

TROPICAL STUDIES

**Potensi dan Permasalahan
di Hutan Tropika Lembap
dan Lingkungannya**

Editor

Swandari Paramita

Anton Rahmadi

Book Series

TROPICAL STUDIES

Volume 1:

Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

Editor

Swandari Paramita
Anton Rahmadi



Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3,
Kota Bogor - Indonesia

C.01/02.2020

Judul Buku:

Book Series Tropical Studies Volume 1:
Potensi dan Permasalahan di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya Komunikasi

Editor:

Swandari Paramita
Anton Rahmadi

Penyunting Bahasa:

Ahmad Syahrul Fachri

Desain Sampul & Penata Isi:

Army Trihandi Putra

Jumlah Halaman:

146 + 16 halaman romawi

Edisi/Cetakan:

Cetakan 1, Februari 2020

PT Penerbit IPB Press

Anggota IKAPI
Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128
Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com
www.ipbpress.com

ISBN: 978-623-256-000-0

Dicetak oleh Percetakan IPB, Bogor - Indonesia

Isi di Luar Tanggung Jawab Percetakan

© 2020, HAK CIPTA DILINDUNGI OLEH UNDANG-UNDANG

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari penerbit

Kata Pengantar

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan tropika lembap terbesar kedua di dunia, kaya dengan keanekaragaman hayati terutama tumbuhan dan dikenal sebagai salah satu dari 7 (tujuh) negara megabiodiversitas di dunia. Distribusi tumbuhan tingkat tinggi yang terdapat di hutan tropika lembap Indonesia adalah lebih dari 12% (30.000 jenis) dari yang terdapat di muka bumi (250.000 jenis). Di dalam biodiversitas yang besar tersebut tersimpan potensi besar pula yang dapat digali dan dimanfaatkan lebih lanjut. Selain menyimpan potensi pemanfaatan, hutan tropika lembap dan lingkungannya juga menyimpan potensi permasalahan. Buku ini diharapkan menjadi langkah awal dalam tulisan selanjutnya mengenai hutan tropika lembap dan lingkungannya. Terdapat 10 *chapter* dalam buku ini yang membahas tentang potensi dan permasalahan di hutan tropika lembap dan lingkungannya.

Pusat Unggulan Ipteks Perguruan Tinggi Obat dan Kosmetik dari Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya (PUI-PT OKTAL UNMUL) merupakan salah satu Pusat Unggulan Ipteks di Indonesia yang mendukung Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis atau *Center of Excellence for Tropical Studies*. Beberapa *chapter* dalam buku ini membahas tentang potensi tumbuhan yang berasal dari hutan tropika lembap dan lingkungannya. Hal ini merupakan fokus penelitian dan pengembangan produk yang selama ini menjadi *roadmap* riset PUI-PT OKTAL UNMUL. Namun demikian terdapat beberapa *chapter* yang juga membahas permasalahan di hutan tropika lembap, seperti masalah kesehatan dan literasi tentang lingkungan. Hal-hal tersebut juga masih terkait dengan visi dan misi Universitas Mulawarman sebagai Pusat Unggulan Studi Tropis.

Book chapter ini tidak akan terwujud tanpa kerja keras para penulisnya. Untuk itu kami sampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para Dosen Universitas Mulawarman yang telah meluangkan waktu dalam menyelesaikan tulisannya untuk *book chapter* kali ini. Kedepan diharapkan segera terbit volume berikutnya. Kami masih bersemangat menunggu tulisan rekan-rekan dosen untuk dapat berpartisipasi dalam penerbitan selanjutnya. Terima kasih.

Samarinda, November 2019

Ketua PUI-PT OKTAL UNMUL

Dr. dr. Swandari Paramita, M.Kes

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Potensi Implementasi Kupu-Kupu Sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat	1
Pendahuluan	1
Bioindikator	2
Biodiversitas Kupu-kupu.....	2
Komunitas Indikator.....	3
Spesies Indikator	8
<i>Lexias dirtea</i> Fabricius, 1793	9
<i>Ragadia makuta</i> Horsfield, 1829	10
<i>Koruthaialos rubecula</i> Plötz, 1882.....	10
<i>Erites elegans</i> Butler, 1868	10
<i>Mycalesis orseis</i> Hewitson, 1864.....	11
<i>Mycalesis anapita</i> Moore, 1858.....	11
<i>Idea hypermnestra</i> Westwood, 1848.....	11
<i>Faunis stomphax</i> Westwood, 1858.....	12
<i>Abisara kausambi</i> Felder & Felder, 1860	12
<i>Zemeros emesoides</i> Felder & Felder, 1860.....	12
<i>Jamides zebra</i> Druce, 1895	13
<i>Neptis hylas</i> Linnaeus, 1758.....	13
<i>Taractrocera ardonia</i> Hewitson, 1868.....	13
<i>Ypthima pandocus</i> Moore, 1858	14

<i>Euchrysops cnejus</i> Fabricius, 1798	14
<i>Hypolimnas bolina</i> Linnaeus, 1758	14
<i>Parantica agleooides</i> Felder & Felder, 1860	15
Penutup	15
Daftar Pustaka	16
<i>Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria pada Ibu Hamil Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur</i>	21
Pendahuluan	21
Pendekatan Penelitian	23
Pembahasan	25
Daftar Pustaka	35
Ekstrak Umbi Sarang Semut (<i>Myrmecodia pendens</i>) sebagai Bio reduktor Sintesis Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan	39
Sekelumit nanopartikel	39
Nanopartikel perak	40
Sintesis hijau Nanopartikel	41
Umbi Sarang semut	42
Umbi	44
Mengapa sarang semut?	45
Biosintesis nanosilver	45
Karakterisasi nanosilver	46
UV VIS- <i>Spectroscopy analysis</i>	46
SEM and TEM Imaging	47
XRD Analysis	48
FTIR <i>Spectral Analysis</i>	49
Antimikrobia patogen ikan	49
Daftar Pustaka	51

Potensi Bawang Tiwai (<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill.) Urb.) sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam untuk Kosmetika	55
Pendahuluan	55
Profil Simplisia <i>E. bulbosa</i>	56
Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	58
Bioautografi KLT	61
Pengukuran Kadar Hambat Minimal (KHM)	63
Potensi Bawang Tiwai Sebagai Antibakteri Berbahan Dasar Alam	65
Kesimpulan	66
Ucapan Terima Kasih	67
Daftar Pustaka	67
Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten	71
Vitamin A	71
Karotenoid sebagai pro-vitamin A	71
Sintesis karoten pada tumbuhan	72
Sumber Vitamin A	73
Intervensi Vitamin A	74
Bioaksesibilitas dan Bioavailabilitas	76
Toksistas dan Efikasi	77
Peran molekuler senyawa turunan β -karoten	80
Survei Pasar tentang produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol	82
Potensi pasar dan segmen pasar yang dituju produk emulsi berbasis beta-karoten dan alfa-tokoferol	83
Daftar Pustaka	83
Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal	87
Isu-isu Lingkungan sebagai Dampak Eksploitasi Sumberdaya Alam dan Budaya Masyarakat	87
Literasi tentang Eksploitasi Sumberdaya Alam terhadap Kualitas Lingkungan	89
Budaya dan Kearifan Lokal Masyarakat Hutan Hujan Tropis.	90

Nilai Budaya	90
Proses Sosial.....	91
Proses Asosiatif (Kerjasama)	91
Proses Assimilasi	92
Proses Disasosiatif (Konflik Sosial).....	92
Perubahan Sosial	92
Paradigma Tata Kelola Lingkungan Hidup	93
Mengatur dan mengembangkan kebijaksanaan dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup.	94
Mengendalikan kegiatan yang mempunyai dampak sosial.	94
Daftar Pustaka	95
Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer pada Pasien Myalgia di Puskesmas	97
Pendahuluan.....	97
Pembahasan	99
Pola Penggunaan Obat Bahan Alam.....	100
Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Myalgia	101
Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	102
Binahong (<i>Anredera cordifolia</i>)	102
Sirsak (<i>Annona muricata</i>)	102
Jahe (<i>Zingiber officinale</i>)	103
Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>)	103
Daun Jambu (<i>Psidium guajava</i>).....	103
Kencur (<i>Kaempferia galanga</i>).....	103
Belimbing wuluh (<i>Averrhoa bilimbi</i>)	104
Kesimpulan.....	104
Ucapan Terima Kasih	104
Daftar Pustaka	104

Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Pasir Utara tahun 2018	107
Pendahuluan	107
Bahan dan Metode.....	108
Hasil Pengamatan	109
Pembahasan	112
Kontribusi Penulis	117
Ucapan terimakasih	117
Daftar Pustaka	117
Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman dan Sebagai Pengendali Hama	119
Pendahuluan	119
Pembahasan	120
Ciri Mikroskopis dan Makroskopis Jamur Endofit.....	121
Eksistensi Jamur Endofit Terhadap Ketahanan Tanaman	121
Potensi Jamur Endofit Sebagai Entomopatogen.....	123
Penelitian Jamur Endofit yang Pernah Dilakukan	125
Kesimpulan.....	125
Ucapan Terima Kasih	125
Daftar Pustaka	126
Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (<i>Terminalia catappa</i> Linn.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel	129
Pendahuluan	129
Pengelompokan Jumlah Pohon Berdasarkan Elevasi	131
Pertumbuhan Ketapang di Kalimantan Timur dan Karakteristiknya.....	132
Produksi Buah Ketapang.....	134
Ekstraksi Minyak Biji Ketapang	138
Kesimpulan.....	140

Ucapan Terima Kasih..... 141

Daftar Pustaka..... 141

INDEKS 145

Daftar Tabel

Tabel 1	Biodiversitas jumlah jenis kupu-kupu dunia, Kalimantan dan Kalimantan Timur	3
Tabel 2	Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya	4
Tabel 3	Spesies indikator untuk ekosistem hutan dataran rendah Kalimantan Timur	9
Tabel 4	Perbandingan zona hambat (mm) yang terbentuk pada uji ekstrak umbi sarang semut dan nanosilver (AgNPs) yang disintesis dari ekstrak air umbi sarang semut.....	51
Tabel 5	Nilai Rf kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	59
Tabel 6	Profil kromatogram ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i> setelah pemberian pereaksi.....	60
Tabel 7	Hasil analisis golongan senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	61
Tabel 8	Kadar hambat minimum (KHM) pada ekstrak etanol <i>E. bulbosa</i>	64
Tabel 9	Nilai rata-rata kandungan vitamin A dalam makanan	73
Tabel 10	Dosis per konsumsi produk emulsi untuk anak-anak dan dewasa.....	76
Tabel 11	Pemetaan Produk	83
Tabel 12	Karakteristik responden myalgia	99
Tabel 13	Distribusi penggunaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia	99
Tabel 14	Distribusi jenis obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	99
Tabel 15	Distribusi sediaan obat bahan alam yang digunakan pasien myalgia.....	100
Tabel 16	Distribusi obat bahan alam yang digunakan dan kesesuaian dengan teori obat bahan alam serta peraturan BPOM	100
Tabel 17	Distribusi karakteristik penderita malaria di Kabupaten PPU tahun 2018	110
Tabel 18	Analisa bivariat penderita malaria perambah hutan di Kabupaten PPU tahun 2018.....	114
Tabel 19	Pengelompokan pohon berdasarkan elevasi (m dpl)	131
Tabel 20	Riap diameter ketapang (cm/th) yang tumbuh di Kalimantan Timur	133
Tabel 21	Karakteristik morfologis kuantitatif ketapang.....	134

Tabel 22 Produksi buah ketapang Januari–September 2017 di Kalimantan Timur..... 137

Tabel 23 Hasil perhitungan crude biodiesel dari buah *Terminalia catappa* Linn. per 100 139

Daftar Gambar

Gambar 1	Sintesis hijau nanopartikel perak (AgNPs/nanosilver) dengan bahan reduktor fungi, alga, tanaman, kapang, dan bakteri	43
Gambar 2	Tumbuhan sarang semut spesies <i>Myrmecodia platytyrea</i>	44
Gambar 3	Umbi sarang semut.....	45
Gambar 4	Perubahan warna perak nitrat (AgNO_3) menjadi nanosilver (AgNPs) dengan penambahan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>)	46
Gambar 5	Spektrum UV-VIS nanosilver disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>).....	46
Gambar 6	Derajat keasaman (pH) nanosilver disintesis rasio berbeda antara AgNO_3 dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia Pendens</i>)	47
Gambar 7	Analisis (a) SEM dan (b) TEM AgNPs yang disintesis dengan menggunakan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>)	48
Gambar 8	Pola XRD AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>). Puncak Ag ada pada nilai 1 - 4 dan 20.	48
Gambar 9	Spektrum FTIR dari AgNPs yang disintesis dengan ekstrak air umbi sarang semut (<i>Myrmecodia pendens</i>)	50
Gambar 10	Perbandingan zona hambat antara kloramfenikol dengan ekstrak air sarang semut serta nanosilver yang disintesis menggunakan ekstrak air sarang semut terhadap <i>Aeromonas hydrophilla</i> , bakteri patogen pada ikan. A. Kloramfenikol, B. Ekstrak air sarang semut, C. Nanosilver sarang semut.....	50
Gambar 11	Konsentrasi β -karoten di produk emulsi	74
Gambar 12	Proses pencernaan pangan mengandung β -karoten	76
Gambar 13	Konsentrasi β -karoten selama proses digesti produk emulsi	77
Gambar 14	Peranan β -karoten sebagai antioksidan di dalam tubuh	78
Gambar 15	<i>Percentage of ABTS inhibition, and total antioxidant by emulsion products and components in comparison to standard</i>	79
Gambar 16	Perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit	79

Gambar 17	Delta perubahan kolesterol akibat perbedaan konsumsi ransum mencit.....	80
Gambar 18	Proses intake <i>Retinoic Acid</i> ke dalam sel syaraf yang berada di otak	80
Gambar 19	Peran Retinol dalam sistem molekuler sel saraf	81
Gambar 20	Pengaruh Penambahan Retinol bagi sel syaraf.....	81
Gambar 21	Efek protektif ATRA bagi sel syaraf dalam <i>co-culture</i> sel syaraf dan imun yang diaktivasi	82
Gambar 22	Hasil survei pasar tentang produk jelly/emulsi	85
Gambar 23	Proses yang terlibat dalam pemecahan asam hanya SO ₂ dan NOX memegang peranan penting dalam hujan asam	88
Gambar 24	Tren <i>Annual Paracite Index</i> (API) Malaria Kabupaten PPU dan Provinsi Kalimantan Timur tahun 2013–2018	111
Gambar 25	Distribusi geospasial sebaran malaria per desa di Kabupaten PPU tahun 2018.....	111
Gambar 26	Sebaran geospasial jenis parasit malaria di Kabupaten PPU tahun 2018.....	112
Gambar 27	Sebaran geospasial lokasi perusahaan dan pembukaan lahan baru di wilayah Kabupaten PPU tahun 2018.....	113
Gambar 28	<i>Trichoderma</i> sp.	120
Gambar 29	<i>Aspergillus</i> sp.	120
Gambar 30	<i>Penicillium</i> sp.	120
Gambar 31	<i>Rhizopus</i> sp.	120
Gambar 32	Tahapan fenologi ketapang (A1 = Tunas generatif; A2 = Tunas bunga; A3 = Bunga mekar; B1 = Buah (muda); B2 = Buah (tua); B3 = Buah masak) (Photo oleh Marjenah 2017).	135
Gambar 33	Hasil ekstraksi minyak ketapang dan crude biodiesel (Foto oleh Marjenah 2017).....	139

Potensi Implementasi Kupu-Kupu Sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat

Harmonis

Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

Jl. Ki Hajar Dewantara Kampus Gn. Kelua Samarinda 75116, Kalimantan Timur, Indonesia.

Tel./Fax. +62-541-735379, email: harmonis_fht@yahoo.com

Pendahuluan

Laju kerusakan ekosistem hutan tropis telah menjadi berita penting dan mampu menyedot perhatian sebagian besar pemerhati lingkungan (Whitemore & Sayer 1992). Ekosistem tropis yang diyakini menyimpan dua per tiga keragaman organisme dunia (Raven 1988) dan peran sentralnya sebagai paru-paru dunia yang dapat memberikan kontribusi sepanjang tahun, mempunyai nilai yang sangat penting untuk kestabilan lingkungan secara global. Berbagai bentuk investigasi yang telah dilakukan memberikan titik terang, bahwa alasan ekonomi menjadi faktor utama terjadinya kerusakan ekosistem di kawasan tropis dan kegiatan deforestasi sebagai wujud pengrusakan ekosistem tropis yang terbesar (Wilson 1988, Sodhi et al. 2004).

Variasi data tentang laju deforestasi yang diterbitkan oleh berbagai lembaga yang tertarik akan hal tersebut memberikan bunyi yang hampir senada, yaitu deforestasi terus berlangsung di berbagai belahan negara yang mempunyai ekosistem tropis dengan kecenderungan yang semakin meningkat. Indonesia sebagai pemilik ekosistem hutan tropis terbesar kedua setelah Brazil, turut memberikan andil yang cukup besar terhadap besaran laju deforestasi secara global, yakni mencapai angka 500–800 ribu ha per tahun dalam rentang 2006–2010 (FAO 2010, Kemenhut 2011). Deforestasi tersebut akan memicu terjadinya perubahan-perubahan habitat yang mendatangkan konsekuensi-konsekuensi terhadap penurunan sumberdaya alam, kehilangan keanekaragaman hayati dan terganggunya jejaring ekosistem yang rentan.

