan biota lain di ekosistem padang lamun TNBB. Sementara itu, data lingkungan yang diperoleh adalah suhu, salinitas, jenis substrat, kedalaman, pH, DO, konduktivitas, Tds, Orp, dan intensitas cahaya.

Hasil pengambilan data parameter abiotik pada empat pantai diketahui bahwa suhu air di lokasi tersebut sebesar 30 °C, konduktivitas padang lamun berkisar $49,86 \pm 0,22$ ms/cm sampai $50,16 \pm 0,05$ ms/cm, pH berkisar $7,99 \pm 0,63$ sampai $8,29 \pm 0,13$, *Dissolved Oxygen* (DO) berkisar $5,67 \pm 0,05$ ppm sampai $7,35 \pm 0,09$ ppm, suhu berkisar $27,12 \pm 0,19$ °C sampai $29,12 \pm 0,35$ °C, dan salinitas berkisar $32,63 \pm 0,04$ ‰ dan $32,76 \pm 0,04$ ‰. Nilai hasil pengukuran tersebut berada pada kisaran nilai yang sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Kualiatas Air Laut untuk Biota Laut. Dari keputusan tersebut telah ditetapkan bahwa pH bagi pertumbuhan lamun berkisar antara 7-8,5, DO >5 ppm, dan suhu padang lamun berkisar 28-30°C. Konduktivitas padang lamun berada pada kondisi optimum karena pada kisaran 45,00-55,00 ms/cm (Balachandar et al. 2010), serta salinitas padang lamun berkisar 24-35 ‰ (McKenzie (2008). Intensitas cahaya keempat pantai memiliki perbedaan cukup besar. Hal tersebut kemungkinan disebabkan waktu pengambilan data yang berbeda tergantung waktu pasang surut pantai. Nilai parameter abiotik yang tidak berbeda jauh, kemungkinan merupakan penyebab penyebaran dan spesies lamun dominan sama di keempat pantai.

Biota laut lain selain lamun yang ditemukan yaitu makroalga (*Ulva* sp., *Caulerpa* sp., *Halimeda macroloba*, *Amphiroa*, dan *Padina* sp.) dan hewan avertebrata (*Synapta* sp., spons, conus, gastropoda, bintang laut, moluska, dan krustacea). Terdapat perbedaan tipe substrat di keempat pantai, tetapi cenderung memiliki kerapatan dan komposisi spesies yang hampir sama. Lamun pada umumnya dapat hidup di berbagai tipe substrat seperti lumpur, pasir halus, pasir kasar, kerikil, puing karang mati, campuran, atau batu masif (McKenzie 2008). Walaupun demikian, kondisi substrat masih layak untuk pertumbuhan lamun.

Berdasarkan data yang diperoleh dapat diketahui bahwa keempat pantai memiliki kondisi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan lamun (Tabel 1). Perairan laut dangkal merupakan bagian lingkungan bahari yang produktif karena cahaya matahari dapat menembus sampai dasar. Kecukupan unsur hara dan cahaya matahari merupakan kebutuhan utama bagi pertumbuhan lamun. Faktor abiotik ke empat pantai di TNBB berada pada kondisi optimum untuk pertumbuhan lamun dan kehidupan biota laut. Sehingga banyak biota laut yang hidup di padang lamun pada keempat pantai tersebut. Padang lamun dan biota laut lainnya berinteraksi dan membentuk ekosistem padang lamun yang kompleks.

Pengambilan data mengenai ekosistem padang lamun di empat pantai di TNBB yaitu Karang sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang dan Pulau Menjangan memperlihatkan bahwa secara umum beberapa spesies lamun dijumpai di keempat pantai tersebut. Berdasarkan pada Tabel 2, terdapat 7 spesies diperoleh saat penelitian di TNBB yang termasuk kedalam 2 suku yaitu Hydrocharitacea dan Cymodoceaceae. Suku Cymodoceaceae diwakili oleh *Cymodocea rotundata*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Halodule pinifolia*. Sementara itu, suku Hydrocharitaceae diwakili oleh *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, dan *Halophila minor* (Hartog dan Kuo 2006).

Spesies lamun yang ditemukan di keempat pantai tersebut mencapai 50% dari 13 spesies yang diketahui berada di Indonesia. Berdasarkan tabel 2 tampak bahwa komposisi spesies lamun di Labuhan Lalang lebih banyak dari pada pantai lainnya yakni terdapat 7 spesies di antaranya *E. acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *C. rotundata*, *H. ovalis*, *H. minor*, *H. pinifolia* dan *S. isoetifolium*. Hasil penelitian ini melengkapi komposisi spesies lamun di Labuhan Lalang. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulkarnaen et al. (2013), diketahui terdapat 5 spesies lamun di pantai Labuan lalang. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat penambahan 3 spesies pada penelitian ini, yaitu *C. rotundata*, *H. minor*, dan *S. isoetifolium*.

Lamun spesies *C. rotundata* dan *H. ovalis* terdapat di keempat pantai. Spesies *C. rotundata* dan *H. ovalis* merupakan spesies yang cukup adaptif karena dapat ditemukan di keempat lokasi tersebut walaupun kondisi substrat dari keempat pantai cukup berbeda. Kedua spesies tersebut merupakan spesies pionir pada ekosistem padang lamun, spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik melalui sistem perakarannya sehingga dapat menyerap nutrisi pada kondisi substrat yang berbeda (Short et al. 2010).

Frekuensi relatif yang memiliki nilai tertinggi pada keempat pantai didominasi oleh spesies lamun yang berbeda. *C. rotundata* diketahui memiliki nilai frekuensi relatif masing-masing 48,72% dan 48,5% di Pantai Prapat Agung dan Pulau Menjangan. *Cymodocea* merupakan genus intermediate yang dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan dengan level disturbansi sedang. Kemungkinan spesies *C. rotundata* lebih adaptif hidup di kedua ekosistem pantai tersebut sehingga memiliki nilai frekuensi relatif yang lebih tinggi (Green dan Short 2003). Frekuensi relatif

tertinggi di pantai Labuhan Lalang didominasi oleh spesies *T. hemprichii* dengan nilai 28,9% sedangkan di pantai Karang Sewu didominasi oleh spesies *E. acoroides* dengan nilai 78,13%. *E. acoroides* merupakan satu-satunya spesies yang melepaskan polennya di permukaan air ketika melakukan reproduksi seksual. Hal tersebut membatasi distribusi lamun *E. acoroides* sehingga hanya terdapat di daerah intertidal dan subtidal (Green dan Short 2003). Spesies *E. acoroides* umumnya ditemukan tumbuh pada substrat berlumpur di perairan yang keruh, dapat membentuk spesies tunggal serta dapat mendominasi komunitas padang lamun (Susetiono 1993; Hemminga dan Duarte 2000; Short dan Coles 2001).

Jumlah spesies lamun di Pulau Bali secara keseluruhan belum diketahui, namun hampir setiap lokasi penelitian lamun di Provinsi Bali berpotensi memiliki jumlah spesies yang berbeda-beda. Menurut Arthana (2005) terdapat 7

spesies lamun di Pantai Sanur di sebelah timur Pulau Bali yaitu *E. acoroides*, *C. rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *H. ovalis*, *Halodule uninervis*, *H. pinifolia* dan *S. isoetifolium*. Zulkarnaen et al. (2013) menyatakan terdapat 2 spesies lamun di Teluk Gilimanuk yaitu *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Sementara di Pantai Lembongan di sebelah tenggara Pulau Bali, terdapat 5 spesies lamun yaitu *E. acoroides*, *C. rotundata*, *T. hemprichii*, *H. pinifolia*, dan *Thalassodendron ciliatum* (Kurnia et al. 2015). Sebagai perbandingan, berdasarkan hasil pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini, di 4 pantai di TNBB ditemukan 7 spesies lamun. Spesies lamun dominan di Pantai Karang Sewu yaitu *E. acoroides*, sedangkan spesies lamun dominan di Labuhan Lalang, Prapat Agung, dan Pulau Menjangan yaitu *C. rotundata* dan *T. hemprichii*, dengan kondisi ekosistem yang masih baik untuk mendukung pertumbuhan lamun.

Tabel 1. Parameter abiotik dan biotik di Pantai Karang Sewu, Prapat Agung, Labuhan Lalang dan PulauMenjangan, Taman Nasional Bali Barat pada 31 Agustus-3 September 2015

| Parameter abiotik | Karang Sewu (rerata ± SD) | Prapat Agung (rerata ± SD) | Labuhan Lalang (rerata ± SD) | Pulau Menjangan (rerata ± SD) |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| pH | 7,99 ± 0,63 | 8,2 ± 0,02 | 8,02 ± 0,02 | 8,29 ± 0,13 |
| DO (ppm) | 5,67 ± 0,05 | 7,35 ± 0,09 | 6,43 ± 0,15 | 7,34 ± 0,35 |
| Suhu (°C) | 27,12 ± 0,19 | 28,45 ± 0,02 | 29,12 ± 0,35 | 28,02 ± 0,16 |
| Konduktivitas (ms/cm) | 50,11 ± 0,06 | 50,16 ± 0,05 | 50,03 ± 0,06 | 49,86 ± 0,22 |
| Tds | 25,05 ± 0,02 | 25,08 ± 0,02 | 25,02 ± 0,03 | 24,80 ± 0,30 |
| Salinitas (‰) | 32,74 ± 0,02 | 32,76 ± 0,04 | 32,63 ± 0,04 | 32,63 ± 0,07 |
| Orp (mV) | 47,56 ± 7,48 | 50,8 ± 5,11 | -86,43 ± 4,75 | -110,57 ± 6,30 |
| Intensitas cahaya (lux) | - | 463 x 100 | 573,5 x 100 | 901,5 x 100 |
| Substrat | Pasir berlumpur | Pasir berkarang | Pasir berlumpur | Pasir berkarang |

Tabel 2. Komposisi spesies lamun yang ditemukan di empat pantai, Taman Nasional Bali Barat (TNBB) Tanggal 2-3 September 2015

| Spesies | Keberadaan | | | |
|---------------------------------|-------------|--------------|----------------|-----------------|
| | Karang Sewu | Prapat Agung | Labuhan Lalang | Pulau Menjangan |
| <i>Cymodocea rotundata</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| <i>Syringodium isoetifolium</i> | - | - | ✓ | - |
| <i>Halodule pinifolia</i> | - | - | ✓ | ✓ |
| <i>Enhalus acoroides</i> | ✓ | - | ✓ | - |
| <i>Thalassia hemprichii</i> | ✓ | - | ✓ | ✓ |
| <i>Halophila minor</i> | - | ✓ | ✓ | - |
| <i>Halophila ovalis</i> | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tabel 3. Frekuensi spesies dan frekuensi relatif setiap spesies lamun di empat pantai, Taman Nasional Bali Barat (TNBB), Tanggal 31 Agustus-3 September 2015

| Spesies | Frekuensi Relatif (%) | | | |
|---------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-----------------|
| | Karang Sewu | Prapat Agung | Labuhan Lalang | Pulau Menjangan |
| <i>Cymodocea rotundata</i> | 6,25 | 48,72 | 25,1 | 48,5 |
| <i>Thalassia hemprichii</i> | 6,25 | - | 28,9 | 25,73 |
| <i>Halodule pinifolia</i> | - | 38,46 | 11,2 | 14,6 |
| <i>Halophila ovalis</i> | 9,38 | 12,82 | 16,1 | 11,17 |
| <i>Halophila minor</i> | - | - | 1,1 | - |
| <i>Enhalus acoroides</i> | 78,13 | - | 10,1 | - |
| <i>Syringodium isoetifolium</i> | - | - | 7,5 | - |

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Riset Kluster *Bioprospecting for Sustainable Nature* (Bio-SN), Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthana IW. 2005. Spesies dan kerapatan padang lamun di Pantai Sanur Bali. *Jurnal Lingkungan Hidup Bumi Lestari* 5: 68-76.
- Balachandar D, Sundararaj, Murthy R, Kumaraswamy. 2010. Review article: An investigation of groundwater quality and its suitability to irrigated agriculture in Coimbatore District, Tamil Nadu, India-A GIS Approach. *Intl J Environ Sci* 1: 176-190.
- Bortone SA. 2000. *Seagrasses: monitoring, ecology, physiology and management*. CRC Press, Florida.
- El Shaffai A. 2011. *Field guide to seagrasses of the Red Sea*. 1st ed. Gland, Switzerland: IUCN and Courbevoie, France.
- Green EP, Short FT. 2003. *World Atlas of Seagrass*. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre University of California Press. Berkeley: USA.
- Hartog CD, Kuo J. 2006. *Taxonomy and biogeography of seagrasses*. 1st ed. In: Larkum AWD, Orth RJ, Duarte CM (eds). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer, the Netherlands.
- Hemminga MA, Duarte CM. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press, Australia.
- Kiswara W, Hutomo M. 1985. Habitat dan sebaran geografik lamun. *Oseana* 10: 21-30.
- Kuo J. 2007. New monoecious seagrass of *Halophila sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia. *Aquat Bot* 87: 171-175.
- Kurnia M., Pharmawati M, Yusup DS. 2015. Spesies-spesies lamun di Pantai Lembongan, Nusa Lembongan dan analisisnya dengan PCR ruas *rbcL*. *Jurnal Simbiosis* 3: 330-333.
- McKenzie L. 2008. *Seagrass Educators Handbook*. www.seagrasswatch.org. [21 Juli 2015]
- Odum EP. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Short FT, Coles RG. 2001. *Global seagrass research methods*. Elsevier, Amsterdam.
- Short FT, Carruthers TJR, et al. 2010. *Halophila ovalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T169015A6561794. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-Short.3.RLTS.T169015A6561794.en>. [24 February 2017]
- Susetiono. 1993. Struktur dan kelimpahan meiofauna di antara vegetasi lamun *Enhalus acoroides* di pantai kuta, Lombok Selatan. Dalam Kiswara WK, Moosa MK, Hutomo M. *Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun di Pantai Selatan Lombok dan Kondisi Lingkungannya*. Lembaga Ilmu pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Zulkarnaen AR., Putri AN, Sobari I. 2013. *Studi Komunitas Lamun di Perairan Teluk Gilimanuk dan Labuhan Lalang, Taman Nasional Bali Barat*. Prosiding PIT X ISOI 2013.

Verifikasi molekuler metode sexing sperma sapi dengan kolom BSA (Bovine Serum Albumin)

Molecular verification of sperm sexing method with BSA (Bovine Serum Albumin) column

EKAYANTI MULYAWATI KAIIN[✉], MUHAMMAD GUNAWAN, SENLIE OCTAVIANA, SUKMA NUSWANTARA

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl Raya Jakarta Bogor Km 46, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat. Tel.: +62-21-8754587, Fax: +62-21-8754588, ✉email: ekayantimk@yahoo.com

Manuskrip diterima: 24 Agustus 2016. Revisi disetujui: 26 April 2017.

Abstrak. Kaiin EM, Gunawan M, Octaviana S, Nuswantara S. 2017. Verifikasi molekuler metode sexing sperma sapi dengan kolom BSA (Bovine Serum Albumin). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 241-245. Penentuan jenis kelamin anak sapi merupakan salah satu langkah strategis dalam perkembangan teknologi inseminasi buatan. Metoda pemisahan spermatozoa pembawa kromosom jenis kelamin betina (X) atau jantan (Y) dengan kolom BSA telah menghasilkan keberhasilan kesesuaian jenis kelamin anak sapi yang di lapangan sebesar 76% sampai 89%. Tujuan dari penelitian ini ialah memverifikasi hasil pemisahan sperma pembawa kromosom X dan kromosom Y dengan metode kolom BSA (Bovine Serum Albumine) secara molekuler. Sperma sexing sapi Simmental yang telah dipisahkan kromosom X dan Y dengan kolom BSA 5% (sperma X) dan 10% (sperma Y), diuji kualitas sperma secara mikroskopis meliputi parameter motilitas, viabilitas dan abnormalitas sperma. DNA sperma pada masing-masing kolom (5% atau 10%) diekstraksi menggunakan metoda spin-column dan kemudian diamplifikasi menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan design primer gen Sex-determining Region Y (SRY) yang berada pada daerah kromosom Y dan gen autosomal GAPDH (Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase) pada daerah HMG Box (High Mobility Group Box). Hasil penelitian menunjukkan bahwa motilitas sperma X dan Y sebesar 60-70%, viabilitas sperma X sebesar 76,9-80,1% dan sperma Y sebesar 75,5-77,7%, sedangkan abnormalitas sperma X sebesar 6,4-7,6% dan sperma Y sebesar 5,2-5,5%. Hasil pemisahan sperma pada kolom BSA konsentrasi 10% dan sperma yang tidak disexing (kontrol), terverifikasi adanya 2 pita yaitu gen SRY (318 bp) dan GAPDH (415 bp). Hal ini menunjukkan bahwa pada kolom BSA 10% terdapat lebih banyak sperma Y. Hasil pada kolom BSA 5%, hanya terdapat 1 pita GAPDH (415 bp), menunjukkan sperma pada kolom tersebut adalah sperma X. Hasil ini menunjukkan bahwa sexing sperma sapi dengan metoda kolom BSA 5% dan 10%, dapat terverifikasi secara molekuler memisahkan sperma sapi pembawa kromosom X dan Y yang diuji dengan menggunakan metode duplex PCR.

Kata kunci: Sexing, sperma, BSA, PCR, SRY

Abstract. Kaiin EM, Gunawan M, Octaviana S, Nuswantara S. 2017. *Molecular verification of sperm sexing method with BSA (Bovine Serum Albumin) column.* *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 241-245. Determining the sex of cattle was a strategic step in the development of artificial insemination technology. Separation of sperm carriers female sex chromosome (X) or male sex chromosome (Y) methods with a BSA column has produced successful sex-matched calves after Artificial Insemination (AI) by 76% to 89%. The aim of this study was to verify the results of sperm separation with a BSA column method based on molecular technique. Simmental sperm was separated with 5% BSA column (X sperm) and 10% BSA column (Y sperm). Sperm quality was tested microscopically with parameters: motility, viability, sperm abnormalities and intact membrane plasma (IMP). DNA of sperm from each column was extracted using spin-column method and was then amplified using the Polymerase Chain Reaction (PCR) with the designed primer of the primary genes of Sex-Determining Region Y (SRY) located in the region of the Y chromosome and autosomal GAPDH (Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase) gene in the area of HMG Box (High Mobility Group Box). The results showed that the X and Y sperm motility was 60-70%, X sperm viability was 76,9-80,1%, whereas Y sperm was 75,5-77,7%. X sperm abnormality was 6,4-7,6% and Y sperm was 5,2-5,5%. The results showed that sperm separation with 10% BSA and non sexed sperm (control) revealed two molecular bands that were verified as SRY gene (318 bp) and GAPDH gene (415 bp). This indicates that the 10% BSA column contained more Y sperm than X sperm. In 5% BSA column only one band was formed in gel electrophoresis at 415 bp (GAPDH), it showed that only contain X sperm. The methods to separated bull sperm (sexing) using BSA column 5% and 10% can be verified molecularly by duplex PCR to distinguish between X chromosome and Y chromosome in bull sperm.

Keywords: sexing, sperm, BSA, PCR, SRY

PENDAHULUAN

Penentuan jenis kelamin pedet memegang peran penting dalam produksi bibit unggul ternak sapi untuk

memperoleh jumlah, jenis serta mutu genetik yang unggul. Metode pemisahan jenis kelamin sperma (sexing) pada sapi telah berhasil memisahkan spermatozoa pembawa kromosom X yang akan menghasilkan pedet sapi perah

betina untuk memproduksi susu sebagai *replacement* induk superior (Taylor 2005) dan sperma pembawa kromosom Y yang akan menghasilkan pedet sapi potong jantan bakalan untuk penggemukan (Said et al. 2005). Berbagai metode sexing sperma telah dilakukan, salah satunya dengan menggunakan alat flowsitometer. Alat sexing sperma tersebut menghasilkan akurasi jenis kelamin sperma X dan Y sebesar 90-95% (Seidel Jr. 2003; 2007). Namun terdapat beberapa kendala penggunaan alat tersebut di Indonesia, selain harga alat yang sangat mahal, jumlah dosis straw yang dihasilkan juga sedikit. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap nilai ekonomis dari straw sperma sexing yang dihasilkan dan harganya akan sulit dijangkau oleh peternak rakyat di Indonesia.

Pengembangan metode pemisahan jenis kelamin spermatozoa sapi yang telah dilakukan di Puslit Bioteknologi LIPI adalah dengan menggunakan kolom *Bovine Serum Albumin* (BSA) 5-10% (Kaiin et al. 2007). Metode ini dikembangkan dengan harapan dapat menjawab tantangan penerapan teknologi sexing sperma di peternak di Indonesia. Aplikasi IB dengan sperma sexing di beberapa daerah di Indonesia, telah berhasil mencapai kesesuaian jenis kelamin anak sapi di lapangan sebesar 76-89 % (Said et al. 2005 ; Kaiin et al. 2007 ; Kaiin et al. 2008, Gunawan et al. 2015). Seiring dengan pengembangan metode sexing sperma dengan kolom BSA 5-10% dan untuk lebih menyakinkan hasil aplikasi IB di lapangan, maka perlu dilakukan verifikasi secara molekuler. Verifikasi dilakukan terhadap metode sexing dengan kolom BSA 5-10% untuk meningkatkan validasi hasil IB dengan sperma sexing di lapangan.

Pembuktian atau verifikasi pemisahan jenis kelamin sperma dapat dilakukan dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang dapat menentukan kemurnian DNA sampel dengan menggunakan primer tertentu. Gen *Sex-determining Region Y* (SRY) yang berada pada daerah kromosom Y merupakan gen penentu jenis kelamin jantan pada sperma. Prashant et al. (2015) menyatakan bahwa amplifikasi gen SRY merupakan alat yang penting untuk menentukan jenis kelamin. Gen SRY berada di daerah non rekombinan pada kromosom Y dan memiliki exon tunggal yang mengkode 204 asam amino. Struktur gen SRY tersebut memiliki daerah sentral yang berkorelasi dengan HMG (*homeobox*) atau disebut dengan *housekeeping gene* (pada mamalia disebut dengan GADPH) yang memiliki daerah konservatif yang dapat membedakan antar spesies. Karakteristik SRY-HMG inilah yang biasa digunakan untuk penelitian DNA berbasis penentuan jenis kelamin (Taylor 2005 ; Choi et al. 2009 ; Trigal et al. 2012 ; Gokulakrishnan et al. 2015).

Keuntungan amplifikasi menggunakan metode *polymerase chain reaction* (PCR) gen SRY adalah relatif mudah, cepat, akurat dan terjangkau dari segi biaya (Pomp et al. 1995) dibandingkan dengan sexing sperma menggunakan alat flowsitometer. Penelitian Fu et al. (2007) dan Shi et al. (2007) menyatakan bahwa *duplex* PCR mampu mengamplifikasi DNA secara simultan menggunakan primer ganda untuk mencegah hasil yang bias apabila di dalam sampel tidak ada fragment Y (gen SRY). Meskipun demikian, *duplex* PCR tersebut hanya

bisa mendeteksi DNA pada mamalia tertentu dan belum banyak dilaporkan pada sapi (Shende et al. 2014 ; Prashant et al. 2015). Tujuan penelitian ini adalah memverifikasi spermatozoa pembawa kromosom X dan Y yang telah dipisahkan dengan menggunakan kolom BSA konsentrasi 5-10 % secara molekuler dan untuk membuktikan metode *duplex* PCR dapat dilakukan dengan menggunakan primer pendek SRY dan GADPH secara bersama-sama.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan bahan penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi, Pemuliaan dan Kultur Sel Hewan (RPKSH), Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Sampel sperma hasil sexing dengan kolom BSA 5-10% yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 3 ekor sapi pejantan Simmental di 3 lokasi yaitu Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI, Balai Inseminasi Buatan (BIB) Nasional, Lembang, Jawa Barat dan Balai Inseminasi Buatan Daerah (BIBD) Tuah Sakato, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat.

Metode penelitian

Koleksi semen dan uji kualitas sperma

Semen sapi pejantan Simmental dikoleksi dengan metode vagina buatan. Hasil koleksi kemudian diamati kualitas makroskopis dan mikroskopisnya. Semen yang memenuhi standar kualitas baik, kemudian diproses untuk dilakukan sexing sperma dengan kolom BSA 5-10% selama 45 menit (Kaiin et al. 2013). Setelah proses sexing, sperma yang dikoleksi dari masing-masing kolom BSA 5% (sperma X/betina) dan 10% (sperma Y/jantan) kemudian disentrifugasi di dalam medium *Brackett Oliphant* (BO) selama 10 menit dengan kecepatan 1800 rpm. Pelet sel sperma kemudian ditambahkan dengan 1000 ul medium BO dan diamati kualitas spermanya secara mikroskopis meliputi motilitas, viabilitas, membran plasma utuh dan abnormalitas. Pengamatan parameter tersebut dilakukan untuk setiap 100 sel sperma dari 5 lapang pandang, dengan masing-masing 3 kali ulangan.

Ekstraksi DNA

Sebanyak 10 juta sel/mL sperma diekstraksi dengan metoda *spin column* menggunakan AccuPrep® *Genomic Extraction Kit* (Bioneer K-3032, Korea) sesuai instruksi kerja yang terdapat pada kit tersebut. Total DNA sperma yang diperoleh, kemudian disimpan di dalam freezer -20 °C sampai dilakukan tahap berikutnya.

Amplifikasi Polymerase Chain Reaction (PCR)

Total DNA sperma yang telah diekstraksi, kemudian diamplifikasi menggunakan metode *Duplex* PCR dengan total volume 20 µl yang mengandung 50 ng DNA, 200 µM dNTP, 1,5 mM MgCl₂, 10 pmol primer per sampel, 1 Unit *Tag Polimerase AmpONE™ Tag premix* (*GeneAll* 521-200) dan *nuclease free water* (*Applied Biosystem* AM 9937) hingga mencapai total volume tersebut. Dua pasang primer

yang digunakan adalah SRY F 5' AAGGGGAGAACAGTTAGGGAGAG 3'; SRY R 5' ATCGGGTTGCATAGTATTGAAG 3' ; GADPH F 5' GTGGCGCCAAGA GGGTC ATCATC 3' ; GADPH R 5' GGTTTCTCCAGGCGGCAGGT 3' (Bioneer). Amplifikasi dilakukan dengan menggunakan mesin PCR *Mastercycle Gradient* (Eppendorf). Program PCR terdiri dari predenaturasi 94°C selama 5 menit, denaturasi 94°C selama 30 detik, *annealing* 60°C selama 30 detik, *extention* 72°C selama 30 detik dengan siklus berulang 45 kali. Setelah itu, siklus berakhir dengan *final extention* 72°C selama 10 menit dan diikuti dengan *hold time* pada suhu 4°C (Taylor 2005).

Elektroforesis

Produk PCR kemudian dianalisis dengan melakukan elektroforesis pada gel agarosa 3% menggunakan pewarna SYBr (Invitrogen S7563, Amerika Utara). Penanda molekular (*Ladder*, Vivantis NL 1407) yang berukuran 100 bp dielektroforesis bersama untuk menentukan ukuran produk PCR tersebut. Selanjutnya, gel hasil elektroforesis diamati dengan menggunakan *Gensys gel documentation system* dan ukuran *amplicon* ditentukan menggunakan *software* yang telah tersedia dalam *geldoc* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan kualitas sperma sapi Simmental hasil koleksi di 3 lokasi ditampilkan pada Tabel 1. Semua sapi pejantan yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kualitas makroskopis semen yang sesuai dengan kondisi normal. Volume semen sapi yang dihasilkan dalam kisaran normal adalah 1-15 mL, warna semen sapi normal adalah putih susu atau krem dengan nilai pH antara 6,2 sampai 7,5. Derajat kekentalan mencerminkan konsentrasi sperma, konsistensi kental dan warna krem menunjukkan kisaran jumlah sperma sebesar 1.000 sampai 2.000 juta sel per mL (Toelihere 1993).

Hasil pengujian kualitas mikroskopis spermatozoa sapi ditampilkan pada Tabel 2. Berdasarkan data pada Tabel 2., konsentrasi sel sperma pada 3 sapi pejantan Simmental berada dalam kisaran normal yaitu 300-2.500 juta sel/mL. Hal tersebut tampak sesuai dengan derajat konsistensinya. Gerakan massa menunjukkan kualitas semen berdasarkan motilitasnya, pada penelitian ini sampel sperma memiliki nilai yang sangat baik yaitu +2 dan +3 (Arifiantini 2012). Motilitas sapi pejantan fertil adalah 50-80% dengan penilaian dalam skala 0-5 motil progresif (Toelihere 1993). Pada penelitian ini, motilitas sperma sapi Simmental hasil koleksi sebesar 70-75% dengan viabilitas dan MPU di atas 70%. Proses sexing sperma memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan proses produksi straw semen beku tanpa sexing. Oleh karena itu sangat penting untuk memeriksa kualitas sperma sapi sebelum sexing. Proses pemisahan jenis kelamin sperma X dan Y yang dilakukan dengan kolom BSA 5-10% memerlukan waktu sekitar 45-60 menit lebih lama dibandingkan dengan proses pembekuan semen biasa. Hanya sperma dengan motilitas $\geq 60\%$ yang digunakan dalam proses sexing dengan kolom

BSA 5-10% (Kaiin et al. 2013), supaya pada saat pembekuan sperma masih dalam kondisi motilitas dan viabilitas yang layak untuk diproses lebih lanjut dan menghasilkan kualitas sperma post thawing motility (PTM) yang sesuai dengan SNI produk sperma sapi beku yaitu motilitas $\geq 40\%$.

Sebelum proses pembekuan sperma sexing, perlu dilakukan evaluasi terhadap kualitas sperma sexing. Kualitas sperma sapi Simmental setelah disexing dengan metoda kolom BSA 5-10% pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pada Tabel 3, tampak bahwa proses sexing tidak mempengaruhi kualitas mikroskopis sperma sapi Simmental yang disexing. Hal tersebut menunjukkan bahwa sperma sexing tersebut layak untuk diproses pembekuan. Kualitas sperma sexing sebelum pembekuan sangat penting dalam menentukan keberhasilan IB di lapangan. Menurut Rota et al. (2000 dalam Malik et al. 2011), selain kemurnian sampel sexing, motilitas dan integritas membran juga merupakan faktor yang penting pada ketahanan hidup sel dan kemampuan fertilisasi pada sapi.

Literatur mengenai koleksi DNA dengan metoda *spin colum* belum ditemukan, tetapi pada penelitian ini dibuktikan bahwa koleksi DNA dari sampel sperma dapat digunakan dengan metoda spin column, yang dibuktikan dengan diperolehnya hasil berupa pita yang terekspresi pada gel Agarose. Metoda *spin column* ini relatif lebih mudah untuk diaplikasikan dalam mengkoleksi DNA yang berasal dari sperma.

Hasil elektroforesis DNA sperma dari masing-masing kolom BSA 5% dan BSA 10% ditampilkan pada Gambar 1.

