



ISSN 0126-1754

Volume 10, Nomor 2, Agustus 2010

Terakreditasi Peringkat A

SK Kepala LIPI

Nomor 180/AU1/P2MBI/08/2009

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekarya-tesis sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan beipedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan

Kusumadewi Sri Yulita, Tukirin Partomihardjo

Redaksi Pelaksana

Marlina Ardiyani

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan, surat-menyurat dan kearsipan)

Enok, Ruswenti, Budiarto

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
e-mail: berita.biologi@mail.lipi.go.id
ksamajp2biologi@yahoo.com
herbogor@indo.net.id

Keterangan foto cover depart: Keragaman genetik plasma nutfahpadi beras putih dan beras warna, sesuai makalah di halaman 143 Foto: Dwinita W Utami - Koleksi BB Biogen-Badan Pengembangan dan Penelitian Pertanian-Departemen Pertanian.

Anggota Referee / Mitra Bestari

Mikrobiologi

Dr Bambang Sunarko (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof Dr Feliatra (*Universitas Riau*)
Dr Heddy Julistiono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr I Nengah Sujaya (*Universitas Uday and*)
Dr Joko Sulisty (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr Joko Widodo (*Universitas Gajah Mada*)
Dr Lisdar I Sudirman (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Ocky Kama Radjasa (*Universitas Diponegoro*)

Mikologi

Dr Dono Wahyuno (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Kartini Kramadibrata (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Genetika

Prof Dr Alex Hartana (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Warid Ali Qosim (*Universitas Padjadjaran*)
Dr Yuyu Suryasari Poerba (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Taksonomi

Dr Ary P Keim (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Daisy Wowor (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Prof (Ris) Dr Johanis P Moge (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr Rosichon Ubaidillah (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biologi Molekuler

Dr Eni Sudarmonowati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Endang Gati Lestari (*BB Litbang Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*)
Dr Hendig Winarno (*Badan Tenaga Atom Nasional*)
Dr I Made Sudiana (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Nurlina Bermawie (*BB Litbang Tanaman Rempah dan Obat-Deptan*)
Dr Yusnita Said (*Universitas Lampung*)

Bioteknologi

Dr Nyoman Mantik Astawa (*Universitas Udayana*)
Dr Endang T Margawati (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)
Dr Satya Nugroho (*Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*)

Veteriner

Prof Dr Fadjar Satrija (*FKH-IPB*)

Biologi Peternakan

Prof (Ris) Dr Subandryo (*Pusat Penelitian Ternak-Deptan*)

Ekologi

Dr Didik Widyatmoko (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Dewi Malia Prawiradilaga (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Frans Wospakrik (*Universitas Papua*)
Dr Herman Daryono (*Pusat Penelitian Hutan-Dephut*)
Dr Istomo (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Michael L Riwu Kaho (*Universitas Nusa Cendana*)
Dr Sih Kahono (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biokimia

Prof Dr Adek Zamrud Adrian (*Universitas Andalas*)
Dr Deasy Natalia (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Elfahmi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Herto Dwi Ariesyadi (*Institut Teknologi Bandung*)
Dr Tri Murningsih (*Pusat Penelitian Biologi -LIPI*)

Fisiologi

Prof Dr Bambang Sapto Purwoko (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Gono Semiadi (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Irawati (*Pusat Konservasi Tumbuhan-LIPI*)
Dr Nuril Hidayati (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)
Dr Wartika Rosa Farida (*Pusat Penelitian Biologi-LIPI*)

Biostatistik

Ir Fahren Bukhari, MSc (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Perairan Darat/Limnologi

Dr Cynthia Henny (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Fauzan Ali (*Pusat Penelitian Limnologi-LIPI*)
Dr Rudhy Gustiano (*Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar-DKP*)

Biologi Tanah

Dr Rasti Saraswati (*BB Sumberdaya Lahan Pertanian-Deptan*)

Biodiversitas dan Ikiim

Dr Rizaldi Boer (*Institut Pertanian Bogor*)
Dr Tania June (*Institut Pertanian Bogor*)

Biologi Kelautan

Prof Dr Chair Rani (*Universitas Hasanuddin*)
Dr Magdalena Litaay (*Universitas Hasanuddin*)
Prof (Ris) Dr Ngurah Nyoman Wiadnyana (*Pusat Riset Perikanan Tangkap-DKP*)
Dr Nyoto Santoso (*Lembaga Pengkajian dan Pengembangan Mangrove*)

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/ Penilai (Referee) nomor ini
10(2)-Agustus 2010

Dr. Andria Agusta - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Ary P. Keim - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. B Paul Naiola - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Endang Gati Lestari - *BB Litbang Bioteknologi dan
Sumberdaya Genetik Pertanian-Deptan*
Dr. Endang Tri Margawati - *Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI*
Dr. Iwan Saskiawan - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Kusumadewi Sri Yulita - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Marlina Ardiyani - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Satya Nugroho - *Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI*

Referee/ Mitra Bestari Undangan

Drs. Edi Mirmanto, M.Sc. - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Herwasono Soedjito - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Joeni Setijo Rahajoe - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dr. Rianta - *Pusat Penelitian Limnologi LIPI*
Dr. Syahroma H. Nasution - *Pusat Penelitian Limnologi*
Prof. (Ris.) Dr. Woro A. Noerdjito - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*
Dra. Yuliasri Jamal, M.Sc. - *Pusat Penelitian Biologi LIPI*

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

PENINGKATAN KUALITAS NUTRISI TEPUNG DAUN LAMTORO SEBAGAI PAKAN IKAN DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK ENZIM CAIRAN RUMEN DOMBA (Improvement Nutrition Value of Leucaena Leaf Meal as Fish Feed with Addition of Sheep Rumen Fluid Enzyme) <i>Indira Fitriyani, Enang Harris, Ing Mokoginta, Nahrowi</i>	135
SIDIJARI DNA PLASMA NUTFAH PADI LOKAL MENGGUNAKAN MARKA MOLEKULER SPESIFIK UNTUK SIFAT PADI BERAS MERAH [DNA Fingerprinting of Local Rice Germplasm using The Specific Markers for Red Rice] <i>Dwinita W. Utami, Aderahma Ilhami, Ida Hanarida</i>	143
PENGUNAAN VAKSIN <i>Aeromonas hydrophila</i>: PENGARUHNYA TERHADAP SINTASAN DAN IMUNITAS LARVA IKAN PATIN (<i>Pangasionodon hypophthalmus</i>) (The Application of <i>Aeromonas hydrophila</i> Vaccine: The Effects on The Survival Rate and Immunity of Patin Seed (<i>Pangasionodon hypophthalmus</i>) <i>Angela M Lusiasmanti dan Wartono Hadie</i>	151
KEANEKARAGAMAN LUMUT DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN, PROVINSI LAMPUNG, SUMATERA [Mosses Diversity In Bukit Barisan Selatan National Park, Lampung Province, Sumatera] <i>Florentina Indah Windadri</i>	159
PRIMER-PRIMER BARU UNTUK MENGAMPLIFIKASI GEN PENGKODE PROTEIN AMPLOP VIRUS DENGUE STRAIN CH53489 [Novel Primers to Amplify The Gene Coding for Envelope Protein of Dengue Virus Strain CH53489] <i>Ira Djajanegara</i>	167
ANALISIS VEGETASI POHON DI HUTAN HUJAN TROPIS HARAPAN, JAMBI [Vegetation Analysis of Trees in Harapan Rainforest, Jambi] <i>Muhammad Mansur, Teguh Triono, Ismail, Setyawan Warsono Adi, Enu Wahyu, Gofar Ismail</i>	173
KEANEKARAGAMAN KUMBANG LUCANID (Coleoptera: <i>Lucanidae</i>) DI TAMAN NASIONAL BOGANI NANI WARTA BONE, SULAWESI UTARA [Lucanids Beetle Diversity (Coleoptera: <i>Lucanidae</i>) in the Bogani Nani Wartabone National Park, North Sulawesi] <i>Roni Koneri</i>	179
ANALISIS PREDIKSI SEBARAN ALAMI GAHARU MARGA <i>Aquilaria</i> DAN <i>Gyrinops</i> DI INDONESIA [Natural Distribution Prediction Analyses of Agarwood Genera of <i>Aquilaria</i> and <i>Gyrinops</i> in Indonesia) <i>Roemantyo dan Tukirin Partomihardjo</i>	189
VIRULENCE OF <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> AND REACTION OF RICE GENOTYPES TO THE RACES OF THE PATHOGEN [Virulensi <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> dan Reaksi Genotipe Padi Terhadap Ras Patogen] <i>Y Suryadi and Triny S Kadir</i>	199

KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN PULAU SEPANJANG JAWA TIMUR [Plant Diversity of Sepanjang Island, East Java] <i>Rugayah, Suhardjono, S Susiarti</i>	205
PENGARUH LAMA PENYIMPANAN, SUHU DAN LAMA PENGERINGAN KENTANG TERHADAP KUALITAS KERIPIK KENTANG PUTIH [Effect of Storage, Temperature and Drying Duration of Potato on Potato chip Quality] <i>AH Asgar, Asih Kartasih, Asep Supriadi dan Henna Trisdyani</i>	217
SELEKSIJAMUR TANAH PENGURAI LIGNIN DAN PAH DARI BEBERAPA LINGKUNGAN DI BALI [The Selection of Lignin and PAHs Degrading Fungi from Some Environment in Bali] <i>YB Subowo dan Corazon</i>	227
PENGARUH EKSTRAK AIR DAN ETANOL <i>Kaempferia</i> spp. TERHADAP AKTIVITAS DAN KAPASITAS FAGOSITOSIS SEL MAKROFAG YANG DIINDUKSI BAKTERI <i>Staphylococcus</i> <i>epidermidis</i> [Influenced of Water and Ethanol Extracts of <i>Kaempferia</i> spp. to Phagocytosis Activity and Capacity Macrophage Cells Induce by <i>Staphylococcus epidermidis</i>] <i>Tri Murningsih</i>	235
KERAGAMAN BAKTERI ENDOFITIK PADA EMPAT JENIS VARIETAS PADI DENGAN METODA ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis) [The Diversity of Endophytic Bacteria Within Four Different Rice Varieties by Using ARDRA (Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis) Method] <i>Dwi N Susilowati, Nurul Hidayatun, Tasliah, dan KMulya</i>	241
RESPON TANAMAN PADI GOGO (<i>Oryza sativa</i> L.) TERHADAP STRESS AIR DAN INOKULASI MIKORISA [Response of Upland Rice (<i>Oryza sativa</i> L.) Under Water Stress and Mycorrhizae Inoculation] <i>Harmastini Sukiman, Syoflatin Syamsiyah dan Adiwirman</i>	249
KOMPOSISI JENIS KEPITING (Decapoda: <i>Brachyura</i>) DALAM EKOSISTEM MANGROVE DAN ESTUARI, TAMAN NASIONAL BALI BARAT [Crabs (Decapoda: <i>Brachyura</i>) Species Composition in Mangrove and Estuarine Ecosystem, West Bali National Park] <i>Dewi Citra Murniati</i>	259
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
CATATAN JENIS-JENIS TUMBUHAN ASING DAN INVASIF DI TAMAN NASIONAL GUNUNG CEDE PANGRANGO, JAWA BARAT [Recorded of Alien Invasive Species in Gunung Gede Pangrango National Park, West Java] <i>Sunaryo dan Eka F Tihurua</i>	265

ANALISIS PREDIKSI SEBARAN ALAMI GAHARU MARGA *Aquilaria*
DAN *Gyrinops* DI INDONESIA¹
[Natural Distribution Prediction Analyses of Agarwood Genera of *Aquilaria*
and *Gyrinops* in Indonesia]

Roemantyo * dan Tukirin Partomihardjo

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi - LIPI, Jalan Raya Jakarta - Bogor Km 46,
Cibinong Science Center, Cibinong 16911

* e-mail: roemantyo@yahoo.com

ABSTRACT

A spatial analysis was applied to predict the natural distribution of agarwood producing taxa of *Aquilaria* and *Gyrinops* in Indonesia. This research was conducted using herbarium materials which deposited in Herbarium Bogoriense, Research Center for Biology-LIPI and field data collected by researcher within periods of 1992-2009. Time serial maps of 1:250.000 were used in this analysis such as Indonesia digital base map of 1990, province land cover and deforestation digital maps of 1989 and 2005. Every sites of herbarium collection was identified using digital Cyclopedia of Malesian Collectors for the name of village/place and date of collection. The coordinate of those sites comprises latitude, longitude and altitude was retrieved by query method using Indonesia digital geo-reference data. Tabulated data of every collection/data was created and then overlaid to the time serial land cover and deforestation maps using GIS software, to identify the recent condition of that area.

The results show that horizontal natural distribution of *Aquilaria* was mainly occur in the western part of Indonesia, while *Gyrinops* in eastern part of Indonesia. Vertical distribution analyses of the *Aquilaria* and *Gyrinops* showed that in general both genera are mainly grown naturally in the low land areas less than 300 m asl. Spatial analyses using time serial land cover and deforestation maps indicated that low land areas less than 300 m asl. having very high risk on the land use changes, whereas increasing land status classification from six on 1989 to fifteen on 2005. More than 20 % of forested areas have been change into non forest area such as plantation, agricultural land, resettlements and open unproductive lands since 1989. Natural distribution of agarwood producing taxa horizontally and vertically on all of major islands and the conservation strategy were discussed in this paper.

Kata kunci: Gaharu, *Aquilaria*, *Gyrinops*, distribusi spasial, Indonesia, analisis distribusi spasial

PENDAHULUAN

Pemanfaatan gaharu untuk keperluan komersial secara lokal maupun global semakin tinggi dan terus meningkat kebutuhannya. Oleh karena itu untuk menjamin kelestariannya, perdagangan gaharu telah diatur dalam konvensi internasional perdagangan jenis-jenis flora dan fauna yang terancam kepunahan (CITES) sejak beberapa tahun lalu. Untuk dapat memperdagangkan gaharu secara legal diperlukan bukti bahwa jenis tersebut dipanen dari tanaman yang telah dibudidayakan.

