

ISSN: 1412-033X

BIODIVERSITAS

Journal of Biological Diversity

Volume 4 - Nomor 2 - Juli 2003



JURUSAN BIOLOGI FMIPA
Universitas Sebelas Maret Surakarta

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

BIODIVERSITAS

Journal of Biological Diversity
Volume 4 - Nomor 2 - Juli 2003

PENERBIT:

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI:

Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126. Tel./Fak. +62-271-663375; Tel. +62-271-646994 Psw. 387, Fak. +62-271-646655.
E-mail: biology@mipa.uns.ac.id. Online: www.biology.uns.ac.id.

TERBIT PERTAMA TAHUN:

2000

ISSN:

1412-033X

**TERAKREDITASI BERDASARKAN KEPUTUSAN
DIRJEN DIKTI DEPDIKNAS RI No. 52/DIKTI/Kep/2002**

PEMIMPIN REDAKSI/PENANGGUNGJAWAB:

S u t a r n o

SEKRETARIS REDAKSI:

Ahmad Dwi Setyawan
Purin Candra Purnama

PENYUNTING PELAKSANA:

Marsusi, Solichatun (Botani), Edwi Mahajoeno, Agung Budiharjo (Zoologi),
Wiryanto, Kusumo Winarno (Biologi Lingkungan)

PENYUNTING AHLI:

Prof. Ir. Djoko Marsono, Ph.D. (UGM Yogyakarta)
Prof. Dr. Hadi S. Alikodra, M.Sc. (IPB Bogor)
Prof. Drs. Indrowuryatno, M.Si. (UNS Surakarta)
Prof. J.M. Cummins, M.Sc., Ph.D. (Murdoch University Australia)
Prof. Dr. Jusup Subagja, M.Sc. (UGM Yogyakarta)
Prof. Dr. R.E. Soeriaatmadja, M.Sc. (ITB Bandung)
Dr. Setijati Sastrapradja (Yayasan KEHATI Jakarta)
Dr. Dedi Darnaedi (Kebun Raya Bogor)
Dr. Elizabeth A. Wijaya (Herbarium Bogoriense Bogor)
Dr. Yayuk R. Suhardjono (Museum Zoologi Bogor)

BIODIVERSITAS, Journal of Biological Diversity mempublikasikan tulisan ilmiah, baik hasil penelitian asli maupun telaah pustaka (*review*) dalam lingkup keanekaragaman hayati (biodiversitas) pada tingkat gen, spesies, dan ekosistem. Setiap naskah yang dikirimkan akan ditelaah oleh redaktur pelaksana, redaktur ahli, dan redaktur tamu yang diundang secara khusus sesuai bidangnya. Dalam rangka menyongsong pasar bebas, penulis sangat dianjurkan menuliskan karyanya dalam Bahasa Inggris, meskipun tulisan dalam Bahasa Indonesia yang baik dan benar tetap sangat dihargai. Hingga nomor ini, jurnal dikirimkan kepada institusi-institusi yang meminta tanpa biaya pengganti, sebagai bentuk pertukaran pustaka demi mendorong penelitian, perlindungan dan pemanfaatan lestari keanekaragaman hayati. Jurnal ini terbit dua kali setahun, setiap bulan Januari dan Juli.

Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta juga menerbitkan **BioSMART, Journal of Biological Science** untuk mempublikasikan tulisan ilmiah, baik hasil penelitian asli maupun telaah pustaka (*review*) dalam lingkup biologi murni dan ilmu-ilmu serumpun. Jurnal ini terbit dua kali setahun, setiap bulan April dan Oktober.

PEDOMAN UNTUK PENULIS

Format penulisan pada nomor ini merupakan acuan utama bagi para penulis, adapun pedoman ini hanya merupakan ringkasannya. Setiap naskah harus disertai surat pengantar yang menyatakan bahwa tulisan merupakan hasil karya penulis atau para penulis dan belum pernah dipublikasikan. Penulis diminta mengirimkan dua kopi naskah dan satu disket ukuran 3 ½", kecuali naskah yang dikirim melalui e-mail. Pada koreksi terakhir kembali diminta satu disket untuk pencetakan.

Tulisan diketik pada satu sisi kertas putih, ukuran A4 (210x297 mm²), dalam satu kolom, menggunakan spasi ganda, jenis huruf *Times New Roman*, ukuran 12 point, dengan jarak tepi 2 cm di semua sisi. Program pengolah kata atau jenis huruf tambahan dapat digunakan, namun harus *PC compatible* dan berbasis *Microsoft Word*. **Nama ilmiah** (genus, spesies, author), dan kultivar atau strain disebutkan secara lengkap pada penyebutan pertama kali. Nama genus dapat disingkat setelahnya penyebutan yang pertama, kecuali menimbulkan kerancuan. Nama author dapat dihilangkan setelah penyebutan pertama. Misalnya pertama kali ditulis *Rhizopus oryzae* L. UICC 524, selanjutnya ditulis *R. oryzae* UICC 524. Nama daerah dapat dicantumkan apabila tidak menimbulkan makna ganda. Penyebutan nama ilmiah secara lengkap dapat diulang pada bagian Bahan dan Metode. **Tatanama kimia dan biokimia** mengikuti aturan IUPAC-IUB. Simbol-simbol kimia standar dan peningkatan untuk nama kimia dapat dilakukan apabila jelas dan umum digunakan, misalnya pertama kali ditulis lengkap butil hidrositoluen (BHT) selanjutnya ditulis BHT. **Ukuran metrik** menggunakan satuan SI, penggunaan satuan lain harus diikuti nilai ekuivalen dengan satuan SI pada penyebutan pertama. Peningkatan satuan, seperti g, mg, ml, dan sebagainya tidak diikuti titik. Indek minus (m⁻², l⁻¹, h⁻¹) disarankan untuk digunakan, kecuali dalam hal-hal seperti "per-tanaman" atau "per-plot". **Persamaan matematika** tidak selalu dapat dituliskan dalam satu kolom dengan teks, untuk itu dapat ditulis secara terpisah. **Angka** satu hingga sepuluh dinyatakan dengan kata-kata, kecuali apabila berhubungan dengan pengukuran, sedangkan nilai di atasnya dituliskan dalam angka, kecuali di awal kalimat. Pecahan sebaiknya dinyatakan dalam desimal. Dalam teks digunakan "%" bukannya "persen". Pengungkapan ide dengan kalimat yang rumit dan bertele-tele perlu dihindari, sebaiknya digunakan kalimat yang efektif dan efisien. Naskah hasil penelitian diharapkan tidak lebih dari 25 halaman (termasuk gambar dan tabel), naskah telaah pustaka menyesuaikan, masing-masing halaman berisi 700-800 kata, atau sebanding dengan naskah dalam nomor penerbitan ini.

Judul ditulis secara padat, jelas, dan informatif, maksimum 20 kata. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris untuk naskah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris saja untuk naskah dalam bahasa Inggris. Naskah yang terlalu panjang dapat dibuat berseri, tetapi naskah demikian jarang diterbitkan jurnal ini. **Judul pelari** (*running title*) sekitar 5 kata. **Nama penulis** atau para penulis pada naskah kelompok ditulis secara lengkap dan tidak disingkat. **Nama dan alamat institusi** ditulis lengkap dengan nama dan nomor jalan (lokasi), kode pos, nomor telepon, nomor faksimili, alamat e-mail dan website. Pada naskah kelompok perlu ditunjukkan penulis untuk korespondensi beserta alamat dengan urutan seperti di atas. **Abstract** sebaiknya tidak lebih dari 200 kata, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris untuk naskah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris saja untuk naskah dalam bahasa Inggris. **Kata kunci** (*Keywords*) sekitar 5 kata, meliputi nama ilmiah dan daerah (apabila ada), topik penelitian dan metode-metode khusus yang digunakan. **Pendahuluan** (*Introduction*) sekitar 400-600 kata, meliputi latar belakang, tinjauan pustaka dan tujuan penelitian. **Bahan dan Metode** (*Materials and Methods*) sebaiknya ditekankan pada cara kerja dan cara analisis data. **Hasil dan Pembahasan** (*Results and Discussion*) ditulis sebagai satu rangkaian, pada tulisan yang cukup panjang sebaiknya dibuat beberapa sub judul. Pembahasan merupakan jawaban pertanyaan *mengapa* dan *bagaimana* hasil penelitian dapat terjadi, bukan sekedar mengungkapkan kembali hasil penelitian dalam bentuk kalimat. Pembahasan yang lengkap dan menyeluruh lebih disukai dari pada pembahasan yang tidak tuntas. Naskah telaah pustaka tanpa sub judul Bahan dan Metode, serta Hasil dan Pembahasan. **Kesimpulan** (*Conclusion*) sebaiknya tetap diberikan, meskipun biasanya sudah terungkap pada Hasil dan Pembahasan. **Ucapan terima kasih** (*Acknowledgments*) apabila diperlukan ditulis secara singkat. **Gambar dan Tabel** maksimum 3 halaman, dapat dibuat dengan tinta cina atau printer laser. Judul gambar ditulis di bawah gambar, sedangkan judul tabel ditulis di atas tabel. Foto dicetak pada kertas *glossy* dan diberi keterangan. Gambar berwarna dapat diterima apabila informasi ilmiah dalam naskah dapat hilang tanpa gambar tersebut. Setiap gambar dan foto sebaiknya menyertakan file digital. Penulis dianjurkan menyertakan foto atau gambar untuk sampul depan, meskipun tidak dimuat dalam naskah

sendiri. **Tidak ada lampiran**, semua data atau analisis data dimasukkan dalam Hasil dan Pembahasan.

Pustaka dalam naskah ditulis dalam bentuk nama belakang penulis dan tahun. Pada kalimat yang diacu dari beberapa penulis, maka nama penulis diurutkan berdasarkan kebaruan pustaka. Naskah yang ditulis oleh dua penulis, maka nama keduanya disebutkan, sedang naskah yang ditulis oleh tiga penulis atau lebih, maka hanya nama penulis pertama ditulis diikuti *et al.* atau dkk., misalnya: Sprent dan Sprent (1990) atau (Suranto *et al.*, 1998; Baker and Manwell, 1991; Smith 1982a, b). Pada sitasi bertingkat digunakan kata *cit* atau dalam, misalnya (Gyorgy, 1991 *cit* Coward, 1999) atau Gyorgy (1991, dalam Coward, 1999).

Daftar Pustaka diketik dengan spasi ganda. Sitasi mengikuti CBE-ELSE-Vancouver style dengan modifikasi sebagai berikut:

Jurnal:

Suranto, S., K.H. Gough, D.D. Shukla, and C.K. Pallaghy. 1998. Coat protein sequence of Krish-infecting strain of Johnson-grass mosaic potyvirus. *Archives of Virology* 143: 1015-1020.

Buku:

Sprent, J.I., and P. Sprent. 1990. *Nitrogen Fixing Organisms: Pure and Applied Aspects*. London: Chapman and Hall.

Bab dalam buku:

Baker, C.M.A. and C. Manwell. 1991. Population genetics, molecular markers and gene conservation of bovine breeds. In: Hickman, C.G. (ed.). *Cattle Genetic Resources*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V.

Abstrak:

Liu, Q., S. Salih, J. Ingersoll, R. Meng, L. Owens, and F. Hammerschlag. 2000. Response of transgenic 'Royal Gala' apple (*Malus x domestica* Borkh.) shoots, containing the modified cecropin MB39 gene to *Erwinia amylovora* [084]. *Abstracts of 97th Annual International Conference of the American Society for Horticultural Science*. Lake Buena Vista, Florida, 23-26 July 2000.

Prosiding:

Alikodra, H.S. 2000. Keanekaragaman hayati bagi pembangunan daerah otonom. Dalam: Setyawan, A.D. dan Sutarno (ed.). *Menuju Taman Nasional Gunung Lawu, Prosiding Semiloka Nasional Konservasi Biodiversitas untuk Perlindungan dan Penyelamatan Plasma Nutfah di Pulau Jawa*. Surakarta, 17-20 Juli 2000.

Skripsi, Tesis, Disertasi:

Purwoko, T. 2001. *Biotransformasi Isoflavon oleh Rhizopus oryzae UICC 524 dan Aktivitas Antioksidan Isoflavon Aglikon dari Tempe terhadap Oksidasi Minyak Kedelai*. [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia.

Informasi dari Internet:

Rosauer, D. 1998. *Forest Disturbance and Succession*. <http://www.anu.edu.au/Forestry/silvinate/ daniel/chapter1/1.1.html>

Naskah publikasi "*in press*" dapat disitasi dan dicantumkan dalam daftar pustaka. "Komunikasi pribadi" dapat disitasi, tetapi tidak dapat dicantumkan dalam daftar pustaka. Penelitian yang tidak dipublikasikan atau sedang dalam tahap pengajuan publikasi tidak dapat disitasi.

Beberapa catatan tambahan. Naskah diketik tanpa tanda hubung (-), kecuali kata ulang. Penggunaan huruf "i" (el) untuk "1" (satu) atau "O" (oh) untuk "0" (nol) perlu dihindari. Simbol α , β , χ , dan lain-lain dimasukkan melalui fasilitas insert, bukan mengubah jenis huruf. Kata-kata dan tanda baca sesudahnya tidak diberi spasi.

Kemajuan Naskah. Pemberitahuan naskah dapat diterima atau ditolak akan diberitahukan sekitar satu bulan setelah pengiriman. Naskah dapat ditolak apabila materi yang dikemukakan tidak sesuai dengan misi jurnal, kualitas materi rendah, format tidak sesuai, gaya bahasa terlalu rumit, terjadi ketidakjujuran keaslian penelitian, dan korespondensi tidak ditanggapi. Penulis atau penulis pertama pada naskah kelompok akan mendapatkan satu eksemplar jurnal yang memuat tulisannya selambat-lambatnya sebulan setelah naskah diterbitkan. Penulis akan kembali mendapatkan satu eksemplar jurnal nomor penerbitan berikutnya.

PENTING: Penulis atau para penulis dalam naskah kelompok setuju memindahkan hak cipta (*copyright*) naskah yang diterbitkan **BIODIVERSITAS, Journal of Biological Diversity** kepada Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta. Penulis tidak lagi diperkenankan menerbitkan naskah secara utuh tanpa ijin penerbit. Penulis atau pihak lain diperkenankan memperbanyak naskah dalam jurnal ini selama tidak untuk tujuan komersial. Untuk penemuan baru, penulis disarankan mengurus hak patennya sebelum mempublikasikan dalam jurnal ini.

Variasi Genetik Ikan Anggoli (*Pristipomoides multidens*) berdasarkan Pola Pita Allozim

Genetic variation of Anggoli fish (*Pristipomoides multidens*) based on allozyme patterns

ENDANG WIGATI¹, SUTARNO¹, HARYANTI²

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126
Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol, Bali

Diterima: 15 April 2002. Disetujui: 20 Juni 2003

ABSTRACT

The objectives of the research were to study the genetic variation and allozyme band pattern of *Pristipomoides multidens* from several locations of Indonesian sea based on the pattern of allozyme. Samples of the fish were collected from three geographically different water areas of Bali, Sumbawa and Moluccas. Ten different enzymes, ADH, MDH, LDH, α -GPD, PGM, GPI, IDH, ME, EST and SP were used in this study. Polymorphic loci of genetic variation were in line with the Hardy-Weinberg's equilibrium. The genetic variation was calculated based on the proportion of polymorphic loci, frequency of allele, amount of allele per locus, and heterozygosity. The results of this research indicate that from the 10 different enzymes, 16 loci were detected, and 3 of them were polymorphic (PGM-1, GPI-1 and EST). Population of Moluccas has 2 polymorphic loci (PGM-1 and GPI-1) by proportion of 13%, however, population from Bali and Sumbawa has only 1 polymorphic locus (EST-1) with the value of 6%. The allelic number per locus was 1.06 – 1.125, while the observed heterozygosity (D) of the populations was 0.005. The fish population of Moluccas is having better genetic variation than that of population from Bali and Sumbawa. The genetic distance between populations was between 0.002 – 0.005. The closest genetic distance is between Bali and Sumbawa (D = 0.002), while the longest genetic distance was resulted between populations of Sumbawa and Moluccas (D = 0.005). Based on the UPGMA cluster analysis for the genetic distances, indicated that there was 2 main geographic groups, (1) Moluccas, and (2) Bali and Sumbawa as single population.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: allozyme, genetic variation, *Pristipomoides multidens*.

PENDAHULUAN

Ikan *Pristipomoides multidens* merupakan salah satu jenis ikan kakap. Ikan ini hidup di batuan karang dengan kedalaman 60-180 m (Ovenden *et al.*, 1996). *P. multidens* bersifat karnivora, jenis makanannya ikan, udang, kepiting, lobster, cumi-cumi, dan gastropoda (Allen, 1985). Penangkapan ikan ini mengalami peningkatan, pada periode 1990-1997 penangkapan *P. multidens* di Australia Barat meningkat dari 9 ton menjadi 329 ton (Ovenden *et al.*, 1996). Apabila hal ini dilakukan secara terus menerus selain dapat merusak lingkungan juga akan menurunkan populasi dan variasi genetik ikan. Penurunan variasi genetik ditentukan oleh lokus polimorfik, heterozigositas dan jumlah alel per lokus (Permana *et al.*, 2001).

Variasi genetik dapat dianalisis menggunakan elektroforesis allozim. Prinsipnya, apabila suatu molekul biologi berada dalam suatu medan listrik, maka molekul-molekul akan ditarik berlawanan dengan medan listrik, sehingga molekul-molekul yang

bermuatan positif akan bermigrasi ke elektroda negatif dan molekul-molekul yang bermuatan negatif akan bermigrasi ke elektroda positif (Macaranas, 1991). Isozim atau allozim adalah suatu enzim yang mempunyai bentuk molekul yang berbeda-beda tetapi mempunyai aktifitas katalitik yang sama dari suatu jaringan atau organ (Suranto, 2000). Isozim biasa ditemukan di dalam serum dan jaringan vertebrata, insekta, tumbuhan, dan organisme uniseluler. Jaringan yang berbeda dapat mengandung isozim yang berbeda dengan aktivitas pada substrat yang berbeda-beda pula (Murray *et al.*, 1996).

Variasi protein dan enzim dapat digunakan sebagai *marker* untuk mengidentifikasi perbedaan genetik antar populasi dalam pengembangan budidaya ikan (Sugama *et al.*, 1998). Pola pita allozim atau isozim dapat pula digunakan untuk mengetahui adanya *inbreeding* (perkawinan sekerabat), *gen flow* (pertukaran gen) antar populasi, dan memperbaiki mutu genetik. Metode ini telah banyak digunakan untuk mengetahui variasi genetik dan telah dicobakan pada



Gambar 1.a. Peta lokasi penelitian, (1) Bali, (2) Sumbawa, dan (3) Maluku. b. Ikan Anggoli (*P. multidens*).

beberapa jenis ikan antara lain ikan bandeng (Sugama dan Priyono, 1998), *Penaeus monodon* (Sugama et al., 1996, 2002; Imron et al., 1999) dan *Lutjanus malabaricus* (Elliott, 1996). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman pola pita allozim dan variasi genetik ikan *P. multidens* dari perairan Bali, Sumbawa, dan Maluku.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol, Bali, pada bulan Juni s.d. Oktober 2002.

Bahan dan Alat

Sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini ditangkap dari perairan Bali, Sumbawa, dan Maluku. Jaringan yang dipergunakan adalah daging dan hati. Ekstraksi jaringan dan *starch gel electrophoresis* yang digunakan mengikuti metode Sugama et al. (1996). Bahan kimia yang digunakan adalah: *Potatoes Starch*, *Hydrolysed Potato Starch* (*Starch Art Corporation*), $MgCl_2$ 1M, KCN 0,1 N, *buffer Citric Acid Aminopropylmorpholine* (CAMP) pH 6, asam sitrat 7%, gliserine, *Fast Blue Marker*, dan larutan pewarna. Diperlukan pula akuades, kertas saring, plastik *wrap* dan es batu. Alat-alat yang digunakan adalah cetakan gel, neraca digital, *sample plate*, *freezer*, *refrigerator*, *power supply*, mistar, pinset, skalpel, *erlenmeyer*, pemanas, sarung tangan, gelas ukur, gergaji dengan senar gitar, inkubator, aspirator, lempeng plastik tebal 1 mm, dan seperangkat peralatan elektroforesis.

Enzim yang diamati sebanyak 10 enzim yaitu ADH (*Alcohol Dehydrogenase*), MDH (*Malate Dehydrogenase*), LDH (*Lactate Dehydrogenase*), α -GPD (α -

Glycerophosphate Dehydrogenase), PGM (*Phosphoglucomutase*), GPI (*Glucose Phosphate Isomerase*), IDH (*Isocitrate Dehydrogenase*), ME (*Malic Enzyme*), SP (*Sarcoplasmic Protein*) dan EST (*Esterase*). Prosedur pewarnaan mengikuti metode dari Shaw dan Prasad (1970).

Cara Kerja

Metode yang digunakan adalah elektroforesis allozim dengan teknik pemotongan gel horizontal, meliputi preparasi *buffer*, preparasi *starch gel* (gel pati), preparasi jaringan, *running* elektroforesis, pengirisan gel, pewarnaan gel, interpretasi pita hasil elektroforesis dan analisis hasil.

Prosedur mendapatkan sampel

Sampel ikan *P. multidens* diperoleh dengan penangkapan di tiga lokasi, yakni Bali, Sumbawa, dan Maluku, masing-masing sebanyak 43, 40, dan 41 ekor dengan ukuran seragam. Ikan yang didapatkan dari alam selanjutnya dibungkus dengan plastik satu persatu dan dimasukkan langsung ke dalam termos es. Setelah sampai di laboratorium dipindahkan dalam *freezer* bersuhu $-20^{\circ}C$.

Preparasi *buffer* elektroforesis. *Buffer* elektroforesis dibuat berdasarkan metode Sugama et al., (1996), dengan cara sebagai berikut *amino propylmorpholine* sebanyak 4 ml dicampur dengan 15 g asam sitrat dalam *erlenmeyer* 1000 ml, selanjutnya ditambahkan aquadest hingga volume larutan mencapai 1000 ml, larutan dihomogenkan dengan menggunakan *stirrer*.

Preparasi gel pati. Gel dibuat dengan cara menimbang 20 g *potato starch* dan 28 g *hydrolyzed potato starch*, dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* 1000 ml. Dibagian lain dimasukkan 2 ml $MgCl_2$, 10 ml KCN dan 8 ml *buffer* CAMP pH 6 ke dalam gelas ukur 1000 ml, dikocok dan ditambahkan aquadest hingga

volume mencapai 400 ml, larutan tersebut dituang ke dalam *erlenmeyer* yang berisi *potato starch* dan dikocok hingga larut. Kemudian dipanaskan di atas pemanas sambil dikocok sampai muncul gelembung-gelembung halus. Gelembung-gelembung halus tersebut dikeluarkan dengan aspirator, dan gel pati dituang ke dalam cetakan ukuran 20x12x1cm. Setelah dingin dan memadat gel ditutup dengan plastik *wrap* untuk menghindari gelembung udara dan selanjutnya disimpan dalam ruangan bersuhu 20-25°C selama 20 jam atau sampai digunakan.

Tabel 1. Enzim yang termasuk kelompok NAD (+) dan komposisi larutan pewarna yang digunakan dalam elektroforesis.

No	Enzim	Larutan Pewarna	Buffer (10 ml) 0,2 M Tris-HCl
1	<i>Alcohol Dehydrogenase</i> (ADH)	<i>Ethanol</i> (95%) Lar. NAD (+)	pH 8,7
2	<i>Malate Dehydrogenase</i> (MDH)	Lar. NAD (+) <i>DL-Malate 2 Na</i>	pH 8,7
3	<i>Lactate Dehydrogenase</i> (LDH)	Lar. NAD (+) 50% <i>Na-Lactate</i>	pH 8,7
4	α - <i>Glycerophosphate Dehydrogenase</i> (α - GPD)	Lar. NAD (+) <i>Naα-Glycerophosphate</i> EDTA	pH 8,7 (7,1)

Keterangan: Larutan NAD (+) terdiri dari: NAD (+) = 6 mg; PMS = 1 mg; DW = 8 ml; NBT (0,1%) = 2 ml.

Tabel 2. Enzim yang termasuk kelompok NADP dan komposisi larutan pewarna yang digunakan dalam elektroforesis.

No	Enzim	Larutan Pewarna	Buffer (10 ml) 0,2 M Tris-HCl
1	<i>Posphoglucomutase</i> (PGM)	Lar. NADP <i>Na₂glucose 1-phosphate</i> MgCl ₂ G6PDH	pH 8,0
2	<i>Glucose Phosphate Isomerase</i> (GPI)	Lar. NADP <i>Fructose 6-phosphate</i> G6PDH	pH 8,0
3	<i>Isocitrate Dehydrogenase</i> (IDH)	Lar. NADP <i>Na₃ Isocitrate</i> MnCl ₂ - 4 H ₂ O	pH 8,0
4	<i>Malic Enzyme</i> (ME)	Lar. NADP <i>BL-Malate 2 Na</i>	pH 8,0

Keterangan: Larutan NADP terdiri dari : NADP = 6 mg; PMS = 1 mg; DW = 8 ml; NBT (0,1%) = 2 ml.

Tabel 3. Enzim yang tidak termasuk kelompok NAD (+) dan NADP serta komposisi larutan pewarna yang digunakan dalam elektroforesis.

No	Enzim	Larutan Pewarna	Buffer (10 ml) 0.2 M Tris-HCl
1	<i>Sarcoplasmic protein</i>	0.1% <i>Amido Black 10 B</i> (<i>Acetic Acid 7%</i>)	20 ml
2	<i>Esterase</i>	α - <i>Naphthyl Acetat</i> <i>Fast Blue RR</i>	10 mg 20mg Aseton 1 ml pH 7.0

Preparasi jaringan. Jaringan yang banyak digunakan untuk melihat struktur enzim dengan menggunakan elektroforesis pada beberapa jenis ikan secara umum adalah hati dan daging. Jaringan diambil dengan pisau skalpel dan pinset, diletakkan dalam *sample plate*, ditutup dengan plastik *wrap* dan selanjutnya disimpan dalam *freezer* bersuhu -20°C. Pada saat akan dilakukan analisis, sampel dikeluarkan dari *freezer* dan dikeringanginkan dalam suhu ruangan sehingga enzim dalam jaringan akan keluar. Potongan kertas saring ukuran 5x10 mm ditempelkan pada sayatan jaringan dan dibiarkan beberapa saat. Setelah tampak basah karena menyerap enzim yang keluar dari jaringan, potongan kertas saring siap diaplikasikan pada gel.

Running elektroforesis. Gel yang telah membeku dilepas dari cetakan dan tinggal menempel pada lempeng kaca, kemudian dibelah menjadi dua bagian, sisi kanan untuk elektroda positif dan sisi kiri untuk elektroda negatif. Gel yang telah dibelah diregangkan, di bawah lempeng kaca, tepat di bawah celah antara dua belahan gel diletakkan mistar yang telah ditandai oleh skala jarak (\pm 0,5 cm) antara satu sampel dengan sampel yang lainnya pada gel. Kertas saring yang telah menyerap enzim dari jaringan diletakkan berurutan diantara belahan gel. Setiap satu gel dapat digunakan untuk 20-24 sampel. Pada kedua ujung dan bagian tengah belahan gel ditempelkan *marker* dari kertas saring yang telah direndam dalam *Fast Blue Marker* untuk mengetahui gerakan molekul enzim. Selanjutnya kedua belahan gel tersebut disatukan kembali, bingkai cetakan dipasang kembali lalu ditutup dengan plastik *wrap*.

Selanjutnya gel diletakkan di atas nampan elektroforesis, yang telah dituangi larutan *buffer* CAMP pH 6. Kedua sisi gel dihubungkan dengan larutan CAMP pH 6 pada nampan elektroforesis menggunakan selembur kain elektroda. Bagian atas gel ditaruh kotak yang berisi air dan es batu untuk menghindari gel terlalu panas. *Running* dilakukan dalam *refrigerator* (4°C) dengan arus konstan 80 mA/cm², voltase 110 volt, selama 240 menit (4 jam).

Pengirisan gel. Gel hasil *running* diangkat, kertas saring bekas penanda dan ekstrak jaringan diambil dari gel. Ukuran gel diperkecil dengan memotong 1 cm semua sisi.

Pemotongan dilakukan dengan tidak melampaui batas penanda dan bekas ekstrak jaringan. Bingkai dilepas dan sisa potongan gel dibuang, lempengan kaca tempat gel menempel dibersihkan dan permukaan gel dikeringkan menggunakan kertas penyerap (tisu). Lempengan plastik (195X125X1mm) diletakkan pada permukaan bagian atas gel. Gel akan melekat kuat pada lempeng plastik tersebut, bingkai dipasang kembali. Di atas lempeng plastik diletakkan lempengan kaca kemudian gel dibalik ke kiri sehingga bagian atas berada di bawah, di atas gel diletakkan lempeng kaca. Gel dipotong tipis setebal 1 mm dengan menggunakan senar gitar. Setiap selesai satu irisan, ditambahkan lempeng plastik 1 mm pada bagian bawah sebagai alas, demikian seterusnya sampai gel teriris semua. Dengan memutar ke arah kiri, gel dibalik lagi sehingga posisi seperti semula. Kaca dan lempeng plastik paling atas dilepaskan. Pojok kanan atas dipotong sedikit untuk menandai nomor sampel. Gel dipotong dua bagian tepat pada penanda batas (di tengah). Setiap irisan diambil secara hati-hati selanjutnya gel ditempatkan di dalam wadah kotak *polyethylene* untuk pewarnaan.

Pewarnaan. Pewarnaan yang dilakukan tergantung dari jenis enzim yang akan dianalisis. Dalam penelitian ini digunakan kelompok enzim yang memerlukan koenzim *Nicotinamida Adenine Dinucleotida* (NAD⁺) yaitu ADH, MDH, LDH dan α -GPD. Untuk kelompok enzim *Nicotinamida Adenine Dinucleotida Phosphate* (NADP) yaitu PGM, GPI, IDH dan ME. Koenzim NAD (+) dan NADP berperan dalam pemindahan hidrogen dan ion H⁺. Enzim EST dan SP merupakan jenis enzim yang hanya memerlukan substrat dan pewarna. Selain itu reagen lain yang digunakan adalah PMS (*Phenazine methosulfat*) dan NBT (garam *Nitroblue Tetrazolium*). PMS berperan sebagai pengemban elektron antara NADH atau NADPH dan zat warna, yang menyebabkan warna NBT tereduksi dari tidak berwarna menjadi berwarna biru. Enzim dan komposisi larutan pewarna merupakan yang digunakan dalam elektroforesis merupakan metode yang sehari-hari digunakan di Laboratorium Bioteknologi Perikanan Pantai Gondol, Bali (Tabel 1, 2, dan 3).

Gel yang telah diiris-iris kemudian disiram dengan larutan pewarna sesuai dengan jenis enzim yang akan dianalisis, kemudian diinkubasi ke dalam inkubator pada suhu 50°C. Setelah pita yang muncul tampak jelas, inkubasi segera dihentikan dengan membuang larutan pewarna dan menggantinya dengan *acetic acid* sebagai larutan *stopper*. Dua puluh jam kemudian larutan *stopper* diganti gliserin 10%.

Interpretasi pita. Di dalam menginterpretasikan pita, penamaan lokus dan alel mengikuti metode Allendorf dan Utter (1979) dalam Sugama *et al.* (1996). Lokus dikatakan monomorfik apabila setiap lokus hanya terdiri dari satu pita, sedangkan polimorfik apabila terdiri lebih dari satu pita tergantung jenis enzimnya, monomer, dimer, tetramer dan seterusnya.

Analisis Data

Uji *Chi-square* digunakan untuk menentukan keabsahan genotip yang teramati yang diduga dengan hukum kesetimbangan Hardy-Weinberg. Lokus dianggap polimorfik jika apabila alel frekuensinya dibawah 0.99 (Permana *et al.*, 2001). Heterozigositas teramati (Ho) diketahui dengan menghitung genotip yang teramati, dengan menjumlah individu yang heterosigot dengan jumlah individu yang dianalisis. Jarak genetik antar populasi dihitung menggunakan software GENEPOP. Cluster dari sampel didasarkan pada matrik jarak genetik yang ditampilkan dalam bentuk dendrogram dengan menggunakan metode *Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Averages* (UPGMA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan spesifik dan buffer

Hasil analisis spesifik jaringan dan *buffer* yang digunakan untuk analisis allozim pada ikan *P. multidens* selengkapnya disajikan pada tabel 4. Dari Tabel 4 tampak bahwa kedua jaringan (hati dan otot) memberi hasil penampakan pita enzim yang jelas, kecuali pada jaringan otot enzim yang tidak muncul

Tabel 4. Enzim yang diuji, lokus teramati, jaringan dan system *buffer* yang digunakan, mobilitas dan polimorfisme pada ikan *P. multidens*.

Enzim	Lokus	Buffer CAM P-6	Jaringan		Mobilitas	Polimorfisme
			Otot	Hati		
<i>Alcohol Dehydrogenase</i>	ADH	+++	-	+++	(-)	M
<i>Lactate Dehydrogenase</i>	LDH	++	+++	-	(+)	M
<i>Glucose Phosphate Isomerase</i>	GPI-1	+++	++	+++	(+)	P
	GPI-2		++	+++	(+)	M
α - <i>Glycerol phosphate Dehydrogenase</i>	α -GPD	+++	+++	++	(+)	M
<i>Phosphoglucosmutase</i>	PGM-1	+++	++	+++	(+)	P
	PGM-2		++	+++	(+)	M
<i>Esterase</i>	EST	+++	-	+++	(+)	P
<i>Isocitrat Dehydrogenase</i>	IDH	+++	-	+++	(+)	M
	MDH-1	+++	+++	-	(+)	M
	MDH-2		+++	-	(+)	M
<i>Malic Enzyme</i>	MDH-3		+++	-	(+)	M
	ME-1	+++	+++	++	(+)	M
	ME-2		+++	++	(+)	M
<i>Sarcoplasmic Protein</i>	SP-1	+++	++	+++	(+)	M
	SP-2		++	+++	(+)	M

Keterangan: M: monomorfik; ++: pita kurang jelas; (+): kutub positif; P: polimorfik; -: pita tidak muncul; (-): kutub negatif; +++: pita tampak jelas.

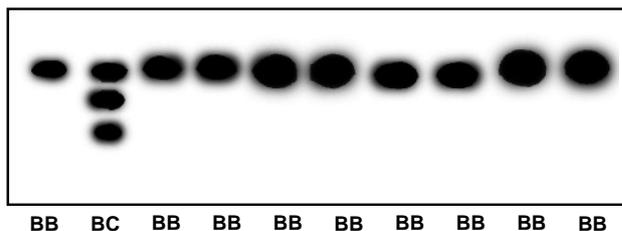
adalah ADH, EST, dan IDH. Pada jaringan hati yaitu enzim Ldh dan Mdh. Ketidak munculan ini mungkin disebabkan oleh sifat enzim yang khas yaitu enzim memiliki aktivitas spesifik sebagai katalisator pada jaringan tertentu, disintesis pada jaringan tertentu sesuai dengan fungsinya dan bekerja pada jenis *buffer* tertentu pula (Sarjoko, 1991). Selain itu aktivitas enzim pada tubuh ikan sangat dipengaruhi oleh ukuran atau umur ikan selama fase pertumbuhan dan organ spesifik pada tubuh seperti daging (otot), mata, jantung dan hati. Digunakannya kedua jaringan tersebut karena hasil penelitian terdahulu menyebutkan bahwa jaringan otot dan hati memberi hasil yang baik. Misal penelitian yang dilakukan Soewardi (1995) pada ikan Gurame serta Sugama dan Prijono (1998) pada ikan bandeng.

Menurut Hara dan Na-Nakorn (1996) penampakan pita enzim dipengaruhi oleh kondisi *buffer* seperti komposisi kimianya, pH dan konsentrasi larutan. Larutan penyangga (*buffer*) berfungsi untuk menyangga terjadinya perubahan pH selama proses elektroforesis berlangsung, yaitu sebagai asam pada kutub positif (anoda) dan basa pada kutub negatif (katoda) (Harris dan Hopkinson, 1976).

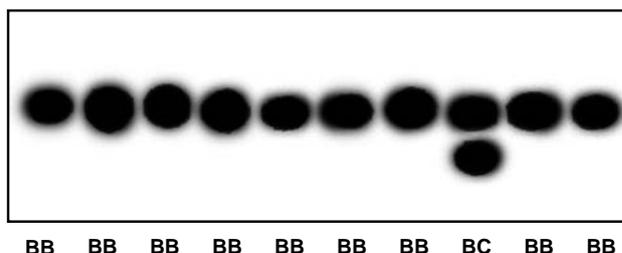
Mobilitas enzim dipengaruhi oleh muatan listrik yang dimiliki protein yang ditentukan oleh komposisi asam amino dan pH medium. Dalam suatu medium listrik dengan konsentrasi gel dan garam-garam tertentu, protein akan bergerak ke arah kutub yang memiliki muatan berlawanan dengan laju yang proposional terhadap muatan dan konformasinya. Selanjutnya muatan bersih setiap protein bergantung kepada pH lingkungan (pH *buffer* dan gel). Pada kondisi pH tinggi, gugus karboksil akan bermuatan positif, sedangkan pada pH rendah gugus aminonya akan bermuatan positif (Murphy *et al.*, 1990).

Variasi genetik

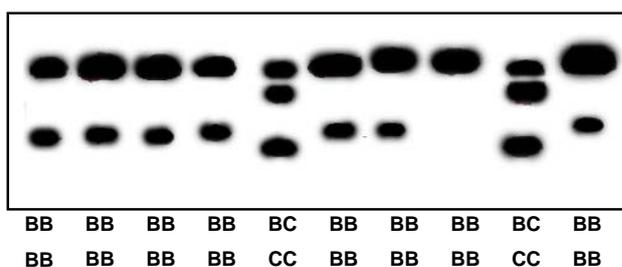
Hasil analisis elektroforesis pada 10 enzim yang digunakan terdeteksi 16 lokus dan 3 diantaranya bersifat polimorfik yaitu GPI, PGM, EST (Gambar 1, 2 dan 3). Berdasarkan data zimogram tersebut dapat dihitung jumlah genotip yang teramati, frekuensi alel 3 lokus polimorfik dan nilai harapan Hardy-Weinberg (Tabel 5). Frekuensi genotip ketiga lokus polimorfik pada ketiga populasi menunjukkan proporsi genotip berada dalam kesetimbangan Hardy-Weinberg



Gambar 1. Pola pita enzim GPI pada ikan *P. multidens*.



Gambar 2. Pola pita enzim PGM pada ikan *P. multidens*.



Gambar 3. Pola pita enzim EST pada ikan *P. multidens*.

dengan uji *Chi-Square* (χ^2). Suatu kondisi dikatakan setimbang jika nilai χ^2 dari semua lokus lebih kecil dari nilai χ^2 tabel (0.05) = 3,84 (Sugama *et al.*, 1988 dalam Wibowo, 2001).

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai χ^2 ketiga lokus polimorfik berkisar antara 0,007 sampai 0,417. Hal ini berarti populasi ikan *P. multidens* berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg. Sedang suatu lokus dianggap polimorfik bila frekuensi dari alel yang paling sering muncul sama atau kurang dari 0,99 (Sugama dan Prijono, 1998; Permana dkk., 2001;

Tabel 5. Genotip teramati, frekuensi alel pada lokus polimorfik dan harapan Hardy-Weinberg (χ^2) pada ikan *P. multidens*.

Lokasi	N	Lokus	Obs/ Exp	Genotip			Frekuensi alel			χ^2			
				AA	AB	AC	BB	BC	CC		A	B	C
Bali	43	EST	Obs	-	-	-	39	2	2	-	0.930	0.070	0.417
			Exp	-	-	-	37.191	5.599	0.211	-	-	-	-
Sumbawa	40	EST	Obs	-	-	-	36	4	-	-	0.950	0.050	0.11
			Exp	-	-	-	36.1	3.8	0.1	-	-	-	-
Maluku	41	GPI	Obs	-	-	-	40	1	-	-	0.989	0.012	0.007
			Exp	-	-	-	40.103	0.973	0.006	-	-	-	-
		PGM	Obs	-	-	-	39	2	-	-	0.976	0.024	0.027
			Exp	-	-	-	39.056	1.921	0.024	-	-	-	-

Murphy *et al.*, 1990). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa frekuensi alel ketiga lokus polimorfik kurang dari 0,99.

Variasi ikan di alam maupun budidaya dapat dilihat dari proporsi lokus polimorfik, jumlah alel per lokus dan heterozigositas. Hasil perhitungan ketiga parameter tersebut disajikan pada Tabel 6. Pada Tabel 6 terlihat bahwa jumlah lokus polimorfik dari ketiga populasi berkisar antar 1 hingga 2 dan proporsi lokus polimorfiknya antara 0.06 (6%) sampai 0.13 (13%). Populasi Maluku mempunyai jumlah lokus polimorfik dan alel perlokus tertinggi yaitu 2 lokus dengan proporsi 13% dan jumlah alel perlokus sebesar 1.125, sedang Bali dan Sumbawa hanya 1 lokus dengan proporsi 6% dan jumlah alel perlokus sebesar 1.06. Untuk nilai heterozigositas teramati (H_o) yaitu 0.003 (Bali), 0.006 (Sumbawa) dan 0.005 (Maluku) dengan rata-rata 0.005. Heterozigositas harapan (H_e) yaitu 0.008 (Bali), 0.006 (Sumbawa) dan 0.004 (Maluku). Nilai perbandingan H_o/H_e berkisar antara 0.375 hingga 1.25.

Tabel 6. Ringkasan variasi genetik ikan *P. multidens* dari tiga populasi berdasarkan 16 lokus enzim hasil elektroforesis.

Parameter	Populasi		
	Bali	Sumbawa	Maluku
Jumlah sampel	43	40	41
Jumlah lokus	16	16	16
Jumlah lokus polimorfik	1	1	2
Proporsi lokus polimorfik	0.06	0.06	0.13
	6%	6%	13%
Jumlah alel perlokus	1.06	1.06	1.125
Heterozigositas teramati (H_o)	0.003	0.006	0.005
Heterozigositas harapan (H_e)	0.008	0.006	0.004
H_o / H_e	0.375	1	1.25

Menurut Allendorf dan Utter (1979) dalam Sugama dan Priyono (1998) menjelaskan bahwa penilaian variasi genetik di alam yang terbaik dengan melihat nilai rata-rata heterozigositas teramati. Bila dilihat nilai heterozigositas rata-ratanya, maka ketiga populasi ikan *P. multidens* mempunyai nilai sebesar 0,005. Nilai ini masih lebih rendah dibandingkan ikan laut lainnya. Sugama dan Priyono (1998) mendapatkan nilai heterozigositas rata-rata untuk ikan bandeng (*Chanos chanos*) adalah 0.068, Imron *et al.*, (1999) mendapatkan nilai 0.036 untuk udang (*Penaeus monodon*), dan Wibowo (2001) mendapatkan nilai 0.012 untuk ikan Napoleon Wrasse.

Rendahnya variasi genetik ikan tersebut kemungkinan diakibatkan oleh adanya perkawinan acak yang sangat sedikit, sehingga terjadi pembatasan pertukaran gen dari beberapa pasangan yang

melakukan perkawinan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya perkawinan sekerabat (*inbreeding*) yang tinggi. Apabila *inbreeding* dibiarkan terjadi secara berulang-ulang maka peluang munculnya individu homozigot akan lebih tinggi. Jika suatu populasi nilai homozigositasnya tinggi maka akan muncul kemungkinan rentan terhadap perubahan lingkungan dan serangan penyakit, sehingga peluang dan daya kelulushidupan rendah. Sebaliknya suatu populasi dengan nilai heterozigositas semakin tinggi, maka variasi genetiknya juga tinggi. Populasi dengan variasi genetik tinggi memiliki peluang hidup yang lebih baik untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan (Harit, 1980 dalam Imron, 1998).

Berdasarkan nilai keragaman genetik yang diperoleh (Tabel 6) dapat dikatakan bahwa populasi ikan *P. multidens* yang berasal dari perairan Maluku memiliki tingkat variasi genetik lebih tinggi dibandingkan dengan populasi Bali dan Sumbawa. Kecilnya variasi genetik antara Bali dan Sumbawa menunjukkan adanya aliran gen yang bebas dari kedua populasi sebagai akibat berdekatan jarak geografisnya.

Selain itu rendahnya nilai variasi genetik ikan *P. multidens* karena ikan ini termasuk jenis ikan karang dan tidak mempunyai sifat migrasi atau hanya bermigrasi jarak pendek, sehingga tidak ada pertukaran gen dengan populasi ikan tersebut. Pemakaian jumlah sampel yang digunakan untuk analisis juga berpengaruh. Semakin sedikit sampel yang digunakan peluang untuk mendapatkan lokus polimorfik akan sedikit sehingga nilai heterozigositasnya juga sedikit. Jika sampel yang digunakan jumlahnya banyak maka peluang mendapatkan lokus polimorfik semakin banyak.

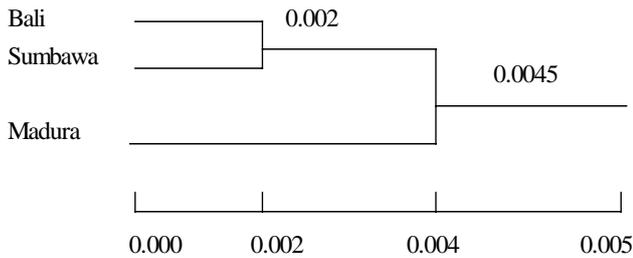
Menurut Grant *et al.* (1987) dalam Sugama dan Priyono (1998) mengatakan bahwa perbedaan frekuensi alel diantara populasi ikan laut berasal dari tiga tekanan yaitu migrasi, *random genetic drift* (penyimpangan genetik secara acak) dan seleksi alam. Dikatakan pula sedikit atau tidak adanya perbedaan genetik diantara populasi ikan laut dikarenakan besarnya potensi *gen flow* (pertukaran gen) diantara populasi, berkurangnya penyimpangan genetik dalam populasi yang sangat besar atau kombinasi dari mekanisme ini.

Jarak genetik

Jarak genetik populasi ikan *P. multidens* ditampilkan dalam bentuk dendrogram dengan menggunakan metode *Unweighted Pairs Group Method With Arithmetic Averages* (UPGMA) (Gambar 4). Berdasarkan tabel matrik jarak genetik (Tabel 7) dan dendrogram jarak genetik (Gambar 4) dapat dijelaskan bahwa populasi ikan *P. multidens* dari perairan Bali dengan Sumbawa memiliki jarak genetik atau hubungan kekerabatan yang paling dekat, dengan nilai $D= 0.002$, sedang populasi Maluku mempunyai jarak genetik (hubungan kekerabatan) terjauh dengan nilai $D= 0.005$.

Tabel 7. Matrik jarak genetik untuk ketiga populasi ikan *P. multidentis* berdasarkan pada lokus polimorfik.

Populasi	Bali	Sumbawa	Maluku
Bali	-		
Sumbawa	0.002	-	
Maluku	0.004	0.005	-

**Gambar 4.** Dendrogram jarak genetik ikan *P. multidentis*.

Mengacu pada nilai jarak genetik dan perbedaan dalam frekuensi alel diantara pasangan populasi, bisa dinyatakan bahwa populasi Maluku cukup bebas dari populasi yang lain. Untuk populasi Bali dan Sumbawa bisa dianggap sebagai populasi tunggal. Sebab dilihat dari segi geografis Kepulauan Maluku mempunyai lokasi lebih jauh dari populasi yang lain, sedangkan Bali dan Sumbawa mempunyai jarak yang dekat.

Adanya perbedaan frekuensi alel antar populasi memberikan gambaran bahwa ketiga populasi bukan berasal dari gen pool tunggal yang homogen. Hal ini diduga karena adanya barrier geografis dalam reproduksi, dimana individu-individu cenderung bereproduksi dengan individu dari posisi geografis yang sama. Selain itu variasi frekuensi alel juga berhubungan dengan pola adaptasi terhadap lingkungan. Sedang menurut Carvalho (1993, dalam Wijana, 1999) dijelaskan bahwa populasi yang mendiami habitat yang sama atau berkesinambungan akan menampakkan banyak kesamaan baik fenotip maupun genetik dan diantara populasi yang saling berjauhan pada habitat yang berbeda akan banyak menampakkan perbedaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa: (i) Dari 10 macam enzim yang digunakan terdeteksi 16 lokus, 3 diantaranya polimorfik yaitu EST-1, PGM-1, dan GPI-1, (ii) Berdasarkan jumlah lokus polimorfik, jumlah alel per lokus dan heterosigositas, populasi Maluku memiliki variasi genetik lebih tinggi dibanding populasi Bali dan Sumbawa, (iii) Jarak genetik (D) terdekat diperoleh pada pasangan Bali dan Sumbawa $D=$

0.002, sedang jarak terjauh diperoleh populasi Maluku sebesar $D= 0.005$.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R. 1985. *Pristipomoides multidentis* in Jordan Goldbanded Jobfish. www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.cfm?Genusname=Pristipomoides&Speciesname=multidentis [1 Agustus 2002].
- Elliott, N.G. 1996. Allozyme and mitochondrial DNA analysis of the tropical saddle-tail Sea Perch, *Lutjanus malabaricus* (Schneider), from Australia waters. *Marine and Freshwater Research* 47: 869-875.
- Hara, M. and U. Na-Nakorn. 1996. *Development of Sustainable Aquaculture Technology in Southeast Asia*. Japan and Thailand: International Research Center for Agricultural Sciences and the Faculty of Fisheries, Kasetsart University
- Harris, H. and D.A. Hopkinson. 1976. *Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics*. New York: North-Holland Publishing Company.
- Imron, 1998. *Keragaman Morfologis dan Biokimia Stock Keturunan Udang Windu (Penaeus monodon) Asal Laut yang Dibudidayakan di Tambak*. [Tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Imron, K. Sugama, K. Sumantadinata, and K. Soewardi. 1999. Genetic variation in cultured stocks of Tiger Shrimp (*Panaeus monodon*) in Indonesia. *IFR Journal* 5 (1): 10-18.
- Macaranas, J. M. 1991. A practical laboratory guide to the techniques and methodology of electrophoresis and its application to fisheries management. *Fisheries Technology Manual* 11: 21-24.
- Murphy, R.W., J.W. Sites Jr, D.G. Buth, and C.H. Haufler. 1990. *Protein I: Isozyme electrophoresis*. In *Molecular Systematic*. Massachusetts: Sinauer Associates. Inc.
- Murray, R.K., D.K. Granner, P.A. Mayes, dan V.W. Rodwell. 1996. *Biokimia Harper*. Edisi 24. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Ovenden, J., J. Llyod, S. Newmans, and C. Keenam. 1996. *Stock Structure of Pristipomoides multidentis Resources Across Northern Australia*. Darwin: FRDC.
- Permana, G.N., S.B. Moria, Haryanti, dan K. Sugama. 2001. Pengaruh domestifikasi terhadap variasi genetik pada ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang dideteksi dengan allozyme electrophoresis. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 7 (1): 25-29.
- Sarjoko. 1991. *Bioteknologi, Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Shaw, C.R. and R. Prasad. 1970. Starch gel electrophoresis of enzymes a compilation of recipes. *Biochemistry and Genetics* 4: 297-321.
- Soewardi, K. 1995. Karakterisasi populasi ikan gurame, *Osphronemus goramy* Lacepede dengan metode biokimia. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 3 (2): 33-39.
- Sugama, K., Haryanti, and F. Cholik. 1996. Biochemical genetik of Tiger Shrimp *Penaeus monodon*, description of electrophoretic detectable loci. *IFR Journal* 2 (1): 19-28.
- Sugama, K., and A. Priyono. 1998. Biochemical genetic differentiation among wild populations of milkfish, *Chanos chanos* in Indonesia. *IFR Journal* 4 (1): 11-18.
- Sugama, K., Haryanti, J.A.H. Benzie, and E. Ballment, 2002. Genetic variation and population structure of the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon*, in Indonesia. *Aquaculture* 205: 37-48.
- Suranto. 2000. *Bioteknologi Molekuler di Bidang Pertanian*. Surakarta: PSLH Lembaga Penelitian UNS.
- Wibowo, A.H. 2001. *Analisis Variasi dan Struktur Populasi Genetik Ikan Napoleon wrasse (Cheilinus undulatus Ruppell)*. [Tesis]. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya.
- Wijana, I.M.S. 1999. *Keragaman Enzim dan Morfologi Belut, Monopterus albus Zuiew (Synbranchidont Synbranchidae)*. [Tesis]. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.

Keragaman Hayati Bakteri Heterotrofik Aerobik Perairan Pantai Baron, Gunung Kidul, Yogyakarta

Biodiversity of aerobic heterotrophic bacteria from Baron beach, Gunung Kidul, Yogyakarta

AGUS IRIANTO, PANCRASIA MARIA HENDRATI

Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto 53123

Diterima: 23 April 2002. Disetujui: 20 Juni 2003

ABSTRACT

Baron beach is a specific habitat due its characteristic as a narrow beach with outlet of sub-surface rivers. This research had been done in order to know its microbial characteristic. Research used survey method and bacterial identification was done based on comparative description. The research showed that during high tide of seawater, the total bacterial count was 1.0 to 6.0×10^7 cfu/ml on NA and 2.0 to 7.0×10^7 cfu/ml on NA+0.5% NaCl. Furthermore, during the low tide of sea water, the total bacterial count was 1.4 to 8.8×10^8 cfu/ml on NA, and 3.2 to 9.0×10^6 cfu/ml on NA+0,5% NaCl. This study found 14 genera of bacteria and dominated by Gram-negative bacteria. The result indicated seawater influenced the number of bacteria present in this environment.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: bacteria, aerobic-heterotrophic, Baron

PENDAHULUAN

Penelitian mengenai keragaman bakteri pada suatu perairan diperlukan dalam rangka mengetahui potensinya pada kehidupan manusia. Perairan sendiri secara umum dibedakan sebagai perairan *sub-teranean* (bawah tanah) dan perairan permukaan (Rheinheimer, 1991). Salah satu wujud perairan *sub-teranean* yaitu sungai bawah tanah seperti yang bermuara di pantai Baron. Adapun air permukaan sendiri dapat berupa mata air, air sungai, danau dan laut. Air laut memiliki karakter spesifik, yaitu kadar garam lebih dari 33‰.

Pantai Baron terletak di Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Pantai itu sempit, tetapi memiliki karakter yang spesifik karena merupakan muara sungai bawah tanah dengan debit air yang cukup besar. Pengaruh pasang surut air laut akan menyebabkan karakter perairan berubah dengan seketika, hal tersebut tentu akan mempengaruhi keragaman spesies organisma, termasuk bakteri.

