

Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan

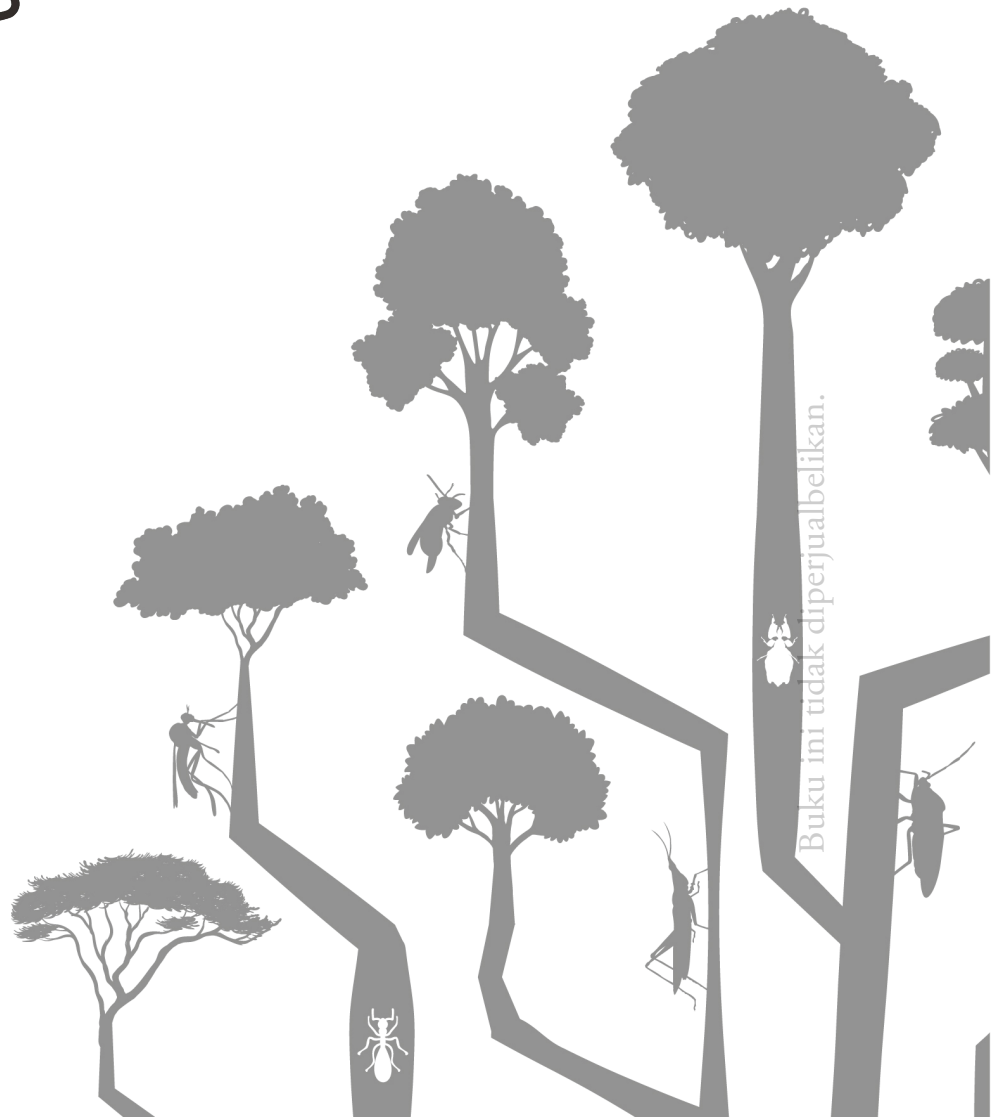


Buku ini tidak diperjualbelikan



**Damayanti Buchori, Purnama Hidayat, Rizky Nazarreta,
Rizky Marcheria Ardiyanti, Fatimah Siddikah, Rosyid Amrulloh,
Azru Azhar, Kasmiatun, Stefan Scheu, & Jochen Drescher**

Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan



Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan

Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh atau sebagian dari buku ini dalam bentuk atau cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

© Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang No. 28 Tahun 2014

All Rights Reserved

Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan

Damayanti Buchori, Purnama Hidayat, Rizky Nazarreta,
Rizky Marcheria Ardiyanti, Fatimah Siddikah, Rosyid Amrulloh,
Azru Azhar, Kasmiatun, Stefan Scheu, & Jochen Drescher



Buku ini tidak diperjualbelikan.