Tingkat kerusakan yang terjadi bergantung dari kualitas dan kuantitas derajat deforestasi. Dengan variasi tersebut terbentuklah berbagai macam tipe habitat yang baru. Habitat-habitat tersebut melahirkan daya dukung yang bervariasi pula terhadap komponen ekosistem, dari yang tidak mempunyai dampak negatif sampai pada dampak menghilangnya beberapa keragaman hayati dari habitat tersebut yang dengan sendirinya memicu kepunahan bagi jenis yang rentan.

Dalam mendeteksi dan memprediksi kerusakan lingkungan serta keterpulihan suatu ekosistem, penggunaan bioindikator saat ini menjadi rujukan utama oleh karena sifatnya yang langsung menyatu dengan komponen lingkungan. Penggunaan taksa sebagai bioindikator terus mengalami perluasan sesuai dengan perkembangan ilmu biodiversitas dan kesesuaian dengan komponen lingkungan yang dideteksi dan dimonitoring, mulai dari vegetasi, invertebrata air sampai pada serangga teresterial (Hellawell 1986, Rosenberg & Resh 1993, McGeoch 1998, Rainio & Niemelä 2003, Weinstein & Davison 2003).

Bioindikator

Bioindikator atau indikator biologis adalah proses biologi, jenis atau komunitas organisme yang dipergunakan untuk menilai kualitas suatu lingkungan dan perubahannya (Holt & Miller 2011). Namun tidak semua proses biologi dan jenis organisme dapat dikategorikan sebagai bioindikator, melainkan harus memenuhi beberapa kriteria. Kriteria-kriteria tersebut yang telah diterima secara luas, adalah organisme yang peka terhadap kerusakan atau perubahan habitat, memiliki kelimpahan populasi yang memadai dan relatif stabil, mempunyai distribusi yang luas, telah dikenal secara luas untuk taksonomi, ekologi dan biologinya, serta mudah dan murah untuk kegiatan survei dan monitoringnya (Noss 1990, Tschardt et al. 1998, Holt & Miller 2011).

Kupu-kupu dianggap sebagai salah satu taksa yang memenuhi semua persyaratan kriteria indikator di atas. Terlebih lagi kupu-kupu mempunyai hubungan yang spesifik dengan tanaman inang tertentu semasa dalam stadium larva, sehingga diyakini mampu memberikan indikasi dari kualitas suatu habitat (Singer & Gilbert 1978, Kremen et al. 1993, Hill et al. 1995, New 1997).

Biodiversitas Kupu-kupu

Berdasarkan taksonomi, kupu-kupu yang pada awalnya merupakan subordo Rhopalocera dari ordo Lepidoptera. Taksa ini mudah dikenali dengan keindahannya pada saat fase dewasa melalui warna-warni yang menarik yang menghiasi sekujur tubuhnya yang bersisik. Dalam determinasi untuk membedakan dengan subordo Heterocera (ngengat) yang juga terdapat dalam kelompok Lepidoptera, biasanya dapat dibedakan langsung secara morfologi melalui bentuk antena, bentuk lipatan sayap saat beristirahat (Bährmann 1995) serta warna yang lebih cerah dibandingkan dengan kelompok ngengat. Kupu-kupu juga dikenal sebagai serangga diurnal dan sangat lazim dijumpai ketika aktif berterbangan untuk mencari pakan berupa nektar dan buah yang telah membusuk, serta sering juga dijumpai pada saat tengah menghisap garam-garam mineral pada genangan-genangan air yang mengandung mineral (Austin & Riley 1995, Molleman et al. 2005, Krenn 2008, Braby 2011).

Kelompok kupu-kupu merupakan salah satu taksa penyumbang megabiodiversitas dengan jumlah jenis yang melebihi angka 17.000 jenis (Shields 1989). Beberapa negara Amerika Latin khususnya Peru tercatat sebagai negara dengan kelimpahan jenis kupu-kupu terbesar yang mencapai 3.700 jenis (Lamas 1999). Indonesia sebagai salah satu negara pemilik megabiodiversitas dunia juga dikaruniai tidak kurang dari 2.500 jenis dan 35 persen diantaranya adalah merupakan jenis-jenis endemik (Peggie 2008). Untuk Pulau Kalimantan (Borneo) secara keseluruhan (termasuk Malaysia Timur dan Brunei Darussalam) tercatat sekitar 931 jenis (tabulasi data dari Otsuka (1988), Maruyama (1991), dan Seki et al. (1991)). Sementara data tabulasi untuk Kalimantan Timur, jenis kupu-kupu yang pernah dijumpai para peneliti mencapai 629 jenis (Harmonis 2013).

Mengacu pada sistem klasifikasi, jenis kupu-kupu terbagi dalam enam famili dengan Nymphalidae, Lycaenidae dan Hesperidae sebagai famili yang besar. Hesperidae dapat dikenali dengan ukuran badannya yang besar. Lycaenidae merupakan kupu-kupu ukuran kecil yang kebanyakan berwarna biru dan keperak-perakan pada sayap bagian atas. Nymphalidae merupakan kupu-kupu yang berukuran medium sampai dengan besar dan kebanyakan kaki depan mengalami modifikasi fungsi dan terlihat lebih kecil. Papilionidae lebih luas dikenal sebagai “swallowtails” atau kupu-kupu ekor burung layang-layang. Pieridae mempunyai warna khas seperti putih, kuning dan jingga. Riodinidae adalah tipe kupu-kupu ukuran kecil yang pada sayap bagian bawah terdapat tanda-tanda berwarna logam (metal) (Fleming 1983, Bährmann 1995, Braby 2011).

Tabel 1 Biodiversitas jumlah jenis kupu-kupu dunia, Kalimantan dan Kalimantan Timur

Famili	Dunia*	Kalimantan**	Kalimantan Timur***
Hesperidae	3.592	217	122
Lycaenidae	4.089	377	199
Nymphalidae	6.452	236	222
Papilionidae	566	44	41
Pieridae	1.215	41	33
Riodinidae	1.366	16	12
Total	17.280	931	629

Sumber: * Shields (1989); ** Otsuka (1988), Maruyama (1991) dan Seki et al. (1991); *** Harmonis (2013)

Komunitas Indikator

Sebagaimana definisi bioindikator di atas, bahwa bukan hanya spesies (jenis) dari suatu organisme yang berpotensi menjadi bioindikator melainkan juga pada tingkat komunitas dari suatu taksa. Penggunaan komunitas tentunya memberikan harapan akurasi yang lebih baik karena melibatkan lebih banyak parameter. Namun disisi lain, indikator ini menuntut waktu

dan intesitas pekerjaan yang lebih dalam aplikasinya. Teknis implementasi dari ‘komunitas indikator’ itu sendiri adalah dengan membandingkan langsung komunitas pada suatu habitat yang dinilai dengan habitat pembanding (habitat standard) untuk mendapatkan tingkat persamaan atau perbedaannya. Untuk implementasi komunitas kupu-kupu, penentuan sama atau berbedanya habitat yang dibandingkan, dapat menggunakan metode kompilasi seperti yang diusulkan oleh Harmonis (2013), yaitu penggunaan beta diversitas, indeks Sørensen dan Morisita-Horn secara bersamaan. Ambang batas kesamaan untuk indeks Sørensen sebesar 40 % dan 50 % untuk Morisita-Horn.

Walaupun taksa kupu-kupu telah terbukti dapat dipergunakan sebagai bioindikator, namun tidak semua biodiversitas kupu-kupu dapat langsung dipergunakan sebagai indikator, karena dipersyaratkan kelimpahan populasi yang stabil serta memperhatikan faktor statistik yang berpotensi menimbulkan efek negatif terhadap analisis data, khususnya pada jenis yang sangat jarang dan terlalu berlimpah (Magurran 2004, Mao & Colwell 2005, Walther & Moore 2005, Hilgenboecker et al. 2008). Sebagai contoh untuk kawasan hutan tropis dataran rendah Kalimantan Timur, hanya 157 jenis yang berkesesuaian untuk dipergunakan dalam proses penilaian dengan dasar ‘komunitas indikator’ setelah memperhatikan populasi dan sifat ekologis dari masing-masing jenis kupu-kupu (Harmonis 2013).