Eksplorasi bakteri perairan pantai memiliki potensi besar untuk berbagai kepentingan, seperti degradasi polutan (Swannell dan Head, 1994), produksi senyawa bioaktif misalnya antibiotik, antivirus, dan antitumor (Toranzo *et al.*, 1982; Okami, 1986; Austin, 1989; Scheuer, 1991; Irianto, 1994). Sejumlah bakteri perairan pantai dapat bersimbiosis dengan beragam

makroorganisma, seperti moluska dan polychaeta (Neumann, 1979), serta berperan pada siklus unsur di perairan (Nealson dan Tebo, 1980). Bakteri perairan pantai sangat dipengaruhi faktor kimia-fisika air dan masukan nutrien dari darat (Rheinheimer, 1991). Penelitian terhadap populasi bakteri heterotrofik perairan pantai di Indonesia, menunjukkan jumlah populasi berkisar 10^2 - 10^8 sel/ml (Thayib, 1991). Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui keragaman bakteri heterotrofik aerobik di perairan pantai Baron pada saat air laut pasang dan surut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dengan membuat transek mulai muara sungai bawah tanah hingga tepi air laut saat pasang (kurang-lebih 125-150 meter), selanjutnya dibagi dalam titik-titik pengambilan sampel, yaitu titik I, II, III, IV dan V masing-masing berjarak 0, 50, 75, 100 dan 125 meter dari mulut gua ke arah laut. Sampel air diambil dari titik-titik tersebut, selanjutnya dilakukan pula pengukuran pH, suhu dan salinitas air. Sampel air yang diperoleh diencerkan dalam satu seri pengenceran hingga 10^{-7} . Dari tabung pengenceran 10^{-5} hingga 10^{-7} masing-masing diambil sejumlah 0,1 ml dan dituangkan ke dalam cawan petri

berisi medium Nutrient Agar (NA, Oxoid) dengan penambahan 0,5% NaCl dan tanpa NaCl. Masing-masing pengenceran dilakukan secara duplo, yaitu 2 cawan tiap pengenceran sebagai ulangan. Suspensi pada cawan petri selanjutnya diratakan dengan batang gelas *drügalsky* steril supaya merata di seluruh permukaan medium. Selanjutnya cawan petri diinkubasi dalam inkubator pada suhu $25 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 1-2 hari. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung sebagai CFU (= *coloni forming unit*) dikalikan faktor pengencernya. Koloni yang tumbuh, diisolasi berdasarkan karakter morfologi koloninya.

Koloni-koloni terpilih dimurnikan dengan cara goresan berulang pada medium NA+0,5% NaCl hingga diperoleh isolat murni. Isolat murni diidentifikasi dengan mengenali karakternya, yaitu dengan mencatat karakter koloni, pengamatan morfologi sel dengan pewarnaan Gram (Hucker dan Conn, 1923), dan pewarnaan endospora menggunakan *malachite green*. Pada isolat murni dilakukan pula uji motilitas, kemampuan produksi katalase, kemampuan fermentasi-oksidatif (Hugh dan Leifson, 1953), kemampuan produksi oksidase (Kovács, 1956), uji fisiologis untuk mengetahui kemampuannya menggunakan berbagai senyawa karbohidrat, uji IMViC (*indole, methyl-red, Voges-Proskauer & citrate*), kemampuan menghidrolisa amilum, hidrolisa lipid, uji kemampuan menghidrolisa protein, dan reduksi nitrat. Isolat yang diperoleh diuji pula kemampuan tumbuhnya pada media NA dengan beragam nilai pH, kadar garam, dan suhu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan terhadap karakter fisik perairan pantai Baron tersebut menunjukkan bahwa suhu saat pasang dan surut (siang hari) berkisar $28,5- 29,5^\circ\text{C}$, dengan suhu air pada titik I adalah $28,5^\circ\text{C}$. Nilai pH 6,27-7,38 dengan kecenderungan pH tertinggi pada titik IV dan V. Nilai pH pada saat air pasang lebih tinggi daripada saat air surut. Adapun salinitas perairan tersebut memiliki kisaran 0-20‰ dengan nilai tertinggi terjadi pada titik V saat air pasang (Tabel 1).

Tabel 1. Karakter fisika dan kimia perairan pantai Baron.

Lokasi	Salinitas (‰)		Suhu air ($^\circ\text{C}$)		pH air	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Titik I	0	0	28,5	28,5	6,85	6,27
Titik II	0	0	28,5	28,5	6,85	6,38
Titik III	2,5	0	29	29	6,79	6,57
Titik IV	15	5	29	29	7,16	6,63
Titik V	20	13	29	29,3	7,38	7,0

Hasil tersebut menunjukkan bahwa keadaan fisik dan kimiawi perairan pantai Baron sangat dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Pengaruh air pasang terhadap salinitas hanya pada titik III-V saat air pasang. Meskipun pengaruh air laut nyata pada titik

III-V, tetapi perairan tersebut masih tergolong perairan tawar karena salinitas pada saat air laut pasang hanya di bawah 33‰ (Maier *et al.*, 1999).

Titik I dan II salinitasnya tidak dipengaruhi air laut, terbukti meski air pasang salinitasnya tetap 0‰. Akan tetapi, nilai pH perairan dua titik tersebut ternyata mengalami kenaikan saat air pasang, yaitu dari pH 6,27 (titik I) dan 6,38 (titik II) menjadi pH 6,85. Kenaikan tersebut kemungkinan terjadi sebagai akibat tidak langsung dari pasang air laut. Akibat air pasang, maka terjadi gerakan air di dasar perairan yang sangat kuat dan akan berakibat terjadinya mobilisasi mineral yang ada pada sedimen (Gambrell *et al.*, 1991; Paalman *et al.*, 1994). Akibat mobilisasi mineral tersebut, maka pH menjadi naik.

Pada saat air pasang data menunjukkan bahwa nilai pH cenderung lebih tinggi, tetapi masih di bawah kriteria nilai pH air laut yang besarnya 7,5-8,5 (Austin, 1992). Namun nilai pH perairan pantai Baron masih lebih tinggi dari perairan payau lain, misalnya Klaces di Cilacap yang berkisar pada pH 6,0 (Irianto dkk., 1996), hal itu kemungkinan karena debit air tawar dari sungai pada daerah Klaces relatif lebih besar daripada daerah Baron.

Berdasarkan hasil penghitungan koloni pada cawan petri berisi NA, populasi mikroba pada saat air surut lebih tinggi daripada saat air pasang. Hasil sebaliknya terjadi pada cawan berisi NA+0,5% NaCl (Tabel 2). Pasang air laut mempengaruhi populasi mikroba pada semua lokasi. Pada titik III, jumlah mikroba pada medium NA pada saat air pasang jauh lebih tinggi dibandingkan titik lainnya, hal ini kemungkinan karena area tersebut merupakan daerah adaptasi akibat selalu kontak dengan air laut dan kadar garamnya optimum untuk mendukung pertumbuhan bakteri *autochthonous* air laut maupun air tawar. Pada sebagian besar bakteri, NaCl dalam kadar yang rendah dibutuhkan untuk melangsungkan fungsi pengaturan permeabilitas membran sel dan fisiologi sel (Atlas dan Bartha, 1987).

Tabel 2. Populasi bakteri aerobik heterotrofik perairan pantai Baron ($\times 10^7$ cfu/ml).

Lokasi	Pasang		Surut	
	NA	NA+ 0,5% NaCl	NA	NA+ 0,5% NaCl
Titik I	3,5	3	14	0,7
Titik II	1,0	2	88	0,6
Titik III	6,0	2	79	0,53
Titik IV	1,1	7	19	0,9
Titik V	1,6	5	36	0,32

Jika dicermati, populasi bakteri heterotrofik aerobik perairan pantai Baron pada saat pasang berkisar $1,0-6,0 \times 10^7$ cfu/ml pada medium NA dan $2,0-7,0 \times 10^7$ cfu/ml pada medium NA+0,5% NaCl. Adapun pada saat air surut populasi bakteri aerobik heterotrofik berkisar $1,4-8,8 \times 10^8$ cfu/ml pada medium NA dan antara $3,2-9,0 \times 10^6$ cfu/ml pada medium Na+0,5%

NaCl. Jumlah tersebut relatif lebih tinggi dibanding populasi bakteri perairan pantai Indonesia pada umumnya, yaitu di teluk Jakarta (10^4 hingga 10^7 sel/ml) (Fatchuri dkk. dalam Thayib, 1991), perairan payau Klaces, Cilacap ($2,5 \times 10^5$ hingga $4,1 \times 10^8$ cfu/ml) (Irianto dkk., 1996).

Hasil isolasi bakteri aerobik heterotrofik menunjukkan keragaman yang cukup tinggi (Tabel 3). Ragam bakteri yang tumbuh pada medium NA+0,5% NaCl tampak lebih tinggi daripada medium NA. Dari 5 titik lokasi menggunakan media NA dan NA+ 0,05% NaCl diperoleh 91 isolat. Hasil pengujian karakteristik isolat-isolat tersebut selanjutnya dihimpun dan dilakukan identifikasi dengan rujukan Cowan *et al.* (1974) dan Bergey's Manual of Determinative Bacteriology (Holt *et al.*, 1994). Hasil identifikasi menunjukkan 14 genus bakteri, yaitu *Bacillus*, *Serratia*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Vibrio*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Chromobacter* dan 1 isolat belum teridentifikasi (bersifat Gram-negatif).

Tabel 3. Keragaman spesies perairan pantai Baron berdasar ciri morfologi koloni.

Lokasi	Ragam spesies berdasar morfologi koloni	
	NA	NA+ 0,5% NaCl
Titik I	6	16
Titik II	6	14
Titik III	9	10
Titik IV	5	6
Titik V	11	8

Bacillus pada dasarnya merupakan bakteri tanah, tetapi umum dijumpai diperairan tawar dan payau (kosmopolit) (Atlas dan Bartha, 1987). *Pseudomonas* dan *Vibrio* merupakan bakteri yang predominan pada perairan payau dan pantai (Austin, 1992). Kehadiran *Escherichia* (dalam penelitian ini teridentifikasi sebagai *E. coli*) sangat dimungkinkan akibat burung-burung predator yang sering berada di perairan tersebut serta aktivitas masyarakat sekitar pantai. Sebagian besar dari isolat yang diperoleh adalah Gram-negatif, kecuali *Bacillus* dan *Micrococcus*. Hal itu bersesuaian dengan pendapat Rheinheimer (1991), bahwa sebagian besar bakteri perairan laut dan pantai adalah Gram-negatif.

KESIMPULAN

Keragaman dan populasi bakteri heterotrofik aerobik di perairan pantai Baron sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Komposisi mikroba yang berhasil diisolasi menunjukkan tipikan perairan pantai

karena sebagian besar merupakan bakteri Gram-negatif. Adapun besarnya populasi relatif lebih tinggi dibandingkan perairan payau atau pantai lainnya di Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Atlas, R.M. and R. Bartha. 1987. *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications*. 2nd ed. Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publ. Co., Inc.
- Austin, A. (1989). A Review: Novel pharmaceutical compounds from marine bacteria. *Journal of Applied Bacteriology* 67: 461-470.
- Cowan, S.T., K.J. Steel, G.J. Barrow, and R.K.A. Feltham. 1974. *Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gambrell, R.P., J.B. Wiesepage, W.H. Patrick, Jr., and M.C. Duff. 1991. The effect of pH, redox, and salinity on metal release from a contaminated sediment. *Water, Air and Soil Pollution* 57-58: 359-367.
- Holt, J.G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th ed. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Hucker, G.J. and H.J. Conn. 1923. Methods of gram-staining. *Technical Bulletin of the New York State Agricultural Experimental Station* 23: 1-23.
- Hugh, R. and E. Leifson, (1953). The taxonomic significance of fermentative versus oxidative gram-negative bacteria. *Journal of Bacteriology* 66: 24-26.
- Irianto, A. 1994. Antagonism of fish pathogens by marine bacteria. [M.Sc. Thesis]. Edinburgh: Heriot-Watt University.
- Irianto, A., Oedjiono, A. Widyastuti, P.M. Hendrati, and Hernayanti. 1996. *Fluktuasi Harian dan Bulanan Bakteri Heterotrofik pada Perairan Payau Hutan Mangrove di Klaces, Cilacap*. Laporan Penelitian. Purwokerto: Fakultas Biologi UNSOED.
- Kovács, N. 1956. Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction. *Nature* 178: 703.
- Maier, M.R., I.L. Pepper, and C.P. Gerba. 1999. *Environmental Microbiology*. San Diego: Academic Press.
- Nealson, K.B. and B. Tebo. 1980. Structural features of manganese precipitating bacteria. *Origin of Life* 10: 117-126.
- Neumann, R. 1979. Bacterial induction of settlement and metamorphosis in the Planula larvae of *Cassiopea andromeda* (Cnidaria: Scyphozoa, Rhizostomea). *Marine Ecology Progress Series* 1: 21-28.
- Okami, Y. 1986. Marine microorganisms as source of bioactive agents. *Microbial Ecology* 12: 65-78.
- Paalman, M.A.A., C.H. van der Weijden, and J.P.G. Loch. 1994. Sorption of cadmium on suspended matter under estuarine conditions: competition and complexation with major seawater ion. *Water, Air, and Soil Pollution* 73: 49-60
- Rheinheimer, G. 1991. *Aquatic Microbiology*. 4th Ed. Chichester: John Wiley and Sons.
- Scheuer, P.J. 1991. Drug from the sea. *Chemistry and Industry*, April 1991.
- Swannell, R.P.J. and I.M. Head. 1994. Oil spills, bioremediation comes of age. *Nature* 368: 396-397.
- Thayib, S.S. 1991. Mikrobiologi laut. Dalam Kunarso, D.H. dan Ruyitno (ed.). *Status Pencemaran di Indonesia dan Teknik Pemantaumannya*. Jakarta: Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Air Tawar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI.
- Toranzo, A.E., J.L. Barja, and F.M. Hetrick. 1982. Antiviral activity of antibiotic-producing marine bacteria. *Canadian Journal of Microbiology* 28: 231-238.

Kekerabatan Fenetik Anggota Marga *Knema*, *Horsfieldia*, dan *Myristica* di Jawa berdasarkan Bukti Morfologi Serbuk Sari

Phenetic relationship of Genus Knema, Horsfieldia, and Myristica in Java based on pollen morphological evidence

A R R I J A N I

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Manado, Tondano 95187

Diterima: 2 Oktober 2002. Disetujui: 15 Januari 2003

ABSTRACT

The main purposes of the research were to support taxonomic evidence data in particular of palinology species classified in Myristicaceae family at Java and determine phenetic relationship as an effort of increasing objectivity and repeatability of classification result. Pollen was collected in Herbarium Bogoriense and Bogor Botanical Garden, and prepared for light and Scanning Electron Microscope. Acetolysis method was used for light microscopy of the pollen preparation, and coating with gold was prepared for SEM. Phenetic relationship determined using coefficients of correlation and association.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: phenetic relationship, pollen morphology, *Knema*, *Horfieldia*, and *Myristica*.

PENDAHULUAN

Kekerabatan dalam sistematik tumbuhan dapat diartikan sebagai pola hubungan atau total kesamaan antara kelompok tumbuhan berdasarkan sifat atau ciri tertentu dari masing-masing kelompok tumbuhan tersebut. Berdasarkan jenis data yang digunakan untuk menentukan jauh dekatnya kekerabatan antara dua kelompok tumbuhan, maka kekerabatan dapat dibedakan atas kekerabatan fenetik dan kekerabatan filogenetik (filetik). Kekerabatan fenetik didasarkan pada persamaan sifat-sifat yang dimiliki masing-masing kelompok tumbuhan tanpa memperhatikan sejarah keturunannya, sedangkan kekerabatan filogenetik didasarkan pada asumsi-asumsi evolusi sebagai acuan utama (Stuessy, 1990).

Dalam prakteknya kekerabatan fenetik lebih sering digunakan dari pada kekerabatan filogenetik. Hal tersebut disebabkan karena adanya kesulitan untuk menemukan bukti-bukti evolusi pendukung sebagai penunjang dalam menerapkan klasifikasi secara filogenetik dan bila cukup banyak bukti yang dipertimbangkan biasanya kekerabatan fenetik juga akan dapat menggambarkan kekerabatan filogenetik (Davis dan Heywood, 1973).

Tujuan utama dari penerapan taksonomi numerik adalah untuk meningkatkan objektifitas dalam pengolahan data dan reipabilitas hasil klasifikasi yang diperoleh. Hal ini penting bagi taksa yang klasifikasinya masih menjadi perdebatan karena perbedaan dalam penempatan taksa pada kategori tertentu. Sebagai contoh anggota suku Myristicaceae penempatannya pada kategori bangsa masih menjadi

perdebatan. Dalam Lawrence (1974) disebutkan bahwa Bessey dan Hallier (1968) menempatkan suku Myristicaceae pada bangsa Ranales dan merupakan sinonim dari Annonales. Hutchinson (1968) justru menempatkan suku Myristicaceae pada bangsa Laurales dan memisahkan suku Annonaceae dari bangsa Annonales. Hutchinson mengatakan beberapa jenis yang disebutkan Backer dan Bakhuizen van den Brink (1965) hanya sebagai varietas. Berbeda dengan kedua pendapat tersebut Hooker (1890), menempatkan ketiga-tiganya dalam marga *Myristica*, kemudian seluruh jenis yang tergolong dalam marga itu dikelompokkan lagi menjadi tiga seksi, yaitu seksi *Eumyristica*, *Pyrrhosa* dan *Knema*.

Perbedaan klasifikasi suku Myristicaceae tersebut disebabkan karena data yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun klasifikasi berbeda dan dasar pertimbangan untuk mengklasifikasikan tumbuhan tersebut berbeda pula. Oleh sebab itu diperlukan penelitian-penelitian pendukung untuk melengkapi data-data dari berbagai sumber bukti taksonomi agar data yang tersedia untuk suku Myristicaceae semakin lengkap. Selain itu diperlukan juga upaya memperbaiki sistem penggolongan yang dapat diterima oleh semua pihak serta penerapannya mudah dan klasifikasi yang dihasilkan relatif sama.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan utama menjawab tantangan tersebut yaitu mengungkapkan morfologi serbuk sari anggota suku Myristicaceae di Jawa untuk melengkapi sumber bukti taksonomi pada suku ini dan dianalisis dengan menggunakan pendekatan taksonomi numerik agar objektifitas dan reipabilitas dapat ditingkatkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Bahan penelitian ini adalah herbarium koleksi Herbarium Bogoriense dan koleksi Kebun Raya Bogor yang tergolong suku Myristicaceae di Jawa. Bahan-bahan kimia yang diperlukan selama penelitian tercantum pada cara kerja. Alat yang diperlukan untuk pengamatan dan pengumpulan data adalah: kaca pembesar, mikroskop binokuler, mikroskop elektron scanning, mistar, kertas grafik, seperangkat alat seksi, dan alat-alat lain yang menunjang pelaksanaan koleksi, deskripsi dan identifikasi.

Cara kerja

Persiapan sediaan. Untuk pengamatan morfologi serbuk sari digunakan rontokan herbarium yang diperoleh dari koleksi Herbarium Bogoriense dan koleksi segar dari Kebun Raya Bogor. Selanjutnya diproses dengan langkah-langkah sebagai berikut: Rontokan herbarium direbus dalam KOH 10% sampai mendidih. Air rebusan tersebut selanjutnya diambil dengan pipet tetes untuk mengecek adanya serbuk sari. Jika ada maka selanjutnya disaring untuk memisahkan kotorannya, lalu didinginkan dan disentrifus untuk memperoleh endapan yang mengandung serbuk sari (Walker dan Walker, 1980).

Sediaan untuk mikroskop cahaya. Pembuatan sediaan untuk mikroskop cahaya dilakukan dengan **metode asetolisis** dengan langkah-langkah sebagai berikut: Serbuk sari difiksasi dengan asam asetat glasial selama 24 jam, kemudian ditambah akuades dengan volume yang sama lalu disentrifus selama 15 menit. Akuades diganti dengan campuran asam asetat glasial dan asam sulfat pekat (9:1), lalu dipanaskan pada penangas air selama \pm 3 menit. Selanjutnya dibilas dengan akuades 3 kali dan disentrifus lagi masing-masing 15 menit. Diambil satu tetes untuk diamati dibawah mikroskop, kalau terlalu gelap ditambahkan 2-3 tetes natrium klorat dan 2 ml asam klorida selama 15 menit, disentrifus lalu dibilas dengan akuades 2-3 kali masing-masing 15 menit. Pewarnaan dengan fuchsin 1% dalam air yang ditambahkan kedalam tabung sentrifus 2-3 tetes, lalu diencerkan dan disentrifus selama 15 menit. Dehidrasi dengan TBA dan disentrifus selama 15 menit. Selanjutnya larutan dipindahkan ke

Tabel 1. Hasil pengamatan sifat/ciri masing-masing STO beserta skornya masing-masing.

Sifat	Satuan Taksonomi Operasional										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1.	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
2.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
3.	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
4.	6,80	7,20	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	4,40	6,30
5.	0,80	0,80	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	3,20	0,34
6.	0,92	2,40	0,60	3,60	2,00	3,43	4,40	8,00	0,16	0,80	1,14
7.	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	5,00	5,00
8.	1,98	1,37	1,75	1,03	1,18	1,19	1,27	1,19	2,78	2,25	2,86
9.	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00
10.	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
11.	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
12.	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
13.	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
14.	8,80	9,20	6,40	13,2	13,6	13,1	13,6	16,0	14,2	12,0	11,4
15.	6,00	6,80	5,60	12,2	11,2	10,1	10,3	13,0	5,71	5,60	8,57
16.	4,40	7,60	4,00	12,8	11,5	11,4	10,7	13,4	5,14	5,33	4,00
17.	8,40	8,60	6,32	13,2	13,2	13,1	12,9	15,4	11,4	10,1	9,71
18.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
19.	13,0	13,0	13,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0
20.	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
21.	0,16	0,52	0,16	1,80	1,40	1,84	1,25	1,98	0,29	0,32	0,40
22.	0,46	0,14	0,20	0,36	0,26	0,40	0,40	0,38	0,44	0,32	0,34
23.	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
24.	2,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
25.	0,60	0,80	0,88	2,40	3,20	2,40	2,40	3,20	1,60	1,60	1,20
26.	0,16	0,40	0,40	0,80	1,60	1,60	0,80	0,8	0,40	0,40	0,40

Tabel 2. Matriks koefisien asosiasi antara setiap pasangan satuan taksonomi operasional.

STO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	-									
B	0,539	-								
C	0,539	0,500	-							
D	0,077	0,115	0,115	-						
E	0,077	0,115	0,115	0,615	-					
F	0,077	0,115	0,115	0,654	0,654	-				
G	0,077	0,115	0,115	0,692	0,615	0,692	-			
H	0,077	0,115	0,115	0,654	0,654	0,654	0,654	-		
I	0,346	0,423	0,462	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	-	
J	0,346	0,423	0,423	0,154	0,154	0,154	0,154	0,154	0,576	-
K	0,384	0,385	0,385	0,115	0,115	0,115	0,115	0,115	0,500	0,540

Tabel 3. Matriks koefisien korelasi antara setiap pasangan Satuan Taksonomi Operasional.

STO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	-									
B	0,975	-								
C	0,977	0,949	-							
D	0,762	0,834	0,716	-						
E	0,780	0,838	0,732	0,994	-					
F	0,779	0,842	0,730	0,995	0,996	-				
G	0,796	0,845	0,734	0,993	0,992	0,997	-			
H	0,720	0,800	0,659	0,984	0,972	0,982	0,989	-		
I	0,939	0,919	0,894	0,819	0,851	0,847	0,859	0,792	-	
J	0,944	0,928	0,903	0,831	0,858	0,857	0,863	0,799	0,977	-
K	0,969	0,942	0,939	0,820	0,841	0,834	0,844	0,786	0,970	0,950

dalam tabung vial kecil dan didehidrasi sekali lagi. Setelah itu TBA diganti dengan minyak silikon sebanyak 2-3 tetes dan dibiarkan terbuka selama 24 jam agar sisa TBA yang masih tersisa menguap (tetapi diusahakan agar tidak kemasukan serbuk sari yang lain). Untuk pembuatan sediaan, diambil dengan batang kaca lalu dilekatkan pada gelas benda dan ditutup dengan kaca penutup. Untuk merekatkan digunakan cat kayu yang pelarutnya air.

Sediaan untuk mikroskop elektron. Pembuatan sediaan untuk mikroskop elektron scanning, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: Serbuk sari dipisahkan dari bunganya, kemudian ditempelkan pada *holder* (ukuran tinggi x diameter = 1x1 cm) dengan menggunakan isolasi bolak balik. Untuk memastikan adanya serbuk sari yang telah ditempelkan pada *holder* tersebut maka sebaiknya diamati terlebih dahulu dengan menggunakan mikroskop cahaya. Sediaan yang telah dipasang pada *holder* dijepit pada penjepit sehingga sediaan menghadap ke dalam. Pelapisan emas murni dilakukan dengan menggunakan alat *Ion Sputering Fine Coat* JEOL-JFC-1100 *vacum evaporator* dengan ketebalan 20 nm selama 2 menit. Holder dipasang pada mikroskop elektron scanning JEOL JSM-T100 dan dipilih gambar serbuk sari yang paling baik untuk diamati, pemilihan gambar juga mempertimbangkan posisi serbuk sari yang akan di potret (Pusposen-djojo, 1982).

Pengamatan dengan mikroskop cahaya dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, pengambilan gambar dilakukan di Laboratorium Ekologi Hewan Fakultas Biologi UGM. Pengambilan gambar dengan menggunakan mikroskop elektron skanning dilakukan di LAKFIP UGM. Pengukuran dilakukan secara langsung dan dengan gambar yang ada setelah dilakukan peneraan untuk menentukan pembesaran dan skala pada masing-masing gambar.

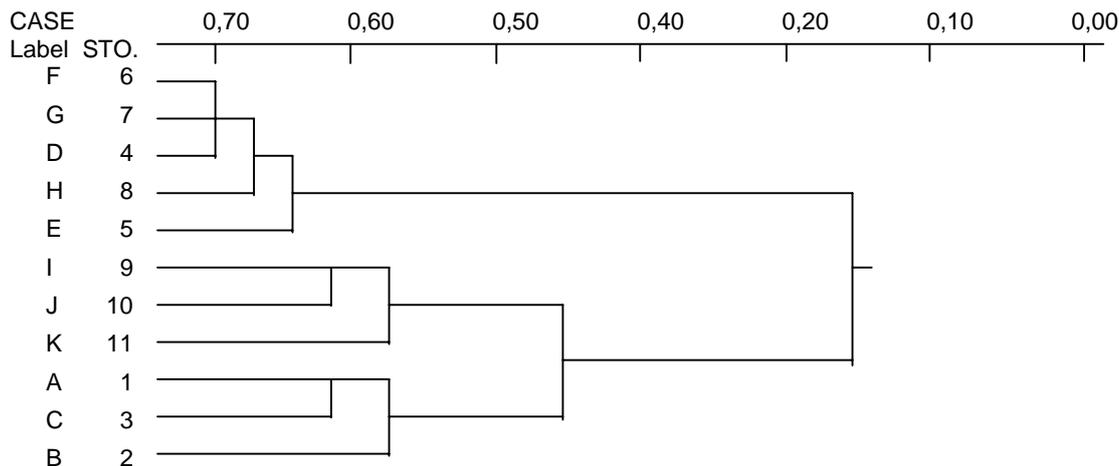
Data morfologi serbuk sari yang diperoleh melalui pengamatan dengan mikroskop cahaya dan mikroskop elektron skanning selanjutnya dijadikan dasar untuk menentukan kekerabatan fenetik setiap jenis yang selanjutnya disebut Satuan Taksonomi Operasional (STO). Jauh dekatnya hubungan kekerabatan (kemiripan) antara setiap STO yang dibandingkan dinyatakan dengan dua cara yaitu berdasarkan data koefisien korelasi dan koefisien asosiasi (Sneath dan Sokal, 1973). Berdasarkan kedua jenis data tersebut selanjutnya disusun dendrogram yang menggambarkan klasifikasi seluruh jenis tumbuhan yang diteliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

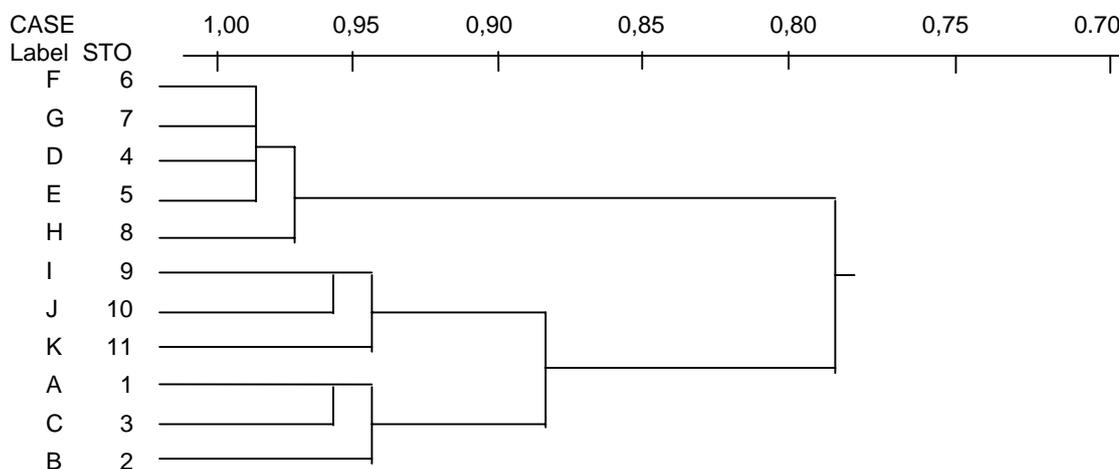
Anggota suku Myristicaceae di Jawa menurut Backer dan Bakhuizen van den Brink (1965) terdiri dari 11 jenis yang tergolong dalam tiga marga yaitu *Myristica* (5 jenis), *Horsfieldia* (3 jenis), dan *Knema* (3 jenis). Kesebelas jenis tersebut semuanya dapat ditemukan pada koleksi Herbarium Bogoriense tetapi

dilakukan juga koleksi pada Kebun Raya Bogor untuk memperoleh spesimen segar. Nama kesebelas jenis tersebut adalah *Horsfieldia iryaghedi* (Gaertn) Warb., *H. irya* (Gaertn.) Warb., *H. glabra* (Bl.) Warb., *Myristica fatua* Houtt., *M. gautterifolia* DC., *M. fragrans* Houtt., *M. iners* Bl., *M. teysmanni* Miq., *Knema laurina* (Bl.) Warb., *K. cineria* (Poir.) Warb. var. *sumatrana* (Miq.) Sincl., dan *K. intermedia* (Bl.) Warb.

Sifat-sifat yang dapat diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya antara lain: jenis dan jumlah aperture, bentuk serbuk sari, aksis terpanjang, polaritas, simetri, ukuran, type ornamentasi eksin, tebal ektensin dan tebal endeksin. Sifat-sifat yang diamati dengan mikroskop elektron adalah panjang dan lebar kolpus, diameter porus, struktur eksin, diameter lumina, tebal muri, granula pada lumina, serta margo. Penentuan hubungan kekerabatan setiap jenis yang diteliti selanjutnya dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: Setiap jenis yang diteliti selanjutnya disebut Satuan Taksonomi Operasional (STO). Dalam penelitian ini ada 11 jenis yang juga berarti 11 STO. Karena ciri yang dapat diamati pada serbuk sari kurang dari 100 ciri, maka seluruh ciri tersebut digunakan dalam analisis data. Jumlah ciri yang dapat diamati adalah 26 (gabungan dari hasil pengamatan dengan mikroskop cahaya dan mikroskop elektron skanning). Setiap ciri diberi kode menurut sifat masing-masing serbuk sari sebagai berikut: (1). Jenis aperture (kode 0. tidak ada, 1. berupa porus, 2. berupa kolpus, 3. berupa kolporat); (2). Jumlah aperture (kode 1. satu, 2. dua, 3. tiga, 4. empat atau banyak); (3) Kelas serbuk sari (kode 1. monoporat, 2. monokolpat, 3. monokolporat); (4). Panjang kulpus... μ ; (5). Lebar kolpus... μ ; (6) Diameter porus... μ ; (7) Bentuk serbuk sari (kode 1. Peroblat, 2. Oblat, 3. Subsperoidal, 4. Prolat, 5. Perprolat); (8) rasio P/E; (9) Bentuk pada pandangan polar (kode 1. Sirkuler, 2. Elips, 3. Romboidal, 4. Anguler, 5. Apikulata, 6. Lobata, 7. Heksagonal); (10) Bentuk pada pandangan equatorial (kode 1. Sirkuler, 2. Elips, 3. Romboidal, 4. Biconveks, 5. Rectangular); (11) polaritas (kode 1. Isopolar, 2. Heteropolar); (12). Simetris (kode 1. Radial, 2. Bilateral); (13). Ukuran (kode 1. sangat kecil, 2. Kecil, 3. Sedang, 4. Besar, 5. sangat besar); (14). Aksis terpanjang... μ ; (15). Lebar pada pandangan polar... μ ; (16) Lebar pada pandangan equatorial... μ ; (17). Panjang pada pandangan equatorial... μ ; (18). Unit serbuk sari (kode 1. Monad, 2. Diad, 3. Triad, 4. Tetrad, 5. Poliad); (19) Type ornamentasi eksin (kode 1. Psilat, 2. Perforat, 3. Foveolat, 4. Skabrat, 5. Verrukat, 6. Gemmata, 7. Klavata, 8. Psilata, 9. Ekinat, 10. Rugulat, 11. Striat, 12. Retikulat, 13. Mikroretikulata); (20) Struktur eksin (kode 1. Intektat, 2. semi tektat, 3. Tektat); (21) Diameter lumina... μ ; (22) Tebal muri... μ ; (23) Granula pada lumina (kode 1. tidak ada, 2. Ada); (24). Penebalan pada pinggir aperture/margo (kode 1. tidak ada, 2. Ada); (25) Tebal ektensin... μ ; (26). Tebal endeksin... μ . Hasil pengamatan pada masing-masing STO selanjutnya disajikan dalam Tabel 1.



Gambar 1. Dendrogram hasil pengelompokan masing-masing STO berdasarkan data pada matriks koefisien asosiasi.



Gambar 2. Dendrogram hasil pengelompokan masing-masing STO berdasarkan data pada matriks koefisien korelasi.

Keterangan: A = *Horsfieldia iryaghedi* (Gaertn.) Warb., B = *Horsfieldia irya* (Gaertn.) Warb., C = *Horsfieldia glabra* (Bl.) Warb., D = *Myristica fatua* Houtt., E = *Myristica gautterifolia* DC., F = *Myristica fragrans* Houtt., G = *Myristica iner* Bl., H = *Myristica teysmanni* Miq., I = *Knema laurina* (Bl.) Warb., J = *Knema cineria* (Poir.) Warb. var. *sumatrana* (Miq.), dan K = *Knema intermedia* (Bl.) Warb.

Pengukuran kemiripan koefisien asosiasi dilakukan berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 1. Hasil perhitungan disajikan dalam bentuk matriks koefisien asosiasi seperti terdapat pada Tabel 2. Berdasarkan matriks data koefisien asosiasi yang terdapat pada Tabel 2, selanjutnya dapat ditentukan pola pengelompokan setiap satuan taksonomi operasional. Pola hasil pengelompokan dapat dilihat pada dendrogram Gambar 1. Pengukuran kemiripan berdasarkan koefisien korelasi dilakukan terhadap semua pasangan STO juga berdasarkan data pada Tabel 1. Hasil perhitungan selanjutnya disajikan dalam bentuk matriks pada Tabel 3.

Berdasarkan matriks data koefisien asosiasi yang terdapat pada Tabel 2, selanjutnya dapat ditentukan pola pengelompokan setiap satuan taksonomi operasional. Pola hasil pengelompokan dapat dilihat pada dendrogram Gambar 2.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada semua jenis tumbuhan yang diteliti, maka dapat ditunjukkan adanya variasi morfologi serbuk sari. Karena penelitian ini dilakukan pada semua anggota suku Myristicaceae yang terdapat di Jawa, maka suku ini tergolong euripalineous (suku yang anggota jenisnya memiliki variasi morfologi serbuk sari). Meskipun setiap jenis menunjukkan variasi morfologi, tetapi juga terdapat persamaan-persamaan yang dapat dijadikan dasar untuk pemisahan atau pengelompokan setiap jenis tumbuhan tersebut. Pola pengelompokan ditunjukkan dengan dendrogram.

Analisis asosiasi setiap jenis menunjukkan bahwa asosiasi tertinggi tampak pada pasangan STO-6 dengan STO-7 dengan koefisien asosiasi 0,6923, sedangkan asosiasi terendah tampak pada pasangan STO-1 dengan STO-4, 5, 6, 7, dan 8 dengan koefisien asosiasi 0,0769. Dibandingkan dengan

klasifikasi anggota suku Myristicaceae di Jawa menurut Backer dan Bakhuizen van den Brink (1965), maka STO-6 (*M. fragrans*) dan STO-7 (*M. inners*) tergolong dalam satu marga yang sama, dengan demikian asosiasi antara kedua jenis tersebut lebih erat dibandingkan dengan jenis yang lainnya. Demikian pula antara STO-1 (*H. iryaghedi*) dengan STO-4, 5, 6, 7, dan 8 (*M. fatua*, *M. gautterifolia*, *M. fragrans*, *M. iners*, dan *M. teysmanni*) juga berbeda marga sehingga asosiasinya rendah.

Koefisien asosiasi antara jenis yang tergolong marga *Horsfieldia* (STO-1, 2, dan 3) dengan jenis yang tergolong marga *Myristica* (STO-4, 5, 6, 7, dan 8) lebih rendah dibandingkan dengan koefisien asosiasi antara jenis yang tergolong marga *Horsfieldia* (STO-1, 2, dan 3) dengan jenis yang tergolong marga *Knema* (STO-9, 10, dan 11). Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan antara anggota marga *Horsfieldia* lebih dekat dengan anggota marga *Knema*, dibandingkan dengan marga *Myristica*.

Pola pengelompokan yang disajikan pada Gambar 1, menunjukkan bahwa STO-4, 5, 6, 7, dan 8 dengan jelas dapat dipisahkan dari kelompok STO lainnya. Kelima STO tersebut mengelompok dengan koefisien 0,64 sehingga dapat dikategorikan sebagai marga. Demikian pula pada STO-1, 2, dan 3, serta STO-9, 10, dan 11 masing-masing memisah pada kelompok yang lain. STO-1, 2, dan 3 mengelompok dengan koefisien 0,52, sedangkan STO-9, 10, dan 11 juga mengelompok dengan koefisien 0,52.

Berdasarkan pengelompokan tersebut maka dapat disusun tiga kelompok STO masing-masing kelompok pertama yang terdiri dari STO-4, 5, 6, 7, dan 8. Anggota kelompok ini merupakan jenis-jenis yang tergolong anggota marga *Myristica*. Kelompok kedua terdiri dari STO-1, 2, dan 3 yang merupakan jenis-jenis yang tergolong anggota marga *Horsfieldia*, sedangkan kelompok ketiga terdiri dari STO-9, 10, dan 11 merupakan jenis-jenis yang tergolong anggota marga *Knema*.

Analisis korelasi untuk setiap jenis tumbuhan yang diteliti menunjukkan bahwa koefisien korelasi tertinggi tampak pada pasangan STO-6 dan 7, sedangkan koefisien korelasi terendah tampak pada pasangan STO-3 dan 8. Antara STO-6 dan 7 koefisien korelasinya 0,997 demikian juga setiap STO yang tergolong dalam anggota marga *Myristica* lainnya, koefisien korelasinya mendekati 1. Sedangkan STO-3 (*H. glabra*) tergolong pada marga berbeda dengan STO-8 (*M. teysmanni*), koefisien korelasi antara kedua STO tersebut adalah yang terendah terendah (0,659).

Korelasi antara jenis-jenis yang tergolong anggota marga *Horsfieldia* (STO-1, 2, dan 3) dengan jenis-jenis yang tergolong marga *Knema* (STO-9, 10, dan 11) lebih tinggi dibandingkan dengan korelasi antara jenis-jenis yang tergolong marga *Horsfieldia* dan jenis-jenis yang tergolong marga *Myristica* (STO-4, 5, 6, 7, dan 8). Hal tersebut menunjukkan bahwa kekerabatan antara anggota marga *Horsfieldia*

dengan anggota marga *Myristica* lebih rendah dibandingkan dengan anggota marga *Knema*.

Dendrogram yang disajikan pada Gambar 2 menunjukkan pola pengelompokan semua STO yang diteliti. Secara umum dapat dilihat bahwa STO tersebut mengelompok menjadi tiga kelompok utama, yaitu: kelompok pertama yang terdiri dari STO-4, 5, 6, 7, dan 8, yang mengelompok pada koefisien 0,99, kelompok kedua terdiri dari STO-9, 10, dan 11, dengan koefisien 0,97, sedangkan kelompok ketiga terdiri dari STO-1, 2, dan 3, dengan koefisien 0,97.

Berdasarkan hasil pengelompokan tersebut maka dapat disusun tiga kelompok tumbuhan yaitu STO-4, 5, 6, 7, dan 8 yang merupakan kelompok jenis yang tergolong anggota marga *Myristica*. Selanjutnya STO-9, 10, dan 11 yang merupakan kelompok jenis yang tergolong anggota marga *Knema*, serta STO-1, 2, dan 3 yang tergolong anggota marga *Horsfieldia*. Untuk ketiga kelompok tersebut marga *Knema* mengelompok lebih dekat dengan marga *Horsfieldia* dibandingkan dengan marga *Myristica*.

Dibandingkan dengan kelompok pertama, maka kelompok kedua dan ketiga memiliki koefisien pengelompokan antara setiap STO yang lebih tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena variabilitas morfologi serbuk sari pada kelompok kedua dan ketiga tersebut lebih beragam dibandingkan dengan variabilitas antara setiap STO pada kelompok pertama (kecuali pada STO-8).

Hasil pengelompokan yang disajikan dalam bentuk dendrogram pada Gambar 1 dan 4 dapat dijadikan dasar untuk menentukan hubungan kekerabatan fenetik antara setiap STO yang diteliti. Dengan demikian bukti morfologi serbuk sari dapat dijadikan dasar untuk menentukan hubungan kekerabatan fenetik antara setiap takson yang diteliti. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Walker dan Dayle (1975, dalam Jones dan Luchsinger, 1986) bahwa bukti morfologi serbuk sari dapat dijadikan dasar untuk menentukan hubungan kekerabatan suatu taksa.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nilsson dan Ornduff (1973) pada suku Menyanthaceae dapat menunjukkan bahwa hubungan kekerabatan antara marga *Nymphoides* dan *Villaris* dan pola hubungan kekerabatan yang disusun sesuai dengan pola hubungan kekerabatan yang disusun sebelumnya oleh Aston (1969).

Untuk mengetahui sifat morfologi serbuk sari yang berperan dalam pengelompokan setiap STO yang diteliti, maka dilakukan analisis diskriminan. Dengan analisis tersebut maka sifat-sifat yang berperan penting dalam penggabungan atau pemisahan suatu takson dapat ditentukan. Dari ciri morfologi serbuk sari yang dapat diamati bentuk aperturanya dapat dijadikan dasar untuk memisahkan marga *Myristica* dari marga yang lainnya. Penelitian pada suku Magnoliaceae yang dilakukan oleh Praglowski dan Dandi (1974) juga melakukan pemisahan antar marga berdasarkan bukti tipe aperturanya.

Pemisahan jenis pada marga *Myristica* berdasarkan sifat morfologi serbuk sari juga dapat dilakukan. *M. teysmanni* dapat dipisahkan dengan empat jenis lainnya berdasarkan aksis terpanjangnya, diameter porus, dan diameter luminanya. Sedangkan jenis *M. fragrans* dan *M. gautterifolia* juga dapat dipisahkan dengan *M. iners* dan *M. fatua* berdasarkan tebal endeksinya.

Pada marga *Horsfieldia* pemisahan jenis *H. irya* (Gaertn) Warb. dengan dua jenis lainnya dapat dilakukan berdasarkan sifat muri, diameter lumina, serta penebalan pada bagian pinggir kolpus. Untuk jenis *H. iryaghedi* juga dapat dibedakan dengan jenis *H. glabra* berdasarkan sifat diameter lumina, tebal muri, diameter porus, aksis terpanjang, tebal ektensin dan endeksin.

Anggota marga *Knema* juga dapat dibedakan berdasarkan bukti morfologi serbuk sari. Jenis *K. intermedia* dapat dibedakan dari kedua jenis lainnya berdasarkan sifat murinya. Sedangkan jenis *K. laurina* dapat dibedakan dengan jenis *K. cinerea* var *sumatrana* berdasarkan sifat kolpus, aksis terpanjang, diameter lumina, diameter porus, dan tebal murinya. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Kupriyanova dan Alyoshina (1972) yang menyimpulkan bahwa bukti morfologi serbuk sari dapat dijadikan dasar untuk memisahkan jenis-jenis yang tergolong suku Cornaceae.

KESIMPULAN

Kekerabatan fenetik anggota marga *Myristica*, *Horsfieldia*, dan *Knema* dapat dijadikan dasar untuk membedakan atau mengelompokkan marga-marga yang tergolong suku Myristicaceae yang terdapat di Jawa, bahkan dengan menggunakan bukti morfologi serbuk sari dapat dibedakan semua jenis pada masing-masing marga yang diteliti.

Klasifikasi anggota suku Myristicaceae di Jawa yang disusun berdasarkan pola pengelompokan pada dendrogram sifat morfologi serbuk sari terdiri atas tiga kelompok yang dikategorikan sebagai marga *Myristica*, *Horsfieldia*, dan *Knema*.

Klasifikasi anggota suku Myristicaceae yang terdapat di Jawa yang disusun berdasarkan bukti morfologi serbuk sari memiliki kesesuaian dengan

klasifikasi yang disusun oleh Backer dan Bakhuizen van den Brink (1965).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi penulis sampaikan kepada Dr. Agus Pudjoarinto, SU (alm.), seluruh staf Laboratorium Taksonomi dan Mikroteknik Tumbuhan Fakultas Biologi UGM serta Laboratorium Analisis Kimia Fisika Pusat (LAKFIP) UGM Yogyakarta yang banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashton, 1969. *Manual of the Diterocarp Trees of Bruney State*. London: Oxford University Press.
- Backer, C.A. and R.C. Bakhuizen van den Brink. 1965. *Flora of Java (Spermatophytes only)*. vol.I. Groningen: N.V.P. Noordhoff.
- Davis, P.H. and V.H. Heywood. 1973. *Prinsiples of Angiosperm Taxonomy*. New York: Robert E. Kreiger Publisher Company.
- Hooker, J.D. 1890. *Flora of British India*. vol.V. Ashford-Kent, India: L. Reeve & Co. Ltd.
- Hutchinson, J. 1968. *The Families of Flowering Plants*. 2 vols. Oxford: Clarendon Press.
- Jones, S.B. and A. Luchsinger. 1986. *Plant Systematics*. New York: Mc Graw-Hill Book Company.
- Kupriyanova and Alyoshina. 1972. Cornaceae. In Nilsson S. and J. Hendrickson. *Pollen and Spore Flora* 5:48-62. Stockholm, Sweden.
- Lawrence, G.H.M. 1974. *Taxonomy of Flowering Plants*. New York: Macmillan.
- Nilsson, S. and Ornduff. 1973. Maranthaceae Dum. In Nilsson, S and J. Hendrickson. *World Pollen and Spore Flora* 2: 1-20. Stockholm, Sweden.
- Praglowksi, J. and R. Dandi. 1973. Magnoliaceae Juss. In Nilsson, S. and J. Hendrickson. *Pollen and Spore Flora* 3: 1-48. Stockholm, Sweden.
- Pusposendjojo, N., 1982. *Prosedur Penyiapan Sediaan Hayati untuk Mikroskop Elektron Scanning*. Yogyakarta: LAKFIP UGM.
- Sneath, P.A. and R.R. Sokal. 1973. *Principles of Numerical Taxonomy*. San Fransisco: WH. Freeman and Company.
- Stuessy, T.F. 1990. *Plant Taxonomy. The Systematic Evaluation of Comparative Data*. New York: Columbia University Press.
- Walker W.J. and A.G. Walker. 1980. Comparative pollen morphology of the Mainland African Genera of Myristicaceae (**Cephalosphaera**, **Coelocaryon**, **Pycnanthus**, and **Scyphocephalium**). *American Journal of Botany* 67 (5): 603-611.

Struktur Epidermis Daun *Pinanga coronata* (Blume ex Mart.) Blume (Palmae) di Jawa dan Bali

Epidermal structure of *Pinanga coronata* (Blume ex Mart.) Blume (Palmae) in Java and Bali

JOKO R. WITONO

Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor 16003.

Diterima: 20 Juni 2003. Disetujui: 28 Juli 2003.

ABSTRACT

Pinanga coronata is one of palms species that has complex characters in morphology, because distribution of the species is very diverse. In the wild, *P. coronata* is found throughout Java and Bali, occurring on lowland forest to montane forest at altitude 1.900 m asl. This paper presents leaf anatomy observation on 21 samples from different localities and altitudes throughout Java and Bali. Observation results show that all samples have similar form and structure of epidermis cells and stomata, so the results gave evidence that leaf anatomy observation has similar results with morphological observation of this species.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: leaf epiderm structure, *Pinanga coronata*, Java, Bali.

PENDAHULUAN

Pinanga coronata merupakan satu-satunya spesies *Pinanga* di Jawa dan Bali yang tumbuh berumpun. Secara alami spesies ini memiliki daerah persebaran yang sangat luas, mulai dari hutan pantai sampai hutan pegunungan pada ketinggian 1.900 m dpl. (Witono, 2002). Luasnya daerah persebaran menyebabkan adanya variasi morfologi yang cukup besar, baik habitus, batang, daun, perbungaan, maupun perbuahan. Sebelum dilakukan revisi *Pinanga* di Jawa dan Bali oleh Witono *et al.* (2002), *Pinanga* yang tumbuh berumpun dikenal 2 spesies, yaitu *Pinanga coronata* dan *Pinanga kuhlii*. Kedua spesies tersebut dipertelakan oleh Blume (1838) dalam *Rumphia*. Blume membedakan keduanya berdasarkan morfologi daun dan bentuk pertumbuhan perbungaan. Pada *P. coronata* ibu tulang daun licin, helaian daun sempit (*linier*) dalam jumlah banyak, dan bentuk perbungaan tegak kemudian menjanggut, sementara pada *P. kuhlii* di bagian bawah ibu tulang daun terdapat bintik-bintik berwarna coklat, helaian daun lebar, berjumlah 10-13, dan bentuk perbungaan menjanggut. Diduga pada saat itu Blume hanya memiliki material herbarium dalam jumlah yang terbatas, sehingga tidak mengetahui jika spesies tersebut memiliki variasi morfologi yang cukup besar.

Berdasarkan pengamatan herbarium, terdapat kecenderungan bahwa *Pinanga* berumpun yang tumbuh di dataran rendah memiliki karakter morfologi yang sama dengan *P. kuhlii*, sementara yang tumbuh di dataran tinggi (lebih dari 1.000 m dpl) memiliki

karakter yang sama dengan *P. coronata*. Hasil pengamatan ini sesuai dengan pertelaan tipe dari spesies tersebut. Menurut Witono *et al.* (2002), kedua spesies ini merupakan sinonim karena adanya beberapa herbarium tambahan (koleksi terkemudian) yang memiliki karakter morfologi peralihan (*intermediet*) antara *P. coronata* dan *P. kuhlii* yang dikoleksi dari hutan di lereng Gunung Slamet (750-800 m dpl). Hasil ini diperkuat oleh hasil studi fenetik spesies tersebut terhadap 18 OTUs (*Operational Taxonomic Units*) yang berasal dari Jawa dan Bali pada berbagai lokasi dan ketinggian tempat yang dilakukan oleh Witono (2003). Dalam studi tersebut, karakter morfologi yang diamati berjumlah 14, terdiri atas 9 karakter vegetatif dan 5 karakter perbungaan.

Anatomi tumbuhan dapat digunakan sebagai alat untuk membantu pemecahan masalah sistematika tumbuhan yang kompleks, baik pada tingkat suku, marga, maupun spesies, karenanya dapat membantu keakuratan penamaan tumbuhan. Keakuratan ini sangat penting bagi pemulia tanaman, ahli ekologi, maupun ahli konservasi (Cutler, 1978). Dalam penelitian ini akan disampaikan hasil studi anatomi struktur sel epidermis daun terhadap beberapa spesimen *Pinanga coronata*, baik berda-sarkan material herbarium koleksi Herbarium Bogoriense, maupun tanaman koleksi Kebun Raya Bogor yang berasal dari Jawa dan Bali. Hasil studi ini diharapkan dapat lebih membuktikan bahwa kesamaan anatomi daun dapat dijadikan sebagai dasar dalam menyelesaikan masalah sistematika tumbuhan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Pebruari 2001 di Laboratorium Biosistematika, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor.

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah material daun *Pinanga coronata* yang berasal dari sampel herbarium koleksi Herbarium Bogoriense dan tanaman koleksi Kebun Raya Bogor. Material yang digunakan berjumlah 21 sampel, yang berasal dari berbagai lokasi dan ketinggian di Jawa dan Bali (Tabel 1.). Bahan lain yang digunakan meliputi safranin dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain mikroskop cahaya, kamera, negatif film, pinset, cutter/pisau, pipet, petridish, gelas benda, dan gelas penutup.

Cara kerja

Material yang berasal dari herbarium direndam dalam petridish berisi air selama 30 menit, agar daun lunak dan pengambilan sampel/penyayatan dapat dilakukan. Penyayatan dilakukan secara paradermal pada permukaan bawah daun dengan menggunakan pisau tajam setipis mungkin. Penyayatan yang terlalu tebal akan menyebabkan sampel sulit diamati dalam mikroskop karena jaringan epidermis dan jaringan mesofil akan saling bertumpuk. Pada material daun yang berasal dari tanaman koleksi, pengambilan sampel dapat langsung dilakukan tanpa melalui perendaman. Hasil sayatan diletakkan dalam gelas benda, kemudian ditetes dengan zat pewarna safranin dan dibiarkan selama beberapa menit (2-5 menit). Sayatan daun ditetes dengan air, kemudian

disedot kembali dengan pipet, ditetes dengan air dan disedot sampai beberapa kali untuk membersihkan safranin sehingga sampel dapat dilihat dengan jelas. Sampel ditutup dengan gelas penutup, sel epidermis dan stomata diamati di bawah mikroskop cahaya dan difoto. Indeks stomata dihitung dengan rumus:

$$\text{Indeks stomata} = \frac{\Sigma \text{ stomata per bidang pandang}}{\Sigma \text{ stomata} + \Sigma \text{ sel epidermis per bidang pandang}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

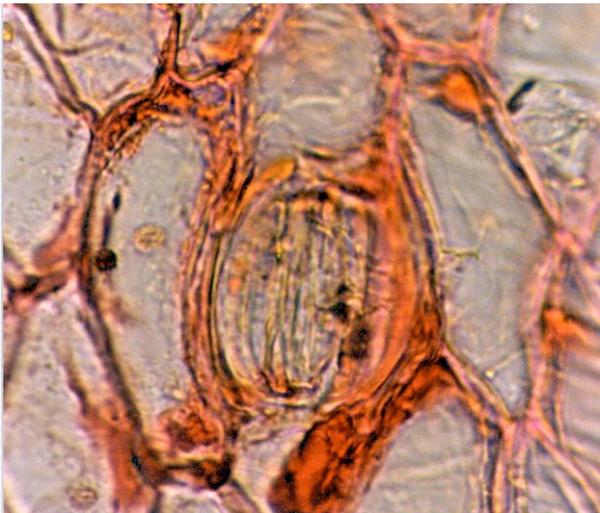
Daun pada *Pinanga coronata* terdiri atas helaian daun (*leaflet*), ibu tulang daun (*rachis*), tangkai (*petiole*), dan pelepah (*leafsheath*). Helaian daun merupakan organ penting tumbuhan yang berfungsi mensintesis senyawa organik dengan menggunakan cahaya sebagai sumber energi. engubahan energi berlangsung dalam organ sel khusus yang disebut kloroplas. Struktur eksternal dan internal daun berkaitan dengan peranannya dalam fotosintesis dan transpirasi. Ukuran daun yang tipis memungkinkan cahaya matahari menembus ke dalam semua selnya (Mauseth, 1988).