LIPI Press

Foto: M. Badrus Sholih (2016)
Ngengat dari famili Erebidae

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan/Damayanti Buchori, Purnama Hidayat, Rizky Nazarreta, Rizky Marcheria Ardiyanti, Fatimah Siddikah, Rosyid Amrulloh, Azru Azhar, Kasmiatun, Stefan Scheu, & Jochen Drescher–Jakarta: LIPI Press, 2021.

xix hlm. + 109 hlm.; 14,8 × 21 cm

ISBN 978-602-496-281-4 (cetak)
978-602-496-282-1 (e-book)

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 1. Keanekaragaman Serangga | 2. Pola Distribusi |
| 3. Kelimpahan | 4. Kekayaan Spesies |
| 5. Hutan | |

638

Copy editor : Risma Wahyu Hartiningsih & Tantrina Dwi Aprianita
Proofreader : Nikita Daning Pratami & Prapti Sasiwi
Penata isi : Astuti Krisnawati & Rahma Hilma Taslima
Desainer sampul : Suryadi & Meita Safitri

Cetakan pertama : Desember 2021



Diterbitkan oleh:
LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI, Lantai 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta 12710
Telp.: (021) 573 3465
e-mail: press@mail.lipi.go.id
website: lipipress.lipi.go.id
f LIPI Press
@lipi_press
lipi.press



Bekerja sama dengan:
Collaborative Research Center 990 - EFForTS
Georg-August-Universität Göttingen
J.F. Blumenbach Institut für Zoologie und Anthropologie
Untere Karspüle 2
37073 Göttingen
phone: +49 551 39 26054
website: <https://www.uni-goettingen.de/en/310995.html>



Buku ini merupakan karya buku yang terpilih dalam Program Akuisisi Pengetahuan Lokal Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah, Badan Riset dan Inovasi Nasional.



Karya ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
PENGANTAR PENERBIT	vii
KATA PENGANTAR	ix
KATA PENGANTAR	xi
PRAKATA	xiii
UCAPAN TERIMA KASIH	xv
PENDAHULUAN	1
1. Sekilas Tentang Kegiatan Penelitian	5
A. Lokasi Penelitian	7
B. Mengapa Jambi?	9
C. Sekilas Mengenai Taman Nasional Bukit Duabelas	10
D. Sekilas Mengenai Hutan Harapan	13
E. Tipe Tata Guna Lahan	14
2. Keanekaragaman Serangga: Pola Distribusi, Kelimpahan, dan Kekayaan Spesies	21
A. Serangga Kanopi Arboreal	23
B. Semut	27
C. Parasitoid	30
D. Predator	38
E. Hama	40
F. Rayap	42
G. Kumbang	46
H. Serangga Penyerbuk	63
I. Kupu-kupu	67
3. Pengelolaan Keanekaragaman Serangga Secara Berkelanjutan	75
A. Pengayaan Perkebunan dengan Tanaman Lokal	76
B. Monitoring dan Evaluasi	77
EPILOG	79
DAFTAR PUBLIKASI BUKU DARI HASIL PROYEK PENELITIAN	81
DAFTAR PUSTAKA	83
GLOSARIUM	91
INDEKS	97
BIOGRAFI PENULIS	103