Tabel 2 Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya

Famili	Jenis	Habitat*			
		I	II	III	IV
Hesperiidae	<i>Acerbas martini</i>		X	X	
	<i>Ancistroides armatus</i>	X	X	X	
	<i>Ancistroides gemmifer</i>	X		X	
	<i>Ancistroides nigrata</i>		X	X	X
	<i>Isma bononia</i>		X	X	X
	<i>Koruthaialos rubecula</i>	X	X	X	
	<i>Koruthaialos sindu</i>	X	X	X	
	<i>Notocrypta pria</i>	X	X		
	<i>Polytremis lubricans</i>				X
	<i>Potanthus omaha</i>		X	X	X
	<i>Potanthus sp.</i>		X	X	X
	<i>Quedara monteithi</i>		X	X	
	<i>Taractrocera ardonia</i>				X
	<i>Telicota augias</i>		X		X
	<i>Celaenorrhinus ficulnea</i>	X	X		
	<i>Celaenorrhinus ladana</i>	X			
Lycaenidae	<i>Cigaritis lobita</i>				X
	<i>Cigaritis syama</i>				X
	<i>Allotinus leogoron</i>	X	X	X	X
	<i>Allotinus nivalis</i>	X	X	X	
	<i>Allotinus sarrastes</i>	X	X	X	
	<i>Allotinus unicolor</i>	X			

Tabel 2 Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya (lanjutan)

Famili	Jenis	Habitat*			
		I	II	III	IV
	<i>Logania malayica</i>	X			
	<i>Miletus gopara</i>	X			
	<i>Acytolepis puspa</i>		X		X
	<i>Anthene lycaenina</i>		X		X
	<i>Caleta elna</i>	X	X		
	<i>Catochrysops panormus</i>				X
	<i>Catopyrops ancyra</i>		X		X
	<i>Discolampha ethion</i>	X	X	X	X
	<i>Euchrysops cnejus</i>		X		X
	<i>Jamides alecto</i>			X	X
	<i>Jamides caeruleus</i>	X	X	X	
	<i>Jamides celeno</i>	X	X	X	X
	<i>Jamides pura</i>			X	X
	<i>Jamides zebra</i>	X	X	X	X
	<i>Lampides boeticus</i>			X	X
	<i>Lycaenopsis haraldus</i>	X			
	<i>Nacaduba beroe</i>		X		X
	<i>Nacaduba kurava</i>	X	X		X
	<i>Nacaduba russelli</i>				X
	<i>Prosotas nora</i>		X		X
	<i>Arhopala agesilaus</i>	X		X	
	<i>Arhopala allata</i>	X		X	X
	<i>Arhopala delta</i>	X	X	X	
	<i>Arhopala major</i>	X	X	X	
	<i>Arhopala muta</i>	X	X	X	X
	<i>Arhopala sublustris</i>		X		
	<i>Cheritra freja</i>	X	X		
	<i>Dacalana vidura</i>		X	X	
	<i>Drupadia ravindra</i>	X		X	
	<i>Drupadia theda</i>	X	X	X	
	<i>Surendra vivarna</i>	X	X	X	X
Nymphalidae	<i>Herona sumatrana</i>	X			
	<i>Ariadne ariadne</i>				X
	<i>Agatasa calydonia</i>	X	X	X	
	<i>Charaxes athamas</i>	X	X	X	X
	<i>Charaxes bernardus</i>	X	X	X	X
	<i>Charaxes durnfordi</i>	X	X	X	
	<i>Prothoe franck</i>	X	X	X	X
	<i>Chersonesia rahria</i>	X	X	X	
	<i>Danaus genutia</i>				X
	<i>Danaus melanippus</i>		X	X	X
	<i>Euploea cramerii</i>				X
	<i>Euploea mulciber</i>	X	X	X	X
	<i>Idea hypermnestra</i>		X	X	X
	<i>Idea stolli</i>	X		X	
	<i>Ideopsis gaura</i>	X			X

Tabel 2 Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya (lanjutan)

Famili	Jenis	Habitat*			
		I	II	III	IV
	<i>Ideopsis vulgaris</i>		X	X	X
	<i>Parantica agleoides</i>		X	X	X
	<i>Parantica aspasia</i>		X	X	X
	<i>Chetosia hypsea</i>	X	X	X	X
	<i>Cirrochroa emalea</i>	X	X	X	X
	<i>Cupha erymanthis</i>	X	X	X	X
	<i>Vindula dejone</i>	X	X	X	X
	<i>Athyma kanuwa</i>	X	X	X	X
	<i>Athyma nefte</i>	X	X	X	X
	<i>Athyma pravara</i>	X	X	X	X
	<i>Athyma reta</i>	X	X	X	
	<i>Bassarona dunya</i>	X			
	<i>Dophla evelina</i>	X	X	X	X
	<i>Euthalia monina</i>			X	X
	<i>Lasippa tiga</i>	X	X		X
	<i>Lebadea martha</i>	X			
	<i>Lexias canescens</i>	X		X	X
	<i>Lexias dirtea</i>	X	X	X	X
	<i>Lexias pardalis</i>	X	X	X	X
	<i>Moduza procris</i>		X		X
	<i>Neptis harita</i>	X	X	X	
	<i>Neptis hylas</i>				X
	<i>Neptis leucoporus</i>	X	X	X	X
	<i>Pandita sinope</i>				X
	<i>Pantoporia bordonia</i>		X	X	
	<i>Pantoporia paraka</i>	X	X	X	X
	<i>Parthenos sylvia</i>		X	X	
	<i>Tanaecia aruna</i>	X			
	<i>Tanaecia clathrata</i>	X	X	X	
	<i>Tanaecia iapis</i>	X	X	X	X
	<i>Tanaecia munda</i>	X		X	
	<i>Tanaecia orphne</i>	X		X	
	<i>Tanaecia pelea</i>	X	X	X	
	<i>Hypolimnias bolina</i>				X
	<i>Junonia orithya</i>				X
	<i>Amathusia schoenbergi</i>	X			
	<i>Coelites euptychioides</i>	X			
	<i>Discophora necho</i>	X			X
	<i>Elymnias hypermnestra</i>				X
	<i>Elymnias nesaea</i>	X		X	X
	<i>Elymnias panthera</i>			X	X
	<i>Erites elegans</i>		X	X	
	<i>Faunis kirata</i>	X	X	X	
	<i>Faunis stomphax</i>	X	X	X	X
	<i>Melanitis leda</i>	X		X	X

Tabel 2 Jenis kupu-kupu untuk komunitas indikator dan habitatnya (lanjutan)

Famili	Jenis	Habitat*			
		I	II	III	IV
	<i>Mycalesis amoena</i>	X			
	<i>Mycalesis anapita</i>	X	X	X	X
	<i>Mycalesis fuscum</i>		X	X	X
	<i>Mycalesis horsfieldi</i>	X	X	X	X
	<i>Mycalesis maianae</i>	X	X	X	
	<i>Mycalesis mineus</i>		X	X	X
	<i>Mycalesis oroatis</i>	X	X	X	
	<i>Mycalesis orseis</i>	X	X	X	X
	<i>Mycalesis patiana</i>	X	X		
	<i>Neorina lowii</i>	X	X	X	
	<i>Orsotriaena medus</i>			X	X
	<i>Ragadia makuta</i>	X	X	X	
	<i>Thaumantis klugius</i>			X	
	<i>Thaumantis noureddin</i>	X	X	X	X
	<i>Thaumantis odana</i>	X			
	<i>Xanthotaenia busiris</i>	X	X	X	X
	<i>Ypthima fasciata</i>	X	X	X	X
	<i>Ypthima pandocus</i>			X	X
	<i>Zeuxidia amethystus</i>	X			
	<i>Zeuxidia aurelius</i>	X	X	X	
Papilionidae	<i>Graphium agamemnon</i>		X	X	X
	<i>Graphium antiphates</i>				X
	<i>Papilio helenus</i>				X
	<i>Papilio memnon</i>	X	X	X	X
	<i>Papilio nephelus</i>	X	X	X	X
	<i>Papilio palinurus</i>				X
	<i>Papilio polytes</i>				X
	<i>Troides amphrysus</i>	X	X	X	X
Pieridae	<i>Eurema andersoni</i>	X	X	X	X
	<i>Eurema blanda</i>		X	X	X
	<i>Eurema nicevillei</i>	X	X		X
	<i>Eurema sari</i>	X	X	X	X
	<i>Gandaca harina</i>		X	X	X
	<i>Pareronia valeria</i>		X		
Riodinidae	<i>Abisara kausambi</i>	X	X	X	X
	<i>Abisara saturata</i>	X		X	
	<i>Abisara savitri</i>	X		X	X
	<i>Laxita teneta</i>	X			
	<i>Paralaxita damajanti</i>	X		X	
	<i>Paralaxita orphna</i>	X		X	
	<i>Paralaxita telesia</i>	X		X	
	<i>Taxila haquinus</i>	X			
	<i>Zemeros emesoides</i>		X	X	X
	<i>Zemeros flegyas</i>	X	X	X	X

* I = hutan klimax; II = hutan sekunder tua; III = hutan sekunder muda; IV = semak belukar

Sumber data: Harmonis (2013)

Guna mendekati capaian ideal dari penilaian ini, terdapat beberapa rambu yang sepatutnya dilaksanakan dalam investigasi lapangan. Koleksi sampel hendaknya dilakukan antara pukul 08:00–12:00 dan 13:00–16:00 selama 12–24 jam secara total. Penangkapan spesimen dengan menggunakan jala serangga secara bebas (arbitrary netting) di dalam kawasan, 200–300 m dari batas untuk hutan alam dan 50–100 m untuk kawasan revegetasi. Inventarisasi tersebut dapat dilakukan 5–8 periode tergantung dari pemilihan bulan pelaksanaannya, namun demi keefesienan pelaksanaan disarankan pada saat musim penghujan atau dimulai pada bulan Nopember (Harmonis 2013).