Sebagai salah satu negara penghasil kayu gaharu, Indonesia termasuk negara yang cukup beruntung, karena secara alami kayu ini dapat tumbuh di sebagian besar pulau-pulau utamanya. Masalahnya adalah hingga kini sebagian pemenuhan permintaan gaharu dipanen dari tegakan pohon yang tumbuh alami di hutan-hutan belantara. Produksi gaharu pada umumnya dihasilkan dari 3 marga/genus, yakni *Aquilaria*, *Gyrinops* dan *Gonystylus* yang keseluruhannya termasuk dalam suku/famili

Thymelaeaceae. Gaharu diperdagangkan dalam bentuk bongkahan, chips, serbuk dan minyak hasil suling serta produk akhir seperti chopstick, pensil, parfum **till**. Oleh karena itu cukup sulit untuk dapat mengenali apakah produk akhir gaharu tersebut berasal dari jenis *A. malaccensis* atau jenis lain. Sejak 1998 *A. malaccensis* sudah dimasukkan dalam CITES Appendix II, anotasi 1 dengan kategori dan kriteria Vulnerable Alcd ver2.3 (IUCN, 2009). Ini berarti bahwa semua perdagangan kayu ini beserta turunannya harus dilakukan dengan prosedur CITES. Berbagai sumber menyebutkan bahwa sebagian besar jenis pohon penghasil gaharu sudah sulit untuk ditemukan di habitat alaminya (Roemantyo, 1992; Partomihardjo dan Sudarmonowati, 2004; Partomihardjo *et al.*, 2009; Wawo, 2009). Kondisi demikian akan menyulitkan perdagangan gaharu Indonesia di masa depan, padahal potensi alam yang sangat mendukung pembudidayaan dan pertumbuhan sangat baik, serta keanekaragaman genetik jenis-jenis gaharu di Indonesia sangat melimpah. Karena itu diperlukan suatu analisis untuk memprediksikan

keberadaan sebaran secara horisontal dan vertikal jenis-jenis tumbuhan penghasil gaharu ini di Indonesia. Dengan cara ini diharapkan akan diperoleh data awal untuk mendapatkan perkiraan lokasi pusat-pusat keanekaragaman jenis-jenis gaharu serta daerah-daerah yang mungkin bisa dipakai untuk membudidayakannya di masa mendatang.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data lokasi sebaran horisontal dan vertikal terhadap 2 kelompok tumbuhan penghasil gaharu, yaitu dari marga *Aquilaria* dan *Gyrinops* di Indonesia, serta prediksi kondisi keberadaannya saat ini di alam. Hal ini mengingat bahwa diperkirakan banyak habitat alami tumbuhan ini sudah beralih fungsi dari hutan alam menjadi peruntukan lain bukan hutan, seperti pemukiman, transmigrasi, perkebunan/pertanian, kawasan industri dll.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Untuk keperluan analisis sebaran horisontal dan vertikal jenis-jenis pohon gaharu diperlukan data yang meliputi nama jenis, nama kolektor, tanggal pengumpulan, lokasi rinci jenis tersebut ditemukan. Data tersebut diperoleh dari informasi koleksi spesimen herbarium di Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi-LIPI dan dari penelusuran catatan lapangan antara lain data koleksi hidup di Kebun Raya Bogor dan Eka Karya Bali (Center for Plant Conservation - Bogor Botanical Gardens, 2009). Untuk mengetahui kondisi hutan Indonesia pada awal tahun 1900an, informasi dan data dikumpulkan dengan penelusuran catatan lapangan kolektor dari Cyclopaedia of Malesian Collectors (MJ van Steenis-Kruseman, 2006). Ada beberapa buah peta tutupan lahan multiwaktu yang digunakan untuk analisis spasial, yaitu peta tutupan lahan digital provinsi 1:250.000 (Land Resources Department /Bina Program, 1989) serta peta tutupan lahan dan deforestasi digital provinsi 1:250.000 (Badan Planologi Kehutanan, 1989 dan 2005). Selain peta tutupan lahan digunakan juga peta dasar digital rupabumi 1:250.000, (Bakosurtanal, 1990) dan Data Digital Georeference Indonesia untuk membantu menemukan titik koordinat lokasi (Roemantyo *et al.*, 2004) dan Cyclopaedia of Malesian Collectors (MJ van

Steenis-Kruseman, 2006).

Metoda

Pengumpulan data

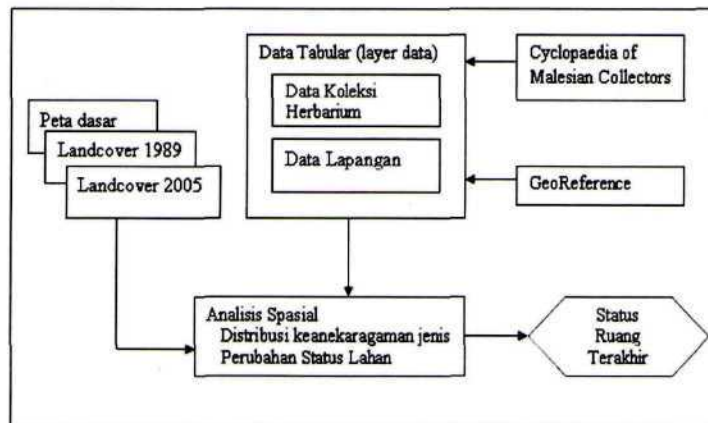
Data koleksi herbarium jenis-jenis gaharu, data lapangan lain yang tersedia dikumpulkan dan dicatat berdasarkan nama jenis, kolektor, tanggal pengumpulan serta lokasi rinci termasuk ketinggian tempat dan koordinat. Untuk data spesimen herbarium baru umumnya sudah dilengkapi dengan data posisi koordinatnya di lapangan. Sedangkan data herbarium lama umumnya tidak dilengkapi dengan koordinat. Oleh karena itu titik koordinat ditemukan dengan mengacu pada nama kolektor dan tanggal koleksi. Lokasi pengumpulan herbarium, sebagian kondisi alam dan waktu pengumpulan koleksi dapat ditelusur dengan mengacu pada Cyclopaedia of Malesian Collectors (MJ van Steenis-Kruseman, 2006). Dengan bantuan Data Digital GeoReference Indonesia nama kampung, desa, kecamatan maupun kabupaten yang tercantum pada catatan tersebut koordinat lokasi dapat ditelusur posisi koordinat dan ketinggiannya (Roemantyo *et al.*, 2004).

Tabulasi Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian ditabulasikan berdasarkan nama jenis, kolektor, tanggal pengumpulan serta lokasi rinci termasuk ketinggian tempat dan koordinat. Hasil tabulasi kemudian ditumpang susunkan (overlay) di atas peta dasar rupabumi (Bakosurtanal, 1990), sehingga diperoleh gambaran sebaran titik-titik lokasi di mana tempat tumbuh jenis penghasil gaharu dikumpulkan dalam bentuk kombinasi data tabulasi (tekstual) dan data vektor peta rupabumi. Untuk mendapatkan gambaran keadaan tutupan lahan di masing-masing sebaran titik-titik lokasi tempat tumbuh jenis penghasil gaharu ditemukan/dikumpulkan pada kondisi 1989 dan 2005, maka peta tutupan lahan (Land Resources Department /Bina Program, 1989 dan Badan Planologi Kehutanan, 2005) ditumpang susunkan di atas peta dasar, sehingga diperoleh gabungan data tekstual dan vektor masing-masing peta Land Cover yang digunakan (Gambar 1).

Analisis data

Analisa spasial digunakan untuk mendapatkan informasi status keruangan terakhir yang berupa gabungan antara data tekstual dan data vektor (peta-peta tutupan lahan dan dasar) dilakukan dengan



Gambar 1. Alur kerja analisis spasial distribusi keanekaragaman tempat tumbuh jenis penghasil gaharu

memakai perangkat lunak Arc View 3.2 (ESRI, 1992-1999). Dengan cara ini diharapkan diperoleh gambaran kondisi kawasan tutupan lahan dari kawasan di mana tumbuhan gaharu pernah dikumpulkan berdasarkan status keruangannya yang terakhir.