Foto: Kasmiatun (2021)
Sampan dan Siluet Pagi di Danau Sipin, Jambi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Area Studi EForTS di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi, Sumatra	7
Gambar 2. Tandan Buah Kelapa Sawit	17
Gambar 3. Tim Lapang CRC990-EForTS Grup Z02	19
Gambar 4. Grafik Kelimpahan Ordo Serangga Kanopi Arboreal	23
Gambar 5. Larva Lepidoptera	25
Gambar 6. Belalang Sembah, Mantodea: Mantidae	25
Gambar 7. Spesies Semut Invasif yang Ditemukan di Perkebunan Karet dan Kelapa Sawit.....	28
Gambar 8. Spesies Semut yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu	29
Gambar 9. Parasitoid dari Famili Sphecidae.....	31
Gambar 10. Lebah <i>Ceratina</i> sp. (Hymenoptera: Apidae) sedang mengunjungi bunga <i>Asystasia gangetica</i>	33
Gambar 11. Korelasi antara Kekayaan Spesies Vegetasi Bawah yang Berbunga dengan Kekayaan Spesies (a) dan Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitoid (b).....	34
Gambar 12. Interaksi Tropik Hama-Parasitoid pada Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi.....	37
Gambar 13. Analisis Korelasi antara Jumlah Individu Hama dan Umur Tanaman Kelapa Sawit	41
Gambar 14. Kumbang Daun yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu.....	49
Gambar 15. Kumbang Moncong Dominan pada Semua Tipe Tata Guna Lahan	51
Gambar 16. Kumbang Klik Dominan pada Semua Tipe Tata Guna Lahan.....	52
Gambar 17. Kumbang Klik yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu	54
Gambar 18. Grafik Kumbang Jelajah Dominan pada Keseluruhan Tipe Tata Guna Lahan	55
Gambar 19. Kumbang Jelajah dari Subfamili Aleocharinae	56
Gambar 20. Kumbang Jelajah dari Subfamili Euaesthetinae.....	56
Gambar 21. Kumbang Jelajah dari Subfamili Megalopsidiinae.....	57
Gambar 22. Kumbang Jelajah dari Subfamili Megalopsidiinae.....	57
Gambar 23. Kumbang Jelajah dari Subfamili Osoriinae	58
Gambar 24. Kumbang Jelajah dari Subfamili Oxytelinae.....	58
Gambar 25. Kumbang Jelajah dari Subfamili Paederinae.....	59
Gambar 26. Kumbang Jelajah dari Subfamili Piestinae.....	59
Gambar 27. Kumbang Jelajah dari Subfamili Piestinae.....	60
Gambar 28. Kumbang Jelajah dari Subfamili Scydmaeninae.....	60
Gambar 29. Kumbang Jelajah dari Subfamili Staphylininae.....	61
Gambar 30. Kumbang Jelajah dari Subfamili Steninae.....	61
Gambar 31. Kumbang Jelajah dari Subfamili Tachyporinae.....	62
Gambar 32. Spesies Serangga Penyerbuk dari Kelompok Lebah dan Kupu-kupu.....	66
Gambar 33. Kupu-kupu <i>Trogonoptera brookiana</i>	69
Gambar 34. Kupu-kupu dari Famili Lycaenidae	69

Gambar 35. Kupu-kupu dari Famili Nymphalidae.....	70
Gambar 36. Kupu-kupu dari Famili Papilionidae.....	70
Gambar 37. Kupu-kupu dari Famili Papilionidae.....	71
Gambar 38. Kupu-kupu dari Famili Riodinidae.....	71



Foto: Azru Azhar (2017)