Spesies Indikator

Spesies indikator ditetapkan berdasarkan nilai-nilai ekologis dari suatu jenis organisme dengan mempertimbangkan kespesifikan dan ketaatan suatu organisme terhadap suatu kondisi lingkungan. Hal tersebut terbaca dari kecenderungan kehadirannya pada suatu habitat hingga pada akhirnya dapat diyakini bahwa suatu kondisi merupakan habitatnya. McGeoch (1998) memperkenalkan istilah turunan dari spesies indikator yaitu “indikator” dan “detektor”. Disebut sebagai “indikator” apabila secara jelas memperlihatkan kespesifikan dan ketaatan pada suatu habitat, dan dikatakan “detektor” apabila mampu mendeteksi perubahan habitat melalui kecenderungan perubahan dari kelimpahannya.

Mengacu pada definisi McGeoch (1998), istilah “indikator” kemudian dikelompokkan lagi dalam dua kategori oleh Harmonis (2013) yaitu ‘indikator lemah (weak indicator)’ dan ‘indikator kuat (strong indicator)’. ‘Indikator kuat’ menunjukkan nilai yang mendekati sempurna dari hasil perhitungan ketaatan terhadap suatu habitat (“Indicator Value” dari Dufrêne & Legendre 1997), dominansi (“Dominance index” dari Engelmann 1978) dan nilai kespesifikan habitat. Sementara ‘indikator lemah’ hanya mampu memenuhi nilai minimal dari parameter-parameter di atas. Sebagai ilustrasi kongkrit, *Neptis hylas* dikategorikan sebagai ‘indikator kuat’ oleh karena dijumpai dalam satu habitat pada seluruh lokasi pengulangan dengan individu sebanyak 560, sedangkan *Hypolimnna bolina* dikategorikan dalam ‘indikator lemah’ oleh karena walaupun dijumpai dalam satu tipe habitat yang sama, namun hanya ditemukan dalam 7 dari 10 lokasi pengulangan dengan jumlah 135 individu.

Melalui proses perhitungan dengan pendekatan yang mengedepankan sifat-sifat ekologis dari masing-masing jenis kupu-kupu, Harmonis (2013) berhasil mengidentifikasi 17 jenis kupu-kupu di dataran rendah Kalimantan Timur, yang layak dikategorikan dalam ‘spesies indikator’ dengan variasi tingkatan; detektor, indikator lemah dan indikator kuat. Setiap jenis tersebut merepresentasikan habitatnya masing-masing yang terdiri dari hutan klimaks, sekunder tua, sekunder muda dan semak belukar. Namun dua jenis diantaranya merepresentasikan dua habitat yang berdekatan, yaitu *Ragadia makuta* yang mengindikasikan hutan lebat karena menjadi indikator untuk hutan klimaks dan sekunder tua serta *Mycalesis anapita* yang merupakan kupu-kupu hutan sekunder karena mengindikasikan hutan sekunder tua dan muda.

Tabel 3 Spesies indikator untuk ekosistem hutan dataran rendah Kalimantan Timur

Spesies	Famili	Habitat	Level Indikator
<i>Lexias dirtea</i>	Nymphalidae	hutan klimaks	detektor
<i>Ragadia makuta</i>	Nymphalidae	hutan klimaks	indikator lemah
		hutan sekunder tua	indikator kuat
<i>Koruthaialos rubecula</i>	Hesperiidae	hutan sekunder tua	indikator kuat
<i>Erites elegans</i>	Nymphalidae	hutan sekunder tua	indikator kuat
<i>Mycalesis orseis</i>	Nymphalidae	hutan sekunder tua	indikator lemah
<i>Mycalesis anapita</i>	Nymphalidae	hutan sekunder tua	detektor
		hutan sekunder muda	detektor
<i>Idea hypermnestra</i>	Nymphalidae	hutan sekunder muda	indikator lemah
<i>Faunis stomphax</i>	Nymphalidae	hutan sekunder muda	detektor
<i>Abisara kausambi</i>	Riodinidae	hutan sekunder muda	detektor
<i>Zemeros emesoides</i>	Riodinidae	hutan sekunder muda	detektor
<i>Jamides zebra</i>	Lycaenidae	hutan sekunder muda	detektor
<i>Neptis hylas</i>	Nymphalidae	semak belukar	indikator kuat
<i>Ypthima pandocus</i>	Nymphalidae	semak belukar	indikator lemah
<i>Hypolimnas bolina</i>	Nymphalidae	semak belukar	indikator lemah
<i>Taractrocera ardonia</i>	Hesperiidae	semak belukar	indikator lemah
<i>Euchrysops cnejus</i>	Lycaenidae	semak belukar	indikator lemah
<i>Parantica agleoides</i>	Nymphalidae	semak belukar	detektor

Sumber: Harmonis (2013)

Berikut uraian singkat distribusi ekologis dan geografis dari masing-masing ‘spesies indikator’:

Lexias dirtea Fabricius, 1793

Imago dari jenis ini, baik jantan maupun betinanya, merupakan penghuni hutan lebat, walaupun terkadang dijumpai juga di tempat terbuka khususnya betina yang mempunyai kepentingan meletakkan telurnya pada tumbuhan semak (Watson & Whalley 1975). Sehingga jenis ini mempunyai distribusi ekologis yang luas, hampir di setiap habitat terutama di bagian-bagian yang teduh oleh naungan vegetasi (Corbet & Pendlebury 1992, Otsuka 2001, Harmonis 2008, Boer et al. 2008, Boer et al. 2009). Namun demikian, populasi jenis ini sangat signifikan untuk habitat hutan klimaks yang banyak dijumpai di lantai hutan (Harmonis 2013). Larva *L. dirtea* di Pulau Jawa ditemukan mengkonsumsi jenis *laterifolia* (Corbet & Pendlebury 1992). Sementara penyebaran geografinya meliputi India, Myanmar, Thailand, Laos, Kamboja, Vietnam, Myanmar, Malaysia, Sumatera, Jawa, Kalimantan, dan Kepulauan Filipina (Otsuka 1988).



Ragadia makuta Horsfield, 1829



R. makuta merupakan jenis kupu-kupu dataran rendah sampai menengah (sampai pada ketinggian 1.400 m dpl.). Kupu-kupu ini aktif dibawah naungan tajuk yang lebat, terbang dan hinggap pada tumbuhan-tumbuhan bawah hutan. Dijumpai hanya

pada hutan lebat yang lembab, pada tahapan suksesi hutan sekunder tua dan klimaks (Boer et al. 2010, Harmonis 2013). *Selaginella* spp. (Selaginellaceae) merupakan pakan larva dari jenis ini. Penyebarannya meliputi Semenanjung Siam, Malaya, Lingga, Kepulauan Natuna, Sumatera, Jawa dan Kalimantan (Fleming 1983, Aoki et al. 1982).

Koruthaialos rubecula Plötz, 1882

Sebagaimana jenis kupu-kupu Hesperiiidae pada umumnya, *K. rubecula* berukuran relatif kecil dengan warna yang gelap cenderung hitam dan disertai dengan strip jingga pada sayap bagian depan. Jenis ini terlihat obligat dengan naungan yang teduh dan berdasarkan sebaran populasi memperlihatkan habitat yang paling disenanginya adalah tipe hutan sekunder tua (Boer et al. 2010, Harmonis 2013). Keberadaannya tersebar dari Assam (India) sampai ke Paparan Sunda dan Kepulauan Filipina (Fleming 1983, Corbet & Pendlebury 1992).



Erites elegans ♂ *Koruthaialos rubecula* ♂ *Mycalesis anapita* ♂ *Mycalesis orseis* ♂

Erites elegans Butler, 1868

Sebagai bagian dari subfamili Satyrinae, jenis ini memperlihatkan tanda yang cukup jelas dengan motif yang menyerupai mata, pada sayap bagian belakang. Motif mata tersebut dipergunakan sebagai salah satu cara untuk mempertahankan diri melalui proses mimikri. Warna dasar dari kupu-kupu ini adalah coklat muda keperak-perakan yang dihiasi dengan corak garis berwarna jingga. Jenis ini hanya dijumpai pada hutan-hutan lebat (Cleary et al. 2004) dan Harmonis (2013) menyatakan jenis ini lebih memilih habitat pada tipe hutan sekunder tua. Penyebarannya meliputi Malaysia Barat, Sumatera dan Kalimantan (Aoki et al. 1982, Otsuka 1988).