HASIL

Sebaran jenis pohon penghasil gaharu dan kondisi lapangan berdasarkan data saat spesimen herbarium dan data lapangan dikumpulkan

Dari penelusuran data detail kolektor yang tertera pada label koleksi herbarium dan dengan mengacu pada Cyclopaedia of Malesian Collectors (MJ van Steenis-Kruseman, 2006), diperoleh informasi waktu dan tempat eksplorasi dilakukan, serta kondisi lingkungannya. Umumnya spesimen dikumpulkan dari kawasan hutan dan kolektor memerlukan waktu antara 2 sampai 6 hari berada di lokasi tersebut guna pengumpulan data dan spesimen herbarium. Berdasarkan data spesimen koleksi herbarium, tercatat bahwa umumnya pohon gaharu (*Aquilaria* dan *Gyrinops*) dikumpulkan antara tahun 1900 dan 1950. Bahkan beberapa spesimen herbarium dikumpulkan pada tahun 1872. Spesimen koleksi herbarium yang dikumpulkan setelah tahun 1950 tidak begitu banyak. Berdasarkan data dari para peneliti (Roemantyo, 1992; Partomihardjo dan Sudarmonowati, 2004; Partomihardjo, *et al.*, 2009; Arinasa, 2009; Wawo, 2009) juga menunjukkan bahwa lokasi jenis-jenis pohon penghasil gaharu umumnya tumbuh liar di dalam hutan.

Sebanyak 13 jenis/spesies pohon penghasil gaharu yang termasuk dalam marga *Aquilaria* (7) dan

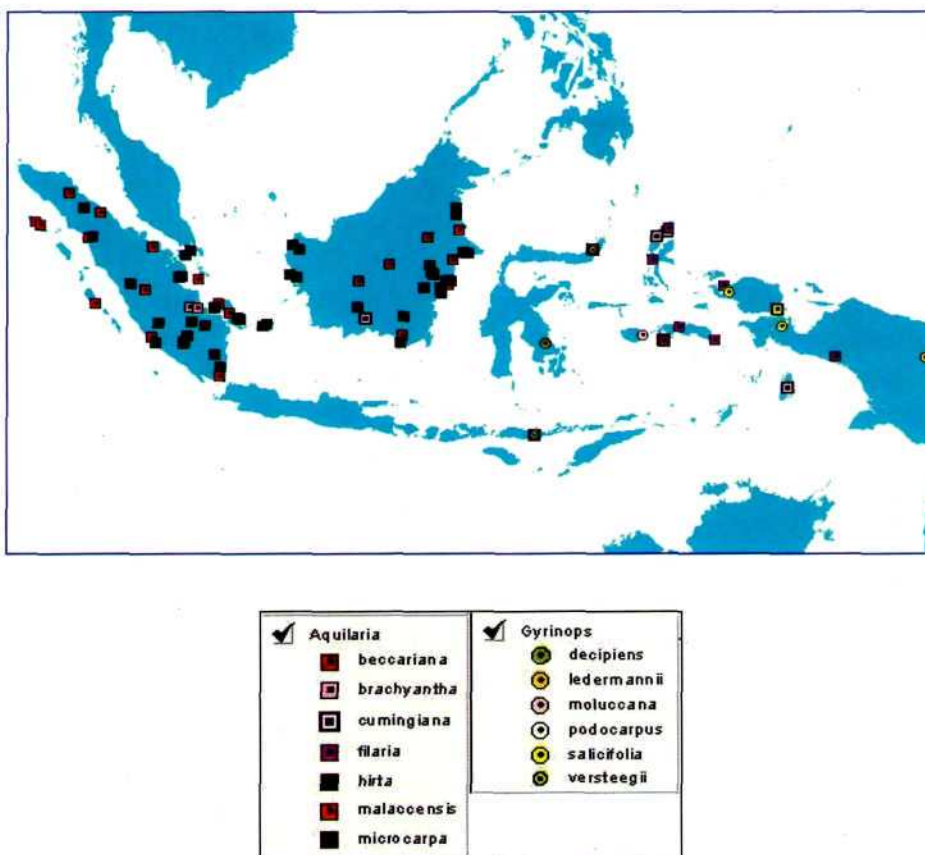
Gyrinops (6) menjadi target analisis distribusi spasial. Ke 13 jenis tersebut adalah *A. malaccensis* Benth., *A. microcarpa* Baill., *A. beccariana* Tiegh., *A. hirta* Ridl., *A. filaria* (Oken) Merr., *A. cumingiana* Hallier f., *A. brachyantha* Hallier f., *G. versteegii* (Gilg) Domke, *G. salicifolia* Ridl., *G. podocarpus* (Gilg) Domke, *G. moluccana* (Miq.) Quisumb., *G. ledermannii* Domke, dan *G. decipiens* Ding Hou.

Berdasarkan koleksi spesimen herbarium *A. malaccensis*, *A. microcarpa* dan *A. beccariana* merupakan jenis-jenis yang banyak dikumpulkan, berasal dari 21-78 lokasi di kawasan Sumatra dan Kalimantan. Sebaliknya *A. brachyantha* dan *A. hirta* tercatat hanya dikumpulkan dari 2-8 lokasi yaitu Sumatra Selatan (Palembang) dan pulau-pulau di Sumatra dan Semenanjung Malaya seperti Batam, Lingga, Bakong dan Durian. *A. cumingiana* dikumpulkan dari 14 lokasi di Kalimantan, Sulawesi, Kepulauan Nusa Tenggara, Kepulauan Maluku dan Papua, sedangkan *A. hirta* dikumpulkan dari 19 lokasi di Kepulauan Talaud, Kepulauan Maluku dan Papua.

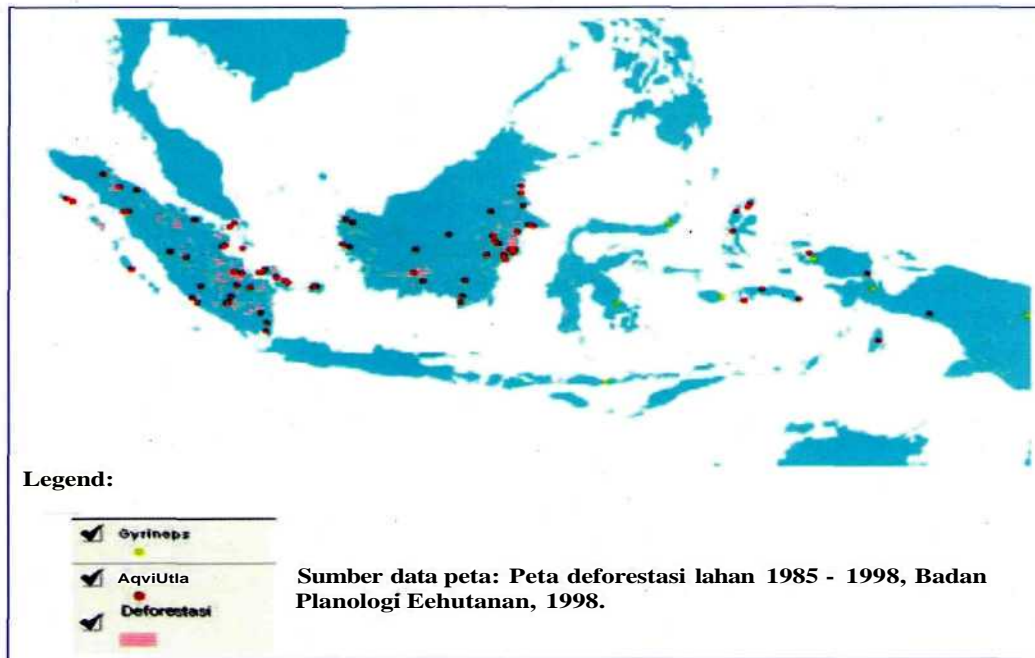
Berbeda dengan *Aquilaria*, marga *Gyrinops* umumnya ditemukan di kawasan Indonesia bagian tengah dan timur mulai dari Pulau Sulawesi, Kepulauan Nusa Tenggara, Kepulauan Maluku dan Papua. Data koleksi marga ini sangat terbatas informasinya dan umumnya dikumpulkan sebelum tahun 1950. Data koleksi spesimen herbarium *Gyrinops* terbaru dikumpulkan di Papua dari jenis *G. ledermannii* berasal daerah perbatasan dengan Papua Nugini (kawasan Sepik River) pada tahun 2001. *G. versteegii* material