Belalang Sembah (Mantodea: Mantidae)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Total Individu dan Proporsi Kelimpahan Taksa Artropoda yang Diperoleh dari Kanopi di Empat Tipe Penggunaan Lahan Berbeda.....	24
Tabel 2.	Keanekaragaman dan Kelimpahan Semut Arboreal pada Musim Hujan.....	27
Tabel 3.	Kelimpahan Parasitoid pada Empat Tipe Tata Guna Lahan di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan.....	32
Tabel 4.	Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Tipe Tata Guna Lahan Berbeda.....	33
Tabel 5.	Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika pada Sistem Tata Guna Lahan Berbeda Sebelum dan Sesudah Penambahan Tanaman Berbunga <i>A. gangetica</i>	35
Tabel 6.	Keanekaragaman Hymenoptera parasitika pada Daerah Riparian dan Non-riparian di Setiap Tipe Tata Guna Lahan.....	36
Tabel 7.	Tingkat Parasitisasi Parasitoid pada Setiap Hama di Perkebunan Kelapa Sawit	37
Tabel 8.	Jumlah Individu Serangga Predator pada Berbagai Tingkatan Umur Kelapa Sawit	39
Tabel 9.	Aktivitas Predasi yang Ditemukan di Perkebunan Kelapa Sawit	39
Tabel 10.	Jenis dan Kelimpahan Hama yang Ditemukan di Perkebunan Kelapa Sawit pada Berbagai Tingkatan Umur di Jambi	41
Tabel 11.	Spesies Rayap yang Ditemukan di Lanskap Hutan Harapan	44
Tabel 12.	Keanekaragaman dan Kelimpahan Individu Empat Famili dari Ordo Coleoptera.....	47
Tabel 13.	Daftar Morfospesies Dominan Empat Famili dari Ordo Coleoptera di Semua Tipe Tata Guna Lahan	47
Tabel 14.	Uji Lanjut Tukey terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Individu Empat Famili dari Ordo Coleoptera.....	48
Tabel 15.	Morfospesies <i>Singleton</i> yang Ditemukan di Empat Tipe Tata Guna Lahan pada Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan	53
Tabel 16.	Kekayaan dan Indeks Keanekaragaman Serangga Penyerbuk pada Tiga Tipe Tata Guna Lahan di Area Riparian dan Non-riparian.....	64
Tabel 17.	Indeks Keanekaragaman dan Kekayaan Serangga Penyerbuk pada Tiga Tipe Tata Guna Lahan Sebelum dan Setelah Penambahan Tanaman Berbunga.....	65
Tabel 18.	Indeks Keanekaragaman Kupu-kupu pada Empat Tipe Tata Guna Lahan di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas.....	68



Foto: Fabian Brambach (2018)

Belalang Ranting Biru, Phasmatodea: Phasmatidae

PENGANTAR PENERBIT

Sebagai penerbit ilmiah, LIPI Press mempunyai tanggung jawab untuk terus berupaya menyediakan terbitan yang berkualitas. Upaya tersebut merupakan salah satu perwujudan tugas LIPI Press untuk turut serta membangun sumber daya manusia unggul dan mencerdaskan kehidupan bangsa sebagaimana yang diamanatkan dalam pembukaan UUD 1945.

Buku ilmiah berjudul *Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan* ini hadir sebagai langkah awal untuk menginformasikan keanekaragaman hayati, khususnya serangga di Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan areal restorasi ekosistem Hutan Harapan. Buku ini mengungkap tentang keanekaragaman serangga di kawasan hutan yang sedang berubah. Selain itu, buku ini juga mengulas tentang perubahan-perubahan ekologi/penggunaan lahan.

Harapan kami, semoga buku ini dapat menjadi referensi yang dapat memperkaya pengetahuan dan informasi tentang keanekaragaman hayati, khususnya serangga. Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu proses penerbitan buku ini.

LIPI Press

Buku ini akan segera terbit dan dapat dibeli.



Foto: M. Badrus Sholih (2015)
Serangga Sayap Jala *Mantis* sp., Neuroptera: Mantispidae

KATA PENGANTAR

Rahasia Serangga di Hutan Tropis Sumatra

Penelitian dan pengembangan hutan adalah bagian dari upaya manusia untuk mengetahui isi hutan. Hasil penelitian tentang hutan juga terus dikembangkan demi menemukan *new sciences* dan melengkapi khazanah iptek. Semakin mendalam kita melakukan riset tentang hutan, semakin bertambah pengetahuan kita akan manfaat hutan bagi manusia. Selain itu, bertambah pula pemahaman kita akan mekanisme yang terjadi di alam, dalam keadaan stabil maupun sudah mengalami berbagai tingkat gangguan akibat dari perubahan tata guna lahan.