Mycalesis orseis Hewitson, 1864

Tergolong dalam subfamili Satyrinae, jenis ini merupakan kupu-kupu bawah tajuk khas hutan sekunder dengan dominansi pada tipe hutan sekunder tua (Harmonis 2013). *M. orseis* kebanyakan dijumpai di bagian-bagian hutan yang tidak terlalu gelap dan juga terkadang dijumpai pada areal-areal hutan bekas tebangan pada pengusahaan hutan alam secara tebang pilih (Willott et al. 2000). Kupu-kupu ini dijumpai pada dataran rendah (0–200 m dpl.) di daerah berhutan di Thailand, Malaysia Barat, Sumatera, Palawan, dan Kalimantan (Aoki et al. 1982, Fleming 1983). Pakan larva terdiri dari daun-daun Gramineae (Robinson et al. 2001).

Mycalesis anapita Moore, 1858

Penyebaran ekologis dari jenis ini tergolong luas, namun dominansi populasi menggambarkan bahwa jenis ini merupakan kupu-kupu hutan sekunder, baik sekunder muda dan tua. Dengan pembacaan pada pola penyebaran populasi, jenis ini dapat dijadikan indikator untuk hutan sekunder pada tingkatan detektor (Harmonis 2013). Daerah penyebarannya tidak terlalu luas dan hanya meliputi Malaysia Barat, Sumatera dan Kalimantan (Aoki et al. 1982, Fleming 1983). Larva pada umumnya ditemukan mengkonsumsi Gramineae (Robinson et al. 2001).

Idea hypermnestra Westwood, 1848

I. hypermnestra merupakan bagian dari subfamili Danainae. Marga *Idea* dapat dikenali dari morfologi dan kharakteristiknya. Berukuran besar dengan warna putih yang dipadukan dengan bintik-bintik besar warna hitam. Terbang secara perlahan dengan ketinggian yang mengikuti tinggi vegetasi yang ada. Dapat terbang sampai dengan jarak yang relatif jauh. Lebih menyukai



daerah berhutan yang agak terbuka (Morishita 1985). Pakan dari jenis ini adalah *Ficus rumphii* (Moraceae) (Robinson et al. 2001). Daerah sebarannya termasuk luas dari Sikkim (India) sampai Paparan Sunda (Morishita 1985, Corbet & Pendlebury 1992, Inayoshi 2012).

Faunis stomphax Westwood, 1858



Jenis ini berukuran sedang dengan warna coklat muda pada sayap bagian atas dan coklat tua pada bagian bawah. Pada bagian atas terlihat polos dan pada bagian bawah terdapat motif “mata” yang menjadi ciri khas subfamili Satyrinae, dan

juga terdapat garis-garis tipis hitam pada sayap depan dan belakang. *F. stomphax* merupakan salah satu jenis penghuni utama untuk tipe hutan sekunder muda (Harmonis, 2013) dan juga dapat dijumpai pada tipe kawasan bervegetasi lainnya dimana iklim mikro telah terbentuk (Otsuka 2001, Cleary 2004, Matsumoto & Noerdjito 2009). Secara geografis jenis ini dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Palawan, dan Billiton (Aoki et al. 1982, Otsuka 1988).

Abisara kausambi Felder & Felder, 1860

Berdasarkan distribusi populasi, jenis ini menunjukkan keberpihakannya terhadap tipe hutan sekunder muda (Harmonis 2013), walaupun juga sering dijumpai pada hutan-hutan sekunder tua dan bahkan hutan klimaks (Corbet & Pendlebury 1992). Kupu-kupu ini dijumpai pada hutan dataran rendah sampai dengan tingkatan elevasi menengah pada kawasan Paparan Sunda dan Sulawesi (Otsuka 1988, Corbet & Pendlebury 1992).

Zemeros emesoides Felder & Felder, 1860

Z. emesoides merupakan kupu-kupu Hesperiiidae yang berwarna jingga dengan paduan motif berupa larikan-larikan vertikal berwarna hitam pada kedua pasang sayapnya. Hidup di bawah kanopi vegetasi pohon dengan tingkat naungan yang rendah (Harmonis 2013), sehingga sangat merepresentasikan hutan sekunder muda. Jenis ini juga terkadang dijumpai pada hutan primer yang terisolasi dan hutan alam yang dikelola dengan sistem tebang pilih (Willott et al. 2000, Cleary et al. 2004). Penyebarannya meliputi Malaysia Barat, Sumatera dan Kalimantan (Otsuka 1988).



Abisara kausambi ♀



Jamides zebra ♂



Zemeros emesoides ♂



Zemeros emesoides ♀

Jamides zebra Druce, 1895

J. zebra menampilkan morfologi yang khas Lycaenidae, berdimensi kecil dan sayap bagian atas berwarna keperak-perakan. Kehadiran jenis ini sangat ditunjang oleh habitat yang ternaung ringan. Spektrum habitat meliputi hutan lebat dan sekunder, namun lebih dominan pada hutan sekunder muda (Boer et al. 2010, Harmonis 2013). Daerah penyebarannya meliputi Malaysia Barat dan Kalimantan pada elevasi rendah dan menengah (Fleming 1983, Seki et al. 1991)

Neptis hylas Linnaeus, 1758

Jenis ini tergolong dalam subfamili Limenitidinae yang merupakan subfamili terbesar kedua setelah Satyrinae pada Famili Nymphalidae. *N. hylas* memperlihatkan preferensi habitat yang sangat jelas untuk kawasan terbuka atau kawasan bervegetasi tanpa naungan seperti padang rumput dan semak-belukar. Hubungan yang erat terhadap habitatnya, diperlihatkan dari kehadiran jenis ini yang hampir selalu dominan pada tempat-tempat terbuka. Oleh karena itu jenis ini sangat mudah dijumpai di sekitar kita, kawasan pemukiman, pertanian, taman terbuka, kanan-kiri jalan, serta areal revegetasi awal (Otsuka 2001, Harmonis 2008, Boer et al. 2009, Boer et al. 2010). Pada umumnya tumbuhan pakan untuk larva kupu-kupu ini adalah Leguminosae serta jenis-jenis dari Malvaceae dan Tiliaceae (Corbet & Pendlebury 1992). Distribusi geografis sangat luas yang mencakup Asia Selatan, Asia Timur, Indo-Cina, Paparan Sunda, dan Kepulauan Sulu (Tsukada et al. 1985, Otsuka 1988, Corbet & Pendlebury 1992).



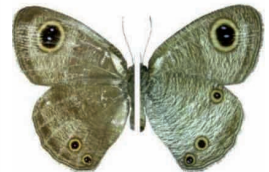
Neptis hylas ♂



Taractrocer a ardonia ♂



Euchrysops cnejus ♀



Ypthima pandocus ♀

Taractrocer a ardonia Hewitson, 1868

Padang rerumputan yang terbuka merupakan habitat pilihan dari jenis *T. ardonia*. Berdasarkan pilihan habitat tersebut dan bukti distribusi populasi, maka jenis ini sangat layak menjadi penciri dari suksesi paling awal dari areal bervegetasi (Harmonis 2013). Kupu-kupu Riodinidae yang berdimensi kecil ini, dapat dijumpai di kawasan Malaysia Barat, Kalimantan dan Sulawesi (Fleming 1983).

Ypthima pandocus Moore, 1858

Jantan dan betina dari imago *Y. pandocus* tidak memperlihatkan perbedaan motif dan warna, hanya sedikit berbeda dalam hal bentuk dan ukuran, dimana jantan terlihat lebih ramping dan betina mempunyai sayap yang lebih lebar. Sayap atas berwarna coklat, sayap depan dihiasi dengan satu motif “mata” besar dan sayap belakang dihiasi oleh tiga motif “mata” berukuran kecil. Kawasan bervegetasi yang terbuka merupakan tempat favorit dari jenis ini, sehingga jenis ini biasa ditemukan pada semak-belukar, padang rumput, pinggiran hutan, dan kawasan bervegetasi yang terdegradasi (Willott et al. 2000, Otsuka 2001, Matsumoto & Noerdjito 2009, Boer et al. 2010). Tumbuhan pakan dari jenis ini adalah *Bambusa* spp., *Imperata cylindrica*, *Miscanthus sinensis*, dan *Paspalum conjugatum* (Robinson et al. 2001). Tersebar pada kawasan Paparan Sunda (Aoki et al. 1982).