Secara anatomi, penampang melintang daun terdiri atas beberapa jaringan yaitu epidermis atas, mesofil, dan epidermis bawah (Mauseth, 1988). Jaringan epidermis merupakan kumpulan sel yang seragam dan berada pada bagian terluar. Sel epidermis memiliki struktur yang kompak (padat) dengan dinding sel yang kadangkala menebal karena mengandung silika, sehingga memperkuat helaian daun. Pada umumnya dalam jaringan epidermis juga

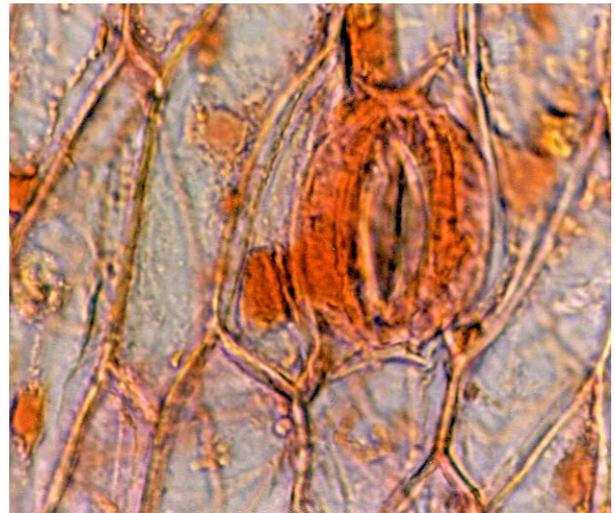
Tabel 1. Material yang digunakan dalam studi anatomi daun *P. coronata*.

No	Bahan	Kolektor	Lokasi	Ketinggian (m dpl)
1.	H	JD 1212	Cipatujah, Tasikmalaya, Jawa Barat	30
2.	H	JD 1352	Gunung Salak, Bogor, Jawa Barat	1.500
3.	H	JD 1058	Lengkong, Sukabumi, Jawa Barat	600
4.	H	JW 79	Taman Nasional Ujung Kulon, Pandeglang, Jawa Barat	40
5.	H	JD 1277	Situ Patenggang, Ciwideuy, Jawa Barat	1.400
6.	H	JPM 821	Ciwideuy, Cadas Panjang, Jawa Barat	1.750
7.	H	JD 1135	Rawah Denok, Cibodas, Jawa Barat	1.900
8.	H	JD 4182	Gunung Pulosari, Mandalawangi, Pandeglang, Jawa Barat	500
9.	H	JPM 866	Lengkong, Sukabumi, Jawa Barat	700
10.	H	Kostermans 6265	Gunung Muria, Kudus, Jawa Tengah	1.150
11.	H	Backer 15970	Pekalongan, Jawa Tengah	-
12.	H	JW 85	Gunung Slamet, Baturraden, Purwokerto, Jawa Tengah	750
13.	H	JPM 2538	Pujon, Malang, Jawa Timur	1.150
14.	H	JW 82	Gunung Wilis, Kediri, Jawa Timur	1.200
15.	H	JD 1330	Ngliyep, Malang Selatan, Jawa Timur	2
16.	H	Koorders 21686	Curamanis, Besuki, Jawa Timur	600
17.	H	Meijer 10538	Danau Bratan, Bedugul, Bali	1.000
18.	H	JW 73	Bukit Tapak, Cagar Alam Batukahu, Bedugul, Bali	1.100
19.	H	JW 75	Bukit Tapak, Cagar Alam Batukahu, Bedugul, Bali	1.100
20.	T	-	XII.B.IX.166	260
21.	T	-	XI.A.69	260

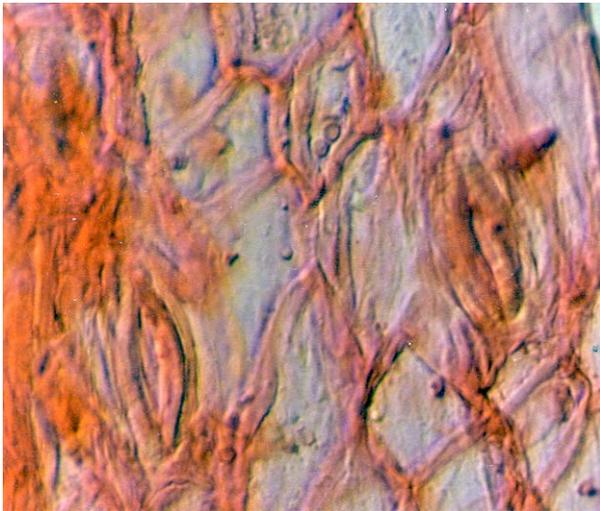
Keterangan: H = herbarium, T = tanaman koleksi Kebun Raya Bogor .



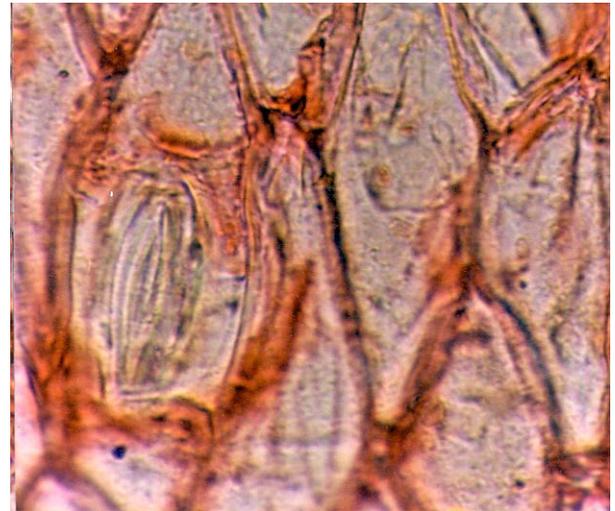
Gambar 1. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata JD 1212.



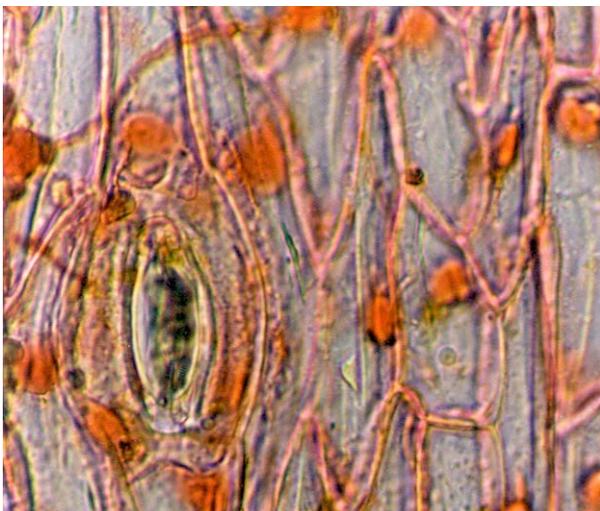
Gambar 2. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata JD 1277



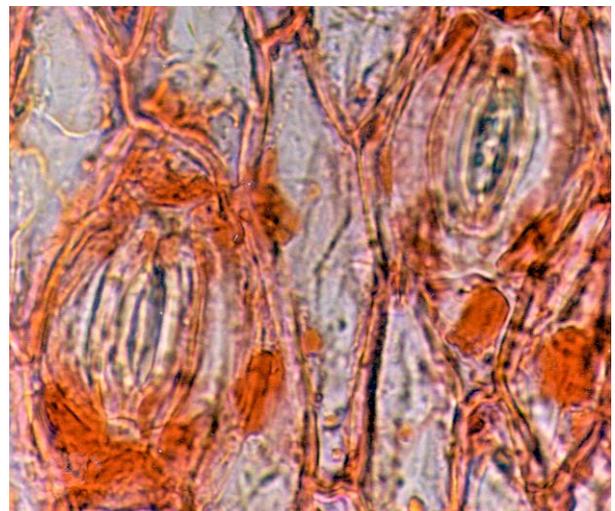
Gambar 3. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata Kostermans 6265.



Gambar 4. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata Koorders 21686.



Gambar 5. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata JW 73.



Gambar 6. Susunan dan bentuk sel epidermis dan stomata XII.B.IX.166.

dijumpai rambut-rambut, stomata, dan sel spesifik lainnya. Stomata yang berfungsi dalam pertukaran gas antar jaringan daun dan atmosfer, kadangkala terdapat pada permukaan daun bagian atas atau bawah atau keduanya. Setiap stomata terdiri atas dua sel pengawal yang mengelilingi lubang celah (Cutler, 1978; Fahn, 1982). Pada jaringan mesofil, jaringan di antara epidermis atas dan bawah, terdapat dua daerah yang dibedakan bagian atas (parenkim palisade atau jaringan pagar) dan bagian bawah (parenkim sponsiosa atau jaringan bunga karang). Parenkim palisade lebih banyak dipadati kloroplast yang berfungsi dalam fotosintesis (Fahn, 1982).

Pengamatan struktur jaringan daun dapat dilakukan terhadap daun kering (herbarium) maupun daun segar. Pada daun segar pengamatan dapat dilakukan terhadap penampang melintang maupun paradermal, sementara pada daun kering pengamatan hanya dapat dilakukan secara paradermal karena pemotongan melintang sulit dilakukan. Pada penelitian ini, sebagian besar material penelitian yang digunakan adalah sampel herbarium yang telah berumur puluhan tahun. Oleh sebab itu, pengamatan hanya dapat dilakukan secara paradermal dimana bagian yang diamati adalah permukaan bawah daun yang terdiri atas jaringan epidermis dan stomata.

Sel epidermis pada berbagai spesies tumbuhan beragam dalam jumlah, lapisan, bentuk, struktur, dan susunan stomata (Fahn, 1982). Hasil pengamatan anatomi terhadap 21 sampel yang diteliti memperlihatkan bahwa bentuk dan ukuran sel epidermis maupun stomata yang diamati ternyata sama. Hal ini berarti bahwa, sampel herbarium dan tanaman koleksi Kebun Raya Bogor yang diamati termasuk dalam satu spesies, yaitu *Pinanga coronata*. Hasil pengamatan anatomi terhadap beberapa material herbarium dan tanaman koleksi dapat diperiksa pada Gambar 1-6.

Hasil studi ini memperlihatkan adanya kesamaan, baik dalam bentuk maupun susunan sel epidermis dan stomata. Bentuk sel epidermis setiap sampel pengamatan bervariasi antara satu dengan lainnya, bentuknya ada yang memanjang, oval, sampai membulat dan bersegi 4 sampai 6. Variasi bentuk sel epidermis dalam satu sampel pengamatan juga terjadi pada spesies palem yang lain. Tomlinson (1966) melakukan pengamatan anatomi bagian vegetatif *Aristeyera spicata* (spesies palem dari Amerika Tengah) dan menemukan terjadinya variasi pada sel epidermis dalam sampel daun yang sama. Saat ini *Aristeyera spicata* dimasukkan sebagai sinonim *Asterogyne spicata* (Uhl dan Dransfield, 1989).

Stomata dari setiap sampel pengamatan menunjukkan bentuk yang sama, namun berbeda jumlahnya. Setiap bagian daun dari sampel yang sama akan menunjukkan jumlah stomata yang berbeda. Letak stomata pada sel epidermis setiap sampel pengamatan adalah sama, yaitu memanjang dan memenuhi satu sel epidermis. Berdasarkan perhitungan nilai indeks stomata setiap sampel

sebagai berikut: JD 1212 8%, JD 1352 3,85%, JD 1058 6,25%, JW 79 3,70%, JD 1277 4,17%, JPM 821 7,69%, JD 1135 4%, JD 4182 6,25%, JPM 866 8,33%, Kostermans 6265 9,68%, Backer 15970 4,17%, JW 85 3,70%, JPM 2538 7,69%, JW 82 3,45%, JD 1330 3,70%, Kooders 21686 4,76%, Meijer 10538 6,90%, JW 73,3,45%, JW 75 7,14%, XII.B.IX166 7,41%, dan XI.A.69 6,45%.

Hasil pengamatan anatomi daun yang dilakukan secara paradermal memperkuat hasil penelitian morfologi yang telah dilakukan sebelumnya. Idealnya pengamatan anatomi penampang melintang daun juga dilakukan, namun karena keterbatasan sampel pengamatan hanya dapat dilakukan secara paradermal.

KESIMPULAN

Anatomi tumbuhan dapat digunakan sebagai alat untuk membantu pemecahan masalah yang kompleks dalam sistematika tumbuhan, baik yang berhubungan dengan suku, marga, maupun spesies. Anatomi tumbuhan membantu dalam keakuratan penamaan tumbuhan. Pada *Pinanga coronata*, penelitian yang berkaitan dengan morfologi telah dilakukan. Berdasarkan hasil pengamatan anatomi terhadap daun, didapatkan bahwa 21 sampel daun *P. coronata* yang berasal dari berbagai lokasi dan ketinggian tempat menunjukkan hasil yang sama dalam hal bentuk maupun susunan sel epidermis dan stomata, sehingga memperkuat hasil penelitian morfologi yang telah dilakukan sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Montgomery Botanical Center, Miami, Florida yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ujang Hapid dari Herbarium Bogoriense yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan rekan sekerja di lingkungan Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI atas waktu yang diberikan untuk mendiskusikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Blume, C.L. 1843. *Rumphia, sive commentationes botanicae imprimis de plantis Indiae Orientali* 2. Lugduni Batavorum.
- Cutler, D.F. 1978. *Applied Plant Anatomy*. London: Longman.
- Fahn, A. 1985. *Plant Anatomy*. 3th edition. Oxford: Pergamon.
- Mauseth, J.D. 1988. *Plant Anatomy*. Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Tomlinson, P.B. 1966. Notes on the vegetative anatomy of *Aristeyera spicata* (Palmae). *Journal of Arnold Arboretum* 47 (1): 23-29.
- Uhl, N.W. and J. Dransfield. 1989. *Genera Palmarum, a Classification of Palms Based on the Work of Harold E. Moore, Jr.* Kansas: The Bailey Hortorium and The International Palm Society & Allen Press.
- Witono, J.R. 2003. Phenetic study on clustered *Pinanga* of Java and Bali. *Biodiversitas* 4 (1): 38-42.
- Witono, J.R., J.P. Mogeja, & S. Somadikarta. 2002. *Pinanga* in Java and Bali. *Palms* 46 (4): 193-202.

Analisis Vegetasi Dua Jenis Tumbuhan Pemakan Serangga di Padang Pinang Anyang, Pulau Belitung

Vegetation analysis of two insectivorous plants in Padang Pinang Anyang, Belitung Island

SYAMSUL HIDAYAT, JAJAT HIDAYAT, HAMZAH, E. SUHANDI, TATANG, AJIDIN

Pusat Konservasi Tumbuhan-Kebun Raya Bogor, LIPI, Bogor 16003.

Diterima: 7 Maret 2003. Disetujui: 20 Juni 2003

ABSTRACT

Nepenthes gracilis and *Drosera burmannii* are rare species, found at Padang Pinang Anyang, Belitung island. These unique plants are also known as insectivorous species. Field observation was conducted on June, 2002. The number of population of *N. gracilis* and *D. burmannii* as well as identification of plants associated with have been carried out. Six transects, 50 x 5 m² in each transect were established, of which one transect consists of 10 small 5 x 5 m² plots. All plant species in plots were identified. The degree association is computed by contingency table 2x2 while distribution type is considered by variant. As the result, 19 species have recorded including grass species (44%), shrub (28%), tree (19%), and insectivorous plants (9%). The important value index (IVI) of *N. gracilis* 1.98, and *D. burmannii* 0.99.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: insectivorous plants, population, association, distribution.

PENDAHULUAN

Pulau Belitung adalah salah satu kabupaten yang terletak di kawasan propinsi baru Bangka-Belitung. Pulau ini cukup luas dengan lahannya yang banyak tak termanfaatkan dan dicirikan dengan tanah yang kering. Walaupun demikian di beberapa kawasan berhutannya terdapat banyak potensi tumbuhan baik sebagai tumbuhan endemik maupun berpotensi dalam menunjang perekonomian setempat. Luas total pulau Belitung adalah 480.000 ha dimana 182.787 ha diantaranya dikategorikan sebagai kawasan hutan, yaitu hutan lindung 67.622 ha dan hutan produksi 115.165 ha (Anonim, 2000).

Di pulau ini tersebar beberapa kawasan hutan lindung yang masih dalam kondisi baik, salah satu di antaranya adalah kawasan hutan lindung Renggiang. Kawasan yang berdekatan dengan perkebunan kelapa sawit milik perusahaan asing ini dapat ditempuh dengan kendaraan darat dari berbagai arah. Jarak dari Tanjung Pandan sekitar 90 km ke arah timur dapat ditempuh dengan kendaraan darat dengan waktu sekitar 1-1,5 jam, kemudian melalui jalan sawit ± 20 km akan sampai ke padang rumput terdekat di kawasan hutan lindung tersebut. Hutan Lindung Renggiang, dengan ketinggian area di bawah 100 m dpl atau sebagian besar di antara rentang 10-30 m dpl dapat dibagi ke dalam tiga tipe habitat, yaitu hutan campuran sekunder, hutan rawa,

dan padang rumput. Secara umum, semua tipe habitat ini didukung kondisi tanah yang selalu lembab dan mengandung kaolin.

Salah satu area yang banyak disinggahi oleh satwa hutan terutama dari golongan mamalia seperti kijang, rusa dan kancil adalah padang rumput. Padang rumput merupakan salah satu tipe habitat hutan yang ditemui secara terpisah-pisah di kawasan hutan lindung Renggiang ini. Di tipe hutan inilah banyak satwa liar mencari makan dan menjadi sasaran para pemburu lokal, terutama pada malam hari. Kawasan padang yang terpencar-pencar ini juga memiliki kekayaan jenis tumbuhan yang cukup tinggi dan menarik nilai konservasinya. Selain berbagai jenis rerumputan, terdapat setidaknya dua jenis tumbuhan yang dilindungi dan terancam langka yaitu *Nepenthes gracilis* yang memiliki kantung beralur-alur merah dan *Drosera burmannii* yang merupakan tumbuhan kecil berbentuk seperti matahari. *Nepenthes* maupun *Drosera*, keduanya dikenal sebagai tumbuhan pemakan serangga (*insectivorous plants*) (Lloyd, 1976). Jenis-jenis tumbuhan yang memiliki penampilan menarik dan unik ini semakin terancam keberadaannya di alam, terutama di kawasan Padang Pinang Anyang. Padang Pinang Anyang merupakan salah satu contoh padang rumput yang cukup luas dan lengkap variasi vegetasinya, terletak di antara dua hutan sekunder yang masih baik kondisi vegetasinya. Namun saat ini kawasan

tersebut menghadapi tantangan peralihan fungsi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan yang berasosiasi dengan *D. burmannii* dan *N. gracilis* serta kondisi habitat hidup dari jenis-jenis tersebut. Selain itu untuk menduga jumlah populasinya dalam kawasan padang rumput Padang Pinang Anyang. Selanjutnya hasil penelitian ini diharapkan sebagai salah satu acuan dalam upaya konservasi tumbuhan tersebut baik secara *ex-situ* maupun secara *in-situ*.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di padang rumput pinang anyang yaitu bagian dari kawasan hutan lindung Renggang, tepatnya pada garis 02° 47' 92" LS dan 108° 04' 165" BT. Kawasan ini termasuk ke dalam wilayah administrasi Kecamatan Kelapa Kampit, Kabupaten Belitong. Pengamatan dan identifikasi tumbuhan di lapangan dilakukan selama 6 hari dari tanggal 21-26 Juni 2002.

Cara kerja

Metode yang dilakukan adalah dengan membuat

transek-transek pengamatan berukuran 50 x 5 m berjumlah 6 buah, sehingga luas total area pengamatan yaitu 1500 m² atau 0,15 ha. Jarak antar transek adalah 5 meter dengan arah transek Barat-Timur. Pada setiap transek dibagi lagi menjadi 10 petak pengamatan kecil dengan ukuran masing-masing 5 x 5 m. Di setiap petak kecil inilah dicatat semua jenis tumbuhan yang teridentifikasi baik untuk tingkat rumput, semak, maupun pohon. Demikian pula dicatat jumlah *N. gracilis* (Gambar 1.) dan *D. burmannii* (Gambar 2.) yang dapat ditemui pada setiap petak pengamatan.

Tingkat asosiasi di antara jenis-jenis penyusun vegetasi tersebut dengan *N. gracilis* dan *D. burmannii* dilakukan dengan tabel *contingency 2x2*, sementara pola sebarannya ditentukan dengan penghitungan varian (Ludwig dan Reynolds, 1988). Baik *N. gracilis* maupun *D. burmannii*, dari lokasi pengamatan ini diambil contoh hidupnya untuk dilihat perkembangan dan daya adaptasi hidupnya di Kebun Raya Bogor. Khusus *D. burmannii*, cara pengkoleksian adalah dengan meletakkan setiap satu individu pada satu tube plastik. Kemudian saat sampai di pembibitan dipindahkan pada bak pasir yang dibubuhi petrolite disimpan di ruang kaca yang lembab tetapi cukup sinar matahari.

Tabel 1. Indeks Nilai Penting Vegetasi Penyusun Padang Pinang Anyang.

No.	Nama Jenis (suku)	Nama Suku	F (%)	FR	D (%)	DR	INP
1.	<i>Carpha alpina</i>	Cyperaceae	87,5	9,89	7	15,89	25,78
2.	<i>Cyperus sp1.</i>	Cyperaceae	100	11,31	4	9,08	20,38
3.	<i>Cyperus sp2.</i>	Cyperaceae	97,5	11,03	3,9	8,86	19,88
4.	<i>Drosera burmannii</i>	Droseraceae	7,5	0,85	0,06	0,14	0,99
5.	<i>Fimbristylis samarangensis</i>	Cyperaceae	100	11,31	8	18,16	29,46
6.	<i>Gardenia tubifera</i>	Rubiaceae	5	0,56	0,02	0,04	0,60
7.	<i>Isahne miliacea</i>	Poaceae	7	0,79	4,2	9,54	10,33
8.	<i>Ixora sp.</i>	Rubiaceae	17,5	1,98	0,07	0,16	2,14
9.	<i>Melastoma polyanthum</i>	Melastomataceae	5	0,56	0,01	0,03	0,58
10.	<i>Memexylon laruai</i>	Melastomataceae	2,5	0,28	0,01	0,03	0,30
11.	<i>Molugo pentaphylla</i>	Molugaceae	67,5	7,63	0,27	0,61	8,24
12.	<i>Nepenthes gracilis</i>	Nepenthaceae	12,5	1,41	0,25	0,57	1,98
13.	Poaceae	Poaceae	100	11,31	8	18,16	29,46
14.	<i>Rostellulacia obtusa</i>	Acanthaceae	20	2,26	0,2	0,45	2,71
15.	<i>Shorea sp.</i>	Dipterocarpaceae	5	0,56	0,02	0,04	0,60
16.	<i>Tritaniopsis obovata</i>	Myrtaceae	37,5	4,24	0,15	0,34	4,58
17.	..... *)	Verbenaceae	20	2,26	0,08	0,18	2,44
18.	<i>Xyris dajacensis</i>	Xyridaceae	95	10,74	3,8	8,63	19,37
19.	<i>Xyris flabellata</i>	Xyridaceae	97,5	11,03	4	9,08	20,10
			884,5	100	44,04	100	200

Keterangan: *) tidak teridentifikasi pada tingkat jenis.

Tabel 2. Tingkat asosiasi vegetasi penyusun padang pinang anyang dengan *Nepenthes gracilis* dan *Drosera burmannii*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>D. burmannii</i>	x	x	x		x	+	-	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x
<i>N. gracilis</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	+	+	x	x	x	x

Keterangan: + : berasosiasi positif; - : berasosiasi negatif; x : tidak berasosiasi.

Gambar 1. *Drosera burmannii*Gambar 2. *Nepenthes gracilis*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui petak-petak pengamatan berhasil dicatat 19 jenis tumbuhan penyusun vegetasi Padang Pinang Anyang yang terdiri dari rumput-rumputan (44%), semak (28%), pohon (19%), dan tumbuhan pemakan serangga (9%). Secara umum tipe vegetasi Padang Pinang Anyang ini didominasi oleh suku Cyperaceae terutama dari marga *Cyperus*, sedangkan indeks nilai penting (INP) terbesar ditempati oleh jenis *Fimbristylis samarangensis*.

Hasil identifikasi tumbuhan di padang rumput pinang anyang, terutama jenis-jenis yang termasuk di dalam transek pengamatan beserta indeks nilai pentingnya disajikan pada Tabel 1. Sementara tingkat asosiasinya disajikan pada Tabel 2. Sedangkan melalui perhitungan varian, baik *Nepenthes gracilis* maupun *D. burmannii* memiliki pola sebaran acak berkelompok.

Melalui perhitungan analisa vegetasi diperoleh nilai kerapatan *N. gracilis* adalah 53.33/ha, frekuensi 12.5% dan dominansi area 0.25 %. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa *N. gracilis* cukup kecil keberadaannya dibandingkan dengan jenis rerumputan. Demikian halnya dengan *D. burmannii* yang hanya memiliki nilai frekuensi 7,5 % dan dominansi area 0,06%. Indeks nilai penting bagi kedua jenis tumbuhan unik ini sangat kecil dibandingkan jenis-jenis vegetasi penyusun padang rumput lainnya. Hal ini merupakan salah satu indikator kerawanan jenis dan perlunya tindakan konservasi secara serius.

D. burmannii, tumbuhan unik penangkap serangga yang jarang ditemui di pulau lain, terdapat di padang rumput pinang anyang terutama tumbuh pada bagian-bagian lahan terbuka dan terkena sinar matahari penuh. Kondisi tanah yang lembab dan berair ikut menunjang pertumbuhan jenis ini. Tumbuhan ini

menyebar secara berkelompok, satu kelompok biasanya terdiri dari lebih 10 individu. Melalui tabel *contingency* perhitungan indeks asosiasi, menunjukkan bahwa hanya 4 jenis tumbuhan yang berasosiasi dengan *D. burmannii* baik secara positif maupun negatif. Kelompok tumbuhan yang berasosiasi positif umumnya adalah anakan dari tumbuhan berkayu, yang belum menampakkan sosok tumbuhan sebenarnya. Sementara tumbuhan yang berasosiasi negatif termasuk dalam kelompok suku Poaceae yang tergolong ekspansif dan menaungi dataran tempat *Drosera* tumbuh. Namun demikian jenis-jenis yang berasosiasi ini pun tidak tampak dominan tumbuh di sekitar *D. burmannii*. Bahkan populasi *D. burmannii* jarang sekali ditemukan tumbuh berdampingan dengan jenis penangkap serangga lain seperti *Nepenthes spp* yang terdapat tumbuh di kawasan padang rumput yang sama. Di samping kompetisi mangsa, hal ini dikarenakan *Nepenthes* yang tumbuh membesar seperti halnya jenis-jenis rerumputan akan bersifat menaungi, sehingga *Drosera* akan terhambat perkembangannya dan kemungkinan mati.

N. gracilis akan tumbuh lebih baik dan sempurna pada kondisi sinar matahari yang penuh, tetapi tanah cukup lembab. *N. gracilis* yang tumbuh di antara dominasi rerumputan akan tampak tumbuh kerdil, sementara yang tumbuh bersama kelompoknya tampak lebih baik dan memperlihatkan perbungaan yang sempurna. Jenis ini cenderung tumbuh pada tempat-tempat yang kompetisinya dengan rerumputan kecil, yaitu 80-90 % bebas dari rumput yang menaunginya. Tumbuhan ini menyebar secara acak dengan radius populasi 10-50 cm, dan terdapat 1-4 individu per kelompok/populasi. Jarak antar populasi terdekat minimal adalah 50 cm yang dipisahkan oleh kelompok tumbuhan suku Cyperaceae. Berdasarkan perhitungan indeks asosiasi, hanya 2 jenis tumbuhan

yang berasosiasi positif dengan *N. gracilis* yaitu *Rostellulacia obtusa* dan *Shorea sp.* Kedua jenis tumbuhan ini tidak termasuk keluarga Cyperaceae yang memiliki tingkat ekspansi tinggi dan tidak bersifat menaungi, sehingga *Nepenthes* cenderung dapat berkembang lebih baik.

Melalui pendekatan varian dapat disimpulkan bahwa baik *N.gracilis* maupun *D.burmannii* memiliki pola sebaran berkelompok. Penyebaran secara acak berkelompok menunjukkan bahwa kedua jenis ini tidak memiliki kecenderungan berdekatan dengan jenis-jenis tumbuhan lain, namun demikian kedua jenis ini akan tampak berkembang lebih baik bila berada di kelompoknya masing-masing dibandingkan tumbuh sendiri-sendiri. Sedangkan jenis yang memiliki asosiasi positif untuk kedua jenis tumbuhan tersebut adalah *Rostellulacia obtuse* dengan nilai χ^2 dan indeks Ochiai (OI) adalah masing-masing untuk *N.gracilis* 4,61 dan 0,45, sedangkan untuk *D.burmannii* 11,17 dan 0,58. Nilai-nilai ini tentunya belum dapat mengungkapkan secara detail sejauh mana pengaruh tumbuhan yang berasosiasi positif terhadap kedua jenis tumbuhan unik tersebut. Sementara itu antara *N.gracilis* dan *D.burmannii* itu sendiri berdasarkan perhitungan indeks asosiasi, $\chi^2 = 1,6$ mencerminkan tidak terjadi asosiasi. Pada kenyataannya di lapangan kedua jenis tumbuhan ini memang sangat jarang ditemukan pada area yang bersamaan. Pengungkapan fenomena ini pun perlu kajian ekologis dan biologis lebih lanjut.

Baik *D. burmannii* maupun *N.gracilis* yang berada di Padang Pinang Anyang terancam keberadaannya dengan perluasan kebun kelapa sawit di sekitarnya. Perubahan habitat secara umum merupakan ancaman utama bagi jenis-jenis pemakan serangga ini. *D. burmannii* yang hanya dapat ditemukan di beberapa kawasan seperti Sulawesi, Kalimantan Barat, dan Karimata ini sangat peka terhadap perubahan lingkungan (Sukanto, 2001). Bijinya yang bersifat rekalsitran dan cepat mati sangat sulit untuk dapat dikembangkan di luar habitatnya, sehingga cukup sulit untuk dapat tetap bertahan hidup menghadapi perubahan habitatnya. Demikian pula halnya dengan *N.gracilis* yang cenderung bertahan hidup di daerah-daerah berawa (basah) dengan jenis mangsa seperti kecoa, laba-laba, dan nyamuk (Cheek dan Jebb, 2001).

KESIMPULAN

Kawasan hutan di pulau Belitung menyimpan potensi flora yang bernilai tinggi baik dari segi ekologis konservasionis maupun dari segi perdagangan nasional dan internasional. Pulau yang belum banyak dilirik oleh para peneliti botani nasional ini, ternyata memiliki sisa hutan hujan tropis dataran rendah yang cukup baik dan perlu dipertahankan dari berbagai pihak yang tidak bertanggung jawab. Demikian pula halnya dengan keberadaan habitat padang rumput yang tersebar di kawasan pulau ini, perlu dipertahankan dan dikontrol keberadaannya sebagai tempat satwa liar bermain dan mencari makan. Di samping itu pula padang-padang ini perlu perhatian ekstra dengan adanya beberapa jenis tumbuhan langka, unik dan dilindungi.

D. burmannii dan *N. gracilis*, 2 jenis tumbuhan unik di kawasan padang pinang anyang semakin terancam keberadaannya. Hasil analisa vegetasi yang menunjukkan INP kecil serta kondisi habitat yang semakin terdesak oleh perkebunan, merupakan alasan kuat untuk melakukan tindakan konservasi secara *ex-situ* bagi keduanya dengan mengacu kepada jenis-jenis tumbuhan lain yang berasosiasi dan dapat mendukung kehidupannya. Mengingat kedua jenis tumbuhan unik ini memiliki nilai ilmiah yang tinggi, sehingga perlu upaya konservasi *in-situ* yang tentunya akan lebih mudah, murah, dan berdampak baik bagi keseimbangan lingkungan sekitarnya, dibandingkan dengan upaya konservasi *ex-situ* yang tingkat kemungkinan tumbuhnya rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Belitung 2000-2010. Laporan Akhir. Belitung: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Belitung.
- Cheek, M. and M. Jebb. 2001. *Flora Malesiana Series 1-Seed Plants*. Vol.15. Nepenthaceae. Netherland: Flora Malesiana Foundation.
- Lloyd, F.E. 1976. *The Carnivorous Plants*. New York: Dover Publications, Inc.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology, A Primer On Methods And Computing*. New York: John Willey and Sons.
- Sukanto, L.A. 2001. Perbanyakan tumbuhan pemakan serangga *Drosera burmannii* secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional Puspa Langka Indonesia*. Bogor: Rafflesia Foundation.

Habitat dan Keragaman Tumbuhan Pakan Kancil (*Tragulus javanicus*) dan Kijang (*Muntiacus muntjak*) di Cagar Alam Nusakambangan Barat dan Timur

Habitat distribution and diversity of forest plant as feed resources of mouse deer (*Tragulus javanicus*) and barking deer (*Muntiacus muntjak*) in Nature Preserve of west and east Nusakambangan

WARTIKA ROSA FARIDA¹, LILY ENDANG SETYORINI¹, GOZALI SUMAATMADJA²

¹Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Cibinong-Bogor 16911

²Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI, Bogor 16013

Diterima: 13 Maret 2003. Disetujui: 28 Juli 2003.

ABSTRACT

The objectives of the research were to study on habitat distribution and the diversity of forest plants as feed resources of mouse deer (*Tragulus javanicus*) and barking deer (*Muntiacus muntjak*) was conducted in Nature Preserve of Nusakambangan. Preferred Habitat of mouse deer is the dense of bushes with many fallen dry leaves which seemingly they use for their mattress cover as well as the places with bush dense of zalacca palm and generally not far from the river. While the barking deer prefers the dense of bushes on the edges of forest with coarse grass grow there. Forest plants as feed resources for mouse deer and barking deer found in this research consist of 34 species grouped in 21 families.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words : habitat, feed plant, *Tragulus javanicus*, *Muntiacus muntjak*.

PENDAHULUAN

Pulau Nusakambangan yang terletak di pantai selatan Jawa Tengah bagian barat, terbentang memanjang membentengi kota Cilacap dari deburan ombak Samudera Hindia. Pulau yang luasnya 36 km² ini secara geografis terletak pada 7°30' – 7°35' Lintang Selatan dan 109°53' – 109°30' Bujur Barat dan dalam administrasi pemerintahan, pulau ini termasuk wilayah desa Tambakreja, Kecamatan Cilacap Selatan, Kota Administratif Cilacap. Secara nasional pengelolaan pulau ini di bawah koordinasi Departemen Kehakiman dan Hak Azasi Manusia (HAM) sehubungan dengan adanya beberapa rumah tahanan di pulau tersebut. Nusakambangan ditetapkan tertutup untuk umum guna mempermudah pengawasan. Kunjungan ke pulau ini dibawah pengawasan ketat petugas Lembaga Pemasyarakatan dan segala bentuk aktivitas harus seizin Menteri Kehakiman dan HAM.

Cagar Alam di Nusakambangan terdapat di bagian Barat dan Timur pulau tersebut. Akibat aktivitas dan mobilitas penduduk yang cukup tinggi, saat ini telah terjadi pula perambahan hutan dan pembukaan lahan-lahan pertanian. Kegiatan tersebut tentu saja akan mengancam daerah perlindungan, karena

terbukti banyak dijumpai penebangan liar di dalam kawasan cagar alam. Dikhawatirkan keberadaan satwa di hutan cagar alam akan ikut terancam, demikian juga dengan ketersediaan tumbuhan hutan sebagai sumber pakannya. Menurut informasi masyarakat lokal, dua jenis diantara satwa hutan yang hidup di Nusakambangan yaitu kancil (*Tragulus javanicus*) dan kijang (*Muntiacus muntjak*) merupakan satwa yang hingga kini terus diburu untuk tujuan dikonsumsi dagingnya dan sebagian dijual. Kancil merupakan hewan ruminansia terkecil yang pertama kali ditemukan di pulau Jawa (Van Dort, 1987), tidak bertanduk, pada jantan dewasa tumbuh taring, dan umumnya kancil hidup di daerah dataran rendah hingga ketinggian 600 m dpl. (Payne *et al.*, 1985). Kancil dicirikan oleh warna rambut tubuhnya coklat kemerahan dengan tiga garis putih di bawah dagunya, terkategori sebagai hewan yang berstatus terancam punah (*endangered species*), dan saat ini telah tercantum dalam IUCN *Red List of Threatened Animals* (IUCN, 1986).

Kijang yang kotoran dan jejak-jejak kakinya banyak ditemukan di cagar alam Nusakambangan Barat dan Timur, bentuk tubuhnya mirip rusa, hewan jantan bertanduk pendek dan bertaring, ukuran tubuhnya lebih kecil dan ramping dibandingkan rusa.

Kijang lebih menyukai hidup di rimbunan semak di pinggiran hutan dan sering di jumpai di semak belukar bekas perladangan dan dapat hidup mulai daerah dataran rendah hingga daerah pegunungan 2 400 m dpl. Rambut tubuhnya pendek dan halus berwarna coklat kemerahan dan pada bagian telinga tumbuh rambut yang lebih panjang. Pada kijang betina dan anak, rambut tubuhnya berwarna lebih muda. Pada bagian punggungnya berwarna lebih gelap, sedangkan rambut tubuh bagian bawah dari dagu, leher, hingga perutnya berwarna putih. Kijang dan kancil hidupnya soliter, berpasangan hanya pada saat musim kawin, dan aktivitas makan lebih banyak dilakukan pada malam atau pagi hari.

Keutuhan habitat dan kelestarian jenis tumbuhan hutan sebagai sumber pakan bagi kancil dan kijang yang menghuni hutan Nusakambangan khususnya di wilayah cagar alamnya perlu dijaga, guna menjamin kelangsungan hidup satwa-satwa tersebut di habitat aslinya (*in situ*). Eksplorasi ke Cagar Alam Nusakambangan Barat dan Timur, Kabupaten Cilacap sebagai daerah hutan dataran rendah bertujuan untuk menghimpun data tentang habitat dan keragaman jenis tumbuhan pakan bagi kancil (*Tragulus javanicus*) dan kijang (*Muntiacus muntjak*) di wilayah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Eksplorasi ke Cagar Alam (C.A.) Nusakambangan Barat dan Timur, Kabupaten Cilacap telah dilakukan pada bulan Agustus 2002. Survei ke daerah penyebaran habitat kancil dan kijang dilakukan berdasarkan laporan masyarakat/pemburu setempat guna dilakukan pengamatan sebaran habitat kancil dan kijang serta pengumpulan jenis-jenis tumbuhan

hutan sebagai sumber pakannya.

Penentuan jenis tumbuhan pakan yang dimakan oleh kancil atau kijang atau oleh kedua satwa tersebut yaitu berdasarkan petunjuk dari penduduk/bekas pemburu yang sudah mengetahui jenis-jenis pakan kancil atau kijang yang turut mengantar tim peneliti ke hutan selama survei dilakukan. Pengukuran diameter batang pohon setinggi dada dilakukan pada setiap pohon yang tercatat bagiannya (daun atau buah) yang merupakan pakan kancil dan/atau kijang. Sampel batang, ranting, daun, bunga dan buah (bila ada) dari setiap jenis tumbuhan pakan dikumpulkan dan dibuat herbarium yang untuk selanjutnya akan dilakukan identifikasi nama ilmiahnya di Herbarium Bogoriense (Bidang Botani), Puslit Biologi – LIPI, Bogor.

Untuk analisa nutrisinya, maka sampel tumbuhan pakan berdasarkan bagian tumbuhan yang dimakan kancil dan/atau kijang (daun, buah, biji, atau umbut) dikumpulkan sebanyak mungkin dan dimasukkan ke dalam kantong plastik. Sesampai di *base camp* sampel tersebut dikering anginkan dan dijemur di bawah sinar matahari hingga dicapai berat kering matahari. Selanjutnya di Laboratorium Gizi Bidang Zoologi, Puslit Biologi – LIPI, Cibinong Bogor, guna mempercepat proses pengeringan sampel dengan oven maka sebelumnya dilakukan pengirisan menjadi bagian-bagian kecil baik buah, daun, maupun umbut. Untuk buah-buahan memerlukan waktu pengeringan selama 18 jam, sedangkan daun-daunan membutuhkan waktu selama 12 jam pada suhu 60°C. Setelah sample kering, kemudian digiling halus. Selanjutnya berdasarkan metoda Harris (1970), dilakukan analisa kandungan nutrisi (analisa proksimat) sampel meliputi kandungan bahan kering, kadar abu, protein, lemak, serat kasar, dan energi.



Gambar 1. Posisi lokasi habitat dan posisi pengambilan sampel tumbuhan pakan kancil dan kijang di Pulau Nusakambangan. ■ = Koordinat habitat dan pengambilan sampel tumbuhan pakan kancil dan kijang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perjalanan di C.A. Nusakambangan Barat dan Timur hanya pernah dua kali terlihat kancil, hal ini karena sifat kancil yang penakut dan pemalu, sehingga akan sangat jarang sekali bisa bertemu langsung dengan satwa ini, kecuali dengan menggunakan kamera jebakan (*camera trap*). Habitat kancil dan kijang tersebar hampir disemua lokasi yang terjelajah, baik di wilayah luar kawasan cagar alam maupun daerah dalam kawasan. Hal tersebut terbukti dengan ditemukannya bekas-bekas sarang kancil, feces kijang dan juga bekas garukan tanduk kijang pada pohon-pohon kecil, serta bekas-bekas renggutan pada tumbuhan hutan yang dipilih sebagai sumber pakannya. Di kawasan hutan Nusakambangan kancil menyukai habitat di tempat-tempat rimbun banyak jatuhnya daun-daun kering yang diduga sebagai alas tidurnya, juga dibawah rimbunan pohon-pohon salak dan umumnya tempat bersarangnya tidak jauh dari sungai, sebagaimana menurut Anonimous (1978), kancil merupakan satwa tropika dengan habitatnya di hutan primer dan sekunder, menyukai daerah yang tanahnya kering dekat dengan sumber air. Di lantai hutan baik di luar maupun di dalam kawasan C.A. Nusakambangan sering ditemukan feces kijang dan jejak-jejak kakinya, sedangkan jejak kaki kancil akan sulit ditemukan karena kecil dan kurusnya bentuk kaki kancil. Kijang lebih menyukai habitat di semak-semak pinggiran hutan, menurut informasi penduduk yang ikut mengantar ke hutan, kijang lebih sering terlihat pada sore hari, bahkan sering juga terelihat di daerah terbuka yang banyak ditumbuhi alang-alang muda. Kancil akan lebih mudah dilihat pada malam hari dengan cara diterangi dengan lampu sorot, sayangnya hal ini tidak terlaksana karena saat eksplorasi dilakukan keadaan sedang terang bulan, yang menurut informasi kancil tidak akan keluar di saat tersebut. Kijang paling sering diburu hingga saat ini, di beberapa rumah penduduk ada ditemukan beberapa kulit kijang yang telah dikeringkan. Hal ini tentu saja tidak bisa dibiarkan terus berlangsung, demi terjaminnya keberadaan kijang di Nusakambangan.

Tumbuhan sebagai sumber pakan kancil dan kijang yang tercatat selama survei berjumlah 34 jenis yang tergolong kedalam 21 suku (Tabel 2). Dari Tabel 2 terlihat 14 jenis tumbuhan yang dipilih kancil sebagai sumber pakannya, 19 jenis tumbuhan yang dimakan kijang, dan hanya satu jenis tumbuhan berupa daun muda dan buah uris-urisan (*Grewia laevigata*) yang dimakan oleh kancil maupun kijang. Kijang lebih banyak memilih pakan jenis dedaunan dan dari sejumlah daun yang dipilih sebagai sumber pakan ternyata dua jenis daun yang hanya dikonsumsi oleh kijang disaat kemarau panjang yaitu daun tutup (*Macaranga tanarius*) dan daun

kihemerang (*Ficus padana*), diduga karena kedua jenis tumbuhan tersebut yang tetap tumbuh baik menghijau saat kemarau, sedangkan jenis-jenis dedaunan lainnya tidak tersedia lagi dalam bentuk daun muda. Kancil lebih banyak memakan buah, selain beberapa jenis dedaunan, juga mengkonsumsi umbut rotan gajah (*Flectocomia elongata*), rebung pring tali (*Gigantochloa apus*) dan biji mresak (*Amomum dealbatum*). Menurut Kay *et al.* (1980), berdasarkan pemilihan jenis pakan, kancil menyukai dedaunan yang berair, biji-bijian, dan buah-buahan yang mudah dicerna, sehingga kancil digolongkan ke dalam kelompok perangsang (*browser/concentrate selector*) (Agungpriyono, 1992), sedangkan kijang yang juga tergolong perangsang, tetapi mengkonsumsi pula banyak rerumputan, selain juga memakan dedaunan pohon, semak, tumbuhan herba, dan buah-buahan hutan (Lekagul dan McNeely, 1977). Dalam perjalanan survei kali ini tidak diperoleh informasi tentang jenis-jenis rumput termasuk alang-alang muda yang dimakan oleh kijang, padahal di Nusakambangan Barat banyak sekali dijumpai padang alang-alang, seperti yang dilaporkan oleh Farida dkk (2002) dari hasil penelitiannya di T.N. Gunung Halimun bahwa kijang menyukai jenis-jenis rumput dan alang-alang muda. Hal ini diduga karena banyaknya gangguan perburuan oleh penduduk dan dekatnya daerah alang-alang tersebut dengan perkampungan Klaces, mengakibatkan kijang enggan turun ke padang alang-alang tersebut. Beberapa jenis pakan kijang yang tidak disukai kancil, disebabkan kemungkinan adanya kandungan alkaloid pada tumbuhan tersebut. Seperti diketahui banyak tanaman melindungi dedaunannya dari hewan-hewan pemakan tumbuhan dengan cara memproduksi senyawa pertahanan seperti tanin dan fenol. Hal ini menjadi salah satu penyebab kancil dengan naluri penciumannya yang tajam menghindari tumbuhan seperti itu dengan cara memilih jenis tumbuhan lain yang rendah kandungan senyawa kimianya (Kinnaird, 1995) Dedaunan yang dikonsumsi baik oleh kancil maupun kijang umumnya daun-daun beserta batang mudanya, karena pada fase tersebut dedaunan masih lembut dan *palatable*, mudah dicerna, dan masih rendahnya kandungan tanin dan ligninnya (Waterman, 1984).

Hasil analisis kandungan nutrisi tumbuhan pakan sebagai sumber pakan kancil dan kijang telah dikerjakan di Laboratorium Nutrisi Bidang Zoologi, Puslit Biologi – LIPI di Cibinong (Tabel 3). Analisis nutrisi tumbuhan pakan perlu dilakukan, guna mencari pakan alternatif yang nilai gizinya mendekati nilai gizi tumbuhan pakan di habitat aslinya untuk mempermudah dalam penyediaan pakan alternatif bila kancil atau kijang ditangkarkan baik untuk tujuan penelitian, konservasi, maupun budidaya.

Tabel 1. Posisi Lokasi Penelitian di C.A. Nusakambangan Barat dan Timur.

LATD	LATM	LATS	DIRLAT	LONGD	LONGM	LONG	DIRLON	ALT (m dpl)	LOKASI
7	43	38.1	S	109	0	53.1	E	0	Cilacap
7	44	33.4	S	108	59	24.0	E	0	Sodong, Tugu Nusakambangan
7	44	20.0	S	108	58	55.9	E	0	Limus Buntu (<i>base camp</i>)
7	43	43.1	S	108	52	27.7	E	80	Melihat tupai 2 ekor, Karang (Kr.) Anyar
7	42	30.3	S	108	50	2.0	E	80	Kr. Anyar (<i>Base camp</i>)
7	42	36.5	S	108	49	56.5	E	100	Koleksi pakan, Kr. Anyar
7	42	41.0	S	108	49	54.7	E	115	Batas hutan & alang-alang, Kr. Anyar
7	42	46.1	S	108	50	0.0	E	110	Koleksi pakan daerah bambu & salak, Kr. Anyar
7	42	51.3	S	108	50	2.6	E	90	Koleksi pakan daerah langkap, Kr. Anyar
7	42	40.4	S	108	49	54.8	E	110	Koleksi pakan daerah belukar, Kr. Anyar
7	42	34.8	S	108	49	57.1	E	60	Koleksi pakan daerah alang-alang, Kr. Anyar
7	42	35.4	S	108	49	56.8	E	60	Koleksi pakan, Kr. Anyar
7	42	38.9	S	108	49	49.7	E	80	Batas alang-alang, Kr. Anyar
7	42	38.8	S	108	49	41.5	E	80	Koleksi pakan umbut rotan, hutan, Kr. Anyar
7	42	32.8	S	108	49	36.4	E	80	Koleksi pakan daerah alang-alang, pakan, Kr. Anyar
7	42	31.3	S	108	49	26.2	E	80	Hutan Kr. Anyar
7	42	29.5	S	108	49	29.1	E	80	Koleksi pakan pohon bulu pampuk, Kr. Anyar
7	42	29.5	S	108	49	25.3	E	85	Koleksi pakan, Amaryllidaceae, Kr. Anyar
7	42	25.5	S	108	49	25.1	E	85	Batas C.A. Nusakambangan Barat
7	42	25.7	S	108	49	22.6	E	85	Habitat kancil di bawah langkap, Kr. Anyar
7	42	26.2	S	108	49	18.8	E	70	Habitat kancil hutan langkap & sempur, Kr. Anyar
7	42	47.6	S	108	49	35.6	E	90	Daerah langkap, Kr. Anyar
7	42	43.2	S	108	49	38.5	E	70	Ditemukan monyet, Kr. Anyar
7	42	35.7	S	108	49	40.9	E	120	Keluar hutan, Kr. Anyar
7	42	34.2	S	108	49	50.8	E	110	Alang-alang, Kr. Anyar
7	43	30.0	S	108	57	8.8	E	60	1 ekor tupai di hutan sekunder menuju Nirbaya
7	46	48.1	S	109	2	28.9	E	100	Monyet ekor panjang, banyak <i>Ficus</i> , C.A. Nusakambangan Timur
7	46	38.0	S	109	2	21.6	E	95	Jalan masuk petak CA Nusakambangan Timur
7	43	43.1	S	108	52	27.7	E	80	Hutan menuju Kr. Tengah
7	42	49.3	S	108	50	33.4	E	50	Karang Tengah
7	43	28.2	S	108	52	9.6	E	45	Bertemu tupai 2 ekor, jembatan sungai
7	42	39.8	S	108	49	20.2	E	50	Monyet abu-abu di pohon rau, makan buah rau
7	42	39.5	S	108	49	21.2	E	50	Ditemukan kotoran kijang, dekat sungai Amba
7	42	43.2	S	108	49	38.5	E	70	Terlihat 8 ekor lutung
7	42	34.9	S	108	50	2.6	E	75	Masuk hutan kelapa muda
7	43	17.5	S	108	49	48.4	E	110	1 ekor kancil & cepat lari, daerah di atas kali Lodi
7	43	19.0	S	108	50	8.2	E		> 2 ekor monyet abu-abu di pohon beringin
7	43	6.3	S	108	50	7.0	E	140	Koleksi pakan Kenari
7	42	41.4	S	108	49	55.0	E	105	Keluar hutan (kompleks kelapa muda)
7	41	16.5	S	108	49	47.2	E	0	Pelabuhan Klaces
7	41	16.5	S	108	49	47.2	E	0	Di atas perahu di dermaga, Kleces
7	42	31.2	S	108	53	29.0	E	0	Di atas perahu: berang-berang, Segara Anakan
7	44	43.8	S	108	59	33.6	E	0	Hutan Gliger
7	44	53.8	S	108	59	48.9	E		Koleksi pakan daun luwing
7	45	6.9	S	109	0	22.2	E		Koleksi pakan daun krembi
7	45	14.2	S	109	0	16.6	E	85	Hutan Gliger
7	45	21.0	S	109	0	13.9	E	110	Puncak I hutan Gliger
7	45	28.9	S	109	0	11.7	E	180	Puncak II hutan Gliger
7	45	28.5	S	109	0	3.2	E	95	Pohon Mresak ,bijinya pakan kancil
7	45	38.8	S	109	0	11.6	E		Habitat kancil, hutan Gliger
7	45	39.3	S	109	0	12.6	E	100	2 tumpukan kotoran kijang
7	45	41.6	S	109	0	15.1	E		Kotoran kijang, timur kuburan Taman Sari
7	45	51.1	S	109	0	36.1	E	130	Koleksi buah kecik babi
7	45	35.0	S	109	0	58.6	E		Keluar hutan di Brambang
7	45	58.3	S	109	1	50.3	E	0	Kr. Tengah, Nusakambangan Timur
7	45	56.1	S	109	2	2.06	E	0	C.A. Nusakambangan Timur, pantai, kotoran kijang
7	45	48.0	S	109	2	18.9	E	0	Jalan ke benteng
7	45	49.3	S	109	2	20.0	E	80	Koleksi pakan daun songgom
7	46	6.3	S	109	1	48.2	E	110	Masuk ke arah hutan daerah Cimiring
7	46	18.6	S	109	1	59.9	E	120	Koleksi pakan daun ata bukit tertinggi, Kr. Tengah
7	46	38.0	S	109	2	16.8	E	75	Kotoran kijang 5 tumpuk, vegetasi bambu tali
7	46	47.7	S	109	2	26.0	E	100	Pertigaan ke Cimiring

Tabel 2. Daftar tumbuhan pakan kancil dan kijang di C.A. Nusakambangan Barat dan Timur.