Buku yang disusun oleh pakar di bidangnya ini mengambil sampel di dua kawasan hutan, yaitu Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan areal restorasi ekosistem Hutan Harapan. Keduanya berada di Provinsi Jambi—provinsi di Pulau Sumatra dengan perubahan tutupan hutan tropis dataran rendah yang cukup luas. Sebagaimana kita ketahui, TNBD ditetapkan sejak tahun 2004 untuk melindungi ruang hidup Suku Anak Dalam (SAD). Masyarakat SAD terbukti memiliki *traditional knowledge* dan kearifan lokal dalam menetapkan tata ruang secara adat yang penting untuk dipadukan dengan *modern science*. Sementara itu, Hutan Harapan dapat dikatakan sebagai Hak Pengelolaan Hutan (HPH) Restorasi yang sangat menarik karena diberikan izin kepada pihak swasta pada 2010 bukan untuk ditebang diambil kayunya, melainkan untuk dijaga dan diperkaya dengan berbagai jenis tanaman sehingga puluhan tahun ke depan akan pulih kembali dan menemukan keseimbangan barunya.

Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD) dan areal restorasi ekosistem Hutan Harapan tergolong hutan hujan tropis dataran rendah yang kaya akan keragaman hayati, tetapi rentan akan berbagai bentuk gangguan aktivitas manusia. Di kedua tempat itulah dilakukan penelitian tentang keragaman serangga yang hidup dan menjadi bagian dari siklus ekologi yang sangat penting bagi kelangsungan rantai makanan serta manfaat timbal baliknya bagi lahan pertanian di sekitar kawasan hutan tersebut, juga untuk kepentingan kemanusiaan yang lebih luas.

Riset tentang serangga yang dilakukan oleh 10 orang pakar dari berbagai institusi (kerja sama Universitas Göttingen dengan IPB, LIPI, dan Universitas Jambi, dalam payung “*Collaborative Research Center 990 - EForTS*”) ini patut diberikan apresiasi dan penghargaan karena dua alasan. Pertama, masih langkanya riset yang berfokus pada serangga di kawasan hutan yang sedang berubah. Kedua, riset ini memberikan informasi terkini tentang perubahan-perubahan ekologi yang terjadi dikaitkan dengan serangga yang mungkin bisa dijadikan sebagai bioindikatornya.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Akhirnya, kita berharap hasil riset ini dapat ditindaklanjuti dengan rekomendasi kepada pemerintah, dalam hal ini Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, khususnya para pengelola kawasan TNBD dan Hutan Harapan di tingkat tapak, dalam rangka dapat membangun model kelola kawasan berbasis keragaman jenis-jenis serangga yang ditemukan di dalamnya serta menempatkan serangga sebagai bioindikator kondisi “kesehatan” hutan dan proses ekologi yang sedang berlangsung di dalamnya. Selain itu, manajemen Balai TNBD juga dapat menjadikan hasil-hasil riset ini sebagai materi edukasi untuk anak-anak sekolah, yang dalam beberapa tahun terakhir ini, terus aktif melakukan program Sekolah Rimba.

Selamat atas terbitnya buku ini dan semoga semakin dapat membuka khazanah ilmu pengetahuan para guru biologi, pecinta alam, praktisi konservasi, peminat ilmu entomologi, dan bahkan siapa pun yang tertarik pada rahasia alam, termasuk rahasia kehidupan serangga dan proses ekologi yang terjadi di hutan-hutan kita.

Jakarta, September 2020

Ir. Wiratno, M.Sc.

Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem (KSDAE)
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Azru Azhar (2017)

Lebah, *Ceratina* sp. pada Bunga *Asystasia gangetica*

KATA PENGANTAR

Serangga sesungguhnya senantiasa ada di sekitar kita. Dengan kemampuannya membantu penyerbukan bunga, mempercepat penguraian zat hara, menghasilkan produk alami yang sehat, serta tetap berada dalam jumlah yang seimbang, serangga menjadi sahabat manusia. Namun, jika alam berubah dan populasi beberapa spesies meningkat drastis, serangga mungkin tidak lagi menjadi sahabat.