Euchrysops cnejus Fabricius, 1798

E. cnejus merupakan kupu-kupu tempat terbuka, seperti semak-semak, padang rumput dan areal revegetasi yang masih terbuka. Berdasarkan pengamatan lapangan, jenis ini sangat menyukai kawasan terbuka yang ditumbuhi oleh orok-orok (*Crotalaria juncea*). Seperti halnya *Taractrocera ardonia*, jenis ini banyak ditemukan pada awal pelaksanaan revegetasi suatu kawasan yang masih sangat terbuka (Boer et al. 2010, Harmonis 2013). Suku Leguminosae merupakan pakan larva dari jenis ini (Fleming 1983). Daerah sebarannya sangat luas yang meliputi Aden, Baluchistan, Sri Lanka, India, Cina Selatan, Kepulauan Asia Tenggara, Australia, dan Kepulauan Low (Fleming 1983, Corbet & Pendlebury 1992).

Hypolimnas bolina Linnaeus, 1758

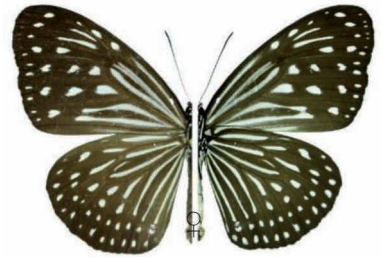


Penyebaran ekologis dari *H. bolina* sangat terbatas hanya untuk areal suksesi tahap awal dengan karakteristik areal bervegetasi terbuka. Kupu-kupu ini umumnya ditemukan pada areal pertanian, perkebunan, pekarangan rumah, taman-taman, serta areal revegetasi (Otsuka 2001, Harmonis 2008, Boer et al. 2009, Boer et al. 2010). Tumbuhan pakan *H. bolina* adalah *Elatostema cuneatum*, *Fleurya interrupta*, *Pseuderanthemum variabile*,

Synedrella nodiflora, *Urtica dioica*, dan *Malva* sp.. Penyebarannya juga termasuk luas, yaitu mulai dari Madagaskar Barat, Asia Selatan, Asia Tenggara, Australia, Selandia Baru, Kepulauan Pasifik di bagian Selatan, serta Jepang (Tsukada et al. 1985, Otsuka 1988).

Parantica agleoides Felder & Felder, 1860

P. agleoides merupakan kupu-kupu Danainae yang berwarna coklat gelap dengan kombinasi garis-garis putih pada kedua pasang sayapnya. Kawasan bervegetasi yang terbuka di sekitar hutan merupakan tempat favorit dari jenis *P. agleoides*, namun juga terkadang dijumpai di kawasan pemukiman dan terbang melintas pada bagian tepi-tepi hutan (Morishita 1985, Harmonis 2013). Kupu-kupu ini ditemukan dari elevasi pantai sampai elevasi tingkat menengah di kawasan Indo-Cina sampai masuk ke daerah Paparan Sunda (Morishita 1985). *Gymnema* spp. dan *Lasianthus* spp. (Asclepiadaceae) dikenal sebagai tumbuhan pakan pada stadium larva (Morishita 1985).



Dalam aplikasi pelaksanaan penilaian suatu kawasan dengan spesies indikator atau dikenal dengan “rapid assessment” pada Harmonis (2013), diawali dengan pengumpulan data komunitas dari 157 jenis yang telah ditetapkan sebagai standard komunitas (Lampiran 1). Sampling dilakukan dengan sistem inventarisasi tunggal sebagaimana yang telah dikenalkan oleh Fleishman et al. (2000), Cleary (2003, 2004) dan Cleary & Genner (2004), yaitu pengumpulan sampel sampai dengan 200 individu. Untuk dapat mengatakan kehadiran spesies indikator (Tabel 3) pada lokasi yang dinilai, dipersyaratkan masing-masing jenis tersebut untuk mencapai dominansi 3,2 % atau kategori “jenis utama” berdasarkan kriteria Engelmann (1978). Selanjutnya untuk menentukan pilihan habitat yang berkesesuaian, dipersyaratkan paling tidak ditemukan satu jenis indikator kuat atau satu jenis indikator lemah ditambah dengan satu jenis detektor pada penunjukkan habitat yang sama.

Penutup

Wacana-wacana tentang bioindikator untuk penilaian degradasi dan upaya restorasi suatu habitat, ternyata memang bukan hanya sebatas teori dan konsep belaka, hal ini paling tidak telah ditunjukkan oleh salah satu taksa indikator (kupu-kupu) yang sangat prospektif untuk diimplementasikan. Tentunya hal ini memberikan harapan nyata dalam mengatasi permasalahan-permasalahan penilaian degradasi ekosistem hutan dan proses restorasi dari aktifitas reklamasi dan rehabilitasi hutan yang tengah marak digalakkan di Indonesia. Seperti diketahui bersama, bahwa selama ini penilaian-penilaian tersebut masih sangat subyektif dan tanpa standard yang baku. Penilaian masih berpatokan pada data kualitatif dan dengan sistem analisis yang masih bergantung pada tingkat kepakaran asesor masing-masing.

Melalui mekanisme penilaian yang jelas dan dapat dipahami secara luas berdasarkan standard-standard kuantitatif, penerapan penilaian dengan menggunakan bioindikator akan menjadi lebih efektif untuk dapat memberikan konklusi yang jelas terhadap tingkat degradasi yang

terjadi atau tingkat keberhasilan dari upaya restorasi terhadap suatu kawasan. Dengan hasil yang jelas, akan sangat membantu dalam menentukan langkah-langkah pengelolaan ekosistem hutan kedepannya.

Daftar Pustaka

- Aoki T, S Yamaguchi, Y Uemura (1982) Satyridae, Libytheidae. Dalam: Tsukada E (ed.) Butterflies of the South East Asian Islands 3 (versi Bahasa Jepang). Plapac Co., Ltd. Tokyo, Japan.
- Austin GT, TJ Riley (1995) Portable bait traps for the study of butterflies. *Tropical Lepidoptera* 6: 5–9
- Bährmann R (1995) Bestimmung wirbelloser Tiere. The third edition. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Boer C, Sutedjo, Harmonis, Rustam, M Syoim, Ambriansyah (2008) Keragaman Hayati Kawasan Hutan Hulu Mahakam. Laporan penelitian (tidak dipublikasi). Pusat Penelitian Hutan Tropis Universitas Mulawarman dan WWF Indonesia, Samarinda.
- Boer C, Sutedjo, Harmonis, RB Suba (2009) Analisis Interelasi Tumbuhan dan Satwa di Areal Reklamasi-Rehabilitasi Pasca Tambang Batubara PT Kaltim Prima Coal. Laporan penelitian (tidak dipublikasi). Pusat Penelitian Hutan Tropis Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Boer C, Sutedjo, T Sudarmadji, AL Manurung, RB Suba, Rustam, M Syoim, Harmonis (2010) Studi tentang Bioindikator Perubahan Ekosistem Pasca Tambang Emas PT Kelian Equatorial Mining Kutai Barat Kalimantan Timur. Laporan penelitian (tidak dipublikasi). Pusat Penelitian Hutan Tropis Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Braby MF (2011) The Complete Field Guide to Butterflies of Australia. CSIRO Publishing, Collingwood VIC.
- butterflycircle.com (2012) <http://www.butterflycircle.com/checklist%20V2/CI/index.php/start-page/startpage>. Diakses pada 6 Juni 2012.
- Cleary DFR (2003) An examination of scale of assessment, logging and ENSO-induced fires on butterfly diversity in Borneo. *Oecologia* 135: 313–321.
- Cleary DFR (2004) Assessing the use of butterflies as indicators of logging in Borneo at three taxonomic levels. *Journal of Economic Entomology* 97: 429–435.
- Cleary DFR, MJ Genner (2004) Changes in rain forest butterfly diversity following major ENSO-induced fires in Borneo. *Global Ecology and Biogeography* 13: 129–140.