No.	Suku	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Bagian yang dimakan	Pemakan	Habitus
1.	Amaryllidaceae	1. <i>Curculigo orchoides</i> Gaertn.	Nyangku	Buah	Kancil	Terna
2.	Anacardiaceae	2. <i>Buchanania arborescens</i> Bl.	Popoan	Daun	Kijang	Pohon
3.	Arecaceae	3. <i>Flectocomia elongata</i> Mart. Ex Bl.	Rotan gajah	Umbut	Kancil	Liana
		4. <i>Pinanga kuhlii</i> Bl.	Lampiji	Buah	Kancil	Perdu
		5. <i>Salaca edulis</i> Reinw.	Salak hutan	Buah	Kancil	Perdu
4.	Asteraceae	6. <i>Clibadium surinamense</i> L.	Segelan/kirinyu	Daun	Kijang	Perdu
5.	Burseraceae	7. <i>Canarium littorale</i> Bl.	Kenari pantai	Buah	Kijang	Pohon sedang
6.	Convolvulaceae	8. <i>Merremia umbellata</i> Hall.f.	Selampar kidang	Daun, bunga	Kijang	Pemanjat
7.	Euphorbiaceae	9. <i>Glochidion rubrum</i> Bl.	Malatian	Daun	Kijang	Perdu
		10. <i>Homalanthus populneus</i> OK.	Krembi	Daun	Kancil	Pohon kecil
		11. <i>Macaranga tanarius</i> (L.) M.A.	Tutup/Mahang	Daun	Kijang	Pohon
		12. <i>Manihot esculenta</i> Crantz	Singkong	Daun	Kijang	Perdu
8.	Fabaceae/ Leguminosae	13. <i>Adenanthera pavonina</i> L.	Saga telik	Buah	Kancil	Pohon
		14. *)	Bulu pampo	Buah	Kancil	Pohon
		15. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lmk) de Wit	Kemlandingan	Daun	Kijang	Pohon
9.	Lecythidaceae	16. <i>Barringtonia racemosa</i> (L.) Spreng	Songgom	Daun	Kijang	Pohon sedang
10.	Menispermaceae	17. .... *)	..... *)	Daun	Kijang	Pemanjat
11.	Moraceae	18. <i>Arthocarpus elasticus</i> Reinw.ex Bl.	Benda	Jerami buah	Kijang	Pohon
		19. <i>Ficus fistulosa</i> L.	Wilada/Lo gunung	Daun	Kijang	Pohon kecil
		20. <i>F. hispida</i> L.f.	Luwing	Buah	Kancil	Pohon kecil
		21. <i>F. padana</i> Burm.f.	Kihamerang	Daun	Kijang	Pohon
		22. <i>F. ribes</i> Reinw. Ex Bl.	Kopeng/kayu ara	Buah	Kancil	Pohon kecil
		23. <i>F. variegata</i> Bl.	Gondang	Buah	Kancil	Pohon besar
12.	Poaceae	24. <i>Gigantochloa apus</i> (Bl. ex Scult.F.) Kurz	Pring tali	Rebung	Kancil	Rumput besar
13.	Rhamnaceae	25. <i>Zyzyphus horsfieldii</i> Bl.	Cucukdok	Daun	Kijang	Pemanjat
14.	Schizaeaceae	26. <i>Lygodium circinnatum</i> (Burm.) Sw.	Ata	Daun	Kijang	Paku pemanjat
15.	Sapotaceae	27. <i>Planchonella duclitan</i> (Blanco) Bakh.f.	Kecik babi	Buah	Kancil	Pohon sedang
16.	Saurauiaceae	28. <i>Sauraiua pendula</i> Bl.	Umbel-umbelan	Buah	Kancil	Pohon kecil
17.	Sterculiaceae	29. <i>Kleinhovia hospita</i> L.	Wisnu	Daun	Kijang	Pohon sedang
18.	Tiliaceae	30. <i>Grewia laevigata</i> Vahl.	Uris-urisan	Daun, buah	Kijang, Kancil	Pohon
19.	Ulmaceae	31. <i>Trema orientalis</i> Bl.	Anggrung	Daun	Kijang	Pohon sedang
20.	Verbenaceae	32. <i>Vitex pubescens</i> Vahl.	Laban	Daun	Kijang	Pohon
		33. <i>Clerodendrum serratum</i> (L.) Moon	Senggugu	Daun	Kijang	Perdu
21.	Zingiberaceae	34. <i>Amomum dealbatum</i> Roxb.	Mresak	Biji	Kancil	Perdu

Keterangan: *) = tidak teridentifikasi hingga tingkat jenis.

Tabel 3. Kandungan nutrisi tumbuhan hutan sebagai pakan kancil dan kijang.

No.	Jenis Tumbuhan		Persentase					Energi kal/g
	Nama ilmiah	Nama lokal	BK	Abu	Protein	Lemak	Serat	
Daun muda:								
1.	<i>Glochidion rubrum</i> Bl.	Malatian	97,74	7,54	18,27	0,65	15,19	4353
2.	..... *)	Dileman	98,07	15,01	17,68	0,60	15,89	3572
3.	<i>Vitex pubescens</i> Vahl.	Laban	95,15	6,15	15,56	1,62	18,59	3777
4.	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) M.A.	Tutup	91,50	5,92	13,84	0,34	24,58	3835
5.	<i>Ficus fistulosa</i> L.	Wilada	86,61	11,24	13,14	0,48	24,39	4146
6.	<i>F. padana</i> Burm.f.	Kihamerang	91,44	10,67	12,96	0,38	31,73	3811
7.	<i>Grewia laevigata</i> Vahl.	Uris-urisan	93,17	10,89	14,36	1,14	16,96	4298
8.	..... *)	Kandri	98,84	5,92	17,83	0,65	20,30	4028
9.	<i>Merremia umbellata</i> Hall.f.	Selampar Kidang	96,08	7,10	12,84	0,70	22,37	4008
10.	<i>Trema orientalis</i> Bl.	Anggrung	98,64	9,43	14,72	0,41	16,92	4118
11.	<i>Kleinhovia hospita</i> L.	Wisnu	92,29	6,52	13,65	0,81	20,08	4098
12.	<i>Canarium littorale</i> Bl.	Kenari	88,35	6,20	11,59	1,13	20,73	4322

Tabel 3. Kandungan nutrisi tumbuhan hutan sebagai pakan kancil dan kijang (*lanjutan*).

No.	Jenis Tumbuhan		Persentase					Energi kal/g
	Nama ilmiah	Nama lokal	BK	Abu	Protein	Lemak	Serat	
13.	<i>Barringtonia racemosa</i> (L.) Spreng	Songgom	91,28	10,70	16,59	1,71	16,96	3214
14.	<i>Clerodendrum serratum</i> (L.) Moon	Senggugu	91,83	8,37	14,54	0,89	17,15	4141
15.	<i>Buchanania arborescens</i> Bl.	Popoan	93,43	7,13	9,78	1,40	25,56	3729
16.	<i>Lygodium circinnatum</i> (Burm.) Sw.	Ata	87,17	10,23	15,25	3,28	23,99	4387
17.	<i>Zyzyphus horsfieldii</i> Bl.	Cucukdok	89,10	7,98	12,57	n.a	n.a	n.a
Bunga :								
1.	<i>Merremia umbellata</i> Hall.f.	Selampar kidang	98,62	6,05	9,12	0,44	39,27	4159
Buah :								
1.	<i>Salaca edulis</i> Reinw.	Salak hutan	94,34	5,43	4,81	0,51	5,56	3242
2.	<i>Pinanga kuhlii</i> Bl.	Lampiji	93,61	3,95	3,70	0,64	32,47	4310
3.	<i>Grewia laevigata</i> Vahl.	Uris-urisan	95,76	9,24	7,18	2,19	43,95	4094
4.	<i>Curculigo orchiooides</i> Gaertn.	Nyangku	90,73	11,46	9,13	1,40	31,19	3263
5.	<i>Sauraiua pendula</i> Bl.	Umbel-umbelan	95,64	13,33	8,64	0,39	18,44	4140
6.	<i>F. ribes</i> Reinw. Ex Bl.	Kopeng	98,85	11,53	7,87	3,16	41,56	40,63
7.	<i>F. variegata</i> Bl.	Gondang	94,17	11,43	9,13	3,45	32,17	4374
8.	<i>Canarium littorale</i> Bl.	Kenari (kulit buah)	94,03	8,22	3,12	1,70	17,96	3539
9.	<i>F. hispida</i> L.f.	Luwing	95,11	9,21	8,49	4,29	29,97	3991
10.	<i>Planchonella duclitan</i> (Blanco) Bakh.f.	Kecik Babi	92,89	7,74	13,15	4,42	14,15	3563
Umbut :								
1.		Rotan bambu	92,77	14,24	14,51	3,80	26,23	4079

Keterangan: *) = tidak teridentifikasi hingga tingkat jenis; n.a = tidak dianalisis karena sampel tidak cukup.

KESIMPULAN

Hampir di semua lokasi yang terjelajah tersebar habitat kancil dan kijang, di wilayah luar kawasan cagar alam maupun daerah dalam kawasan. Kancil menyukai habitat di tempat-tempat rimbun yang banyak jatuhnya daun-daun kering yang diduga sebagai alas tidurnya, juga dibawah rimbunan pohon-pohon salak dan umumnya tempat bersarang tidak jauh dari sungai. Kijang lebih menyukai habitat di semak-semak pinggiran hutan. Tercatat ada 34 jenis yang tergolong ke dalam 21 suku tumbuhan sebagai sumber pakan kancil dan kijang, 14 jenis diantaranya adalah jenis tumbuhan yang dipilih kancil sebagai sumber pakannya, 19 jenis tumbuhan yang dimakan kijang, dan hanya satu jenis tumbuhan berupa daun muda dan buah yang dimakan baik oleh kancil maupun kijang. Kijang lebih banyak memilih pakan jenis dedaunan, sedangkan kancil lebih banyak memakan jenis buah-buahan.

DAFTAR PUSTAKA

Agungpriyono, S., Y. Yamamoto, N. Kitamura, J. Yamada, K. Sigit, and T. Yamashita. 1992. Morphological study on the stomach

- of the lesser mouse deer (*Tragulus javanicus*) with special reference to the internal surface. *Journal of Veterinary Medical Science* 54 (6): 1063-1069.
- Anonim. 1978. *Pedoman Pengelolaan Satwa Langka. Jilid 1: Mamalia, Reptilia, dan Amphibia*. Direktorat Jenderal Kehutanan. Bogor: Direktorat Perlindungan dan Pengawetan Alam.
- Farida, W.R., G. Semiadi, T.H. Handayani, dan Harun. 2002. Tipe, sebaran habitat, dan keragaman jenis tumbuhan pakan pada kancil (*Tragulus javanicus*) dan muncak (*Muntiacus muntjak*) di Taman Nasional Gunung Halimun. *Prosiding Seminar Nasional Bioekologi dan Konservasi Ungulata*. Bogor, 5 Februari 2002.
- Harris, L.E. 1970. *Nutrition Research Techniques for Domestic and Wild Animals*. Logan: Animal Science Department, Utah State University.
- IUCN. 1986. *IUCN Red List of Threatened Animals*. Gland: IUCN.
- Kinnaird, M.F. 1995. *North Sulawesi. A Natural History Guide*. Jakarta: Development Institute Wallacea.
- Lekagul, B. and J.A. McNeely. 1977. *Mammals of Thailand*. Bangkok: The Association for the Conservation of Wildlife.
- Payne, J., C.M. Francis, and K. Phillips. 1985. *A Field Guide to The Mammals of Borneo*. Kinibalu: The Sabah Society with World Wildlife Fund Malaysia.
- Van Dort, M. 1987. *Note on the Skull Size in The Two Symmetric Mouse Deer Species, Tragulus javanicus Osbeck, 1765 and Tragulus napu F. Cuvier, 1822*. Amsterdam: Institute of Taxonomy Zoology, Zoological Museum, University of Amsterdam.
- Waterman, P.G. 1984. Food acquisition and processing as a function of plant chemistry. In Chivers, D.J., B.A. Wood, and A. Bilsborough (ed.). *Food Acquisition and Processing in Primates*. New York: Plenum Publishing Corporation.

Keragaman Burung di Enam Tipe Habitat PT Inhutani I Labanan, Kalimantan Timur

Bird diversity in six habitat types of PT Inhutani I Labanan, East Kalimantan

MOCHAMAD ARIEF SOENDJOTO^{1,2}, GUNAWAN¹

¹ Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat (UNLAM) Banjarbaru

² Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan, Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor

Diterima 7 Maret 2003. Disetujui 28 Juli 2003.

ABSTRACT

Birds can be used indirectly or directly as a bioindicator of environment. Birds species living in six habitat types of PT Inhutani I Labanan Kalimantan Timur (namely, logged-over areas that has been exploited in 1976/1981 and 1981/1986, forested area that is being exploited in 1999/2000, primary forest that will be exploited in 2001/2002, Labanan Jaya Village inhabited in 1982/1983, and Segah-Malinau Transmigration Settlement inhabited in 1997/1998) were recorded with transect method (long of 3 km and within sighting distance of 25-50 m) at 06.30-10.00 and 15.00-17.30 in both dry and rainy seasons. One hundred and two identified species belonging to 34 families and 6 unidentified species were found. Habitat types and seasons affect bird diversity (the number of species and abundance). Percent dissimilarity of birds between habitats ranged 0,53-0,95 in rainy season and 0,54-0,95 in dry season and between seasons ranged 0,50-0,80. Quantitative values have to be completed with qualitative consideration to assess habitat condition or changes.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: bird diversity, forest, urban area, habitat condition.

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu komponen lingkungan, burung dapat dimanfaatkan langsung atau tidak langsung sebagai bioindikator lingkungan. Beberapa peneliti (seperti Hardy *et al.*, 1987; Peakall dan Boyd, 1987; Rutschke, 1987) menyimpulkan bahwa burung dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan lingkungan serta dapat mencerminkan stabilitas habitat. Wong (1985) menemukan bahwa jumlah burung yang terjaring lebih banyak serta laju terjaringnya burung lebih tinggi di hutan perawan daripada di hutan tebangan Pasoh Forest Reserve, Malaysia. Menurut Lambert (1992), terdapat 193 spesies burung di hutan primer dan hanya ada 176 spesies di hutan bekas tebangan Ulu Segama Forest Reserve, Sabah. Menurut Marsden (1998), terdapat 73 spesies burung di hutan belum ditebang dan 57 spesies di hutan tebangan Pulau Seram, Indonesia.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi spesies burung yang menghuni enam tipe habitat di dalam dan di luar kawasan PT Inhutani-I Labanan, Kalimantan Timur. Selain itu, penelitian juga untuk menentukan keragaman dan membedakan keragaman burung antara berbagai tipe habitat dan antara dua musim yang berbeda. Hasilnya dapat digunakan sebagai pembandingan dalam pemantauan kegiatan manajemen hutan berkelanjutan dan bahan

informasi untuk meminimumkan pengaruh kegiatan manusia di area berhutan.

BAHAN DAN METODE

Karena sukarnya mengenal burung secara individu, maka dibuat asumsi bahwa setiap individu burung yang dijumpai di suatu habitat pada waktu berbeda merupakan individu-individu yang berbeda. Spesies diidentifikasi berdasarkan warna, morfologi dan perilaku, serta dapat diidentifikasi lebih mudah apabila suasana pencahayaannya baik.

Lokasi penelitian adalah area bekas-tebangan tahun 1976/1981 (F-76/81) dan tahun 1981/1986 (F-81/86), area berhutan yang dieksploitasi tahun 1999/2000 (F-99/00), hutan yang dieksploitasi tahun 2001/2002 (F-01/02), Desa Labanan Jaya yang dihuni pada tahun 1982/1983 (R-16), dan Permukiman Transmigrasi Segah-Malinau yang dihuni tahun 1997/1998 (R-2). Data dikumpulkan dari jalur sepanjang 3 km yang ditempatkan pada setiap tipe habitat. Burung yang diamati berada dalam jarak pandang 25-50 m. Pengamatan dilakukan pada pagi hari (06.30-10.00) dan sore (15.00-17.30).

Data yang ditabulasikan adalah jumlah individu pada pengamatan pagi dan sore. Tipe habitat dicatat secara global. Data selanjutnya diproses dengan

program keragaman untuk memperoleh nilai-nilai indeks. Indeks yang digunakan adalah yang direkomendasikan oleh Ludwig dan Reynolds (1988). Indeks keragaman (indeks Hill);

$$H' = - \sum_{i=1}^s [(n_i/n) \ln (n_i/n)]; \quad N = e^{H'}$$

H' = indeks Shannon; s = jumlah total spesies; n_i = jumlah individu spesies ke- i ; n = jumlah total individu untuk s spesies; N = indeks Hill.

Persen ketidakmiripan (indeks Bray-Curtis):

$$PD = 1 - [2W/(A + B)]; \quad A = \sum_{i=1}^s X_{ij}; \quad B = \sum_{i=1}^s X_{ik};$$

PD = persen ketidakmiripan;

$$W = \sum_{i=1}^s [\text{minimum}(X_{ij}, X_{ik})];$$

X_{ij} = jumlah individu untuk spesies ke- i dan unit contoh ke- j ;

X_{ik} = jumlah individu untuk spesies ke- i dan unit contoh ke- kt .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tipe-tipe habitat

Bentang lahan R-2 berbeda dari bentang lahan R-16. Lokasi R-2 baru dikembangkan sehingga sebagian besar lahan tidak tertutupi vegetasi. Ketinggian vegetasi yang tumbuh kurang dari 2,5 m. Sebaliknya, sebagian besar lahan R-16 (permukiman yang dibuka sekitar 16 tahun yang lalu) tertutupi vegetasi, termasuk rerumputan. Ketinggian pohon mencapai lebih dari 10 m.

Diperkirakan sedikitnya terdapat 100 spesies tumbuhan dengan berbagai habitus, ukuran tinggi dan diameter (termasuk tumbuhan pencekik, liana, dan paku) di hutan yang dieksploitasi tahun 1999/2000. Hutan eksploitasi tahun 1976/1981 dan 1981/1986 sukar dibedakan secara kualitatif. Namun, keduanya terdapat sedikitnya 75 spesies tumbuhan yang menutupi hampir 90% lantai hutan. Tumbuhan tersebut di antaranya adalah *Melastoma malabatricum*, *Urena lobata*, dan beberapa spesies pionir. Tinggi dan diameter spesies tumbuhan bervariasi. Beberapa pohon mencapai tinggi 30 m dan diameter lebih dari 50 cm. Tumbuhan ini termasuk pepohonan yang tidak ditebang pada periode tebang. Di hutan primer atau hutan yang akan dieksploitasi tahun 2001/2002, vegetasinya menutupi lantai hutan secara penuh, meskipun pada beberapa bagian yang letaknya berbatasan dengan R-2 telah terdapat bekas tebang tak-teratur dan jalan tanah (lebar 10 m dan panjang sekitar 500 m). Bekas tebang dan jalan tanah ini merupakan hutan yang ditebang tahun 1996/1997 ketika R-2 mulai dibangun. Struktur hutannya sangat kompleks dan tajuk-tajuknya bertautan. Jumlah spesies tetumbuhan diperkirakan lebih dari 100 (seperti pada hutan F-

99/00). Ketinggian dan diameter spesies bervariasi. Namun, secara keseluruhan kondisi hutan ini lebih rapat dan baik daripada F-76/81, F-81/86 atau F-99/00.

Secara teori arah regenerasi (pertumbuhan vegetasi) dimulai dari lahan terbuka dan diakhiri oleh lahan tertutup. Sesudah pembersihan lahan, tidak ada vegetasi. Dengan kalimat lain, lahan terbuka sama sekali. Sedikitnya setahun kemudian, sebagian besar lahan ditutupi vegetasi (termasuk rerumputan dan semak belukar). Kondisi demikian diwakili oleh R-2. Vegetasi kemudian berkembang bertahap dan menutupi lahan sehingga lahan terbuka menyempit dan hutan sekunder berkembang. Kondisi demikian tercermin dari R-16. Selama proses regenerasi berlangsung, perkembangan vegetasi mengarah ke kondisi seperti F-81/86, F-76/81, F-99/00 dan F-01/02 secara berturut-turut. F-81/86 dan F-76/81 adalah hutan yang telah ditebang dengan sistem tebang pilih dan umur sehabis tebang sekitar 13 dan 18 tahun (dengan perhitungan periode tebang F-99/00). Meskipun F-99/00 sedang dalam pengeksploitasi, kondisinya dipertimbangkan mirip dengan F-01/02. Tidak ada pembersihan lahan yang lengkap, meskipun pada beberapa bagian areanya menjadi lebih terbuka (misalnya untuk jalan angkutan) dan pepohonannya ditebang. Dalam formasi hutan primer (F-01/02), vegetasi tetap tumbuh. Spesies yang terdiri atas semak, pepakuan, dan pohon-pohon rendah, bertambah dan menutupi lahan secara sempurna. Spesies pohon pun mencapai perkembangan tinggi dan diameter maksimum. Pada waktu bersamaan, beberapa individu dan bagian tumbuhan menua, matang, atau bahkan mati.

Vegetasi, bersama dengan lahan dan air, memainkan berperan penting dalam kehidupan burung. Pohon besar diperlukan oleh beberapa spesies burung untuk bersarang (Widodo, 1991). Tumbuhan ganggangan (*Tetrameles nudiflora*) dipilih oleh bayan sebagai tempat untuk bersarang dan mencari pakan (Takandjandji dan Sutrisno, 1996). Kuau raja memilih hutan primer yang relatif kering dan jauh dari kegiatan manusia (Hernowo, 1989). Dengan demikian, komponen habitat yang harus diprioritaskan dalam manajemen habitat burung, terutama di daerah permukiman, adalah keragaman tumbuhan dan keragaman area tipe habitat (Ontario *et al.*, 1990).

Spesies burung dan indeks keragaman

Di semua tipe habitat, ditemukan 102 spesies burung yang termasuk dalam 34 famili, dan 6 spesies yang belum teridentifikasi (lihat Lampiran 1). Jumlah spesies di area berhutan lebih tinggi daripada di permukiman (Tabel 1). Sedikitnya terdapat 80 spesies di area berhutan, 49 di permukiman dan 7 di sepanjang Sungai Segah dan Seduung yang jauh dari permukiman dan dilewati selama perjalanan antara Labanan Jaya dan Permukiman Transmigrasi Segah-Malinau. Jumlah spesies sedikit lebih tinggi

Tabel 1. Jumlah spesies berdasarkan habitat dan musim.

No	Grup habitat	Kedua musim	Musim	
			Hujan	Kemarau
1	Semua habitat	101 (102)	89 (90)	86 (87)
2	Habitat Permukiman	49 (49)	38 (38)	39 (39)
	Area berhutan	80 (81)	66 (66)	67 (68)
	Sungai Segah-Seduung	7 (11)	6 (10)	6 (7)

Catatan: Jumlah di dalam tanda kurung = jumlah spesies dengan mengikutkan burung yang dijumpai sedang terbang. Data dari Sungai Segah-Seduung tidak dimasukkan dalam perhitungan indeks keragaman dan persen ketidakmiripan.

Tabel 2. Jumlah spesies burung dan indeks keragamannya di tipe habitat pada setiap musim (dengan dan tanpa memperhitungkan burung sedang terbang di atas jalur pengamatan)

No.	Nilai	R-2	R-16	F-99/00	F-81/86	F-76/81	F-01/02
A Dengan memperhitungkan burung sedang terbang							
1	Jumlah spesies	R 24 D 14	29 34	25 22	27 41	39 20	33 23
	Indeks Hill	R 13,974 D 4,113	16,428 19,069	19,892 17,373	16,981 30,356	29,988 4,756	25,329 18,450
B Tanpa memperhitungkan burung sedang terbang							
1	Jumlah spesies	R 24 D 14	29 34 ¹⁾	25 22	27 ¹⁾ 39 ²⁾	38 ²⁾ 20	33 23
	Indeks Hill	R 13,974 D 4,113	16,428 18,880*	19,892 17,373	16,601* 28,448**	29,124** 14,756	25,329 18,450

Catatan:

- R : musim hujan
- D : musim kemarau
- R-2 & R-16 : permukiman yang dihuni tahun 1983/1984 dan 1997/1998
- F-99/00 : hutan yang dieksploitasi tahun 1999/2000
- F-81/86 & F-76/81 : hutan yang dieksploitasi tahun 1981/1986 dan 1976/1981
- F-01/02 : hutan yang akan dieksploitasi tahun 2001/2002
- * : Indeks Hill berubah karena perubahan hanya pada jumlah⁽¹⁾.
- ** : Indeks Hill berubah karena perubahan pada jumlah spesies dan sekaligus jumlah individu⁽²⁾.

pada musim hujan daripada musim kemarau. Sedikitnya 89 spesies dijumpai pada musim hujan dan sedikitnya 86 spesies pada musim kemarau. Spesies burung yang hadir pada satu musim tidak selalu sama pada musim lainnya.

Jumlah total spesies dan jumlah individu yang ditemukan pada setiap habitat atau setiap musim bervariasi. Tabel 2 (A) yang memperhitungkan juga burung sedang terbang menunjukkan bahwa jumlah spesies selengkapnya dari nilai terendah hingga tertinggi adalah 24 (pada R-2), 25 (F-99/00), 27 (F-81/86), 29 (R-16), 33 (F-01/02), dan 39 (F-76/81) pada musim hujan serta 14 (R-2), 20 (F-76/81), 22 (F-99/00), 23 (F-01/02), 34 (R-16), dan 41 (F-81/86) pada musim kemarau. Tabel 2 (B) yang tidak memperhitungkan burung sedang terbang menunjukkan sedikit penurunan. Pada musim hujan jumlah spesies F-76/81 berubah menjadi 38 dan pada musim kemarau di F-81/86 menjadi 39. Jumlah

individu di tipe habitat berkisar 1-38 pada musim hujan dan 1-89 pada musim kemarau. Bondol rawa dan burung gereja berturut-turut mempunyai jumlah individu tertinggi pada musim hujan dan musim kemarau. Mereka memang dua spesies burung yang selalu dalam bentuk kawanan ketika terbang dan berpindah. Hal ini berbeda dengan elang dan alap-alap yang terbang dan berpindah secara soliter.

Jika area berhutan berkurang atau ditebang pilih sekali pun, jumlah spesies burung berkurang secara bertahap. Dengan sistem tebang pilih, kondisi area berhutan yang dieksploitasi (F-99/00) sangat mirip dengan area kurang-terganggu (F-76/81, F-01/02) sehingga burung menggunakan waktunya untuk merespon perubahan lingkungan yang bertahap. Namun, dalam kondisi ekstrim, yaitu ketika area berhutan berubah drastis menjadi permukiman, jumlah spesies berkurang tajam dan beberapa spesies baru mungkin menggantikan burung yang ke luar dari habitat yang telah berubah ini. Johns (1986) menyimpulkan bahwa degradasi habitat hutan menyebabkan perubahan sementara atau permanen pada komposisi avifauna.

Apabila kondisi di dua permukiman dibandingkan, maka pada musim hujan jumlah spesies dan indeks keragaman burung di R-16 sedikit berbeda dari R-2. Sebaliknya, pada musim kemarau perbedaan jumlah spesies dan indeks keragamannya sangat nyata. Dari pengamatan secara kualitatif, vegetasi R-16 memang lebih rapat dan lebih beragam daripada vegetasi R-2. Pada musim kemarau, kondisi seperti R-16 ini cenderung didatangi banyak burung dan menjadi tempat nyaman bagi burung. Burung terlindung dari intensitas cahaya tinggi, cekaman (stres) panas berlebihan, kelembaban relatif rendah, dan serangan predator.

Meskipun empat tipe habitat secara kualitatif mirip (dalam kasus ini ditutupi oleh vegetasi), jumlah-spesies dan indeks-keragaman burung berbeda pada setiap musim. Jumlah spesies dan indeks keragaman tertinggi pada musim hujan terdapat di F-76/81 (39 spesies; 29,988), sedangkan pada musim kemarau terdapat di F-81/86 (41 spesies; 30,356). Secara umum, burung cenderung berada di F-76/81 dan F-81/86, karena kedua area ini mengarah pada kondisi hutan tak-terganggu. Populasi tumbuhan bertambah dan spesiesnya beragam. Pembuahan dan pembungaan terus berlangsung, sehingga menarik burung pemakan buah (frugivora) dan pengisap madu (nektarivora) untuk datang.

Gangguan dari aktivitas manusia cenderung rendah. Hal ini berbeda dengan dua lokasi lainnya. Selain pengurangan populasi dan keragaman tumbuhan, gangguan di F-99/00 adalah penebangan hutan dan pengangkutan kayu terjadi dengan intensitas tinggi. Di F-01/02, pengurangan populasi dan keragaman tumbuhan masih sangat kecil dan gangguannya hanya berupa penataan batas dan persiapan pembukaan wilayah hutan. Apabila dibandingkan dengan kondisi F-99/00, intensitasnya gangguan di F-01/02 lebih rendah.

Apabila musim diperbandingkan, jumlah spesies dan indeks keragaman R-2, F-99/00, F-76/81 dan F-01/02 lebih rendah pada musim kemarau daripada musim hujan. Sebaliknya, jumlah spesies dan indeks keragaman R-16 dan F-81/86 justru lebih tinggi pada musim kemarau daripada musim hujan. Perbedaan ini disebabkan oleh perubahan iklim dan adanya gangguan manusia. Menurut Krebs (1985), faktor yang mempengaruhi penyebaran satwa bukan hanya kemampuan pemencaran, perilaku, dan ada tidaknya spesies lain, melainkan juga faktor kimia habitat (seperti air, oksigen, salinitas) dan faktor fisik (seperti suhu, cahaya, topografi, curah hujan).

Musim menyebabkan perubahan iklim mikro di suatu lokasi. Selanjutnya, iklim mikro ini memicu burung untuk mengalihkan aktivitas dari suasana tidak nyaman ke suasana nyaman, dari suasana nyaman ke suasana yang lebih nyaman, atau dari lokasi yang kurang sumberdaya pakan ke lokasi yang melimpah sumberdaya pakannya. Misalnya di R-2. Pada musim kemarau, suasana R-2 sangat mengganggu kehidupan burung, karena lahannya terbuka dan vegetasinya kurang. Burung pun lebih banyak beraktivitas di lokasi lain yang bervegetasi. Namun, pada musim hujan aktivitas burung akan lebih banyak. Sementara itu, R-16 dan F-81/86 yang lahannya relatif tertutup oleh vegetasi, menjadi tempat menyenangkan bagi burung pada musim kemarau. Di tempat ini burung tidak hanya dapat memperoleh pakan tetapi juga terlindung dari suasana tidak nyaman. Sebaliknya, pada musim hujan burung menyebar ke berbagai lokasi, karena iklim mikro di lokasi ini relatif sama

dengan iklim mikro di lokasi bervegetasi lainnya.

Kondisi di F-99/00 dan F-01/02 sedikit berbeda. Musim kemarau merupakan waktu yang tepat bagi masyarakat untuk beraktivitas di hutan. Intensitas penebangan hutan dan pengangkutan kayu lebih tinggi pada musim kemarau daripada musim hujan. Kayu tebangan lebih cepat dikeluarkan dari hutan, karena jalan angkutan kering dan mudah dilalui. Penebangan hutan mengubah iklim mikro dan pengangkutan kayu mengganggu aktivitas burung. Perubahan iklim mikro dan gangguan dari manusia ini memicu burung-burung tertentu (terutama yang peka terhadap kehadiran manusia) untuk berpindah dan mencari lokasi yang lebih nyaman. Menurut Lambert (1992), burung-burung yang hidup di tajuk pohon terpengaruh sangat besar oleh penebangan pohon.

Kondisi berlainan terjadi di F-76/81. Sebagai lokasi yang bervegetasi dan tidak terganggu oleh aktivitas manusia dalam jangka waktu lama, pola perubahan jumlah spesies dan indeks keragaman burung justru berkebalikan dengan pola di F-81/86, padahal secara teoritis pola itu harusnya sama. Simpulan umum belum dapat ditarik dari kondisi ini, walaupun ada kemungkinan kondisi ini dipengaruhi oleh perbedaan kelimpahan pakan yang dibutuhkan burung pada setiap musim. Pakan yang berupa serangga, bebuahan, atau madu bunga di F-76/81 melimpah

Tabel 3. Persen ketidakmiripan antara dua tipe habitat dan musim (dengan dan tanpa memperhitungkan burung sedang terbang di atas jalur pengamatan)

		R-2	R-16	F-99/00	F-81/86	F-76/81	F-01/02
Dengan memperhitungkan burung sedang terbang							
R-2	R		0,58	0,92	0,86	0,83	0,95 * ²
	D		0,54 * ³	0,95 * ⁴	0,80	0,92	0,95 * ⁴
R-16	R	0,54		0,95 * ²	0,89	0,88	0,95 * ²
	D	0,55 * ³		0,92	0,70	0,91	0,92
F-99/00	R	0,92	0,95 * ²		0,79	0,53 * ¹	0,53 * ¹
	D	0,95 * ⁴	0,92		0,80	0,93	0,64
F-81/86	R	0,85	0,89	0,84		0,70	0,80
	D	0,79	0,72	0,79		0,68	0,82
F-76/81	R	0,82	0,87	0,58	0,75		0,56
	D	0,92	0,91	0,93	0,69		0,93
F-01/02	R	0,95 * ²	0,95 * ²	0,53 * ¹	0,89	0,67	
	D	0,91	0,83	0,69	0,83	0,94	

Catatan: R = musim hujan; D = musim kemarau; *¹ dan *² = nilai terendah dan tertinggi pada musim hujan; *³ dan *⁴ = nilai terendah dan tertinggi pada musim kemarau

Tabel 4. Persen ketidakmiripan antara dua musim pada setiap tipe habitat (dengan dan tanpa memperhitungkan burung sedang terbang di atas jalur pengamatan).

		Hujan					
		R-2	R-16	F-99/00	F-81/86	F-76/81	F-01/02
Kemarau	Dengan memperhitungkan burung sedang terbang di atas jalur	0,55	0,53	0,50	0,71	0,80	0,59
	Tanpa memperhitungkan burung sedang terbang di atas jalur	0,56	0,50	0,50	0,70	0,79	0,63

pada musim hujan dan menurun pada musim kemarau. Wong (1985) menemukan bahwa serangga yang ditemukan di hutan primer lebih banyak daripada di hutan bekas tebangan 23-25 tahun. Menurut Lambert (1992), serangga Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, dan Isopoda ditemukan dalam jumlah tinggi di hutan bekas tebangan 10 tahun, sedangkan Pseudoscorpions dan Psocoptera ditemukan dalam jumlah tinggi di hutan primer. Collins menemukan 25 spesies rayap di hutan primer, 12 spesies di hutan dengan tebang pilih, dan 6 spesies di hutan tebang habis atau bekas terbakar. Namun, DeVries (1989) dalam Johns (1992) berpendapat bahwa aktivitas serangga meningkat justru pada hutan bekas tebangan.

Persentase ketidakmiripan

Persen ketidakmiripan pada musim hujan antara dua habitat berkisar 0,53-0,95 dan pada musim kemarau 0,54-0,95 (Tabel 3). Sementara itu, persen ketidakmiripan antara dua musim pada setiap tipe habitat berkisar 0,50-0,80 (Tabel 4).

Pada umumnya, nilai ketidakmiripan komunitas burung antar-tipe habitat berkisar 0,53-0,95; dan antar-musim berkisar 0,50-0,80. Ini berarti, tidak ada komunitas burung yang sama persis. Ketidakmiripan komunitas tersebut disebabkan dua faktor.

Pertama, terdapat spesies burung yang spesialis terhadap habitat dan terdapat juga yang generalis. Burung yang spesialis hanya dapat dijumpai di habitat tertentu saja dan jarang atau bahkan tidak pernah dijumpai di habitat lain. Burung yang generalis dapat berpindah tempat untuk mencari habitat yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Perpindahan tempat ini memungkinkan terjadinya tumpang tindih penggunaan habitat untuk memenuhi berbagai kebutuhan.

Kedua, komunitas burung beragam karena beberapa faktor. Menurut Keast (1985), lima faktor di habitat yang mempengaruhi kekayaan spesies burung adalah lingkungan fisik, faktor sejarah, keragaman struktur habitat, keragaman bunga dan tipe pakan, serta kejarangan banyak spesies.

Untuk menginterpretasikan data lebih lanjut, nilai-nilai pada Tabel 3 dan Tabel 4 secara kualitatif dikelompokkan menjadi mirip (0,50-0,67); agak mirip (0,67-0,83) dan berbeda (0,83-1,00). Berdasarkan pengelompokan ini, dapat ditarik gambaran umum bahwa komunitas burung: (i) antar-permukiman mirip, (ii) antar-area berhutan agak mirip hingga berbeda, (iii) antara permukiman dan area berhutan berbeda sekali, dan (iv) antara dua musim mirip hingga agak mirip. Komunitas burung yang mirip terjadi karena sebagian besar burung menetap atau tidak bermigrasi ke tempat lain. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan habitat tidak ekstrim dan semua kebutuhan burung terpenuhi di habitat tersebut.

Faktor penyebab lain yang menjadikan komunitas burung mirip adalah perubahan musim tidak ekstrim. Kondisi seperti ini umum di daerah tropis. Hal ini

berbeda dengan kondisi di daerah *temperate* atau di daerah empat musim yang memungkinkan burung untuk bermigrasi secara periodik.

Aspek kualitatif

Jumlah spesies dan indeks keragaman saja tidak cukup untuk menginterpretasikan kondisi habitat dan memutuskan pengelolaan habitat. Keputusan yang diambil berdasarkan interpretasi kedua parameter tersebut bisa menyesatkan. Parameter ini bisa digunakan untuk membandingkan dua habitat yang sama, tetapi tidak bisa untuk habitat berbeda. Misalnya, perbandingan terhadap habitat R-2, R-16, dan F-01/02 yang jumlah spesies dan indeks keragamannya berturut-turut adalah (14; 4,113); (34; 19,069); dan (23; 18,450). Dari indeks keragaman, seseorang akan menginterpretasikan bahwa habitat R-16 lebih baik daripada habitat R-2 dan F-01/02, sehingga menyimpulkan bahwa pengelolaan harus dilakukan terhadap kedua habitat terakhir ini agar nilainya dapat mencapai nilai seperti R-16. Namun, ketika peninjauan lapangan, keputusan yang diambil ternyata keliru. Putusan benar, ketika pengelolaan habitat dilakukan terhadap permukiman R-2. Namun, putusan tidak berlaku, ketika habitat F-01/02 harus dikelola agar menyerupai habitat seperti R-16. Hal yang seharusnya dilakukan justru yang sebaliknya; R-16 harus dikelola sehingga dapat mengarah ke kondisi seperti F-01/02.

Oleh sebab itu, kehadiran suatu spesies merupakan faktor yang juga penting dalam penilaian habitat dan pengambilan putusan yang berkaitan dengan pengelolaan habitat. Dasar pemikirannya adalah adanya keterkaitan erat antara spesies burung dan habitatnya. Secara ekologis, dari morfologi dan perilaku spesies dapat diketahui habitat yang sesuai untuk kebutuhan spesies dan sebaliknya, dari tipe habitat dapat diprakirakan spesies yang hidup di habitat tersebut. Dengan kalimat lain, spesies dapat bertahan hidup di suatu habitat apabila kondisi habitat dapat memenuhi kebutuhan hidupnya.

Misalnya, dari habitat R-16 dan F-01/02 diketahui bahwa 29 spesies hanya ada R-16, 18 spesies hanya ada di F-01/02, dan 5 spesies ada di kedua habitat. Bondol dan burung gereja hanya ada di R-16. Mereka sering mencari pakan dan hinggap di semak belukar, persawahan, atau tumbuhan rendah yang ada di permukiman. Berbeda dengan ketiga spesies ini, rangkong badak dan kacembang gadung hanya ada di F-01/02. Menurut Johns (1986), rangkong merupakan burung yang makanan utamanya bebuahan besar serta burung ini banyak dijumpai di hutan primer dan masih dapat bertahan hidup di hutan bekas tebangan. Menurut MacKinnon *et al.* (1992), pasangan rangkong hidup di tajuk pohon tertinggi pada hutan dataran rendah dan perbukitan. Kacembang gadung biasanya ditemukan sendirian atau dalam kelompok kecil di pepohonan tinggi yang ada di hutan rawa, hutan primer, dan hutan sekunder (MacKinnon *et al.*, 1992).

72	Pelatuk-hitam besar	<i>Dryocopus javensis</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-		
73	Caladi batu	<i>Meiglyptes tristis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	-	-	
AA Ploceidae																														
74	Bondol kalimantan	<i>Lonchura fuscans</i>	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
75	Bondol rawa	<i>Lonchura malacca</i>	-	-	-	-	8	-	-	-	8	30	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
76	Bondol peking	<i>Lonchura leucogastra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
77	Burung gereja	<i>Passer montanus</i>	-	-	-	-	19	12	19	70	28	-	14	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
AB Psittacidae																														
78	Srindit melayu	<i>Loriculus galgulus</i>	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	2	4	
AC Pycnonotidae																														
79	Brinji bergaris	<i>Ixos malaccensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	11	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	
80	Cucak kuricang	<i>Pycnonotus atriceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
81	Merbah mata-merah	<i>Pycnonotus brunneus</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-	-	-	
82	Cucak rumbai-tungging	<i>Pycnonotus utilotus</i>	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
83	Keruang, cucak kutilang	<i>Pycnonotus goiavier</i>	-	-	-	-	8	4	11	7	9	10	4	3	-	2	5	2	-	-	-	-	-	14	3	-	-	2	-	
84	Merbah belukar	<i>Pycnonotus plumosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
85	Merbah corok-corok	<i>Pycnonotus simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AD Silviidae																														
86	Cikrak bambu	<i>Abroscopus superciliosus</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
87	Remetuk laut	<i>Gerygone sulphurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	Cinenen belukar	<i>Orthotomus atrogularis</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	Cinenen kelabu	<i>Orthotomus ruficeps</i>	-	-	-	-	3	-	-	2	5	-	5	2	1	1	-	-	2	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-
90	Perenjaj rawa	<i>Prinia flaviventris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AE Sturnidae																														
91	Perling kumbang, pialing	<i>Aplonis panayensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
92	Beo, tiung	<i>Gracula religiosa</i>	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	4	2	2	4	-	-	2	-	-	-	-	
AF Timaliidae																														
93	Asi topi jelaga	<i>Malacopteron affine</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
94	Asi topi sisik	<i>Malacopteron cinereum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
95	Cica-kopi melayu	<i>Pomatorhinus montanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	
96	Tepus merbah-sampah	<i>Stachyris erythroptera</i>	-	1	2	5	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	
97	Tepus tunggir-merah	<i>Stachyris maculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
AG Trogonidae																														
98	Luntur diard	<i>Harpactes diardii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
99	Luntur harimau	<i>Harpactes oreskios</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AH Turdidae																														
100	Kucica hutan	<i>Copsychus malabaricus</i>	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	-	1	-	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	
101	Kucica kampung, tinjau	<i>Copsychus saularis</i>	-	-	-	2	3	3	2	3	2	2	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
102	Decu belang	<i>Saxicola caprata</i>	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-		
103	Spesies tidak teridentifikasi 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
104	Spesies tidak teridentifikasi 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	p	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
105	Spesies tidak teridentifikasi 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
106	Spesies tidak teridentifikasi 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
107	Spesies tidak teridentifikasi 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
108	Spesies tidak teridentifikasi 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p	-	-	-	p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Keterangan:

- 1) F-99/00 = hutan yang sedang dieksploitasi 1999/2000
- 3) R-16 = Desa Labanan Jaya dihuni tahun 1982/1983 (R-16); termasuk Labanan Camp PT Inhutani I;
- 5) F-81/86 = hutan dieksploitasi tahun 1981/1986;
- 7) SSR = Sungai Segah and Sungai Seduung; spesies burung yang ditemukan di tipe habitat ini digunakan sebagai informasi tambahan dan tidak diperhitungkan dalam indeks keragaman dan persen ketidakmiripan;
- 9) Angka dalam kurung = jumlah individu spesies burung yang sedang terbang di atas jalur;

- 2) R-2 = Permukiman Transmigrasi Segah-Malinau dihuni tahun 1997/1998
- 4) F-76/81 = hutan dieksploitasi tahun 1976/1981
- 6) F-01/02 = hutan primer (akan dieksploitasi tahun 2001/2002)
- 8) M = morning, pagi; A = afternoon, siang;
- 10) p = present

Dari kehadiran spesies-spesies ini, prakiraan dapat dibuat. Ketika di suatu area yang di dalamnya pernah dijumpai rangkong atau kacembung gadung, dan kemudian dalam jangka waktu lama burung ini tidak pernah dijumpai lagi tetapi yang dijumpai justru hanya bondol dan burung gereja, maka area itu telah berubah. Area yang tadinya hutan berubah menjadi semak belukar atau tumbuhan rendah. Kemungkinan lain, area itu masih berupa hutan, tetapi pepohonan yang tinggi sudah berkurang.

KESIMPULAN

Seratus dua spesies burung teridentifikasi dari 34 famili serta 6 spesies tidak teridentifikasi ditemukan di permukiman dan area berhutan di dalam dan di sekitar PT Inhutani-I Labanan. Komunitas burung antara dua tipe habitat berkisar dari mirip hingga berbeda dengan nilai 0,53-0,95 pada musim hujan dan 0,54-0,95 pada musim kemarau. Komunitas burung antara dua musim berkisar mirip hingga agak mirip dengan nilai 0,50-0,80.

Penilaian kondisi habitat seharusnya memper-timbangkan juga aspek kualitatif, yaitu adanya spesies kunci yang menghuni habitat tertentu dan tidak bisa hidup pada habitat-habitat lainnya. Aspek kuantitatif saja tidak dapat digunakan untuk meng-interpretasikan data yang selanjutnya dipergunakan untuk pengelolaan habitat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada the European Union dan PT Inhutani I melalui BFMP (Berau Forest Management Project) yang mendanai penelitian ini. Ijin penelitian dan penggunaan fasilitas disediakan oleh PT Inhutani I. Penulis juga berterima kasih dan memberi penghargaan kepada beberapa rekan, terutama Junaedi dan Joni yang menyediakan waktu untuk mengantar ke lapangan dan berdiskusi, Gordon atas dukungannya, Adi, Ramli, Dani, dan Arjan yang membantu selama di lapangan, serta Dr. Richard Grimmet yang memberi kritik dan masukan tidak ternilai atas laporan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardy, A.R., P.I. Stanley and P.W. Greig-Smith. 1987. Birds as indicators of the intensity of use of agricultural pesticides in the UK. *The Value of Birds*: 119-132. ICBP Technical Publication No. 6.
- Hernowo, J.B. 1989. Studi pendahuluan habitat dan arena tari burung kuwau (*Argusianus argus*) di hutan lindung Bukit Soeharto, Kalimantan Timur. *Media Konservasi* 2 (3): 55-63.
- Johns, A.D. 1986. Effects of selective logging on the ecological organization of a peninsular Malaysian rainforest avifauna. *Forktail* (1): 65-79.
- Johns, A.D. 1992. Vertebrate responses to selective logging: implication for the design of logging systems. *Phil. Trans. Royal Society of London B*. 325: 437-442.
- Keast, A. 1985. Tropical rainforest avifaunas: An introductory conspectus. In Diamond, A.W. and T.E. Lovejoy (ed.). *Conservation of Tropical Forest Birds*: 3-31. ICBP Technical Publication No. 4.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper and Row Publishers.
- Lambert, F.R. 1992. The consequences of selective logging for Bornean lowland forest birds. *Phil. Trans. Royal Society of London B* 335: 443-457.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynold. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods dan Computing*. New York: John Wiley and Sons.
- MacKinnon, J., K. Phillipps, dan B. van Balen. 1992. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (termasuk Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam)*. Jakarta: Puslitbang Biologi – LIPI.
- Marsden, S.J. 1998. Changes in bird abundance following selective logging on Seram, Indonesia. *Conservation Biology* 12 (3): 605-611.
- Ontario, J., J.B. Hernowo, Haryanto, dan Ekarelawan. 1990. Pola pembinaan habitat burung di kawasan permukiman terutama di perkotaan. *Media Konservasi* 3 (1): 15-28.
- Peakall, D.B. and H. Boyd. 1987. Birds as bio-indicators of environmental conditions. In Diamond, A.W. and F.L. Filion (ed.). *The Value of Birds*: 113-118. ICBP Technical Publication No. 6.
- Rutschke, E. 1987. Waterfowl as bio-indicators. In Diamond, A.W. and F.L. Filion (ed.). *The Value of Birds*: 167-172. ICBP Technical Publication No. 6.
- Takandjandji, M. and E. Sutrisno. 1996. Inventarisasi burung bayan (*Electus roratus cornelia*) dan jenis burung lainnya di Pulau Sumba. *Buletin Penelitian Kehutanan BPK Kupang* 1 (3): 87-101.
- Widodo, W. 1991. Observasi fauna burung di Tiom, Jayawijaya, Irian Jaya. *Media Konservasi* 3 (3): 21-27.
- Wong, M. 1985. Understory birds as indicators of regeneration in a patch of selectively logged West Malaysian rainforest. In A. Diamond, A.W. and F.L. Filion (ed.). *Conservation of Tropical Forest Birds*: 249-263. ICBP Technical Publication No. 4.

Keanekaragaman dan Potensi Flora di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat

Flora diversity and its potential in Muara Kendawangan Nature Reserve, West Kalimantan

TAHAN UJI

Herbarium Bogoriense, Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor 16013

Diterima: 13 Maret 2003. Disetujui: 17 Agustus 2003.

ABSTRACT

Muara Kendawangan Nature Reserve is one of the biggest nature reserves in West Kalimantan. However, data and informations especially floras diversity and its potential in this area has not been investigated intensively. Two hundred and nineteen species of plant are collected from this area, and 140 species of them are reported as potential plants. Fourty eight, and fourty two species of the potential species are respectively useful as timber and medicinal plants. Six species, namely *Aquilaria malaccensis*, *Durio oxleyanus*, *Eusideroxylon zwageri*, *Alstonia scholaris*, *Koompassia malaccensis* and *Eurycoma longifolia* are threatened species, and one of them namely *Aquilaria malaccensis* is endangered.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: diversity, potential flora, Muara Kendawangan Nature Reserve, West Kalimantan.

PENDAHULUAN

Cagar Alam (C.A.) Muara Kendawangan merupakan cagar alam terluas dari 6 cagar alam yang ada di Propinsi Kalimantan Barat (Anonim, 1998). Cagar alam yang luasnya mencapai 150.000 ha ini kaya dengan keanekaragaman jenis flora dan memiliki beberapa tipe ekosistem, beberapa di antaranya cukup unik. Salah satu keunikannya adalah hamparan padang rumput yang sangat luas, hingga ribuan hektar. Padang rumput ini merupakan tempat rusa dan berbagai jenis fauna lainnya untuk mencari makan.

Pada saat ini kerusakan hutan di kawasan cagar alam ini cukup parah. Kerusakan tersebut disebabkan antara lain oleh makin meningkatnya aktifitas-aktifitas penebangan pohon secara liar, penyerobotan lahan untuk lokasi pemukiman dan perladangan, juga seringnya terjadi kebakaran hutan. Apabila kondisi ini terus berlangsung maka kelestarian ekosistem dan floranya akan semakin terancam. Tidak mustahil dapat berakibat hilangnya beberapa jenis flora sebelum disadar akan fungsi keberadaannya.

Data dan informasi tentang kawasan C.A. Muara Kendawangan masih sangat kurang, khususnya keanekaragaman flora dan potensinya. Padahal data dan informasi tersebut sangat diperlukan dalam upaya meningkatkan pengelolaan dan pemanfaatan hutan secara lestari dan berkesinambungan, khususnya oleh KSDA dan instansi-instansi terkait.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian khususnya tentang keanekaragaman vegetasi (tipe ekosistem), kekayaan flora dan potensinya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di dua lokasi di kawasan C.A. Muara Kendawangan. Lokasi pertama sekitar 7 km di sebelah timur Dusun Badak Berendam, Desa Kendawangan Kiri, tepatnya pada posisi 2°36'11" LS dan 110°17'06" BT pada ketinggian 0-190 m dpl. Lokasi kedua sekitar 6 km di sebelah selatan Dusun Tiang Balai, Desa Kendawangan Kanan, yaitu pada posisi 2°34'56" LS dan 110°23'04" BT dengan ketinggian 0-30 m dpl. Kedua lokasi ini termasuk dalam Kecamatan Kendawangan, Kabupaten Ketapang, Propinsi Kalimantan Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Juni-Juli 2000 untuk lokasi pertama, sedangkan lokasi kedua dilakukan pada bulan April-Mei 2001.

Cara kerja

Koleksi flora dilakukan dengan cara penjelajahan ke berbagai lokasi yang dianggap dapat mewakili tipe-tipe ekosistem ataupun vegetasi di kawasan yang diteliti. Semua jenis tumbuhan yang dijumpai di lapangan diambil contoh herbariumnya. Setiap contoh

Tabel 1. Daftar jenis tumbuhan dan manfaatnya di C.A. Muara Kendawangan.