Buku ini menyajikan hasil penelitian yang dirancang dengan baik; lanskap utuh diwakili oleh taman nasional, sedangkan lanskap yang sudah banyak diubah oleh manusia diwakili oleh perkebunan skala besar. Hasil penelitian yang disajikan dalam buku ini akan dapat membuka cakrawala kita tentang bagaimana respons komunitas serangga terhadap berbagai intensitas gangguan lanskap yang menjadi habitat serangga. Berdasarkan pengamatan lapangan yang teliti dan dalam jangka waktu yang cukup panjang, penelitian ini memberikan kesimpulan yang jelas bahwa tipe lanskap yang alami, yakni hutan alam di taman nasional, merupakan habitat yang sangat baik untuk serangga. Kesimpulan penting yang lain adalah saat manusia membuka hutan dan mengubahnya menjadi tipe tata guna lahan yang lain (perkebunan karet dan kelapa sawit), sebagian serangga akan menghilang, sementara populasi sebagian lainnya akan semakin melimpah.

Pesan yang akan kita tangkap dari buku ini adalah bahwa masih ada dua tugas besar menanti. Tugas pertama adalah mengungkapkan pola keanekaragaman serangga secara ilmiah, pada skala luas dan berjangka panjang, baik di lokasi yang sama di Jambi atau di lokasi lain. Tugas kedua adalah mengembalikan keseimbangan komposisi dan jumlah serangga pada sistem lahan pertanian terbuka yang dikelola secara intensif.

Selain mengetengahkan data dengan nilai ilmiah yang tinggi dalam gaya bahasa yang mudah dicerna, buku ini juga dihiasi oleh banyak foto serangga. Kita yang mungkin baru pertama kali melihat foto serangga tersebut kemudian tersadarkan akan betapa tingginya keanekaragaman serangga tropis di negara ini. Karena setiap spesies serangga sesungguhnya memiliki fungsi tertentu di alam, tentu saja kita tidak ingin kehilangan satu pun spesies serangga. Jadi, mari kita menjadikan serangga sebagai sahabat kita.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Bogor, September 2020

Prof. Dr. Ani Mardiasuti
Ecologist, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan
IPB University



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Amrul Jihadi (2017)
Skipper, Lepidoptera: Hesperidae

PRAKATA

Buku berjudul *Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Rendah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan* ini merupakan kumpulan hasil penelitian yang berisi informasi keanekaragaman serangga. Buku ini juga sebagai salah satu wujud nyata hasil kerja sama penelitian antara Universitas Göttingen di Jerman dan tiga universitas di Indonesia, yaitu IPB University, Universitas Jambi, dan Universitas Tadulako, yang tergabung dalam proyek CRC990-EFForTS. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi langkah awal pengelolaan dan pengembangan keanekaragaman hayati, khususnya serangga di Provinsi Jambi.

Keanekaragaman hayati menjadi penting bagi Indonesia yang merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Penelitian ini dilakukan di dalam dan sekitar area konservasi Hutan Harapan dan Taman Nasional Bukit Duabelas di Jambi dengan tujuan mengetahui hubungan perubahan fungsi hutan menjadi tata guna lahan intensif, seperti perkebunan kelapa sawit dan karet terhadap serangga sebagai salah satu jasa ekosistem yang berperan penting dalam mata rantai ekosistem di alam. Penelitian ekologis mengenai perubahan tata guna lahan hutan menjadi tata guna lahan intensif, seperti lahan pertanian, perkebunan, dan permukiman, berdampak pada penurunan stabilitas dan ketahanan ekosistem alami, khususnya keanekaragaman serangga.