Tabel 1. Kualitas makroskopis sperma segar sapi Simmental hasil koleksi di 3 lokasi penelitian

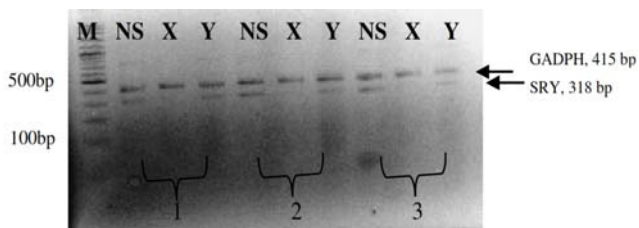
| Parameter | BIBD Tuah Sakato | BIB Lembang | P2 Bioteknologi LIPI Cibinong |
|-------------|------------------|-------------|-------------------------------|
| Volume (mL) | 9 | 7,5 | 7 |
| Warna | Krem | Krem | Krem |
| Bau | Khas | Khas | Khas |
| Konsistensi | Kental | Kental | Sedang |
| pH | 6-7 | 6,5 | 6-7 |

Tabel 2. Kualitas mikroskopis sperma segar sapi Simmental hasil koleksi di 3 lokasi penelitian

| Parameter | BIBD Tuah Sakato | BIB Lembang | P2 Bioteknologi LIPI Cibinong |
|-----------------------------|------------------|-------------|-------------------------------|
| Konsentrasi (x juta sel/mL) | 1.551 | 1.740 | 1.478 |
| Gerakan massa | +3 | +2 | +2 |
| Motilitas (%) | 75 | 75 | 70 |
| Viabilitas (%) | 75,4 | 70,3 | 80,1 |
| Abnormalitas (%) | 10,3 | 7,3 | 6,63 |
| Membran plasma Uth (%) | 71,2 | 77,7 | 71,4 |

Tabel 3. Kualitas mikroskopis sperma sapi Simmental X dan Y hasil sexing di 3 lokasi penelitian

| Parameter | BIB Tuah Sakato | | BIB Lembang | | P2 Bioteknologi LIPI Cibinong | |
|------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | BSA 5% (sperma X) | BSA 10% (sperma Y) | BSA 5% (sperma X) | BSA 10% (sperma Y) | BSA 5% (sperma X) | BSA 10% (sperma Y) |
| Motilitas (%) | 60 | 60 | 70 | 70 | 60 | 60 |
| Viabilitas (%) | 77,5 | 77,3 | 80,1 | 77,7 | 76,9 | 75,5 |
| Abnormalitas (%) | 7,6 | 5,5 | 6,4 | 5,6 | 7,4 | 5,2 |
| MPU (%) | 71,7 | 70,3 | 74,2 | 72,8 | 73,6 | 71,8 |



Gambar 1. Hasil elektroforesis sampel sperma sapi Simmental sexing dengan kolom BSA 5-10%. Keterangan: M = marker, NS = non sexing, X = sperma X (kolom BSA 5%), Y = sperma Y (kolom BSA 10%). 1 = sampel dari BIBD Tuah Sakato, 2 = sampel dari BIB Lembang, 3 = sampel dari P2 Bioteknologi LIPI Cibinong

Hasil elektroforesis menunjukkan bahwa sperma yang dikoleksi dari kolom BSA 5% (sperma X) hanya mempunyai 1 pita pada 415 bp, sedangkan pada sperma yang dikoleksi dari kolom BSA 10% (sperma Y) dan sperma yang tidak disexing menghasilkan 2 pita pada 415 bp dan 318 bp (Gambar 1) pada semua sampel yang dikoleksi dari 3 lokasi penelitian. Pita pada 415 bp menunjukkan gen GAPDH, sedangkan pita pada 318 bp menunjukkan gen SRY. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode *duplex* PCR yang digunakan dalam penelitian ini mampu memverifikasi hasil pemisahan spermatozoa kromosom X dan kromosom Y pada kolom *Bovine Serum Albumin* (BSA) 5% dan 10%. Metode tersebut sensitif menentukan gen SRY di dalam sampel sperma yang dikoleksi dari masing-masing kolom BSA. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada kolom BSA 10% terdapat lebih banyak sperma Y, sedangkan pada kolom BSA 5% terdapat lebih banyak sperma X. Penelitian Malik et al. (2011) memisahkan jenis kelamin sperma dengan medium mukus vagina menghasilkan rasio sperma X sebesar 58,33% , sedangkan pemisahan menggunakan gradien Percoll 45-90% menghasilkan persentase sperma Y sebesar 56,67%. Sperma Y memiliki kecepatan yang lebih tinggi sehingga pada pemisahan dengan kolom BSA, lebih banyak sperma Y yang terlebih dahulu mencapai kolom BSA 10%. Hasil ini sesuai dengan gambaran pada hasil elektroforesis bahwakolom BSA 10% menunjukkan gen SRY yang terekspresi pada sampel dari kolom tersebut.

Hasil penelitian Prashant et al. (2008) menggunakan sampel darah sapi jantan dan betina juga menunjukkan hasil yang sama yaitu terbentuknya 2 pita GAPDH (218 bp) dan SRY (122 bp) pada sampel darah sapi jantan. Hasil

penelitian ini menunjukkan bahwa multiplikasi SRY-GADPH mampu membedakan jenis kelamin dari sampel DNA sperma dan amplifikasi GADPH dapat digunakan sebagai kontrol positif untuk semua sampel. Selain itu, tampak bahwa primer GADPH tidak mempengaruhi amplifikasi kromosom Y. GAPDH merupakan *housekeeping gene* sebagai kontrol positif yang menentukan bahwa amplifikasi PCR berjalan dengan baik. Merupakan suatu keuntungan dengan menggunakan 2 target primer pendek yang dapat dibedakan sekitar 100 bp (Prashant et al. 2008), sehingga dapat dibedakan secara jelas hasil elektroforesis yang diperoleh. Menurut Taylor (2005), metode PCR dapat digunakan untuk mendeterminasi rasio jenis kelamin pada sperma dan embrio. Chandler (1998 dalam Taylor 2005) melakukan penelitian untuk mengevaluasi variasi jenis kelamin sperma pada ejakulat dan menemukan perbedaan yang nyata pada persentase sperma Y pada masing-masing ejakulat. Hal tersebut, juga tampak pada ketebalan pita SRY pada masing-masing sampel. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu dilakukan untuk menentukan kuantitas DNA sperma Y pada masing-masing kolom BSA 10%.

Metode sexing sperma sapi dengan metoda kolom BSA 5% dan 10% dapat terverifikasi secara molekuler memisahkan sperma sapi pembawa kromosom X dan Y. Hasil ini mendukung penelitian sebelumnya di lapangan, yang menunjukkan keberhasilan kesesuaian jenis kelamin anak sapi yang dilahirkan di atas 80%.

Pemisahan jenis kelamin sperma sapi (sexing) menggunakan metode kolom BSA 5-10% dapat diverifikasi secara molekuler menghasilkan sperma X pada kolom BSA 5% dan sperma Y pada kolom BSA 10%. Metode *duplex* PCR menggunakan gen SRY (318 bp) dan GAPDH (415 bp) mampu membedakan jenis kelamin dari DNA sperma sapi Simmental hasil sexing yaitu sperma X pada kolom BSA 5% dan sperma Y pada kolom BSA 10%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada pimpinan dan staf Balai Inseminasi Buatan (BIB) Lembang, Jawa Barat dan Balai Inseminasi Buatan Daerah (BIBD) Tuah Sakato, Sumatera Barat atas ijin dan kerjasamanya dalam pengambilan sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifiantini RI. 2012. Teknik Koleksi dan Evaluasi Semen pada Hewan. PT Penerbit IPB Press, Bogor.
- Choi SG, Bae MS, Lee ES, Kim SO, Kim BK, Yang JH, Jeon CE, Kim HH, Hwang YJ, Lee ES and Kim DY. 2009. Amplification of Porcine SRY Gene for Sex Determination. *Asian-Austr J Anim Sci* 22 (8): 1107-1112.
- Fu Q, Zhang M, Qin WS, Lu YQ, Zheng HY, Meng B, Lu SS, Lu KH. 2007. Cloning the swamp buffalo SRY gene for embryo sexing with multiplex-nested PCR. *Theriogenology* 68: 1211-1218.
- Gokulakrishnan P, Kumar RR, Sharma BD, Mendiratta SK, Malav O, Sharma D. 2015. Determination of Sex Origin of Meat and Meat Prodct on DNA Basis: A Review. *Clin Rev Food Sci Nutr* 55: 1303-1314.
- Gunawan M, Kaiin EM, Said S. 2015. Aplikasi inseminasi buatan dengan sperma sexing dalam meningkatkan produktivitas sapi di peternakan rakyat. *Pros Sem Nas Masy Biod Indon* 1 (1): 93-96.
- Kaiin EM, Gunawan M, Tappa B. 2007. Aplikasi IB dengan sperma hasil pemisahan di Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 2007. .
- Kaiin EM, Said S, Tappa, B. 2008. Kelahiran anak sapi hasil fertilisasi secara *in vitro* dengan sperma hasil pemisahan. *Media Peternakan* 31 (1): 22-28.
- Kaiin, EM, Gunawan M, Afiati F, Said S, Tappa B. 2013. Production of frozen sexing sperm separated with BSA column method with standardized on artificial insemination center. *Proceedings International Conference on Biotechnology 2012*. Bogor, 13-14 November 2012.
- Malik A, Haron AW, Yusoff R, Bukar M, Kasim A, Sabri M. 2011. Verification od X-and Y-spermatozoa separation by nested polymerase chain reaction (PCR), motility and membrane integrity in bovine. *African J Biotechnol* 10 (85): 19796-19801.
- Pomp D, Good BA, Geisert RD, Corbin CJ, Conley AJ. 1995. Sex identification in mammals with polymerase chain reaction and its use to examine sex effects on diameter of day-10 or 11 pig embryos. *J Anim Sci* 73: 1408-1415.
- Prashant, Gour DS, Dubey PP., Jain A, Gupta SC, Joshi BK, Kumar D. 2008. Sex determination in 6 bovid species by duplex PCR. *J Appl Genet* 49 (4): 379-381.
- Said S, Kaiin EM, Tappa B. 2005. Produksi anak sapi potong dan sapi perah berjenis kelamin sesuai harapan. *Prosiding Seminar Nasional Industri Peternakan Modern II*. Puslit Bioteknologi LIPI, Mataram.
- Seidel Jr GE. 2003. Economic of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology* 59: 585-598.
- Seidel Jr. GE. 2007. Overview of sexing sperm. *Theriogenology* 68: 443-446.
- Shende AM., Kutty VHM, Ramteke SS, Ghosh SK., Prasad JK, Bhure SK. 2014. Moleculer cloning and expression of buffalo SRY gene: A mammalian sex determination protein. *Indian J Biotechnol* 13: 364-369.
- Shi L, Yue W, Ren Y, Lei F, Zhao J. 2007. Sex determination in goat by amplification of the HMG Box using duplex PCR. *Anim Rep Sci* 105: 398-403.
- Taylor TM. 2005. Comparing calf sex ratio and semen sex ratio determined by conventional PCR. [Thesis]. The Interdepartmental Program In Animal and Dairy Sciences. Southern Arkansas University, Arkansas.
- Toelihere MR. 1993. Inseminasi Buatan pada Ternak. Cetakan ke-10. Penerbit Angkasa, Bandung.
- Trigal B, Gomez E., Caamano JN, Munoz M, Moreno J, Carrocera S, Martin D, Diez C. 2012. *In vitro* and *in vivo* quality of bovine embryos in vitro produced with sex-sorted sperm. *Therionology* 78: 1465-1475.

Spatial distribution of abundant tree species at a mixed dipterocarps forest in Bukit Bangkirai, East Kalimantan three years after long drought and forest fire

Distribusi spasial jenis pohon melimpah pada hutan Dipterokarpa campuran di Bukit Bangkirai, Kalimantan Timur tiga tahun setelah kekeringan yang panjang dan kebakaran hutan

MUSTAID SIREGAR

Centre for Plant Conservation Botanic Gardens (Bogor Botanic Gardens), Indonesian Institute of Sciences. Jl. Ir. H. Juanda No. 13 Bogor 16122, West Java, Indonesia. Tel.: +62 251-8322187/8321657 Fax: +62 251-8322187, ✉email: mustaid_s@yahoo.co.id

Manuskript received: 26 January 2016. Revision accepted: 2 May 2017.

Abstract. Siregar M. 2017. *Spatial distribution of abundant tree species at a mixed dipterocarps forest in Bukit Bangkirai, East Kalimantan, three years after long drought and forest fire. Pros. Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 246-251.* This study aims to determine the distribution of abundant tree species that survive or grow three years after long drought and forest fires. The tree distribution data were extracted from the database of three permanent plots at Bukit Bangkirai, namely: 1.0 ha plot at heavily damaged forest due to forest fires (HD-plot), 0.3 ha at lightly damaged forest due to forest fires (LD-plot) and 1.0 ha plot in a natural unburnt forest (K-plot). The distribution pattern was analyzed by using Morisita's indices of dispersion and Jaccard's indices of species association. Correlation of tree density with height and slope of land were also analyzed in each plot. The results showed that the most of the abundant tree species were clumped at small scales, and the clumps were randomly distributed (inter-clump distribution is random). An exception was found for *Macaranga glaberrima* at K-plot and *Madhuca kingiana* at LD-plot which have random distribution both on small and large plots. Individuals of *M. kingiana* in K-plot were clumped at larger scales, and they were distributed uniformly within the clumps (intra-clump distribution is uniform), which were distributed in the valley and steep slope. Inversely, *Shorea laevis* is rarely found in valleys and steep slopes. In HD-plot, distributions of *Macaranga gigantea*, *Homalanthus populneus* and *Mallotus paniculatus* were concentrated in the valley and in the lower parts of the slopes which have water availability. It can be concluded that the distribution of secondary species in HD-plot is much influenced by water availability, whereas in LD-plot and K-plot more affected by light availability.

Keywords: Abundant species, Bukit Bangkirai, East Kalimantan, forest fire, spatial distribution

Abstract. Siregar M. 2017. *Distribusi spasial jenis pohon melimpah pada hutan Dipterokarpa campuran di Bukit Bangkirai, Kalimantan Timur tiga tahun setelah kekeringan yang panjang dan kebakaran hutan. Pros. Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: 246-251.* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi jenis-jenis pohon melimpah yang bertahan atau tumbuh tiga tahun setelah mengalami kekeringan dan kebakaran hutan. Data distribusi pohon disarikan dari database tiga petak permanen di Bukit Bangkirai, yaitu: petak hutan terbakar berat (HD-plot) dan terbakar ringan (LD-plot) yang disebabkan oleh kebakaran, serta hutan tidak terbakar (K-plot). Pola distribusi dianalisis menggunakan indeks persebaran Morisita dan indeks asosiasi jenis Jaccard. Dianalisis juga korelasi kepadatan pohon dengan tinggi dan kemiringan lahan di masing-masing petak. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar jenis pohon melimpah membentuk kelompok-kelompok kecil yang tersebar secara acak. Pengecualian ditemukan pada individu *Macaranga glaberrima* di K-plot dan *Madhuca kingiana* di LD-plot yang tersebar acak baik pada unit petak kecil maupun besar. Individu *M. kingiana* di K-plot menyatu pada kelompok yang lebih besar terutama di bagian lembah dengan keterlerangan curam, sebaliknya *Shorea laevis* jarang ditemukan di bagian lembah dan lereng curam. Pada HD-plot, distribusi *Macaranga gigantea*, *Homalanthus populneus* dan *Mallotus paniculatus* terkonsentrasi di lembah dan di bagian bawah lereng yang memiliki ketersediaan air. Dapat disimpulkan bahwa distribusi jenis-jenis pohon sekunder di HD-plot banyak dipengaruhi oleh ketersediaan air, sedangkan pada LD-plot dan K-plot lebih banyak dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya.

Kata kunci: Bukit Bangkirai, distribusi spasial, East Kalimantan, jenis melimpah, kebakaran hutan

INTRODUCTION

In February-March 2001 established three permanent plots at Bukit Bangkirai, East Kalimantan, a cooperative research project between Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences (RCB-LIPI), Bogor,

Indonesia and National Institute for Environmental Studies (NIES), Tsukuba, Japan. The theme of the project is Impacts of Forest Fires on the Natural Resources and Evaluation of Restoration of Ecosystems after Forest Fires. This project was financially supported by the Global Environment Research Fund of Ministry of the

Environment, Japan (see Simbolon et al. 2005).

Two plots were established at disturbed forest due to the long drought in 1997-1998 and wildfires in early 1998, and another at a forest without fire. At heavily damaged forest almost all tree plants were dead due to forest fires and only some trees grown at the river sides remained alive, while at the lightly damaged forest some trees that might be resistant to forest fire were still alive. Three years after fires, the forest floor was covered by ferns, herbs and small trees of pioneer species.

Several results of studies of permanent plots Bangkirai has been widely published i.e. soil microbial (Rahmansyah and Sudiana 2004; Nurkanto 2007); reestablishment of rattans (Watanabe et al. 2009); diversity of epiphytes and lianas (Simbolon 2007); diversity of Bryophytes (Windadri et al. 2010) and potential soil water repellency (Kajiura et al. 2012). However, local distribution of abundant tree species in the three permanent plots has not been widely discussed. This paper intends to analyze in more details the spatial distribution of abundant tree species in 3 permanent plots at Bukit Bangkirai three years after fire. What are the factors that affect the distribution of these trees in heavily and lightly damaged forests after forest fires? The results are important in understanding the succession process of the forest after fire.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study sites was located in three permanent plots in Bukit Bangkirai, East Kalimantan, i.e 1.0 ha plot (100mx100m) at heavily damaged forest due to forest fires (HD-plot), 0.3 ha (50mx60m) at lightly damaged forest due to forest fires (LD-plot) and 1.0 ha plot (100mx100m) in a natural unburnt forest (K-plot) (see Simbolon et al. 2005). The site is a part of Mentawir and Batuampar hills at 110 m in altitude, located about 50 km in the northwest of

Balikpapan City, East Kalimantan, managed as Nature Recreation Park by PT INHUTANI-1 (Figure 1).

Topographical condition of plots

At the plots established by Simbolon et al. (2005), relative elevations were measured at the corner points of 10 x 10 m subplots by using a compass. The values were then figured in a three-dimensional graph to perform the topographic condition of each plot (Figure 2). Axis X (1-5-10) of the three plots is running from east to west. Highest corner points at each sub-plot of K, LD and HD-plot were D10, X0 and E6, while the lowest points were I0, F4, and H-1, respectively. The differences in the ground height between the highest and lowest corner points were 33, 16.3 and 19.7 m in K-plot, LD-plot and HD-plot, respectively.

Data analysis

Three of abundant tree species ($dbh \geq 5cm$) in each plot was extracted from a data base of the permanent plot (see also Simbolon et al. 2005). Three of abundant species in K-plot were *Shorea laevis* Ridl (114 trees/ha), *Madhuca kingiana* (Brace.) H.J.L (65 trees/ha) and *Macaranga glaberrimus* (57 trees/ha), in LD-plot were *Macaranga gigantea* Muell-Arg. (117 trees/ha), *Madhuca kingiana* (Brace.) H.J.L. (100 trees/ha) and *Durio acutifolius* (Mast.) Kost. (27 trees/ha), while in HD-plot were *Macaranga gigantea* Muell-Arg (173 trees/ha), *Homalanthus populneus* (Giesl.) Pox. (34 trees/ha) and *Mallotus paniculatus* (Lmk.) M.A (26 trees/ha).

Spatial distributions of abundant tree species in each plot were analyzed by using Morisita's indices of dispersion (Morisita 1959), while the association of species was calculated by using Jaccard's indices of species association (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974). Correlation of tree density and ground height in each plot were calculated using MS Excel. Contour line refers to Simbolon et al. (2005). Each of abundant species in each of the plot is mapped based on the coordinates of each tree.

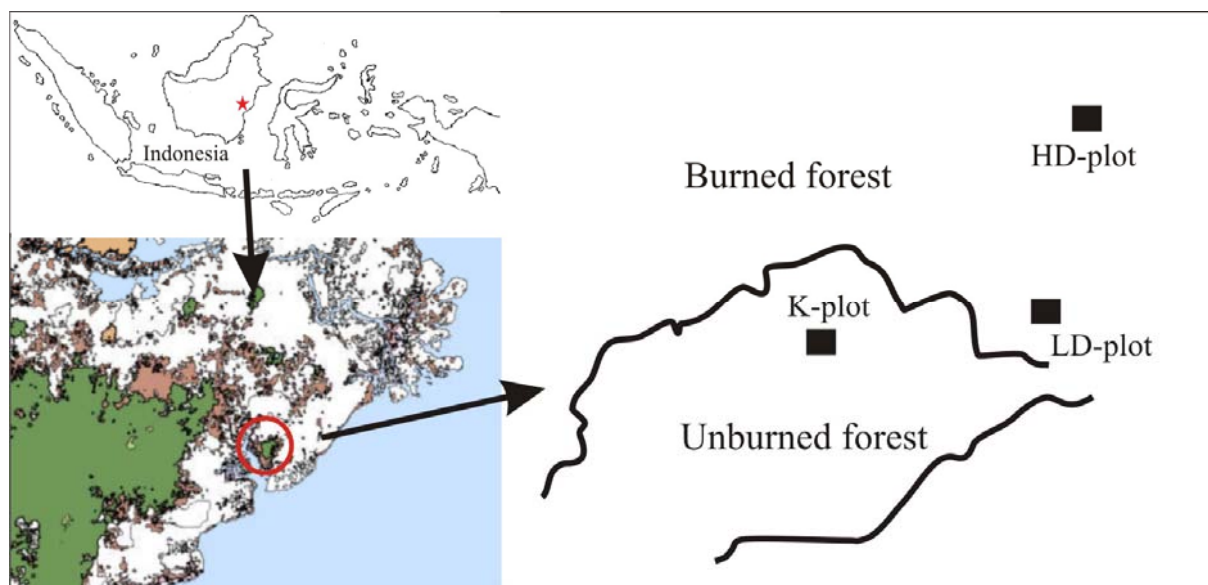


Figure 1. Location of permanent plot at Bukit Bangkirai, East Kalimantan, Indonesia (modified from Watanabe et al. 2009)

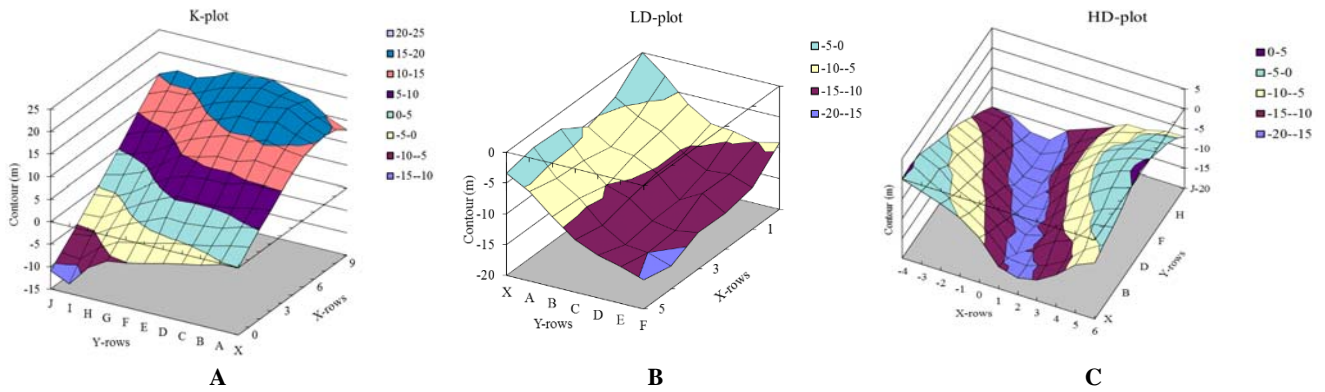


Figure 2. Topographical condition of the permanent plot. A. K-plot; B. LD-plot, C. HD-plot

RESULTS AND DISCUSSION

Result

Morisita index of dispersion (Morisita 1959) was applied to analyze the distribution pattern of abundant tree species, which might have an impact on the sub-plots grouping. The results showed that most of the abundant tree species were clumped at small scales, and the clumps were randomly distributed (*inter-clump distribution is random*) and dispersed randomly on the larger plot unit (Figure 3-5). An exception was found for *Macaranga glaberrimus* at K-plot and *Madhuca kingiana* at LD-plot which have random distribution both on small and large plots. Individuals of *M. kingiana* at K-plot were clumped at larger scales, and they were distributed uniformly within the clumps (*intra-clump distribution is uniform*).

Figure 6 shows the distributions of *Shorea laevis*, *Madhuca kingiana* and *Macaranga glaberrimus* within K-plot. When K-plot in Figure 6 was overlaid on K-plot in Figure 2, it was found that *S. laevis* were distributed almost over the entire sub-plots except in valley and the steep slope facing southeast. Similar to *M. glaberrimus*, but this species is still found in parts of the valley and the steep slope. The association index of both species (*S. laevis* and *M. glaberrimus*) was 27.8%. Inversely, individuals of *M. kingiana* were distributed in the valley and the steep slope facing southward. There is a positive correlation between ground height with tree density for *S. laevis* and *M. glaberrimus*, whereas for *M. kingiana* has a negative correlation, where it is more abundant in the valley (Figure 7). Association indices of *M. kingiana-S. laevis* and *M. kingiana-M. glaberrimus* were relatively small, 15.4 and 22.0 %, respectively.

The influence of ground height level on distributions of *Macaranga gigantea*, *M. kingiana* and *Durio acutifolius* in LD-plots were not very visible, given the levels of ground height are not represented (only -10 and -5) (Figure 6; 8). But, based on field observations, *M. gigantea* were distributed in gaps, while most of *M. kingiana* were under closed canopy. Index of association of both species was 29.2%. Generally, *D. acutifolius* was occupied of the upper canopy layer which receives more light.

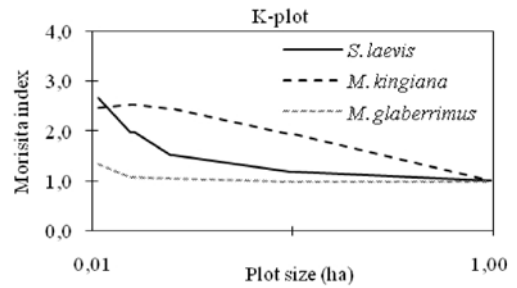


Figure 3. Values of Morisita's Index at different plot sizes for *Shorea laevis*, *Madhuca kingiana* and *Macaranga glaberrimus* in K-plot.

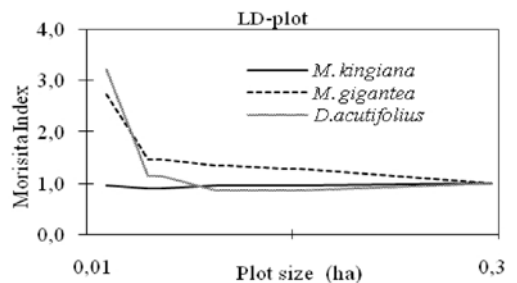


Figure 4. Values of Morisita's index at different plot sizes for *Madhuca kingiana*, *Macaranga gigantea* and *Durio acutifolius* in LD-plot.

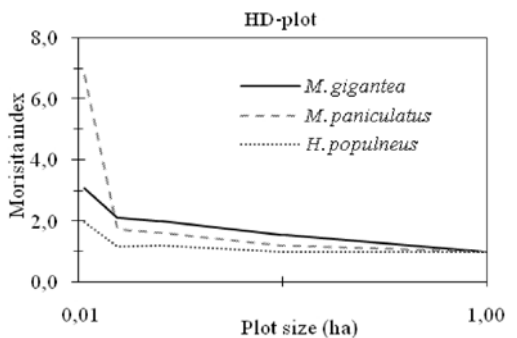


Figure 5. Values of Morisita's Index at different plot sizes for *Macaranga gigantea*, *Mallotus paniculatus* and *Homalanthus populneus* in HD-plot.

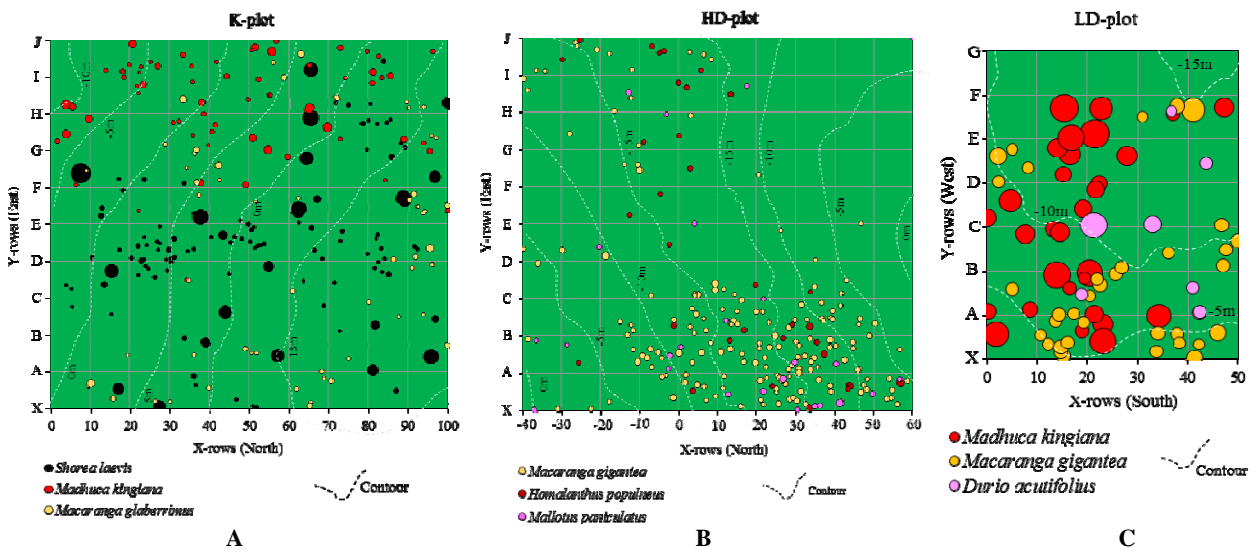


Figure 6. Distribution of three abundant tree species ($dbh \geq 5cm$) in K-plot, LD-plot and HD-plot. The size of the dot is to describe the proportion of dbh of every tree in each plot, but not proportion to the plot. Contour line refers to Simbolon et al (2005)

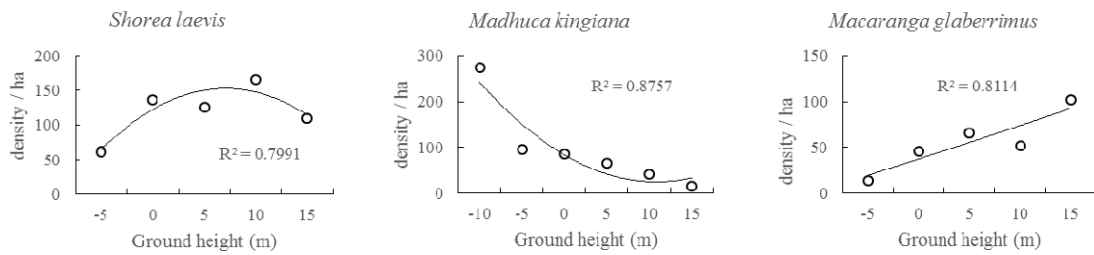


Figure 7. The correlation between ground height with density for *Shorea laevis*, *Madhuca kingiana* and *Macaranga glaberrimus* in K-plot

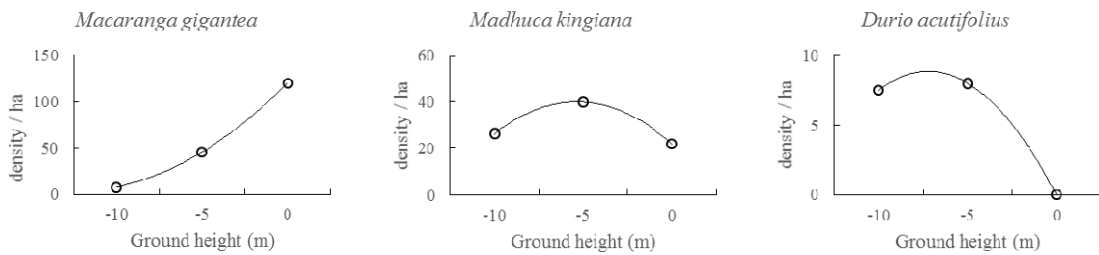


Figure 8. The correlation between ground height with density for *Macaranga gigantea*, *Madhuca kingiana* and *Durio acutifolius* in LD-plot

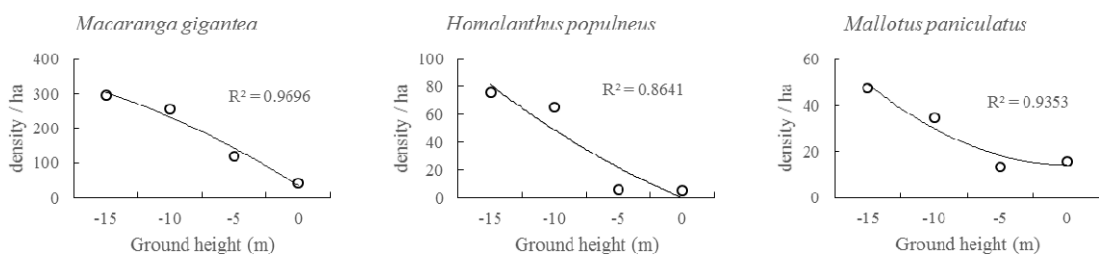


Figure 9. The correlation between ground height with density for *Macaranga gigantea*, *Homalanthus populneus* and *Mallotus paniculatus* in HD-plot

In HD-plot which were open due to heavy vegetation damage, distributions of *M. gigantea*, *Homalanthus populneus* and *Mallotus paniculatus* were concentrated in the valley and in the lower parts of the slopes (Figure 6; 9). These three species were light demanding species and recruited after the fires.