Nama Suku & Jenis	Nama lokal	Habitus	Nilai guna & referensi
AMARYLIDACEAE			
1. <i>Curculigo latifolia</i> Dryand & W. T. Ait **)	Tapak lambah	T	2 (B); 3 (C,J)
ANACARDIACEAE			
2. <i>Bouea oppositifolia</i> (Roxb.) Meisn.	Satar	Ph	1 (A ^o); 3 (C,J)
3. <i>Buchanania arborescens</i> (Bl.) Bl.	Untak	Ph	1 (A ^o ; J)
4. <i>Camnosperma auriculatum</i> (Bl.) Hook. f.	Terentang	Ph	1 (A ^o , J)
5. <i>Mangifera quadrifida</i> Jack	Pohon Kalimantan	Ph	3 (C,J)
ANNONACEAE			
6. <i>Fissistigma lanuginosum</i> Merr.	-	L	-
7. <i>Uvaria littoralis</i> Bl.	-	L	3 (C)
APOCYNACEAE			
8. <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br. *)	Pulai	Ph	2 (B ^o , J)
9. <i>Tabernaemontana pauciflora</i> Bl. **)	-	Pd	2 (B ^o)
AQUIFOLIACEAE			
10. <i>Ilex cymosa</i> Bl.	Mensirak	Ph	1 (A ^o)
ARACEAE			
11. <i>Aglaonema simplex</i> Bl.	Penandur Urat	T	5 (J)
ARECACEAE			
12. <i>Daemonorops sabut</i> Becc.	Rotan buluh	L	6 (J)
13. <i>Korthalsia echinometra</i> Becc.	Rotan lopok	L	6 (E,J)
14. <i>K. hispida</i> Becc.	Rotan tempenak	L	6 (J)
15. <i>Pinanga</i> sp.	Pinang tibal	Ph	5 (J)
16. <i>Salacca affinis</i> Griff. var. borneensis	Lingsum	S	3 (C,J)
ASCLEPIADACEAE			
17. <i>Gynanchum ovalifolius</i> Wight	-	L	-
18. <i>Hoya diversifolia</i> Bl.	Akar pulai	E	-
ASPLENIACEAE			
19. <i>Asplenium tenerum</i> Forst	-	E	5 (J)
ASTERACEAE			
20. <i>Blumea balsamifera</i> (L.) DC.	Sembung	T	2(B);8(G);10(I)
21. <i>Eupatorium odoratum</i> L.f.	Kasang	S	-
22. <i>Pluchea indica</i> (L.) Less.	Kapur utan	Pd	2 (B ^o); 8 (G,J)
23. <i>Vernonia arborea</i> Less.	Gentapung	Ph	1 (A ^o ,J); 2 (B)
BLECNACEAE			
24. <i>Blechnum orientale</i> L.	Paku kaleng	T	-
BOMBACACEAE			
25. <i>Durio oxleyanus</i> Griff. *)	Terantungan	Ph	1 (A); 3 (I,J)
BURSERACEAE			
26. <i>Dacryodes rostrata</i> (Bl.) H.J. Lam	Karyata	Ph	3 (C)
27. <i>Santiria griffitii</i> (Hook.f.) Engl.	Mata tinggang	Ph	1 (A ^o ,J)
28. <i>S. tomentosa</i> Bl.	Pigak	Ph	1 (A ^o ,J)
CLUSIACEAE			
29. <i>Calophyllum macrocarpum</i> Hook.f.	Bunut	Ph	1 (A ^o ,J)
30. <i>C. pulcherrimum</i> Wallich	Mentangau	Pd	1 (A ^o); 3 (C)
31. <i>C. soulatri</i> Burm.f.	-	Ph	1 (A ^o); 2 (J)
32. <i>Garcinia balica</i> Miq.	Ubar	Ph	-
33. <i>G. parvifolia</i> Miq.	Kandis	Ph	3 (C,J); 8 (G)
34. <i>G. forbesii</i> King	Sungkup	Ph	3 (J)
CYPERACEAE			
35. <i>Cyperus pilosus</i> Vahl	-	T	9 (H)
36. <i>Eleocharis retroflexa</i> (Poir.) Urb.	-	T	-
37. <i>Fimbristylis acuminata</i> Vahl	Purun kudung	T	-
38. <i>Gahnia tritris</i> Nees	Temiong berasah	T	-
39. <i>Hypolytrum nemorum</i> Vahl	Selingsing	T	-
40. <i>Rhynchospora hookeri</i> Boerl.	Tombong-tombong	T	-
41. <i>Scleria biflora</i> Roxb.	Rambang	T	-
42. <i>S. laevis</i> Willd	Rambang laki	T	-
43. <i>S. polycarpa</i> Baeck.	Rambang sayap	T	-
44. <i>S. pubescens</i> Steud.	Rambang sayap	T	-
45. <i>Schoenus calostychnus</i> (R.Br.) Poir.	Temiong basah	T	-
DAVALLIACEAE			
46. <i>Davalia solida</i> Sw.	-	T	-
DILLENACEAE			
47. <i>Dillenia exima</i> Miq.	Riga-riga	Ph	1 (A)
48. <i>D. suffruticosa</i> (Griff.) Mart.	Sempur	Ph	5 (J)
49. <i>Tetracera akara</i> (Burm.f.) Merr. **)	Akar angkur	L	2 (J)

tumbuhan yang dikoleksi diberi nomor dan dicatat data yang diperlukan, antara lain ciri-ciri morfologi, nama daerah, perawakan, kegunaan, lokasi dan informasi lainnya yang diperlukan. Informasi tentang nilai guna/pemanfaatan tumbuhan selain diperoleh dari data/informasi primer yaitu dengan mewawancarai penduduk lokal, juga diperoleh dari data/informasi sekunder yaitu dari bahan pustaka. Nilai guna/pemanfaatan untuk setiap jenis tumbuhan yang dikoleksi, dikelompokkan hanya berdasarkan pada nilai guna utamanya saja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman jenis

Hasil koleksi tumbuhan yang dilakukan di kawasan C.A. Muara Kendawangan adalah 219 jenis, terdiri atas 92 jenis pohon, 40 jenis perdu, 13 jenis semak, 21 jenis liana atau pemanjat, 46 jenis terna dan 7 jenis tumbuhan terna-epifit. Dari 219 jenis tumbuhan yang dikoleksi, 140 jenis diantaranya telah diketahui potensi pemanfaatannya baik yang diperoleh dari informasi penduduk lokal maupun dari studi pustaka. Dari 219 jenis tumbuhan yang dikoleksi, 48 jenis di antaranya merupakan penghasil kayu bangunan/konstruksi, 42 jenis tumbuhan obat, 35 jenis buah-buahan, 16 jenis tanaman hias, 13 jenis penghasil sayuran, 11 jenis penghasil tanin/bahan pewarna, 8 jenis pakan ternak, 4 jenis penghasil minyak atsiri, 3 jenis rotan dan 2 jenis penghasil bambu (Tabel 1.). Dari 42 jenis tumbuhan obat yang dikoleksi, 24 jenis diantaranya atau lebih dari setengahnya belum terdaftar pada buku "Senerai Tumbuhan Obat Indonesia" (Hargono dkk., 1986). Di samping itu informasi tentang penemuan tumbuhan obat di Indonesia juga semakin pesat. Oleh sebab itu banyak jenis-jenis tumbuhan obat Indonesia yang belum terdaftar dalam buku di atas, sehingga penyempurnaan dan revisi buku ini perlu segera dilakukan. Dari 42 jenis tumbuhan obat yang dikoleksi tersebut sebagian besar masih tumbuh liar di hutan-hutan dan belum dibudidayakan, kecuali *Pluchea indica* dan *Costus speciosus* yang telah ditanam di pekarangan dan di kebun-kebun.

Tipe-tipe vegetasi dan potensi floranya

Berdasarkan karakteristik lokasi penelitian dan penampilan fisiognomi serta

Tabel 1. Daftar jenis tumbuhan dan manfaatnya di C.A. Muara Kendawangan (*lanjutan*).

Nama Suku & Jenis	Nama lokal	Habitatus	Nilai guna & referensi
LINACEAE			
98. <i>Ixonanthes petiolaris</i> Bl.	Ranggunga	Ph	1 (A ⁿ ,J)
LOGANIACEAE			
99. <i>Fagraea ceylanica</i> Thunb.	Mempasitr	Ph	1 (A)
LYCOPODIACEAE			
100. <i>Lycopodium cernuum</i> L.	Jejamut	T	-
MELASTOMACEAE			
101. <i>Bellucia axinanthera</i> Triana	Jambu utan	Ph	3 (C,J)
102. <i>Dissocaeta gracilis</i> Bl.	Asam kontan	T	8 (J)
103. <i>Medinilla crassifolia</i> (Reinw. & Bl.) Bl. **)	Cengkodok air	Pd	2 (J); 8 (G)
104. <i>Melastoma malabathricum</i>	Cengkodok	Pd	2 (B),3 (C); 4 (D)
105. <i>Memecylon edule</i> Roxb.	Temaras	Pd	-
106. <i>Pternandra rostrata</i> (Cogn.) Ohwi	Ladi	Ph	1 (A ⁿ)
MONIMACEAE			
107. <i>Kibara coriacea</i> (Bl.) Endl. ex Hk. **) f. & Th	-	Ph	-
MORACEAE			
108. <i>Artocarpus anisophylla</i> Miq.	Mentawa	Ph	1 (A); 3 (C,J)
109. <i>A. elasticus</i> Reinw.	Tarap	Ph	3 (C,J)
110. <i>A. kemando</i> Miq.	Kudu	Ph	1 (A); 3 (C,J)
111. <i>A. rigidus</i> Bl.	Belatung	Ph	3 (C,J)
112. <i>Ficus deltoidea</i> Jack	-	L	2 (B)
113. <i>F. variegata</i> Bl.	Kondang	Ph	3 (C); 8(G); 9(H)
114. <i>F. sundaica</i> Bl.	Tembajag	Ph	-
115. <i>F. hirta</i> Vahl	Pampam	Ph	8 (G); 9 (H)
116. <i>F. grossularioides</i> Burm. f.	-	Ph	8 (G); 9 (H)
117. <i>F. vasculosa</i> Wall. ex Miq.	Kraya	Ph	-
118. <i>Poikilospermum suaveolens</i> (Bl.) Miq. **)	Akar taban-taban	L	2 (J)
MYRTACEAE			
119. <i>Acmena acuminatissima</i> (Bl.) Merr. & Perry	Arang-arang	Ph	3 (C,J)
120. <i>Baeckea frutescens</i> L.	Cucur atap	Pd	2 (B',J); 10 (I)
121. <i>Leptospermum flavescens</i> Sm.	Mentigi	Ph	-
122. <i>L. javanicum</i> Bl.	-	Pd	-
123. <i>Melaleuca cajuputi</i> Powell ssp. <i>cumingiana</i> (Turcz.) Barlow	Gelam	Ph	2 (J); 10 (I)
124. <i>Rhodamnia cinerea</i> Jack	Jemai	Ph	1 (A'); 3 (C,J)
125. <i>Eugenia spicata</i> Lmk	Dohat	Pd	1 (A); 3(J); 4(D)
126. <i>Syzygium bankensa</i> (Hassk.) Merr.&Perry	Kenasian	Pd	-
127. <i>S. fusticuliferum</i> (Ridl.) Mer. & Perry	Uban	Ph	-
128. <i>S. javanicum</i> Miq.	-	Ph	-
129. <i>S. napiforme</i> (K. & V.) Merr.&Perry	Merang	Pd	-
130. <i>S. subrupa</i> King	Kayu semak	Ph	-
131. <i>S. valdevenosum</i> Merr. & Perry	Gelam tikus	Ph	-
132. <i>S. zeylanicum</i> (L.) DC.	Kenasian	Pd	3 (C); 4 (D)
133. <i>Tristaniaopsis obovata</i> (Benn.) Wilson & Waterhouse	Pelawan	Ph	10 (J)
MYRISTICACEAE			
134. <i>Horsfieldia crassifolia</i> (Hk. f.) Th.	-	Ph	-
135. <i>Myristica elliptica</i> Wallich ex Hook.f. & Thomson	Kumpang	Ph	1 (A')
MYRSINACEAE			
136. <i>Ardisia humilis</i> Vahl	Kempanai	S	-
137. <i>A. villosa</i> Roxb.	Kicak-kicak	Pd	-
138. <i>Maesa ramentacea</i> DC.	Akar nasi-nasi	L	-
139. <i>Rapanea umbellata</i> Mez.	Mentangur	Ph	1 (J)
NEPENTHACEAE			
140. <i>Nepenthes gracilis</i> Korth.	Ketikun	T	5 (J)
141. <i>N. mirabilis</i> (Lour.) Druce	Ketikun	L	5 (J)
142. <i>N. rafflesiana</i> Jack	Ketikun	L	5 (J)
NEPHROLEPIS GROUP			
143. <i>Nephrolepis exaltata</i> (L.) Schott.	Paku sambas	T	-
144. <i>N. falcata</i> (Cav.) C. Chr.	Paku dahan	T	-
145. <i>N. hirsutula</i> Persl.	Paku ikan	T	-
OLEACEAE			
146. <i>Chionanthus laxiflorus</i> Bl.	-	Ph	-
147. <i>Ochanostachys amentacea</i> Mast.	Ketikal	Ph	1 (A,J)

komposisi jenis tumbuhan penyusunnya, maka dapat dibedakan enam tipe vegetasi di kawasan C.A. Muara Kendawangan. Berikut adalah uraian tentang tipe-tipe vegetasi tersebut beserta potensi floranya.

Hutan rawa dalam

Tipe vegetasi hutan ini ditandai adanya air yang menggenangi hampir sebagian besar kawasan rawa. Kedalaman air rawa dapat mencapai lebih dari 0,5 meter. Topografi tanahnya secara umum adalah datar. Tumbuhan bawahnya relatif jarang, pohon-pohonnya cenderung mengelompok pada tempat-tempat yang kering. Tumbuhan lapisan bawah yang sering dijumpai antara lain adalah *Eleocharis retroflexa*, selingsing (*Hypolytrum nemorum*), rambang laki (*Scleria laevis*), rambang sayap (*Scleria polycarpa*), umbul-umbul (*Eriocaulon hookerianum*), nyabuk (*Isachne globosa*) dan rumput cacing (*Isachaemum muticum*). Sedangkan di lapisan atas didominasi oleh jenis pohon ladi (*Pternandra rostrata*), kumpang (*Myristica elliptica*), putat (*Barringtonia reticulata*), prapat (*Combretocarpus rotundatus*), dan belangeran (*Shorea balangeran*). Masing-masing jenis dengan nilai kerapatan 143, 114, 64, 57 dan 197 pohon per hektar (Siregar dan Ruskandi, 2000; Purwaningsih dan Amir, 2001). Pohon belangeran ternyata mempunyai nilai kerapatan pohon terbesar pada tipe vegetasi ini yaitu 197 pohon per hektar. Berdasarkan laporan penduduk dan pengamatan di lapangan, pohon ini sangat tahan terhadap kebakaran hutan yang seringkali terjadi di kawasan ini. Selain pohon belangeran, pohon prapat juga dilaporkan tahan terhadap kebakaran hutan. Kedua jenis pohon ini merupakan komoditi penghasil kayu yang cukup penting. Jenis pohon lain yang juga menarik pada tipe vegetasi ini adalah gimbor (*Alseodaphne canescens*). Pohon gimbor hanya dapat ditemukan pada tipe vegetasi hutan rawa dalam dan tidak pernah ditemukan di tipe vegetasi lainnya. Populasi pohon gimbor di lapangan sangat mencemaskan, karena banyak ditebangi para perambah hutan untuk diambil kulit batangnya, sebagai bahan pembuatan obat nyamuk yang bernilai ekonomi cukup tinggi.

Hutan rawa dangkal

Tipe vegetasi hutan ini dicirikan oleh adanya genangan-genangan air yang menggenangi sebagian kecil kawasannya.

Tabel 1. Daftar jenis tumbuhan dan manfaatnya di C.A. Muara Kendawangan (*lanjutan*).

Nama Suku & Jenis	Nama lokal	Habitus	Nilai guna & referensi
OPHIOGLOSSACEAE			
148. <i>Helminthostachys zeylanica</i> (L.) Hokk.	Tangue-tangue	T	-
149. <i>Ophioglossum pendulum</i> L.	Santi	T	2 (J)
ORCHIDACEAE			
150. <i>Bromheadia finlaysonian</i> (Lindl.) Miq.	-	T	5 (J)
151. <i>Bulbophyllum</i> sp.	-	E	-
152. <i>Dendrobium</i> sp.	-	E	-
153. <i>Renanthera</i> sp.	-	E	-
PANDANACEAE			
154. <i>Pandanus motleyanus</i> Solm.	Selingsing	T	-
155. <i>P. tectorius</i> Solm.	Pandan	Ph	3 (C); 10 (J)
POACEAE			
156. <i>Centotheca lappacea</i> (L.) Desv. **)	Rumput manis	T	2 (J); 9 (H)
158. <i>Hymenachne indica</i> L.	Nyabuk	T	-
158. <i>Isachne globosa</i> (Thunb.) O. K.	Nyabuk	T	9 (H)
159. <i>I. miliacea</i> Roth. ex R. & S.	Rumput kirip	T	9 (H)
160. <i>I. muticum</i> L.	Rumput cacing	T	9 (H)
161. <i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv.	Alang-alang	T	-
162. <i>Schizostachyum brachycladum</i> Kurz	Buluh kinjil	S	7 (F,J)
163. <i>S. latifolium</i> Gamble	Buluh babi	S	7 (F,J)
POLYPODIACEAE			
164. <i>Achrostichum aureum</i> L.	-	T	-
165. <i>Ceratopteris thalictroides</i> (L.) Brong.	-	T	8 (J)
166. <i>Drymoglossum piloselloides</i> (L.) Pr.	-	T	-
167. <i>Drynaria quersifolia</i> J. Sm.	Bekau bengkarung	E	-
168. <i>Platyterium coronarium</i> Desv.	Bakah	E	5 (J)
169. <i>Stenochlaena palustris</i> Bedd.	Paku ruruh	S	8 (J)
PROTEACEAE			
170. <i>Helicia robusta</i> (Roxb.) R.Br. **)	Bengkurak	Ph	2 (J)
PTERIDACEAE			
171. <i>Taenitis blechnoides</i> Sw.	-	T	-
RHIZOPHORACEAE			
172. <i>Combretocarpus rotundatus</i> (Miq) Dancer	Prapat	Ph	1 (A")
ROSACEAE			
173. <i>Prunus arborea</i> Kalm. **)	-	Pd	1 (A")
RUBIACEAE			
174. <i>Captosapelta hammii</i> Val.	-	S	-
175. <i>Diodia ocymifolia</i> (Willd. ex R.S.) Brem.	Birang hitam	Pd	-
176. <i>Gaertnera vaginans</i> (DC.) Merr.	Cengkeh utan	Pd	8 (J)
177. <i>Hedyotis rigida</i> Miq. **)	Penabar	L	2 (B)
178. <i>Ixora javanica</i> (Bl.) DC.	Hujan-hujan	Pd	5 (J)
179. <i>I. hassilandii</i> Ridley	-	Pd	5 (J)
180. <i>I. fluminalis</i> Ridley	Bekopi	Ph	1 (A")
181. <i>Mussaenda frondosa</i> L.	Bali adap	S	5 (J); 8 (G)
182. <i>Oldenlandia verticillata</i> L.	-	Pd	5 (J)
183. <i>Petunga microcarpa</i> (Bl.) DC.	-	Pd	-
184. <i>Psychotria viridiflora</i> Bl.	Nasi-nasi	Pd	2 (B')
185. <i>Randia patula</i> Miq.	Akar canggalang	L	-
186. <i>Saprosma arboreum</i> Bl.	Penabar pasang	Pd	-
187. <i>Tarena fragrans</i> (Bl.) K. & V.	Kayu lubang	Pd	-
188. <i>Timonius flavescens</i> Back. **)	Ketuak	Pd	2 (J); 8 (J)
189. <i>Uncaria gambir</i> Roxb.	Kelelaid	L	2 (B'); 4 (D)
RUTACEAE			
190. <i>Euodia aromatica</i> Bl. **)	Jampang	Pd	2 (J)
191. <i>Acronychia pedunculata</i> (L.) Miq.	Pamulang bau	Pd	1 (A"); 2(J);10(I)
SAPINDACEAE			
192. <i>Guioa pubescens</i> (Z. & R.) Radlk.	Kenteunga	Ph	1 (A")
193. <i>G. diplopetala</i> (Hassk.) Radlk. **)	Belungai balang	L	2 (J)
194. <i>Nephelium cuspidatum</i> Bl.	Rangkong	Ph	3 (C,J)
195. <i>N. uncinatum</i> Leenh.	Linang	Ph	3 (C,J)
SAPOTACEAE			
196. <i>Palaquium xanthochymum</i> (de vr.) Pierre	Nyanyam	Ph	-
SCHIZACEAE			
197. <i>Lygodium microphyllum</i> (Cav.) R. Br.	Reribu	S	-
SIMAROUBACEAE			
198. <i>Eurycoma longifolia</i> Jacq *)	Bidara putih	Ph	2 (B,J)

Kedalaman air rawa tidak lebih dari 0,5 m dan topografi tanahnya relatif datar. Lapisan bawah banyak ditumbuhi teki dan rerumputan, antara lain purun kudung (*Fimbristylis acuminata*) dan rumput cacing (*Ischaemum muticum*). Sedangkan tumbuhan kanopi atas didominasi oleh jenis-jenis pohon gelam (*Melaleuca cajuputi* ssp. *cumingiana*), belangeran, prapat, dan ladi (*Pternandra rostrata*) (Siregar dan Ruskandi, 2000; Purwaningsih dan Amir, 2001). Penduduk lokal mengambil kulit batang pohon gelam dan menjualnya di pasar sebagai bahan penutup lubang-lubang/celah-celah pada papan-papan perahu agar tidak bocor. Kulit batang pohon gelam diperdagangkan sampai ke Jawa.

Hutan dataran kering

Topografi tanah kawasan ini datar dengan kondisi hutan yang relatif kering. Kerusakan hutan pada tipe hutan ini relatif lebih besar dibandingkan kelima tipe vegetasi lainnya. Salah satu penyebabnya karena faktor pengangkutan kayu hasil tebangan yang lebih mudah, terutama dibandingkan di hutan rawa. Kerusakan hutan pada tipe vegetasi ini antara lain ditandai oleh banyaknya individu-individu tumbuhan penyusun lapisan bawah hutan yang terputus-putus, banyaknya daerah yang terbuka, dan sangat jaranginya dijumpai pohon berdiameter besar. Pohon-pohon besar yang kayunya bernilai ekonomi sudah banyak yang ditebangi, sehingga menim-bulkan ruang-ruang antar pohon yang relatif lebih terbuka. Daerah yang terbuka ini banyak ditumbuhi semak-semak antara lain kasang kuci (*Eupatorium odoratum*) dan kelambu rusa (*Dicranopteris linearis*). Adapun jenis pepohonan yang mendominasi tipe hutan ini antara lain gelam, kempaning (*Lithocarpus cantleyanus*), temaras (*Pternandra rostrata*) dan penaga (*Schima wallichii*). Kerapatan pohon gelam pada tipe vegetasi ini dapat mencapai 743 pohon per hektar (Siregar dan Harahap, 2002). Pohon penaga ternyata juga dapat tumbuh hampir di semua tipe vegetasi yang diteliti kecuali pada tipe vegetasi hutan kerangas. Pohon penaga dilaporkan mempunyai variasi pertumbuhan yang sangat tinggi yaitu mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi dan daerah penyebarannya juga sangat luas (Keng, 1978). Yang menarik pada tipe vegetasi hutan ini adalah ditemukannya 6 jenis pohon yang

Tabel 1. Daftar jenis tumbuhan dan manfaatnya di C.A. Muara Kendawangan (*lanjutan*).

Nama Suku & Jenis	Nama lokal	Habitus	Nilai guna & referensi
SMILAXACEAE			
199. <i>Smilax leucophylla</i> Bl. (**)	Akar kelelahap	L	2 (B); 8 (G)
THEACEAE			
200. <i>Adinandra dumosa</i> Jacq	Mentapai laki	Pd	1 (A')
201. <i>Eurya acuminata</i> DC.	Ribu-ribu	Pd	-
202. <i>Haemocharis ovalis</i>	Mentapai	Pd	-
203. <i>Ploiarium alternifolium</i> (Vahl.) Melch.	Acam-acam	Pd	8 (G,J)
204. <i>Schima wallichii</i> (DC.) Korth.	Penaga	Ph	1 (A''); 8 (G)
205. <i>Tetramerista glabra</i> Miq.	Punak	Ph	1 (A''); 3 (C)
THYMELAEACEAE			
206. <i>Aquilaria malaccensis</i> Lmk *)	Gaharu	Ph	10 (I,J)
ULMACEAE			
207. <i>Trema cannabina</i> Lour.	-	Pd	8 (G)
208. <i>T. orientalis</i> (L.) Bl.	Kalen sarai	Ph	4 (D); 8 (G)
VERBENACEAE			
209. <i>Callicarpa longifolia</i> Lmk (**)	Nasi-nasi	Ph	2 (B')
210. <i>Clerodendrum b Buchananii</i> Roxb.	Kapal-kapal	Pd	2 (B'); 5 (J)
211. <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl. (**)	-	T	2 (B')
212. <i>Vitex pinnata</i> L. (**)	Laban	Ph	1 (A); 2 (B); 4 (D)
VITACEAE			
213. <i>Ampelocissus thyrsoiflora</i> (Bl.) Planch.	-	L	-
214. <i>Tetrastigma</i> sp.	Akar biri-biri	L	-
ZINGIBERACEAE			
215. <i>Alpinia aquatica</i> (Retz.) Roscoe (**)	-	T	2 (B'); 3 (J)
216. <i>Costus speciosus</i> (Koen.) J. E. Smith	Tabai-tabai	S	2 (B); 5 (J)
217. <i>Eltingera punicia</i> (Roxb.) R.M. Smith (**)	Tepus	S	2(B); 3(C); 10(I)
218. <i>Hornstedtia</i> sp.	-	T	-
219. <i>Zingiber neglectum</i> Val.	-	T	-

Keterangan :

Perawakan : E = tera-epifit; L = liana/pemanjat; Pd = perdu; Ph = pohon; S = semak; T = tera.

Nilai guna : 1 = penghasil kayu bangunan; 2 = tumbuhan obat; 3 = penghasil buah-buahan; 4 = penghasil tanin/pewarna; 5 = tanaman hias; 6 = penghasil rotan; 7 = penghasil bambu; 8 = penghasil sayur; 9 = pakan ternak; 10 = penghasil minyak atsiri.

Status : *) = tumbuhan langka; **) = belum terdaftar pada Hargono dkk. (1986).

Referensi : A = Lemmens *et al.* (1995); A' = Soerianegara dan Lemmens (1994); A'' = Sosef *et al.*, (1998); B = de Padua *et al.* (1999); B' = van Valkenburg dan Bunyapraphatsara (2001); C = Verheij dan Coronel (1991); D = Lemmens dan Soetjipto (1992); E = Dransfield dan Manokaran (1994); F = Dransfield dan Widjaja (1995); G = Siemonsma dan Pileuk (1994); H = Marnette dan Jones (1992); I = Oyen dan Dung (1999); J = penduduk lokal.

dikategorikan tumbuhan langka, yaitu pohon belian (*Eusideroxylon zwageri*), kampak (*Koompassia malaccensis*), gaharu (*Aquilaria malaccensis*), bidara putih (*Eurycoma longifolia*), pulai (*Alstonia scholaris*), dan terantungan (*Durio oxleyanus*). Tiga dari 6 jenis pohon langka tersebut yaitu pohon gaharu, belian dan terantungan populasinya di alam sudah sangat mengawatirkan. Pohon terantungan dan belian status kelangkaannya dilaporkan rawan bahkan gaharu sudah dalam katagori genting. Sedangkan untuk ketiga jenis pohon langka lainnya yaitu pulai status kelangkaannya adalah jarang, bidara putih dan kampak dikategorikan terkikis (Rifai dkk., 1992; Kartikasari, 2001). Khusus untuk pohon gaharu yang banyak dicari dan ditebang karena resin gaharu yang dihasilkan berharga sangat mahal. Hal ini mengakibatkan populasi alami pohon gaharu

menurun sangat drastis. Sampai saat ini ekspor gaharu dibatasi oleh kuota, tetapi pengi-ri-man secara ilegal masih sering terjadi.

Hutan perbukitan

Topografi tanah hutan ini bertebing dan berlereng-lereng dengan tingkat kemiringan 5-20° dan kondisi lahannya relatif kering. Hutan perbukitan ini terletak pada ketinggian 10-190 m dpl. Lapisan bawah hutan banyak ditumbuhi oleh kasang kuci (*Eupatorium odoratum*), *Stachytarpheta jamaicensis*, alang-alang (*Imperata cylindrica*) dan tumbuhan kelambu rusa (*Dicranopteris linearis*). Sedangkan di lapisan atas didominasi oleh beberapa jenis pohon antara lain adalah penaga, jemai (*Rhodamnia cinerea*), mentapai (*Haemocharis ovalis*) dan kenteunga (*Guioa pubescens*) (Siregar dan Ruskandi, 2000; Purwaningsih dan Amir, 2001). Kayu pohon jemai yang banyak ditemukan di hutan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan kayu bangunan dan buahnya juga bisa dimakan.

Hutan kerangas

Luas kawasan bertipe vegetasi hutan kerangas paling kecil dibandingkan kelima tipe vegetasi lainnya. Tipe vegetasi ini sangat spesifik dan ditandai oleh adanya lapisan pasir putih pada permukaan tanah bagian atas, sedang lapisan bawahnya berupa tanah podsol kehitaman. Tipe tanah berpasir ini bersifat porous, sehingga air yang datang tidak dapat diikat oleh partikel-partikel tanah. Hal ini menyebabkan miskinnya vegetasi yang tumbuh pada hutan kerangas. Pada tipe vegetasi ini tidak pernah ditemukan jenis-jenis pepohonan yang dapat mencapai tinggi lebih dari 5 m. Beberapa pohon prapat yang tumbuh kerdil dapat ditemukan di kawasan ini. Tipe vegetasi ini didominasi oleh tumbuhan perdu. Salah satu perdu yang sangat dominan adalah cucur atap (*Baeckea frutescens*), sehingga dapat dipergunakan sebagai salah satu ciri khas tipe vegetasi hutan kerangas. Cucur atap merupakan salah satu jenis tumbuhan yang sangat berpotensi sebagai penghasil minyak atsiri dan bahan obat-obatan. Jenis perdu lainnya yang juga sering dijumpai antara lain adalah kenasian (*Syzygium bankense*), dohat (*Eugenia spicata*), mentangau (*Calophyllum pulcherrimum*) dan pamulang bau (*Acronychia pedunculata*). Untuk tumbuhan lapisan bawah yang seringkali dijumpai antara lain adalah rotan laki (*Flagellaria indica*), tegari (*Dianella ensifolia*) dan anggrek padang (*Bromheadia finlaysoniana*). Akar tegari (*Dianella ensifolia*) oleh penduduk

setempat banyak dimanfaatkan untuk pembuatan bedak, sedangkan bunga anggrek padang yang bunganya berwarna putih sangat menarik sebagai tanaman hias.

Padang rumput

Tipe vegetasi padang rumput merupakan salah satu tipe vegetasi yang paling luas dibandingkan kelima tipe vegetasi lainnya. Tipe vegetasi ini ditandai oleh hamparan padang rumput yang luas. Lantai dasar tanahnya ada yang kering, tetapi ada juga yang tergenang air. Jenis-jenis tumbuhan rumput dan teki merupakan tumbuhan yang paling banyak dijumpai di kawasan ini. Salah satu jenis rumput yang tumbuh melimpah adalah rumput cacing (*Ischaemum muticum*). Jenis tumbuhan lainnya yang populasinya juga cukup banyak antara lain adalah *Cyperus pilosus*, purun kudung (*Fimbristylis acuminata*), rambang (*Scleria biflora*), rambang sayap (*Scleria pubescens*) dan ketikun (*Nepenthes gracilis*). Rumput cacing yang tumbuh melimpah di vegetasi padang rumput ini merupakan sumber pakan ternak yang paling potensial.

KESIMPULAN

Dari 219 jenis tumbuhan yang dikoleksi di C.A. Muara Kendawangan, 140 jenis di antaranya telah diketahui potensi pemanfaatannya. Kelompok jenis penghasil kayu bangunan dan obat-obatan adalah yang paling besar jumlah jenisnya dibandingkan dengan kelompok jenis komoditas lainnya. Pohon gaharu (*Aquilaria malaccensis*) merupakan salah satu dari 6 jenis pohon langka di kawasan C.A. Muara Kendawangan yang populasi di alamnya sudah sangat kritis, bahkan status kelangkaannya dikategorikan genting sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus dalam pelestariannya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1998. *Informasi Kawasan Konservasi Kalimantan Barat*. Pontianak: Sub Balai Konservasi Sumber Daya Alam, Kalimantan Barat.

- de Padua, L.S., N. Bunyaphatsara, and R.H.M.J. Lemmens (ed.). 1999. *Medicinal and Poisonous Plants 1*. Leiden: Backhuys Publisher/Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Dransfield, J. and N. Manokaran (ed.). 1994. *Rattans*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Dransfield and E.A. Widjaja (ed.). 1995. *Bamboos*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Hargono, D., Farouq, M.A. Rifai, E.A. Widjaja, Musdarsono, E.Djubaedah, Mardiyati, dan D.S. Setianingsih. 1986. *Senerai Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Kartika, S.M. 2001. Tumbuhan Langka Indonesia. *Dalam* Moge, J.P., D. Gandawidjaja, H. Wiradinata, R.E. Nasution, dan Irawati. *LIPF-Seri Panduan Lapangan*. Bogor: Balai Penelitian Botani, Puslitbang Biologi-LIPI.
- Keng, H. 1978. Theaceae. *In*: F.S.P. Ng (ed.) *Tree Flora of Malaya. A Manual for Foresters* 3: 291-292.
- Lemmens, R.H.M.J. and N.W. Soetjipto (ed.). 1992. *Dye and Tannin-producing Plants*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Lemmens, R.H.M.J., I. Soerianegara, and W.C. Wong (ed.). 1995. *Timber Trees: Minor Commercial Timbers*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Mannetje, L.T. and R.M. Jones (ed.). 1992. *Forages*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Oyen, L.P.A. and N.X. Dung (ed.). 1999. *Essential Oil Plants*. Leiden: Backhuys Publisher/Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Purwaningsih dan M. Amir. 2001. *Dalam*: Uji, T. *Eksplorasi dan Inventarisasi Flora dan Fauna Ikan di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat*. Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI.
- Rifai, M.A., Rugayah, dan E.A. Widjaja (ed.). 1992. Tiga puluh tumbuhan obat langka Indonesia. *Sisipan Floribunda* 2: 1-28.
- Siemonsma and K. Piluek (ed.). 1994. *Vegetables*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Siregar, M. dan A. Ruskandi. 2000. *Dalam*: Uji, T. *Eksplorasi dan Inventarisasi Flora dan Fauna Ikan di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat*. Bogor: Puslitbang Biologi-LIPI.
- Siregar, M. dan R. Harahap. 2002. Populasi dan pola persebaran **Melaleuca cajuputi** Powell di Muara Kendawangan-Kalimantan Barat. *Dalam*: Naiola, P.B. (ed.). *Prosiding Simposium Nasional II Tumbuhan Obat dan Aromatik*. Bogor: Puslit Biologi-LIPI.
- Soerianegara, I. and R.H.M.J. Lemmens (ed.). 1994. *Timber Trees: Major Commercial Timbers*. Bogor: Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Sosef, M.S.M., L.T. Hong, and S. Prawirohatmodjo (ed.). 1998. *Timber Trees: Lesser-known Timbers*. Leiden: Backhuys Publisher/Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- van Valkenburg, J.L.C.H. and N. Bunyaphatsara (ed.). 2001. *Medicinal and Poisonous Plants 2*. Leiden: Backhuys Publisher/Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).
- Verheij, E.W.M. and R.E. Coronel (ed.). 1991. *Edible Fruits and Nuts*. Wageningen: Pudoc/Plant Resources of South-East Asia (PROSEA).

Pemantauan Makanan Alami Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatraensis*) di Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah, Aceh Besar

Natural food monitoring of Sumatran elephant (*Elephas maximus sumatraensis*) in Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah, Aceh Besar

D J U F R I^{1,2}

¹Jurusan PMIPA FKIP Universitas Syiah Kuala Darussalam, Banda Aceh

²Program Doktor Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

Diterima: 12 Agustus 2002. Disetujui: 20 Juni 2003

ABSTRACT

The objectives of this research were to monitoring natural food of Sumatran elephant; determine rank taxonomy of species, and to give information quantitative value of taxa for vegetation analysis. The wide of area total Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah were 6.220 Ha. About 20% of area total used as an observed area. The data was collected by transect and quadratic plot method. The observed area it was took 10 transect with 500 m of long for observed station. Each observed station was put seven and ten plot samples systematically. Each plot samples has a 5 m² of width. The result indicated that there were 69 species of the plant including 23 families. Diversity index was between 1.9838-2.7202; an evenness index was between 1.6868-2.0631. The importance value is relatively low on all station observed. The refer of importance value show that *Oplismenus burmanii*, *Imperata cylindrica*, *Crassocephalum crepidiodes*, *Mimosa pudica*, and *Zingiber aquosum* were dominated on secondary forest and *Zingiber zerumbet*, *Zingiber purpureum*, and *Oplismenus burmanii* were dominated on primary forest. The result of diversity index show that regeneration of natural food in Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah is available constant because grazing occurred with continue by elephant.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: elephant, Taman Hutan Raya, importance value, diversity index.

PENDAHULUAN

Taman Hutan Raya (Tahura) Cut Nya' Dhien Seulawah secara administratif pemerintahan terletak di Kecamatan Seulimum, Kabupaten Aceh Besar dan Kecamatan Padang Tiji, Kabupaten Pidie, dengan luas 6.220 Ha. Secara geografis terletak antara 05°25'15"-05°26'30" LU dan 95°45'25" BT. Topografi kawasan ini umumnya bergelombang sampai berbukit dengan kelerengan antara 4-48%. Jenis tanah umumnya podsolik merah kuning dari bahan induk aluvial. Kawasan ini memiliki tipe iklim B dengan curah hujan rata-rata antara 1.750-2000 mm/tahun. Suhu udara berkisar antara 22-30°C dengan rata-rata kelembaban udara relatif 92.7% (Suprayogi, 1997).

Tahura merupakan salah satu bentuk kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan satwa alami (jenis asli) atau buatan, yang dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian, menunjang budidaya, budaya, pariwisata, dan rekreasi. Dengan demikian Tahura Cut Nya'Dhien yang terletak di Seulawah merupakan bentuk upaya untuk melakukan konservasi suatu kawasan. Konservasi dapat diarti-

kan sebagai upaya perlindungan, perbaikan, dan pemanfaatan sumberdaya alam secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya (Primack *et al.*, 1998; Soule, 1986; Spellerberg dan Steve, 1992).

Hutan di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah merupakan tipe hutan hujan tropis pegunungan yang sudah mengalami gangguan (disturbansi). Sekitar 40% vegetasi berupa hutan primer dan selebihnya 60% berupa hutan sekunder yang sedang mengalami suksesi. Di Tahura ini didirikan Pusat Latihan Gajah (PLG) sebagai bentuk konservasi *ex situ*. Namun daya dukung (*carrying capacity*) kawasan ini untuk kelangsungan hidup gajah di masa mendatang belum banyak diungkapkan. Oleh karenanya sangat diharapkan adanya penelitian yang dilakukan secara berkala dan mendalam tentang ketersediaan makanan alami gajah di Tahura tersebut. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan tentang potensi makanan gajah yang ada di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah, menyangkut jumlah spesies yang dimakan gajah, nilai penting, dan indeks keanekaragamannya.

BAHAN DAN METODE

Teknik pengambilan sampel

Dalam pelaksanaan survei makanan gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah terlebih dahulu ditentukan karakter hutan yang akan disurvei, sehingga diketahui jumlah plot yang perlu dibuat sesuai dengan waktu yang tersedia, serta representatif. Hasil survei pendahuluan menunjukkan adanya dua tipe hutan yang menjadi sumber makanan gajah di kawasan tersebut, yaitu hutan primer dan hutan sekunder. Dengan demikian kedua tipe hutan tersebut perlu disampling.

Sebelum pengambilan sampel, terlebih dahulu dilakukan observasi dan pembuatan stasiun pengamatan (*segmentasi*). Mengingat penelitian yang mencakup seluruh kawasan Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah, akan sangat lama dan berbiaya tinggi, maka dipilih area yang memiliki karakter vegetasi yang benar-benar ditemukan adanya makanan gajah (20% dari luas total area). Selanjutnya pada stasiun pengamatan ini dibuat kuadrat sampling. Data kuantitatif vegetasi diperoleh melalui dua metode, yaitu transek dan kuadrat yang dikombinasikan agar lebih akurat. Jumlah kuadrat permanen pada hutan sekunder sebanyak 7 buah dengan kuadrat sebanyak 70 plot. Pada hutan primer jumlah kuadrat permanen 7 buah dengan kuadrat sebanyak 70 plot. Kondisi vegetasi pada kedua tipe hutan yang diteliti relatif homogen komposisi jenis tumbuhan penyusunnya.

Teknik pengumpulan data

Pada setiap kuadrat yang dicuplik, dicatat nilai Kerapatan Mutlak (KM), Frekuensi Mutlak (FM), dan Dominansi Mutlak (DM) pada Tabel Pengamatan. Semua jenis tumbuhan yang ditemukan di lapangan didata, dikoleksi, dan dibuat herbariumnya untuk identifikasi lebih lanjut. Jenis yang diketahui nama ilmiahnya langsung dituliskan, sedang jenis yang belum diketahui nama ilmiahnya diidentifikasi di Laboratorium PMIPA FKIP UNSYIAH Darussalam Banda Aceh dengan mengacu pada buku Backer dan Bakhuzen (1963, 1965, 1968); Steenis (1978); dan Soerjani dkk. (1978).

Penggolongan suatu tumbuhan termasuk jenis pakan alami gajah atau bukan dilakukan dengan mengamati langsung gajah yang sedang merumput, termasuk membawa (menaiki) gajah jinak koleksi Pusat Pelatihan Gajah (PLG) Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah, menyusuri lokasi penelitian selama survei dan sampling vegetasi. Selanjutnya jenis-jenis tumbuhan yang dimakan gajah dikoleksi, dibuat herbarium keringnya, dan diidentifikasi menggunakan pustaka-pustaka di atas. Data ini diperkuat pengalaman pawang yang mengasuh gajah-gajah tersebut.

Teknik pengolahan data

Untuk memperoleh data kuantitatif vegetasi dalam rangka analisis vegetasi untuk mengetahui potensi makanan gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah,

maka perlu dihitung nilai parameter vegetasi berikut: Frekuensi Mutlak (FM), Frekuensi Relatif (FR), Kerapatan Mutlak (KM), Kerapatan Relatif (KR), Dominansi Mutlak (DM), Dominansi Relatif (DR), Nilai Penting (NP), dan indeks keanekaragaman Spesies (H), dengan menggunakan rumus menurut Cox (1978), Barbour *et al.* (1987), Krebs (1978), Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974), dan Odum (1971).

Untuk mengetahui spesies makanan alami gajah yang memiliki nilai penting tinggi, maka seluruh stasiun digabung menjadi satu, sehingga dapat diperlihatkan spesies-spesies yang mendominasi kawasan yang diteliti. Agar nilai penting dapat ditafsirkan, maka nilai tersebut diklasifikasikan atas tiga kelompok yaitu rendah, tinggi, dan sangat tinggi. Kriteria yang dipakai adalah nilai penting tertinggi ditambah nilai penting terendah, lalu dibagi tiga untuk memperoleh kisaran pengelompokan. Kriteria yang dihasilkan hanya berlaku pada vegetasi yang sedang dianalisis (Djufri dkk., 1998). Sedang untuk penentuan kategori nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener digunakan kriteria berikut: > 4 sangat tinggi, >2-4 tinggi, < dari 1-2 rendah, dan < dari 1 sangat rendah (Barbour *et al.*, 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi jenis pakan alami gajah di hutan sekunder

Jumlah spesies makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah sebanyak 69 spesies (23 familia), terdiri dari 29 spesies kelompok rumput dan 40 spesies kelompok non-rumput (Tabel 1.).

Tabel 1. Spesies makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah.

No.	Familia	Jumlah spesies	Persentase	Bentuk hidup
1.	Poaceae	18	26.09	Herba
2.	Cyperaceae	11	15.94	Herba
3.	Solanaceae	1	1.45	Perdu
4.	Asteraceae	3	4.35	Herba
5.	Passifloraceae	1	1.45	Herba
6.	Mimosaceae	3	4.35	Herba/ Pohon
7.	Fabaceae	7	10.14	Herba
8.	Euphorbiaceae	2	2.90	Herba/ Pohon
9.	Rosaceae	1	1.45	Herba
10.	Convolvulaceae	3	4.35	Herba
11.	Malvaceae	1	1.45	Perdu
12.	Lamiaceae	1	1.45	Herba
13.	Pandanaceae	1	1.45	Herba
14.	Amaranthaceae	1	1.45	Herba
15.	Elaeocarpaceae	2	2.90	Pohon
16.	Arecaceae	1	1.45	Perdu
17.	Moraceae	4	5.80	Pohon
18.	Araliaceae	2	2.90	Herba
19.	Zingiberaceae	2	2.90	Herba
20.	Lyrtaceae	1	1.45	Pohon
21.	Vitaceae	1	1.45	Herba
22.	Hydrocortaceae	1	1.45	Herba
23.	Maranthaceae	1	1.45	Herba

Berdasarkan persentase kekayaan spesiesnya, maka hutan sekunder Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah dapat dikategorikan sebagai hamparan rumput sebagaimana persyaratan yang diajukan oleh Speeding (1971), karena dominasi spesies rumput mencapai 26.09%. Demikian juga apabila dihubungkan dengan persyaratan curah hujan termasuk golongan sedang, yaitu rata-rata 1750-2000 mm/tahun, dan kelembaban relatif tergolong tinggi 92.70%.

Ditinjau dari aspek komposisi makanan gajah, maka Poaceae dan Cyperaceae merupakan kelompok makanan yang jauh lebih disenangi gajah dibandingkan kelompok non-rumput lainnya. Dengan demikian jika kondisi alami Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah tidak mengalami perubahan yang berarti, maka ketersediaan makanan alami gajah tidak mengkhawatirkan. Sebab kelompok rumput yang telah mendominasi suatu kawasan, biasanya cenderung akan tetap menguasai kawasan tersebut secara alami, karena daya adaptasinya relatif baik dibandingkan spesies lainnya.

Tabel 2. Nilai Penting (NP) spesies makanan alami gajah kelompok rumput di hutan sekunder Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah.

No.	Spesies	Jumlah	Rerata	Kategori
1.	<i>Imperata cylindrica</i>	346.92	50.04	Tinggi
2.	<i>Oplismenus burmanii</i>	500.04	49.56	Tinggi
3.	<i>Cynodon dactylon</i>	340.40	34.04	Sedang
4.	<i>Axonopus compressus</i>	307.20	30.72	Sedang
5.	<i>Carex fragrans</i>	160.70	16.07	Rendah
6.	<i>Panicum repens</i>	175.50	17.55	Rendah
7.	<i>Cyperus scirpus</i>	137.40	13.74	Rendah
8.	<i>Lersea hexandra</i>	287.90	28.79	Sedang
9.	<i>Setaria longifolia</i>	215.50	21.55	Sedang
10.	<i>Digitaria ciliaris</i>	348.20	34.82	Sedang
11.	<i>Themeda arguens</i>	99.20	9.92	Rendah
12.	<i>Chloris barbata</i>	104.00	10.40	Rendah
13.	<i>Panicum repens</i>	65.50	6.55	Rendah
14.	<i>Heteropogon contortus</i>	194.60	19.46	Rendah
15.	<i>Eleusine indica</i>	150.70	15.07	Rendah
16.	<i>Setaria vilidis</i>	147.20	14.72	Rendah
17.	<i>Sacharum spontaneum</i>	49.50	4.95	Rendah
18.	<i>Carex cruceata</i>	45.80	4.58	Rendah
19.	<i>Cyperus kilingia</i>	79.00	7.90	Rendah
20.	<i>Cyperus cephalotes</i>	59.60	5.96	Rendah
21.	<i>Cyperus digitatus</i>	59.60	5.69	Rendah
22.	<i>Echinochloa colonum</i>	40.10	4.01	Rendah
23.	<i>Cyperus difformis</i>	40.10	4.01	Rendah
24.	<i>Brachiaria reptans</i>	39.80	3.98	Rendah
25.	<i>Typa angustifolia</i>	35.10	3.51	Rendah
26.	<i>Fimbristylis acuminata</i>	33.90	3.39	Rendah
27.	<i>Cyperus umbellata</i>	26.90	2.69	Rendah
28.	<i>Cyperus pygmaeus</i>	26.70	2.67	Rendah
29.	<i>Sporobolus diander</i>	26.00	2.60	Rendah

Hal ini disebabkan karena struktur morfologi dan sistem fisiologi Poaceae dan Cyperaceae relatif menguntungkan. Sistem akar serabut yang dimiliki kelompok rumput menyebabkan rasio jumlah akar banyak dan dapat membentuk struktur pertumbuhan berupa rumpun (*multi-plant*) yang memungkinkan

rumput unggul dalam memperoleh air dan nutrisi dari lingkungan sekitarnya. Sedangkan kelompok non-rumput dipandang sebagai kelompok pelengkap (*complementer*) pada suatu komunitas, apabila nilai penting ekologi rendah, baik sebagai pakan alami gajah maupun komponen penyusun komunitas.

Nilai penting jenis makanan alami gajah kelompok rumput dan non-rumput di hutan sekunder

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 29 spesies tumbuhan kelompok rumput yang menjadi makanan alami gajah di hutan sekunder Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah (Tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian juga diperoleh sebanyak 40 spesies non-rumput sebagai makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai Penting (NP) spesies makanan alami gajah kelompok non-rumput di hutan sekunder Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah.

No.	Spesies	Jumlah	Rerata	Kategori
1.	<i>Crassocephalum crepidiodes</i>	323.80	32.38	Tinggi
2.	<i>Mimosa pudica</i>	194.70	19.47	Tinggi
3.	<i>Zingiber aquosum</i>	189.10	18.91	Tinggi
4.	<i>Hydrocotyl sundaica</i>	168.80	16.88	Sedang
5.	<i>Solanum torvum</i>	167.70	16.77	Sedang
6.	<i>Ageratum conyzoides</i>	133.20	13.32	Rendah
7.	<i>Mimosa invisa</i>	131.00	13.10	Rendah
8.	<i>Thitonia diversifolia</i>	124.60	12.46	Rendah
9.	<i>Ipomoea congesta</i>	117.80	11.78	Rendah
10.	<i>Clitoria ternatea</i>	104.00	10.40	Rendah
11.	<i>Desmodium heterophyllum</i>	97.80	9.78	Rendah
12.	<i>Zingiber littorale</i>	89.20	8.92	Rendah
13.	<i>Moghania macrophylla</i>	78.00	7.80	Rendah
14.	<i>Marantha arundinacea</i>	77.90	7.79	Rendah
15.	<i>Crotalaria setriata</i>	69.60	6.96	Rendah
16.	<i>Ficus septica</i>	61.10	6.11	Rendah
17.	<i>Passiflora foetida</i>	56.40	5.64	Rendah
18.	<i>Elaeocarpus petiolus</i>	56.00	5.60	Rendah
19.	<i>Calopogonium cuneata</i>	56.30	5.63	Rendah
20.	<i>Elaeocarpus petiolus</i>	56.00	5.60	Rendah
21.	<i>Malva viscus arboreus</i>	54.90	5.49	Rendah
22.	<i>Cayana cayana</i>	54.00	5.40	Rendah
23.	<i>Aralia javanica</i>	52.90	5.29	Rendah
24.	<i>Ficus altissima</i>	52.00	5.20	Rendah
25.	<i>Ficus consociata</i>	47.60	4.76	Rendah
26.	<i>Ipomoea aquatica</i>	45.30	4.53	Rendah
27.	<i>Aralia ferox</i>	44.80	4.48	Rendah
28.	<i>Lagerstromia sp.</i>	44.80	4.48	Rendah
29.	<i>Amaranthus spinosus</i>	43.60	4.36	Rendah
30.	<i>Stachytarpetta indica</i>	42.60	4.26	Rendah
31.	<i>Euphorbia gneculata</i>	38.20	3.82	Rendah
32.	<i>Rubus moluccanus</i>	36.10	3.61	Rendah
33.	<i>Vitex trifolia</i>	35.10	3.51	Rendah
34.	<i>Acacia mangium</i>	33.90	3.39	Rendah
35.	<i>Clidemia hirta</i>	30.50	3.05	Rendah
36.	<i>Elaeocarpus glaber</i>	29.10	2.91	Rendah
37.	<i>Macaranga tanarius</i>	27.00	2.70	Rendah
38.	<i>Calamus asperrimus</i>	19.80	1.98	Rendah
39.	<i>Pandanus furcatus</i>	19.60	1.96	Rendah
40.	<i>Ficus elliptica</i>	17.50	1.75	Rendah

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan 3 dapat diketahui bahwa jumlah spesies makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah pada hutan sekunder sebanyak 69 spesies mencakup 23 familia. Nilai penting setiap spesies pada seluruh stasiun pengamatan umumnya rendah. Dengan demikian apabila mengacu pada aspek nilai penting, maka kondisi vegetasi di wilayah penelitian relatif homogen. Namun terdapat dua spesies kelompok rumput yang memiliki nilai penting tinggi, yaitu *Oplismenus burmanii* (49.56%) dan *Imperata cylindrica* (50.04%). Sedangkan kelompok non rumput yang memiliki nilai penting tinggi adalah *Crassocephalum crepidiodes* (32.38%), *Mimosa pudica* (19.47%), dan *Zingiber aquosum* (18.91%). Spesies yang memiliki nilai penting tinggi secara ekologi disebut sebagai spesies istimewa (*exclusive*), khususnya dalam hal nilai kuantitatif baik frekuensi, kerapatan, maupun dominansi. Artinya spesies tersebut paling baik nilai adaptasi dan toleransinya pada lingkungan di sekitarnya. Apabila dikaitkan dengan ketersediaan makanan alami gajah, maka kelima spesies tersebut dapat digunakan sebagai indikator untuk menjamin kesinambungan makanan alami gajah di hutan sekunder Tahura Cut Nya'Dhien Seulawah. Apabila ditinjau dari variasi makanan, maka kawasan yang diteliti sangat menguntungkan karena banyak sekali alternatif makanan yang disenangi (*palatability*) oleh gajah. Hal ini tentunya menjadi satu faktor penting yang menyebabkan Pusat Latihan Gajah (PLG) di tempat tersebut layak dipertahankan.

Spesies yang memiliki nilai penting sedang antara lain *Setaria longifolia*, *Axonopus compressus*, *Digitaria ciliaris*, *Panicum repens*, dan *Cynodon dactylon*, *Hydrocotyl sundaica*, dan *Solanum torvum*. Kelompok ini tergolong jenis yang sangat disenangi oleh gajah. Dengan demikian kontinuitas makanan alami tetap terjaga apabila tidak terjadi gangguan/kerusakan berat yang disebabkan oleh intervensi manusia.

Pada umumnya spesies yang dijumpai di wilayah penelitian memiliki nilai penting rendah. Gejala demikian umum dijumpai pada tipe vegetasi yang mengarah kepada kondisi klimaks dan stabil (Djufri, 1995). Hal demikian juga relevan dengan kesimpulan Mueller-Dombois dan Ellenberg (1974) bahwa komposisi vegetasi hutan yang mengalami gangguan dalam jangka waktu yang lama akan memperlihatkan fisiognomi, fenologi, dan daya regenerasi relatif cepat, sehingga dinamika pada komunitas tersebut berlangsung cepat dan mudah mengamati laju pergantian komposisi penyusunnya. Lebih nyata lagi apabila kawasan tersebut setiap saat mengalami gangguan karena adanya pengembalaan (*grazing*) yang dilakukan oleh gajah, sehingga regenerasi spesies berlangsung cepat, dan biasanya tidak dapat menyelesaikan siklus hidup sebagaimana mestinya.

indeks keanekaragaman dan indeks kemerataan spesies makanan alami gajah

Berdasarkan data Tabel 4 dapat ditunjukkan bahwa indeks keanekaragaman spesies pada seluruh

stasiun pengamatan relatif sama yaitu berkisar 1.6868-2.7279. Mengacu pada kriteria yang diajukan Barbour *et al.* (1987) bahwa nilai indeks keanekaragaman berkisar dari 0-7. Dengan kriteria 0-1 (sangat rendah), > 1-2 (rendah), > 2-3 (tinggi), dan > 3 (sangat tinggi), maka indeks keanekaragaman spesies yang terkait dengan makanan alami gajah di wilayah penelitian tergolong tinggi, kecuali stasiun 6.

Tabel 4. Indeks keanekaragaman dan Indeks Kemerataan spesies pada setiap stasiun pengamatan.