Buku ini diharapkan dapat menjadi alat yang berharga dan bermanfaat, khususnya sebagai bahan ajar dan referensi para ilmuwan di masa depan, serta diharapkan dapat memberikan solusi alternatif untuk mempertimbangkan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan terhadap keanekaragaman serangga. Buku ini disusun berdasarkan hasil kegiatan lapangan dan didukung oleh kajian pustaka yang sesuai. Selain itu, buku ini juga didukung dengan hasil identifikasi sampel yang dikoleksi selama kegiatan dan analisis terhadap sampel tersebut. Oleh karena itu, buku ini merupakan langkah awal dalam mengungkap keanekaragaman serangga di Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan sebagai landasan dalam mengembangkan kebijakan pemanfaatan dan perlindungan. Kami menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam buku ini sehingga kami sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca untuk penyempurnaan buku ini di masa mendatang. Kami mengharapkan kerja sama ini akan lebih produktif dan bermanfaat di masa depan serta menghasilkan lebih banyak jejak ilmiah yang akan meningkatkan pengetahuan.

Tim Penulis

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Rizky Nazarreta (2019)
Danau Sipin, Jambi

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan kerja sama kepada Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) yang telah mendanai studi ini dan Kementerian Riset dan Teknologi (Ristekdikti) dalam rangka proyek kerja sama penelitian kolaboratif Jerman-Indonesia melalui CRC990-EFForTS. Terima kasih kepada PT Humusindo, PT Perkebunan Nusantara VI, PT Restorasi Ekosistem Indonesia (PT REKI), Taman Nasional Bukit Duabelas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dan Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Jambi yang telah memberikan izin dalam studi ini. Terima kasih kepada Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB University yang telah memfasilitasi ruangan untuk proses identifikasi sampel. Terima kasih kami ucapkan kepada Dr. Akhmad Rizali, S.P., M.Si. (Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya) dan Adha Sari, S.P. (Laboratorium Pengendalian Hayati, IPB Univ) yang telah membantu pelaksanaan penelitian selama di lapang dan laboratorium. Terima kasih kepada semua mahasiswa penelitian yang mendukung penelitian kami (Rawati Pandjaitan, M. Syaifullah Hiola, Amrul Jihadi, M. Badrus Sholih, Ikbal Tawakkal, Lena Apriliani), asisten lapangan (Nop, Toni Rohaditomo, dan Zulfi), asisten laboratorium (Anik Larasati, Cici Indriyani, M. Iqbal Tawakkal, Nurul Novianti, dan Herry Marta Saputra), serta berbagai pihak yang namanya tidak mungkin untuk disebutkan satu per satu yang telah meluangkan waktu dan bantuan yang tak ternilai untuk mendukung studi ini.



Foto: M. Badrus Sholih (2016)
Ngengat, Lepidoptera

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu dari 10 negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di bumi (Fitzherbert dkk., 2008) sehingga sering disebut sebagai *mega-diversity countries* (Persoon & van Weerd, 2006). Tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi di Indonesia dapat ditemukan di hutan hujan tropis dataran rendah yang memiliki iklim stabil sepanjang tahun. Dengan sangat beragamnya flora dan fauna, hutan hujan tropis dataran rendah Indonesia dapat digolongkan sebagai pusat keanekaragaman hayati global. Hutan hujan tropis juga berperan penting dalam mengatasi pemanasan global, bukan hanya sebagai pengatur iklim, melainkan juga sebagai salah satu penyerap karbon di atas permukaan tanah yang tertinggi di dunia.

Keanekaragaman serangga di kawasan hutan hujan tropis sudah tidak diragukan lagi keberadaannya. Berdasarkan laporan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia pada 2014, Indonesia memiliki kekayaan jenis serangga sebanyak 151.847 jenis atau 15% dari keseluruhan serangga di dunia yang masuk ke dalam 30 Ordo (Widjaja dkk., 2014). Serangga memiliki berbagai peran di alam dan memberikan jasa ekosistem yang tak ternilai. Keberadaan serangga di alam dapat membantu proses penyerbukan berbagai tanaman dan berperan sebagai musuh alami bagi hama pertanian. Di samping itu, serangga juga merupakan pengurai (*decomposer*) yang andal di berbagai tipe lahan. Aktivitas penyerbukan oleh serangga penyerbuk merupakan aktivitas penting dalam proses reproduksi bagi lebih dari 70% spesies tanaman angiospermae (Kearn & Inouye, 1997).