Discussion

Madhuca kingiana, *Macaranga glaberrimus*, *Macaranga gigantea*, *Mallotus paniculatus* and *Homalanthus populneus* were light demanding species and hence commonly found in the secondary forest and the gaps of primary forests where are happened increase in the duration and intensity of direct sunlight to lower strata of the forest (Denslow 1987). However, the tolerance of each species to the level of shade canopy is relatively different.

The depth of canopy layer seems to influence the distribution of *M. kingiana* as shown in the LD-plot. *M. kingiana* was found not only in the gaps, but mostly at the areas under the relatively bright canopy cover as the effect of decreasing density of trees and the upper layer canopy that are damaged after the forest fires. This is thought to be the reason why *M. kingiana* is randomly distributed in the LD-plot (Figure 4), whereas in K-plots that have a more closed canopy layer it tends to clump on the slope (Figure 3; 6). In this respect, the abundance of *M. kingiana* at the slopes of K-plot is not related to gaps. Gaps are when one or a few canopy trees die (or are injured) in a forest which causes the canopy to open (Yamamoto 2000). Whitmore (1984) reported that slope areas are mainly occupied by medium sized light-demanding tree species. Further, Halle et al. (1978) explained that this condition might relate to the canopy structure of trees in the slope and combination of gravitation effect and one-sided light penetration. It is important to note that the slope of K-plot is facing eastward so that the light penetration into the forest floor is sufficient for the growth of *M. kingiana*.

We recognize two kinds of trees, whose species are tolerant to shade, and which are intolerant or require much light (Swaine and Whitmore 1988). In this study, the most abundant trees in open or gap areas in LD-plot is *M. gigantea* known as light-demanding species (Asian Plant 2017). They are rarely found under closed canopy, thus forming clumped distribution pattern (Figure 4) in the gaps or open area which has more light penetration (Isa et al. 2015; Okuda et al. 2003). *D. acutifolius* also has the same distribution as *M. gigantea* (Figure 4) but has different habitats (Figure 6). This is reflected in association index for both species are the relatively small, which is 6.25%. *D. acutifolius* is endemic to Borneo and listed as IUCN Red List of Threatened Species. This understorey tree occurs on poor sandy and clay-rich yellow soils, often in periodically inundated areas in lowland rainforest (World Conservation Monitoring Centre. 1998).

The abundant tree species in HD plots that have a high degree of damage due to forest fires are *Macaranga gigantea*, *Homalanthus populneus* and *Mallotus paniculatus*. All three species are light-demanding. It seems that the need for light is not a limiting factor for the growth of the three species in the HD-plot, but it is thought

to be the availability of water in the soil, where each species is different in sensitivity (Simbolon 2005). This is evident from the distribution of these three species in many valley areas (Figure 6). The relationship between soil height and tree density also strengthens this assumption (Figure 9). At the slope, the lower moisture content will increase water repellency potential, although it has a high soil organic matter (Kajiura et al. 2012). Mallik et al. (1984) reported that infiltration rate of water in the soil decreased by up to 74% and the rate of run-off increased in a burned forest comparing to those of a control site. Water stress might inhibit the growth of plants in hill slopes. Ponds in the valley areas may supply waters for the growth of plants in the valley and lower parts of the slopes, especially during the dry season. The escaped trees from the forest fires were also distributed more in the valley rather than in upper slopes.

Three years after heavy damage due to forest fires (HD-plot), secondary tree species such as *M. gigantea*, *M. paniculatus* and *H. populneus* was important species in constructing an early community of forests (Turner et al. 1997). They are found in the open areas with enough available water for growth. They are pioneer tree species in HD-plot. The most abundant species in LD-plot was *M. kingiana*, which were grown under the canopy of surviving trees after the forest fires, while gap areas were dominated by *M. gigantea*. Secondary species at the unburn forest (K-plot) was lower in density as a result of the dense canopy cover. The abundant species in this forest (K-plot) are climax species such as *S. laevis* whose density reaches 114 trees per hectare. This species was drastically decreased its population in LD-plot (13 trees ha⁻¹) and HD-plot (1 tree ha⁻¹) after the forest fire. Whether the population of the species in LD-plot and HD-plot was low before the forest fire or the species was sensitive to the fire is still uncertain, and further researches are still needed.

Thus it can be concluded that in the unburned forest (K-plot) or lightly damaged forest due to forest fires (LD-plot), light penetration becomes a very important factor in shaping the pattern of distribution of secondary species. Whereas in the heavily damaged forest due to forest fires (HD-plot), water availability becomes the determinant of its distribution. *M. kingiana* is a tolerant species at moderate shade when compared to *M. gigantea* who need full light for its growth.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research is a part of "Impacts of Forest Fires on the Natural Resources and Evaluation of Restoration of Ecosystems after Forest Fires" project, a cooperative research project between Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences (RCB-LIPI), Bogor-Indonesia and National Institute for Environmental Studies (NIES), Tsukuba-Japan. This project was financially supported by the Global Environment Research Fund of Ministry of the Environment, Japan.

REFERENCES

- Asian Plant. 2017. *Macaranga gigantea* (Reichb.f. & Zoll.) Mull.Arg. in DC., Prodr., 15, 2 (1866).[http:// www.asianplant.net /Euphorbiaceae/Macaranga_gigantea.htm](http://www.asianplant.net/Euphorbiaceae/Macaranga_gigantea.htm)
- Denslow JS. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Ann Rev Ecol Syst* 18: 431-451.
- Halle F, Oldeman RAA, Tomlinson PB. 1978. *Tropical Trees and Forests. An Architectural Analysis*. Springer-Verlag, Berlin.
- Isa NNM, Said I, Reba MNM. 2015. Community structure, diversity and total aboveground biomass of four pioneer species at Universiti Teknologi Malaysia Secondary Forest. *Amer J Environ Eng* 5 (3A): 26-32.
- Kajiura M, Tokida T, Seki K. 2012. Effects of moisture conditions on potential soil water repellency in a tropical forest regenerated after fire. *Geoderma* 181-182: 30-35
- Mallik AU, Gimingham CH, Rahman AA. 1984. Ecological effects of heather burning. *Journal of Ecology* 72 (2): 767-776.
- Morisita M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem Fac Sci Kyushu Univ Ser E.2* (4): 215-235.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. *Aims and Methods of Vegetations Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Nurkanto A. 2007. Identification of post-fire forest soil actinomycetes at Bangkirai Hill, East Kalimantan and its potential as a degrading cellulose and solvent phosphate. *Biodiversitas* 8 (4): 314-319. [Indonesian]
- Okuda T, Suzuki M, Adachi N, Quah ES, Hussein NA, Manokaran N. 2003. Effect of selective logging on the canopy and stand structure and tree species composition in a Lowland Dipterocarp Forest in Peninsular Malaysia. *For Ecol Manag* 175 (1-3): 297-320.
- Rahmansyah M, Sudiana IM. 2004. The β -amylase and the phosphomonoesterase activity of isolated soil microbe from Bukit Bangkirai. *BioSmart* 6 (1): 6-9. [Indonesian]
- Simbolon H, Siregar M, Wakiyama S, Sukigara N, Shimizu H. 2005. Impacts of forest fires on tree diversity in tropical rainforest of East Kalimantan, Indonesia. *Phyton* 45 (4): 551-559.
- Simbolon H. 2005. Dynamics of mixed dipterocarps forests in Wanariset Semboja, East Kalimantan after three times of forest fires within the periods of 1980-2003. *Biodiversitas* 6 (2): 133-137.
- Simbolon H. 2007. Epiphytes and lianas in mixed dipterocarp forests and post forest fire in East Kalimantan, Indonesia. *Berita Biologi* 8 (4): 249-261. [Indonesian]
- Swaine MD, Whitmore TC. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. *Vegetatio* 75: 81-86.
- Turner IM, Wong YK, Chew PT, Ibrahim LI. 1997. Tree species richness in primary and old secondary tropical forest in Singapore. *Biodiv Conserv* 6: 537-543.
- Watanabe NM, Suzuki E, Simbolon H. 2009. Reestablishment of rattans after forest fire in East Kalimantan, Borneo. *Tropics* 18 (1): 13-21.
- Whitmore TC. 1984. *Tropical Rain Forest of the Far East*. 2nd ed. Oxford University Press, Oxford.
- Windadri FI, Haerida I, Yamaguchi T, Shimizu H. 2010. Moss diversity in the forest fire from Bukit Bangkirai, East Kalimantan. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 11 (2): 265-270. [Indonesian]
- World Conservation Monitoring Centre. 1998. *Durio acutifolius*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T34563A9870849. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T34563A9870849.en>.
- Yamamoto SI. 2000. Forest gap dynamics and tree regeneration. *J For Res* 5 (4): 223-229.

Keanekaragaman kupu-kupu di kawasan konservasi Petungsewu Wildlife Education Center, Malang, Jawa Timur

Diversity of butterflies in the conservation area of Petungsewu Wildlife Education Center, Malang, East Java

SHIFA FAUZIYAH¹✉, FITRAHYANTI FIQQI MAGHFIRAH¹, ASTRI DWI WULANDARI¹, THEMAS FELAYATI¹, EKA KARTIKA ARUM PUSPITA SARI¹, DWI WINARNI¹, THOBIB HASAN AL-YAMINI²✉

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Kampus C Unair, Jl. Mulyorejo, Sukolilo, Mulyorejo, Surabaya 60161, Jawa Timur. Tel.: +62-31-5936501, Fax.: +62-31-5936502, ✉email: shifafauziyah1996@gmail.com

²Petungsewu Wildlife Education Center, Jalan Margasatwa 1, Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang 65151, Jawa Timur.
✉email: petungsewuadv@gmail.com

Manuskrip diterima: 23 Maret 2017. Revisi disetujui: 10 Mei 2017.

Abstrak. Fauziyah S, Maghfirah MF, Wulandari AD, Felayati T, Sari EKAP, Winarni D, Al-Yamini TH. 2017. Keanekaragaman kupu-kupu di kawasan konservasi Petungsewu Wildlife Education Center, Malang, Jawa Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 252-257. Petungsewu Wildlife Education Center merupakan kawasan konservasi yang dikembangkan sejak tahun 2003, bertempat di Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Upaya reboisasi terus dilakukan di tempat ini, sehingga pepohonan di kawasan ini beragam. Hal tersebut dapat menjadi daya tarik bagi satwa liar, seperti burung, kupu-kupu, tupai, dan lain-lain. Kupu-kupu adalah salah satu serangga yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran udara suatu daerah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis kupu-kupu, dominansi, dan tingkat kesamaan komunitas yang terdapat di PWEC. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode survei dengan cara menangkap kupu-kupu menggunakan jaring. Penelitian dilakukan pada dua jalur, yaitu jalur X sepanjang 200 meter di belahan kanan PWEC dan jalur Y sepanjang 200 meter di belahan kiri PWEC. Setelah ditangkap, kupu-kupu tersebut diidentifikasi dengan mengenali warna dan ornamentasi sayapnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman kupu-kupu di jalur X sebesar 2.17 dan pada jalur Y sebesar 2.81 artinya kedua jalur tergolong keanekaragaman sedang. Indeks dominansi jalur X sebesar 0.19, dan jalur Y sebesar 0.07 yang berarti bahwa komunitas dalam keadaan stabil, tidak ada spesies yang mendominasi. Tingkat kesamaan komunitas di kedua jalur tersebut tergolong rendah yaitu 6,7%.

Kata kunci: Biodiversitas, konservasi, kupu-kupu, Lepidoptera, PWEC

Abstract. Fauziyah S, Maghfirah MF, Wulandari AD, Felayati T, Sari EKAP, Winarni D, Al-Yamini TH. 2017. Diversity of butterflies in the conservation area of Petungsewu Wildlife Education Center, Malang, East Java. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 252-257. Petungsewu Wildlife Education Center is a conservation area that developed since 2003, located in Petungsewu Village, Dau Subdistrict, Malang District, East Java. Reforestation activity continues in this region, so there are so many kinds of plant in here. Those can interest various wild animal to visit this are, such as birds, butterfly, squirrel, etc. The butterfly is an insect that can be a bioindicator of air pollution in a region. The aims of this research are to get information about the diversity of butterfly, dominance, and the similarity community index in PWEC. This research using survey method, that is by catching every butterfly using the net. This research was conducted at two tracks, that is track X, that the distance is 200 meters on the right side of PWEC and Y track that the distance is 200 meters on the left side of PWEC. The next step is identifying the species of butterfly by looking the color of their wings. The result of this research show that the diversity index of butterfly in track X is 2.17 and track Y is 2.81, so its classified as moderate. Dominance index in track X is 0.19 and track Y is 0.07 that means this community is stable and there are no species that dominated. The similarity community index is 6.7% and classified as low.

Keywords: Biodiversity, conservation, butterflies, Lepidoptera, PWEC

PENDAHULUAN

Kupu-kupu adalah serangga yang termasuk dalam Ordo Lepidoptera, artinya serangga yang hampir seluruh permukaan tubuhnya tertutupi oleh lembaran-lembaran sisik yang memberi corak dan warna sayap kupu-kupu. Kupu-kupu merupakan jenis serangga yang paling banyak dikenal dan sering dijumpai karena bentuk dan warnanya

yang indah dan beragam, dan pada umumnya aktif di siang hari (diurnal). Kupu-kupu digolongkan ke dalam subordo Rhopalocera karena sifatnya yang diurnal (Scoble 1995).

Menurut Nordquist (2009), kupu-kupu merupakan hewan yang lebih banyak keluar atau ditemukan saat akhir musim hujan dan awal musim. Kupu-kupu dapat digunakan sebagai bioindikator karena penampilan fisiknya yang mudah diamati, mereka juga diurnal, sebagian besar tidak

terbang terlalu cepat dan memiliki pola warna yang berbeda (Pe'er and Settele 2008). Selain kanopi dan tanaman inang, faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi keragaman kupu-kupu adalah ketinggian, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, cuaca dan musim (Basset et al. 2011)

Struktur komunitas kupu-kupu dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan hutan, karena kupu-kupu menyukai tempat yang sejuk dan bersih, tidak tercemar insektisida, asap dan bau yang tidak sedap. Semakin tinggi keragaman spesies kupu-kupu di suatu tempat menandakan lingkungan tersebut masih baik. Untuk mengetahui tingkat kestabilan komunitas dan mengetahui jenis-jenis yang dominan dilakukan perhitungan indeks nilai penting, indeks dominansi, indeks keanekaragaman, indeks pemerataan jenis, dan indeks kesamaan komunitas. Nilai indeks keanekaragaman jenis dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh gangguan terhadap lingkungan atau untuk mengetahui tahapan suksesi dan kestabilan dari komunitas pada suatu lokasi (Odum 1996).

Banyak peneliti yang menggunakan kupu-kupu sebagai objek penelitiannya dengan menggunakan metode berupa perangkat umpan untuk menangkap kupu-kupu seperti menggunakan buah sebagai umpan (DeVries et al. 2012; Jew et al. 2015). Selain itu, kupu-kupu yang memiliki corak dan warna menarik dapat dijadikan koleksi seni. Kupu-kupu dapat pula menjadi bahan pelajaran untuk kepentingan studi ilmiah (Subahar dan Yuliana 2010).

Desa Petungsewu merupakan salah satu desa di Kecamatan Dau, Kabupaten Malang yang dijadikan sebagai kawasan *ecotourism* sekaligus pusat konservasi, sehingga di desa ini terdapat kawasan konservasi yang diberi nama Petungsewu Wildlife Education Center (P-WEC).

Penelitian tentang keanekaragaman kupu-kupu di kawasan konservasi ini belum dilakukan, sehingga data tentang keanekaragaman kupu-kupu di kawasan ini belum ada. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman kupu-kupu di kawasan ini, sebagai data awal upaya konservasi yang berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui keanekaragaman jenis kupu-kupu yang terdapat di kawasan konservasi P-WEC, mengetahui dominansi kupu-kupu yang terdapat kawasan konservasi P-WEC, mengetahui tingkat kesamaan komunitas kupu-kupu yang terdapat di kawasan konservasi P-WEC.

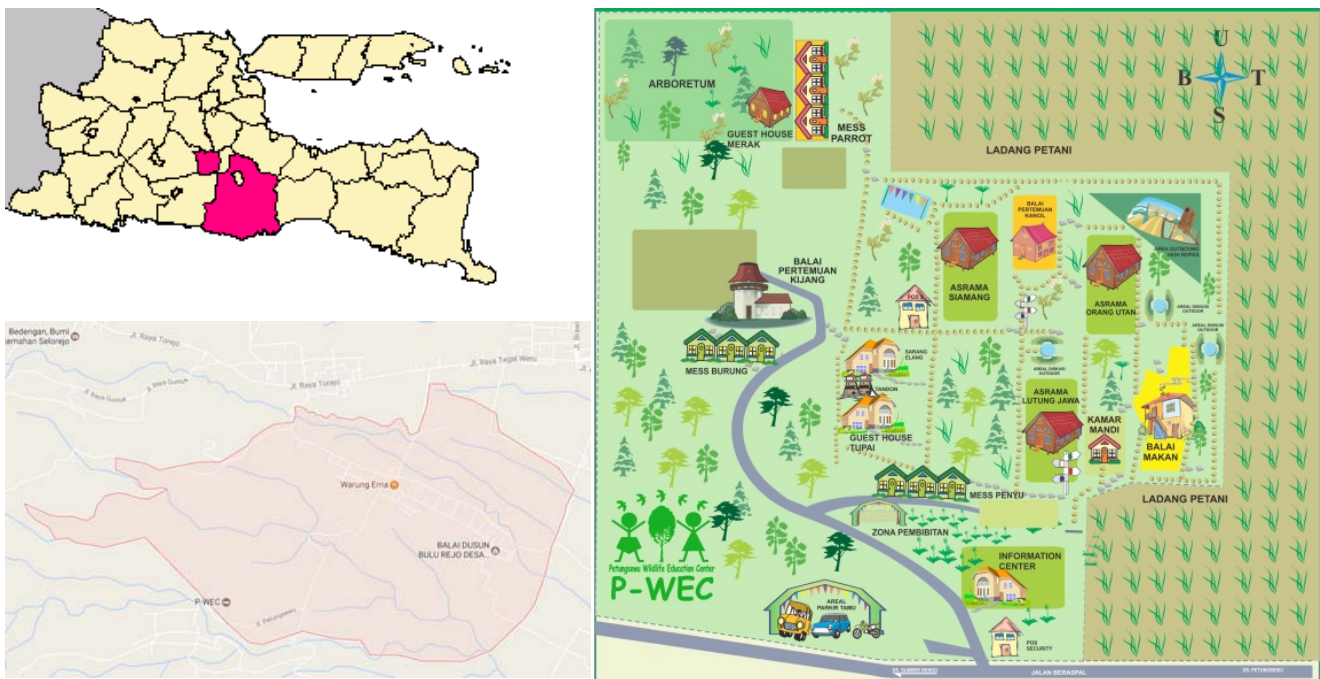
BAHAN DAN METODE

Area kajian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 16 Januari 2017-10 Februari 2017 di kawasan konservasi Petungsewu Wildlife Education Center di Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur (Gambar 1).

Tahap sampling

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *survei-aktif*. Metode ini meliputi “*Butterfly walks*” (Pollard dan Yates 1993), yaitu menangkap Lepidoptera dewasa yang aktif dan ditemukan pada siang hari menggunakan jaring serangga dengan cara menjelajah lokasi pengambilan sampel. Selain itu, dilakukan pula *hand collecting* di sepanjang jalur sampling. Hasil tangkapan kemudian dibius menggunakan *etil asetat* dengan cara dimasukkan ke dalam *killing bottle*. Lalu, dimasukkan ke dalam papilot, agar sayap hasil tangkapan tidak rusak.



Gambar 1. Denah lokasi kawasan konservasi Petungsewu Wildlife Education Center di Desa Petungsewu, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur

Pengambilan sampel untuk penelitian ini dengan menggunakan dua jalur. Jalur pertama yaitu jalur hutan hujan tropis sepanjang 200 m di area belahan kanan PWEC, sedangkan jalur kedua yaitu jalur hutan buatan di belahan kiri sepanjang 200 m. Pengambilan sampel dilakukan selama 10x. Pengambilan sampel dilakukan pada hari Selasa, Kamis, dan Sabtu. Waktu pengoleksian kupu-kupu dilakukan pada pagi hari pukul 08.00-12.00 WIB, lalu dimulai kembali pada pukul 13.00-16.00 WIB pada saat cuaca cerah.

Tahap preparasi

Sampel kupu-kupu yang didapat kemudian ditekan pada kedua sisi toraksnya dan disimpan di dalam kertas papilot dan diberi label sementara

Tahap visualisasi dan identifikasi

Visualisasi dilakukan dengan menggunakan latar belakang styrofoam berwarna putih. Setelah itu, dilakukan

identifikasi dengan menggunakan buku-buku yang relevan, khususnya Borror et al. (1992).

Analisis data

Analisis data diperoleh dengan menggunakan metode deskriptif. Untuk mengetahui data tingkat keanekaragaman digunakan perhitungan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks dominansi Simpson, indeks kesamaan Sorensen (Krebs 1999).

Pada penelitian ini dilakukan tiga jenis perhitungan yaitu perhitungan indeks keanekaragaman dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener, perhitungan indeks Dominansi menggunakan indeks Dominansi Simpson, dan perhitungan indeks kesamaan komunitas menggunakan indeks Sorensen. Hasil perhitungan tersebut tercantum dalam Tabel 1, 2, dan 3.

Tabel 1. Komposisi kupu-kupu dan analisis perhitungan dengan indeks Shannon-Wiener

| Spesies | Jumlah | | Jalur A (Hutan Tropis/Alam) | | Jalur B (Hutan Buatan) | | ni/N.ln (ni/N) | |
|----------------------------------|---------|---------|--------------------------------|-----------|---------------------------|-----------|----------------|-------------|
| | Jalur A | Jalur B | ni/N | ln (ni/N) | ni/N | ln (ni/N) | Jalur Hutan | Jalur Taman |
| <i>Aphantopus hyperantus</i> | 5 | 0 | 0.09615 | 2.34184 | 0 | 0 | 0.22516 | 0 |
| <i>Prosotas nora</i> | 20 | 0 | 0.38461 | 0.95552 | 0 | 0 | 0.36750 | 0 |
| <i>Belenois sp.</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Papilio polymnestor</i> | 1 | 4 | 0.01923 | 3.95128 | 0.13793 | 1.98100 | 0.07598 | 0.27323 |
| <i>Eurema blande</i> | 6 | 0 | 0.11538 | 2.15952 | 0 | 0 | 0.24916 | 0 |
| <i>Mycalesis terminus</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Arhopala argentea</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Junonia iphita</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Catopsilia pomona</i> | 2 | 0 | 0.03846 | 3.25813 | 0 | 0 | 0.12530 | 0 |
| <i>Ypthima singala</i> | 2 | 0 | 0.03846 | 3.25813 | 0 | 0 | 0.12530 | 0 |
| <i>Belenois creona revenia</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Hipparchia fagi</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Nepheronia sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Polyura athamas</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.06896 | 2.67422 | 0 | 0.18441 |
| <i>Graphium sarpedon</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Dophia evelina</i> | 5 | 0 | 0.09615 | 2.34184 | 0 | 0 | 0.22516 | 0 |
| <i>Marpesia petreus</i> | 3 | 0 | 0.05769 | 2.85267 | 0 | 0 | 0.16457 | 0 |
| <i>Neptis zaida manipurensis</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 3.95128 | 0 | 0 | 0.07598 | 0 |
| <i>Papilio dardanus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Papilio bianor</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 0.17241 | 1.75787 | 0 | 0.30307 |
| <i>Delias henningia</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Euploea klugil</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Graphium agamemnon</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Graphium doson</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Parantica aglea</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Papilio jordani</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Cepora judith</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Catochrysops strabo</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Jamides celeno</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Elymnias hyperminestra</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Appias pendione</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Precis sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 3.36737 | 0 | 0.11610 |
| <i>Heliconius charitonius</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.06896 | 2.67422 | 0 | 0.18441 |
| Total | 52 | 29 | | | | | 2.16597 | 2.80272 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Studi keanekaragaman kupu-kupu di kawasan konservasi PWEC merupakan penelitian pertama kali yang dilakukan. Menurut Borror et al. (1992), penyebaran serangga dibatasi oleh faktor geologi dan faktor ekologi yang cocok, sehingga terdapat perbedaan keanekaragaman serangga. Berdasarkan hasil identifikasi kupu-kupu di jalur hutan hujan tropis didapatkan 20 spesies sehingga jumlah total individu yang ditemukan yaitu 52 individu, rata-rata suhu yang diukur selama 10 hari di jalur ini sebesar 22°C, dengan kelembaban 67%. Spesies yang mudah dijumpai di jalur hutan hujan tropis adalah spesies *Prosotas nora* dari famili

Lycaenidae berjumlah 20 individu. Kupu-kupu yang didapatkan cenderung hinggap pada daun atau pada batang pohon. Selain itu, kupu-kupu pada jalur hutan hujan tropis cenderung memiliki kemampuan terbang lebih tinggi sehingga sulit untuk ditangkap dan didominasi warna sayap kupu-kupu yang cenderung gelap.

Sedangkan jumlah spesies kupu-kupu di jalur hutan buatan sebanyak 15 spesies dengan jumlah individu 29. Rata-rata besar suhu yang diukur selama 10 hari adalah 23°C, dengan kelembaban 65%. Sedangkan spesies yang mudah dijumpai di jalur hutan buatan adalah spesies *Papilio polymnestor* dengan jumlah 4 individu. Kupu-kupu yang didapatkan cenderung hinggap pada bunga, dan kemampuan terbang yang tidak terlalu tinggi, sehingga mudah ditangkap.

Tabel 2. Komposisi kupu-kupu dan analisis perhitungan Dominansi Simpson

| Spesies | Jumlah | | Jalur A (Hutan) | | Jalur B (Taman) | |
|----------------------------------|---------|---------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| | Jalur A | Jalur B | ni/N | (ni/N) ² | ni/N | (ni/N) ² |
| <i>Aphantopus hyperantus</i> | 5 | 0 | 0.09615 | 0.00924 | 0 | 0 |
| <i>Appias pendione</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Arhopala argentea</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Belenois creona revenia</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Belenois sp.</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Catochrysops strabo</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Catopsilia pomona</i> | 2 | 0 | 0.03846 | 0.00147 | 0 | 0 |
| <i>Cepora judith</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Delias henningia</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Dophia evelina</i> | 5 | 0 | 0.09615 | 0.00924 | 0 | 0 |
| <i>Elymnias hyperminestra</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Euploea klugil</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Eurema blande</i> | 6 | 0 | 0.11538 | 0.01331 | 0 | 0 |
| <i>Graphium agamemnon</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Graphium doson</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Graphium sarpedon</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Heliconius charitonius</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.06896 | 0.00475 |
| <i>Hipparchia fagi</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Jamides celeno</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Junonia iphita</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Marpesia petreus</i> | 3 | 0 | 0.05769 | 0.00332 | 0 | 0 |
| <i>Mycalesis terminus</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Nepheronia sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Neptis zaida manipurensis</i> | 1 | 0 | 0.01923 | 0.00036 | 0 | 0 |
| <i>Papilio bianor</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 0.17241 | 0.02972 |
| <i>Papilio dardanus</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Papilio jordani</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Papilio polymnestor</i> | 1 | 4 | 0.01923 | 0.00036 | 0.13793 | 0.01902 |
| <i>Parantica aglea</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Polyura athamas</i> | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.06896 | 0.00475 |
| <i>Precis sp.</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.03448 | 0.00118 |
| <i>Prosotas nora</i> | 20 | 0 | 0.38461 | 0.14792 | 0 | 0 |
| Total | | | | 0.18921 | | 0.07712 |
| <i>Ypthima singala</i> | 2 | 0 | 0.03846 | 0.00147 | 0 | 0 |

Tabel 3. Komposisi kupu-kupu dan analisis perhitungan Indeks Kesamaan Sorensen

| Spesies | Jumlah | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | Jalur A (Hutan) | Jalur B (Taman) |
| <i>Aphantopus hyperantus</i> | 5 | 0 |
| <i>Appias pendione</i> | 0 | 1 |
| <i>Arhopala argentea</i> | 1 | 0 |
| <i>Belenois creona reventia</i> | 1 | 0 |
| <i>Belenois sp.</i> | 1 | 0 |
| <i>Catochrysops strabo</i> | 0 | 1 |
| <i>Catopsilia pomona</i> | 2 | 0 |
| <i>Cepora judith</i> | 0 | 1 |
| <i>Delias henningia</i> | 0 | 1 |
| <i>Dophia evelina</i> | 5 | 0 |
| <i>Elymnias hyperminestra</i> | 0 | 1 |
| <i>Euploea klugil</i> | 0 | 1 |
| <i>Eurema blande</i> | 6 | 0 |
| <i>Graphium agamemnon</i> | 0 | 1 |
| <i>Graphium doson</i> | 0 | 1 |
| <i>Graphium sarpedon</i> | 0 | 1 |
| <i>Heliconius charitonius</i> | 0 | 2 |
| <i>Hipparchia fagi</i> | 1 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 1 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | 0 | 1 |
| <i>Jamides celeno</i> | 0 | 1 |
| <i>Junonia iphita</i> | 1 | 0 |
| <i>Marpesia petreus</i> | 3 | 0 |
| <i>Mycalesis terminus</i> | 1 | 0 |
| <i>Nepheronia sp.</i> | 0 | 1 |
| <i>Neptis zaida manipurensis</i> | 1 | 0 |
| <i>Papilio bianor</i> | 0 | 5 |
| <i>Papilio dardanus</i> | 0 | 1 |
| <i>Papilio jordani</i> | 0 | 1 |
| <i>Papilio polymnestor</i> | 1 | 4 |
| <i>Parantica aglea</i> | 0 | 1 |
| <i>Polyura athamas</i> | 0 | 2 |
| <i>Precis sp.</i> | 0 | 1 |
| <i>Prosotas nora</i> | 20 | 0 |
| <i>Ypthima singala</i> | 2 | 0 |
| Total | 52 | 29 |

Di kedua jalur total spesies yang didapatkan sebanyak 35 spesies dari 5 famili yaitu famili Papilionidae, Nymphalidae, Pieridae, Satrydae, dan Lycaenidae. Famili yang paling banyak ditemukan adalah famili Pieridae, dikarenakan famili Pieridae merupakan spesies yang banyak tersebar di daerah tropis, sebagaimana dinyatakan oleh Orr dan Kitching (2010) bahwa Pieridae banyak tersebar di daerah dataran rendah dan hutan hujan tropis. Keberadaan kupu-kupu berhubungan erat dengan keberadaan tanaman inang yang dijadikan tempat pelekatan telurnya. Pada kedua jalur hanya ada 1 spesies yang sama yaitu *Papilio polymnestor*, hal ini dikarenakan kondisi vegetasi yang sangat berbeda di kedua jalur tersebut, meskipun besar suhunya hampir sama. Unsur-unsur abiotik seperti suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi spesies yang ditemukan di kedua jalur tersebut. Modifikasi habitat menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan untuk mempertahankan kelimpahan kupu-kupu (Subahar dan Yuliana 2010). Di pagi hari, lebih banyak ditemukan kupu-

kupu karena intensitas cahaya matahari yang masih rendah dibandingkan saat siang hari, sehingga kelembaban tinggi. Lingkungan hutan yang sedikit terganggu menghasilkan banyak spesies vegetasi yang tumbuh dan berkembang, kondisi ini pada gilirannya akan mendorong datangnya kupu-kupu (Vu dan Vu 2011).