- Cleary DFR, AØ Mooers, KAO Eichhorn, J van Tol, R de Jong, SBJ Menken (2004) Diversity and community composition of butterflies and odonates in an ENSO-induced fire affected habitat mosaic: a case study from East Kalimantan, Indonesia. *Oikos* 105: 426–446.
- Corbet AS, HM Pendlebury (1992) *The Butterflies of the Malay Peninsula*. 4th edn. Malayan Nature Society. Kuala Lumpur.
- Dufrêne M, P Legendre (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 354–366.
- Engelmann HD (1978) Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia* 18: 378–380.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (2010) World deforestation decreases, but remains alarming in many countries. Media centre of Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome. <http://www.fao.org/news/story/en/item/40893/icode/>. Diakses 23 Maret 2012.
- Fleishman E, AE Launer, SB Weiss, JM Reed, CL Boggs, DD Murphy, PR Ehrlich (2000) Effects of microclimate and oviposition timing on prediapause larval survival of the Bay checkerspot butterfly, *Euphydryas editha bayensis* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Research on the Lepidoptera* 36: 31–44.
- Fleming WA (1983) *Butterflies of West Malaysia and Singapore*. The second edition. Longman Malaysia, Selangor.
- Harmonis (2008) Kehadiran kupu-kupu di areal reklamasi bekas tambang batubara PT Kaltim Prima Coal, Sengata. *Rimba Kalimantan* 13 (2): 99–105.
- Harmonis (2013) *Butterflies of lowland East Kalimantan and their potential to assess the quality of reforestation attempt*. PhD thesis at Faculty of Environment and Natural Resources, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau, Germany.
- Hellawell JM (1986) *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Elsevier, London.
- Hilgenboecker K, P Hammerstein, P Schlattmann, A Telschow, JH Werren (2008) How many species are infected with *Wolbachia*? – a statistical analysis of current data. *FEMS Microbiol Lett* 281: 215–220.
- Hill JK, KC Hamer, LA Lace, WMT Banham (1995) Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 32: 754–760.
- Holt EA, SW Miller (2011) Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts. *Nature Education Knowledge* 2: 2–8.

- Inayoshi Y (2012) A check list of butterflies in Indo-China. <http://yutaka.it-n.jp>. Diakses 26 Oktober 2012.
- Kemenhut (Kementerian Kehutanan Republik Indonesia) (2011) Statistik Kehutanan Indonesia 2010. Jakarta.
- Kremen C, RK Colwell, TL Erwin, DD Murphy, RF Noss, MA Sanjayan (1993) Terrestrial arthropods assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7: 796–808.
- Krenn HW (2008) Feeding behaviours of neotropical butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea). Dalam: Weissenhofer A, W Huber, V Mayer, S Pamperl, A Weber, G Aubrecht (eds) Natural and cultural history of the Golfo Dulce Region, Costa Rica. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz, Austria, *Stapfia* 88: 295–304.
- Lamas G (1999) Perú: país de mariposas land of butterflies. *Rumbos* 14:6. Available at:<http://www.rumbosonline.com/articles/14-06-specialbutterfly.htm>.
- Magurran AE (2004) *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Mao CX, RK Colwell (2005) Estimation of species richness: mixture models, the role of rare species, and inferential challenges. *Ecology* 86: 1143–1153.
- Maruyama K (1991) *Butterflies of Borneo Vol. 2 (Part 2). Hesperidae*. Tobishima Corporation, Tokyo.
- Matsumoto K, WA Noerdjito (2009) Species richness and species composition on butterflies in *Imperata* grassland, *Acacia mangium* plantation and burnt and unburnt forests in East Kalimantan. Dalam: Fukuyama K, T Oka (eds) *Proceedings of International Seminar on CDM Plantation and Biodiversity-Result of Collaborative Research in East Kalimantan*. FFPRI, Tsukuba.
- McGeoch MA (1998) The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biol. Rev.* 73: 181–201.
- Molleman F, ME van Alphen, PM Brakefield, BJ Zwaan (2005) Preferences and food quality of fruit-feeding butterflies in Kibale Forest, Uganda. *Biotropica* 37 (4): 657–663.
- Morishita K (1985) *Danaidae*. Dalam: Tsukada E (ed.) *Butterflies of the South East Asian Islands 2 (versi Bahasa Inggris)*. Plapac Co., Ltd. Tokyo, Japan.
- New TR (1997) Are Lepidoptera an effective ‘umbrella group’ for biodiversity conservation? *Journal of Insect Conservation* 1: 5–12.
- Noss RF (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology* 4 (4): 355–364.
- Otsuka K (1988) *Butterflies of Borneo. Vol. 1*. Tobishima Corporation, Tokyo.

- Otsuka K (2001) A Field Guide to the Butterflies of Borneo and South East Asia. Hornbill Books, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.
- Peggie D (2008) Kupu-kupu, keunikan tiada tara. Kompas, 22 Juli 2008.
- Rainio J, Niemelä (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12: 487–506.
- Raven PH (1988) Our dismissing tropical forests. Dalam: Wilson EO (ed.) *Biodiversity*. National Academy Press, Washington D.C. P. 119-122.
- Resenberg DM, V Resh (1993) *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- Robinson GS, PR Ackery, IJ Kitching, GW Beccaloni, LM Hernández (2001) *Hostplants of the Moth and Butterfly Caterpillars of the Oriental Region*. United Selangor Press, Kuala Lumpur.
- Seki Y, Y Takanami, K Otsuka (1991) *Butterflies of Borneo Vol. 2 (Part 1) Lycaenidae*. Tobishima Corporation, Tokyo.
- Shields O (1989) World numbers of butterflies. *Journal of Lepidopterists' Society* 43 (3): 178–183.
- Singer MC, LE Gilbert (1978) Ecology of butterflies in the urbs and suburbs. Dalam: Frankie GW, CS Koehler (eds) *Perspectives in Urban Entomology*. Academic, New York.
- Sodhi NS, LP Koh, BW Brook, PKL Ng (2004) Southeast Asian biodiversity: an impending disaster. *Trend in Ecology and Evolution* 19 (12): 654–660.
- Tscharntke T, A Gathmann, I Steffan-Dewanter (1998) Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. *Journal of Applied Ecology* 35: 708–719.
- Tsukada, E, Y Nishiyama, M Kaneko (1985) *Nymphalidae (1)*. Dalam: Tsukada E (ed.) *Butterflies of the South East Asian Islands 4 (versi Bahasa Jepang)*. Plapac Co., Ltd. Japan.
- Walther BA, JL Moore (2005) The concepts of bias, precision and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography* 28: 815–829.
- Watson A, PES Whalley (1975) *The Dictionary of Butterflies and Moths in Color*. Exter Books, New York.
- Weinstein LH, AW Davison (2003) Native plant species suitable as bioindicators and biomonitors for airborne fluoride. *Environmental Pollution* 125: 3–11.

Whitmore, TC, JA Sayer (1992) Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman and Hall, London.

Willet SJ, DC Lim, SG Compton, SL Sutton (2000) Effects of selective logging on the butterflies of a Bornean rainforest. *Conservation Biology* 14 (4): 1055–1065.

Wilson, E.O (ed.) (1988) Biodiversity. National Academy Press, Washington D.C.

INDEKS

Potensi Implementasi Kupu-Kupu Sebagai Bioindikator Perubahan Tipe Habitat

Harmonis 1

Positive Deviance: Rekayasa Sosial Pengendalian Malaria Pada Ibu Hamil Berbasis Kearifan Lokal Kalimantan Timur

Ike Anggraeni, Annisa Nurrachmawati, Risva, Siswanto 21

Ekstrak Umbi Sarang Semut (*Myrmecodia Pendens*) sebagai Bioreduktor Sintesis Nanopartikel Perak dan Potensinya sebagai Antimikrobia Patogen Ikan

Rudy Agung Nugroho 39

Potensi Bawang Tiwai (*Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb.) Sebagai Komponen Antibakteri Berbahan Dasar Alam Untuk Kosmetika

Swandari Paramita, Yadi Yasir, Yuniati Yuniati 55

Tinjauan Teknologi dan Komersialisasi Produk Pangan Berbasis Beta Karoten

Anton Rahmadi 71

Literasi Lingkungan Hutan Tropis dan Kearifan Lokal

Lambang Subagyo, Zeni Haryanto 85

Identifikasi Penggunaan Obat Bahan Alam Sebagai Terapi Komplementer Pada Pasien Myalgia di Puskesmas

Muhammad Khairul Nuryanto, Dyah Anugrah Pratama, Fanytha Libra Karmila, Metyana Cahyaningtyas, Yesiana Nikmatun Azalia 95

Kejadian Malaria pada Pekerja Perambah Hutan di Kabupaten Penajam Paser Utara tahun 2018

Rahmat Bakhtiar, Krispinus Duma, Harjito Ponco Waluyo 105

**Potensi Jamur Endofit Cabai Terhadap Ketahanan Tanaman
dan Sebagai Pengendali Hama**

Sopialena dan Aziz Nur Fauzi..... 117

**Prospek Pemanfaatan Biji Ketapang (*Terminalia Catappa* Linn.)
Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel**

Marjenah, Novy Pralisa Putri 127

TROPICAL STUDIES

Potensi dan Permasalahan
di Hutan Tropika Lembap dan Lingkungannya

PT Penerbit IPB Press

Jalan Taman Kencana No. 3, Bogor 16128

Telp. 0251 - 8355 158 E-mail: penerbit.ipbpress@gmail.com



Penerbit IPB Press



@IPBpress



ipbpress



www.ipbpress.com

Kehutanan

ISBN : 978-623-256-064-2



9 786232 560642