herbariumnya tercatat dikumpulkan dari Sulawesi dan Kepulauan Nusa Tenggara di 5 lokasi pengumpulan (2 lokasi di Minahasa dan 3 lokasi di Flores). Jenis *G. decipiens* spesimen herbariumnya hanya dikumpulkan di sebuah kawasan Wawotobi, Sulawesi Tenggara. *G. moluccana* dikumpulkan di 3 lokasi di sekitar Kajeli kepulauan Maluku. *G. salicifolia* dan *G. podocarpus* dikumpulkan di beberapa lokasi di Papua antara lain di sekitar Nabire dan Sorong. Informasi keberadaan pohon gaharu juga ditemukan di Lombok Utara pada tahun 1980 an di kawasan Lembar (Arinasa, 2009 pers. comm.). Identifikasi terhadap material herbarium terhadap jenis yang tersimpan di Kebun Raya "Eka Karya" Bali adalah *Aquilaria* sp. Koleksi hidupnya telah ditanam dan sudah dalam keadaan berbunga. Jika dilihat dari sebaran geografis jenis gaharu yang terdapat di Nusa Tenggara, kemungkinan spesimen yang berasal dari Lombok ini masuk dalam marga

Gyrinops. Identifikasi yang lebih lanjut terhadap spesimen herbarium dan koleksi hidupnya masih perlu dilakukan dengan rinci. Jumlah lokasi pengumpulan spesimen herbarium yang telah dicatat ada sebanyak 202 tempat yang tersebar di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Kepulauan Maluku dan Papua (Tabel 1). Sebaran geografis horisontal dari jenis-jenis yang digolongkan sebagai pohon penghasil gaharu ini jika dipetakan di peta Indonesia skala 1 : 1.000.000 dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan sebaran geografis vertikal berdasarkan data ketinggian tempat baik yang diperoleh dari spesimen herbarium, penelitian lapangan maupun hasil analisis spasial menggunakan data topografi menunjukkan bahwa jenis-jenis pohon penghasil gaharu *Aquilaria* dan *Gyrinops* tumbuh mulai dari kawasan sekitar pantai hingga pengunungan 900 m dpi. (Gambar 3 dan Lampiran 1).



Gambar 2. Distribusi lokasi pengumpulan koleksi dan data jenis-jenis gaharu di Indonesia berdasarkan data koleksi herbarium Herbarium Bogoriense



Gambar 3. Kondisi lokasi pengumpulan data setelah deforestasi lahan pada tahun 1998

Kondisi jenis-jenis gaharu di alam saat ini

Data lapangan maupun koleksi herbarium jenis tumbuhan penghasil gaharu yang dikumpulkan setelah tahun 1970an sangat terbatas. Tercatat ada 7 jenis saja yang dapat dikumpulkan datanya, yaitu *A. malaccensis*, *A. microcarpa*, *A. beccariana*, *A. hirta*, *A. cumingiana*, *A. filaria*, *G. versteegii* dan *G. ledermannii*. Jenis tersebut kemungkinan masih dapat ditemukan di alam hingga saat ini. Untuk memperkirakan keberadaannya di alam saat ini terutama 6 jenis lain yang belum/tidak didapatkan informasinya baik melalui material herbarium maupun kegiatan penelitian ekologi, maka dilakukan analisis spasial dengan menggunakan peta dasar Peta Rupabumi 1:250.000 (Bakosurtanal, 1990), Peta Land Cover 1:250.000 (Land Resources Department/Bina Program, 1989) dan Peta Land Cover serta Deforestasi 1:250.000 (Badan Planologi Kehutanan, 1998 dan 2005). Data tabular yang telah dilengkapi dengan titik koordinat lokasi pengumpulan data ditumpang-susunkan terhadap peta-peta dasar rupabumi dan land cover. Dari analisis tersebut diperoleh informasi lokasi administratif dari tempat pengumpulan data dan status lahannya (tutupan lahannya). Ringkasan hasil analisis spasial perubahan

status tutupan pada kawasan lokasi pengumpulan data jenis-jenis pohon penghasil gaharu berdasarkan spesimen herbarium dan data lapangan.ditabulasikan seperti pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1: Perubahan status tutupan pada kawasan lokasi pengumpulan data jenis-jenis pohon penghasil gaharu berdasarkan spesimen herbarium dan data lapangan.

Status Tutupan lahan lokasi pengumpulan data *)	1989	2005
Hutan Primer	140	93
Hutan Lahan Kering Primer		16
Hutan sekunder	20	22
Hutan Lahan Kering Sekunder		22
Hutan Mangrove	3	
Hutan Mangrove sekunder		3
Hutan Rawa Primer	1	1
Hutan Rawa	13	4
Semak belukar rawa		9
Semak dan belukar		20
Hutan sekunder dan ladang	25	
Pertanian Lahan Kering Campur		11
Pertanian Lahan Kering		12
Perkebunan		5
Permukiman		2
Tertutup awan		4
Jumlah lokasi pengumpulan data:	202	202

*) Ada perbedaan cara penamaan penafsiran (klasifikasi) pada peta tutupan lahan tahun 1989 dan 2005, yang disebabkan oleh kualitas resolusi citra satelit 1989 (Lansat 4) dan 2005 (Landsat TM7) yang digunakan dan metode penafsiran.

PEMBAHASAN

Dari gambaran distribusi lokasi pengumpulan koleksi dan data jenis-jenis gaharu di Indonesia, tampak bahwa ada kecenderungan marga *Aquilaria* sebagian besar penyebarannya terdapat di kawasan Indonesia bagian barat, sedangkan marga *Gyrinops* sebagian besar di kawasan Indonesia bagian timur. Pada tingkat marga, *Aquilaria* tercatat memiliki daerah sebaran yang lebih luas dibandingkan dengan *Gyrinops*. Tercatat hanya ada 2 jenis *Aquilaria* yakni *A. cumingiana* dan *A. hirta* terdapat di kawasan Indonesia bagian timur, sedangkan marga *Gyrinops* tidak ditemukan di kawasan Indonesia bagian barat.