No.	indeks keanekaragaman spesies	indeks kemerataan spesies
1.	2.7202	1.9529
2.	2.4855	1.6098
3.	2.3493	1.9510
4.	2.7279	2.0631
5.	2.6015	1.8849
6.	1.9838	1.6868
7.	2.2941	1.9052

Berdasarkan harga indeks yang dihasilkan dapat diketahui bahwa jumlah spesies yang banyak tidak selamanya menghasilkan Indeks Keanekaragaman yang tinggi. Menurut Djufri (1995, 1998), bahwa indeks keanekaragaman spesies lebih ditentukan oleh variasi nilai penting yang dihasilkan oleh setiap spesies pada setiap stasiun pengamatan. Selanjutnya Barbour *et al.* (1987) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman spesies dapat digunakan sebagai informasi penting tentang komunitas. Semakin bervariasi variabel komposisinya, maka semakin sulit untuk meramal satuan setiap sampel.

Nilai indeks keanekaragaman spesies makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah tergolong tinggi, kecuali stasiun 6 (1.9838), dengan demikian spesies makanan alami gajah berada dalam kisaran ekologi yang baik, artinya dipandang dari sudut variasi spesies makanan alami gajah, maka pemeliharaan gajah pada habitat ini masih dimungkinkan. Karena pengembalaan (*grazing*) yang dilakukan oleh gajah secara berkala menyebabkan nilai indeks keanekaragaman justru dapat meningkat dan pada gilirannya akan meningkatkan daya dukung (*carrying capacity*) habitat terhadap herbivora termasuk gajah.

Untuk mempertahankan indeks keanekaragaman yang tinggi, komunitas memerlukan gangguan secara teratur dan acak. Komunitas yang sangat stabil, meluas secara regional dan homogen, memiliki keanekaragaman spesies lebih rendah dari pada hutan berbentuk *mosaik* atau secara regional mengalami gangguan pada waktu tertentu baik oleh api, angin, banjir, penyakit, herbivora, maupun intervensi manusia (Barbour, *et al.*, 1987; Djufri, 1998). Biasanya setelah gangguan berlalu, maka akan terjadi peningkatan keanekaragaman spesies sampai pada suatu titik dimana hanya spesies-spesies tertentu yang dapat mendominasi, hidup

lama dan berukuran besar, sehingga akan kembali membalikkan keadaan, dimana terdapat kecenderungan menurunnya keanekaragaman spesies. Dengan demikian jika dilakukan pengamatan secara berkala kemungkinan akan diperoleh nilai indeks keanekaragaman spesies yang terus bervariasi sejalan dengan intervensi manusia yang menyebabkan kerusakan. Biasanya komunitas demikian sulit mencapai kematangan sebagai komunitas klimaks dan stabil.

Hasil perhitungan indeks pemerataan spesies menunjukkan nilainya relatif homogen, yaitu 1.6098-2.0631, dimana perbedaan nilai pada setiap stasiun pengamatan relatif kecil. Dengan demikian komposisi spesies makanan alami gajah pada seluruh area kajian relatif homogen, hal ini memungkinkan tingkat regenerasi makanan dapat dipertahankan dalam kondisi alami dengan menggunakan sistem penambatan gajah secara bergiliran (sistem rotasi) dari suatu tempat ke tempat lain.

Menurut Barbour *et al.* (1987) indeks keanekaragaman dan indeks pemerataan merupakan dua hal yang sangat berbeda. Demikian juga, antara kekayaan spesies dan keanekaragaman spesies. Ada kalanya kekayaan berkorelasi positif dengan keanekaragaman. Hal ini dikarenakan setiap stasiun pengamatan mempunyai jumlah individu yang sangat bervariasi. Pemerataan akan menjadi maksimum dan homogen, jika semua spesies mempunyai jumlah individu sama pada setiap stasiun pengamatan. Menurut Djufri (1995) gejala demikian sangat jarang terjadi di alam karena setiap jenis mempunyai daya adaptasi, toleransi, dan pola sejarah hidup yang berbeda dalam merespon fluktuasi lingkungan. Demikian juga dengan stadia perkembangan, mulai dari perkecambahan sampai mati. Selain itu kondisi lingkungan di alam sangat kompleks dan bervariasi. Pada level makro, kondisi lingkungan kemungkinan bersifat homogen, tetapi pada level mikro, lingkungan dapat terdiri dari mikrositus-mikrositus yang sangat heterogen. Mikrositus yang relatif homogen cenderung akan ditempati oleh individu yang sama. Keadaan demikian mempengaruhi pola penyebaran spesies tumbuhan di alam. Berdasarkan nilai indeks pemerataan di wilayah penelitian dapat dikemukakan bahwa kondisi habitat baik edafik maupun klimatik relatif homogen. Spesies yang hadir pada suatu mikrositus tertentu dapat dijadikan sebagai indikator kondisi lingkungan di tempat tersebut.

Jumlah spesies dan nilai penting makanan alami gajah di hutan primer

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh sebanyak 51 spesies makanan alami gajah di hutan primer Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah, disajikan pada Tabel 5. Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa jumlah spesies makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah pada hutan primer sebanyak 51 spesies. Nilai penting setiap spesies pada umumnya rendah pada seluruh stasiun pengamatan. Sehingga

Tabel 5. Nilai Penting (NP) spesies makanan alami gajah kelompok non-rumput di hutan primer Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah.

No.	Spesies	Jumlah	Rerata	Kategori
1.	<i>Zingiber purpureum</i>	301.00	43.00	Tinggi
2.	<i>Zingiber zerumbet</i>	255.71	36.53	Tinggi
3.	<i>Oplismenus burmanii</i>	254.45	36.35	Tinggi
4.	<i>Pandanus sp.</i>	127.26	18.18	Sedang
5.	<i>Piper betle</i>	108.99	15.57	Sedang
6.	<i>Pandanus tectorius</i>	108.08	15.44	Rendah
7.	<i>Coix lacrima-jobi</i>	97.44	13.92	Rendah
8.	<i>Marantha indica</i>	90.30	12.90	Rendah
9.	<i>Rubus plicatus</i>	87.01	12.43	Rendah
10.	<i>Rubus sp.</i>	75.88	10.84	Rendah
11.	<i>Carex fragrans</i>	70.07	10.01	Rendah
12.	<i>Ficus sagitata</i>	69.86	9.98	Rendah
13.	<i>Artocarpus elasticus</i>	63.07	9.01	Rendah
14.	<i>Piper blumei</i>	62.30	8.90	Rendah
15.	<i>Bauhinia binata</i>	60.55	8.65	Rendah
16.	<i>Bixa sp.</i>	58.24	8.32	Rendah
17.	<i>Calamus ciliaris</i>	56.28	8.04	Rendah
18.	<i>Desmodium heterophylla</i>	55.65	7.95	Rendah
19.	<i>Ficus punctata</i>	54.32	7.76	Rendah
20.	<i>Urtica sp.</i>	53.06	7.58	Rendah
21.	<i>Musa sp.</i>	50.19	7.17	Rendah
22.	<i>Ficus asperiuscula</i>	49.07	7.01	Rendah
23.	<i>Macaranga tanarius</i>	48.51	6.93	Rendah
24.	<i>Schefflera rugosa</i>	47.74	6.82	Rendah
25.	<i>Ipomoea sp.</i>	47.18	6.74	Rendah
26.	<i>Ficus septica</i>	46.34	6.62	Rendah
27.	<i>Areca alicae</i>	44.80	6.40	Rendah
28.	<i>Costus speciosus</i>	43.47	6.21	Rendah
29.	<i>Asplenium nidus</i>	42.28	6.04	Rendah
30.	<i>Ficus vilosa</i>	39.76	5.68	Rendah
31.	<i>Mimosa virgatus</i>	39.69	5.67	Rendah
32.	<i>Pleome angustifolia</i>	39.55	5.65	Rendah
33.	<i>Laurus nobilis</i>	39.48	5.64	Rendah
34.	<i>Cycas revoluta</i>	38.92	5.56	Rendah
35.	<i>Commelina bengalensis</i>	38.78	5.54	Rendah
36.	<i>Aralia javanica</i>	38.71	5.53	Rendah
37.	<i>Bauhinia elongata</i>	38.71	5.53	Rendah
38.	<i>Moghania macrphylla</i>	37.59	5.37	Rendah
39.	<i>Piper caninum</i>	35.84	5.12	Rendah
40.	<i>Bauhinia acuminata</i>	35.63	5.09	Rendah
41.	<i>Caryota mitis</i>	30.80	4.40	Rendah
42.	<i>Areca diversifolia</i>	29.96	4.28	Rendah
43.	<i>Asplenium nidus</i>	27.02	3.86	Rendah
44.	<i>Neprolepis sp.</i>	26.88	3.84	Rendah
45.	<i>Alpinia javanica</i>	26.88	3.84	Rendah
46.	<i>Pterospermum javanica</i>	23.73	3.39	Rendah
47.	<i>Cryptocarya laevigata</i>	22.82	3.26	Rendah
48.	<i>Areca pumila</i>	20.37	2.91	Rendah
49.	<i>Cassia siamea</i>	19.74	2.82	Rendah
50.	<i>Calopogonium mucronata</i>	17.71	2.53	Rendah
51.	<i>Pinanga kuhlii</i>	16.87	2.41	Rendah

berdasarkan aspek nilai penting, keadaan vegetasi di wilayah penelitian relatif homogen. Namun dijumpai tiga spesies yang memiliki nilai penting tinggi yaitu *Zingiber zerumbet* (36.53%), *Zingiber purpureum* (43.00%), dan *Oplismenus burmanii* (36.35%). Ketiga spesies tersebut merupakan spesies andalan bagi gajah sebagai makanan alami di hutan primer,

khususnya pada saat ketersediaan makanan alternatif lainnya terbatas. Spesies lain yang menjadi bahan makanan alternatif penting adalah *Pandanus* sp. (18.18%), *Piper betle* (15.57%), dan *Pandanus tectorius* (15.44%). Spesies-spesies ini juga tergolong disenangi gajah.

Suatu fenomena menarik pada hutan primer bahwa jumlah spesies yang tumbuh di bawah tegakan pohon sangat jarang. Hal ini terjadi karena komposisi vegetasi hutan ini telah mencapai klimaks suksesi, dimana kelebatan kanopi hutan menyebabkan intensitas sinar matahari yang dapat mencapai lantai hutan relatif rendah, sehingga keanekaragaman jenis dan kemelimpahan tumbuhan di lantai hutan ini relatif rendah pula. Oleh karenanya ditinjau dari aspek ketersediaan makanan bagi gajah, daya dukung hutan sekunder lebih baik dibandingkan hutan primer. Namun pada hutan primer terdapat banyak jenis liana yang menjadi makanan vaforit gajah, dengan kualitas nilai gizi dan kesehatan jauh lebih baik. Oleh karenanya disarankan agar gajah diikat secara beraturan baik pada hutan primer maupun hutan sekunder, sehingga memperoleh makanan dengan kualitas yang jauh lebih baik. Dalam tulisan ini, nama-nama ilmiah spesies liana tersebut tidak dicantumkan karena belum dapat identifikasi secara lengkap.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan: (i) Jumlah spesies makanan alami gajah yang ditemukan pada hutan sekunder 69 spesies, dan di hutan primer sebanyak 51 spesies, terdiri atas 23 familia. (ii) Berdasarkan nilai penting yang dihasilkan maka hutan sekunder didominasi oleh *Oplismenus burmanii* dan *Imperata cylindrica* (kelompok rumput) dan *Crassocephalum crepidioides*, *Mimosa pudica*, dan *Zingiber aquosum* (kelompok non rumput). Kelima spesies tersebut merupakan spesies yang disenangi oleh gajah. Pada hutan primer didominasi oleh *Zingiber zerumbet*, *Zingiber purpureum*, dan *Oplismenus burmanii*. (iii) Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh maka regenerasi makanan alami gajah di Tahura Cut Nya' Dhien Seulawah masih baik karena terjadi pengembalaan (*grazing*) yang dilakukan gajah secara berkala.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada seluruh jajaran staf Flora Fauna Internasional (FFI) cabang Banda Aceh yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada Kepala Konservasi Sumber Daya Alam (KSDA) Propinsi Nangroe Aceh Darussalam yang telah memberikan ijin memasuki kawasan Taman Hutan Raya (TAHURA) Cut Nya' Dhien Seulawah Aceh Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Backer, C.A. dan R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1963. *Flora of Java*. Vol. I. Groningen: P.Noordhoff.
- Backer, C.A. dan R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1965. *Flora of Java*. Vol. II. Groningen: P.Noordhoff.
- Backer, C.A. dan R.C. Bakhuizen van den Brink, Jr. 1968. *Flora of Java*. Vol. III. Groningen: P.Noordhoff.
- Barbour, G.M., J.K. Burk and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. New York: The Benyamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Cox, G.W. 1976. *Laboratory Manual of General Ecology*. New York: W.M.C. Brown Company Publisher.
- Djufri. 1995. *Inventarisasi Flora Sepanjang Proyek Krueng Aceh untuk Menunjang Perkuliahan Ekologi dan Taksonomi Tumbuhan*. Banda Aceh: Pusat Penelitian Unsyiah Darussalam.
- Djufri. 1996. *Inventarisasi dan Analisis Vegetasi di Pulau Aceh Kabupaten Aceh Besar*. Banda Aceh: Pusat Penelitian Unsyiah Darussalam.
- Djufri. 1998. *Inventarisasi dan Analisis Struktur Tegakan Cagar Alam Seulawah Banda Aceh*. Jakarta: Basic Science DIKTI.
- Krebs, C.J. 1975. *Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper and Row, Publisher.
- Mueller-Dombois, D. and H.H. Ellenberg. 1974. *Aim and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. San Fransisco: W.B. Saunders Company.
- Primack, R.B., J. Supriatna, M. Indrawan, dan P. Kramadibrata. 1998. *Biologi Konservasi*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Soerjani, M., A.J.G.H. Kosterman, dan G. Tjitrosoepomo. 1987. *Weeds of Rice in Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Soule, M.E. 1986. *Conservation Biology*. Sunderland-Mass.: Sinauer Associates Inc. Publisher.
- Speeding, C..R.W. 1971. *Grassland Ecology*. London: Oxford at The Clarendon Press.
- Spellerberg, I.F. and S. Hades. 1992. *Biological Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Steenis, C.G.G.J. 1978. *Flora untuk Sekolah di Indonesia*. Jakarta: Noordhoff Kolff NV.
- Suprayogi, B. 1997. *Kawasan Konservasi Propinsi Daerah Istimewa Aceh*. Banda Aceh: Sub Balai Konservasi Sumber Daya Alam. Daerah Istimewa Aceh.
- Weaver, J.E. and F.E. Clements. 1978. *Plant Ecology*. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.

Peningkatan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati Pantai Selatan Yogyakarta, Studi Kasus Pantai Baron, Kukup, dan Krakal

An effort in increasing the use of natural resources around southern coast of Yogyakarta, A case-study of coastal area of Baron, Kukup, and Krakal

KUSUMO WINARNO¹, MOESO SURYOWINOTO (ALM)², DJALAL S. TANDJUNG²

¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126

²Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta 55281

Diterima: 5 Pebruari 2003. Disetujui 17 Mei 2003

ABSTRACT

The coastal area of Baron, Kukup, and Krakal in the southern coast of Yogyakarta is an arid and dried area, and marginal agriculture land. The potential vegetation resources only live on the lands that produce cassava, corn, peanut, and soybean. The increasing benefits of sea products such as fishes still need to be invented. The aims of this research are to inventories and to increase the use of disadvantage resources. This research was conducted from October 1995 to March 1996. The result invents 70 species of useful plants and 21 species of weed that can be used by the people for the needs of their own households. The remainder products of *Anona squamosa* L., which might easily rot and until now unprofitable, could be used to make some jam. *Phyllanthus emblica* L. can be put into a useful product by making them to become candies. Another natural resources that are neglected are the cattle excrement and sharkskin. All kind of sharkskin's can be manufactured into leather products. While cattle excrement can be produced methane for cooking and lighting. There are 163 species of ornamental fishes in Kukup, and 20 species of consumed fishes in Baron. In search of ornamental fishes, the fishermen have a bad-habit of using hazardous materials such as potassium cyanide. Besides endangers the reef communities, algae and fish-larvae, it makes the ornamental fishes they caught unhealthy and cannot be exported since their lifespan is very short. Due to this factor, ornamental fishes are only available in the local market of Kukup.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: natural resources, waste, coast, Baron, Kukup, Krakal, Yogyakarta.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar, dengan garis pantai terpanjang di dunia, sekitar 81.000 km, serta mempunyai sumberdaya pantai dan pesisir yang sangat luas, sekitar 24,6 juta hektar (Bunaser, 1992). Sumberdaya alam dan jumlah penduduk yang besar merupakan faktor penting sebagai modal dasar pembangunan nasional (Soerjani, 1987). Pantai selatan Yogyakarta merupakan daerah kritis, namun wilayah ini masih mampu menyumbangkan sejumlah sumberdaya berupa lahan pertanian, perikanan, kehutanan, pariwisata, industri kecil, dan perdagangan (Husni, 1995). Melalui pembangunan yang terpadu sumberdaya dapat dialokasikan secara efisien, sehingga tercipta pembangunan yang lestari dan berwawasan lingkungan (Sayogya, 1982; Wagito, 1982). Pembangunan berkelanjutan pada dasarnya merupakan suatu strategi pembangunan yang memanfaatkan ekosistem dan sumberdaya alam sedemikian rupa, sehingga dapat memberikan manfaat secara optimal bagi manusia, tanpa merusak atau mengurangi kemanafaatannya bagi generasi yang akan datang (Dahuri, 1992).

Sampai saat ini belum terdapat konsep atau model pengembangan wilayah pantai terpadu yang telah teruji melalui pendekatan secara multidisiplin, komprehensif atau holistik, dan ilmiah. Pemanfaatan kawasan pantai umumnya terbatas pada pengembangan tegalan dan obyek wisata (Uktolseya, 1992). Sumberdaya alam yang terdapat di pantai dan laut adalah modal dasar yang memberikan kehidupan bangsa di segala bidang (Nanlohy, 1986). Oleh sebab itu pendayagunaan daerah pantai dan laut perlu ditingkatkan tanpa merusak mutu dan kelestarian lingkungan hidup. Sebagian besar (98%) masyarakat pesisir pantai merupakan nelayan berpenghasilan rendah, sehingga perlu dirintis upaya pengane-ragaman jenis mata pencaharian, agar tidak menggang-gatkan tumpuan hidup satu-satunya pada laut, mengingat kehidupan melaut ada masa pacekliknya. Untuk itu perlu dikembangkan usaha lain, termasuk usaha agraris yang mendayagunakan pekarangan dengan tanaman ekonomis, serta usaha pertanian yang lebih intensif (Wagito *et al.*, 1982).

Pantai Baron, Kukup dan Krakal merupakan teluk yang dibatasi oleh perbukitan karst. Kawasan ini merupakan daerah wisata pantai yang cukup

terkenal. Pantai Baron memiliki sumber air bersih berupa muara sungai bawah tanah dan merupakan daerah penghasil ikan laut. Upaya membangun kawasan nelayan ini merupakan usulan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta kepada Dirjen Perikanan Laut (Sukahar dan Suryowinoto, 1982), namun penanganan ikan pasca tangkap oleh nelayan di Baron belum optimal. Di pantai Kukup terdapat masyarakat pencari ikan hias dan dijual di lokasi wisata setempat. Hasil utama pertanian di kawasan ini adalah ketela pohon, jagung, kedelai, dan kacang tanah. Pada masa lalu di punggung perbukitan kars tumbuh liar srikaya (*Anona squamosa* L.) dan kemlaka (*Phyllanthus emblica* L.), namun kini mulai jarang.

Tujuan penelitian ini adalah: (i) mengidentifikasi sumberdaya hayati (flora dan fauna) di kawasan sekitar pesisir pantai Baron, Kukup, dan Krakal; dan (ii) pengolahan bahan tidak termanfaatkan atau limbah agar dapat bermanfaat.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 1995 s.d. Maret 1996, di pesisir pantai Baron, Kukup, dan Krakal, meliputi: Desa Ngepung (41,4725 ha), Wonosobo (71,875 ha), dan Bruno (89, 255 ha), Kecamatan Pundong, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik. Data diperoleh melalui survei lapangan, wawancara dengan penduduk dan aparat, serta pencermatan pustaka yang telah ada. Identifikasi keanekaragaman jenis flora mencakup keanekaragaman jenis tumbuhan budidaya dan herba liar, serta potensi manfaatnya. Identifikasi keanekaragaman fauna mencakup sensus jumlah ternak sapi dan kambing, potensi hijauan makanan ternak, serta produksi ikan tangkapan, baik ikan hias maupun ikan konsumsi.

Upaya peningkatan nilai ekonomi bahan kurang termanfaatkan atau limbah dilakukan melalui (i) pembuatan manisan kemlaka, (ii) pembuatan selai srikaya, (iii) pembuatan biogas dari kotoran sisa peternakan, dan (iv) penyamakan kulit ikan cucut/hiu. Untuk buah srikaya ditentukan kerapatan, jumlah hasil panen, penanganan pasca panen, dan diajarkan membuat selai untuk menanggulangi kelebihan produksi pada masa panen raya yang menyebabkan penurunan harga dan kerusakan. Untuk buah kemlaka dihitung jumlahnya, dan diajarkan cara pembuatan manisan dengan teknologi sederhana.

Dengan diidentifikasinya keanekaragaman dan kekayaan jenis flora dan fauna di lokasi penelitian, baik dari daratan maupun lautan, serta baik spesies budidaya maupun liar, beserta potensi manfaat dan produksi limbahnya, maka dapat disusun prosedur pengolahan berantai, sehingga memperpanjang mata rantai aliran energi dan materi. Pada akhirnya, hal ini akan menghasilkan proses yang lebih efektif dan efisien, sehingga meningkatkan nilai tambah bahan dan memperkecil entropi yang dibuang ke lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan fisik lokasi penelitian

Kabupaten Gunung Kidul merupakan salah satu daerah karst yang terkenal di tanah air. Tanah berupa tanah kapur berwarna merah. Batu kapur di kawasan ini kurang poreus, tetapi banyak terdapat luweng-luweng, tempat air masuk dan mengalir sebagai aliran di bawah permukaan tanah. Pantai Baron merupakan salah satu muara sungai bawah tanah, yang dimanfaatkan untuk kepentingan rumah tangga di daerah sekitar pantai Baron dan Kukup, sedangkan kebutuhan air di sekitar pantai Krakal dicukupi dari air tanah. Air ini hanya cukup untuk keperluan mandi, cuci dan kakus, karena sangat terbatas.

Tanah di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal relatif kurang subur karena rendahnya kandungan unsur hara. Kurang poreusnya batuan dan kurangnya tumbuhan penutup karena dibukanya hutan-hutan secara liar menyebabkan besarnya erosi permukaan. Profil tanah belum memperlihatkan horison-horison dan masih sama dengan sifat-sifat dan ciri-ciri batuan induk. Tanah ini belum lama mengalami perkembangan, akibat pengaruh iklim yang lemah dan topografi yang miring atau bergelombang. Pembentukan tanah melalui proses pelapukan dapat dipercepat dengan penghutanan atau pengolahan tanah untuk pertanian (Darmawijaya, 1990).

Keanekaragaman flora

Pola pertanian

Masyarakat petani di daerah penelitian telah melakukan konservasi tanah secara vegetatif melalui pertanian sistem tumpang sari (*multiple-cropping; intercropping*), yaitu sistem bercocok tanam dengan menggunakan beberapa jenis tanaman yang ditanam secara bersamaan (serentak), disisipkan atau digilir pada sebidang tanah. Dibandingkan sistem monokultur, maka sistem tumpang sari ini mempunyai beberapa keuntungan, antara lain: (i) tanah selalu tertutup vegetasi, sehingga terlindung dari pukulan langsung butir hujan; (ii) pengolahan tanah dapat dikurangi (*minimum tillage*) dan bahan organik tersedia cukup, sehingga dapat memperbaiki sifat-sifat tanah; (iii) dapat menekan populasi hama dan penyakit serta tumbuhan pengganggu (*weeds*); (iv) dapat mengurangi pengangguran musiman; (v) intensitas penggunaan lahan akan semakin tinggi, namun kebutuhan sarana produksi pupuk, obat-obatan, dan pengolahan tanah semakin berkurang, sehingga menaikkan pendapatan petani (Ananto, 1987). Sistem tanam tumpang sari ketela pohon dan jagung lebih mampu menekan laju erosi dan aliran permukaan dibandingkan sistem monokultur ketela pohon (Anina dkk., 1977, dalam Ananto, 1987).

Penanaman dilakukan secara beruntun (*sequential cropping*), yakni dua atau lebih jenis tanaman ditanam pada sebidang tanah, dimana kelompok tanaman kedua memiliki masa panen tanam lebih lama dari pada kelompok tanaman per-

tama. Misalnya penanaman beruntun kacang tanah dan jagung yang diikuti dengan kedelai, karena masa panen keduanya terjadi pada bulan Pebruari-Maret, bersamaan dengan saat musim tanam kedelai, dan kedelai ini akan ditanam pada bulan Mei-Juni. Pola demikian akan mempertinggi intensitas penggunaan tanah. Di samping itu berguna pula untuk konservasi tanah dan air dengan mengurangi hantaman air hujan dan aliran permukaan. Konservasi vegetasi ini dipengaruhi oleh tinggi tanaman, kerapatan daun, kepadatan tanaman, dan sistem perakaran tanaman (Morgan, 1979, dalam Ananto, 1987).

Daerah pengamatan dikenal sebagai daerah beriklim kering. Pada musim kemarau terjadi kesulitan air, namun pada musim penghujan air berlimpah. Pemanfaatan lahan pertanian di daerah yang tandus dan kering ini cukup optimal. Pada musim penghujan tanah di lereng berteras dan di lembah antar bukit ditanami berbagai macam tanaman pangan secara tumpang sari. Penanaman dilakukan pada awal musim penghujan (Oktober-Nopember). Jenis yang banyak ditanam adalah ketela pohon, padi, jagung, dan kacang tanah. Salah satu model sistem tumpang sari yang umum dijumpai sebagai berikut: jarak tanam antar ketela pohon 3 m, jarak tanam jagung 1 m, jarak tanam kacang tanah 0,5 m, sedangkan padi disebarakan secara merata (Gambar 1.).

```

x           x           x           x
viiviiiviiiviiiviiiviiiviiiviiiv
.ikikikik.ikikikik.ikikikik.
viiviiiviiiviiiviiiviiiviiiv
.ikikikik.ikikikik.ikikikik.
xiiviiiviiixiiviiiviiixiiviiix

```

Gambar 1. Model sistem tanam tumpang sari di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal. x = ketela pohon, i = padi, v = jagung, k = kacang tanah.

Pada bulan Januari dipanen jagung dan kacang tanah. Limbah hasil pertanian ini digunakan untuk makanan ternak. Kacang tanah umumnya langsung dikonsumsi, sedang jagung dapat dikeringkan. Pada bulan Februari dipanen padi yang jeraminya dapat digunakan untuk persediaan pakan ternak pada musim kemarau. Setelah jerami padi dibersihkan, dibuatkan lubang (Jawa: *kowen*) untuk penanaman kedelai, yang akan dipanen pada bulan Mei. Pada bulan Agustus dipanen ketela pohon yang biasa disimpan sebagai gaplek. Pada bulan September tanah kembali dibajak (Jawa: *mbacak*), lalu pada bulan Oktober diberi pupuk kandang dan ditaburi benih padi, ketela pohon, jagung, dan kacang tanah.

Tanaman pekarangan dan tegalan/perbukitan

Jenis-jenis tanaman pekarangan dan tegalan/perbukitan yang dimanfaatkan masyarakat secara langsung ditunjukkan dalam Tabel 1. dan 2.

Tabel 1. Jenis tanaman budidaya pekarangan dan tegalan/perbukitan di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal.

No.	Nama	Nama ilmiah	Usia (th)	Kegunaan
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	5	Ps; Ar, Bg,
2.	Sawo	<i>Achras zapota</i>	7	Bu, Bg
3.	Kukun	<i>Actinophora burmannii</i>	10	Ps, Bg
4.	Mojo legi	<i>Aegle marmelos</i>	5	Pk, Ar, Br
5.	Pule	<i>Alstonia scolaris</i>	20	Mb
6.	Pule garang	<i>Alstonia sp.</i>	5	Bg
7.	Ilal-ilatan	<i>Alstonia villosa</i>	5	Ps, Br
8.	Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	4	Bu, Br
9.	Nanas	<i>Ananas comosus</i>	1	Bu,
10.	Sirsat	<i>Anona muricata</i>	2	Bu,
11.	srikaya	<i>Anona squamosa</i>	4	Bu,
12.	Sukun	<i>Artocarpus</i>	5	Bu, Br
13.	Keluwih	<i>Artocarpus communis</i>	4	Bu, Bg
14.	Belimbing	<i>Artocarpus heterophylla</i>	3	Bu,
15.	Keben	<i>Averhoa bilimbi</i>	10	Br, Ar
16.	Trembalo	<i>Berringtonia asiatica</i>	6	Bg
17.	Pepaya	<i>Carica papaya</i>	1	Bu,
18.	Trengguli	<i>Cassia fistula</i>	10	Bg
19.	Bintaos	<i>Cerbera adolan</i>	5	Bg, Mb
20.	Jeruk	<i>Citrus maxima</i>	5	Bu, Bg
21.	Senggugu	<i>Clerodendron serratum</i>	5	Ps, Br
22.	Leses	<i>Clumbia javanica</i>	10	Ps, Br
23.	Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	5	Bu, Bg
24.	Nangka	<i>Communis</i>	4	Bu, Bg
25.	Adal-adalan	<i>Croton triglium</i>	5	Pk, Br, Ar
26.	Klayu	<i>Erioglossum ribiginosum</i>	5	Pk, Br, Ar
27.	Walangan	<i>Eryngium foetidum</i>	10	Br, Ar, Bg
28.	Jambu air	<i>Eugenia aquea</i>	3	Bu, Br
29.	Kuwang	<i>Ficus pisocarpus</i>	1	Ps, Br
30.	Uyah-uyahan	<i>Ficus quercifolia</i>	1	Ps, Br, Ar
31.	Gondang	<i>Ficus variegata</i>	15	Ps, Br, Ar, Bg
32.	Kledung	<i>Garcinia dulcis</i>	2	Pk, Br
33.	Melijo	<i>Gnetum gnemon</i>	3	Bu
34.	Bulu	<i>Gonystylus bancanus</i>	10	Ps, Bg
35.	Talok alas	<i>Grewia sp.</i>	5	Ps, Br
36.	Waruris	<i>Hibiscus similis</i>	10	Ps, Br
37.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	20	Ps, Bg
38.	Timoho	<i>Kleinhovia hospita</i>	12	Ps, Mb
39.	Ginggrang	<i>Leea ocquata</i>	1	Pk, Br
40.	Didis	<i>Maba buxifolia</i>	1	Ps, Br
41.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	5	Pk, Bu, Br
42.	Senu	<i>Meloghia umbellata</i>	10	Ps, Br, Bg
43.	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>	2	Ps, Bu
44.	Pandan	<i>Pandanus sp.</i>	5	Br
45.	Petai	<i>Parkia speciosa</i>	4	Bu
46.	Kemlaka	<i>Phyllantus emblika</i>	5	Ps, Ar
47.	Jambu bangkok	<i>Psidium sp.</i>	2	Bu, Br
48.	Berdali	<i>Redermchera sp.</i>	10	Ps, Bg
49.	Kutu	<i>Sanrapus androgynus</i>	8	Ps, Br, Ar
50.	Kedondong	<i>Sapondias pinnata</i>	7	Bu, Br
51.	Sambi	<i>Schleichera oleosa</i>	15	Ps, Ar, Bg
52.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	10	Bg
53.	Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	20	Ps, Bg
54.	Kentos	<i>Wrightia pubescens</i>	20	Ps, Bg
55.	Teblo-busoh	..... *)	10	Ps, Bg, Mb
56.	Kepek	..... *)	20	Ps, Bg
57.	Sekar jarak	..... *)	2	Ps, Br
58.	Kandri	..... *)	10	Ps, Bg
59.	Pilo	..... *)	25	Ps, Bg
60.	Brambangan	..... *)	3	Ps, Br, Ar
61.	Wareng	..... *)	5	Pk, Br
62.	Timba	..... *)	1	Ps, Br
63.	Ademati	..... *)	7	Pk, Bg
64.	Tutup	..... *)	10	Ps, Bg
65.	Jempulir	..... *)	8	Pk, Bg
66.	Balungan	..... *)	7	Ps, Br
67.	Gentungan	..... *)	10	Ps, Bg
68.	Weru	..... *)	20	Ps,
69.	Kedoyo	..... *)	5	Br, Ar
70.	Gambiran	..... *)	5	Pk, Br

Keterangan: *) nama ilmiah tidak diketahui, karena spesimen tidak lengkap. Usia produksi disesuaikan dengan faktor kegunaan dan munculnya bunga. Ps = pakan sapi; Pk = pakan kambing; br = kayu bakar; Ar = Arang; Bg = kayu bangunan, Mb = kayu mebelair.

Sebagian nama ilmiah dalam daftar tersebut belum diketahui, karena spesimen tumbuhan didapatkan tidak utuh, dalam bentuk trubusan, dan belum memiliki alat-alat generatif. Sebaliknya sebagian dari koleksi tersebut tidak memiliki nama lokal. Usia produksi disesuaikan dengan faktor kegunaan dan munculnya tanda-tanda generatif.

Jenis tumbuhan yang dimanfaatkan masyarakat di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal cukup banyak, terdiri dari 70 jenis tanaman budidaya (Tabel 1.) dan 21 jenis herba liar pakan ternak (Tabel 2.). Habitus tanaman budidaya sangat bervariasi, mulai dari pohon, semak hingga herba, namun kebanyakan berbentuk pohon dan semak mengingat tumbuhan pekarangan umumnya merupakan spesies tahunan, bukan semusim. Kegunaan tumbuhan budidaya ini juga sangat bervariasi, mulai dari penghasil buah, kayu bangunan, kayu mebelair, kayu bakar, arang, hingga pakan sapi dan kambing. Jenis tumbuhan yang diberikan kepada sapi dan kambing dibedakan, karena sapi memiliki preferensi tinggi terhadap daun dan ranting tanaman pohon dan semak yang berukuran besar, sedangkan kambing lebih menyukai yang ukurannya lebih kecil. Adapun herba liar dapat diberikan kepada sapi maupun kambing.

Herba liar dan semak merupakan sumber utama pakan ternak. Menurut para petani ketersediaan sumber pakan ini relatif cukup, walaupun pada musim kemarau yang panjang biasanya akan terjadi kekurangan pakan. Pada saat penelitian, jumlah ternak di ketiga desa adalah sebanyak 525 ekor sapi dan 648 kambing. Berdasarkan perhitungan dengan program optimasi linier jumlah ternak maksimum sapi sebanyak 710 ekor dan kambing 463 ekor. Kebutuhan pakan kambing adalah 36%-nya sapi, sehingga ketersediaan pakan masih dapat tercukupi sepanjang tahun (data tidak ditunjukkan).

Tabel 2. Jenis tumbuhan herba liar pakan ternak di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal.

No.	Nama	Nama ilmiah
1.	Wedusan	<i>Ageratum conyzoides</i>
2.	Bayeman	<i>Amaranthus gracilis</i>
3.	Suket	<i>Andropogon contortus</i>
4. *)	<i>Blumea tenella</i>
5.	Orok-orok	<i>Crotalaria nana</i>
6.	Susuk konde	<i>Desmodium triflorum</i>
7.	Sembung gede	<i>Erechthites valerianifolia</i>
8.	Bandotan	<i>Eupatorium unilifolium</i>
9.	Ptikan kebo	<i>Euphorbia hirta</i>
10.	Patikan	<i>Euphorbia parviflora</i>
11.	Suket	<i>Fimbristylis spathacea</i>
12. *)	<i>Lourea obcordata</i>
13.	Kacang-kacangan	<i>Phaseolus sublobatus</i>
14.	Meniran	<i>Phyllanthus urinaria</i>
15.	Kambil-kambil	<i>Phyllanthus virgatus</i>
16. *)	<i>Polytrias amaaura</i>
17.	Sembung	<i>Senecio sonchifolius</i>
18.	Srunen	<i>Tridax procumbens</i>
19. *)	<i>Triumfetta indica</i>
20. *)	<i>Vernonia patula</i>
21. *)	<i>Wedelia biflora</i>

Keterangan: *) tidak memiliki nama lokal.

Penanganan pasca panen

Jenis tumbuhan pangan, baik dari pekarangan maupun tegalan/perbukitan dan cara penanganan pasca panennya ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis tumbuhan bernilai ekonomi tinggi (secara faktual atau potensial) dan cara penanganan pasca panennya.

Nama	Nama ilmiah	Cara menjual *)	
		Bentuk olahan	Bentuk jual
Kelapa	<i>Cocos nucifera</i>	•	Muda/tua
Jeruk	<i>Citrus maxima</i>	•	Buah
Nangka	<i>Artocarpus heterophylla</i>	•	Nangka/gori
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	•	Buah
Keluwih	<i>Artocarpus communis</i>	•	Buah
Petai	<i>Parkia speciosa</i> Hassk.	•	Buah
Sukun	<i>Artocarpus communis</i>	–	Tidak dijual
Belimbing	<i>Averrhoa bilimbi</i>	–	Tidak dijual
Mete	<i>Anacardium occidentale</i>	✓	Kupasan
Jambu air	<i>Eugenia aquea</i>	–	Tidak dijual
Jambu bengkak	<i>Psidium sp.</i>	–	Tidak dijual
Dondong	<i>Spondias pinnata</i>	–	Tidak dijual
Pisang	<i>Musa paradisiaca</i>	•	Buah
		✓	Ceriping
Pepaya	<i>Ananas comusus</i>	•	Buah
Melindo	<i>Gnetum gnemon</i>	✓	Emping
Sirsat	<i>Anona muricata</i>	•	Buah
Nanas	<i>Ananas comusus</i>	–	Tidak dijual
Srikoyo	<i>Anona squamosa</i>	•	Buah
Sawo	<i>Achras zapota</i>	–	Tidak dijual
Kemlaka	<i>Phyllanthus acidus</i>	–	Tidak dijual
Ketela pohon	<i>Menihot esculenta</i>	✓	Gaplek
Kedelai	<i>Glycine max</i>	•	Kupasan
Kacang tanah	<i>Arachis hypogaea</i>	•	Kupasan
Jagung	<i>Zea mays</i>	•	Pipilan

Keterangan: ✓: sudah diolah; •: belum diolah; –: tidak dijual

Jenis komoditas dan bentuk olahan yang paling banyak dibuat masyarakat adalah: pisang (ceriping), melindo (emping), dan mete, sedang jenis lain masih dijual tanpa pemasakan atau pengolahan. Komoditas pertanian yang paling banyak dijual tanpa pengolahan adalah: kelapa dijual dalam bentuk kelapa muda ke objek-objek wisata, dan srikaya dijual dalam bentuk buah. Pada saat panen raya, terjadi kelebihan produksi sehingga mengalami penurunan harga.

Kekayaan jenis tumbuhan budidaya pada ketiga desa di sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal memiliki pola kesamaan (data tidak ditunjukkan). Perbedaan yang hadir disebabkan pola perilaku petani, dimana petani Desa Ngepung yang terletak dekat dengan pantai Baron (± 2 km) sudah mengarahkan pola tanaman di tegalan untuk menyuplai kebutuhan wisatawan di pantai Baron. Untuk itu tumbuhan yang tidak bernilai digantikan dengan tanaman yang bernilai ekonomi tinggi, sehingga menurun diversitas. Meskipun tumbuhan ini tetap diperlukan untuk konsumsi ternak kambing dan sapi.

Pengolahan buah kemlaka dan srikaya

Jenis tumbuhan srikaya dan kemlaka belum diupayakan peningkatan pemanfaatan lewat pengolahan. Dalam penelitian ini, melalui teknik sederhana buah kemlaka diolah menjadi manisan, sedangkan srikaya

menjadi selei. Masyarakat dapat menerima hasil olahan tersebut dan mampu melakukannya sendiri setelah dilakukan pelatihan. Srikaya merupakan jenis tumbuhan buah yang sangat mudah dijumpai di lokasi penelitian, sedangkan kemplaka merupakan jenis tumbuhan yang mulai langka, manfaat dan nilai jualnya belum diketahui, dan buahnya hanya merupakan limbah. Meskipun Heyne (1987) menyatakan bahwa buah kemplaka memiliki nilai ekonom tinggi.

Kemplaka

Pada saat penelitian, jumlah pohon kemplaka di Ngepung 96 pohon (16 pohon/ha), dua diantaranya cukup besar, sedang lainnya berupa trubusan karena sering dipotong untuk pakan ternak. Di Wonosobo terdapat 12 pohon (1 pohon/ha) yang kesemuanya besar dan dapat berbuah, karena tidak dipotong untuk pakan ternak. Sedangkan di Bruno kemplaka tinggal 23 pohon (2 pohon/ha), umumnya berupa trubusan. Kemplaka dapat berkembangbiak melalui akar (stolon), sedang bijinya jarang fertil. Buah ini hadir sepanjang tahun dan tidak mengalami musim buah mulai berproduksi pada umur sekitar 4-5 tahun. Tumbuhan ini tumbuh dengan baik didaerah kering dan tanah kapur. Tumbuh pula di lereng-lereng jurang sehingga dapat ikut mencegah erosi.

Kelangkaan kemplaka terutama disebabkan nilai ekonominya yang rendah, sehingga tidak dipelihara bahkan diganti tanaman lain oleh masyarakat. Buah tanaman ini berasa asam-sepat sehingga tidak dikonsumsi masyarakat, serta kayunya berlekuk-lekuk, keras, dan berwarna merah, sehingga kurang disukai sebagai bahan bangunan. Kelangkaan kemplaka juga disebabkan karena pertumbuhannya yang lambat dan sulitnya perbanyak tanaman karena harus menggunakan stek akar. Sistem perakaran kemplaka relatif dangkal, sehingga dapat terangkat oleh akar akasia di sekitarnya dan mati. Kelebihannya, tanaman ini merupakan sumber pakan ternak, dimana daunnya disukai kambing maupun sapi, dapat bertahan di musim kemarau, dan akan segera tumbuh setelah dipangkas. Nilai ekonomi buah kemplaka dapat ditingkatkan dengan pengolahan, antara lain menjadi manisan. Pada masa kolonial, buah ini pernah diekspor tetapi sekarang tidak lagi karena menurunnya kualitas dan kuantitas panen (Heyne, 1987). Buah ini mengandung vitamin C lebih dari dua puluh kali sari buah jeruk (Anonim, 1993).

Kemplaka belum diolah secara ekonomi, dari 120 responden yang dimintai keterangan, seluruhnya menyatakan bahwa buah kemplaka tidak bermanfaat, karena rasanya masam-sepet (tidak enak). Namun setelah diolah menjadi manisan, kebanyakan responden menyatakan kesukaannya terhadap produk tersebut, meski masih tertinggal rasa sepat yang agak mengganggu. Sehingga upaya peningkatan pemanfaatan buah kemplaka dengan model ini dapat diterapkan di masyarakat, karena mudah dilakukan, membuka kesempatan kerja, dan meningkatkan nilai tambah.

Srikaya

Keberadaan srikaya cukup melimpah di daerah penelitian, baik di pekarangan maupun di tegal/perbukitan. Nilai pentingnya jauh lebih tinggi dibandingkan tumbuhan bernilai lainnya seperti mete, kelapa, pisang, dan melinjo (data tidak ditunjukkan). Tumbuhan ini cocok tumbuh di lahan dengan karakteristik iklim dan edafit seperti di daerah pengamatan. Tanaman ini berbuah dari bulan Oktober s.d. Maret, dengan puncak masa panen raya pada bulan Januari dan Pebruari. Pada bulan-bulan ini harga harga buah srikaya sangat merosot, padahal buah ini tidak tahan lama dan mudah rusak, biasanya panen pada saat buah belum masak, namun sudah ada tanda ketuaan, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang umur konsumsinya.

Berat rata-rata buah srikaya dari pekarangan 133,8 gr/buah dan tegal/perbukitan 145,2 gr/buah. Berat buah berbeda nyata karena tanaman srikaya di tegal/perbukitan dipelihara dengan baik, diadakan pemupukan, pemangkasan, dan dilakukan seleksi buah, sedangkan tanaman di pekarangan cenderung tidak dirawat secara khusus, karena hanya sebagai penghasil tambahan. Pemangkasan menyebabkan tumbuhnya ranting-ranting baru yang akan menjadi tempat bertunasnya bunga. Kerapatan pohon srikaya sebesar 1 pohon/100 m², tinggi rata-rata 4,18 m, diameter rata-rata 7,39 cm dan jari-jari kanopy rata-rata 2,75 m, dan produksi rata-rata 42 buah/pohon/tahun. Ketiga desa yang total luasnya 140,7275 ha, berpotensi untuk ditumbuhi 140.727 pohon, dengan jumlah buah 5.910.534 buah/masa panen, atau setara dengan 824.515,493 kg. Mengingat rendahnya daya tahan buah, maka perlu penanganan untuk mengatasi kelebihan panen dengan membuat cara peningkatan pemanfaatnya.

Selei adalah makanan olahan dari buah-buahan yang dilumatkan, atau berupa bubur buah cair maupun kental. Kemudian bubur buah tadi dicampur dengan gula (sukrosa) dengan atau ditambah zat-zat tambahan lain yang digunakan. Hasil produk akhir diisikan kedalam tempat (wadah) yang steril atau bebas jasad renik untuk mencegah terjadinya pencemaran atau kerusakan (Munjiyat, 1985). Produk awetan buah dengan gula ini mengandung energi tinggi, sehingga dalam nilai gizi merupakan sumber energi. Produk ini dapat dibuat dari bermacam-macam buah liar, kelebihan buah pekarangan atau kebun, bahkan dari buah yang kurang baik untuk dikalengkan (Muctadi dan Muctadi, 1979). Buah-buahan dengan kandungan pektin tinggi akan menghasilkan selai lebih baik dibandingkan yang kandungan pektinnya sedikit. Umumnya buah-buahan yang rasanya asam akan menghasilkan selai yang baik.

Keanekaragaman fauna

Ternak yang banyak dikembangkan di kawasan sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal adalah sapi dan kambing. Pada saat penelitian, jumlah seluruhnya secara berturut-turut adalah 525 dan 648 ekor.

Ternak sapi berfungsi pula sebagai tabungan dan untuk menggarap sawah, sedangkan kambing hanya sebagai tabungan. Pada musim menggarap ladang, sapi dibawa ke ladang dan tidak dikandangkan di sekitar rumah mengingat umumnya jarak antara kampung dan ladang berjauhan. Limbah pertanian dan limbah ternak dapat diupayakan peningkatan pemanfaatannya dengan mempertimbangkan konsep aliran energi, hasil pertanian padi, jagung, kacang tanah dan kedelai untuk pakan ternak. Limbah dari campuran pakan ternak dan kotoran ternak dapat difermentasikan untuk menghasilkan biogas.

Berdasarkan jumlah ternak yang ada, terdapat potensi pemanfaatan limbah kotoran yang cukup besar, namun belum dikelola dan secara baik. Bahkan kadang-kadang kotoran dibiarkan saja di kandang selama satu tahun hingga mengotori dan mengganggu kesehatan sapi. Ukuran kandang sapi rata-rata sekitar $6 \times 3 \times 1 \text{ m}^3$ untuk 3 ekor sapi atau setara dengan 18 ekor kambing. Kotoran dibiarkan dikandang sampai sekitar setahun, saat mana akan ditabur ke tegal sebagai pupuk. Pada saat itu ketebalannya telah mencapai sekitar 0,75 m. Berdasarkan patokan ini, maka kotoran yang dihasilkan sapi sekitar 21,143 kg/hari/ekor, dan kambing sekitar 7,511 kg/hari/ekor. Apabila dimanfaatkan untuk sistem pembuatan biogas akan sangat menguntungkan, karena setiap 1 kg kotoran ternak kering akan menghasilkan gas metana sebanyak $0,3538 \text{ m}^3$.

Ternak di daerah pengamatan cenderung mendapatkan jatah air sangat terbatas karena untuk keperluan setiap harinya masyarakat masih mengandalkan air hujan yang ditampung di bak. Untuk itu sistem kandang bersama akan mengefektifkan pemanfaatan air dan sarana produksi lainnya. Hal ini juga memungkinkan dihasilkan biogas dengan jumlah ekonomis. Dalam sistem *batch* (curah umpan kontinu) volume 20-30 m^3 , instalasi biogas memerlukan sekitar 12-15 ekor sapi untuk mencukupi kebutuhan bahan dasar fermentasi. Keadaan ini akan menghasilkan api kompor gas yang menyala sepanjang hari. Air harus cukup, karena proses fermentasi ini harus dipenuhi persyaratan 50% air dan 50% kotoran sapi/ kambing.

Berdasarkan jumlah ternak, produksi kotoran relatif cukup untuk biogas, jumlah kotoran sapi 11100,075 kg/hari dan kambing 4867,128 kg/hari. Dalam Anonim (1974), disebutkan bahwa 0,4536 kg substrat padat dapat menghasilkan 0,125-0,196 m^3 gas metana. Dalam instalasi biogas, jumlah kotoran sapi di atas akan menghasilkan gas metana sebanyak 1413,746 m^3 gas/hari, dan kambing 1470,335 m^3 gas/hari. Secara keseluruhan dapat dihasilkan biogas 2884,08 m^3 /hari, dan dapat dikonsumsi 1571 orang/hari untuk penerangan dan memasak. Apabila satu keluarga berjumlah rata-rata 6 orang, gas ini dapat digunakan 261 KK (kepala keluarga).

Upaya peningkatan pemanfaatan sumberdaya tersebut belum pernah dilakukan. Mengingat di desa Wonosobo dan daerah Bruno pada saat penelitian ini belum ada listrik, maka sistem ini dapat untuk

menggantikan lampu dan kompor minyak. Upaya peningkatan pemanfaatan sumberdaya ini merupakan subsidi yang sangat besar terhadap penghematan energi fosil dan bakar kayu, serta subsidi pupuk yang sangat baik. Menurut Suntoro dan Sumarno (1995), pemberian limbah cair biogas berpengaruh nyata terhadap peningkatan ketersediaan N, P, K dan kandungan bahan organik, serta kering brangkas dan hasil panen jagung. Pupuk cair ini dapat dimanfaatkan setiap waktu. Di samping itu, terjadi perbaikan lain berupa keadaan lingkungan yang lebih bersih, karena tidak ada tampukan kotoran ternak.

Perikanan laut

Ikan hias

Di pantai Kukup ditemukan 163 jenis ikan hias berdasarkan nama ilmiahnya, sedangkan berdasarkan nama lokal dikelompokkan dalam 46 golongan. Ikan hias ini mencakup semua jenis ikan kecil dan anak ikan (yang masih kecil) yang ditangkap penduduk setempat dan dijual kepada wisatawan. Jenis ikan hias yang banyak diminati pengunjung adalah kepe, kerapu, dan keling. Ikan-ikan kecil ini terjebak dalam kubangan-kubangan air yang terbentuk ketika air laut surut. Penangkapan ikan hias dilakukan setiap hari, dan meningkat sekitar dua hari menjelang hari kunjungan wisatawan (minggu dan hari libur). Ikan hias ini umumnya berusia pendek karena ditangkap dengan bahan beracun potasium cyanida (potas). Ikan yang tertangkap umumnya dalam keadaan setengah hidup (pingsan), sehingga tanpa suplai oksigen yang cukup ikan tersebut akan segera mati.

Usia hidup ikan ini semakin pendek, mengingat ikan hanya dipelihara di kolam plastik dangkal yang dibuat dengan menggali sedikit pasir pantai. Koleksi ikan dengan racun tersebut ditujukan mengambil ikan sebanyak-banyaknya menjelang hari kunjungan wisata, mengingat ketiadaan sarana produksi seperti akuarium, pompa air, dan aerator untuk menyedot ikan hias tangkapan. Keadaan ini harus diperhatikan, karena tidak semua ikan yang tertangkap langsung dibeli oleh peminat. Wisatawan dengan jumlah banyak hanya datang pada hari libur, dan tengkulak hanya datang dua minggu sekali. Apabila usia hidup ikan hias dapat ditingkatkan, maka jumlah pengambilan tidak akan sebesar sekarang dan keadaan habitat akan terbaikan secara swapentahiran.

Besarnya keanekaragaman jenis ikan laut dari kawasan ini memungkinkan dibukanya pariwisata dunia bawah air (akuarium), utamanya dengan mengetengahkan kekayaan ikan lokal. Hal ini sekaligus dapat dijadikan upaya konservasi *ex situ* jenis-jenis ikan lokal yang langka. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan apresiasi dan kecintaan wisatawan terhadap keanekaragaman laut Indonesia, sehingga dapat meningkatkan upaya konservasi secara luas. Kegiatan ini perlu didukung sumberdaya manusia yang profesional, sehingga tidak terjadi kesalahan manajemen dan mangkrak sebagaimana pernah terjadi sebelumnya.

Tabel 4. Jenis ikan konsumsi yang ditangkap nelayan pantai Baron, Kukup, Krakal (Oktober 1995-Maret 1996).