Berdasarkan Tabel 1, spesies kupu-kupu yang terdapat pada jalur A/hutan hujan tropis adalah *Aphantopus hyperantus*, *Prosotas nora*, *Belenois sp.*, *Papilio polymnestor*, *Eurema blande*, *Mycalesis terminus*, *Arhopala argentea*, *Junonia iphita*, *Catopsilia pomona*, *Ypthima singala*, *Belenois creona reventia*, *Hipparchia fagi*, *Hypolimnas bolina*, *Dophia evelina*, *Marpesia petreus*, *Neptis zaida manipurensis*. Sedangkan spesies yang terdapat pada jalur B/hutan buatan adalah *Nepheronia sp.*, *Polyura athamas*, *Graphium sarpedon*, *Papilio dardanus*, *Papilio bianor*, *Delias henningia*, *Euploea klugil*, *Graphium agamemnon*, *Graphium doson*, *Parantica aglea*, *Papilio jordani*, *Hypolimnas bolina*, *Cepora judith*, *Catochrysops strabo*, *Jamides celeno*, *Elymnias hyperminestra*, *Appias pendione*, *Precis sp.*, *Heliconius charitonius*.

Berdasarkan pada Tabel 1, dihitung tingkat keanekaragaman dengan menggunakan rumus indeks Shanon-Winner. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan hasil bahwa nilai H di jalur A/hutan hujan tropis adalah 2.16597, sedangkan di jalur B/hutan buatan nilai H adalah 2.80272. Dengan demikian tingkat keanekaragaman pada kedua jalur tersebut adalah sedang, penyebaran jumlah individu tiap spesies sedang dan kestabilan komunitas sedang.

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat diketahui nilai indeks dominansi. Dominansi adalah proporsi antara luas bidang dasar yang ditempati oleh spesies hewan pada suatu tempat. Untuk mengetahui dominansi, digunakan metode indeks dominansi Simpson. Berdasarkan perhitungan, nilai indeks dominansi pada jalur hutan hujan tropis adalah 0.18921, sedangkan nilai indeks dominansi pada jalur hutan buatan adalah 0.07712. Berdasarkan hasil tersebut, nilai indeks dominansi Simpson mendekati 0, yang berarti bahwa tidak ada spesies yang mendominasi spesies lainnya, dengan kata lain struktur komunitas dalam keadaan stabil.

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui nilai indeks tingkat kesamaan struktur komunitas antara dua jalur digunakan indeks Sorensen. Berdasarkan rumus kesamaan indeks Sorensen didapatkan indeks kesamaan Sorensen (S_s) yaitu 6,7%. Sehingga kesamaan struktur komunitas antara dua jalur sebanyak 6,7%. Subahar dan Yuliana (2010) menegaskan bahwa kelimpahan kupu-kupu akan semakin tinggi pada daerah dengan gangguan sedang, dimana gangguan yang terjadi menciptakan rumpang hutan. Rumpang pada hutan mendorong pertumbuhan tumbuhan akibat adanya sinar matahari yang masuk, pertumbuhan tumbuhan ini akan menyediakan sumber makanan bagi hewan. Hal tersebut menyebabkan kelimpahan spesies menjadi meningkat.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa (i) Tingkat keanekaragaman kupu-kupu di jalur hutan hujan tropis 2.16597 sehingga nilai indeks Shanon tergolong

keanekaragaman sedang. Sedangkan di jalur hutan buatan 2.80272 termasuk keanekaragaman sedang; (ii) Dominansi kupu-kupu di jalur hutan hujan tropis 0.18921 sehingga tidak ada spesies yang mendominasi. Sedangkan di jalur hutan buatan 0.07712 sehingga tidak ada spesies yang mendominasi atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. (iii) Tingkat kesamaan kupu-kupu yang terdapat di jalur hutan hujan tropis dan jalur hutan buatan adalah 6,7%. Hasil penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian Rahayuningsih et al. (2012) di desa Dukuh Banyuwindu, jumlah spesiesnya lebih sedikit. Sham dan Joshi (2009) dan Dewi et al. (2016) menyatakan bahwa keanekaragaman suatu spesies di suatu komunitas menunjukkan kompleksitas komunitas tersebut. Pada penelitian ini ditemukan 2 spesies endemik Srilanka yaitu *Mycalesis terminus* dan *Ypthima singala*. Kedua spesies tersebut merupakan spesies yang bermigrasi. Sebagaimana diungkap oleh Flockhart et al. (2017), kupu-kupu harus bermigrasi untuk menghadapi iklim.

Penelitian tentang kupu-kupu di Indonesia telah banyak dilakukan, diantaranya penelitian yang dilakukan Febrita et al. (2014) di Kawasan Wisata Hapanasan Rokan Hulu, famili yang paling banyak ditemukan adalah Nymphalidae. Anggraeni et al. (2017) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa kupu-kupu dengan famili Nymphalidae adalah famili yang paling banyak ditemukan di kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Demikian pula penelitian yang dilakukan oleh Dendang et al. (2009) di Taman Nasional Gede Pangrango, famili Nymphalidae adalah famili yang paling banyak ditemukan. Spesies dari famili Hisperidae jarang ditemukan di Indonesia, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Suwarno et al. (2013) di Kawasan Sungai Sarah, Aceh Besar, bahwa hanya ditemukan 1 spesies dari famili Hisperidae di kawasan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini, diantaranya: Bu Made Astuti selaku Direktur Kawasan Konservasi Petungsewu Wildlife Education Center, staf Protection of Forest and Fauna, dan para anggota Kelompok Studi Insekta Himpunan Mahasiswa Biologi Universitas Airlangga, Surabaya, Jawa Timur atas bantuannya dalam melakukan pengambilan data

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni RD, Sarwiyono, Kusumawardani ND. 2017. Studi keanekaragaman jenis kupu-kupu (Lepidoptera) di Ranu Regolo Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Konservasi Sumberdaya Hutan Jurnal Ilmu Kehutanan 1 (2): 96 - 106
- Basset Y, Rod E, Legi S et al. 2011. Comparison of rainforest butterfly assemblages across three biogeographical regions using standardized protocols. J Res Lepid 44: 17-28.
- Borror DJ, Triplehorn CA, Jhonson NF. 1992. Pengenalan Pelajaran Serangga, Yogyakarta, UGM Press,
- Dendang B. 2009. Keragaman kupu-kupu di Resort Selabintana Taman Nasional Gunung Gede Pangrajo, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 5(1): 25-36.
- DeVries PJ, Alexander LG, Chacon IA, Fordyce JA. 2012. Similarity and difference among rainforest fruit-feeding butterfly communities in Central and South America. J Anim Ecol 81: 472-482.
- Dewi B, Hamidah A, Siburian J. 2016. Keanekaragaman dan Kelimpahan Jenis Kupu-Kupu (Lepidoptera; R Hopalocera) di sekitar Kampus Pinang Masak Universitas Jambi. Jurnal Biospecies 9 (2): 32-38.
- Febrita E, Yustina, Dahmania. 2014. Keanekaragaman jenis kupu-kupu (Subordo Rhopalocera) di Kawasan Wisata Hapanasan Rokan Hulu sebagai sumber belajar pada konsep keanekaragaman hayati. Jurnal Biogenesis 10 (2): 48-58.
- Flockhart DTT, Fitz-Gerald B, Brower LP, Derbyshire R, Altizer S, Hobson KA, Wassenaar LI, Norris DR. 2017. Migration distance as a selective episode for wing morphology in a migratory insect. Mov Ecol. 5:7. DOI: 10.1186/s40462-017-0098-9.
- Jew EKK, Loos J, Dougill AJ, Sallua SM, Benton TG. 2015. Butterfly communities in miombo woodland: Biodiversity declines with increasing woodland utilisation. Biol Conserv 192: 436-444.
- Krebs CJ. 1999. Ecological Methodology, 2nd ed., Addison-Welsey Educational Publishers, Inc., Menlo Park, CA. 620
- Nordqvist E. 2009. Butterflies as Indicators of Forest Quality in Miombo Woodlands, Tanzania. [Thesis]. Uppsala University, Sweden.
- Odum, E. P. 1988. *Fundamental of Ecology*. 3rd Edition By W. B Saunders Co. Philadelphia, Toppan Company Ltd. Tokyo.
- Orr A, Kitching R. 2010. The Butterflies of Australia. Allen & Unwin, Sydney, NSW.
- Pe'er G, Settele J. 2008. Butterflies in and for conservation: trends and prospects. Israel J Ecol Evol 54: 7-17.
- Pollard E, Yates TJ. 1993. Method on Measuring Biodiversity in Tropical Forest. Capman and Hall, London
- Rahayuningsih M, Oqtaiana R, Priyono B. 2012. Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu Superfamili Papilionoidae di Dukuh Banyuwindu Desa Limbangan Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal. Jurnal MIPA 35 (1): 10-20
- Scoble MJ. 1995. The Lepidoptera: From, Function and Adversity. Oxford University Press, New York.
- Sharm G, Joshi PC. 2009. Diversity of Butterflies (Lepidoptera: Insecta) from Dholbaha dam (Distt.Hoshiarpur) in Punjab Shivalik, India. Biol Forum Intl J 1 (2): 11-14.
- Subahar TSS, Yuliana A. 2010. Butterfly diversity as a data base for the Development plant of Butterfly Garden at Bosscha Observatory, Lembang, West Java. Biodiversitas 11 (1): 24- 28.
- Suwarno, Fuadi S, Mahmud AH. 2013. Keragaman dan kelimpahan kupu-kupu pasca tsunami di Kawasan Sungai Sarah, Aceh Besar. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013: 407-413.
- Vu VL, Vu CQ. 2011. Diversity pattern of butterfly communities (Lepidoptera, Papilionoidae) in different habitat types in a tropical rain forest of Southern Vietnam. Intl Scholar Res Netw (ISRN) Zool, Article ID 818545, DOI: 10.5402/2011/818545

Reduksi tumpahan minyak dengan menggunakan metode kultur bakteri di TLP West Seno, Selat Makassar

Reduction of oil spill by using Bacteria Culture method at TLP West Seno, Makassar Strait

KUSDARMAWAN NUR ILHAM^{1,*}, AHMAD SUBHAN MEIDYANSYAH², WILDAN MUKTI ARROZI³

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl Veteran, Malang 65145, Jawa Timur
Tel.: +62-341-551611, Fax.: +62-341-565420, *email: kUSDarmawanilham@rocketmail.com

²Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl Veteran, Malang 65145, Jawa Timur

³Jurusan Desain Komunikasi Visual, Program Diploma, Universitas Brawijaya . Jl Veteran, Malang 65145, Jawa Timur

Manuskrip diterima: 23 Maret 2017. Revisi disetujui: 21 Mei 2017.

Abstrak. Ilham KN, Meidyansyah AS, Arrozi WM. 2017. Reduksi tumpahan minyak dengan menggunakan metode Kultur Bakteri di TLP West Seno, Selat Makassar. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 258-265. Karya ilmiah ini merupakan gagasan ilmiah dari penelitian kami pada proyek yang telah dilakukan oleh Hyundai Heavy Industry (HHI) di Ulsan Korea, Sebagai kontraktor utama proyek West Seno. Topik *Tension Leg Platform* kami pilih sebagai topik untuk karya ilmiah ini karena mengingat TLP mempunyai efek yang berbahaya jika terdapat tumpahan minyak disekitar laut dan menyebabkan pencemaran laut. Beberapa struktur TLP bersifat lentur dalam arah horisontal, *surge* and *sway*. Sedangkan pada gerakan vertikal, TLP dibuat *fixed*. Tampilan yang membuat TLP berbeda dengan struktur tertambat lainnya adalah konsep *buoyancy* yang unik. *Buoyancy* TLP melebihi beratnya sendiri yang dijaga oleh *mooring* vertikal yang dikenal dengan nama tendon. Maka dari itu, resiko yang terjadi jika konsep diatas tidak sesuai rencana adalah banyaknya tumpahan minyak yang terjadi karena dari beberapa model yang dibuat selalu membuat sumur atau *well* yang tegak lurus kebawah permukaan laut. TLP sendiri memiliki tegangan pada *tendon porch* yang diakibatkan oleh gerakan TLP. Hal ini tentunya berdampak pada tumpahan yang sedikit demi sedikit dilautan. Berdasarkan API RP2T tumpahan minyak ini menyebabkan tingkat keselamatan para pekerja tidak menentu dan menyebabkan pencemaran laut akan terus-menerus terjadi bila tidak ada penanganan yang serius. Maka dari itu penanaman atau kultur bakteri di sekitar TLP akan mempermudah penguraian minyak dan tidak akan terjadi pencemaran. Penanaman bakteri *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens* merupakan metode yang tepat untuk mengurangi pencemaran yang terjadi disekitar TLP. Berdasarkan data yang diperoleh dari OPEC, terdapat 1.856 rig pada tahun 2016 dan pada tahun 2015 terdapat 2.412 rig didunia. Hal ini mengindikasikan sebanyak 556 rig didunia mengalami penutupan karena masalah tumpahan minyak dan degradasi minyak. Sekitar 30% rig didunia mengalami masalah serius mengenai pencemaran tumpahan minyak dilautan. Berdasarkan penemuan Hkabel nanoh (1987) dan dikembangkan oleh Professor Derek Lovley bahwa bakteri tersebut mampu mereduksi *hydrocarbon chain* pada daerah tumpahan minyak sebesar 90%. Penanaman bakteri semacam ini jarang dilakukan oleh perusahaan minyak Indonesia bahkan dunia.

Kata kunci: Bakteri, *buoyancy*, *tendon porch*, tegangan, tumpahan minyak

Abstract. Ilham KN, Meidyansyah AS, Arrozi WM. 2017. *Reduction of oil spill by using Bacteria Culture method at TLP West Seno, Makassar Strait.* *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 258-265. This scientific work is a scientific idea from our research on a project that has been done by Hyundai Heavy Industry (HHI) of Ulsan, South Korea, as the main contractor of the West Seno project. The topic of "Tension Leg Platform" (TLP) is chosen for this scientific work because TLP has a harmful effect in the event of an oil spill and causes marine pollution. Some TLP structures are flexible in horizontal, surge and sway directions. While on the vertical movement, TLP made fixed. The view that makes TLP different from other tethered structures is the unique buoyancy concept. TLP buoyancy exceeds its own weight which is guarded by a vertical mooring known as a tendon. Therefore, the risk that occurs if the concept does not work according to plan is an oil spill, because some models always make wells perpendicular to the sea surface. TLP has a tension in the patio tendon caused by the TLP movement. This certainly has an impact on the oil spill. Under the RP2T API, oil spills cause the safety level of workers to become erratic and cause continuous sea pollution in the absence of serious handling. Therefore, planting or bacterial culture around the TLP will facilitate the decomposition of oil and reduce contamination. Bacterial cultures *Geobacter sulfurreducens* and *Geobacter metallireducens* are appropriate methods for reducing contamination around TLP. According to OPEC, there are 1,856 rigs by 2016 and there are 2,412 rigs by 2015 worldwide. This indicates as many as 556 rigs in the world are closing due to oil spills and oil degradation problems. Approximately 30% of the world's rigs have serious problems regarding the pollution of the oil spill. Based on Hkabelnanoh (1987) discovery and developed by Professor Derek Lovley that the bacterium can reduce hydrocarbon chain in oil spill area up to 90%. However, a bacterial culture like this is rarely done by Indonesian oil companies and even the world.

Keywords: Bacteria, buoyancy, tendon porch, tension, oil spill

PENDAHULUAN

Teknologi laut dalam (*deep sea technology*) di masa sekarang adalah teknologi terbaru dalam industri lepas pantai. Penemuan-penemuan baru sumber minyak dan gas alam di laut dalam telah menghadirkan tantangan-tantangan besar industri, yang menghasilkan suatu perubahan besar pada peralatan, prosedur, instrumentasi dan operasi. Menurut Arifin (2000) dalam merancang bangunan lepas pantai pertimbangan penting yang di gunakan adalah biaya investasi, perilaku hidrodinamis, kemampuan mobilitas, serta *reliability* dalam pengoperasiannya.

Menurut Ziyad (2006), Jenis anjungan biasanya dilautan merupakan gabungan instrumentasi yang bertujuan untuk mengeksplorasi sumberdaya minyak yang memiliki volume yang sangat besar. Jenis anjungan lepas pantai berdasarkan konstruksinya dibedakan menjadi 3 yaitu: (i) Struktur Terpancang (*Jacket steel platform, Gravity platform, Monopod, Tripod*), (ii) Struktur Terapung (*Semi submersible, Jack-up platform, Drilling ship, Barge*), (iii) Struktur Lentur (*Tension Leg Platform, Guyed tower, Articulated tower*).

Pada karya ilmiah kali ini kita akan lebih spesifik membahas jenis anjungan lepas pantai *Tension Leg Platform* (TLP). Hal ini dikarenakan pada jenis ini adalah jenis yang sering digunakan oleh perusahaan perminyakan sekarang ini. TLP merupakan struktur terapung yang memiliki banyak keuntungan diantaranya adalah sangat *tecno-economic* untuk dioperasikan di perairan laut dalam (Litton 1989). Salah satu hal yang sangat penting untuk dianalisis dari struktur TLP adalah tegangan pada *tendon porch*. *Tendon porch* merupakan bagian dari struktur TLP, yaitu daerah sambungan antara kolom dengan tendon. Analisis tegangan perlu dilakukan pada *tendon porch* mengingat pada bagian tersebut mendapat tegangan kombinasi dari tegangan sisa, tegangan statis serta tegangan dinamis yang mana sangat rentan sekali untuk menyebabkan kesalalahan pada saat pengeboran minyak. Jenis struktur ini termasuk jenis anjungan *offshore* yang modern. Di Indonesia TLP merupakan anjungan jenis baru yang dioperasikan oleh UNOCAL 76 dan mulai berproduksi pada tahun 2004 di perairan selat Makassar dengan kedalaman 910 m (Ziyad 2006). Sehingga perlunya penelitian dalam karya ilmiah ini adalah sebagai kajian mengenai pengembangan dan pemahaman terhadap jenis struktur TLP dengan mengingat akibat yang sering kali dilakukan oleh perusahaan perminyakan yaitu seringnya minyak tumpah ke lautan ketika adanya eksplorasi pengeboran minyak dilautan.

Dalam sehari sendiri pernah tercatat oleh OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*) eksplorasi minyak lautan di dunia pada tahun 2017 sendiri mencapai 95.50 mb/d. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap minggu, bulan dan tahun bahwa terjadi banyak sekali pencemaran tumpahan minyak disekitar anjungan. Untuk data pengeboran setiap tahun sendiri kita belum memiliki data akurat karena memang intensitas pengeboran minyak dilautan bervariasi. Untuk penanganannya pun masih

terbilang kurang efektif. Salah satu yang dilakukan oleh perusahaan minyak dunia dalam penanganan tumpahan minyak sekedar bersifat represif. Setelah terjadi tumpahan minyak yang menyebar, baru perusahaan minyak ini secara spontan bertindak tanpa adanya asumsi bahwa akan terjadi pencemaran minyak. Sebenarnya tumpahan minyak di lautan akan terurai secara alami tetapi dalam jangka waktu yang sangat panjang dan dalam waktu penguraian alami tersebut akan mempengaruhi degradasi biodiversitas dilautan.

Beberapa jenis bakteri yang merupakan pendegradasi hidrokarbon yang efektif di lingkungan alami telah diisolasi antara lain *Geobacter, Pseudomonas aeruginosa, P. putida, Bacillus subtilis, B. cereus, B. laterospor* (Cybulski et al. 2003; Carvalho dan Fonseca 2005). Ada beberapa keuntungan yang didapat dari mikroorganisme pendegradasi minyak, antara lain populasi alami sudah beradaptasi dan berkembang dengan baik di lingkungannya dan kemampuan untuk menggunakan hidrokarbon telah disebarkan dalam populasi mikroba, populasi ini terbentuk secara alamiah dan di daerah tercemar yang jumlah mikroorganismenya cukup tidak perlu lagi ditambahkan mikroorganisme untuk membantu degradasi (Ghazali et al. 2004).

Karya ilmiah ini memiliki tujuan yang lebih preventif dan tidak bersifat represif. Jarang sekali para perusahaan ini mengimplementasikan tindakan yang preventif saat pencemaran minyak terjadi dilautan. Pencemaran minyak dilautan akibat eksplorasi ini akan menyebabkan biodiversitas yang ada dilautan akan terdegradasi secara masif dan akan menyebabkan ekosistem lautan tidak seimbang. Banyak sekali biota dilautan seperti ikan yang akan kehilangan biodiversitas spesies yang menyebabkan ekosistem akan terganggu dan akan berdampak dengan masalah sosial kemasyarakatan pesisir. Salah satu dampaknya secara langsung adalah berdampak pada kehidupan nelayan yang *notabene* berada dipesisir dan dekat dengan anjungan eksplorasi minyak dilautan.

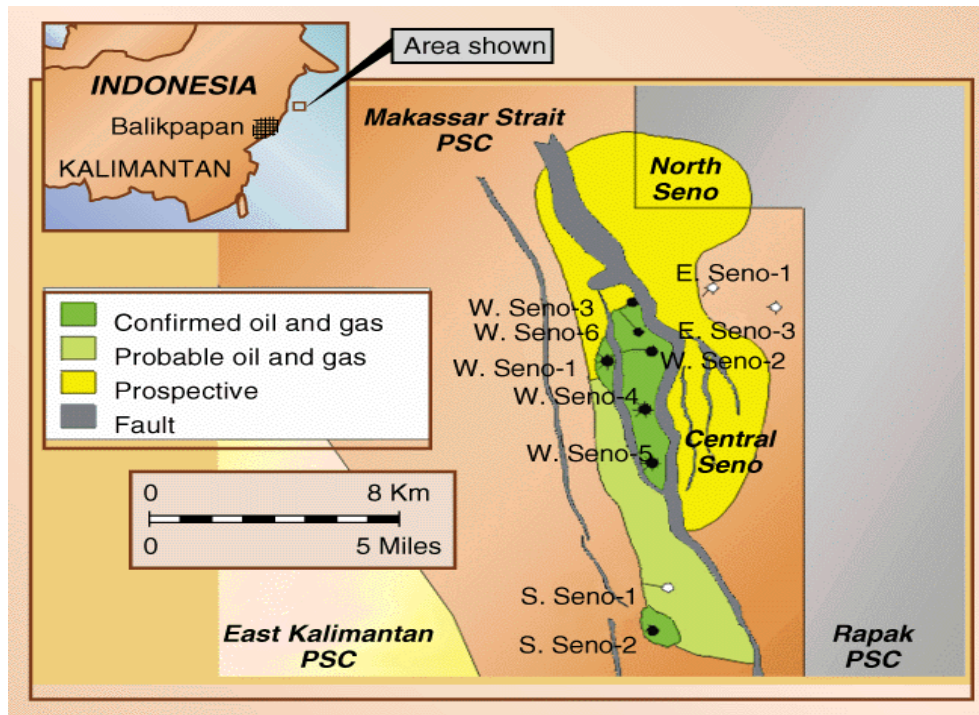
Dalam penanganannya kita akan membuat suatu sistem kultur bakteri yang berbeda. Tidak membuang sumberdaya manusia yang sangat banyak. Bakteri yang digunakan untuk mengurai *carbon chain* adalah spesies *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens*. Bakteri ini sudah diuji dilaboratorium oleh professor Derek Lovley. Bakteri ini biasa hidup pada dalam tanah yang selalu berinteraksi dengan polutan hidrokarbon. Bakteri ini bisa mengurai secara ekstrim dan pada saat itu juga tumpahan minyak secara spontan akan terurai. Jadi kita akan membuat suatu gagasan ilmiah dimana akan membuat suatu inovasi baru, yaitu adalah peternakan bakteri pengurai *carbon chain* di *Tension Leg Platform* (TLP) tepatnya melekat pada anjungan lepas pantai. Bakteri ini akan hidup pada sekitar *tendon porch* pengeboran minyak, ketika minyak tumpah ke lautan, maka sensor tumpahan minyak yang ada pada tempat perkembangbiakan bakteri itu akan terbuka dan menyerap minyak yang tumpah dilautan.

MATERI DAN METODE

Area kajian

Selat Makassar terletak disepanjang sisi timur Sundaland, terletak diantara Sulawesi dan Kalimantan. Membentuk perbatasan fisiografi yang berbeda antara daratan Indonesia Barat *cratonic* stabil dan kolase kompleks Kepulauan Indonesia bagian timur. Secara geografis Selat Makassar terletak diantara Garis Bujur E117.5° dan E118.5°, Garis Lintang S1.5° dan S2.5°.

Lokasi pengeboran eksplorasi minyak di West Seno, Selat Makassar ditunjukkan pada Gambar 1. Terdapat beberapa lokasi yang digunakan untuk eksplorasi minyak dilokasi tersebut. TLP West Seno Makassar merupakan pelopor TLP pertama di Indonesia. TLP West Seno, Selat Makassar yang pertama kali di Indonesia (Gambar 2). Tendon porch serta struktur yang mendukung TLP diatas didesain sedemikian rupa sehingga memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan tendon yang didukungnya.



Gambar 1. Peta eksplorasi minyak West Seno, Selat Makassar



Gambar 2. TLP B West Seno, Selat Makassar

BAHAN DAN METODE

Metode kultur bakteri

Pengkondisian laboratorium

Dalam ekosistem terdapat mikroba yang mampu melakukan biodegradasi sehingga kondisi lingkungan dapat bersifat lebih baik (Capelli et al. 2001; Richard dan Vogel 1999; Kim et al. 2005). Hidrokarbon petroleum dapat didegradasikan oleh mikroba seperti bakteri, jamur, yeast, dan alga mikro (Riser-Roberts 1992; Bundy et al. 2004). Mikroorganisme tersebut diisolasi berdasarkan kemampuan mereka untuk memetabolisme berbagai sumber karbon, seperti komponen alifatik dan aromatik. Bakteri mempunyai peran yang terbaik dalam degradasi hidrokarbon, alasan utama karena bakteri tersebut menggunakan hidrokarbon dari minyak sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan energi. Dari sejumlah besar penelitian dilaporkan bahwa: alkana dengan bobot molekul rendah lebih cepat didegradasi dan kultur campuran lebih cepat melakukan degradasi daripada biakan murni (Ghazali et al. 2004; Gerdes et al. 2005; Oteyza et al. 2005; Sun et al. 2005).

Sebelum bakteri diinokulasi, air laut disterilkan terlebih dahulu. Bakteri *Geobacter metallireducens* dan *Geobacter sulfurreducens* kemudian diinokulasi (lima sel untuk setiap lempeng agar-agar atau ke masing-masing 10 c.c media cair) ke dalam media yang telah dikondisikan. Isolasi tahap I dilakukan dengan memasukkan sampel air laut yang terkena tumpahan minyak sebanyak 2% (b/v) ke dalam media SMSSe yang mengandung tumpahan minyak 2% (b/v) diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang dengan digoyang di atas *shaker* pada kecepatan 120 rpm. Untuk keperluan isolasi, sampel diambil pada hari ke-1,3,5 dan hari ke-7. Isolasi dilakukan dengan metode pengenceran dengan menggunakan pengenceran 10-5 dengan air laut steril, isolat diambil sebanyak 1 mL untuk dibiakkan di atas lempeng agar SMSSe yang mengandung solar 2% (b/v) dan 2% bacto agar sebagai pematat dengan metode cawan sebar dengan menggunakan *hockey stick* lalu diinkubasi pada suhu 35°C selama 2 hari. Setiap koloni yang berbeda dimurnikan kembali pada medium padat yang serupa. Untuk melakukan isolasi tahap II, kita tetap menggunakan sampel air laut yang terkena tumpahan minyak dan dilakukan dengan prosedur dan kondisi yang sama, tetapi medium pengisolasinya (SMSSe) diperkaya dengan minyak sisa degradasi (MSD) tahap sebelumnya yang diperoleh dengan cara mendinginkan media tahap I di dalam kulkas pada suhu 5°C selama ± 15 menit lalu lapisan minyak pada bagian atas media diambil dengan Spatula. Isolasi tahap II menggunakan MSD I, Isolat bakteri yang diperoleh kemudian dikarakterisasi melalui pengamatan morfologi koloni, sel, dan sejumlah uji biokimia (Cappuccino 1987 dalam Pikoli et al. 2000).

Dalam hal ini, *Artificial sea water* (10 cc di setiap 150x16 mm. Tabung pyrex. Jika tidak ada *bacteria-free culture* dapat diperoleh dari sel diatom yang dicuci, kemudian dengan subkultur yang berturut-turut akan dibuat dari kultur bakteri ini untuk mengurangi jumlah bakteri lebih jauh). *Broth nutrient seawater* (yang terdiri dari dekstrosa, natrium asetat, ekstrak daging sapi Difco dan

pepton, masing-masing 0,1%, di air laut yang telah dikondisikan, atau *Berkefeld-filtered* air laut diperkaya dengan NaNO₃, Na₂HPO₄, NaSiO₃.9H₂O, dan Fe-sitrat, 50, 5, 10, dan 0,5 bagian per juta masing-masing), 10 cc di setiap 150x16 mm. Pyrex tabung. *Sea-water agar* (1,5% agar dengan air laut yang telah dikondisikan pada jumlah nitrat, fosfat, silikat dan sitrat dua kali lipat, atau dalam *Berkefeld-filtered* secara alami dengan air laut diperkaya dengan NaNO₃, Na₂HPO₄, NaSiO₃.9H₂O, dan Fe-sitrat, 100, 10, 20 (*parts per-million*)). *Nutrient sea-water agar* [1,5% agar dalam air laut yang telah dibuat dengan jumlah nitrat, fosfat, silikat dan sitrat dua kali lipat (atau di *Berkefeld-filtered* secara alami dengan air laut dengan diperkaya dengan NaNO₃ 100, NaHPO₄ 10, Na₂SiO₃.9H₂O 20, dan *Fe-citrate* (*part per million*) lebih diperkaya dengan dextrose, natrium asetat, ekstrak daging sapi Difco dan pepton, masing-masing 0,1%] (Holger dan Gallen 1999).