Berdasarkan penelusuran data detail kolektor yang tertera pada label herbarium dan mengacu pada Cyclopaedia of Malesian Collectors (MJ van Steenis-Kruseman, 2006) didapatkan data dan informasi aktifitas harian kolektor yang menyebutkan antara lain bahwa spesimen herbarium umumnya dikumpulkan dari kawasan hutan. Dari data dan informasi tersebut kondisi lokasi pengumpulan pada tahun sebelum 1950 sebagian besar dapat diasumsikan masih berupa hutan. Analisis dengan menggunakan peta tutupan lahan yang dibuat pada tahun 1989 terhadap catatan aktifitas harian kolektor pada kawasan hutan tersebut ternyata telah banyak berubah statusnya (Tabel 1 dan Lampiran 1). Tercatat pada tahun 1989 lokasi pengumpulan herbarium merupakan hutan mangrove (3 lokasi), hutan primer (140 lokasi), hutan rawa (13 lokasi) dan hutan rawa primer (1 lokasi). Dari sekitar 202 lokasi pengumpulan spesimen herbarium dan data lapangan, ada sekitar 45 tempat (22,27%) yang pada tahun 1989 telah berubah status dari hutan menjadi hutan sekunder dan ladang. Perubahan dari hutan primer menjadi hutan sekunder terdapat di 7 lokasi yang tersebar di beberapa pulau besar, masing-masing di Kalimantan 11 lokasi, Nusa Tenggara 5 lokasi, Maluku 3 lokasi dan Papua 1 lokasi. Sedangkan di 6 lokasi lain hutan primer telah berubah menjadi hutan sekunder dengan mosaik ladang dan lahan pertanian kering di antaranya sebagian besar terdapat di Kalimantan 15 lokasi dan 10 lokasi di Sumatra. Perubahan ini kemungkinan besar karena kebutuhan hasil hutan kayu yang saat itu sedang digiatkan dengan dibukanya usaha HPH di Sumatra dan Kalimantan pada tahun 1970-1980an (Forest Watch

Indonesia/Global Forest Watch, 2001).

Adanya perbedaan data resolusi citra satelit pada Tahun 1989 dan 2005 menyebabkan hasil penafsiran terhadap tutupan lahan pada Tahun 2005 menjadi lebih baik. Tutupan lahan di lokasi pengumpulan herbarium menjadi semakin lebih rinci pada Tahun 2005, dari 6 status pada Tahun 1989 menjadi sekitar 15 macam status lahan pada Tahun 2005. Namun tampak ada kecenderungan jumlah hutan primer menurun, sementara hutan sekunder bertambah banyak. Demikian pula hutan mangrove telah berubah menjadi hutan mangrove sekunder serta hutan rawa juga berubah menjadi belukar rawa. Status tutupan lahan baru juga ditemukan, antara lain kawasan pertanian lahan kering termasuk yang masih bercampur dengan jenis pohon hutan, perkebunan dan pemukiman.

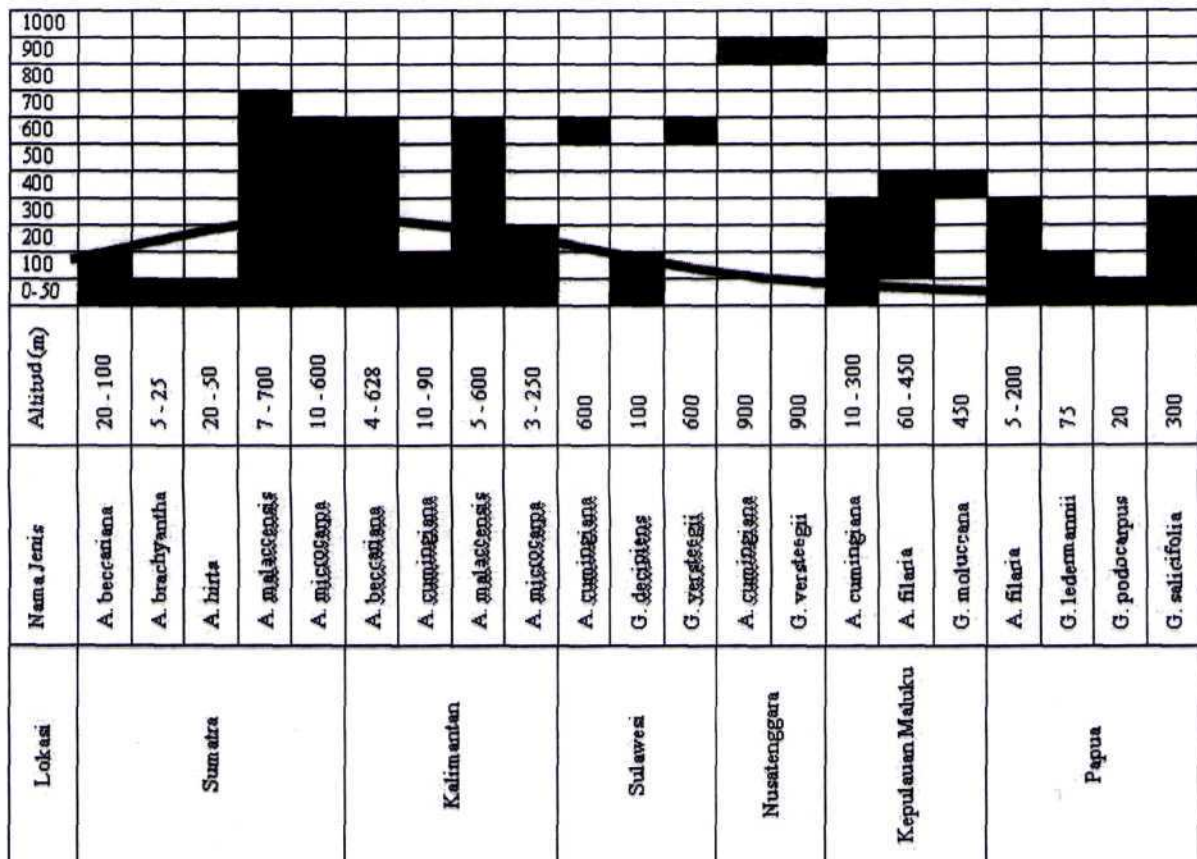
Perubahan status lahan ini berpengaruh terhadap keberadaan jenis-jenis pohon penghasil gaharu, terutama di kawasan-kawasan hutan primer/sekunder dataran rendah kering yang dikonversi menjadi lahan pertanian, perkebunan, pemukiman dan transmigrasi. Konversi juga tampak pada lahan-lahan basah seperti rawa gambut dan kawasan mangrove di Sumatra dan Kalimantan menjadi lahan pertanian (sawah, tanaman keras dan tambak) serta perkebunan sawit atau hutan produksi.