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Jml /hr/orang		
			jarang	sering	banyak
			< 5	6 - 10	> 10
1.	Adal-adal	<i>Isigobius oranantus</i>		✓	
2.	Adal-adal	<i>Isigobius nigroocellatus</i>		✓	
3.	Adal-adal	<i>Isigobius goldnani</i>		✓	
4.	Adal-adalan	<i>Chrysiptera uninaculata</i>		✓	
5.	amping	<i>Acanthurus guttatus</i>		✓	
6.	Enjel koran	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>			✓
7.	bayeman	<i>Helichoeres biocellatus</i>			✓
8.	bayeman	<i>Pseudochormis perspicillatus</i>	✓		
9.	blanak	<i>Megalops cyprinoides</i>			✓
10.	Blustun betmen	<i>Pomacanthus annularis</i>	✓		
11.	Buar mata/mata besar	<i>Sargocentron tieroides</i>			✓
12.	Buar mata/mata besar	<i>Holocentrus hastatus</i>			✓
13.	Buar mata/mata besar	<i>Myripristis jacobus</i>	✓		
14.	Buar mata/mata besar	<i>Sargocentron diadema</i>			✓
15.	Buar mata/mata besar	<i>Sargocentron xantherythus</i>			✓
16.	Buar mata/mata besar	<i>Sargocentron verillarium</i>			✓
17.	Buar mata/mata besar	<i>Myripristis murdjan</i>			✓
18.	bunguk	<i>Scorpaena coiorta</i>			✓
19.	Buntal babi	<i>Arothron meleagris</i>			✓
20.	Buntal blimbingan	<i>Ostracion cubicus</i>	✓		
21.	Buntal tutul	<i>Ostracion meleagris</i>	✓		
22.	Buntal/wader kodok	<i>Diodon hystrix</i>			✓
23.	butana	<i>Signatus lineatus</i>	✓		
24.	Butana amping	<i>Zebbrasoma veliferum</i>	✓		
25.	Butana burung	<i>Acanthurus babianus</i>			✓
26.	Butana garis/pijak	<i>Acanthurus triostegus</i>			✓
27.	Butana kacamata	<i>Acanthurus japonicus</i>	✓		
28.	Butana kasur	<i>Acanthurus lineatus</i>			✓
29.	Butana naso	<i>Naso lineatus</i>			✓
30.	Butana naso/tyur	<i>Acanthurus blochii</i>			✓
31.	canduan	<i>Naso unicornis</i>			✓
32.	capungan	<i>Apogon angustatus</i>			✓
33.	Caru tanking	<i>Trachinotus goodie</i>			✓
34.	Caru tanking	<i>Trachinotus baillonii</i>			✓
35.	dengis	<i>Scorpaena nystes</i>			✓
36.	dokter	<i>Labroides dinidiatus</i>			✓
37.	Hiu lumpur	<i>Chiloscyllium confusum</i>	✓		
38.	Hiu martil	<i>Rhinobatos vincentiana</i>	✓		
39.	Ipoh	<i>Scorpaenopsis sp.</i>	✓		
40.	Jambangan/athal-athal	<i>Entamacrodus nigricans</i>			✓
41.	Jambangan/athal-athal	<i>Laiphognathus multimaculatus</i>			✓
42.	Jambangan/athal-athal	<i>Istiblennius gibbifrons</i>			✓
43.	Jambangan/athal-athal	<i>Salarias irroratus</i>			✓
44.	Jambangan/athal-athal	<i>Istiblennius lineatus</i>			✓
45.	Jambangan/athal-athal	<i>Istiblennius chrysospilos</i>			✓
46.	Kakap	<i>Diplodus puntazzo</i>	✓		
47.	kakap	<i>Mesoprietes argenteus</i>	✓		
48.	kakap	<i>Amyperodon luecogrammicus</i>	✓		
49.	Kakap pajung	<i>Haemulon melanurum</i>			✓
50.	Kambangan asli	<i>Heniochus varius</i>			✓
51.	Kambangan asli	<i>Heniochus monoceros</i>			✓
52.	Kambangan asli	<i>Heniochus arius</i>			✓
53.	Kambangan asli	<i>Heniochus chrysostomus</i>			✓
54.	Kambangan/layar	<i>Heniochus acuminatus</i>			✓
55.	Kepe	<i>Chaetodon auriga</i>			✓
56.	keling	<i>Halichoeres bivittatus</i>	✓		
57.	Keling bayeman	<i>Halichoeres margataceus</i>			✓
58.	Keling dokter	<i>Thalassoma ablicepalum</i>	✓		
59.	Keling hitam	<i>Halichoeres marginatus</i>			✓
60.	Keling kalong	<i>Thalassoma lunare</i>	✓		
61.	Keling kalong	<i>Thalassoma lutescens</i>			✓
62.	Keling kalong	<i>Thalassoma lucasanum</i>			✓
63.	Keling kasur	<i>Stethojulis trilineata</i>	✓		
64.	Keling kasur	<i>Stethojulis balteata</i>	✓		
65.	Keling kasur	<i>Halichoeres pellicieri</i>			✓
66.	Keling kasur	<i>Stethojulis bandanensis</i>	✓		
67.	Keling keong	<i>Halichoeres garnoti</i>			✓
68.	Keling merah	<i>Coris gaemar africana</i>	✓		
69.	Keling perak	<i>Halichoeres hortulanus</i>			✓
70.	Keling pencaki	<i>Xenojulis margaritacenus</i>			✓
71.	Keling tanduk	<i>Novaculichthys taniourus</i>	✓		
72.	Keling tanduk	<i>Heteroclinus sp. Cf. rosius</i>			✓
73.	Keling tanduk	<i>Heteroclinus roseus</i>			✓
74.	Keling tanduk	<i>Halophryne diemensis</i>			✓
75.	Keling tanduk	<i>Heteroclinus adelaidae</i>			✓
76.	Keling tomtoman	<i>Thalassoma hardwicke</i>			✓
77.	Keling tomtoman	<i>Thalassoma lutescens</i>			✓
78.	Keling totol	<i>Anapses chrysocephalus</i>	✓		
79.	kepe	<i>Chaetodon ocellatus</i>			✓
80.	Kepe gajah	<i>Chaetodon lunula</i>			✓
81.	Kepe nanas	<i>Chaetodon rafflesi</i>			✓
82.	Kepe pakistan	<i>Chaetodon aripes</i>	✓		
83.	Kepe piramid	<i>Chaetodon melannotus</i>			✓
84.	Kepe citrun	<i>Chaetodon leucopleura</i>			✓
85.	Kepe susu	<i>Chaetodon citrinellus</i>			✓
86.	Kepe tikar	<i>Chaetodon vagabundus</i>			✓
87.	Kepe kepe	<i>Chaetodon adiergastus</i>			✓
88.	Kerapu	<i>Epinephelus merra</i>			✓
89.	Karapu	<i>Chephlopholis pollenii</i>	✓		
90.	kerapu	<i>Epinephelus merra</i>			✓
91.	kerapu	<i>Hypoplectrodes nigrorubrum</i>	✓		
92.	kerapu	<i>Epinephelus corallicola</i>			✓
93.	Kerapu biru	<i>Chephlopholis formosa</i>			✓
94.	Kerapu biru	<i>Chephlopholis boenak</i>			✓
95.	Kerapu karang	<i>Cirrhitus rivulatus</i>	✓		
96.	Kerapu karang	<i>Batrachomoeus trispinosus</i>	✓		
97.	Kerapu karang	<i>Scopaena porcus</i>			✓
98.	Kaerapu katak	<i>Antennarius tuberosus</i>	✓		
99.	Kerapu katak	<i>Antennarius avalonis</i>	✓		
100.	Kerapu katak	<i>Antennarius strigatus</i>	✓		
101.	Kerapu katak	<i>Antennarius multiocellatus</i>	✓		
102.	Kerapu katak	<i>Antennarius ocellatus</i>	✓		
103.	Kerapu katak	<i>Antennarius bioculatus</i>	✓		
104.	Kerapu katak	<i>Antennarius pauciradiatus</i>	✓		
105.	Kerapu merah	<i>Chephalopholis miniata</i>	✓		
106.	Kerapu merah	<i>Alphesthes multiguttatus</i>	✓		
107.	Kerapu totol	<i>Cephalopholis argus</i>			✓
108.	Kerapu totol	<i>Epinephelus caeruleopunctatus</i>			✓
109.	Kuda laut	<i>Hippocampus kuda</i>	✓		
110.	Lendra/mata sebelah	<i>Bothus lunatus</i>			✓
111.	Lendra/mata sebelah	<i>Bothus pantherinus</i>			✓
112.	Lendra/mata sebelah	<i>Bothus leopardus</i>			✓
113.	lopis	<i>Siphamia mossambica</i>			✓
114.	lopis	<i>Pempheris klunzinger</i>			✓
115.	Madem/sawo	<i>Kyphosus syndneyanus</i>			✓
116.	neon	<i>Chrysiptera unimaculata</i>			✓
117.	Pajung andeng-andeng	<i>Bodianus bilunulatus</i>	✓		
118.	Pajung gambar	<i>Lutjanus notatus</i>			✓
119.	Pajung jenggot	<i>Upeneichthys lineatus</i>			✓
120.	Pajung jenggot	<i>Paupeneus macronema</i>			✓
121.	Pajung jenggot	<i>Paupeneus rubecens</i>			✓
122.	Pajung jenggot	<i>Paupeneus barberinus</i>			✓
123.	Pari katak	<i>Halleutaea stellata</i>			✓
124.	Pari/pe	<i>Taeniura lymna</i>	✓		
125.	Pingin biru	<i>Gamphosus caeruleus</i>	✓		
126.	Pingin (bawah)	<i>Composus varius</i>	✓		
127.	Plathak asli/wader lowo	<i>Platax teria</i>			✓
128.	Plathak daun	<i>Monodactylus sebae</i>			✓
129.	Plathak kertas	<i>Platax pinnatus</i>			✓
130.	scorpion	<i>Pterois antennata</i>			✓
131.	scorpion	<i>Pterois volitans</i>			✓
132.	scorpion	<i>Pterois miles</i>			✓
133.	Scorpion/wader jago	<i>Dendrochirus zebra</i>			✓
134.	sersan	<i>Abudefduf troscheli</i>			✓
135.	Sewedar	<i>Siganus guttatus</i>			✓
136.	Sidat merah	<i>Moringa michochir</i>			✓
137.	Sro/capungan	<i>Apogon robustus</i>			✓
138.	Sro/capungan	<i>Apogon victoriae</i>			✓
139.	Sro/capungan	<i>Apogon cokii</i>			✓
140.	surung	<i>Polydactylus sexfilis</i>			✓
141.	Tangkur kuda	<i>Hypocampus hyppocampus</i>	✓		
142.	Tangkur kuda	<i>Hippichthys penicilus</i>			✓
143.	Tangkur kuda	<i>Maoubra perserrata</i>			✓
144.	tawes	<i>Siganus stellatus</i>			✓
145.	tawes	<i>Siganus trispilos</i>	✓		
146.	tawes	<i>Siganus canaliculatus</i>			✓
147.	tekekan	<i>Synodus synodus</i>			✓
148.	Tekekan abang	<i>Synodus synodus</i>			✓
149.	Tekekan abu-abu	<i>Synodus lacertinus</i>			✓
150.	tempel	<i>Echeneis sp.</i>			✓
151.	tempel	<i>Echeneis naucrates</i>	✓		
152.	Terongan/zebra	<i>Grumistes sexlineatus</i>			✓
153.	tompel	<i>Pectorhinchus picus</i>			✓
154.	Trager kembang	<i>Balistoides conspicillum</i>	✓		
155.	Trager matahari	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>			✓
156.	Trager motor	<i>Rhinecanthus verrucosus</i>			✓
157.	Trager pilipin/pogot	<i>Balistapus undulatus</i>			✓
158.	Traager pluto	<i>Rhinecanthus rectangulus</i>			✓
159.	Welut dedakan	<i>Diderea picta</i>	✓		
160.	Welut kembang	<i>Echidna nebulosa</i>	✓		
161.	Welut lumbon	<i>Angila japonica</i>			✓
162.	Welut macam	<i>Gymbothorax rueppelliae</i>			✓
163.	Welut macam	<i>Gymnomuraena zebra</i>	✓		

Pencarian ikan hias dengan potas dapat mempengaruhi kehidupan biota lain seperti terumbu karang dan rumput laut (ganggang). Di kawasan ini juga terjadi pengambilan batu karang (*coral reef*) untuk ornamen akuarium. Kegiatan tidak lestari ini dapat menyebabkan terdegradasinya organisme laut. Seperti diuraikan Subagja (1986) kegiatan masyarakat di pantai Krakal yang mengambil rumput laut, karang, dan fauna dapat mengganggu keseimbangan populasi biotik di daerah tersebut. Suparmoko (1994) menambahkan bahwa sumberdaya ikan merupakan sumberdaya alam milik umum sehingga rasa kepemilikan dan pelestarian oleh masyarakat cenderung rendah. Pencemaran potas dapat mematikan telur dan bibit ikan serta ganggang dan makhluk-makhluk kecil lain yang menjadi pakan larva ikan tersebut, sehingga dapat menghambat upaya peningkatan dan menjaga kontinuitas hasil tangkapan nelayan lepas pantai. Hal ini tampaknya terbukti pada kecenderungan penurunan ikan konsumsi yang dilelang di TPI pantai Baron (Tabel 6.), dimana para nelayan umumnya menggunakan perahu kecil yang hanya mampu mengarungi laut tepian pantai, yang terkena dampak pencemaran tersebut.

Ikan konsumsi

Di pantai Baron ditemukan 20 jenis ikan konsumsi berdasarkan nama ilmiahnya, yang dapat dikelompokkan dalam 10 golongan berdasarkan nama lokal (Tabel 5.).

Tabel 5. Jenis ikan konsumsi yang dilelang di TPI Baron.

No.	Nama	Nama ilmiah
1.	Lidah pasir	<i>Syngnossus lingua</i>
2.	Kuro/senangin	<i>Electheronema tetradactylum</i>
3.	mayung	<i>Arius thalassinus</i>
4.	Lencam	<i>Letherinus lentjam</i>
5.	Cucut/hiu	<i>Carcharias dusmer</i>
6.	layur	<i>Tricirus savala</i>
7.	Pedang	<i>Xiphias gladius</i>
8.	Tengiri papan	<i>Scomberomorus buttatus</i>
9.	kurisi	<i>Nemipterus nematophorus</i>
10.	Tengiri	<i>Scomberomorus commersoni</i>
11.	Suwangi/mata besar	<i>Priacantus tayenus</i>
12.	Bawal putih	<i>Pampus argentius</i>
13.	Pari kelapa	<i>Trygon sephen</i>
14.	Pari burung	<i>Aetomilus nychofi</i>
15.	Selar kuning	<i>Elaroides leptolepis</i>
16.	prepek	<i>Leiopgnatus septenden</i>
17.	bloso	<i>Sauriga tumbil</i>
18.	Mata sebelah/lendra	<i>Bothus lunatus</i>
19.	Lendra	<i>Bothus pantherinus</i>
20.	Welut lumbon	<i>Angila japonica</i>

Nelayan Baron, menggunakan istilah “triwaja” untuk menamai kumpulan jenis ikan yang tidak dapat dibedakan satu per satu jenisnya. Di samping itu mereka menggunakan nama bawal untuk semua jenis bawal, baik hitam atau putih; cucut mencakup

semua jenis hiu; sedangkan pari mencakup jenis hiu pari, pari dan pe. Ikan yang tergolong laku di pasaran adalah, bawal, tengiri, tongkol, dan kakap. Produksi ikan tangkapan di pantai Baron disajikan di Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah ikan konsumsi utama yang dilelang di TPI Baron (dalam ton) (Anonim, 1995).

No.	Nama lokal	1993	1994	1995
1.	Triwaja	37107	26644	26493
2.	Bawal	1246	815	5139
3.	Kakap	1204	1625	1437
4.	Lendra	2762	266	1047
5.	Tongkol	8934	9084	5155
6.	Tengiri	15577	4479	2174
7.	Cucut/hiu	7150	8468	4075
8.	Manyung	5711	4454	3273
9.	Pari	5772	4662	2690
10.	Layur	62	115	1033
	Jumlah	87518	62606	54511

Pemasaran ikan tangkapan dari pantai Baron tidak memiliki hambatan yang berarti, karena adanya pengepul dari beberapa kota, seperti Yogyakarta, Semarang, dan Cilacap yang membutuhkan ikan dalam skala besar dan memiliki perangkat pengawetan berupa kotak styrofoam yang diberi cukup es. Di samping itu, ikan ini telah pula dijual dalam bentuk olahan berupa ikan goreng.

Pengolahan kulit ikan cucut/hiu

Tantangan yang sangat berarti di pantai Baron adalah pemasaran ikan cucut/hiu dan pari. Jenis ikan ini tidak diminati para pembeli karena biasanya berukuran besar, berkulit tebal, dan dagingnya tidak enak karena mengandung urea di bawah kulit (subkutaneus). Ikan ini biasa dijual dengan menguliti terlebih dahulu. Limbah kulit akan membusuk dan menimbulkan bau cukup mengganggu di arena wisata tersebut. Kulit ini dapat disamak menjadi barang bernilai ekonomi yang mendatangkan keuntungan tersendiri. Percobaan penyamakan dengan teknologi tepat guna dan murah yakni metode samak krom (chrom) memberikan hasil yang cukup menggembirakan. Kulit yang dihasilkan berupa barang setengah jadi yang memiliki kualifikasi untuk diserap industri perkulitan dan diproses lebih lanjut dengan teknologi yang lebih modern.

Penyamakan dengan model krom sangat sederhana, tanpa peralatan modern yang mahal. Percobaan yang dilakukan bersama masyarakat setempat cukup berhasil. Ikan cucut sepanjang 40 cm dapat menghasilkan kulit samak krom seluas 468 cm². Satu nilai tambah yang sangat berharga dan merupakan pengupayaan penurunan jumlah bahan pencemar. Upaya peningkatan pemanfaatan kulit dengan cara ini sebelumnya belum pernah dicoba, karena belum pernah ada kursus ataupun pelatihan. Sehingga apabila ini dilakukan maka akan memberikan nilai tambah bagi nelayan, karena pada musim panen raya ikan cucut/hiu dan pari sangat melimpah (Tabel 6.).

Nilai ekonomi keseluruhan

Penilaian sumberdaya alam sangat relatif tergantung sudut pandang dan kepentingan penilai. Namun para pakar membuat cara penilaian berupa nilai langsung (konsumtif) dan nilai tidak langsung (produktif). Pada kasus ikan tangkapan nelayan di pantai Baron, Kukup, dan Krakal, maka nilai langsung akan muncul apabila ikan terjual dan nelayan mendapatkan uang. Namun apabila ikan itu diakuariumkan, maka akan diperoleh pula nilai tidak langsung berupa wisatawan yang mengetahui jenis ikan dan ilmuwan yang mengetahui biologi ikan tersebut, sehingga dapat digunakan untuk membangun ilmu dan menjaga kelestariannya. Pendekatan ekonomi yang dinyatakan dalam nilai-nilai uang memberi informasi kepada para perencana dan masyarakat lokal tentang betapa pentingnya keanekaragaman hayati terhadap tujuan-tujuan pembangunan nasional, dan mungkin menunjukkan bahwa sebuah areal menjadi penting karena sumberdaya hayati yang dikandungnya.

Dewasa ini, tak seorang pun dapat menentukan, spesies mana yang kelak bakal paling tinggi nilainya, atau berapa banyak keanekaragaman genetik terdapat dalam kerabat liar spesies domestik, yang akan dibutuhkan untuk menunjang pertanian di masa depan. Oleh karena itu konservasi sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya merupakan tindakan strategis yang perlu dilakukan secara terus menerus. Berbagai teknik *ex situ* dapat dilakukan, termasuk pembudayaan hewan tangkapan atau program-program pembiakan tumbuhan di kebun-kebun, taman-taman botani. Teknik terakhir ini cocok untuk memelihara keanekaragaman spesies dan varietas pertanian. Sumberdaya hayati sering tidak memperoleh harga yang layak di pasaran. Bahkan ketika diperdagangkan, nilai sesungguhnya mungkin tidak tercermin dalam harganya. Pelestarian juga dilakukan secara *in situ* yaitu pada lokasi asli sumberdaya tersebut, mengingat makhluk hayati selalu terkait dengan lingkungan asalnya, sehingga lingkungan buatan dapat mengubah keaslian genetik dari nenek moyang. Dengan demikian upaya pelestarian suatu spesies, juga harus melestarikan ekosistem tempat hidupnya. Pengelolaan spesies liar di habitat alami pengawasan panen, perdagangan, pencadangan dan penanganan habitat (Giles, 1971).

KESIMPULAN

Daerah sekitar pantai Baron, Kukup, dan Krakal terdapat 70 jenis tumbuhan budidaya yang bermanfaat, meliputi kayu bakar (32), bahan bangunan (28), arang (13), dan mebelair (7), serta 21 jenis herba liar untuk pakan ternak. Kawasan ini melaksanakan sistem pertanian tumpang sari yang dapat menekan laju erosi secara vegetatif, dengan jenis tanaman

ketela pohon, jagung, kacang tanah, dan kedelai. Hasil pertanian yang dijual dalam bentuk olahan meliputi melinjo (emping), pisang (ceriping), dan mete, sedangkan yang sangat potensial dijual dalam bentuk olahan adalah kemplaka (manisan) dan srikaya (selei). Limbah pertanian dapat didaur ulang menjadi pakan ternak, sedang daur ulang limbah ternak akan menghasilkan gas metana. Di pantai Kukup terdapat 163 jenis ikan hias, sedangkan di pantai Baron terdapat 20 jenis ikan konsumsi. Kulit ikan cucut/hiu dan pari merupakan salah satu limbah yang sangat potensial dijadikan bahan kulit tersamak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, K.S. 1987. *Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air*. Jakarta: Kalam Mulia.
- Anonim, 1993. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia, Attributed Properties and Uses*. Cambridge: MIT Press.
- Anonim. 1995. *Buku Produksi Harian TPI Pantai Baron*. Yogyakarta: TPI Pantai Baron.
- Bunador, S. 1992. *Teknik Perencanaan dan Pengelolaan Proyek Pembangunan*. Bogor: Kursus Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Holistik, PPLH, Lembaga Penelitian IPB Bogor dengan Ditjen Dikti Depdikbud.
- Dahuri, R. 1992. *Strategi Pembangunan Sumberdaya Wilayah Pesisir secara Berkelanjutan*. Bogor: Kursus Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Holistik. Angkatan Pertama. PPLH. Lembaga Penelitian IPB Bogor dengan Ditjen Dikti Depdikbud.
- Darmawijaya, I.M. 1990. *Klasifikasi Tanah, dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan Dephut RI.
- Husni. A. 1995. Penyelamatan Ekosistem Pantai. *Suara Merdeka*, 4/8/1995.
- Muctadi, D. dan T. Muctadi. 1979. *Pengolahan Hasil Pertanian II Nabati*. Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian IPB.
- Munjiyat, R. 1985. *Memanfaatkan Hasil Buah*. Bandung: Rosdakarya.
- Nanlohy, A. 1986. *Pola Perilaku Masyarakat Pesisir pantai dalam Usaha Pemanfaatan Sumber Alam Lingkungan Laut di Sulawesi Utara*. Manado: Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, IKIP.
- Sayogya, 1982. Modernization without Development in Rural Jawa. *Journal of Social Studies* (Januari 1982): 32-87.
- Soerjani, M., R. Ahmad, dan R. Munir. 1987. *Lingkungan Sumberdaya Alam dan Kependudukan*. Jakarta: UI Press.
- Sukahar, A. dan M. Suryowinoto. 1982. *Hal: Nelayanisasi DIY. Surat kepada Dirjen Perikanan Departemen Pertanian di Jakarta*. Yogyakarta: Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suntoro dan Sumarno. 1995. *Kajian Pemberian Limbah Biogas, Pupuk N dan K terhadap Ketersediaan P, K, dan Hasil Jagung Bayi (Zea mays L) di Tanah Latosol*. Surakarta: Fakultas Pertanian UNS.
- Suparmoko. 1994. *Ekonomi, Sumberdaya Alam, dan Lingkungan, Suatu Pendekatan Teoritis*. Yogyakarta: BPFE UGM.
- Uktolseya, H. 1992. *Analisis Resiko Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Bogor: Kursus Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Holistik, PPLH, Lembaga Penelitian IPB Bogor dengan Ditjen Dikti Depdikbud..
- Wagito. 1982. *Studi Dinamika Pedesaan di Ex Karesidenan Besuki. Studi Kasus Desa Pantai Puger Kulon, Kecamatan Puger, Kabupaten Daerah Tingkat II Jember*. Jember: Pusat Penelitian Universitas Jember.

REVIEW:

Ekosistem Mangrove di Jawa: 1. Kondisi Terkini**Mangrove ecosystem in Java: 1. recent status****AHMAD DWI SETYAWAN^{1,2}, KUSUMO WINARNO^{1,2}, PURIN CANDRA PURNAMA¹**¹Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126²Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta 57126

Diterima 15 Desember 2002. Disetujui 15 Januari 2003.

ABSTRACT

Mangrove ecosystem is a specific ecosystem that only take about 2% of total land in the earth. Indonesian mangrove ecosystem is the widest in the world and as a center of distributioan and ecosystem biodiversity, however it undergoes rapid and dramatic destruction. In just 11 years, between 1982-1993, more than 50% of Indonesian mangrove disappeared. The most factor threatening the mangrove ecosystem is human activities, including conversion to aquaculture, deforestation, and environmental pollution. Other factors such as reclamation, sedimentation, and natural disturbance are also contributed to the disappearance of the mangrove. Mangrove ecosystem is very important in term of socio-economic and ecology functions. Because of its functions, wide range of people always paid attention whenever mangrove restoration taken place. Mangrove restoration potentially increases mangrove resource value, protect the coastal area from destruction, conserve biodiversity, fish production and both of directly and indirectly support the life of surrounding people.

© 2003 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: mangrove, restoration, management, Java.**PENDAHULUAN**

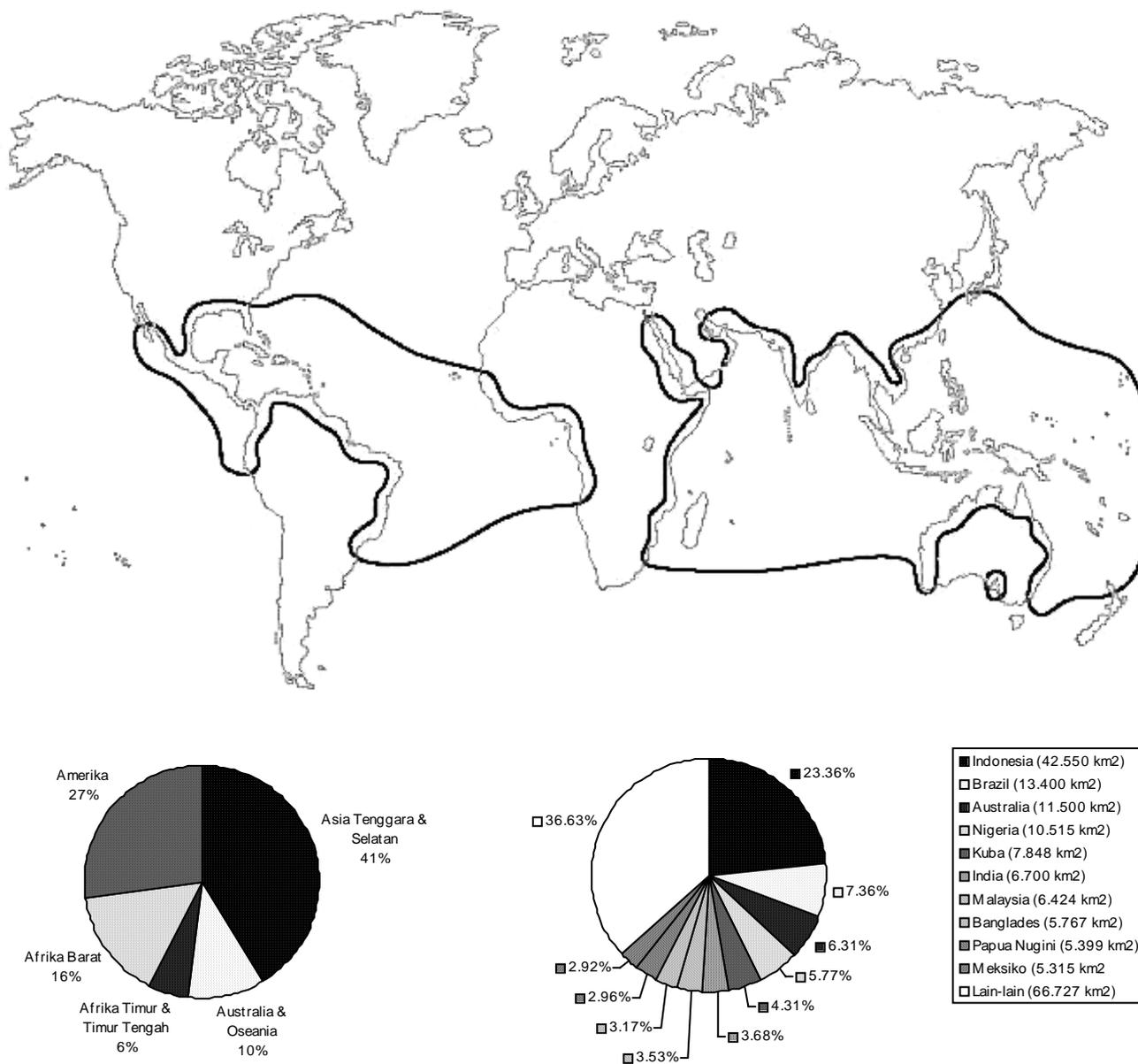
Kata mangrove merupakan perpaduan bahasa Melayu *manggi-manggi* dan bahasa Arab *el-gurm* menjadi *mang-gurm*, keduanya sama-sama berarti *Avicennia* (api-api), pelatinan nama Ibnu Sina, seorang dokter Arab yang banyak mengidentifikasi manfaat obat tumbuhan mangrove (Jayatissa *et al.*, 2002; Ng dan Sivasothi, 2001). Sedang menurut MacNae (1968) kata mangrove merupakan perpaduan bahasa Portugis *mangue* (tumbuhan laut) dan bahasa Inggris *grove* (belukar), yakni belukar yang tumbuh di tepi laut. Kata ini dapat ditujukan untuk menyebut spesies, tumbuhan, hutan atau komunitas (FAO, 1982; Ng dan Sivasothi, 2001).

Hutan mangrove atau *mangal* adalah sejumlah komunitas tumbuhan pantai tropis dan sub-tropis yang didominasi tumbuhan bunga terrestrial berhabitus pohon dan semak yang dapat menginvasi dan tumbuh di kawasan pasang surut dengan salinitas tinggi (MacNae, 1968; Chapman, 1976; Tomlinson, 1986; Nybakken, 1993; Kitamura *et al.*, 1997). Dalam bahasa Indonesia hutan mangrove disebut juga hutan pasang surut, hutan payau, rawa-rawa payau atau hutan bakau. Istilah yang sering digunakan adalah hutan mangrove atau hutan bakau (Kartawinata, 1979). Namun untuk menghindari

kesalahan literasi dianjurkan penggunaan istilah mangrove karena bakau adalah nama generik anggota genus *Rhizophora* (Widodo, 1987).

Komunitas mangrove tersusun atas tumbuhan, hewan dan mikroba, namun tanpa hadirnya tumbuhan mangrove komunitas ini tidak dapat disebut ekosistem mangrove (Jayatissa *et al.*, 2002). Vegetasi mangrove berperan besar dalam ekologi ekosistem ini, dimana tumbuhan mangrove mayor merupakan penyusun utamanya (Lugo dan Snedaker, 1974; Hamilton dan Snedaker, 1984; Tomlinson, 1986). Identifikasi komposisi vegetasi mangrove merupakan prasyarat untuk memahami semua aspek struktur dan fungsi mangrove, sebagaimana kondisi biogeografi, konservasi dan manajemennya (Jayatissa *et al.*, 2002).

Ekosistem mangrove merupakan kawasan ekoton antara komunitas laut dengan pantai dan daratan, sehingga memiliki ciri-ciri tersendiri (Dahuri *et al.*, 1996). Komunitas ini sangat berbeda dengan komunitas laut, namun tidak berbeda tajam dengan komunitas daratan dengan terbentuknya rawa-rawa air tawar sebagai zona antara. Tomlinson (1986) mengklasifikasikan vegetasi mangrove menjadi: mangrove mayor, mangrove minor dan tumbuhan asosiasi. Tumbuhan mangrove mayor (*true mangrove*) sepenuhnya berhabitat di kawasan pasang surut, dapat membentuk tegakan murni,

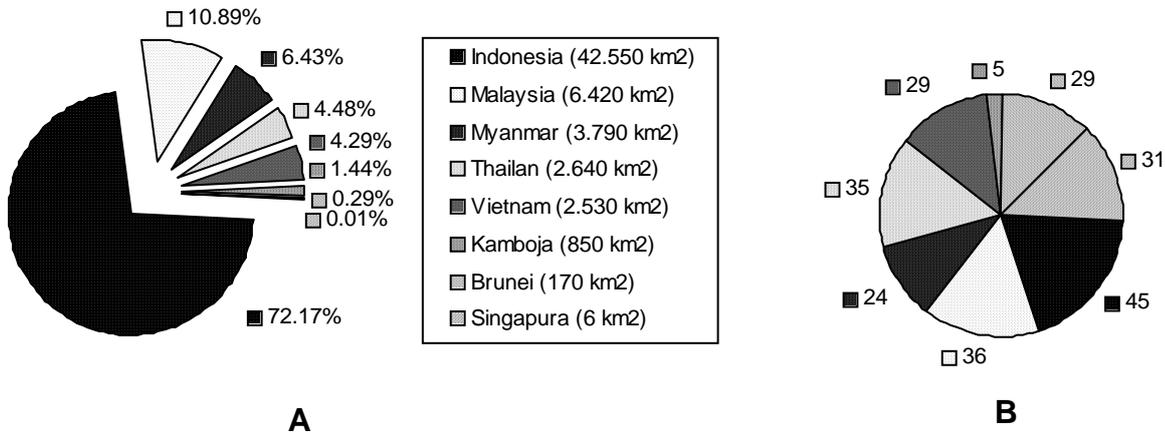


Gambar 1. Distribusi mangrove dunia dari total luas 18.107.700 ha (FAO 1985; Spalding *et al.*, 1997).

beradaptasi terhadap salinitas melalui pneumatofora, embryo vivipar, mekanisme filtrasi dan ekskresi garam, serta secara taksonomi berbeda dengan tumbuhan darat. Mangrove minor dibedakan oleh ketidakmampuannya membentuk tegakan murni, sedangkan tumbuhan asosiasi adalah tumbuhan yang toleran terhadap salinitas dan dapat berinteraksi dengan mangrove mayor.

Hutan mangrove terbentuk karena adanya perlindungan dari ombak, masukan air tawar, sedimentasi, aliran air pasang surut, dan suhu yang hangat (Walsh, 1974; Goldman dan Horne, 1983). Proses

internal pada komunitas ini seperti fiksasi energi, produksi bahan organik dan daur hara sangat dipengaruhi proses eksternal seperti suplai air tawar dan pasang surut, suplai hara dan stabilitas sedimen (Blasco, 1992). Faktor utama yang mempengaruhi komunitas ini adalah salinitas, tipe tanah, dan resistensi terhadap arus air dan gelombang laut (Chapman, 1992; Steenis, 1958). Faktor-faktor ini bervariasi sepanjang transek dari tepi laut ke daratan, sehingga dalam kondisi alami, dimana campur tangan manusia terbatas, dapat terbentuk zonasi vegetasi (Giesen, 1991).



Gambar 2. Distribusi luasan hutan mangrove di Asia Tenggara dengan luas keseluruhan sekitar 61.250 km² (A) dan jumlah spesies pada setiap negara (B) (Spalding *et al.*, 1997).

DISTRIBUSI MANGROVE

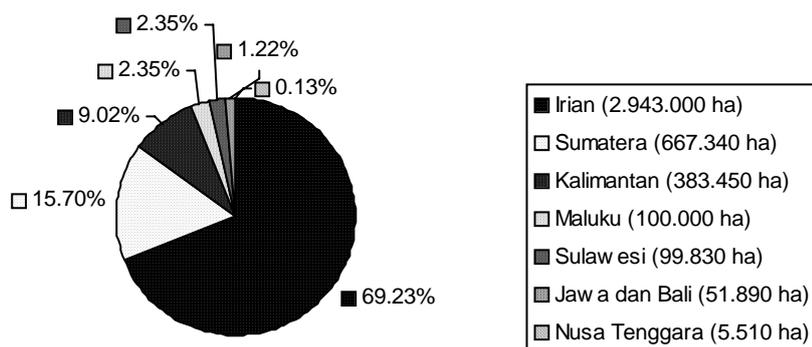
Tumbuhan mangrove diperkirakan berasal dari Indo-Malaysia, kawasan pusat biodiversitas mangrove dunia. Spesies ini terbawa arus laut ke seluruh pantai daerah tropis dan subtropis dunia, pada garis lintang 25°LU dan 25° LS, karena propagulnya dapat mengapung. Dari kawasan Indo-Malaysia, mangrove tersebar ke barat hingga India dan Afrika Timur, serta ke timur hingga Amerika dan Afrika Barat. Penyebaran mangrove dari pantai barat Amerika ke laut Karibia, terjadi pada jaman Cretaceous atas dan Miocene bawah, antara 66-23 juta tahun yang lalu, melewati selat yang kini menjadi tanah genting negara Panama. Penyebaran ke timur diikuti penyebaran ke utara hingga Jepang dan ke selatan hingga Selandia Baru. Sehingga sebagai perkecualian, mangrove ditemukan di Selandia Baru (38°LS) dan Jepang (32°LU). Cara dispersal propagul di atas menyebabkan mangrove di Amerika dan Afrika Barat (Atlantik) memiliki luas dan keragaman lebih rendah, karena harus melewati Samudera Pasifik, sedangkan mangrove di Asia, India, dan Afrika Timur memiliki keragaman lebih tinggi (Walsh, 1974; Tomlison, 1986). Hal ini menginspirasi Walsh (1974) untuk membagi dunia mangrove menjadi dua kawasan utama, yaitu Indo-Pasifik Barat yang meliputi Asia, India dan Afrika Timur, serta Amerika - Afrika Barat (Gambar 1.). Mangrove dari kawasan Indo-Pasifik Barat sangat terkenal dan beragam, terdiri lebih dari 40 spesies, sedangkan di Atlantik hanya sekitar 12 spesies.

Tumbuhan mangrove dari kedua kawasan ini memiliki perbedaan keanekaragaman spesies cukup menyolok. *Rhizophora* dan *Avicennia*, dua genus utama mangrove, diwakili spesies yang berbeda di kedua kawasan tersebut, mengindikasikan adanya spesiasi yang mandiri. Di Indo-Pasifik Barat ditemukan *Avicennia officinalis*, *A. marina*, *Rhizophora*

mucronata, *R. apiculata*, *Bruguiera gymnorhiza*, dan *Sonneratia alba*, sedangkan di Atlantik ditemukan *A. nitida*, *R. racemosa*, *R. mangle*, *R. harrissonii*, dan *Laguncularia racemosa* (Marius, 1977; Aksornkoe, 1997).

Indonesia merupakan negara besar, terdiri lebih dari 17.000 pulau, terletak di garis katulistiwa antara 6°LU-11°LS, dan 95-110°BT, jarak dari barat ke timur 5.000 km, dan dari utara ke selatan 2.000 km. Luas daratan sekitar 1.900.000 km², dengan panjang garis pantai sekitar 81.000 km (Hadianto, 1998). Pantai yang panjang dengan kondisi geomorfologi dan hidrologi yang beragam memungkinkan terbentuknya berbagai tipe ekosistem mangrove. Sekitar 61.250 km² atau sepertiga mangrove dunia terdapat di Asia Tenggara, dimana 42.550 km² terdapat di Indonesia (Spalding *et al.*, 1997) (Gambar 2.). Ekosistem mangrove hanya mencakup 2% daratan bumi, sehingga secara global sangat langka dan bernilai dalam konservasi (Ong, 2002). Ekosistem ini merupakan bagian dari wilayah pesisir, pertemuan darat dan laut, yang mencakup 8% permukaan bumi (Birkeland, 1983; Ray dan McCormick, 1994; Clark, 1996).

Ekosistem mangrove di Indonesia umumnya terpecah-pecah dalam kelompok-kelompok kecil, sebagian besar terletak di Irian (Papua) (Gambar 3.). Mangrove di Jawa, Sumatra, Sulawesi, Kalimantan dan Irian sudah terpengaruh kegiatan pembangunan, sedangkan di Maluku dan Nusa Tenggara relatif masih alami. Di Indonesia mangrove tumbuh pada berbagai substrat seperti lumpur, pasir, terumbu karang dan kadang-kadang pada batuan, namun paling baik tumbuh di pantai berlumpur yang terlindung dari gelombang dan mendapat masukan air sungai. Tumbuhan mangrove di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi dapat mencapai tinggi 50 m dengan diameter 50 cm, meski umumnya hanya setinggi 25 m dengan diameter 18 cm (Soemodihardjo dan Ishemat, 1989). Keragaman



Gambar 3. Distribusi luasan hutan mangrove di Indonesia (FAO 1985).

spesies pada setiap lokasi berbeda-beda, di seluruh Indonesia jumlah tumbuhan mangrove sekitar 47 spesies (Anonim, 1997). Informasi lain menyatakan jumlahnya lebih dari 37 spesies (Soemodihardjo dan Ishemat, 1989) atau 45 spesies (Spalding *et al.*, 1997). Spesies utama berasal dari genera *Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Excoecaria*, *Heritiera*, *Lumnitzera*, *Nypa*, *Xylocarpus*, dan *Aegiceras* (Soemodihardjo dan Sumardjani, 1994).

PERAN EKOSISTEM MANGROVE

Hutan mangrove memiliki nilai sosial-ekonomi dan ekologi sangat penting (Bennett dan Reynolds, 1993). Selama berabad-abad ekosistem mangrove memiliki nilai sosial-ekonomi berupa: kayu bangunan, kayu bakar, kayu lapis, bubur kertas, tiang telepon, tiang pancang, bagan penangkap ikan, dermaga, bantalan kereta api, kayu untuk mebel dan kerajinan tangan, atap, tannin kulit kayu, bahan obat, gula, alkohol, asam asetat, protein hewani, madu, karbohidrat hipokotil dan bahan pewarna (Hamilton dan Snedaker, 1984; IPIECA, 1993a; Spaninks dan Beukering, 1997; Bandaranayake, 1998; Dahdouh-Guebas *et al.*, 2000; Manassrisuksi *et al.*, 2001; Ng dan Sivasothi, 2001; Ong, 2002).

Mangrove memiliki fungsi ekologi yang tidak kalah penting, antara lain untuk sekuestrasi karbon, menyaring dan menangkap bahan pencemar, menjaga stabilitas pantai dari erosi, intrusi air laut, dan tekanan badai, membentuk daratan baru, menjaga kealamian habitat, menjadi tempat bersarang, memijah dan membesarkan anak berbagai jenis ikan, udang, kerang, burung, dan fauna lain, serta memiliki fungsi sosial sebagai area konservasi, pendidikan, ekoturisme, dan identitas budaya (Thom, 1967; Tomlison, 1986; Sukardjo, 1989; Howe *et al.*, 1992; IPIECA, 1993a; Tanaka, 1994; Spaninks dan Beukering, 1997; Anonim, 2001b; Manassrisuksi *et al.*, 2001; Ng dan Sivasothi, 2001; Ong, 2002), namun nilai penting ekologi masih sering diabaikan (Coulter *et al.*, 2001).

Hasil kajian analisis biaya dan manfaat hutan mangrove di beberapa daerah menunjukkan total nilai ekonominya dapat mencapai triliunan rupiah. *Total economic value* (TEV) ekosistem mangrove per tahun di Pulau Madura Rp 49 trilyun, Irian Rp 329 trilyun, Kalimantan Timur Rp 178 trilyun, Jawa Barat Rp 1,357 trilyun, dan untuk seluruh Indonesia Rp 820 trilyun (Republika, 23/7/2002). Di teluk Bintuni, Irian, ekosistem mangrove seluas 300.000 ha setiap tahun mendukung pemanfaatan secara tradisional Rp. 100 milyar, perikanan Rp. 350 milyar, dan kayu Rp. 200 milyar (Ruitenbeek, 1992).

Hutan mangrove merupakan komunitas paling produktif di dunia (Clough, 1992). Sebagian besar biomassa mangrove dihasilkan dari guguran daun ($\pm 90\%$), yang selanjutnya disimpan dalam sedimen ($\pm 10\%$), terdekomposisi ($\pm 40\%$), atau terbawa ke ekosistem lain ($\pm 30\%$) (Duarte dan Cebrián, 1996). Biomassa ini merupakan makanan bagi organisme detritus yang hidup pada ekosistem mangrove dan pantai di sekitarnya (Manassrisuksi *et al.*, 2001).

KERUSAKAN EKOSISTEM MANGROVE

Di seluruh dunia aktivitas manusia telah mengurangi luasan ekosistem alami dan menurunkan keanekaragaman hayati hingga tingkat yang mengkhawatirkan. Keanekaragaman hayati kawasan tropis merupakan yang tertinggi di dunia (Ligtvoet *et al.*, 1996). Hutan mangrove diperkirakan menempati 75% luas kawasan pantai tropis (Chapman, 1976), tetapi tekanan antropogenik telah menurunkan luas hutan ini secara global hingga di bawah 50% dari luas awal (Saenger *et al.*, 1983; Spalding *et al.* 1997).

Luasan hutan mangrove dunia sangat beragam tergantung metode dan referensi yang dijadikan acuan oleh penulisnya. Dengan teknologi *remote sensing* luas hutan mangrove dunia diperkirakan sekitar 18,1 juta ha (Spalding *et al.* 1997). Sedangkan sumber lama menyebutkan bahwa luas hutan mangrove dunia sekitar 15,9 juta ha (FAO, 1982), data yang diperbaharui luasnya sekitar 16,9 juta ha (Saenger *et al.*, 1983). Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia. Dari 15,9 juta ha mangrove dunia tersebut, sekitar 4,25 juta ha (27%) berada di Indonesia (FAO, 1982).

Penurunan luasan mangrove paling cepat dan dramatis terjadi di Asia Tenggara (Gómez 1988; Aksornkoae, 1993). Di Indonesia luas hutan ini terus menurun dari 5.209.543 ha (1982) menurun menjadi 3.237.700 ha (1987) dan menurun lagi hingga 2.496.185 ha (1993). Dalam kurun waktu 11 tahun (1982-1993), terjadi penurunan hutan mangrove lebih

dari 50% dari total luasan semula (Dephut, 1994; Soenarko, 2002). Penurunan luasan hutan mangrove disebabkan oleh reklamasi untuk membangun tambak udang, ikan, dan garam (Terchunian *et al.*, 1986; Primavera, 1993), penebangan hutan secara berlebihan (Walsh, 1974; Hussein, 1995; Semesi, 1998), pertambangan, pencemaran, pembendungan sungai (Lewis, 1990), pertanian, bencana alam (Nybakken, 1993; Jimenez, 1985; Knox dan Miyabara, 1984), serta tumpahan minyak (Ellison dan Farnsworth, 1996), namun yang terakhir ini belum banyak didokumentasikan (Burns *et al.*, 1994; 1999).

Degradasi ekosistem mangrove di atas didorong faktor-faktor berikut: penambahan penduduk, hingga dibutuhkan lebih banyak jalan, permukiman, kawasan industri, pelabuhan dan lain-lain; keuntungan jangka pendek, seperti tambak ikan dan udang, tambak garam dan sawah; kurangnya perhatian pemerintah; peraturan yang tidak jelas; teknik penebangan hutan yang tidak lestari; serta lemahnya sumberdaya manusia dan alokasi dana (Choudhury, 1996). Kerusakan hutan mangrove dapat pula terjadi karena konversi ke jenis hutan lainnya, misalnya sejak tahun 1997 Perhutani mengubah 6000 ha dari 11.263 ha hutan mangrove Segara Anakan menjadi perkebunan kayu putih (Suara Merdeka, 16/6/2001). Hal yang sama telah lebih dahulu dilakukan di hutan mangrove Indramayu (Machfud, 1990).

Penurunan luasan mangrove mendorong terjadinya intrusi air laut dan erosi pantai, sehingga menurunkan produktivitas perairan pantai (Aksornkoe, 1993). Untuk mengatasi hal ini banyak negara mengkampanyekan upaya konservasi, manajemen, dan restorasi hutan mangrove (Manassrisuksi *et al.*, 2001; Hong dan San, 1993). Menteri Kelautan dan Perikanan Rokhmin Dahuri menilai, kondisi kerusakan hutan mangrove dan terumbu karang di wilayah pesisir Indonesia sudah pada tingkat yang sangat mengkhawatirkan. Untuk itu dibutuhkan kebijakan nasional yang mengatur pengelolaan sumber daya pesisir dan pulau-pulau kecil (Suara Pembaruan, 29/7/2002). Kehidupan yang lestari tergantung pada berlanjutnya ekosistem alami yang menyediakan sumberdaya bagi manusia. Kawasan alami dan dilindungi harus beragam dan menyertakan berbagai kelompok habitat yang khas, sehingga nilai sosial-ekonomi dan ekologi juga beragam. Kawasan lindung dapat menjadi sumber bahan baku kehidupan sehari-hari masyarakat setempat, sarana wisata, menjadi identitas budaya dan spiritual, serta memberikan jasa ekologi bagi lingkungan di sekitarnya (Miller, 1999).

Ekosistem mangrove bersifat dinamis, setiap tempat memiliki komposisi spesies tersendiri. Ekosistem ini memiliki kemampuan tinggi untuk kembali terbentuk setelah kerusakan hebat selama pola hidrologi kembali stabil dan tersedia sumber propagul (Manassrisuksi *et al.*, 2001). Perubahan fisik seperti pengeringan, pembangunan kanal, dan pemakaian pupuk dapat mempengaruhi habitat

mangrove, sehingga struktur dan komposisinya dapat berubah-ubah (Tanaka, 1992; Odum, 1971).

ANCAMAN KELESTARIAN EKOSISTEM MANGROVE DI JAWA

Pertambahan penduduk, penebangan hutan dan pertambahan merupakan tiga ancaman utama kelestarian hutan mangrove di Jawa (Hasmonel *et al.*, 2000), namun mangrove dapat pula rusak akibat reklamasi dan sedimentasi berlebihan, pencemaran lingkungan, dan pertambangan. Jawa merupakan kawasan dengan penduduk paling padat di dunia (Ligtvoet *et al.*, 1996), dimana 60% penduduk Indonesia yang jumlahnya lebih dari 200 juta tinggal di pulau yang luasnya hanya seperlima luas negeri (Hadianto, 1998), sehingga tingkat perubahan habitat alami sangat tinggi, termasuk untuk permukiman (Silvius *et al.*, 1987).

Kebanyakan kota-kota besar dunia terletak di pantai. Di Indonesia 75% kota yang ditinggali 100.000 penduduk terletak di tepian pantai, dimana hutan mangrove juga berada (Choudhury 1996). Di ibukota negara Jakarta, upaya perluasan kawasan permukiman ke arah selatan terbentur kendala alam berupa kawasan puncak yang menjadi daerah penyangga sumberdaya air. Upaya perluasan kota ke arah utara dengan mereklamasi kawasan pantai, tampaknya menjadi pilihan yang paling memungkinkan, namun hal ini perlu didukung pembentukan ekosistem mangrove baru untuk menjaga keberlanjutan fungsi ekologi mangrove bagi ekosistem di sekitarnya (Ligtvoet *et al.*, 1996). Terlebih sebagian pantai utara telah mengalami pencemaran, eksploitasi sumber daya yang berlebihan, dan degradasi habitat akibat pembangunan di wilayah pantai dan laut lepas (Butar-Butar, 1996).

Hutan mangrove di pulau Jawa, pada tahun 1985 seluas 170.500 ha, namun pada tahun 1997 tinggal 19.077 ha (11,19%). Penyusutan terbesar terjadi di Jawa Timur, dari luasan 57.500 ha tinggal 500 ha (8%), di Jawa Barat dari 66.500 ha tinggal kurang dari 5.000 ha (7,5%), dan di Jawa Tengah dari 46.500 ha tinggal 13.577 ha (29%). Sementara luas tambak di pulau Jawa adalah 128.740 ha yang tersebar di Jawa Barat (50.330 ha), Jawa Tengah (30.497 ha), dan Jawa Timur (47.913 ha). Apabila ekstensifikasi tambak dengan mengubah hutan mangrove terus dilakukan, maka kemungkinan besar akan sangat sulit menemukan hutan mangrove di Jawa (Giesen, 1993; Republika, 23/7/2002).

Pada masa lalu hutan Segara Anakan merupakan hutan mangrove terluas di Jawa, dimana luasnya mencapai 15.145 ha (Wirjodarmodjo *et al.*, 1979) atau bahkan 21.500 ha (Sasaki dan Sunarto, 1994). Pada masa kini luasnya sulit diprediksi akibat tingginya sedimentasi hingga terbentuk dataran-dataran baru yang diinvasi mangrove, serta banyaknya perubahan peruntukan area vegetasi mangrove lama yang telah

mapan (Setyawan *et al.*, 2002). Tingkat perubahan habitat yang sangat tinggi menyulitkan upaya untuk mengukur luasan hutan mangrove dan rawa-rawa air tawar di sekitarnya (Silvius *et al.*, 1987). Hampir semua ekosistem mangrove di Jawa mengalami gangguan sangat serius, hanya di beberapa taman nasional ekosistem ini masih dijumpai asli.

Hutan mangrove di Jawa Timur umumnya menempati daerah muara sungai dan dataran lumpur (*tidal flat*) di pantai utara. Kawasan terluas adalah daerah delta Brantas yang meliputi Gresik, Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan dan sebagian Probolinggo. Sedimentasi yang cukup besar ditunjang kondisi pantai yang landai berombak tenang menyebabkan terbentuknya dataran lumpur secara terus menerus, suatu bentang geomorfologi yang sangat sesuai bagi pertumbuhan mangrove. Pada tahun 1970-an kawasan delta Brantas merupakan belantara mangrove dengan keanekaragaman hayati tinggi, dan menjadi daerah persinggahan burung-burung migran dari Asia ke Australia. Jenis burung air yang saat itu mudah dijumpai antara lain kuntul (*Egretta alba*), bangau tongtong (*Leptoptilos javanicus*), belibis kembang (*Dendrocygna arquata*), dan pecuk ular (*Anhinga melanogaster*). Pada saat ini delta Brantas telah banyak diubah untuk tambak, pemukiman, kawasan industri, rekreasi, pelabuhan, dan sawah. Pengembangan industri sejak tahun 1970-an merupakan salah satu pemicu parahnya kerusakan wilayah ini (Arisandi, 2001; Kompas, 31/7/2002). Di sepanjang pantai utara Jawa Timur terdapat lebih dari 25 jenis tumbuhan mangrove, dimana jenis-jenis *Rhizophora* dan *Avicennia* relatif dominan (Arisandi, 2001). Penelitian yang lebih mendetail di TN Baluran menunjukkan adanya 36 spesies mangrove (Saraswati, 2001).

Pantai utara Jawa Barat merupakan lokasi yang sangat potensial untuk pertumbuhan mangrove. Kawasan ini menjadi muara sekurang-kurangnya 15 sungai besar dan panjang, seperti Citarum, Cimanuk, Ciujung, dan Cisadane, sehingga menjamin terbentuk dataran lumpur yang cukup luas dan kontinyu. Kawasan ini telah lama dikenal sebagai tempat persinggahan terbesar burung-burung air yang bermigrasi dari daratan Asia. Jenis burung migran di pantai utara Jawa Barat antara lain trinit (*Tringa glareola*), ayam-ayaman (*Gallinago cinerea*), blekek (*Gallinago sp.*), curek (*Callidris ruficollis*), betonan (*Charadrius dubius*) dan seriwut (*Tringa hypoleucos*). Perburuan burung air merupakan ancaman serius konservasi biologi di kawasan ini (Iskandar, 1987; The Jakarta Post, 29/1/2002).

Pantai utara Jakarta masih menyisakan ekosistem mangrove, antara lain di cagar alam Muara Angke dekat pantai Kapuk seluas 25 ha, namun tekanan untuk mengubahnya menjadi lahan permukiman, tambak atau sawah sangat tinggi (Anonim, 1998). Di samping itu sedang diusulkan untuk merestorasi ekosistem mangrove di muara sungai Cisadane sebagai penyeimbang hilangnya mangrove dari pantai Kapuk akibat reklamasi. Keberadaan

ekosistem mangrove sangat penting sebagai sarana parkir luapan air hujan dari sungai-sungai sebelum masuk ke laut sehingga dapat mencegah dan mengurangi volume banjir (Ligtvoet *et al.*, 1996). Kenyataan empiris membuktikan banjir di jalan menuju Bandara Sukarno-Hatta, baru timbul setelah kawasan mangrove pantai Kapuk direklamasi untuk permukiman dan sarana kelengkapannya.