Pertumbuhan bakteri hanya terjadi pada salah satu kultur bakteri pada lima nutrisi agar piring (medium 4), sementara empat kultur bakteri piring lain terbukti bebas bakteri. Tidak ada pertumbuhan bakteri di salah satu kultur bakteri di gizi kaldu (medium 2) atau di piring agar air laut (medium 3). Ketika 1 mL dari piring, tidak ada pertumbuhan bakteri berkembang. Subkultur dibuat pada kemiringan agar nutrisi dari masing-masing kultur bakteri yang tanpa pertumbuhan bakteri lain, dan ini kemudian diinkubasi dalam keadaan gelap pada suhu kamar (20°-25° C). Akhirnya salah satu subkultur diinokulasi dari salah satu piring agar nutrisi bebas bakteri telah disubkultur berturut-turut pada kemiringan nutrisi agar (Chu 1946).

Pengkondisian Kultur bakteri di TLP

Media yang digunakan saat di TLP adalah *bassal medium* yang telah dibuat sedemikian rupa seperti bentuk pipa transparan yang menyesuaikan bentuk atau struktur dari TLP itu sendiri. Jadi pembuatan dan pemasangannya harus menyesuaikan dengan media dan bakteri yang akan dikultur. Untuk media penanaman bakteri sehingga menjadi peternakan bakteri (*Bacterial farming*) kita menggunakan *bassal medium*. Bentuk mediana kita buat berbentuk pipa yang mengelilingi struktur *tendon porch* dan bersifat transparan agar terkena oleh sinyal matahari untuk penyokong hidup bakteri. Ketersediaan oksigen sangat penting dalam proses biodegradasi hidrokarbon jenuh dan aromatik (Cerniglia 1992). Benzena, toluena, etilbenzena dan xylene dapat didegradasi tanpa O₂ di air tanah yang terkontaminasi (Coates et al. 2002; Johnson et al. 2003). Bakteri *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens* yang telah dikondisikan pada laboratorium ditempatkan pada *bassal medium* yang telah dibuat menyerupai pipa yang transparan. Setelah bakteri *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens* ditempatkan pada *bassal medium* yang telah dibentuk menyerupai pipa transparan kita tempatkan dan sesuaikan dengan struktur dari *tendon porch* tersebut. Kita pasang pipa *bassal medium* yang telah dikondisikan dengan adanya bakteri ke *tendon porch* dan menyesuaikan strukturnya. Jadi di TLP ada 8 *tendon porch* dan 1 *drilling pipe*. Kita pasang pipa tersebut menyesuaikan struktur 8

tendon porch dan 1 *drilling pipe* diatas permukaan air dan menyentuh badan air. Disekeliling pipa tersebut kita juga memasang sensor minyak yang mana ketika terjadi tumpahan minyak pipa tersebut akan terbuka dan bakteri tersebut akan keluar dan memakan tumpahan minyak tersebut.

Analisis data TLP

Analisis data yang digunakan oleh para *engineering* untuk merancang struktur TLP West Seno menggunakan Unocal yang akan dimodelkan oleh para *engineering* menggunakan MOSES dan ORCAFLEX. Dalam analisis data proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* MOSES dan ORCAFLEX. MOSES digunakan untuk menganalisis keseluruhan respon struktur, sedangkan ORCAFLEX digunakan untuk menganalisis kondisi struktur yang ditambat dengan tendon. Struktur yang tertambat (*moored structure*) serta dikenai berbagai macam kondisi lingkungan dapat digambarkan sebagai sebuah sistem dinamik dengan eksitasi frekuensi tinggi dan rendah. Gaya eksitasi sebagai hasil dari beban angin, gelombang, dan arus yang mengenai sistem tersebut. Gaya reaksinya merupakan kombinasi dari gaya masa tambah, gaya seret gelombang (*wave drift force*), gaya *viscous*, serta kombinasi gaya redaman dan gaya pengembali pada interaksi dengan tendon. Analisis tension pada tendon dilakukan melalui dua fase. Fase pertama berhubungan dengan analisis yang dilakukan dengan analisis 3D-*diffraction analysis* dengan MOSES untuk mendapatkan respon gerakan struktur TLP. Fase yang kedua adalah analisis *Time Domain* dengan bantuan ORCAFLEX, dengan menggunakan hasil respons gerakan dari fase pertama.

Analisis data terhadap kultur bakteri

Analisis data senyawa kimia yang diperlukan untuk pengkondisian dari bakteri itu sendiri yang memerlukan nutrisi untuk hidup adalah seperti data diatas. Dengan adanya zat kimia dan nutrisi yang memadai maka bakteri *Geobacter sulfureducens* dan *Geobacter metallireducens* akan maksimal dalam penyerapan tumpahan minyak yang ada disekitar tendon porch tersebut. Sehingga data analisis data TLP dan analisis data terhadap kultur bakteri kita hubungkan maka akan menjadi data yang akurat dalam prediksi tumpahan minyak dan kuantitas bakteri dalam penyerapan tumpahan minyak yang ada disekitar anjungan minyak. Data tersebut akan dibahas lebih lanjut dalam pembahasan hasil.

Tabel 3. Data tension pada tendon

| Tendon | 10 Tahun | | | 100 Tahun | | |
|--------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | 0° | 45° | 90° | 0° | 45° | 90° |
| 1 | 7028,4657 | 5801,6551 | 4971,6271 | 7249,8309 | 8636,2345 | 8117,5685 |
| 2 | 6390,0197 | 5881,0116 | 6112,2309 | 8941,3864 | 6787,8092 | 7125,6602 |
| 3 | 6289,2632 | 5872,5075 | 6416,2437 | 9066,9815 | 6499,1038 | 6961,1636 |
| 4 | 6019,6260 | 5681,1748 | 7914,3729 | 8285,1854 | 5790,0236 | 6533,0124 |
| 5 | 6058,9092 | 5636,7861 | 7953,8230 | 7992,4502 | 5901,4756 | 6591,0594 |
| 6 | 6704,2357 | 5495,4890 | 6799,9849 | 6303,1414 | 7631,1586 | 7522,3868 |
| 7 | 6812,9000 | 5513,9195 | 6496,3531 | 6221,8562 | 7931,7881 | 7686,0704 |
| 8 | 7075,6198 | 5767,5612 | 5011,4697 | 6991,0777 | 8759,5497 | 8174,9322 |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil *running* ORCAFLEX dengan *load case*, kita akan mendapatkan gaya *tension global* pada *tendon porch* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa *tension* maksimum pada *load case* 10 tahun sebesar 7953,8 KN, sedangkan untuk *load case* 100 tahun sebesar 8759,5 KN. Nilai *tension* maksimum ini yang akan dipakai pada analisis *local* pada *tendon porch* TLP. Sebagai verifikasi apakah hasil *tendon tension* memenuhi batas keamanan tendon, maka dilakukan pengecekan terhadap *unity check* dari tendon berdasarkan API RP 2T, yaitu 0,6dy. Beban yang diberikan pada tendon adalah beban *tension* pada tendon yang maksimum, yaitu sebesar 8759,5497 KN, Kemudian akan dilakukan penambahan beban sehingga akan dapat diketahui pada beban *tension* berapa struktur tersebut akan mengalami kegagalan (*failure*).

Tabel 1. Data Struktur untuk Pemodelan TLP

| Item | Nilai | Satuan |
|--------------------------------|---------|--------|
| Kedalaman | 910 | M |
| Sarat Desain | 28,95 | M |
| Tinggi Kolom | 36,26 | M |
| Kolom PxL | 9,6x9,6 | M |
| Panjang Pontoon | 32,10 | M |
| Lebar Pontoon | 9,6 | M |
| Tinggi Pontoon | 9,6 | M |
| Jumlah Tendon | 8 | Buah |
| Yield Strength Material Tendon | 358,6 | Mpa |
| Kekakuan Tendon | 12175 | KN/m |
| Tendon Pretension | 31175 | KN |
| Berat Platform (payload+deck) | 12773 | Ton |

Tabel 2. Data senyawa kimia kultur bakteri

| Chemistry | Parts per-million |
|----------------|-------------------|
| Dextrose | 2000 |
| Sodium Acetate | 2000 |
| Peptone | 2000 |
| NaNO3 | 75 |
| Na2HPO4 | 75 |
| Na2SiO4.9H2O | 15 |
| FEC6H3O7.3H2O | 0,81 |

Tegangan yang terjadi pada *tendon porch* tidak boleh melebihi nilai yang telah ditentukan oleh standar. Standar desain yang dipakai adalah API RP 2T, yang mana standar tersebut diwakili oleh besarnya *safety factor*. Untuk struktur plat yang didesain menurut API BUL 2V, tegangan ijin tergantung dari kondisi batas dibawah pertimbangan (*ultimate or serviceability*). Untuk masing-masing kondisi batas tegangan ijin didapat dengan membagi *yield strength* dengan *safety factor*.

Hasil analisis tegangan lokal untuk beban sebenarnya dengan penambahan maksimum (tension ke-8) dimana sudah melampaui *yield stress* selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 4. Safety Factor TLP

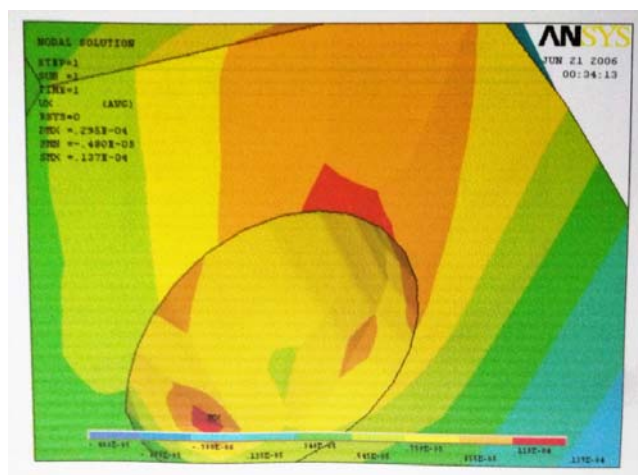
| Safety Criteria | Serviceability State | Limit | Ultimate State | Limit |
|-----------------|----------------------|-------|----------------|-------|
| A | 1,67 | | 2,0 | |
| B | 1,25 | | 1,5 | |

Tabel 5. Hasil analisis pemodelan Local Intial Design

| Tension | Maximum stress |
|---------|----------------|
| 1 | 112,44 |
| 2 | 122,61 |
| 3 | 143,18 |
| 4 | 165,56 |
| 5 | 187,94 |
| 6 | 210,32 |
| 7 | 232,70 |
| 8 | 369,05 |

Tabel 6. Hasil tegangan lokal pada intial Model Tendon Porch

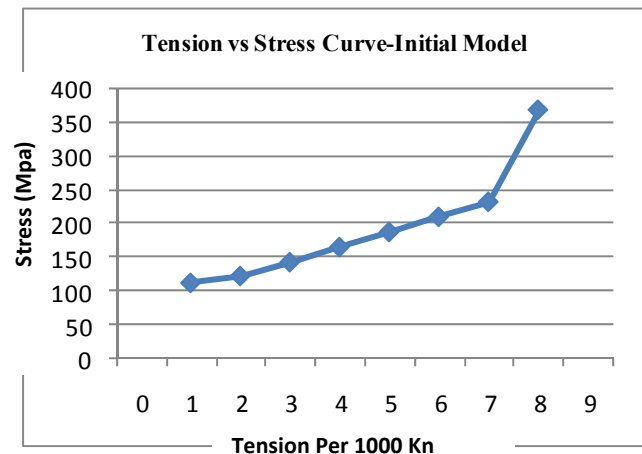
| Stress maksimum | Node | SX (KN/m ²) | SY (KN/m ²) | SZ (KN/m ²) |
|-----------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tension ke-1 | 184 | 40,744 | 2917,6 | 0,11244E+06 |
| Tension ke-8 | 384 | 20442 | 0,24402E+06 | 0,36905E+06 |



Gambar 3. Distribusi tegangan maksimum pada Intial Design

Pada *load case* pertama, struktur *tendon porch* terkena gaya terurai ke arah X,Y, dan Z masing-masing sebesar 307,7739 KN; 291,0614 KN; dan -8749,304 KN. Akibat pembebanan ini menyebabkan struktur mengalami tegangan maksimum 112,44 Mpa yang terjadi pada node 184. Besarnya tegangan akibat pembebanan gaya ini masih dibawah tegangan luluh (δy) sebesar 250 mpa. Setelah mengalami *load case* kedelapan, struktur *tendon porch* terkena gaya terurai ke arah X,Y dan Z masing-masing sebesar 7307,774 KN; 7291,0614 KN dan -15749,3 KN. Akibat pembebanan ini menyebabkan struktur mengalami tegangan maksimum 369,05 yang terjadi pada node 384. Besarnya tegangan akibat pembebanan gaya ini sudah melampaui tegangan luluh (δy) sebesar 250 Mpa. Hasil peningkatan tegangannya dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa pada *load case* ke-8, tegangan yang terjadi sebesar 369 Mpa atau melebihi *yield stress*. Dari analisis lokal disini terlihat bahwa awal retak dimulai dari lubang *porch* yang ditunjukkan oleh tingginya tegangan yang terjadi. Dari beban yang menimbulkan kerusakan, terlihat gaya ke arah Z (FZ) yang merupakan *tension force* ke bawah memberikan kontribusi terbesar penyebab keruntuhan struktur. Hal tersebut menyebabkan *tendon porch* akan mengalami kebocoran. Maka dari itu penguraian tumpahan minyak di TLP tersebut harus dilakukan se-intens mungkin pada saat eksplorasi minyak di TLP West Seno, Selat Makassar. Dalam kasus ini kita harus menggunakan tindakan preventif dengan menggunakan metode kultur bakteri atau penanaman bakteri sehingga menjadi peternakan bakteri disekitar tendon porch tersebut. Kemampuan bakteri *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens* dalam mendegradasi minyak tentunya sangat membantu sekali dalam menjaga ekosistem dan biodiversitas dilautan. Perbandingan kemampuan bakteri menyerap minyak yaitu 1% (1,5 mL), 2% (3 mL) dan 3% (4,5 mL) dalam penguraian *carbon chain*. Hal ini ditentukan dengan menyesuaikan seberapa banyak minyak yang tumpah dilautan.



Gambar 4. Peningkatan tegangan pada Tendon Porch

Pembahasan

Perairan Indonesia memiliki keadaan alam yang unik, yaitu topografinya yang beragam. Karena merupakan penghubung dua system samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, maka sifat dan kondisinya dipengaruhi oleh kedua samudera tersebut, khususnya samudera pasifik. Pengaruh ini terlihat antara lain pada sebaran massa air, arus, pasang surut dan kesuburan perairan. Selain pengaruh kedua samudera tersebut, keadaan musim juga mempengaruhi sifat dan kondisi perairan disini, misalnya perairan Selat Makasar, Laut Banda, Laut Flores dan Laut Sulawesi (Wyrcki 1961).

Dengan demikian semakin jelas terlihat bahwa untuk aplikasi di laut-dalam, sangat tidak layak digunakan jenis anjungan terpancang maupun jenis guyed tower. Sehingga mau tidak mau harus dicari jenis struktur lain yang layak, baik dari segi teknis maupun ekonomis, untuk penggunaan di laut-dalam. Dari paparan di atas terlihat juga, salah satu struktur alternatif yang menarik adalah jenis TLP. Selain teknologi struktur terapung itu sendiri, beberapa teknologi lainnya yang terkait dengan sistim terapung tersebut antara lain adalah *catenary mooring*, *taut mooring* dan *tension leg mooring*, *flexible risers* serta *control umbilicals*. Sebagaimana dijelaskan di atas, *Tension Leg Platform* (TLP) adalah salah satu jenis struktur lepas pantai yang dapat dikelompokkan ke dalam golongan *compliant structures* yang mana jenis ini sangat cocok dipakai di perairan dalam. Karakteristik utama TLP yang berbeda dengan jenis struktur terpancang (*fixed jacket type*) adalah sifat respon TLP yang sangat lentur terhadap gaya-gaya luarnya. Dengan kata lain, responnya cenderung bersifat "ikut bergerak" bersama gelombang dari pada harus "menahan gelombang" secara kaku. Dengan demikian, keadaannya akan menjadi lebih baik jika harus berada di perairan dalam yang mana kondisi lingkungan yang lebih berat.

Dalam masa operasinya, *draft* dari *platform* relatif tinggi (sekitar dua kali) dari *hull* apungnya. Sistem penambatannya yang kaku menyebabkan gerakan *platform* pada saat terkena gelombang menjadi terbatas dalam arah *heave*, *pitch* dan *roll*. Kekakuan tendon yang tinggi juga menyebabkan periode natural dalam arah gerakan tersebut sangat kecil. Geometri dari *hull* dan penempatan tendon biasanya dibuat simetris agar periode *roll* dan *pitch*-nya sama. Biasanya periode natural TLP dalam arah *heave* dan *pitch* untuk aplikasi perairan dalam (lebih dari 1000 ft) adalah antara 1 sampai 5 detik. Sebaliknya, struktur TLP cukup lentur dalam arah *surge* karena gaya pengembali dalam tendon ini biasanya kecil. Periode dalam arah *surge* (*sway*) adalah sangat besar yaitu dalam orde 100 detik atau lebih.

Secara umum, gaya lingkungan yang bekerja pada struktur lepas pantai, termasuk TLP, adalah berupa gaya gelombang, arus, angin dan gaya akibat pasang surut air laut sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5. Beban-belan lingkungan tersebut selengkapnya terdiri dari (i) Gaya Gelombang (*Wave Forces*), meliputi: *Wave frequency forces*, *Low frequency forces* (*First and second-order drift force* dan *Wave drag force*), *Hight frequency forces* (*Second order potential flow force*, *Vortex shedding force* dan *Drag force*); (ii) Gaya Arus (*Current Forces*)

yang mencakup: *Current drag force* dan *Coexisting wave and current drag force*; (iii) Gaya Angin (*Wind Forces*), meliputi: *Fluctuating wind force* dan *Steady wind force* (Faltinsen dan Demirbilek 1989). Disamping itu dalam kondisi tertentu bisa terjadi beban gempa bumi (*earthquake force*). Dalam kondisi yang sesungguhnya, semua gaya-gaya di atas cenderung terjadi secara simultan, sehingga untuk suatu analisis dan perancangan yang komprehensif, maka sebaiknya semua gaya-gaya yang mungkin terjadi di atas harus dipertimbangkan. Namun biasanya, untuk tujuan-tujuan analisis tertentu, hanya gaya-gaya tertentu saja yang dianggap paling dominan yang dipertimbangkan.

Angin, gelombang dan arus menyebabkan TLP cenderung berosilasi terhadap suatu posisi *offset*-nya dari pada terhadap posisi vertikalnya. *Offset* dalam arah surge terkait dengan "set down" yaitu turunnya TLP dalam arah *heave* yang berakibat bertambahnya daya apung sehingga gaya-tarik pada tendon menjadi lebih besar dari pada dalam posisi vertikalnya. Sementara itu efek orde yang lebih tinggi akibat sifat non-linier alami dari gelombang dan strukturnya akan mempengaruhi respon dinamisnya (Bar-Avi 1999).

Maka hal tersebut tentunya dalam eksplorasi perlu adanya suatu tindakan khusus dalam penanganan berdasarkan API RP2T. Banyak sekali TLP yang belum mempunyai mekanisme penanganan yang preventif. Anjungan (TLP) ideal adalah yang bisa bermanfaat untuk lingkungan dan tidak merusak biodiversitas dilautan. Sebenarnya penelitian ini merupakan penelitian pertama yang membahas dan mencoba memberikan tindakan preventif untuk menjaga biodiversitas dilautan. Penelitian sebelumnya biasanya membahas bagaimana bakteri mengurai tumpahan minyak setelah terjadi tumpahan minyak tersebut. Dalam penelitian Nababan (2008), juga tidak mencoba melakukan tindakan preventif tetapi masih melakukan tindakan represif. Kemudian juga dengan penelitian Yulia et al. (2012), masih menggunakan tindakan konvensional yaitu secara represif.

Menurut Ziyad (2006), Perilaku gerak dari struktur TLP terdiri dari gerak vertikal yaitu *heave*, *roll* dan *pitch* yang dibuat *fixed* dan juga gerak horizontal yaitu *surge*, *sway* dan *yaw* yang dibuat *compliment* (lentur). Hal ini menimbulkan beberapa kemungkinan tumpahan minyak saat eksplorasi minyak dilaut lepas pantai. Besarnya *tension tendon* maksimum adalah sebesar 8759,5 KN yang terjadi pada *load case* 100 tahun, arah 45°. Hal ini tentunya sangat berpengaruh dengan kemungkinan keretakan *tendon porch* yang terus menerus menerima tekanan dari *platform deck* yang mana merupakan keseluruhan bodi TLP.

Besarnya tegangan maksimum yang terjadi pada *initial design tendon porch* oleh UNOCAL adalah sebesar 112,4 Mpa. Pada *load case* ke-8, tegangan yang terjadi melebihi *yield stress*. Sedangkan lokasi terjadinya tegangan kritis adalah pada bagian *porch* bagian bawah. Maka dari itu kultur bakteri atau penanaman bakteri sehingga menjadi peternakan bakteri disekitar *tendon porch* merupakan langkah yang konkret dilakukan dengan perbandingan bakteri *Geobacter sulfurreducens* dan *Geobacter metallireducens* 1% (1,5 mL), 2% (3 mL), dan 3% (4,5 mL).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Hyundai Heavy Industry (HHI) yang telah pemberian informasi data untuk karya ilmiah. Terima kasih juga disampaikan kepada Agus Ziyad Kurnia yang telah memberikan bimbingan referensi tentang TLP di West Seno, Selat Makassar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin. 2000. Analisis Perilaku Hidrodinamis TLP dengan Metode Finite Difference. [Tesis]. Teknik Perancangan Lepas Pantai, ITS, Surabaya.
- Bar-Avi P. 1999. Non-linear dynamics respons of a tension leg platforms. *J Offshore Mech Arctic Eng* 121: 219-226.
- Bundy JG, Paton G I , Cambell CD. 2004. Combined Microbial Community Level and Single Species Biosensor Responses to Monitor Recovery of Oil Polluted Soil. *Soil Biol Biochem* 36: 1149-1159.
- Capelli, SM, PJ Busalmen, De Sánchez RS. 2001. Hydrocarbon bioremediation of a mineral-base contaminated waste from crude oil extraction by indigenous bacteria. *Intl Biodeterior Biodegrad* 47: 233-238.
- Cappucino, JG. , Sherman N. 1983. *Microbiology a Laboratory Manual*. 4th ed. Menlo Park: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Carvalho C, Da Fonseca MR. 2005. Degradation of hydrocarbons and alcohols at different suhes and salinities by *Rhodococcus erythropolis* DCL14. *FEMS Microbiol Ecol* 51: 389-399.
- Cerniglia CE. 1992. Biodegradation Of Polycyclic Aromatik Hydrocarbons. *Biodegradation* 3: 351-360.
- Chu SP. 1956. Note on the technique of making bacterial-free cultures of marine diatoms. Plymouth Laboratory, UK.
- Coates DJ, Chakraborty R, McInerney JM. 2002. Anaerobic Benzene Biodegradation-A New Era. *Res Microbiol* 153: 621-628.
- Cylbulski Z, Dziurla E, Kaczorek E, Olszanowski A. 2003. The influence of emulcifiers on hydrocarbon biodegradation by *Pseudomonadacia* and *Bacillacea* strains. *Spill Sci Technol Bull* 8: 503-507
- Faltinsen OM, Demirebilek Z. 1989. A discussion of the mi-terms in the waves current body interaction problem. *Marine Hydrodynamics*. Norwegian
- Gerdes B, Brinkmeyer R, Deckman G, Helmke E. 2005. Influence of cude oil on changes of bacterial communities in Artic Sea-ice. *FEMS Microbiol Ecol* 53: 129-139.
- Ghazali MF, Zaliha NR, Abdul RN, Salleh AB, Basri M. 2004. Biodegradation of hidrocarbons in soil by microbial consortium. *Intl Biodeterior Biodegrad* 54: 61-67.
- Holger W, Gallen E. 1999. Bacterial populations in sea water as determined by different methods of enumeration. Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla, California.
- Johnson JS, Woolhouse JK, Prommer H, Barry AD, Christofi N. 2003. Contribution of anaerobic microbial activity to natural attenuation of benzene in groundwater. *Eng Geol* 70: 343-349.
- Kim SJ, Choi DH, Sim DS, Oh YS. 2005. Evaluation of bioremediation effectiveness on crude oil-contaminated sand. *ChemoSphere*. 59: 845-852.
- Litton RW. 1989. TLPs and other deepwater platforms. (Tension Leg Platforms: a state of he art reviews). American Society of Civil Engineers, New York.
- Nababan B. 2008. Isolasi Dan Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar Dari Laut Belawan. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- OPEC. 2017. Montly Oil Market Report. Organization of the Petroleum Exporting Countries, Austria.
- Oteyza de TG, Grimald JO, Lliros M., Esteve I. 2006. Microsom experiment of oil degradation by microbial mats. *Sci Total Environ* 357 (1-3): 12-24.
- Pikoli MR, Aditiawati P, Astuti DI. 2000. Isolasi Bertahap dan Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Banko. Jurusan Biologi, ITB, Bandung.
- Richard JY, Vogel MT. 1999. Characterization of a soil bacterial cosortium capable of degrading diesel fuel. *Intl Biodeterior Biodegrad* 44: 93-100
- Riser-Roberts E. 1992. *Bioremediation of Petroleum Conaminated Sites*. Bocaaton (FL): CRC Press, Inc.
- Sun Y, Chen Z, Xu S, Cai P. 2005. Stable Carbon and Hydrocarbon Isotopic Fractionation of Individual n-alkanes accompanying Biodegradation: evidence from a group of progressively biodegraded oils. *Organic Geochem* 36: 225-238.
- Wyrski. 1961. The thermohaline circulation in relation to the general circulation in the oceans. *Deep-Sea Res* 8: 39-64.
- Ziyad. 2006. Analisis Tegangan pada Tendon Porch Akibat Gerakan Tension Leg Platform. ITS, Surabaya
- Yulia LR, Marsa B, Juliastuti SR. 2012. Bioremediasi Air Laut Terkontaminasi Minyak Bumi dengan Menggunakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya

Keanekaragaman jenis burung di Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

NABILA GHITHA SAFANAH^{1,*}, CIPTA SEUTIA NUGRAHA^{1,**}, RUHYAT PARTASASMITA^{2,***},
TEGUH HUSODO^{1,****}

¹Program Studi Sarjana Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Jawa Barat. Tel. +62-22-7797712 psw. 104, Fax. +62-22-7794545. *email: nabilagsafanah@gmail.com, **cipta163@gmail.com, ****dozhusodo@gmail.com

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 45363, Jawa Barat. *email: ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id,

Manuskrip diterima: 25 Februari 2017. Revisi disetujui: 22 Mei 2017.

Abstrak. Safanah NG, Nugraha CS, Partasasmita P, Husodo T. 2017. Keanekaragaman jenis burung di Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: xxxx*. Burung memiliki peranan penting di alam, sehingga dapat dijadikan indikator perubahan lingkungan karena ada perbedaan keanekaragaman hayati khususnya spesies yang menempati habitat tersebut. Perbedaan tersebut ada hubungannya dengan vegetasi dari habitat dan intensitas gangguan dari luar terhadap habitat. Di kawasan yang mempunyai dua tipe tersebut tadi adalah Taman Wisata Alam (TWA) dan Cagar Alam (CA) yang berada di Pananjung Pangandaran. Kedua lokasi tersebut letaknya sangat berdekatan, tetapi memiliki struktur vegetasi rendah dan intensitas pemanfaatan oleh manusia yang sangat tinggi di TWA dibandingkan di CA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan keanekaragaman spesies burung, tingkat keanekaragaman, kelimpahan, dan penyebarannya di TWA dan CA Pananjung pangandara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah titik hitung (*point count*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis burung yang dijumpai di Pananjung Pangandaran sebanyak 37 jenis yang terdiri dari 19 jenis burung berada di TWA dan 24 jenis di CA. Nilai indeks keanekaragaman jenis di TWA ($H' = 2,61$) dan CA ($H' = 2,72$). Jenis burung yang memiliki dominansi dan persebaran tertinggi adalah cipoh kacat (*Aegithina tiphia*) di TWA dan kangkareng perut-putih (*Anthracoceros albirostris*) di CA. Nilai indeks pemerataan di TWA (0,89) dan CA (0,85) menunjukkan persebaran yang merata. Jenis burung yang memiliki status konservasi adalah satu jenis berstatus rentan, satu jenis hampir punah, 10 jenis dilindungi undang-undang RI, dan lima jenis termasuk dalam status Appendix II menurut CITES.

Kata kunci: Burung, cagar alam, keanekaragaman, titik hitung, Taman Wisata Alam

Abstract. Safanah NG, Nugraha CS, Partasasmita P, Husodo T. 2017. *Comparison of Bird Species Diversity in the Natural Park and Nature Reserve Pananjung Pangandaran, West Java. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3: xxxx*. Birds have an important role in nature, so it can be used as indicators of environmental change because there are differences in biodiversity, especially species that occupy these habitats. The difference has to do with the vegetation of the habitat and the intensity of the interference from the outside of the habitat. In areas with two types aforementioned is the Nature Park (TWA) and Nature Reserves (CA) in Pananjung Pangandaran. Both locations are located very close together, but have low vegetation structure and intensity of use by humans is very high in the TWA than in CA. This study aims to determine differences in bird species diversity, the level of diversity, abundance and distribution in the TWA and CA Pananjung Pangandaran. The method used in this study is the point count. The results showed that the bird species found in Pangandaran Pananjung many as 37 species consist of 19 species of birds are in the TWA and 24 types in CA. The index value diversity in TWA ($H' = 2.61$) and CA ($H' = 2.72$). Bird species that have the highest dominance and distribution of Common Iora (*Aegithina tiphia*) at TWA and Oriental pied hornbill (*Anthracoceros albirostris*) in CA. The evenness index values TWA (0.89) and CA (0.85) shows a uniform distribution. Bird species conservation status is the status of vulnerable species, an endangered species, 10 kinds of reserved RI, and five species included in Appendix II status according to CITES.

Keyword: Biodiversity, bird, nature reserve, point count, the Natural Park

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi, diantaranya dalam kategori burung tercatat 1598 jenis burung yang ditemukan di wilayah Indonesia Sujatnika et al. (1995). Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara nomor 4 terkaya di dunia dengan jumlah jenis burung setelah Columbia, Brazil

dan Peru. Sebanyak 372 jenis merupakan jenis burung endemik dan 149 jenis adalah burung migran. Ironisnya, di Indonesia juga tercatat 118 jenis burung terancam punah menurut IUCN *Red list* (Sukmantoro et al. 2007).