Dalam mengkonversi lahan jelas terjadi pembabatan dan pembersihan seluruh tumbuhan yang ada, sehingga tumbuhan asli termasuk jenis-jenis gaharu juga akan mengalami kesulitan dalam suksesinya karena kalah berkompetisi dengan tanaman pertanian/perkebunan maupun jenis-jenis pioner dan pendatang. Pada hal jenis-jenis pohon gaharu termasuk mudah mengalami permudaan secara alami terbukti dengan ditemukannya cukup banyak anakan pohon di sekitar pohon induk (Roemantyo, 1992; Partomihardjo dan Sudarmonowati, 2004 dan Partomihardjo *et al.*, 2009). Mengacu pada peta tutupan lahan dan deforestasi (Badan Planologi Kehutanan, 1998) dan topografi pada peta rupabumi (Bakosurtanal, 1990), spot-spot kerusakan lahan tampak terjadi di lokasi pengumpulan spesimen herbarium terutama di hampir sepanjang pantai timur Sumatra, pantai timur Kalimantan Timur, bagian tengah Kalimantan Tengah

dan bagian barat Kalimantan Barat (Gambar 3). Data lain juga menunjukkan bahwa rata-rata laju perubahan status kawasan hutan kepada peruntukan lain di Indonesia ini cukup tinggi dimana antara tahun 1990-2000 mencapai 11% (World Resources Institute, 2006). Dengan laju seperti itu jenis-jenis tumbuhan terutama yang terdapat di dataran rendah semakin terancam kelestariannya, termasuk di dalamnya jenis-jenis pohon penghasil gaharu.

Data status tutupan lahan yang ditumpang susunkan pada Peta Land Cover dan Peta Deforestasi Lahan 1985-1998 menunjukkan perubahan status tutupan lahan terjadi pada spot-spot lahan terbuka (deforestasi) yang direpresentasikan dengan warna merah jambu (IGambar 3). Umumnya daerah ini banyak terdapat pada ketinggian di bawah 600 m dpi. di mana spesimen herbarium jenis-jenis pohon gaharu dikumpulkan. Hasil analisis menunjukkan di kawasan

dataran rendah baik di Kalimantan dan Sumatra kira-kira 77% masih relatif utuh seperti kondisi pada saat umumnya koleksi spesimen herbarium dilakukan, meskipun sudah tampak hutan sekunder dan ladang yang makin meningkat luasnya. Sedangkan di kawasan Indonesia bagian timur (Sulawesi, Nusa Tenggara, Kepulauan Maluku dan Papua) kondisinya masih cukup baik masih. Perubahan status lahan dan laju deforestasi di Indonesia mulai tampak jelas setelah Tahun 2000. Dari data Tahun 2005 (lihat tabel 1) tampak semakin parah kondisinya dan akan terus berlanjut jika tidak dikendalikan. Kondisi ini akan sangat berpengaruh terhadap keberadaan jenis-jenis pohon penghasil gaharu di alam. Jika dibandingkan dengan sebaran vertikal dari keberadaan jenis-jenis pohon penghasil gaharu dengan tingkat perkiraan lokasi dan laju deforestasi kawasan, maka dapat digambarkan seperti pada gambar histogram di bawah ini:



Keterangan: Garis merah laju deforestasi yang terjadi di masing-masing pulau pada tahun 1998. (Baplan, Departemen Kehutanan, 1998)

Gambar 4. Histogram sebaran vertikal pengumpulan data jenis-jenis pohon penghasil gaharu di Indonesia

Dari gambar histogram diperoleh suatu gambaran perkiraan kasar keberadaan jenis-jenis pohon penghasil gaharu mana saja yang kemungkinan masih dapat ditemukan dengan mudah di masing-masing pulau. Makin ke arah timur kawasan Indonesia jenis-jenis gaharu masih dapat ditemukan di hutan-hutan di dataran rendah. Sedangkan di kawasan Indonesia barat, jenis-jenis tersebut mungkin masih dapat survive di dataran yang lebih tinggi. Dari 5 jenis pohon penghasil gaharu di Sumatra, tercatat ada 3 jenis yaitu *A. beccariana*, *A. hirta* dan *A. brachyantha* yang tercatat dikumpulkan dari kawasan yang mengalami deforestasi berat karena tumbuh pada ketinggian di bawah 200 m dpi. Jenis-jenis tersebut besar kemungkinannya sudah sulit untuk dilacak keberadaannya. Sedangkan *A. malaccensis* dan *A. microcarpa* masih lebih besar kemungkinannya untuk ditemukan di lokasi dengan ketinggian di atas 300 m dpi., karena sebaran vertikalnya lebih luas dari dataran rendah dekat pantai sampai 600-700 m dpi. Jenis *A. hirta* dan *A. brachyantha* perlu dilacak kembali keberadaannya karena selain datanya hanya diperoleh dari Sumatra, jenis ini terdapat di kawasan yang potensial mengalami deforestasi yang berat.

Di Kalimantan tercatat ada 4 jenis pohon penghasil gaharu, yaitu *A. beccariana*, *A. cumingiana*, *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*. Laju deforestasi di P. Kalimantan terjadi mulai dari dataran rendah dekat pantai hingga ketinggian kira-kira hampir 300 m dpi. Tampaknya *A. cumingiana* yang dikumpulkan dari kawasan di bawah 100 m dpi., agak lebih sulit dilacak kembali keberadaannya. Sedangkan jenis-jenis lain kemungkinan relatif lebih mudah untuk dilacak kembali keberadaannya.

Di Sulawesi tercatat ada 3 jenis pohon penghasil gaharu yaitu *A. cumingiana*, *G. decipiens* dan *G. versteegii* tumbuh di dataran yang lebih tinggi (600 m dpi.). Deforestasi padatan 1998-2005 terjadi pada hutan-hutan dataran rendah kira-kira 100 m dpi. Besar kemungkinannya bahwa jenis-jenis tersebut masih dapat dilacak keberadaannya. Demikian juga untuk jenis pohon penghasil gaharu yang terdapat di Nusa Tenggara (Flores dan Lombok), kepulauan Maluku dan Papua, tampaknya kemungkinan untuk bisa melacak keberadaannya relatif jauh lebih mudah, karena

deforestasi lebih banyak terjadi di kawasan yang ketinggiannya kurang dari 50 m dpi.

Proses pemanenan gaharu dilakukan dengan cara menebang tegakan pohonnya. Demikian juga perambahan atau pembukaan hutan yang menyebabkan proses deforestasi meningkat umumnya dilakukan dengan cara menebang seluruh tegakan pohonnya. Hal inilah yang menyebabkan pohon penghasil gaharu ikut terancam keberadaannya di alam oleh adanya proses deforestasi. Sedangkan pada proses tataniaga perdagangan gaharu, produk akhir gaharu sangat sulit dibedakan asal usulnya apakah dari *Aquilaria* atau *Gyrinops*. Hal ini tentu menyulitkan pengawasannya di lapangan, sehingga hampir semua perdagangan kayu gaharu ini perlu diatur dengan lebih baik agar kelestariannya dapat lebih terjamin. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa seluruh jenis pohon penghasil gaharu *Aquilaria* maupun *Gyrinops* sudah semakin sulit ditemukan di alam/hutan yang salah satunya akibat dari proses deforestasi.

Berdasarkan pada data lapangan, spesimen herbarium, serta peta sebaran horisontal dan vertikal jenis pohon penghasil gaharu di masing-masing pulau di Indonesia, maka strategi pengumpulan data keanekaragaman hayatinya dapat dirancang dengan lebih mudah dan tepat sasaran. Pada kawasan-kawasan yang belum pernah terkumpulkan datanya, eksplorasi dan studi ekologi jenis-jenis pohon gaharu perlu dilakukan dengan segera untuk mengumpulkan data keberadaan dan mengetahui populasinya di alam. Demikian juga untuk tempat-tempat yang diperkirakan masih ada kemungkinan ditemukan kembali jenis-jenis gaharu perlu juga dilakukan kajian ulang yang lebih rinci terutama untuk menaksir populasi jenis pohon penghasil gaharu di alam. Data yang telah terkumpul akan sangat bermanfaat bagi pengembangan potensi jenis pohon penghasil gaharu untuk dibudidayakan di tempat dengan kesesuaian lahan dan ekologis tinggi.