Ekosistem mangrove di pantai utara Jawa Tengah juga terbentuk pada dataran lumpur di muara-muara sungai. Namun nilai penting kawasan ini lebih rendah di banding pantai utara kedua propinsi tetangganya mengingat luasannya yang jauh lebih sempit, akibat pendeknya sungai-sungai yang bermuara ke pantai ini. Sebaliknya Jawa Tengah memiliki ekosistem mangrove yang sangat penting di pantai selatan. Segara Anakan merupakan hutan mangrove yang sangat menarik karena keadaan geomorfologinya mendukung terbentuknya ekosistem yang dinamis (Sukardjo, 1985). Sedimentasi yang tinggi dari sungai Citanduy, Cikoneng/Cimeneng, dan sungai-sungai lain menyebabkan terbentuk daratan baru yang didominasi tumbuhan pioner *Avicennia* dan *Sonneratia*, sedangkan *Rhizophora* menempati bagian kecil yang airnya tetap mengalir (Sasaki dan Sunarto, 1994). Pengecekan oleh Setyawan *et al.*, (2002) terhadap seluruh muara sungai di pantai selatan Jawa mulai dari teluk Pacitan hingga muara sungai Donan dan Segara Anakan menemukan 29 spesies mangrove, terdiri dari 9 spesies mayor, 2 spesies minor dan 18 spesies tumbuhan asosiasi, dimana *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Avicennia alba* dan *Nypa fruticans* merupakan spesies yang paling sering ditemukan. Menurut Nurwanto (2001), kawasan Segara Anakan juga menjadi tempat perlindungan burung migran dari Asia, antara lain trinit (*Tringa stagnita*), grajahan (*Numentus spp*), dan cerek (*Charadrius javanicum*). Berdasarkan kondisi lingkungannya hutan mangrove Segara Anakan dapat dikelompokkan dalam zona akresi, zona alami, dan zona terpolusi minyak (Soewarno, 1982).

Permasalahan serius di kawasan Segara Anakan selain kemungkinan hilangnya laguna karena sedimentasi adalah kerusakan habitat dan berkembangnya desa-desa di sekitar yang membutuhkan perumahan, jalan, tambak dan lain-lain (Dudley, 2000). Sedimen yang utamanya dibawa Sungai Citanduy dan Cikoneng/Cimeneng secara signifikan mengubah ekosistem payau menjadi ekosistem daratan. Usulan pembendungan dan penyudetan Sungai Citanduy agar langsung bermuara di laut selatan diharapkan dapat mengurangi laju sedimentasi. Namun bagaimana buah simala-kama upaya ini dapat menyebabkan terbentuknya ekosistem baru yang dapat mempengaruhi kegiatan pariwisata di Pantai Pangandaran, Ciamis yang menjadi tumpuan hidup banyak penduduk (Winarno dan Setyawan, 2003).

Pantai selatan Jawa memiliki geomorfologi khas pada muara sungai dengan terbentuknya gumuk pasir (*sand dunes*). Gumuk pasir menyebabkan

terbentuknya laguna yang terlindung dari hampasan gelombang laut sehingga memungkinkan kehidupan komunitas mangrove. Pada musim hujan, gumuk pasir terbuka oleh besarnya debit air sungai sehingga laguna memiliki ekosistem pasang surut, sedangkan pada musim kemarau dengan sedikitnya debit air sungai, maka gumuk pasir sepenuhnya menutupi muara sungai sehingga air sungai menggenang dan salinitas laguna menurun. Spesies mangrove yang tumbuh di muara sungai diperkirakan melakukan adaptasi terhadap salinitas dan air yang menggenang tersebut (Djohan, 2000, komunikasi pribadi). Di pantai selatan Jawa Timur ekosistem mangrove dijumpai di Teluk Grajakan - Segara Anak, TN Alas Purwo (Anonim, 2000), Pulau Sempu (Kompas, 31/5/2002) dan Teluk Pacitan. Di pantai Selatan Jawa Tengah ditemukan terutama di muara sungai Bogowonto, di samping Segara Anakan, Cilacap (Setyawan *et al.*, 2002). Di Jawa Barat antara lain ditemukan di teluk Pelabuhan Ratu, sedangkan di Banten utamanya di TN Ujung Kulon (Blower dan Zon, 1977; Hommel, 1987).

EKOSISTEM ALAMI MANGROVE DI JAWA

Jawa masih menyisakan hutan mangrove yang alami, sehingga dapat menjadi sumber propagul untuk merestorasi ekosistem yang rusak. Ekosistem alami ini terdapat di beberapa kawasan taman nasional, antara lain TN Baluran dan TN Alas Purwo di Jawa Timur, serta TN Ujung Kulon di Banten. Adapun beberapa cagar alam yang diharapkan dapat mengkonservasi mangrove tampaknya tidak lagi mampu melaksanakan fungsinya, seperti Muara Angke serta Nusakambangan barat dan timur. Di lepas pantai utara Jawa, terdapat dua taman nasional laut yang juga menyimpan ekosistem mangrove, yaitu TNL Karimunjawa dan TNL kepulauan Seribu, di samping itu di pulau Bawean terdapat sekelompok masyarakat yang secara sengaja menjaga dan memperluas kawasan mangrove.

Taman Nasional Ujung Kulon terletak di ujung barat pulau Jawa. Sejak tahun 1991 kawasan ini dimasukkan dalam daftar warisan dunia pada kriteria (iii) yakni memiliki fenomena alam yang luar biasa dan (iv) yakni merupakan habitat konservasi *in situ* spesies langka (Anonim, 2002). TN Ujung Kulon memiliki hutan mangrove di sepanjang pantai utara tanah genting, sungai Cikalong, Pulau Handeuleum, dan Pulau Panaitan. Spesies yang dominan antara lain *S. alba*, *Lumnitzera racemosa*, *N. fruticans*, *Avicennia*, *Rhizophora*, dan *Bruguiera* (Blower dan Zon, 1977; Hommel, 1987). TN Baluran di ujung timur laut pulau Jawa, memiliki 36 spesies mangrove yang letaknya terpencar-pencar, delapan diantaranya baru diidentifikasi yaitu *Acrostichum aureum*, *Osbornea octodonta*, *Bruguiera sexangula*, *B. gymnorhiza*, *Rhizophora lamarckii*, *R. mucronata*, *R. stylosa*, dan

Heritiera littoralis (Saraswati, 2001). TNL Karimunjawa memiliki 25 spesies mangrove mayor dan minor, antara lain: *Bruguiera*, *Rhizophora*, *Ceriops*, *Sonneratia*, *Avicennia*, dan *Xylocarpus* (Martoyo, 2000).

Terdapat banyak faktor yang menyebabkan rusaknya ekosistem mangrove di Jawa. Dalam tulisan ini akan diketengahkan beberapa faktor yang menjadi penyumbang terbesar kerusakan tersebut, antara lain: pertambahan, penebangan hutan, reklamasi dan sedimentasi, serta pencemaran lingkungan, khususnya oleh minyak bumi.

PERTAMBAKAN

Hilangnya hutan mangrove terutama disebabkan pembuatan tambak ikan dan udang, khususnya dalam dua dekade terakhir (Kairo *et al.*, 2001; Ong, 2002; The Jakarta Post, 29/1/2002). Nilai ekonomi udang yang tinggi menjadikannya mata dagangan penting di dunia (Martinez-Alier, 2001; Ong, 2002). Keberhasilan teknik budidaya udang di Taiwan pada tahun 1970-an mendorong upaya pertambakan udang secara modern dalam skala luas di Asia Tenggara, Karibia dan Amerika Selatan (Phillips *et al.*, 1993; Primavera, 1993, 1995; Ellison dan Farnsworth, 1996; Naylor *et al.* 1998). Hingga tahun 1991, hutan mangrove seluas 1,2 juta hektar di kawasan Indo-Pasifik Barat telah diubah menjadi tambak (Primavera, 1995). Sejak tahun 1990 sekitar 269.000 ha hutan mangrove Indonesia dikonversi menjadi tambak (Choudhury, 1996). Konversi mangrove menjadi tambak secara besar-besaran terjadi di pantai utara Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (Anonim, 2001a).

Di Indonesia pembuatan tambak udang pada awalnya di mulai di pantai utara Jawa, dimana mendorong perusakan hutan mangrove secara besar-besaran antara pertengahan tahun 1970-1990-an. Kini kebanyakan tambak tersebut tidak lagi produktif, sehingga dicari lahan baru seperti di Irian, Sulawesi, Kalimantan, dan Maluku. Beberapa tambak besar di Indonesia merupakan milik pengusaha Thailand. Mereka memindahkan lokasi usahanya ke Indonesia karena areal pertambakan di negerinya tidak lagi produktif akibat kerusakan ekosistem mangrove (Martinez-Alier, 2001). Pembuatan tambak di sekitar muara sungai dan dataran pantai utara Jawa menyebabkan perubahan vegetasi muara secara nyata. Ekosistem mangrove hanya tersisa pada tempat-tempat tertentu yang sangat terisolasi atau ditanam di tepi tambak yang berbatasan dengan pantai atau sungai untuk mencegah abrasi (Anonim, 1995).

Pengamatan penulis pada tahun 2002 di sepanjang pantai utara Jawa menunjukkan adanya tambak-tambak ikan yang dikelola secara intensif hingga jauh ke arah daratan. Hampir semua pantai yang mengalami sedimentasi membentuk dataran lumpur dan memiliki ekosistem mangrove diubah menjadi areal tambak. Secara intensif hal ini

berlangsung antara lain di pantai Indramayu, Brebes, Pekalongan, Demak, Pati, Rembang, Lamongan, Gresik dan Situbondo, meskipun beberapa areal tambak tampaknya tidak lagi produktif akibat perubahan kondisi hidrologi, edafit (tanah sulfat asam), penyakit dan pencemaran lingkungan. Hal ini dapat dijumpai di Brebes, Situbondo dan Probolinggo dimana ratusan hektar tambak beserta sarana produksinya dibiarkan rusak tidak terurus. Pengamatan yang sama di pantai selatan Jawa menunjukkan pula adanya upaya mengubah lahan basah mangrove menjadi tambak udang. Dalam jumlah terbatas hal ini dijumpai di muara Sungai Lokulo, Cakrayasan, Bogowonto, dan Ijo, sedang dalam skala besar dilakukan di Segara Anakan, namun upaya terakhir ini gagal karena adanya akumulasi pirit yang beracun (tanah sulfat asam), di samping penjarangan oleh masyarakat karena tidak adanya kepastian hukum atas tanah timbul yang digunakan (Kompas, 7/3/1998; Republika, 24/3/2001).

PENEBAANGAN HUTAN

Kerusakan ekosistem mangrove tidak hanya terjadi di luar kawasan hutan namun juga di dalam hutan yang dikelola Perhutani. Berdasarkan identifikasi Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutaan Sosial Departemen Kehutanan, kerusakan mangrove di dalam hutan mencapai 1,7 juta hektar (44,73%), sedangkan di luar hutan mencapai 4,2 juta hektar (87,5%). Pembukaan lahan untuk tambak udang memiliki andil besar bagi kerusakan mangrove di luar hutan, sedangkan penebangan secara tidak lestari merupakan penyebab utama kerusakan mangrove di dalam hutan (Suara Pembaruan, 11/8/2002). Penebangan hutan hingga tingkat yang tidak memungkinkan penyembuhan secara alami merupakan ancaman serius ekosistem mangrove (Hasmonel *et al.*, 2000).

Keterkaitan mangrove dengan produktivitas perikanan telah banyak dilaporkan (e.g. Lewis *et al.* 1985; Twilley, 1993; Primavera, 1995; Ellison dan Farnsworth, 1996). Pembabatan ekosistem mangrove selalu diikuti penurunan hasil tangkapan ikan dan udang pada perairan pantai di sekitarnya (Martosubroto dan Naamin, 1977), termasuk pembabatan mangrove untuk pertambakan. Oleh karena itu perlu adanya manajemen yang terintegrasi antara pengelola hutan mangrove dan perikanan, sehingga terbuka kesempatan untuk melakukan akuakultur dan marikultur secara berkelanjutan (Kairo *et al.*, 2001).

Kerusakan hutan mangrove dan daerah aliran sungai di Indramayu menyebabkan muara-muara sungai mengalami pendangkalan hebat, sehingga menghambat lalu lintas perahu nelayan. Ketiadaan mangrove menyebabkan sedimen yang dibawa aliran sungai tidak tertangkap dan terendapkan, sehingga menyebar di alur pelayaran. Upaya pengerukan sedimen sangat mahal dan diperkirakan akan sia-sia

apabila merusak daerah aliran sungai, pembabatan pepohonan, dan konversi menjadi lahan terbuka masih berlanjut. Pembabatan hutan mangrove menyebabkan abrasi di Indramayu dan Jepara, hingga menghapus beberapa kawasan permukiman dari peta. Sebaliknya pengelolaan hutan mangrove yang baik di sekitar teluk Grajakan, Banyuwangi menyebabkan kawasan yang menghadap ke pantai selatan Jawa tersebut aman dari abrasi dan badai. Badai tsunami merupakan salah satu bencana alam paling merusak di kawasan pantai. Tsunami di Flores 12 Desember 1992 menelan korban 2100 jiwa, di Banyuwangi 2 Juni 1994 menelan 223 jiwa, dan di Biak 17 Februari 1996 menelan 104 jiwa (Suara Pembaruan, 11/8/2002).

REKLAMASI DAN SEDIMENTASI

Reklamasi

Reklamasi pantai untuk kepentingan industri dan pelabuhan telah banyak dilakukan di pantai utara Jawa, namun reklamasi besar-besaran tampaknya baru akan dilakukan dalam megaproyek *Jakarta Waterfront City* di pantai utara Jakarta dan Jawa Barat. Di pantai ini kawasan pasang surut seluas 8000 ha dan sepanjang 30 km direklamasi untuk area perumahan, perdagangan, marina, perkantoran, area rekreasi dan padang golf. Kawasan yang direklamasi meliputi 4000 ha laut Jawa dengan kedalaman 5 m dan 4000 ha bekas tambak dan hutan mangrove (150 ha). Reklamasi akan mempengaruhi ekosistem terumbu karang (Hasmonel *et al.*, 2000), dan merombak zona jeluk dangkal pantai utara Jakarta secara kompleks, dimana terjadi perubahan secara tiba-tiba antara ekosistem daratan dan laut (Ligtvoet *et al.*, 1996). Tanggul-tanggul pemecah gelombang dan waduk-waduk lapangan golf akan menggantikan hutan mangrove dan rawa-rawa yang saat ini masih diperlukan untuk menahan abrasi pantai dan menampung kelebihan air hujan (Hasmonel *et al.*, 2000).

Pada tahun 1940-an, kawasan pantai utara Jakarta memiliki area mangrove setebal 2-7 km. Kini kawasan mangrove hanya berupa garis tipis, terpisah-pisah di sepanjang tepian pantai akibat konversi ke tambak dan sawah. Di sisi timur pantai Jakarta tersisa hutan lindung Anke-Kapuk dan cagar alam Muara Angke, yang sangat miskin spesies dan rusak akibat pencemaran limbah kimia, sampah kota, perubahan hidrologi dan sedimentasi, sehingga secara ekologi tidak banyak berperan terhadap ekosistem perairan pantai Jakarta dan laut Jawa. Restorasi hutan Anke-Kapuk tidak praktis karena tekanan pembangunan yang cenderung mematikan habitat ini (Ligtvoet *et al.*, 1996; Hasmonel *et al.*, 2000). Oleh karena itu perlu adanya hutan mangrove baru yang bernilai ekologi, edukasi dan pariwisata. Salah satu lokasi yang sangat menjajikan adalah muara sungai Cisadane, dimana daratan lumpur terbentuk sejauh 30-50 meter per tahun dengan

potensi luas mencapai 400 ha dan kolonisasi tumbuhan mangrove relatif cepat. Kawasan ini kurang terpolusi dibanding lokasi lain, memiliki berbagai bentuk lanskap seperti tepian sungai, laguna, dataran lumpur, dan pulau-pulau baru, sehingga sangat sesuai bagi pembentukan ekosistem mangrove yang lengkap (Ligtvoet *et al.*, 1996).

Sebelumnya reklamasi pantai sudah dilakukan di kawasan pantai Ancol tahun 1960-an. Tanah hasil reklamasi digunakan untuk area industri, perumahan, dan rekreasi. Konversi mangrove untuk pemukiman juga pernah dilakukan pada tahun 1990-an di Pantai Kapuk. Reklamasi, seharusnya tidak hanya memperluas daratan tetapi juga dapat memperbaiki lingkungan sekitarnya (Hasmonel *et al.*, 2000). Tujuan akhir pengelolaan wilayah pesisir adalah memberi kesempatan masyarakat memanfaatkan sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan untuk meningkatkan kualitas hidup (Butar-Butar, 1996).

Sedimentasi

Sedimentasi merupakan masalah serius pada semua sungai-sungai besar di Jawa, Sumatera dan Kalimantan. Hal ini terkait dengan intensitas kegiatan manusia di daerah aliran sungai, sehingga menjadi suatu hal yang tampaknya sulit dihindari, khususnya di Jawa mengingat tingginya populasi penduduk. Sedimentasi yang berdampak serius terhadap kelangsungan ekosistem mangrove terjadi di Segara Anakan. Hal ini terkait dengan sifat lagunanya yang tertutup hingga terjadi akumulasi sedimen luar biasa. Setiap tahun sungai Citanduy mengangkut 5 juta m³ sedimen dan sungai Cikonde/Cimeneng 770.000 m³, dimana sebagian besar diendapkan di Segara Anakan. Sedimentasi di pantai utara Jawa, tampaknya tidak banyak mempengaruhi ekosistem mangrove walaupun sangat merugikan perekonomian (Anonim, 2001a).

Sedimentasi merupakan faktor dinamis yang mendorong terbentuknya ekosistem mangrove, namun sedimentasi yang berlebih di Segara Anakan akan mengubur laguna dan merubahnya menjadi ekosistem daratan. Pada saat ini luasan Segara Anakan diperkirakan hanya tinggal 600ha, dengan kedalaman pada saat surut tidak lebih dari 50 cm. Pada tahun 1903 perairan laguna itu masih sekitar 6.450 ha dengan kedalaman antara 30-40 m (ECI, 1994). Pengerukan Segara Anakan dan penyudetan muara Sungai Cintanduy diharapkan dapat mengurangi pelumpuran di laguna (Winarno dan Setyawan, 2003). Kawasan Segara Anakan merupakan tempat pemijahan dan pengasuhan berbagai biota laut, serta menyuplai beraneka bibit jenis ikan dan udang di sepanjang pantai selatan Jawa, mulai dari Pelabuhan Ratu hingga Gunung Kidul. Pelumpuran Segara Anakan yang menyebabkan menyempitnya luas laguna dan dangkalnya sungai menyebabkan banjir di Kecamatan Kawunganten, Sidareja, dan Patimuan di Kabupaten Cilacap, serta Kalipucang, Padaherang dan Banjarsari di

Kabupaten Ciamis (Pikiran Rakyat, 7/9/2002). Sebaliknya pada musim kemarau berkurangnya hutan bakau menyebabkan intrusi air asin di kawasan permukiman, seperti Panikel, Motean, Bugel, Ciawitali, Cibereum, Karanganyar, dan Majingklak, serta menyebabkan air sungai Cikonde/Cimeneng dan Citanduy menjadi payau sehingga tidak dapat digunakan untuk minum dan memasak (Suara Pembaruan, 21/10/2002).

PENCEMARAN LINGKUNGAN

Kawasan mangrove merupakan habitat antara laut dan daratan, sehingga pencemaran yang terjadi di laut maupun di daratan dapat berdampak pada kawasan ini. Sekitar 80% pencemaran di laut berasal dari daratan, seperti dari industri, pertanian, dan rumah tangga. Sumber pencemar terbesar di laut berasal dari aliran permukaan dari daratan (44%), emisi pesawat terbang (33%), pelayaran dan tumpahan minyak (12%), pembuangan limbah ke laut (10%), dan kegiatan penambangan lepas pantai (1%) (Anonim, 2001a). Bahan pencemar seperti minyak, sampah, dan limbah industri dapat menutupi akar mangrove sehingga mengurangi kemampuan respirasi, osmoregulasi, dan mati. Tumpahan minyak mendapat perhatian besar karena menyebabkan banyak kerusakan jangka panjang pada ekosistem mangrove (Wardrup, 1987; Burns *et al.*, 1993; Duke *et al.*, 1997), sedangkan logam berat memiliki toksisitas, persistensi dan prevalensi yang sangat tinggi (Shriadah, 1999).

Tumpahan minyak di laut akan terbawa ke kawasan mangrove pada saat air pasang, lalu terdeposit di permukaan sedimen dan akar pohon ketika air surut. Pola pasang harian yang berubah-ubah menyebabkan setiap tempat mendapatkan pengaruh yang berbeda-beda. Pada pencemaran berat, tumbuhan mangrove dapat mati akibat lentisel pneumatofora tertutup minyak. Mangrove juga dapat mati akibat terserapnya minyak oleh sedimen. Senyawa aromatis minyak bumi dengan berat molekul rendah dapat merusak membran sel akar yang terletak di dalam sedimen, sehingga garam dapat masuk ke jaringan dan terjadi keracunan (IPIECA, 1993a).

Selama paruh akhir abad ke-20 kebutuhan industri di negara-negara maju akan minyak bumi berkembang pesat, sehingga operasi pelayaran kapal tangker - satu-satunya moda transportasi pengangkut minyak bumi antara benua - berlangsung sangat intensif. Salah satu akibatnya adalah kecelakaan kapal tangker dimana jutaan liter minyak bumi tumpah ke laut dan tersebar hingga kawasan pesisir di sekitarnya. Kejadian terbaru adalah tenggelamnya kapal tangker *Prestige* yang membawa 76 juta liter minyak di pantai utara Spanyol pada bulan Nopember 2002. Kecelakaan kapal tangker paling terkenal adalah tenggelamnya *Exxon Valdez* pada tahun 1989 di Alaska yang menyebabkan tumpahnya 40 juta liter

minyak bumi (Bragg *et al.*, 1994; Pickrell, 2002). Di perairan laut sekitar Jawa, kecelakaan kapal tangker minyak bumi telah beberapa kali terjadi (Tabel 1.).

Tabel 1. Kejadian tumpahan minyak bumi di perairan laut sekitar Jawa sejak tahun 1990-an (Anonim, 2003; 2001a).

Tahun	Lokasi	Kejadian
1994	Cilacap	Tabrakan antara kapal tanker MV. Bandar Ayu dengan kapal ikan.
1997	Selat Madura	Tenggelamnya kapal tanker SETDCO.
1998	Tanjung Priok	Kandasnya kapal Permina Supply No. 27 dengan muatan solar.
1999	Cilacap	Robeknya kapal tanker MT. King Fisher yang menumpahkan 640.000 liter minyak dan mencemari teluk Cilacap sepanjang 38 km.
2000	Cilacap	Tenggelamnya kapal tangker HHC yang memuat 9000 ton aspal.
2001	Tegal-Cirebon	Tenggelamnya kapal tangker Steadfast yang mengangkut 800-1200 ton minyak.
2002	Yogyakarta	Tenggelamnya M.V. Kalla Lines di pantai Congot yang membawa aspal.

Dampak tumpahan minyak akibat kecelakaan kapal tangker masih akan terasa hingga puluhan tahun kemudian. Kecelakaan kapal tangker di teluk Buzzards, Massachusetts, pada bulan September 1969 yang menumpahkan 700.000 liter minyak disel hingga kini masih menyisakan residu pada sedimen rawa, sehingga tingkat kerugian pada ekosistem sulit dipastikan. Meskipun lapisan minyak telah hilang dari permukaan air, hidrokarbon minyak masih tetap bertahan dalam sedimen pada kedalaman 6-28 cm. Degradasi minyak bumi sangat lambat bahkan setelah 30 tahun. Hal ini disebabkan ketiadaan oksigen dan sulfat dari sedimen yang dibutuhkan bakteri pendegradasi untuk bertahan hidup (Pickrell, 2002). Di kawasan tropis laju degradasi minyak biasanya lebih cepat, hambatan degradasi selain akibat sifat sedimen mangrove yang anaerob, juga karena tingginya konsentrasi tannin pada lumpur mangrove sehingga menghambat kehidupan bakteri pendegradasi (IPIECA, 1993a).

Berbagai teknik untuk membersihkan lingkungan dari pencemaran minyak telah ditemukan dan dapat diterapkan secara baik, namun beberapa teknik dapat menghambat penyembuhan habitat tertentu (Sell, 1995). Hingga kini cara terbaik adalah mengambil tumpahan minyak langsung secara mekanis, baik dengan menyedot, menyedot, menyerap atau cara lain. Penggunaan dispersan agar minyak mengendap hanya memindahkan pencemaran dari permukaan air ke permukaan sedimen (IPIECA, 1993b).

Sedimen mangrove didominasi lumpur anaerob dan mengandung sulfur (Alongi dan Saes Kumar, 1992). Permukaan sedimen yang mengandung oksigen kurang dari 1 cm, bahkan pada hutan *Rhizophora* hanya sedalam 1-2 mm (Duke *et al.*, 1999). Ketersediaan oksigen dan nutrisi merupakan faktor pembatas kehidupan bakteri pendegradasi hidrokarbon (Swannell *et al.*, 1994; Scherrer dan Mille, 1989; Oudot dan Dutrieux, 1989; Burns *et al.*, 1999). Pendekatan bioremediasi dapat digunakan untuk biodegradasi minyak, dimana mikroba diberi tambahan akseptor elektron dan nutrisi, sehingga pertumbuhan dan perkembangannya lebih cepat. Teknik ini telah berhasil diterapkan pada lingkungan pantai berpasir, berkerikil dan berkerakal (Prince, 1993; Bragg *et al.*, 1994; Swannell *et al.*, 1994, 1996, 1999). Meskipun masih jarang dilakukan pada lingkungan mangrove (Burns *et al.*, 1999), penambahan aerasi dan nutrisi terbukti dapat mempercepat pertumbuhan organisme pendegradasi hidrokarbon minyak bumi di kawasan mangrove (Ramsay *et al.*, 2000).

Pengaruh tumpahan minyak pada sedimen mangrove dapat berlangsung selama puluhan tahun, namun di kawasan tropis setahun setelah terjadinya tumpahan, restorasi mangrove sudah dapat dilakukan. Semakin lama masa jeda, maka semakin tinggi tingkat keberhasilan pertumbuhan propagule. Hal ini tergantung pada jenis minyak yang tumpah, tipe tanah, pola pasang-surut dan intensitas hujan (IPIECA, 1993a). Di Refineria Panama, dua tahun setelah tumpahnya minyak, sebanyak 86.000 sedling mangrove dengan tinggi rata-rata 1 m ditanam pada area seluas 75 ha, dari hasilnya 90% sedling tersebut dapat tumbuh dan bertahan hidup (Teas, 1989).

PENUTUP

Ekosistem mangrove di Jawa mengalami penurunan sangat drastis, akibat tingginya tekanan populasi penduduk yang berimplikasi pada besarnya kegiatan pertambahan, penebangan hutan mangrove, reklamasi dan sedimentasi, serta pencemaran lingkungan. Hal ini menimbulkan kesadaran akan pentingnya upaya konservasi, manajemen, dan restorasi hutan mangrove, untuk menjaga kelestarian fungsi sosial-ekonomi, sosial-budaya, dan peran ekologi. Hambatan utama pemanfaatan mangrove secara lestari adalah pengelolaan yang bersifat sektoral, lemahnya keikutsertaan masyarakat, kemiskinan, dan kurangnya kepedulian terhadap nilai ekologi mangrove. Permasalahan manajemen ini bergabung dengan lemahnya pengetahuan mengenai teknik silvikultur, potensi penggunaan, dan teknik regenerasi. Restorasi mangrove berpotensi besar menaikkan nilai sumber daya ini, memberi mata pencaharian penduduk, mencegah kerusakan pantai, menjaga biodiversitas, dan produksi perikanan. Hal ini akan dibahas dalam bagian kedua tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoae S. 1993. *Ecology and Management of Mangroves*. Bangkok: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Alongi, D.M. and A. Sasekumar. 1992. Benthic communities. In Robertson, A.I. and D.M. Alongi (ed.). *Coastal and Estuarine Studies: Tropical Mangrove Ecosystems*. Washington DC.: American Geophysical Union.
- Anonim. 1995. *Summary Environmental Impact Assessment of the North Java Flood Control Sector Project in the Republic of Indonesia. July 1995*. Jakarta: Directorate General of Water Resources Development (DGWRD).
- Anonim. 1997. *National Strategy for Mangrove Management in Indonesia. Volume 1: Strategy and Action Plan. Volume 2: Mangrove in Indonesia Current Status*. Jakarta: Office of the Minister of Environment, Department of Forestry, Indonesian Institute of Science, Department of Home Affairs, and The Mangrove Foundation.
- Anonim. 1998. *Muara Angke Nature Reserve*. <http://users.bart.nl/~edcolijn/angke.html>
- Anonim. 2000. *Pesona Alas Purwo*. http://siklusits.tripod.com/alas_purwo.htm
- Anonim. 2001a. *Naskah Akademik Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Anonim. 2001b. Shoreline stabilization and storm protection. *Wetland Values and Function*. Gland: The Ramsar Bureau
- Anonim. 2002. *Brief Descriptions of Sites Inscribed on the World Heritage List*. Paris: UNESCO World Heritage Centre.
- Anonim. 2003. *The Mariner Group - Oil Spill History*. <http://www.marinergroup.com/oil-spill-history.htm>
- Arisandi, P. 2001. *Mangrove Jawa Timur, Hutan Pantai yang Terlupakan*. Gresik: Ecological Observation and Wetlands Conservation (ECOTON).
- Bandaranayake, W.M. 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. *Mangrove and Salt Marshes* 2: 133-148.
- Bennett, E.L. and C.J. Reynolds. 1993. The value of mangrove area in Sarawak. *Biodiversity Conservation* 2: 359-375.
- Birkeland, C. 1983. *Influences of Topography of Nearby Land Masses in Combination with Local Water Movement Patterns on the nature of Nearshore Marine Communities, Productivity and Processes in Island Marine Ecosystem*. Dunedine: UNESCO Report in Marine Science No. 27.
- Blasco, F. 1992. Outlines of ecology, botany and forestry of the mangals of the Indian subcontinent. In Chapman, V.J. (ed.). *Ecosystems of the World 1: Wet Coastal Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier.
- Blower, J.H. and A.P.M. van der Zon. 1977. *Ujung Kulon National Park Management Plan 1977-1981*. Field report. Bogor: UNDP/FAO Nature Conservation and Wildlife Management Project INS/73/013..
- Bragg, J. R., R.C. Prince, E.J. Harner, and R.M. Atlas. 1994. Effectiveness of bioremediation for the Exxon Valdez oil spill. *Nature* 368: 413-418.
- Burns, K.A. 1993. Evidence for the importance for including hydrocarbon oxidation products in environmental assessment studies. *Marine Pollution Bulletin* 26: 77-85.
- Burns, K.A., S. Codi, R.J.P. Swannell, and N.C. Duke. 1999. Assessing the petroleum hydrocarbon degradation potential of endogenous tropical marine wetland microorganisms: Flask experiments. *Mangroves and Salt Marshes* 3: 67-83.
- Burns, K.A., S.D. Garrity, D. Jorissen, J. MacPherson, and M. Stoelting. 1994. The Galeta oil spill. II: Unexpected persistence of oil trapped in mangrove sediments. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 38: 349-364.
- Butar-Butar. M. 1996. *Laporan Akhir Tim Analisis dan Evaluasi Hukum tentang Penggunaan Pantai untuk Kepentingan Pribadi/Perorangan*. Jakarta: Badan Pembinaan Hukum Nasional, Departemen Kehakiman Republik Indonesia.
- Chapman, V.J. 1976. *Mangrove Vegetation*. Liechtenstein J.Cramer Verlag.
- Chapman, V.J. 1992. Wet coastal formations of Indo Malesia and Papua-New Guinea. In Chapman, V.J. (ed.). *Ecosystems of the World 1: Wet Coastal Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier.
- Choudhury, J.K. 1996. Mangrove forest management. *Mangrove Rehabilitation and Management Project in Sulawesi*. Jakarta: Asia Development Bank.
- Chowdhury, R.A., and I. Ahmed. 1994. History of forest management. In Hussain Z, and G. Acharya (ed.). *Mangroves of the Sundarbans, Vol. 2: Bangladesh*. Gland, Switzerland: IUCN Wetlands Program.
- Clark, R. J. 1996. *Coastal Zone Management Hand Book*. Boca Raton: CRC Lewis Publishers.
- Clough, B.F. 1992. Primary productivity and growth of mangrove forests. In Robertson, A.I. and D.M. Alongi (ed.). *Coastal and Estuarine Studies: Tropical Mangrove Ecosystems*. Washington DC.: American Geophysical Union.
- Coulter, S.C., C.M. Duarte, S.T. Mai, H.T. Nguyen, T.H. Hoang, H.G. Le, and N.G. Phan. 2001. Retrospective estimates of net leaf production in *Kandelia candel* mangrove forests. *Marine Ecology Progress Series* 221: 117-124.
- Dahdouh-Guebas, F., C. Mathenge, J.G. Kairo, and N. Koedam. 2000. Utilization of mangrove wood products around Mida Creek (Kenya) among subsistence and commercial users. *Economic Botany* 54: 513-527.
- Dahuri R, J. Rais, S.P.Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: P.T. Saptodadi.
- Departemen Kehutanan. 1994. *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi (RTR) Daerah Pantai*. Jakarta: Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Departemen Kehutanan.
- Duarte, C.M. and J. Cebrián. 1996. The fate of marine autotrophic production. *Limnology and Oceanography* 41:1758-1766
- Dudley, R.G. 2000. *Segara Anakan Fisheries Management Plan*. Cilacap: Segara Anakan Conservation and Development Project.
- Duke, N.C., K.A. Burns, and R.P.J. Swannell. 1999. *Research into the Bioremediation of Oil Spills in Tropical Australia: with Particular Emphasis on Oiled Mangrove and Salt Marsh Habitat*. Final report to the Australian Safety Maritime Authority. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
- Duke, N.C., Z.S. Pinzon, and M.C.Prada, M.C. 1997. Large-scale damage to mangrove forests following two large oil spills in Panama. *Biotropica* 29: 2-14.
- ECl, 1994. *Segara Anakan Conservation and Development Project*. Jakarta: Asian Development Bank.
- Ellison, A.M. and E.J. Farnsworth. 1996. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends, and future predictions. *Biotropica* 24: 549-565.
- FAO. 1982. *Management and Utilization of Mangrove in Asia and the Pacific*. Rome: FAO Environment Paper 3.
- Giesen, W. 1991. *Checklist of Indonesian Fresh Water Aquatic Herbs*. PHPA/AWB Sumatra Wetland Project Report No. 27. Jakarta: Asian Wetland Bureau-Indonesia.
- Giesen, W. 1993. Indonesian mangroves: an update on remaining area and main management issues. *International Seminar on Coastal Zone Management of Small Island Ecosystem, Ambon, 7-10 April 1993*.
- Goldman, R.C. and Horne, 1983. *Limnology*. New York: McGraw Hill International Book Company.
- Gómez, E.G. 1988. Overview of environmental problems in the East Asian seas region. *Ambio* 17:166-169.
- Hadianto. 1998. Geological data processing activities in the directorate of environmental geologi for anticipated development in large urban areas. *The DCGM Phase III Coordinator's Meeting*, Bangkok, Thailand, January 12-14, 1998.
- Hamilton, L.S. and S.C. Snedaker. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. Honolulu: Environment and Policy Institute, East-West Center.
- Hasmonel, M.W. Purwaningdyah, dan R. Nurhayati. 2000. *Reklamasi Pantai dalam Hubungannya dengan Pendaftaran Tanah (Studi Kasus di Pantai Utara Jakarta)*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Hommel, P.W.F.M. 1987. *Landscape-ecology of Ujung Kulon (West Java, Indonesia)*. Wageningen: Soil Survey Institute.
- Hong, P.N. and H.T. San. 1993. *Mangroves of Vietnam*. Bangkok: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.
- Howe, C.P., G.F. Claride, R. Hughes, and Zuwendra. 1992. *Manual of Guideline for Scoping EIA in Indonesia Wetland*. Second

- edition. PHPA/AWB Sumatra Wetland Project No. 6B. Jakarta: Direktorat General of Forest Protection and Nature Conservation-Asian Wetland Bureau Indonesia
- Hussain, Z. and G. Acharya, 1994. (ed.). *Mangroves of the Sundarbans. Vol. 2: Bangladesh*. Bangkok: International Union for the Conservation of Nature.
- Hussein, M.Z. 1995. Silviculture of mangroves. *Unasyilva* 46: 36-42.
- IPIECA. 1993a. *Biological Impact of Oil Pollution: Mangroves*. IPIECA Report No. 4. London: International Petroleum Industry Environmental Conservation Association.
- IPIECA. 1993b. *Dispersants and their Role in Oil Spill Response*. IPIECA Report No. 5. London: International Petroleum Industry Environmental Conservation Association.
- Iskandar, J. 1987. Stop perburuan burung air. *Suara Alam* 49: 47-50.
- Jayatissa, L.P., F. Dahdouh-Guebas, and N. Koedam. 2002. A review of the floral composition and distribution of mangroves in Sri Lanka. *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 29-43.
- Jimenez, J.A., R. Martinez, and L. Encarnacion. 1985. Massive tree mortality in Puerto Rican mangroves forests. *Caribbean Journal of Science* 21: 75-78.
- Kairo, J.G., F. Dahdouh-Guebas, J. Bosire, and N. Koedam. 2001. Restoration and management of mangrove systems — a lesson for and from the East African region. *South African Journal of Botany* 67: 383-389.
- Kartawinata, K. 1979. Status pengetahuan hutan bakau di Indonesia. *Prosiding Seminar Ekosistem Hutan Mangrove*. Jakarta: MAP LON LIPI.
- Kitamura, S., C. Anwar, A. Chaniago, and S. Baba. 1997. *Handbook of Mangroves in Indonesia; Bal & Lombok*. Denpasar: The Development of Sustainable Mangrove Management Project, Ministry of Forest Indonesia and Japan International Cooperation Agency.
- Knox, G.A. and T. Miyabara. 1984. *Coastal Zone Resource Development and Conservation in South East Asia, with special Reference to Indonesia*. Jakarta: UNESCO.
- Kompas, 31/5/2002. *Panorama Cagar Alam Pulau Sempu*.
- Kompas, 31/7/2002. *90 Persen Pantura Jatim Rusak*.
- Kompas, 7/3/1998. *Massa Rusak Sarana Tambak Udang*.
- Lewis, R.R. 1990. Creation and restoration of coastal wetlands in Puerto Rico and the US Virgin Islands. In Kusler J.A. and M.E. Kentula (ed.) *Wetland Creation and Restoration: The Status of Science, Vol. 1: Regional Reviews*. Washington: Island Press.
- Lewis, R.R., R.G. Gilmore, D.W. Crewz, and W.E. Odum. 1985. Mangrove habitat and fishery resources of Florida. In Seaman, W. (ed.) *Florida Aquatic Habitat and Fishery Resources*. Kissimee: Florida Chapter American Fisheries Society.
- Lightvoet, W., R.H. Hughes, and S. Wulffraat. 1996. Recreating mangrove forest near Jakarta, Conserving biodiversity in an urban environment. *Land and Water International* 84: 8-11.
- Lugo A.E. and S.C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-63.
- Machfud, D.S. 1990. *Social Forestry Network: Social Forestry in Disputed upland Areas in Java*. Jakarta: Perum Perhutani, State Forest Corporation, Java, Indonesia.
- MacNae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region. *Advances in Marine Biology* 6: 73-270.
- Manassrisuksu, K., M. Weir, and Y.A. Hussin. 2001. Assessment of mangrove rehabilitation programme using remote sensing and GIS: a case study of Amphur Khlung, Chantaburi Province, Eastern Thailand. *22nd Asian Conference on Remote Sensing, Singapore 5-9 November 2001*.
- Marius, C. 1977. Propositions pour une classification française des sols de mangroves tropicales. *Cah. ORSTOM* 15 (1): 89-102.
- Martinez-Alier, J. 2001. *Ecological Conflicts and Valuation - Mangroves vs. Shrimp in the Late 1990s*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martosubroto, P. and M. Naamin. 1977. Relationship between tidal forests (mangroves) and commercial shrimp production in Indonesia. *Marine Research Indonesia* 18: 81-86.
- Martoyo, I.D. 2000. Taman Nasional Karimunjawa, potensi dan hambatan pembentukan kawasan konservasi biodiversitas di Propinsi Jawa Tengah. *Dalam Setyawan, A.D. dan Sutarno (ed.). Menuju Taman Nasional Gunung Lawu. Prosiding Semiloka Nasional Konservasi Biodiversitas untuk Perlindungan dan Penyelamatan Plasma Nutfah di Pulau Jawa, Surakarta 17-20 Juli 2000*. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA UNS.
- Miller, K.R. 1999. International wilderness provides ecological services for sustainable living. *International Journal of Wilderness* 5 (3): 35-39.
- Naylor, R.L., R.J. Goldberg, H. Mooney, M. Beveridge, J. Clay, C. Folke, N. Kautsky, J. Lubchenco, J.H. Primavera, and M. Williams. 1998. Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science* 282: 883-884.
- Ng, P.K.L. and N. Sivasothi (ed.). 2001. *A Guide to Mangroves of Singapore. Volume 1: The Ecosystem and Plant Diversity and Volume 2: Animal Diversity*. Singapore: The Singapore Science Centre.
- Nurwanto, Y.A. 2001. *Keanekaragaman Vegetasi Hutan Mangrove di Segara Anakan Cilacap*. [Tesis]. Surakarta: Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana UNS.
- Nybakken, J.W. 1993. *Marine Biology, An Ecological Approach*. Third edition. New York: Harper Collins College Publishers.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamental of Ecology*. Third edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Ong, J.E. 2002. The hidden costs of mangrove services: use of mangroves for shrimp aquaculture. *International Science Round Table for the Media, Bali Indonesia, 4 June 2002*. Joint event of ICSU, IGBP, IHDP, WCRP, BIODIVERSITAS and START.
- Oudot, J. and E. Dutrieux. 1989. Hydrocarbon weathering and biodegradation in a tropical estuarine ecosystem. *Marine Environmental Research* 27: 195-212.
- Phillips, M.J., C.K. Kwei-Lin, and M.C.M. Beveridge. 1993. Shrimp culture and the environment: lessons from the world's most rapidly expanding warmwater aquaculture sector. In Pullin, R.S.V., H. Rosenthal and J.L. MacLean (ed.) *Environment and Aquaculture in Developing Countries*. ICLARM Conference Proceedings 31.
- Pickrell, J. 2002. Oil spills pollute indefinitely and invisibly, study says. *National Geographic News, November 22, 2002*.
- Pikiran Rakyat, 7/9/2002. *Melihat Segara Anakan yang Nyaris Rusak Total: Pangandaran Menolak, Karanganyar Ancam Bendung Citanduy*.
- Primavera, J.H. 1993. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. *Reviews in Fisheries. Science* 1 (2): 151-201
- Primavera, J.H. 1995. Mangroves and brackish water pond culture in the Philippines. *Hydrobiologia* 295: 303-309.
- Prince, R.C., R.E. Bare, G.N. George, C.E. Haith, M.J. Grossman, J.R. Lute, D.L. Elmendorf, V. Minak-Bernero, J.D. Senius, L.G. Keim, R.R. Chianelli, S.M. Hinton, and A.R. Teal. 1993. The effect of bioremediation on the microbial populations of oiled beaches in Prince William Sound, Alaska. In *Proceedings of the 1993 Oil Spill Conference*. Washington DC: American Petroleum Institute.
- Rahman, L.M. 2000. The Sundarbans: A Unique Wilderness of the World. In McCool, S.F., D.N. Cole, W.T. Borrie, and J. O'Loughlin (ed.). *Wilderness science in a time of change conference—Volume 2: Wilderness within the context of larger systems; 1999 May 23-27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-2*. Ogden: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, and Rocky Mountain Research Station.
- Ramsay, M.A., R.P.J. Suwannell, W.A. Shipton, N.C. Duke, and R.T. Hill. 2000. Bioremediation on the microbial community in oiled mangrove sediments. *Marine Pollution Bulletin* 41 (7-12): 413-419.
- Ray, C.C. and R.G. McCormick. 1994. Coastal marine protected areas, a moving target. *Proceeding from the International Workshop on Coastal Marine Protected Areas and Biosphere Reserves*. Canberra: ANCA/UNESCO.
- Republika, 23/7/2002. *Kajian Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove Mengejutkan*.
- Republika, 24/03/2001. *Hutan Mangrove di Cilacap Menyusut*.
- Ruitenbeek, J.H. 1998. *Mangrove Management: An Economic Analysis of Management Options with a Focus on Bintuni Bay, Irian Jaya*. EMDI Environmental Reports 8. Jakarta: Environmental Management Development in Indonesia Project (EMDI).
- Saenger, P., E.J. Hegerl, and J.D.S. Davie. 1983. Global status of mangrove ecosystems. *The Environmentalist* 3: 1-88. Also cited as: IUCN. 1983. *Global Status of Mangrove Ecosystems*. Gland: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources.

- Saraswati, A. 2001. *8 Spesies As New Mangrove In Baluran National Park*. Banyuwangi: Baluran Breaking News.
- Sasaki, Y. and H. Sunarto. 1994. Mangrove forest of Segara Anakan lagoon. In Takashima, F. and K. Soewardi (ed.). *Ecological Assessment for Management Planning of Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java*. Tokyo: NODAI Center for International Program, Tokyo University of Agriculture and JSPS-DGHE Program.
- Scherrer, P. and G. Mille. 1989. Biodegradation of crude oil in an experimentally polluted peaty mangrove soil. *Marine Pollution Bulletin* 20: 430-432.
- Sell, D. 1995. The effect of oil spill clean-up on shore recovery times. *Proceedings of the Second International Oil Spill Research and Development Forum, London, 23-26 May 1995*. London: The International Maritime Organization.
- Semesi, A.K. 1998. Mangrove management and utilization in eastern Africa. *Ambio* 27: 620-626.
- Setyawan, A.D., A. Susilowati dan Wiryanto. 2002. Habitat reliks vegetasi mangrove di pantai selatan Jawa. *Biodiversitas* 3 (2): 242-256.
- Shriadah, M.M.A. 1999. Heavy metals in mangrove sediments of the United Arab Emirates shoreline (Arabian Gulf). *Water, Air, and Soil Pollution* 116: 523-534, 1999.
- Silvius, M.J., A.P.J.M. Steeman, E.T. Berczy, E. Djuharsa and A.W. Taufik. 1987. *The Indonesian Wetland Inventory. A Preliminary Compilation of Existing Information on Wetlands of Indonesia, Vol. I and II*. Bogor: PHPA, AWB/INTERWADER, EDWIN.
- Soemodihardjo, S and S. Ishemat. 1989. Country Report: Indonesia, The Status of Mangrove Forests in Indonesia, *Symposium on Mangrove Management*. Biotrop Special Publication No 37.
- Soemodihardjo, S. and L. Sumardjani. 1994. Re-afforestation of mangrove forests in Indonesia. *Proceeding of the Workshop on ITTO Project. Bangkok, 18-20 April 1994*.
- Soenarko. 2002. Kebijakan KIMPRASWIL dalam Rangka Percepatan Pembangunan Kelautan dan Perikanan. *Rapat Koordinasi Nasional Departemen Kelautan dan Perikanan Tahun 2002, Jakarta, 30 Mei 2002*.
- Soewarno, H. 1982. *The Cilacap Mangrove Ecosystem*. Jakarta: Lapan.
- Spalding, M., F. Blasco, and C. Field. 1997. *World Mangrove Atlas*. Okinawa: International Society for Mangrove Ecosystems.
- Spaninks, F. and P. van Beukering. 1997. *Economic Valuation of Mangrove Ecosystems: Potential and Limitations*. CREED Working Paper No 14, July 1997. London and Amsterdam: International Institute for Environment and Development, and Institute for Environmental Studies.
- Steenis, C.G.G..J. van. 1958. Ecology of mangroves. In *Flora Malesiana*. Djakarta: Noordhoff-Kollf.
- Suara Merdeka, 16/6/2001. *Hutan Mangrove Dimodifikasi dengan Kayu Putih*.
- Suara Pembaruan 29/7/2002. *Kerusakan Hutan Bakau Mengkhawatirkan*.
- Suara Pembaruan, 11/8/2002. *Pendangkalan dan Abrasi di Jawa Mengkhawatirkan*.
- Suara Pembaruan, 21/10/2002. *Warga Segara Anakan Kesulitan Air Bersih*
- Suara Pembaruan, 29/7/2002a. *10 Ha Hutan Bakau di Cilacap Kekeringan*.
- Sukardjo, S. 1985. Laguna dan vegetasi mangrove. *Oseana* 10 (4): 128-137
- Sukardjo, S. 1989. The mangrove forests of Java and Bali (Indonesia). *Symposium on Mangrove Management*. Biotrop Special Publication No 37.
- Swannell, R.P.J., A. Basseres, K. Lee, and F.X. Merlin. 1994. A direct respirometric method for the in situ determination of bioremediation efficacy. In *17th Arctic and Marine Oil Spill Program Technical Seminar*. Ottawa: Environment Canada.
- Swannell, R.P.J., D. Mitchell, D.M. Jones, S. Petch, I.M. Head, A. Willis, K. Lee, and J. Lepo. 1999. Bioremediation of oil contaminated fine sediments. In *Proceedings of 1999 International Oil Spill Conference*. Washington: The American Petroleum Institute.
- Swannell, R.P.J., K. Lee, and M. McDonagh. 1996. Field evaluations of marine oil spill bioremediation. *Microbiological Reviews* 60: 342-365.
- Tanaka, S., 1992. *Bali Environment the Sustainable Mangrove Forest*. Jakarta: Development of Sustainable Mangrove Management Project.
- Teas, H.J. 1989. Mangrove restoration after the 1986 Refineria Panama oil spill. *Proceedings 1989 Oil Spill Conference*. Washington, D.C.: American Petroleum Institute.
- Terchunian, A., V. Klemas, A. Alvarez, B. Vasconez, and L. Guerrero. 1986. Mangrove mapping in Ecuador: The impact of shrimp pond construction. *Environmental Management* 10: 345-350
- The Jakarta Post, 29/1/2002. *Development Sends Waterfowl to Brink*.
- Thom, B.G. 1967. Mangrove ecology and deltaic geomorphology: Tabasco, Mexico. *Journal of Ecology* 55: 301-343
- Tomlinson, C.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Twilley, R.R. 1993. Mangrove ecosystem biodiversity and conservation in Ecuador. In Potter, C.S., J.I. Cohen, and D. Janczewski (ed.). *Perspectives on Biodiversity: Case Studies of Genetic Resource Conservation and Development*. Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
- UNDP. 1998. *Integrated resource development of the Sundarbans Reserved Forests, Bangladesh. Volume I Project BGD/84/056*. Dhaka: United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Walsh, G.E. 1974. Mangroves: a review. In Reimold, R.J., and W.H. Queen (ed.). *Ecology of Halophytes*. New York: Academic Press.
- Wardrup, J.A., 1987. The effects of oils and dispersants on mangroves: a review and bibliography. *Occasional paper no. 2: Environmental Studies*. Adelaide: University of Adelaide.
- Watson, J.G. 1928. *Mangrove forests of the Malay Peninsula*. Kulala Lumpur: Malaysian Forest Records No. 6
- Widodo, H. 1987. Mangrove hilang ekosistem terancam. *Suara Alam* 49: 11-15.
- Winarno, K. dan A.D. Setyawan. 2003. Penyudetan Sungai Citanduy, buah simalakama konservasi ekosistem mangrove Segara Anakan. *Biodiversitas* 4 (1): 63-72.
- Wirjodarmodjo, H., S.D. Soeroso dan S. Bambang. 1979. Pengelolaan Hutan Payau Cilacap. *Prosiding Seminar Ekosistem Hutan Mangrove*. Jakarta: Lembaga Oseanologi Nasional LIPI.

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

BIODIVERSITAS

Journal of Biological Diversity
Volume 4 - Nomor 2 - Juli 2003

Variasi Genetik Ikan Anggoli (<i>Pristipomoides multidens</i>) berdasarkan Pola Pita Allozim ENDANG WIGATI, SUTARNO, HARYANTI	73-79
Karakteristik Mikrobiologis Bakteri Heterotrofik Aerobik Perairan Pantai Baron, Gunung Kidul, Yogyakarta AGUS IRIANTO, PANCRASIA MARIA HENDRATI	80-82
Kekerabatan Fenetik Anggota Marga <i>Knema</i>, <i>Horsfieldia</i>, dan <i>Myristica</i> di Jawa berdasarkan Bukti Morfologi Serbuk Sari ARRIJANI	83-88
Struktur Epidermis Daun <i>Pinanga coronata</i> (Blume ex Mart.) Blume (Palmae) di Jawa dan Bali JOKO R. WITONO	89-92
Analisis Vegetasi Dua Jenis Tumbuhan Pemakan Serangga di Padang Pinang Anyang, Pulau Belitung SYAMSUL HIDAYAT, JAJAT HIDAYAT, HAMZAH, SUHANDI, TATANG, AJIDIN	93-96
Habitat dan Keragaman Tumbuhan Pakan Kancil (<i>Tragulus javanicus</i>) dan Kijang (<i>Muntiacus muntjak</i>) di Cagar Alam Nusakambangan Barat dan Timur WARTIKA ROSA FARIDA, LILY ENDANG SETYORINI, GOZALI SUMAATMADJA	97-102
Keragaman Burung di Enam Tipe Habitat PT Inhutani I Labanan, Kalimantan Timur MOCHAMAD ARIEF SOENDJOTO, GUNAWAN	103-111
Keanekaragaman dan Potensi Flora di Cagar Alam Muara Kendawangan, Kalimantan Barat TAHAN UJI	112-117
Pemantauan Makanan Alami Gajah Sumatera (<i>Elephas maximus sumatraensis</i>) di Taman Hutan Raya Cut Nya' Dhien Seulawah Aceh Besar DJUFRI	118-123
Upaya Peningkatan Pemanfaatan Sumberdaya Hayati Pantai Selatan Yogyakarta, Studi Kasus Baron, Kukup, dan Krakal KUSUMO WINARNO, MOESO SURYOWINOTO (Alm.), DJALAL S. TANDJUNG	124-132
REVIEW: Ekosistem Mangrove di Jawa: 1. Kondisi Terkini AHMAD DWI SETYAWAN, KUSUMO WINARNO, PURIN CANDRA PURNAMA	133-145

Gambar sampul depan:

Struktur epidermis daun *Pinanga coronata*