Status keanekaragaman jenis burung khususnya di Indonesia sering dihubungkan dengan baik dan kurang baiknya lingkungan ditempat kajian burung tersebut, sehingga dijadikan indikator keseimbangan ekosistem dari

wilayah tersebut (Endah dan Partasasmita 2015). Menurut Sujatnika et al. (1995), burung dikatakan sebagai indikator keanekaragaman hayati, perubahan kualitas lingkungan, dan indikator dalam penentuan kawasan konservasi. Hal ini karena kehadiran burung sangat berkaitan erat dengan ketersediaan sumberdaya bagi kehidupan hariannya (Partasasmita, 1998). Sebagai contoh pada sawah yang sedang tumbuhan padi mulai mengisi bulir buahnya, kehadiran kehadiran kelompok burung pemakan biji berlimpah. Jika dihubungkan dengan fase suksesi hutan, kehadiran burung semak lebih banyak pada awal perkembangan sukses (Partasasmita 2009), demikian pula pada hutan sekunder dan hutan sekunder tua keanekaragaman lebih banyak burung pengguna pohon (Partasasmita et al 2017).

Keanekaragaman burung saat ini lebih banyak di kawasan yang hutan atau kawasan konservasi. Beberapa kawasan hutan yang banyak dijumpai berbagai jenis burung lebih banyak di hutan dataran tinggi seperti hutan gunung Tangkuban parah (Partasasmita 2009), hutan Gunung tilu (Partasasmita et al 2017), hutan Gunung Ciremai (Dewi et al 2007), Hutan Wanawisata Gunung Galunggung (Widodo 2014) dan hutan pegunungan Talaga Bodas Garut (Widodo 2015). Namun keanekaragaman burung di daerah kawasan konservasi pantai sangat jarang informasi ditemukan. Padahal kawasan hutan di pantai selain menampung keanekaragaman jenis burung, juga kegiatan aktivitas manusia yang sangat tinggi. Sebagai contoh kawasan konservasi TWA dan CA Pananjung Pangandaran dengan pengunjung \pm 500.000 orang per tahun (Whitten et al. 1999). Kawasan konservasi Pangandaran, Jawa Barat merupakan habitat yang unik yaitu berupa batuan kapur yang telah banyak ditumbuhi tumbuhan sehingga membentuk hutan. Kawasan hutan Pananjung Pangandaran terdiri dari Taman wisata (37,7 ha) dan Cagar Alam (491,3 ha) (Whitten et al. 1999). Kedua blok (TWA dan CA Pananjung Pangandaran) tersebut berdasarkan struktur komunitas dan tipologi komunitas tumbuhan menunjukkan perbedaan (Husodo et al. 2015). TWA lebih didominasi hutan pantai sedangkan CA didominasi hutan dataran rendah, dengan kesamaan jenis tumbuhan antara TWA (seluruh lokasi sampling dengan blok Cirengganis) menghasilkan nilai dengan rentang terkecil dibandingkan perbandingan nilai kesamaan jenis tumbuhan lokasi lainnya di berbagai lokasi CA, yaitu berkisar antara 0-17,22% (Husodo et al. 2015).

Perbedaan kondisi vegetasi dan aktivitas akibat pengunjung diduga akan mempengaruhi keadaan keanekaragaman burung yang menghuninya. Hal ini karena komposisi dan struktur vegetasi di habitat, baik secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap komunitas burung yang mendiaminya (Partasasmita 2009). Penutupan vegetasi merupakan salah satu syarat suatu tempat dijadikan habitat yang baik dan menyebabkan keanekaragaman dan melimpahnya keberadaan burung (Pudyatmoko 2006). Kondisi tersebut mengakibatkan habitat yang memiliki vegetasi yang menyediakan berbagai sumberdaya serta terlindung dari gangguan dapat mendukung banyak spesies burung ditempatkan tersebut

sebagai habitatnya. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian di kawasan TWA dan Cagar Alam Pangandaran dengan tujuan untuk mengetahui keanekaan jenis burung di TWA dan CA di sepanjang jalur hutan Cikamal dan Nanggorak. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi dalam memonitor keberadaan keanekaragaman jenis burung di TWA dan CA Pananjung Pangandaran untuk menentukan kebijakan mengenai konservasi burung yang berada di kawasannya.

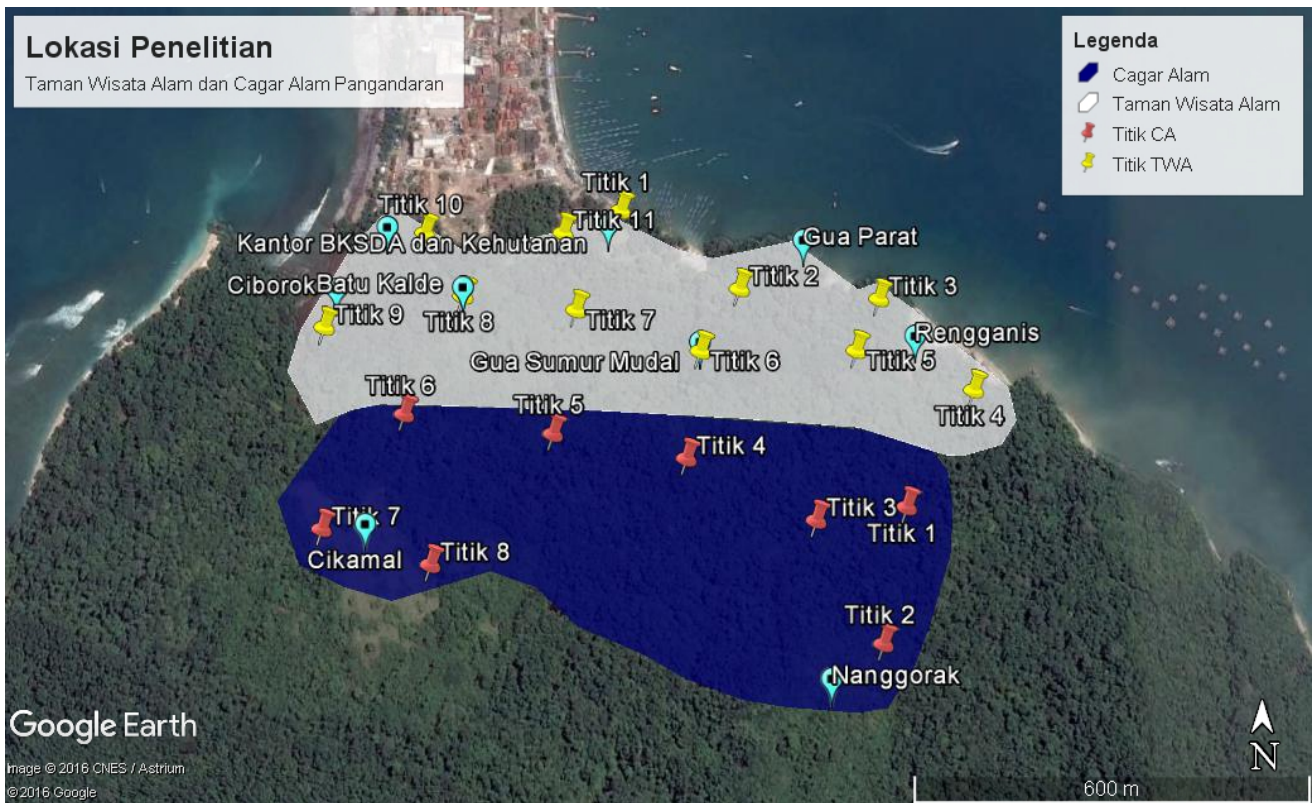
BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di dua lokasi yaitu Taman Wisata Alam (TWA: warna abu-abu) dan Cagar Alam (CA: warna biru) Pananjung Pangandaran. Titik hitung pengamatan di TWA ditempatkan pada sekitar jalur jalan patroli petugas BKSDA yang terbagi tiga jalur. Jumlah titik hitung (*point count*) pada tiap jalur disesuaikan dengan panjang dan kecukupan penempatan titik hitung. Jalur pengamatan ke satu terdiri dari empat titik hitung (no 2, 3, 4 dan 5), jalur kedua memiliki tiga titik hitung (no 1, 10 dan 11), dan jalur ketiga memiliki empat titik hitung (no 6, 7, 8 dan 9). Titik hitung pengamatan di CA dilakukan di sepanjang jalur jalan setapak antara hutan Cikamal menuju Nanggorak yang terbagi menjadi delapan titik hitung (Gambar 1).

Prosedur

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode *point count* (Bibby et al. 2000; Partasasmita 2009). Pengamatan dilakukan pada jam 06.15-11.00 WIB dan 15.00-17.00 WIB pada bulan Mei 2016. Jumlah titik hitung disesuaikan dengan hasil analisis kecukupan jumlah sampel titik hitung dengan mempertimbangkan aksesibilitas dan kondisi lapangan. Oleh karena itu, jumlah titik hitung ditentukan sebanyak sebelas di TWA dan delapan titik hitung di CA. Jarak antara titik titik hitung adalah 150 meter dengan radius pengamatan 30 meter, dengan lama pengamatan di titik hitung selama 15 menit. Data yang dicatat meliputi jenis dan jumlah individu burung. Satu menit pertama di titik hitung tidak dilakukan pencatatan jenis burung, karena dimaksudkan untuk habituasi agar burung dapat beradaptasi pada kehadiran pengamat di lokasi tersebut. Jenis dan jumlah individu burung yang dicatat adalah burung yang ada di dalam radius pengamatan, sedangkan burung yang berada di luar radius pengamatan atau ditemukan pada waktu perjalanan dari satu titik hitung ke titik hitung berikutnya tetap dicatat dan dimasukkan ke dalam data inventarisasi saja. Selain itu, wawancara pada polisi hutan (jagawana BKSDA) dilakukan terutama terhadap keberadaan burung yang kriptif, sensitif dan aktif malam. Identifikasi jenis burung dilakukan dengan berdasarkan karakteristik taksonomi dan karakteristik diagnosis morfologi serta perilaku burung, yang mengacu pada buku panduan lapangan burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan (MacKinnon et al. 2010).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian keanekaragaman jenis burung di Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

Analisis data

Nama jenis burung

Jenis-jenis burung yang ditemukan di lokasi penelitian, kemudian dibuat tabel daftar nama jenis burung dan dikelompokkan berdasarkan famili, nama ilmiah, nama lokal yang mengacu pada MacKinnon et al. (2010), sedangkan status konservasi jenis burung mengacu pada, SK Mentan No. 247/Kpts/Um/4/1979, dan PP No. 7 tahun 1999.

Indeks keanekaragaman jenis

Indeks keanekaragaman (H') adalah hubungan antara kekayaan jenis dan kelimpahan jenis di dalam suatu lokasi. Indeks keanekaragaman jenis dapat dihitung menggunakan rumus Shannon-Wiener (Mangguran 2004):

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dimana:

- H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
- n_i : jumlah individu setiap jenis i
- N : jumlah individu seluruh jenis

Indeks kemerataan

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui kerataan jumlah individu yang menyusun suatu komunitas. Indeks kemerataan dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan Pielou (Ludwig dan Reynold 1988):

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

Dimana:

- E : indeks kemerataan
- S : jumlah jenis
- H' : indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

Kelimpahan Burung

Kelimpahan atau abundansi adalah jumlah individu dari suatu spesies pada suatu tempat tertentu terhadap jumlah seluruh individu dari seluruh spesies (Hayek, 1994). Kelimpahan jenis burung dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Ab = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Dimana:

- Ab : kelimpahan jenis burung
- n_i : jumlah individu jenis i
- N : jumlah total individu seluruh jenis

Persebaran burung

Frekuensi adalah parameter yang digunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang berisi suatu jenis tertentu dengan jumlah total sampel (Soegianto, 1994). Semakin tinggi nilai frekuensi relatif diasumsikan

semakin luas penyebaran suatu jenis di suatu lokasi. Frekuensi relatif dapat dihitung menggunakan rumus:

$$F_r = F_m \times 100 \%$$

Dimana:

F_m : jumlah titik ditemukan jenis i dibagi jumlah total titik pengamatan

F_r : frekuensi relatif

F_m : frekuensi mutlak

Status konservasi burung

Jenis burung yang teridentifikasi kemudian dikelompokkan berdasarkan suku, nama jenis, dan status konservasi perlindungan menurut Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi jenis

Berdasarkan hasil pengamatan ditemukan sebanyak 37 jenis burung dari 27 famili, dengan 17 jenis ditemukan di kedua lokasi pengamatan (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1, jenis yang ditemukan paling banyak berasal dari famili Pycnonotidae dengan lima jenis yang teramati, yaitu cucak kuning (*Pycnonotus flaviventris*), cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), merbah belukar (*Pycnonotus plumosus*), merbah cerukcuk (*Pycnonotus goiavier*), dan merbah corok-corok (*Pycnonotus simplex*). Famili Pycnonotidae banyak ditemukan karena burung dari famili ini memiliki kebiasaan tinggal pada hutan sekunder, maupun daerah pinggiran hutan (MacKinnon et al. 2010). Hal ini sesuai dengan keadaan lokasi penelitian yang merupakan padang rumput dan hutan sekunder.

Tabel 1. Komposisi Jenis Burung di Taman Wisata Alam (TWA) dan Cagar Alam (CA) Pananjung Pangandaran, Jawa Barat

| Nama jenis | Nama ilmiah | Famili | TWA | CA |
|------------------------|------------------------------------|---------------|-----|----|
| Elang-laut perut putih | <i>Haliaeetus leucogaster</i> | Accipitridae | x | x |
| Cipoh kacat | <i>Aegithina tiphia</i> | Aegithinidae | x | x |
| Cekakak jawa | <i>Halcyon cyanoventris</i> | Alcedinidae | x | x |
| Cekakak sungai | <i>Todirhamphus chloris</i> | Alcedinidae | x | x |
| Raja udang meninting | <i>Alcedo meninting</i> | Alcedinidae | | x |
| Walet sapi | <i>Collocalia esculenta</i> | Apodidae | x | |
| Kuntul karang | <i>Egretta sacra</i> | Ardeidae | x | x |
| Kekep babi | <i>Artamus leucorhynchus</i> | Artamidae | x | |
| Kangkareng perut-putih | <i>Anthracoceros albirostris</i> | Bucerotidae | x | x |
| Jingjing batu | <i>Hemipus hirundinaceus</i> | Campephagidae | | x |
| Takur tenggeret | <i>Megalaima australis</i> | Capitonidae | x | x |
| Takur tulung-tumpuk | <i>Megalaima javensis</i> | Capitonidae | x | x |
| Perenjak coklat | <i>Prinia polychroa</i> | Cisticolidae | | x |
| Perenjak jawa | <i>Prinia familiaris</i> | Cisticolidae | x | |
| Walik kembang | <i>Ptilinopus melanospilus</i> | Columbidae | | x |
| Gagak hutan | <i>Corvus enca</i> | Corvidae | x | x |
| Kadalan birah | <i>Phaenicophaeus curvirostris</i> | Cuculidae | x | x |
| Cabai jawa | <i>Dicaeum trochileum</i> | Dicaeidae | x | x |
| Bondol peking | <i>Lonchura punctulata</i> | Estrildidae | x | x |
| Burung gereja erasia | <i>Passer montanus</i> | Estrildidae | x | x |
| Elang alap sapi | <i>Falco moluccensis</i> | Falconidae | | x |
| Bentet loreng | <i>Lanius tigrinus</i> | Laniidae | | x |
| Kucica hutan | <i>Copsychus malabaricus</i> | Muscicapidae | | x |
| Sikatan bubuk | <i>Muscicapa latirostris</i> | Muscicapidae | x | |
| Burung madu kelapa | <i>Anthreptes malacensis</i> | Nectariniidae | | x |
| Ayam hutan hijau | <i>Gallus varius</i> | Phasianidae | | x |
| Merak hijau | <i>Pavo muticus</i> | Phasianidae | x | x |
| Caladi tilik | <i>Dendrocopos moluccensis</i> | Picidae | x | |
| Cucak kuning | <i>Pycnonotus flaviventris</i> | Pycnonotidae | | x |
| Cucak kutilang | <i>Pycnonotus aurigaster</i> | Pycnonotidae | x | x |
| Merbah belukar | <i>Pycnonotus plumosus</i> | Pycnonotidae | | x |
| Merbah cerukcuk | <i>Pycnonotus goiavier</i> | Pycnonotidae | x | x |
| Merbah corok-corok | <i>Pycnonotus simplex</i> | Pycnonotidae | x | |
| Munguk beledu | <i>Sitta frontalis</i> | Sittidae | | x |
| Munguk loreng | <i>Sitta azurea</i> | Sittidae | | x |
| Beluk ketupa | <i>Ketupa ketupu</i> | Strigidae | x | x |
| Cinene jawa | <i>Orthotomus sepium</i> | Sylviidae | x | x |

Selanjutnya, jenis yang sering ditemukan pada saat pengamatan berasal dari famili Alcedinidae dengan tiga jenis yang teramati antara lain cekakak jawa (*Halcyon cyanoventris*), cekakak sungai (*Todiramphus chloris*), raja udang meninting (*Alcedo meninting*). Menurut Finlayson (2011), burung cekakak adalah burung yang tinggal di hutan yang juga tinggal di dekat aliran air dan badan-badan sungai. Itulah sebabnya kedua jenis ditemukan di kedua lokasi pengamatan karena jalur berdekatan dengan aliran air dan lahan terbuka.

Keanekaragaman jenis burung berbeda dari suatu tempat ke tempat lainnya tergantung pada kondisi lingkungan dan faktor yang berpengaruh. Pada Gambar 1 dapat dilihat perbandingan jumlah jenis dan jumlah individu pada TWA dan CA. Pada TWA jumlah jenis yang ditemukan lebih sedikit dari jenis yang ditemukan di CA tetapi dengan jumlah individu yang lebih banyak dibandingkan dengan di CA. Jumlah jenis di CA ditemukan lebih banyak bisa disebabkan karena kondisi vegetasi yang lebih terjaga dan minimnya gangguan akan pengunjung menyebabkan jenis burung yang ditemui di CA lebih tinggi, sedangkan keadaan lokasi TWA lebih terbuka dan banyak semai, juga sering didatangi pengunjung karena pengamatan dilakukan sesuai jalur wisata sehingga banyak burung terganggu dan burung yang ditemukan adalah burung yang biasa ditemui hidup berdampingan dengan manusia seperti bondol peking (*Lonchura punctulata*), burung gereja erasia (*Passer montanus*), cipoh kacat (*Aegithina tiphia*), merbah cerucuk (*Pycnonotus goiavier*), dan perenjak jawa (*Prinia familiaris*) dengan jumlah yang banyak.

Keanekaragaman dan pemerataan jenis

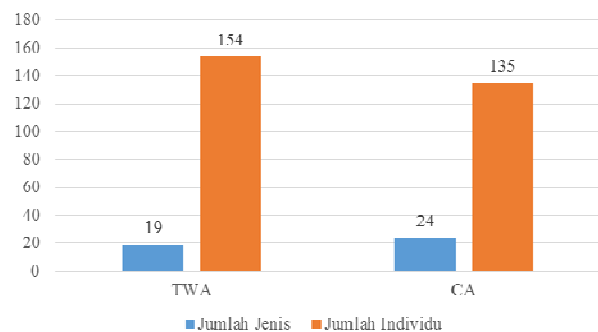
Indeks keanekaragaman burung dapat menentukan keragaman jenis pada suatu kawasan. Dari hasil pengamatan diketahui keanekaragaman pada TWA sebesar 2.61 dan pada CA sebesar 2.72 yang termasuk dalam keanekaragaman sedang yang berarti lokasi penelitian tersebut menyediakan daya dukung lingkungan yang mencukupi untuk burung-burung tersebut hidup dan sebagai tolak ukur stabilitas suatu komunitas. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman jenis burung ini dari satu tempat ke tempat lain, tergantung kondisi lingkungan dan faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi tersebut adalah keragaman konfigurasi dan ketinggian pohon, sehingga hutan yang memiliki ukuran pohon dan bentuk yang berbeda-beda dari satu jenis pohon akan memiliki keanekaragaman jenis burung lebih tinggi daripada tegakan pohon dari jenis yang berbeda namun memiliki struktur bentuk yang seragam (Mac Arthur dan MacArthur, 1961; Welty, 1982).

Selanjutnya didapatkan indeks pemerataan di kedua lokasi mendekati 1 yaitu 0.89 dan 0.85 yang menunjukkan bahwa persebaran burung pada suatu lokasi cukup merata (Moy et al. 2013). Tingginya nilai pemerataan jenis burung pada lokasi penelitian berarti lingkungannya masih menyediakan ketersediaan pakan serta tempat tinggal bagi burung tersebut. Menurut Hafif (2013) dan Endah (2014), nilai pemerataan ini dapat menunjukkan kompetisi intra-spesies yang tidak tinggi, dimana ketersediaan pakan yang dibutuhkan oleh suatu jenis burung dapat diperoleh tidak pada hanya satu lokasi, tetapi pada sebagian besar wilayah.

Kelimpahan jenis

Kelimpahan digunakan untuk mengetahui kepadatan individu dalam suatu ekosistem. Hasil analisis data kelimpahan disajikan dalam Tabel 3.

Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa jenis memiliki kelimpahan yang bervariasi. Berdasarkan kriteria dominansi Helvoort (1973) dalam Nugroho (2008), bahwa suatu jenis dikategorikan dominan jika kelimpahan relatifnya lebih besar dari 5%, burung dikategorikan subdominan jika kelimpahan relatifnya 2%-5%, serta dikategorikan sebagai tidak dominan jika kelimpahan relatifnya 0-2%.



Gambar 1. Perbandingan keanekaragaman jenis burung pada titik hitung di TWA dan CA Pangandaran, Jawa Barat

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman dan Pemerataan di TWA dan CA Pangandaran, Jawa Barat

| Lokasi | Indeks Keanekaragaman (H') | Indeks Pemerataan (E) |
|-------------------|----------------------------|-----------------------|
| Taman Wisata Alam | 2.61 | 0.89 |
| Cagar Alam | 2.72 | 0.85 |

Tabel 3. Kelimpahan Jenis Burung di TWA dan CA Pangandaran, Jawa Barat

| TWA | | | CA | | |
|------------------------|--------|--------|------------------------|--------|--------|
| Nama Lokal | Jumlah | Ab (%) | Nama Lokal | Jumlah | Ab (%) |
| Kangkareng perut-putih | 22 | 16.29 | Cipoh kacat | 27 | 17.53 |
| Takur tulang-tumpuk | 15 | 11.11 | Burung gereja erasia | 17 | 11.04 |
| Cucak kutilang | 13 | 9.62 | Kangkareng perut-putih | 16 | 10.39 |
| Merbah belukar | 13 | 9.62 | Perenjak jawa | 16 | 10.39 |
| Bondol peking | 10 | 7.4 | Merbah corok-corok | 14 | 9.09 |

Tabel 4. Persebaran jenis Burung di TWA dan CA Pangandaran, Jawa Barat

| TWA | | CA | |
|--------------------|--------|------------------------|--------|
| Nama Lokal | FR (%) | Nama Lokal | FR (%) |
| Cipoh kacat | 100.00 | Kangkareng perut-putih | 100.00 |
| Perenjak jawa | 90.91 | Takur tulong-tumpuk | 100.00 |
| Merbah corok-corok | 81.82 | Cabai jawa | 75.00 |
| Bondol peking | 63.64 | Jingjing batu | 75.00 |
| Merbah cerukcuk | 63.64 | Perenjak coklat | 75.00 |

Berdasarkan hasil analisis data, dapat diketahui bahwa jenis burung yang memiliki kelimpahan tertinggi di kawasan TWA adalah cipoh kacat (*Aegithina tiphia*) dengan nilai kelimpahan sebesar 17.53% yang berarti termasuk ke dalam kategori dominan. Menurut Jajomi (2014), burung cipoh kacat tidak hanya dapat ditemukan di tajuk-tajuk hutan namun tak jarang burung ini memperlihatkan dirinya di daerah perkotaan dan di Ruang Terbuka Hijau, didukung oleh pernyataan Sundari (2012), kerapatan semai berpengaruh pada jumlah individu burung cipoh kacat karena merupakan komponen penting untuk burung, bukan hanya sebagai sumber pakan namun juga material sarang, dan tempat berjemur. Burung cipoh kacat mencari pakan serangga dengan cara terbang rendah di sekitar semai, kemudian menyambar ulat, semut, kumbang, laba-laba, dan serangga.

Sedangkan pada CA jenis burung yang memiliki kelimpahan tertinggi adalah kangkareng perut-putih (*Anthracosceros albirostris*) dengan nilai kelimpahan sebesar 16.29% dan tergolong ke dalam kategori dominan. Burung ini cukup mencolok di hutan primer dan hutan sekunder di dataran rendah, serta lebih menyukai habitat yang lebih terbuka seperti pinggir hutan, hutan bekas tebangan, dan hutan sekunder. Biasanya ditemukan secara berpasangan atau berkelompok (MacKinnon, 2010). Tingginya nilai kelimpahan relatif kangkareng perut-putih karena terdapatnya beberapa pohon buah dan pohon tidur yang digunakan oleh jenis burung tersebut, contohnya *Ficus* sp. Burung ini juga mempunyai tubuh yang besar dan suara yang khas sehingga mudah dikenali (Rusmendro, 2009). Terjadinya perbedaan burung yang memiliki dominansi tertinggi pada kedua lokasi disebabkan karena kondisi vegetasi dan tingkat gangguan manusia yang berbeda. Pada TWA gangguan yang terjadi cukup tinggi, karena adanya pengunjung maupun nelayan yang bebas berlalu-lalang, sedangkan pada CA gangguan relatif rendah karena tingkat aktivitas manusia pada lokasi tersebut sangat minim.

Persebaran Jenis

Persebaran jenis burung mempengaruhi pemerataan jenis burung pada suatu ekosistem. Hasil analisis persebaran jenis burung dapat dilihat pada Tabel 4.

Jenis burung dengan frekuensi relatif tertinggi pada TWA adalah burung cipoh kacat (*Aegithina tiphia*) dengan nilai frekuensi sebesar 100% yang menyatakan bahwa jenis burung ini merata penyebarannya pada lokasi pengamatan dilihat dari intensitas kehadirannya pada titik hitung yang telah ditentukan mengikuti jalur wisata TWA. Jenis burung

lain yang memiliki frekuensi relatif tertinggi adalah perenjak jawa (*Prinia familiaris*) yang mudah ditemukan di lokasi pengamatan yang terdiri dari ruang terbuka dan hutan sekunder, didukung oleh pernyataan Pramudawardani (2015), burung Perenjak jawa biasa ditemukan di tempat terbuka atau daerah bersemak di taman, pekarangan, tepi sawah, hutan sekunder, hingga ke hutan bakau.

Pada CA jenis burung dengan nilai frekuensi relatif tertinggi adalah kangkareng perut-putih (*Anthracosceros albirostris*), dan takur tulong-tumpuk (*Megalaima javensis*) nilai frekuensi sebesar 100 %. Burung kangkareng perut-putih tersebar pada lokasi pengamatan karena menurut MacKinnon et al. (2010), jenis burung ini mencolok keberadaannya baik pada hutan primer maupun hutan sekunder. Takur tulong-tumpuk mudah ditemukan karena burung ini sering berada pada puncak pohon dan mengeluarkan suara yang cukup keras. Jenis burung yang memiliki nilai Frekuensi relatif tinggi menunjukkan bahwa burung tersebut memiliki kesesuaian dengan habitat yang ada, baik untuk tinggal maupun mencari makan.

Status konservasi jenis

Status konservasi merupakan indikator yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keterancaman spesies dari kepunahan. Status konservasi ini ditetapkan dengan tujuan untuk memberikan perlindungan dan pelestarian terhadap spesies. Berikut adalah status konservasi dari burung yang ditemukan saat pengamatan menurut IUCN 2015 Red List of Threatened Species, CITES Appendices dan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1999.

Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan informasi bahwa terdapat satu jenis yang termasuk dalam status *Near Threatened* (mendekati terancam punah) yaitu burung takur tulong-tumpuk (*Megalaima javensis*) dan satu jenis termasuk dalam status *Vulnerable* (rentan) yaitu merak hijau (*Pavo muticus*). Penyebab merosotnya populasi burung merak hijau terutama disebabkan penangkapan oleh masyarakat karena potensi yang dimiliki oleh satwa langka tersebut seperti keindahan bulu, suara yang merdu, keunikan bentuk dan tingkah laku, oleh karena itu jenis burung ini tergolong langka dan bernilai ekonomis tinggi (Takandjandji dan Sawitri, 2011).

Berdasarkan daftar CITES terdapat lima jenis burung yang termasuk ke dalam kategori Appendiks II, yaitu: beluk ketupa (*Ketupa ketupu*), elang alap sapi (*Falco moluccensis*), elang-laut perut putih (*Haliaeetus leucogaster*), kangkareng perut-putih (*Anthracosceros albirostris*), dan merak hijau (*Pavo muticus*). Kategori

Appendiks II dapat diartikan bahwa spesies tersebut tidak terancam kepunahan, tetapi akan terancam punah bila perdagangan terus berlanjut tanpa adanya pengaturan. Walaupun tidak semua termasuk ke dalam kategori terancam punah, karena jika perdagangan diteruskan akan mengurangi jumlah populasi jenis burung tersebut di alam liar.

Selanjutnya, menurut Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999, ada 10 jenis burung yang dilindungi, antara lain burung madu kelapa (*Anthreptes malacensis*), cekakak jawa (*Halcyon cyanoventris*), cekakak sungai (*Todirhamphus chloris*), elang alap sapi (*Falco moluccensis*), elang-laut perut putih (*Haliaeetus leucogaster*), kangkareng perut-putih (*Anthracoseros albirostris*), kuntul karang (*Egretta sacra*), merak hijau (*Pavo muticus*), raja udang meninting (*Alcedo meninting*), dan takur tulang-tumpuk (*Megalaima javensis*). Jenis burung digolongkan ke dalam kategori dilindungi berdasarkan beberapa alasan, yaitu: mempunyai populasi yang kecil, adanya penurunan yang tajam pada jumlah individunya di alam, maupun memiliki daerah penyebaran yang terbatas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran, Program Studi Biologi, dan BKSDA Jawa Barat Resort Pangandaran atas segala bantuannya sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar. Terima kasih dan apresiasi juga disampaikan kepada para donator yang telah membantu kelancaran penelitian secara finansial.