Tempat-tempat yang memiliki kesesuaian lahan dan ekologi tinggi ini dapat dilacak dengan memanfaatkan data distribusi jenis-jenis gaharu pada masa lampau seperti yang telah disebutkan pada peta sebaran horisontal dan vertikal. Pelacakan daerah lain yang memiliki kesesuaian lahan dan ekologi untuk jenis-jenis pohon gaharu ini perlu digali lebih lanjut, baik

dari unsur iklim, tanah, ekosistem makro dan mikronya serta faktor sosial ekonominya. Data prediksi sebaran alami jenis pohon penghasil gaharu ini dapat juga dipakai dalam program rekonstruksi sebuah kawasan penghasil gaharu yang telah rusak dan beralih fiingsi.

KESIMPULAN

Hasil analisis keruangan sebaran jenis-jenis pohon penghasil gaharu secara horizontal menunjukkan adanya kecenderungan bahwa marga *Aquilaria* lebih banyak ditemukan tumbuh alami di kawasan Indonesia bagian barat. Sebaliknya marga *Gyrinops* lebih banyak ditemukan di kawasan Indonesia timur. Sedangkan informasi sebaran vertikal jenis-jenis gaharu menunjukkan bahwa jenis-jenis gaharu umumnya tumbuh di kawasan dataran rendah sampai kawasan pegunungan sekitar 900 m dpi. Perhatian untuk melakukan eksplorasi dan studi ekologi jenis-jenis pohon gaharu khususnya *A. hirta* dan *A. brachyantha* di Sumatra serta *A. cumingiana* di Kalimantan terhadap keterdapatannya dan populasinya perlu segera dilakukan, karena keberadaannya di alam diperkirakan sudah semakin sulit dilacak akibat proses deforestasi berat yang terjadi di kedua pulau tersebut. Perlindungan terhadap habitat dan ekosistem jenis-jenis pohon gaharu yang umumnya tumbuh di dataran rendah (kurang dari 300 m dpi.) perlu segera dikaji strategi manajemen konservasinya, pengembangannya dan pemanfaatannya, mengingat sebagian besar jenis-jenis pohon penghasil gaharu yang tumbuh alami di tipe hutan ini telah banyak mengalami perubahan fungsinya ke bukan hutan dan sebagian kawasan hutan lain telah mengalami deforestasi. Demikian pula kawasan-kawasan yang belum terjamah eksplorasi yang tampak dari peta sebaran kegiatan pengumpulan spesimen herbarium perlu mendapatkan dukungan penuh untuk segera dilakukan penelitian eksplorasi dan studi ekologi jenisnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada IBK Arinase yang telah memberikan tambahan data dan informasi lapangan tentang pohon gaharu di Lombok serta HIP Utamingrum dan M Ridwan yang telah membantu mengolah data peta

digital sebaran jenis-jenis gaharu, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinasa **IBK**. 2009. Koleksi tumbuhan gaharu pernah dikumpulkan dari Lombok Utara pada tahun 1980 an dan telah ditanam di Kebun Raya "Eka Karya", Bali sebagai koleksi kebun. Kondisi tanaman sudah berbunga dan diberi nama *Aquilaria* sp. pers. comm.
- Badan Planologi Kehutanan**. 1998. *Peta Deforestasi 1985 -1998 Skala 1 :250.000*. Pusat Perpetaan Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan 1998.
- Badan Planologi Kehutanan**. 1989. *Peta Tutupan Lahan Provinsi Skala 1 :250.000*. Pusat Perpetaan Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan 1998.
- Badan Planologi Kehutanan**. 2005. *Peta Tutupan Lahan Provinsi Skala 1 :250.000*. Pusat Perpetaan Kehutanan, Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan 2005.
- Bakosurtanal**. 1990. *Peta Rupa Burnt Digital 1 : 250.000*. Bakosurtanal 1990.
- Center for Plant Conservation - Bogor Botanical Gardens**. 2009. *Katalog Kebun Raya*. Center for Plant Conservation - Bogor Botanical Gardens, <http://katalog-kri.lipi.go.id/>
- ESRI**, 1992-1999. *AcrView GIS 3.2*. Enviroment Systems Research Institute, Inc.
- Forest Watch Indonesia/Global Forest Watch**. 2001. *Potret Keadaan Hutan Indonesia*. Forest Watch Indonesia Bogor, Indonesia dan Global Forest Watch, Washington DC.
- MJ van Steenis-Kruseman**. 2006. Cyclopaedia of Malesian Collectors <http://www.nationaalherbarium.nl/fmcollectors> last updated: 31 May 2006).
- IUCN**. 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009.2. www.iucnredlist.org. Downloaded on 01 February 2010.
- Land Resources Department/Bina Program**. 1989. *Review of Phase I Results, Java and Bali, from Regional Physical Planning Program fro Transmigration (RePPPProt)*. Land Resources Department, Overseas Development Natural Resources Institute, Overseas Development Administration, London, United Kingdom; and Direktorat Bina Program, Direktorat Jendral Penyiapan Pemukiman, Depatemen Transmigrasi, Jakarta Indonesia.
- Roemantyo**. 1992. Telaah Etnobotani Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lam.) di Ipuh, Bengkulu Utara. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani*, 19-20 Februari, 1992. RE Nasoetion, S Riswan, P Tjitropranoto, EB Waluyo, W Martowikrido, H Roemantyo dan SS Wardoyo. (Penyunting). Departement Pendidikan dan Kebudayaan RI, Departemen Pertanian RI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Perpustakaan Nasional RI. 1992. Halaman 196 - 201.
- Roemantyo, B Hartoko, M Ridwan, B Rahman, HIP Utamingrum, R Widodo, A Qur'ania, YE Pertiwi, S Pramono dan JA Pramana**. 2004. *Lokasi dan Batas Administrasi Indonesia (Locality and Administartion Boundaries)*. Pusat Penelitian Biologi-

- Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor 2004.
- Partomihardjo T dan E Sudarmonowati. 2004.** Kajian Ekologis Vegetasi Hutan Pinggiran Dam di Batam. *Laporan Akhir*. Kerjasama Penelitian Badan Otorita Batam, Pusat Penelitian Bioteknologi, LIPI dan Pusat Penelitian Biologi-LIPI.
- Partomihardjo T, S Soeparno, M Kamsi, M Irham dan D Rahardian. 2009.** Kajian Keanekaragaman Flora dan Fauna dan Analisis Vegetasi Hutan Blok, Sungai Malango - Taludili, Kabupaten Pahuwatu, Provinsi Gorontalo. *Laporan Akhir*. Kerjasama Penelitian Burung Indonesia dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia 2009.
- Wawo AH. 2009.** Pembudayaan beberapa jenis buah-buahan endemik dalam model agroforestry gaharu dan penerapan teknologi inokulasi jamur pada gaharu di Kabupaten Malinau, Kalimantan Timur. *Laporan Akhir Kegiatan Program Kompetitif LIPI Tahun 2009*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- World Resources Institute. 2006.** *Forests, Grasslands and Drylands*. Country Profile-Indonesia, <http://earthtrends.wri.org/text/forests-grasslands-drylands/country-profile-86.html>.