DAFTAR PUSTAKA

- Bibby C, Martin J, Stuart M. 2000. Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan Survei Burung. BirdLife International-Indonesia Programme, Bogor.
- Dewi RS, Mulyani Y, Santosa Y. 2007. Keanekaragaman jenis burung di beberapa tipe habitat Taman Nasional Gunung Ciremai. Media Konservasi 12 (3):-
- Endah GP, Partasasmita R. 2015. Keanekaan jenis burung di Taman Kota Bandung, Jawa Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1:1289-1294.
- Endah GP. 2014. Keanekaan Jenis Burung pada Ekosistem Ekotone Padang Penggembalaan Sadengan, Taman Nasional Alas Purwo. [Laporan Penelitian]. Jurusan Biologi Universitas Padjadjaran, Sumedang.
- Finlayson C. 2011. Avian Survivors the History and Biogeography of Palearctic Birds. T & AD Poyser, London.
- Hafif AR. 2013. Struktur Komunitas Burung di Kawasan Karst Citatah, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. [Skripsi]. Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Sumedang.
- Hayek LAC. 1994. Analysis of Amphibian Biodiversity Data. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Pr., Washington DC.
- Husodo T, Santoso P, Partasasmita R, Hendrawan R. 2015. Struktur komunitas dan tipologi komunitas tumbuhan di Taman Wisata Alam dan Cagar Alam Pananjung Pangandaran, Kabupaten Pangandaran, Jawa Barat. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 647-654.
- Jajomi YP. 2014. Suara Pemikat Hati, Cipoh kacat. <http://www.biodiversitywarriors.org/suara-pemikat-hati-cipoh-kacat.html>
- Krebs CJ. 1978. Ecological Methodology. Harper and Row Publisher, New York.
- Ludwig JA, Reynolds FR. 1988. Statistical Ecology: A Primer of Methods and Computing. John Wiley and Sons, New York.
- MacKinnon J, Karen P, Balen B. 2010. Seri Panduan Lapangan Burung-Burung Di Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan. Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.
- Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Malden, USA.
- Morin PJ. 1999. Community Ecology. Blackwell Science Inc., Massachusetts.
- Moy M S, Novriyanti, Rudi H, Siva D. A. 2013. Analisis Berbagai Indeks Keanekaragaman (Diversitas) Tumbuhan di Beberapa Ukuran Petak Contoh Pengamatan. [Tesis]. Pascasarjana Konservasi Biodiversitas Tropika Fakultas Kehutanan Insitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nugroho AS. 2008. Keanekaragaman Burung di Pulau Geleang dan Pulau Burung Taman Nasional Karimunjawa. [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Partasasmita R, Atsuary ZIA, Husodo T. 2017. The use of forest canopy by various bird species in tropical forest montana zone, the Nature Reserve of Mount Tilu, West Java, Indonesia. Biodiversitas 18: 453-457.
- Partasasmita R, Mardiatuti A, Solihin DD, Widjakusuma R, Prijono SN, da Ueda K. 2009. Komunitas Burung Pemakan Buah di Habitat Sukses. Jurnal Biosfera 26 (2): 90-99.
- Partasasmita R. 1998. Ekologi makan *P. alexandri* (L.) di kawasan kampus IPB Darmaga. [Tesis]. Institute Teknologi Bandung, Bandung.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 7 tahun 1999, Jenis-jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi.
- Pramudawardani D. 2015. Burung Perenjak jawa atau Ciblek. <http://www.biodiversitywarriors.org/Burung-perenjak-jawa-atau-ciblek>
- Pudyatmoko, S. 2006. Keanekaragaman Burung di Area Perkotaan. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rusmendro H. 2009. Perbandingan keanekaragaman burung pada pagi dan sore hari di empat tipe habitat di wilayah Pangandaran, Jawa Barat. Vis Vitalis Vol 2(1): 8-16.
- Soegianto A. 1994. Ekologi Kuantitatif Analisis Populasi dan Komunitas. Usaha Nasional, Surabaya
- Sujatnika, Paul J, Tonny RS, Mike JC, Mardiatuti A. 1995. Conserving Indonesian Biodiversity: The Endemic Bird Area Approach. BirdLife International Indonesia Programme, Jakarta
- Sukmantoro W, Mohammad I, Wilson N, Ferry H, Neville K, Muchamad M. 2007. Daftar Burung Indonesia No. 2. Indonesian Ornithologist' Union, Bogor.
- Sundari. 2012. Pengaruh Kerapatan Semai dan Kerapatan Pohon terhadap Jumlah Individu Burung Cipoh kacat (*Aegithina tiphia*) di Wanagama I. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjahmada, Yogyakarta.
- Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 247/Kpts/Um/4/1979, penetapan tambahan jenis-jenis binatang yang dilindungi disamping jenis-jenis binatang liar yang telah dilindungi berdasarkan *Dierenbeschermings ordonnansi* 1931 JIS *Dierenbeschermings Verordening* 1931, SK. Mentan NO.421/KPTS/UM/8/1970, NO.327/KPTS/UM/7/1972, NO.66/KPTS/UM/2/1973, NO.35/KPTS/UM/1/1975, NO.90/KPTS/UM/2/1977, NO.537/KPTS/UM/12/1977, NO.327/KPTS/UM/5/1978, dan NO.742/KPTS/UM/12/1978
- Takandjandji M. Sawitri R. 2011. Populasi burung merak hijau (*Pavo muticus* Linnaeus, 1766) di ekosistem savana, Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. 8(1):13-24
- Welty JC. 1982. The Life of Bird. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Whitten T, Soeriaatmadja RE, Afiff SA. 1999. Ekologi Jawa dan Bali Seri Ekologi Indonesia Jilid II. Prenballindo, Jakarta.
- Widodo W. 2014. Populasi dan pola sebaran burung di Hutan Wanawisata Galunggung, Tasikmalaya, Jawa Barat. Biosaintifika 6 (1): 29-37
- Widodo W. 2015. Kajian kualitatif kemelimpahan spesies burung di hutan Pegunungan Telaga Bodas, Garut, Jawa Barat. Biosaintifika 6 (1): 37-47.

Evaluasi antagonis *Pseudomonas fluorescens* dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat

Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* antagonist to control fusarium wilt disease on tomato

CHRISNAWATI^{1,*}, SUDJIJO², LENI MARLEN¹, NASRUN³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mahaputra Muhammad Yamin. Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Kota Solok 27321, Sumatera Barat. Tel. +62-755-20565, *email: chrisnawatimp@gmail.com.

²Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. Jl. Raya Solok Arian Km 8 Solok 27351, Sumatera Barat.

³Kebun Percobaan Laing, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aromatik. PO BOX 1 Solok, Sumatera Barat.

Manuskrip diterima: 13 April 2016. Revisi disetujui: 23 Mei 2017.

Abstrak. Chrisnawati, Sudjijo, Marlen L, Nasrun. 2017. Evaluasi antagonis *Pseudomonas fluorescens* dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tomat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 273-277. Penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) merupakan salah satu kendala dalam produksi tomat. Pengendalian hayati menggunakan *Pseudomonas fluorescens* diharapkan mampu mengendalikan penyakit layu fusarium. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan *P. fluorescens* yang efektif dan efisien mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tomat. Bibit tomat dicelupkan ke dalam 100 ml larutan suspensi *P. fluorescens* selama 1 jam, kemudian diinokulasi dengan inokulum isolat *F. oxysporum* pada bagian akar bibit tomat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan agens hayati *P. fluorescens* PfT8 (tomato), PfN19 (nilam), dan PfK55 (karet) masing-masing dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan *P. fluorescens* PfT8, PfN19, dan PfK55 mempunyai efektivitas yang sama dalam mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tomat dengan masa inkubasi gejala penyakit 6,75-7,30 HSI, intensitas penyakit 14,30-16,88%, tinggi tanaman 27,75-44,00 cm, jumlah daun 9,25-9,75 daun, jumlah cabang 3,25-4,00 batang, berat basah tanaman 48,80-52,68 g, dan berat kering tanaman 6,76-7,08 g.

Kata kunci: Agens hayati, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, layu fusarium, *Pseudomonas fluorescens*, tomat

Abstract. Chrisnawati, Sudjijo, Marlen L, Nasrun. 2017. Evaluation of *Pseudomonas fluorescens* antagonist to control fusarium wilt disease on tomato. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 273-277. Fusarium wilt disease (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*) is one of important constraint for tomato production. Biological control by using *Pseudomonas fluorescens* was hoped capable to control the fusarium wilt disease. The aims of the study were to find out *P. fluorescens* which effective and efficient to control the fusarium wilt disease and to increase plant growth and production of tomato. Tomato seedlings were dipped in 100 ml suspension of *P. fluorescens* for 1 hours, and they were inoculated by inoculum of *F. oxysporum* isolate on root of tomato seedling. The study used a complete randomized design with biocontrol agents of *P. fluorescens* PfT8 (tomato), PfN19 (patchouli plant), dan PfK55 (rubber plant) as treatments with four replications for each agent. The results of the study showed that *P. fluorescens* PfT8, PfN19 and PfK55 had the same effectivity to control the fusarium wilt disease and to increase plant growth of tomato with the incubation period of disease symptom were 6.75-7.30 days after inoculation (DAI), disease intensity between 14.30-16.88%, plant height between 27.75-44.00 cm, total number of leaves were 9.25-9.75 leaves/plant, total number of twigs were 3.25-4.00 twigs/plant, wet weight of plant between 48.80-52.68 g/plant and dry weight of plant between 6.76-7.08 g/plant.

Keywords: Biological control, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, fusarium wilt, *Pseudomonas fluorescens*, tomato

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* merupakan salah satu cendawan patogen penting penyebab penyakit layu fusarium pada tanaman tomat (Semangun 2000). Cendawan tersebut dapat mengakibatkan kerugian besar, terutama pada varietas tomat rentan dan pada kondisi lingkungan yang sesuai (Holliday 1980; Agrios 2005). Upaya pengendalian yang telah dilakukan, baik dengan menggunakan fungisida kimia sintesis maupun varietas tahan, belum memberikan hasil yang memuaskan, bahkan penggunaan fungisida sintesis dapat menyebabkan dampak negatif (Untung 1996; Gamliel et al. 1997). Hingga saat ini,

kultivar tomat tahan terhadap *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* belum tersedia. Pengendalian penyakit akibat serangan *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* dapat dilakukan dengan menambahkan organisme antagonis maupun bahan organik ke dalam tanah (Rustati et al. 2004). Pengendalian menggunakan agensia hayati merupakan pilihan yang perlu dikembangkan karena relatif murah, mudah dilakukan, serta bersifat ramah lingkungan.

Pseudomonas kelompok *fluorescens* merupakan bakteri antagonis yang banyak dimanfaatkan sebagai agensia hayati, baik untuk cendawan maupun bakteri patogen tanaman. *Pseudomonas fluorescens* P60 merupakan salah satu strain bakteri antagonis yang telah menunjukkan

kemampuannya dalam mengendalikan beberapa patogen tanaman, khususnya patogen tular-tanah, baik secara in vitro, in planta, maupun in vivo. *Pseudomonas fluorescens* P60 mempunyai sifat "Plant Growth Promoting Rhizobacteria" (PGPR) (Soesanto 2008), menghasilkan antibiotik 2,4-diasetilfloroglusinol (Phl atau DAPG) (Raaijmakers dan Weller 1998; Soesanto 2000) dan siderofor (Alabouvette et al. 1996), mampu mengkoloni akar tanaman (Soesanto 2000), serta mengimbas ketahanan tanaman (Azizah 2009; Soesanto dan Rahayuniati 2009). Bakteri antagonis *P. fluorescens* P60 mampu menghambat pembentukan mikrosklerotium baru *Verticillium dahlia* pada tanaman uji *Arabidopsis thaliana* dan terung (Soesanto 2001). Selain itu, bakteri tersebut juga mampu menekan perkecambah sklerotium cendawan *Sclerotium rolfsii* Sac. secara in vitro sebesar 92%, mampu menekan intensitas penyakit busuk batang kacang tanah sebesar 92%, dan menurunkan populasi sklerotium akhir sebesar 86,3% (Soesanto et al. 2003). Agensia hayati tersebut sudah pernah digunakan untuk mengendalikan penyakit moler pada tanaman bawang merah (Santoso et al. 2007), *Sclerotium rolfsii* pada kacang tanah (Soesanto 2004), *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* pada cabai merah (Maqqon et al. 2006), *F. oxysporum* pada bawang merah (Santoso et al. 2007), *F. oxysporum* f.sp. *gladioli* pada tanaman gladiol (Soesanto et al. 2008), dan *F. oxysporum* f.sp. *cubense* pada bibit tanaman pisang (Azizah 2009; Soesanto dan Rahayuniati 2009). Bakteri *P. fluorescens* P60 merupakan salah satu bakteri antagonis yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai agensia pengendali hayati terhadap berbagai patogen tular-tanah (Soesanto 2000), sehingga perlu dilakukan penelitian baik di laboratorium maupun di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan agens hayati yang efektif mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh efikasi dan efektivitas strain *P. fluorescens* PFT8 yang berasal dari tanaman tomat (Chrisnawati 2014), PfN19 dari tanaman nilam (Nasrun et al. 2005), dan PFK55 dari tanaman karet (Nasrun dan Nurmansyah 2015).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Kebun Percobaan Laing, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Solok, Sumatera Barat pada bulan Maret hingga Agustus 2015. Bahan yang digunakan yaitu *P. fluorescens* PFT8 dari tanaman tomat (Chrisnawati 2014), PfN19 dari tanaman nilam (Nasrun et al. 2005), dan PFK55 dari tanaman karet (Nasrun dan Nurmansyah 2015) serta benih tomat varietas Intan dari Solok, Sumatera Barat.

Cara kerja

Benih tomat ditanam di dalam bak perkecambahan di rumah kaca dan setelah berumur 28 hari, bibit tanaman siap untuk diperlakukan. Bibit tomat yang tumbuh dengan baik dan seragam dipindahkan ke dalam polibag yang berisi media tanah dan ditambah pupuk kandang (3:1). Bibit

tersebut diadaptasikan di rumah kaca selama 2 bulan untuk dipersiapkan sebagai bibit yang akan diperlakukan dengan agens hayati *P. fluorescens* dan cendawan patogen *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Fusarium oxysporum f.sp. *lycopersici* ditumbuhkan dan diperbanyak pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) pada suhu kamar selama 48 jam untuk digunakan pada pengujian selanjutnya. Sementara itu, *P. fluorescens* PFT8, PfN19, dan PFK55 terpilih sebagai hasil isolasi dari rizosfer akar tomat, nilam, dan karet dari hasil penelitian sebelumnya (Chrisnawati 2014; Nasrun et al 2005; Nasrun dan Nurmansyah 2015) dimurnikan dan diperbanyak pada medium King's B pada suhu kamar selama 48 jam dengan populasi 10^8 sel ml^{-1} . Isolat *P. fluorescens* tersebut dipersiapkan untuk pengujian berikutnya.

Suspensi bakteri antagonis *P. fluorescens* ditumbuhkan dalam medium King's B cair dan diinkubasi dalam *Daiki Orbital Shaker* selama 3 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang dengan populasi 1×10^9 konidium/ml larutan. Suspensi *P. fluorescens* PFT8, PfN19, dan PFK55 serta tanpa *P. fluorescens* (kontrol) sebagai perlakuan yang diujikan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) masing-masing dengan 4 ulangan.

Bibit tomat dicelupkan ke dalam 100 ml larutan suspensi *P. fluorescens* selama 1 jam, kemudian ditanam dalam polibag berisi media tanah dan dibiarkan di rumah kaca selama 15 hari. Setelah itu, bibit tomat diinokulasi dengan inokulum isolat *F. oxysporum* pada bagian akar bibit tomat, selanjutnya ditempatkan di rumah kaca pada suhu 20-28°C dan kelembapan udara 70-90% RH.

Parameter pengamatan

Perkembangan penyakit layu fusarium

Masa inkubasi menunjukkan gejala penyakit dan intensitas penyakit tanaman yang dihitung mulai pada saat bibit tomat diinokulasi dengan cendawan patogen (hari setelah inokulasi/HSI). Pengamatan terhadap intensitas penyakit layu fusarium dilakukan dengan pemberian skor seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Intensitas penyakit layu fusarium dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IP = \frac{\sum (n \cdot xv)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan:

IP = intensitas penyakit (%)

n = jumlah daun bergejala penyakit layu fusarium untuk setiap kategori

v = nilai kategori serangan

Z = nilai kategori serangan tertinggi

N = jumlah daun yang diamati

Pertumbuhan tanaman

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman dilakukan dengan mengukur tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, berat basah, dan berat kering tanaman tomat. Berat basah dan berat kering diperoleh dengan menimbang tanaman tomat, baik sebelum maupun setelah dikeringkan dengan oven pada suhu 35°C selama 24 jam.

Tabel 1. Intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman tomat (Abdon et al. 2001)

| Skor | Keterangan |
|------|-------------------|
| 0 | tanpa gejala |
| 1 | 1-30% daun layu |
| 2 | >31-60% daun layu |
| 3 | >61-90% daun layu |
| 4 | semua daun layu |

Tabel 2. Pengaruh *P. fluorescens* terhadap masa inkubasi dan intensitas penyakit layu fusarium pada tanaman tomat.

| Perlakuan | Masa inkubasi gejala (HSI) | Intensitas penyakit (%) |
|-----------|----------------------------|-------------------------|
| PFT | 6,75 ^b | 15,78 ^a |
| PFN | 7,18 ^b | 14,30 ^a |
| PFK | 7,30 ^b | 16,88 ^a |
| Kontrol | 4,13 ^a | 40,24 ^b |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. K = kontrol, PFT8 = *P. fluorescens* dari tanaman tomat, PFN19 = *P. fluorescens* dari tanaman nilam, PFK55 = *P. fluorescens* dari tanaman karet.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan penyakit layu fusarium

Berdasarkan perkembangan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat, hasil menunjukkan bahwa *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 mampu menekan perkembangan penyakit layu fusarium cukup tinggi dengan menunda munculnya gejala penyakit layu fusarium dari 4,13 Hari Setelah Inokulasi (HSI) menjadi 6,75-7,30 HSI dan menekan intensitas penyakit dari 40,24% menjadi 14,30-16,88% (Tabel 2).

Berdasarkan penundaan masa inkubasi munculnya gejala penyakit dan penekanan intensitas penyakit, hasil penelitian menunjukkan bahwa strain *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 yang diuji mempunyai kemampuan antagonistik yang sama dan tinggi dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat serta menghambat pertumbuhan dan aktivitas cendawan patogen (Tabel 2). Kemampuan antagonistik ketiga strain tersebut dalam menekan perkembangan penyakit layu fusarium dapat dikaitkan dengan mekanisme penghambatan oleh senyawa antibiosis, seperti *pyoluteorin* (Han et al. 1994) dan *2,4-diacetylphloroglucinol* (DAPG) (Velusamy et al. 2006) yang dihasilkan oleh strain tersebut (Campbell 1989).

Efektivitas dalam mengendalikan penyakit atau menekan pertumbuhan patogen pada tanaman dari ketiga isolat yang digunakan disebabkan oleh kemampuan yang tinggi dalam mengkolonisasi permukaan akar tanaman serta mekanisme siderofor dan antibiosis yang dihasilkan oleh ketiga isolat tersebut dalam menghambat pertumbuhan patogen. Hal ini dapat diekspresikan dari peranan antibiosis yang dihasilkan secara in vitro sebagai mekanisme

penekanan terhadap pertumbuhan cendawan patogen meskipun hubungan tersebut tidak selalu konsisten (Campbell 1989). Contohnya adalah *P. fluorescens* CHAO yang dapat menghasilkan antibiotik *pyoluteorin* (Plt) dan *2,4-diacetylphloroglucinol* (Phl) untuk menghambat pertumbuhan *Erwinia caratovora* dan *Gaeunannomyces graminis* (Sastroswignyo 1988). Hal ini terlihat dari hasil pengujian *P. fluorescens* secara in vitro pada medium PDA yang mampu menghambat pertumbuhan *Ralstonia solanacearum* dan *F. oxysporum* (Nasrun et al. 2005; Chrisnawati 2014). Hal ini juga disebabkan oleh adanya kompetisi antara *P. fluorescens* dengan patogen, terutama dalam hal ruang dan nutrisi di rizofe. Akibat dari kompetisi tersebut menyebabkan keterbatasan tempat tumbuh patogen dan jumlah nutrisi yang tersedia. Sementara itu, *P. fluorescens* dapat menggunakan berbagai nutrisi yang tersedia (Bull et al. 1991) serta mampu hidup di dalam tanah dan mengkoloni permukaan akar, sehingga dapat melindungi akar dari serangan *F. oxysporum* (Soesanto 2000). *Pseudomonas fluorescens* P60 mampu menekan intensitas penyakit moler pada tanaman bawang merah yang disebabkan oleh *F. oxysporum* f.sp. *allii* sebesar 41,08% (Santoso et al. 2007) serta merupakan antagonis yang paling efektif dalam mengendalikan *F. oxysporum* f.sp. *capsici* (Maqqon et al. 2006) dan *F. Oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Hastopo et al. 2008). *Pseudomonas fluorescens* P60 juga memberikan pengaruh positif dalam menekan penyakit layu fusarium pada tanaman gladiol hingga 53,98% (Soesanto et al. 2008).

Kemampuan antagonistik yang sama untuk masing-masing isolat *P. fluorescens* yang diuji, diduga disebabkan adanya kemampuan yang sama dalam mengkolonisasi akar serta memproduksi siderofor dan antibiotik yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berbeda (Weller 1988). Dalam hal ini, efektivitas *P. fluorescens* dalam menekan patogen ditentukan oleh kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antibiosis, induksi ketahanan, kompetisi, dan mengkolonisasi faktor perakaran dalam rentang waktu yang lama, faktor lingkungan, serta penyebaran bakteri di dalam tanah (Janisewich et al. 2000).

Pertumbuhan tanaman tomat

Bibit tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 hingga akhir pengamatan menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman antara 27,75-44,00 cm, lebih tinggi dibandingkan tanaman tomat yang tidak diperlakukan dengan *P. fluorescens* (kontrol) yaitu sekitar 13,75 cm (Tabel 3). Kondisi ini memperlihatkan adanya pengaruh *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

Tinggi tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* PFT8 dan PFN19 masing-masing sebesar 44,00 cm dan 41,50 cm, tidak berbeda nyata dan lebih besar dibandingkan dengan *P. fluorescens* PFK55 dengan tinggi tanaman tomat sekitar 27,75 cm, berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan *P. fluorescens* (kontrol) dengan tinggi tanaman sekitar 13,75 cm (Tabel 3). Begitu juga terhadap jumlah daun (9,25-9,75 daun/bibit), jumlah cabang (3,25-4,00 batang/bibit), berat

Tabel 3. Pengaruh *P. fluorescens* terhadap pertumbuhan bibit tomat di rumah kaca

| Perlakuan | Tinggi tanaman (cm) | Jumlah daun (daun/bibit) | Jumlah cabang (batang/bibit) | Berat basah tanaman (g) | Bobot kering tanaman (g) |
|-----------|---------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| PFT | 44,00 ^c | 9,50 ^b | 4,00 ^b | 50,54 ^b | 6,99 ^b |
| PFN | 41,50 ^c | 9,75 ^b | 3,85 ^b | 48,80 ^b | 7,08 ^b |
| PFK | 27,75 ^b | 9,25 ^b | 3,25 ^b | 52,68 ^b | 6,76 ^b |
| Kontrol | 13,75 ^a | 5,85 ^a | 2,00 ^a | 30,56 ^a | 2,26 ^a |

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf uji 5%. K = kontrol, PFT8 = *P. fluorescens* dari tanaman tomat, PFN19 = *P. fluorescens* dari tanaman nilam, PFK55 = *P. fluorescens* dari tanaman karet

basah (48,80-52,68 g), serta berat kering tanaman (6,76-7,08 g) pada perlakuan *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan PFK55 tidak berbeda nyata dan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa *P. fluorescens* (kontrol) dengan jumlah daun 5,85 daun/bibit, jumlah cabang 2,00 batang/bibit, berat basah 30,56 g, dan berat kering tanaman 2,26 g.

Meningkatnya pertumbuhan tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens* dapat dikaitkan dengan terjadinya penekanan perkembangan penyakit layu fusarium oleh *P. fluorescens* melalui penekanan aktivitas patogen (Landa et al. 2002). Hal ini terlihat pada tanaman tomat yang tidak diperlakukan dengan *P. fluorescens* menunjukkan gejala penyakit layu fusarium yang tinggi dengan tingkat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah daun, jumlah cabang, berat basah, dan kering tanaman) yang rendah. Tanaman yang mengalami gejala lanjut (berat) memperlihatkan terjadinya kelayuan pada daun.

Mekanisme kerja PGPR diketahui sebagai senyawa yang berfungsi sebagai pemasok zat makanan, antibiosis, hormon pertumbuhan, atau penggabungan dari berbagai cara tersebut yang berperan sebagai bioaktif dan merangsang perpanjangan akar (Kloepper et al. 1980; Dowling dan O'Gara 1994). Peningkatan pertumbuhan tanaman tomat yang diperlakukan dengan *P. fluorescens*, disamping melalui penekanan penyakit, dapat juga dikaitkan dengan pengaruh tidak langsung dari aktivitas *P. fluorescens* dalam menghasilkan hormon pertumbuhan yang dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman (Campbell 1989). *Pseudomonas fluorescens* dapat berperan sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang berasosiasi dengan akar tanaman mampu menghasilkan hormon pertumbuhan, diantaranya auksin, gibberelin, dan sitokinin (Landa et al. 2002; Vidhyasekaran 2004). *Pseudomonas fluorescens* secara nyata mampu meningkatkan tinggi tanaman maksimum, jumlah cabang maksimum, jumlah daun maksimum, bobot basah dan kering akar, serta bobot kering biji tanaman kedelai (Khalimi dan Wirya 2009). Selain itu, *P. fluorescens* P60 juga mampu meningkatkan bobot kering akar tanaman cabai sebesar 13,40% (Maqqon et al. 2006) serta meningkatkan bobot basah tanaman bawang merah sebesar 51,40% (Santoso et al. 2007).

Perpanjangan akar menyebabkan berat basah dan berat kering akar meningkat yang dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik, sehingga hasil

meningkat (Soesanto 2004; Maqqon et al. 2006; Santoso et al. 2007). Hal ini sesuai dengan pendapat Weller (1988) bahwa *P. fluorescens* mampu merangsang pertumbuhan sistem akar dan menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri yang merugikan.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *P. fluorescens* PFT8, PFN19, dan Pf55 mampu mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. *Pseudomonas fluorescens* PFT8, PFN19, dan Pf55 mempunyai pengaruh yang sama dalam mengendalikan penyakit layu fusarium dengan menunda masa inkubasi gejala penyakit layu fusarium dari 4,13 HSI menjadi 6,75-7,30 HSI, menekan intensitas penyakit dari 40,24% menjadi 14,30-16,88%, dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan meningkatkan tinggi tanaman dari 13,75 cm menjadi 27,75-44,00 cm, jumlah daun dari 7,25 daun/tanaman menjadi 9,25-9,75 daun/tanaman, jumlah cabang dari 2,50 cabang/tanaman menjadi 3,25-4,00 cabang/tanaman, berat basah tanaman dari 30,56 g menjadi 48,80-52,68 g/tanaman, dan berat kering tanaman dari 3,56 g/tanaman menjadi 6,76-7,08 g/tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari proyek Hibah Kompetensi tahun 2009 yang didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, melalui Direktur Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Amir Hamzah, Chaerul Basir, dan beberapa mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas lainnya yang telah membantu secara teknis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdou E, Abd-Alla HM, Galal AA. 2001. Survey of sesame root rot/wilt disease in Minia and their possible control by ascorbic and salicylic acid. *Assuit J Agric Sci* 32: 135-152.
- Agrios GN. 2005. *Plant pathology* 5th ed. Academic Press, New York.
- Alabouvette C, Lemanceau P, Steinberg C. 1996. Biological control of fusarium wilts: Opportunities for developing a commercial product. In: Hall R (ed). *Principles and Practice of Managing Soilborne Plant Pathogens*. APS Press, St. Paul, Minnesota.

- Azizah N. 2009. Pengimbasan Ketahanan Bibit Pisang Raja Terhadap Penyakit Layu Fusarium dengan Ekstrak Bakteri Antagonis. [Skripsi]. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Bull, Weller CTDM, Thomashow LS. 1991. Relation between root colonization and suppression of *Gaeumannomyces graminis* var. *Tritici* by *Pseudomonas fluorescens* strain 2-79. *Phytopathology* 81: 954-959.
- Campbell R. 1989. Biological control of microbial plant pathogens. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chrisnawati. 2014. Pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit layu fusarium dan meningkatkan pertumbuhan tomat. Prosiding Seminar Nasional “Kebijakan dan Pengembangan Teknologi Hilirisasi dalam Upaya Peningkatan Nilai Tambah Produk Pertanian”. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh, Payakumbuh, 25 Agustus 2014.
- Gamliel A, Grinstein A, Peretz Y et al. 1997. Reduced dosage of methyl bromide for controlling *Verticillium* wilt of potato in experimental and commercial plots. *Plant Disease* 81: 469-474.
- Han DY, Bauer DL, Bauer WD et al. 1994. A rapid bioassay for screening rhizosphere microorganisms for their ability to introduce systemic resistance. *Phytopathology* 90: 327-332.
- Hastopo K, Soesanto L, Mugiastuti E. 2008. Penyehatan tanah secara hayati di tanah tanaman tomat terkontaminasi *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. *Akta Agrosia* 11(2): 180-187.
- Holliday P. 1980. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge University Press, Cambridge.
- Janisiewicz WJ, Tworkoski TJ, Sharer C. 2000. Characterizing the mechanism of biological control of postharvest disease on fruit with a simple method to study competition for nutrients. *Phytopathology* 90: 1196-1200.
- Khalimi K, Wirya GNAS. 2009. Pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* untuk *biostimulants* dan *bioprotectants*. *ejournal.unud.ac.id*. [19 Maret 2010].
- Landa BB, De Werd HAE, Gardener BBM et al. 2002. Comparison of three methods for monitoring populations of different genotypes of 2,4-diacetylphloroglucinol-producing *Pseudomonas fluorescens* in rhizosphere. *Phytopathology* 92: 129-137.
- Maqqon M, Kustantinah, Soesanto L. 2006. Penekanan hayati penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah. *Agrosains* 8(1): 50-56.
- Nasrun, Christanti, Arwiyanto T et al. 2005. Pengendalian penyakit layu bakteri nilam menggunakan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 11(1): 19-24.
- Nasrun, Nurmansyah. 2015. Potensi rizobakteria dan fungsida nabati untuk pengendalian penyakit jamur akar putih tanaman karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar* 2(2): 61-68.
- Raaijmakers JM, Weller DM. 1998. Natural plant protection by 2,4-diacetylphloroglucinol producing *Pseudomonas* spp. in take-all decline soils. *Mol Plant Microbe Interact* 11: 144-152.
- Rustati R, Soesanto L, Wachjadi M. 2004. Pengendalian *Fusarium oxysporum* Schlecht. f.sp. *zingiberi* Trujillo pada tanaman jahe dengan disinvestasi tanah secara hayati. In: Soesanto L (ed). *Prosiding Symposium Pengendalian Hayati Nasional I: Fusarium*. Purwokerto, 26-27 Agustus 2004
- Santoso SE, Soesanto L, Haryanto TAD. 2007. Penekanan hayati penyakit moler pada bawang merah dengan *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, dan *Pseudomonas fluorescens* P60. *Jurnal Hama Penyakit Tanaman Tropika* 7(1): 53-61.
- Sastroswignyo S. 1988. Dasar-dasar perlindungan tanaman. *Bagian Ilmu Penyakit Tanaman*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Semangun H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soesanto L, Hidayat R, Utami DS. 2003. Prospek pemanfaatan *Pseudomonas fluorescens* P60 untuk pengendalian penyakit busuk batang pada kacang tanah. *J Fitopatol Indones* 7(1): 1-6.
- Soesanto L, Rahayunati RF. 2009. Pengimbasan ketahanan bibit pisang Ambon Kuning terhadap penyakit layu fusarium dengan beberapa jamur antagonis. *Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika* 9(2): 130-140.
- Soesanto L, Rokhlani, Prihatiningsih N. 2008. Penekanan beberapa mikroorganisme antagonis terhadap penyakit layu fusarium gladiol. *Agrivita* 30(1): 75-83.
- Soesanto L. 2000. Ecological and Biological Control of *Verticillium dahliae*. [Thesis]. Wageningen University, Wageningen.
- Soesanto L. 2001. *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia hayati jamur *Verticillium dahlia* Kleb. *Jurnal Penelitian Pertanian (Agrin)* 5(10): 33-40.
- Soesanto L. 2004. Kemampuan *Pseudomonas fluorescens* P60 sebagai agensia pengendali hayati penyakit busuk batang kacang tanah in vivo. *Eugenia* 10(1): 8-17.
- Soesanto L. 2008. Pengantar pengendalian hayati penyakit tanaman. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Untung K. 1996. Pengantar pengelolaan hama terpadu. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Velusamy P, Immanuel JE, Gnanamanicham SS et al. 2006. Biological control of bacterial blight by plant associated bacteria producing 2,4-diacetylphloroglucinol. *Can J Microbiol* 52: 56-65.
- Vidhyasekaran P. 2004. Concise encyclopedia of plant pathology. Food Products Press, New York, London.
- Weller DM. 1988. Biological control of soil-borne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Ann Rev Phytopathol* 26: 379-407.

Variation of butterfly diversity in different ages palm oil plantations in Kampar, Riau

Variasi keanekaragaman kupu-kupu di berbagai umur perkebunan kelapa sawit di Kampar, Riau

YANTO SANTOSA^{*,1}, INTAN PURNAMASARI¹

¹Ecology and Wildlife Management Division, Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry, Institut Pertanian Bogor. Dramaga, Bogor, Indonesia 16680. Tel.: +62-251-8621677. Fax.: +62-251-8621256. ✉email: yantohaurjaya@yahoo.co.id

Manuscript received: 10 May 2016. Revision accepted: 23 May 2017.

Abstrak. Santosa Y, Purnamasari I. 2017. Variasi keanekaragaman kupu-kupu di berbagai umur perkebunan kelapa sawit di Kampar, Riau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 278-285. Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia diduga telah menurunkan keanekaragaman hayati. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian keragaman spesies kupu-kupu pada berbagai umur kelapa sawit. Kupu-kupu adalah salah satu hewan penyerbuk yang memiliki peran penting dalam ekosistem dimana perubahan keanekaragaman hayati dan kepadatan populasi dapat digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2016 di tujuh umur kebun kelapa sawit yang berbeda-beda di empat Perkebunan Kelapa Sawit di Kampar, Riau dengan menggunakan metode pencarian waktu selama 3 jam mulai pukul 8:00 pagi sampai 11:00 dengan repetisi 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 42 spesies dari 181 individu yang terbagi dalam lima famili, yaitu Papilionidae (5 spesies), Nymphalidae (27 spesies), Pieridae (6 spesies), Lycaenidae (2 spesies), dan Hesperidae (1 spesies). Keluarga Nymphalidae ditemukan pada semua umur tegakan kelapa sawit sedangkan keluarga Hesperidae ditemukan pada satu umur kelapa sawit. Jumlah spesies tertinggi ditemukan pada kelapa sawit berusia 21 tahun (26 spesies), sedangkan jumlah spesies terendah ditemukan pada umur 2 tahun (7 spesies) dan kelapa sawit 19 tahun (7 spesies). Dengan demikian, perbedaan umur kelapa sawit tidak mempengaruhi variasi spesies dan jumlah individu kupu-kupu yang ditemukan.

Kata kunci: Kupu-kupu, keanekaragaman, Kampar, perkebunan kelapa sawit

Abstract. Santosa Y, Purnamasari I. 2017. Variation of butterfly diversity in different ages palm oil plantations in Kampar, Riau. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 278-285. The development of palm oil plantations in Indonesia has been alleged of decreasing the biodiversity. Therefore it is necessary to study on variation in species diversity of butterflies at various ages palm oil. Butterfly is one of the pollinators animal that has an important role in the ecosystem in which changes in biodiversity and population density can be used as an indicator of environmental quality. This study was conducted in March-April 2016 at seven different age palm oil in four Palm oil Plantation Estates in Kampar, Riau by using time search method for 3 hours starting at 8: 00 a.m. to 11: 00 a.m. with 3 repetitions. The results showed that there were 42 species of 181 individuals divided into five families, namely Papilionidae (5 species), Nymphalidae (27 species), Pieridae (6 species), Lycaenidae (2 species), and Hesperidae (1 species). Family Nymphalidae was found at all palm oil stand age whereas Hesperidae family was found in one age of the palm oil. The highest number of species was found in 21-years-age palm oil (26 species), while the lowest number of species was found in 2-years-age (7 species) and 19-years-age palm oil (7 species). Thus, the age difference of the palm oil did not affect the species variation and the number of individual of the butterflies found.

Keywords: Butterfly, diversity, Kampar, palm oil plantation

INTRODUCTION

Palm oil plantations have a great contribution to national development. As one of the largest contributors of foreign exchange from non-oil and gas sector, palm oil plantation earned their income from CPO trade (total exports in 2012 reached 18.14 million tons equal with 20.78 billion US dollars) (Charles 2012). From the businessman/investor side, palm oil plantation is a promising business because the benefits are long-term and the market opportunities are wide open (the current CPO market 44% controlled by Indonesia, 39% by Malaysia and 17% by other palm oil producer countries) (Muin

2013). The development of palm oil plantation area in Indonesia has increased significantly. In 2005 the plantation area was increased from 5.45 million ha to 10.96 million ha with average growth rate of 11.71% per year (Charles 2012). This development in certain areas also provides substantial benefits to the surrounding community. Goenardi (2008) estimated works provided by palm oil plantation could lead 6 million people out from poverty. Currently, the community also has been heavily involved in the development of palm oil plantations, proved by 41% of all palm oil plantations owned by the public, while 49% of them belongs to private (World Growth 2011).

Palm oil plantation development also caused changes in land cover from a wide variety of plant species cover into monoculture cover. This system could also bring the environmental risk such as biodiversity loss (Rojidin et al. 2013). Scoble (1992) explained that the presence of plants affects the diversity of butterflies, who rely heavily on plants either for food as well as for the host of their larvae. Therefore, the monoculture system was presumed to affect the diversity of butterfly species. The butterfly is one of pollinators animal that has an important role in the ecosystem in which the changes in its biodiversity and population density can be used as an indicator of environment quality. In addition to that, the research related to the diversity of butterfly species in palm oil plantation is still rare. Thus, this research is important to determine variations of butterflies diversity in palm oil plantations at various ages and identifying butterfly species similarities in different ages palm oil plantation.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was conducted on seven age of palm oil plantations. There were 25, 22, 21, 19, 18, 16 and 2 years

from seven palm oil plantations are included into four companies located in Kampar, Riau (Figure 1). The study was held from March to April 2016.

Procedures

The observation was conducted by time search method combined by transect for three hours starting at 8: 00 a.m. to 11: 00 a.m. with 3 repetitions. Things that should be written were the species name, the time is found, the number of individuals, and activity. This research also observed the condition of the location. The conditions that were observed such as canopy cover, condition of the ground and undergrowth vegetation, availability of water source as well as temperature and humidity. Temperature and humidity were only observed in 25 and 21 years old palm oil.

Data analysis

Data analysis of this study for determining butterfly diversity are species richness index (Dmg) Margalef (Magurran 1998), Shannon-Wiener diversity index (H') (Krebs 1978), and Evenness index (Magurran 1998). For comparing the similarity of the age of palm oil plantations, It is used index of similarity of Sorensen (Magurran 1998)

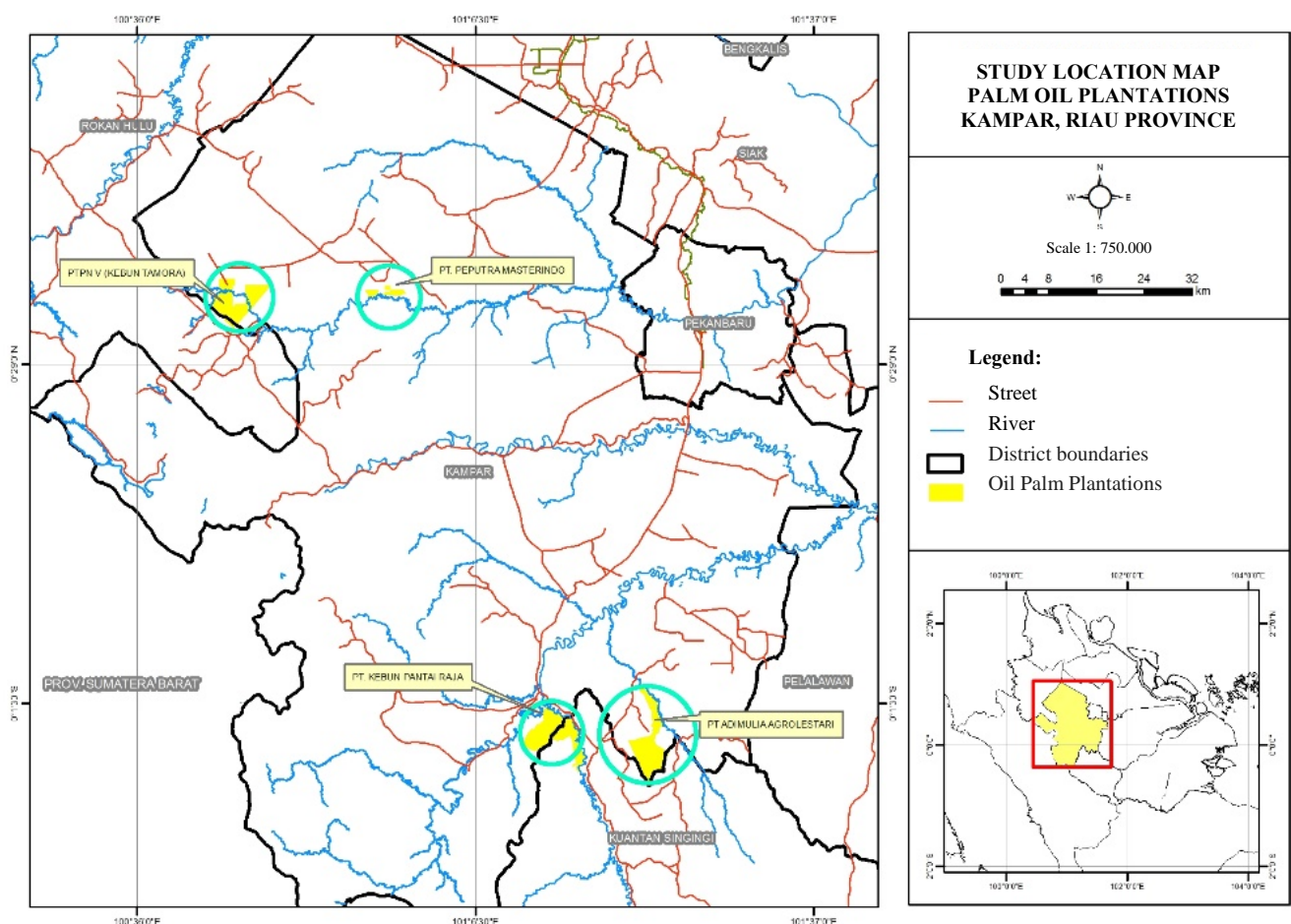


Figure 1. Location study in palm oil plantations in Kampar, Riau

RESULTS AND DISCUSSION

Variation condition of research location

The variation of palm oil plantation condition in detail can be seen in Table 1. The environmental factors such as canopy cover, condition of the ground and undergrowth vegetation, availability of water source as well as temperature and humidity are important in the existence and diversity of butterflies (Aidid 1991; Effendi 2009).

Variation of butterfly species diversity in different palm oil plantation

The observations on the seven palm oil plantations had found 181 individuals from 42 species. All of those discovered butterfly species are not the protected ones based on Indonesian Policy No. 7/1999. They belong to five families, Papilionidae (5 species from 13 individuals), Nymphalidae (27 species from 104 individuals), Pieridae (6 species from 55 individuals), Lycaenidae (2 species from 7 individuals), and Hesperidae (1 species from 2 individuals). The type and distribution of all discovered butterflies from observation sites can be seen in Table 2.

For the family level, family Nymphalidae was the most commonly found (Figure 2) and Table 2 shows that family Nymphalidae was discovered in all research location, opposite with family Hesperidae which was found only in one research location.

At the genus level, *Junonia* (Figure 3) is the genus that discovered in all age varieties of palm oil. *Junonia* genus

belongs to family Nymphalidae, commonly found perched on the bottom of the plant/ground of the garden. Meanwhile, at the species level, *Leptosia nina* (Figure 4) of the family Pieridae is a species with individuals encountered the most during the study.

Most butterflies were discovered while flying or perching on plants under the palm trees. Only a few species were discovered while perching on the palm trees such as *Euploea* sp, *Amathusia* sp, and *Elymnias* sp (Figure 5). All of them belongs to family Nymphalidae.

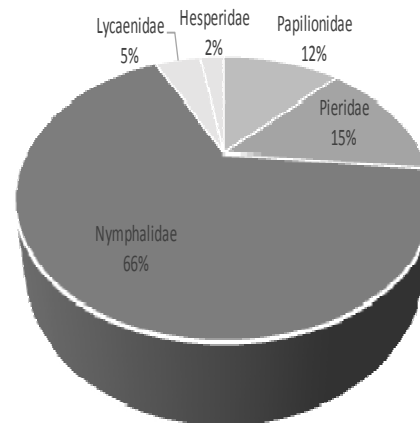


Figure 2. Percentage of total discovered family butterflies in palm oil plantations in Kampar, Riau



Figure 3. Genus *Junonia*








Figure 4. *Leptosia nina*



Figure 5. Species discovered perched in palm oil in palm oil plantations in Kampar, Riau

Table 1. The condition of research location in palm oil plantations in Kampar, Riau

| Palm oil plantation | Description | Photo |
|---------------------|---|---|
| 2 years | Open canopy cover and the ground of palm oil plantation was covered by mukuna (bean). Water source in this location was a small ditch every 200 meters distance. The border of this location was secondary forest and palm oil plantation small holder. |  |
| 16 years | Open canopy cover, no many found plant in the ground, ground cover was just sandy soil and dry palm oil bunches. This location did not have water source, and the border of this location was 19-years-age palm oil plantation and palm oil plantation office. |  |
| 18 years | Canopy cover not too closed where sunlight can reach the ground freely. Water source in this location is a small ditch. The ground was covered by undergrowth. The border of this location was secondary forest, palm oil plantation smallholder, and main road in palm oil plantation. |  |
| 19 years | Canopy cover rather closed, the open space was the only divider between palm oil plantation. Water source in this location was a puddle. No many found plant in the ground, ground cover was just sandy soil and dry palm oil stem. This location did not have water source, and the border of this location was 16-years-age palm oil plantation |  |
| 21 years | Canopy cover rather closed, water source in this location was a small ditch with width 1 meter. The border of this location was secondary forest and Kampar river. The ground was covered by undergrowth and dry palm oil bunches. |  |
| 22 years | Canopy cover closed, the open space was only divider between palm oil plantation. This location did not have water source and no many found undergrowth in the ground. The border of this location was main road in palm oil plantation. |  |

25 years Canopy cover closed, the open space was only divider between palm oil plantation, water source in this location was a small ditch with width 0.5 meter. The border of this area high conservation value (HCV) area like river border with kind of forest vegetation and palm oil. The ground was covered by undergrowth and dry palm oil bunches.



Table 2. Type and distribution of the discovered butterflies in palm oil plantations in Kampar, Riau

| Species | Family | Palm oil plantation age (years) | | | | | | |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2 | 16 | 18 | 19 | 21 | 22 | 25 |
| <i>Papilio demoleus</i> | Papilionidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Papilio demolion</i> | Papilionidae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Papilio memnon</i> | Papilionidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| <i>Graphium sarpedon</i> | Papilionidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Artophonura alcinous</i> | Papilionidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Acraea violae</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Elymnias hypermnestra</i> | Nymphalidae | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Euploea eunice</i> | Nymphalidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 |
| <i>Euploea mulciber</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Euthalia monina</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Hypolimnas bolina</i> | Nymphalidae | 1 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 8 |
| <i>Ideopsis vulgaris</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ideopsis juvena</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Amathusia phidippus</i> | Nymphalidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| <i>Amathusia taenia taenia</i> | Nymphalidae | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Danaus melanippus</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| <i>Doleschallia bisaltide</i> | Nymphalidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Cupha erymanthis</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Junonia atlites</i> | Nymphalidae | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| <i>Junonia iphita</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Junonia orithya</i> | Nymphalidae | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Mycalesis horsfieldii</i> | Nymphalidae | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 |
| <i>Mycalesis janardana</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Mycalesis sangaica mara</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| <i>Mycalesis sirius canicula</i> | Nymphalidae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tanaecia iapis puseda</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Tanaecia jahnu</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Orsotriana medus</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Neptis hylas</i> | Nymphalidae | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| <i>Ypthima horsfieldii</i> | Nymphalidae | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| <i>Ypthima gavalisi</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Ypthima kalelonda</i> | Nymphalidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Catopsilia pomona</i> | Pieridae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Catopsilia scylla</i> | Pieridae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Appias olferna</i> | Pieridae | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| <i>Eurema sari</i> | Pieridae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Eurema hecabe</i> | Pieridae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Leptosia nina</i> | Pieridae | 0 | 12 | 0 | 0 | 6 | 4 | 20 |
| <i>Jamides pura</i> | Lycanidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| <i>Zizina otis</i> | Lycanidae | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Calycopis atrius</i> | Lycanidae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Ancistroides nigrita</i> | Hesperiidae | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Individuals number | | 13 | 29 | 14 | 10 | 48 | 11 | 54 |

The amount of discovered family, species, and individuals on various palm oil plantation was diverse but did not show the tendency of correlation between butterflies diversity and the age difference of palm oil

(Figure 6). The highest number of discovered species comes from palm oil plantations age 21 years (26 species out of 50 individuals from 4 families), while the lowest number found in palm oil plantations age 2 years (7 species

out of 13 individuals from 3 families) and palm oil plantation age 19 years (7 species out of 10 individuals from 2 families). This is not different with the results of Richness, Diversity, and Evenness index calculation that shows variation on each palm oil ages. The highest score of Richness index and Diversity index occurred on 21-year-old palm oil (Dmg = 6.39; H' = 3.09), the lowest score of richness index occurred on 2 years old palm oil (Dmg = 2.34) and the lowest score of diversity index occurred on 19 years old palm oil (H' = 1.83). Meanwhile, the score of evenness index in all locations varied between 0.78 to 0.97 indicating no dominant species on the entire palm oil plantations that were observed.

Similarity degree among palm oil plantation

The similarity degree of discovered species of butterflies based on Sorensen's species similarity index can be seen in Table 3. The value of similarity index at each location ranging from 0.133 to 0.667. The value indicates the degree of similarity among palm oil plantations that tend to different.

Table 3 shows that the highest similarity value comes from palm oil plantation aged 19 and 16 years in which there were six types of butterflies found in both locations such *Euloea eunice*, *Hypolimnas bolina*, *Amathusia phidippus*, *Doleschallia bisaltide*, *Junonia atlites*, and *Appias olferna*. Both of the plantations located next to each other. Meanwhile, the lowest similarity value came from observation site aged 2 and 22, aged 18 and 19, and aged 19 and 22.

Discussion

Family Nymphalidae was the most commonly found discovered in all research location, opposite with family Hesperidae which was found only in one research location. The high diversity of family Nymphalidae caused by its ability to easily adapt to the environment and was the family with the largest number out of Lepidoptera order (Gunadharma 2013). Primark in Tabadepu (2008) also stated that Nymphalidae is a family of butterflies that has the largest number of species and a cosmopolitan kind. Their distribution is spread in many regions of the world and is capable of surviving on various types of habitat (polifag). The species of this family generally have wide deployment, favoring bright spot, thus easily spotted in the gardens and forests. Some species of this family likes the foul-smelling place. Family Nymphalidae had certain characteristics such as wing span between 25-130 mm with varied colors, the eggs has several different forms but mostly the horizontal axis exceeds the vertical axis, and the larvae commonly have fur/thorn (Aidid 1991). Furthermore, Vane et al. 1984 on Syaputra 2011 explained that the caterpillars of this family ate plants from family Areaceae, Gramineae, Verbenaceae, and Moraceae. Opposite to that, family Hesperidae has smaller body size and fly fast it was hard to catch (Gunadharma 2013). Aidid (1991) also mentioned that species of this family has a fat, short, and strong body. From the evolution side, this species could be considered as a primitive one and similar with moth; the wing size is small with a brown shade, dark and yellowish; fly fast; also the caterpillar commonly found inside rolled leaf.

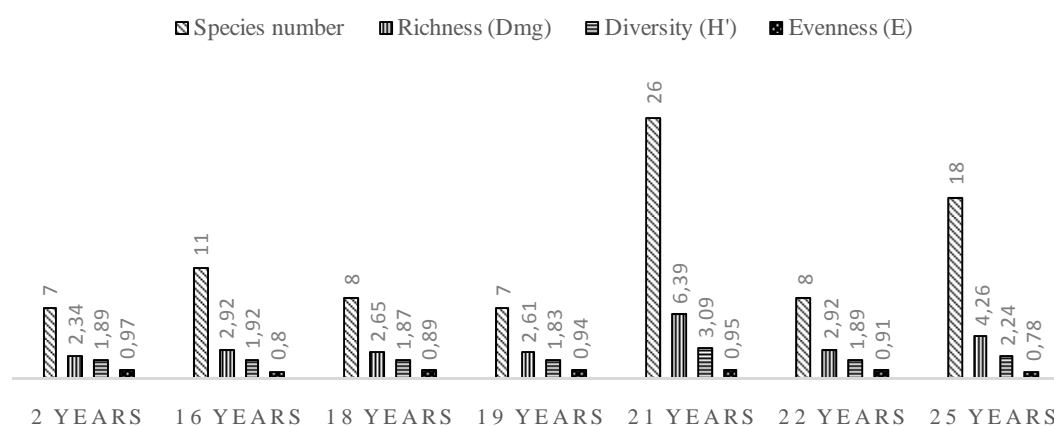


Figure 6. Comparison of species number, richness, diversity, and similarity value in palm oil plantations in Kampar, Riau

Table 3. The Value of Species Similarity among palm oil plantation in Kampar, Riau

| Palm oil plantation age | 2 years | 16 years | 18 years | 19 years | 21 years | 22 years | 25 years |
|-------------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 2 years | | 0.222 | 0.400 | 0.286 | 0.182 | 0.133 | 0.240 |
| 16 years | | | 0.316 | 0.667 | 0.378 | 0.421 | 0.345 |
| 18 years | | | | 0.133 | 0.176 | 0.500 | 0.308 |
| 19 years | | | | | 0.364 | 0.133 | 0.320 |
| 21 years | | | | | | 0.294 | 0.231 |
| 22 years | | | | | | | 0.318 |
| 25 years | | | | | | | |

The highest number of discovered species came from palm oil plantations age 21 years (26 species out of 50 individuals from 4 families; $D_{mg} = 6.39$; $H' = 3.09$), while the lowest number found in palm oil plantations age 2 years (7 species out of 13 individuals from 3 families; $D_{mg} = 2.61$; $H' = 1.83$) and 19 years (7 species out of 10 individuals from 2 families; $D_{mg} = 2.34$; $H' = 1.89$). The differences between richness and diversity value were suspected got influenced by habitat condition of each palm oil plantation. Judging from the canopy cover condition on figure in Table 1, older palm oil plantations had a more dense canopy cover more than younger palm oil plantations. Dense canopy cover blocked the sunlight to reach the ground. Watanabe & Imoto (2003) states that butterflies will bask under the sun before flying to obtain optimal body temperature, therefore, butterfly easily found in open areas where the sunlight can reach the ground freely. This statement is opposite to the result of field observation. The obtained data shows that palm oil plantation aged 21 years with denser canopy cover has a higher value of richness and diversity than palm oil age of 19 and 2 years with lesser canopy cover. The results also contradict to the statements of Utami (2012) which states that species diversity of butterflies higher in open habitats than in a closed habitat.

Furthermore, the vegetation that cover the ground of palm oil age 21 was more varied, including ferns, grasses, and dry palm oil bunches, while in palm oil plantation age 2 the vegetation cover was more homogeneous only consist of leguminous plant, moreover ground cover of palm oil age 19 years was just sandy soil and dry palm bunches. The variations of ground cover were suspected to affect the species diversity of butterflies. The homogenous ground cover on palm oil plantation age 2 and 19 resulted in fewer varieties of butterflies. This state caused by the lack of plants which is the source of food as well as the host for butterflies. Scoble (1992) also stated that butterflies are highly dependent on the diversity of the host plant, thus caused a close relationship between the diversity of butterflies and their habitat conditions. On the other hand, although the location of palm oil plantation age 21 and 2 placed on the border of secondary forests that still had various plant species, this condition still did not affect the abundance and diversity of butterflies.

Another condition that supposedly affected the difference of richness and diversity value is temperature and humidity. A substantial impact of temperature conditions and humidity environment is an abundance of a population, where the abundance of butterflies occurred fewer during the rainy season and high temperatures (Robinson et al. 2012). The temperature on palm oil plantation age 21 years was lower than on palm oil plantation age 2 years (data of temperature and humidity of palm oil plantation age 2 was taken by approached from the temperature at another location with similar age) but nevertheless, both were still included in the category of optimal temperature for butterflies activities based on research conducted by Mamahit (2003), Gusnenti (2010), and Guppy at all (2002) in Azahra (2012). Mamahit (2003) explains that butterflies will feed on warm temperatures

(around 30°C). The temperature of the butterfly as it flew was 5-10°C above the environment temperature, therefore hunting for foods at low temperature will require a lot of energy. Mamahit (2003) also explained that butterflies and caterpillars avoid dry conditions and looking for a place with high humidity enough to rest. Based on the results of temperature measurements, palm oil plantation aged 25 years has temperature 29.1°C, while palm oil plantation aged 21 years has temperature 28.3°C. Watanabe & Imoto (2003) states that the average temperature of 29.1°C to 32.00°C is a suitable temperature for butterflies to move. The statement was reinforced by Gusnenti (2010) that the range of temperatures that could support the life of a butterfly is between 21-34°C. Meanwhile, according to Azahra (2012) optimal temperature for butterflies are between 28-35°C.

The humidity of palm oil plantation age 21 years was also lower than the younger one. However, it still included in the category of optimal humidity for butterflies based on research conducted by Kingsolver in Suwarno (2012) which is between 60-75% for activities, and 84-92% for breeding. In contrary, the humidity of younger palm oil plantation was higher makes it difficult to find species of butterflies in the area. The results of temperature measurements at other 2 years old plantation showed humidity over 90%, which according to Borror et al. (1992) butterflies cannot adapt in areas with too high humidity such as 92%, and according to Orr and Kitching (2010) butterfly is hard to find in the regions with humidity above 90%. Therefore the difference in the humidity of palm oil plantations affects the richness and diversity of butterflies.

Furthermore, similarity index showed value in each location start from 0.133 to 0.667 that indicates the degree of similarity among palm oil plantations that tend to different. The highest similarity value comes from palm oil plantation aged 19 and 16 years. The proximity of those locations supposedly triggers the kind of similarity which found in two locations. In addition to that, other factors such as undergrowth plants and ground condition were relatively similar. Keindeigh (1980) also stated that the other factors that allow similarity between 2 habitats are the proximity between the habitat, same vegetation composition as well as other environmental factors. Meanwhile, the lowest similarity value comes from observation site aged 2 and 22, aged 18 and 19, and aged 19 and 22. The distance between observation site, different ground condition, as well as the distinction of other environmental factors, are the reason of no similarity between those locations.

In conclusion, this study showed the number of butterfly species on various palm oil plantation was diverse but did not show the tendency of correlation between butterflies diversity with the age difference of palm oil plantation. Besides that, there are several factors suspected to affect the value of richness and diversity of the research sites especially condition of canopy cover, the condition of the ground and undergrowth vegetation, as well as air humidity.

ACKNOWLEDGEMENTS

Further thanks to BDPKKS (Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit) for the funds provided to this study. Thanks are also due to PTPN-V Tamora, PT. Pantai Kebun Raja, PT. Peputra Masterindo, and PT. Adimulia Agrolestari with the permission and the facilities provided during the study period.

REFERENCE

- Aidid L. 1991. Study of Butterfly Breeding in Bantimurung, Maros Province, South Sulawesi [Undergraduate thesis]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Azahra SD. 2012. The Influence of Green Open Space's Habitat Characteristics on the Diversity of Butterflies (Case Study in Bogor Botanical Garden) [Undergraduate thesis]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. 1992. Insect Introduction Lesson. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. [Indonesian]
- Charles. 2012. Export value of CPO in 2012 Predicted to Decline 4.2%. www.ekonomi.inilah.com.
- Effendi MA. 2009. Butterflies Diversity (Lepidoptera: Ditrysia) in "Corridor forest area", Halimun Salak Mountain National Park, Jawa Barat. [Thesis]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Goenardi. 2008. Prospective on Indonesian palm oil production. Paper presented on the International Food & Agricultural Trade Policy Council's Spring 2008 Meeting, 12 May 2008. Bogor.
- Gunadharna N. 2013. The Dynamics of Species Diversity and Habitat Characteristics of Butterflies in IPB Darmaga [Hon. Thesis]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Gusnenti AD. 2010. *Pachliopta aristolochia* breeding (Lepidoptera: Papilionidae) in screen house and laboratory [Undergraduate thesis]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Kendeigh SC. 1980. *Ecology with Special Reference to Animal and Men*. Prentice Hall of India Private Ltd. New Delhi.
- Krebs JC. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row Publisher. New York.
- Magurran AE. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Chapman & Hall, London.
- Mamahit JME 2003. Good mutualism between insect and fruits. www.tomoutu.net/70207134/evamamahit.htm. [Indonesian]
- Muin A. 2013. Conservation-based Palm Oil Cultivation. [Dissertation]. Bogor Agricultural University, Bogor. [Indonesian]
- Orr A, Kitching R. 2010. The Butterflies of Australia. Jacana Books, Sidney (AUS). Scoble, M.J. 1992. The Lepidoptera Form, Function and Diversity. The Natural History Museum in Association with Oxford University Press, Oxford.
- Robinson GS, Ackery PR, Kitching IJ, Beccaloni GW, Hernandez LM. 2010. HOSTS-A Database of the World's Lepidoptera Hitsplants. www.nhm.ac.uk/hosts.
- Rojidin A, Yusmini, Cepriadi. 2013. Integrated Palm oil with Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk) Feasibility Study in land use palm oil in Kembang Damai Village, Pagaran Tapah Darussalam, Rokan Hulu. www.repository.unri.ac.id.
- Scoble MJ. 1992. The Lepidoptera Form, Function and Diversity. The Natural History Museum in Association with Oxford University Press, Oxford.
- Suwarno. 2012. Age-specific life table of swallow tail butterfly, *Papilio demoleus* (Lepidoptera: Papilionidae) in dry and wet seasons. *Biodiversitas*. 1: 28-33.
- Tabadepu H, Damayanti B, dan Bandung S. 2008. Butterfly Record from Salak Mountain, Indonesia. *J Entomol Indon* 5(1): 10-16.
- Utami EN. 2012. Butterflies community (Lepidoptera Order: Papilionidae) in University of Indonesia, Depok, Jawa Barat. [Hon Thesis]. University of Indonesia, Jakarta. [Indonesian]
- Watanabe M, Imoto T. 2003. Thermoregulation and Flying Habits of Japanese Sulfur Butterfly Coliaserate (Lepidoptera: Pieridae) in Open Habitat. *Entomol Sci* 6: 111-118.
- World Growth. 2011. The economic benefit of palm oil to Indonesia. A report by World Growth.