Namun, hutan hujan tropis di Indonesia telah mengalami laju deforestasi yang tinggi karena manajemen pengelolaan yang tidak berkelanjutan. Hal ini ditandai dengan perubahan lahan hutan menjadi kawasan pertanian (Achard dkk., 2002) yang meningkat pesat dalam 20 tahun terakhir (Gatto dkk., 2015) dan menjadi ancaman terbesar bagi keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya (Donald, 2004). Pada 2010, hanya tersisa 30% dari hutan hujan primer di Sumatra (Margono dkk. 2012). Perubahan tata guna lahan dapat memengaruhi keanekaragaman hayati di lanskap pertanian (Rizali dkk., 2013; Bos dkk., 2008; Steffan-Dewenter dkk., 2007), dan telah menjadi topik utama dalam penelitian ekologi dalam beberapa dekade terakhir (Loreau dkk., 2001).

Provinsi Jambi di Sumatra telah kehilangan sebagian besar hutan hujan tropis sejak penebangan selektif dan konversi ke berbagai tipe tata guna lahan yang meningkat pada 1970-an. Selama tahun 2000–2012, Indonesia telah kehilangan 6 juta hektare hutan dengan laju deforestasi tertinggi di dunia pada 2012 (Margono dkk., 2014). Pada 2014–2017, Provinsi Jambi mengalami peningkatan kehilangan area hutan dengan luas total kehilangan hutan 74.585,8 ha, dan masuk dalam 10 provinsi dengan kehilangan hutan terbesar di Indonesia. Namun, pada 2018, terjadi penurunan kehilangan hutan sebesar 23.635,7 ha menjadi 9.235,6 ha dari tahun 2017 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Lahan hutan tersebut dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit dan karet yang dinilai memiliki nilai ekonomi lebih tinggi.

Kerusakan hutan hujan tropis akan menyebabkan penurunan fungsinya, seperti kemampuan melindungi keanekaragaman hayati, mempertahankan kondisi iklim, dan mendukung kehidupan masyarakat lokal. Perubahan tataguna lahan, seperti pertanian yang dikelola secara intensif, fragmentasi habitat, dan spesies invasif dapat menyebabkan penurunan spesies serangga, seperti parasitoid (Kruess & Tscharrntke, 2000), semut (Ambrecht dkk., 2004), rayap (Jones dkk., 2003), kumbang (Chung dkk., 2000), kupu-kupu (Nidup dkk., 2004), lebah (Calabuig, 2000; Cane & Tepedino, 2001), dan kemungkinan masih banyak serangga lain yang belum terungkap. Peningkatan gangguan tata guna lahan merupakan ancaman terbesar bagi kelangsungan hidup jangka panjang suatu organisme, terutama spesies serangga, yang tidak hanya menyebabkan penurunan keanekaragaman serangga, tetapi juga memengaruhi perubahan komposisi spesies serangga (Perry dkk., 2016). Perubahan komposisi ini dapat mengubah fungsi dan peranan dari serangga yang ada sehingga mengubah jejaring makanan dalam sebuah ekosistem. Hal inilah yang menjadi tantangan ke depannya untuk menemukan solusi untuk tetap menjaga keanekaragaman hayati meski dengan semakin berkurangnya habitat alami dengan tanpa mengurangi hasil perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi.



Foto: Ellena Yusti (2021)

Mud-puddling of Graphium doson dan Graphium evemon di Hutan Harapan



Buku ini merupakan kumpulan hasil kerja sama penelitian melalui proyek *Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems* (EFForTS) dan difokuskan sebagai buku yang dapat memberikan informasi mengenai nilai penting dari keanekaragaman hayati serangga dan dampak dari perubahan tata guna lahan terhadap keberadaan serangga. Hasil penelitian dalam buku ini diharapkan dapat menambah pengetahuan ilmiah mengenai ekologi serangga dan dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan, serta perbaikan manajemen perkebunan yang ramah untuk keanekaragaman hayati, khususnya di perkebunan karet dan kelapa sawit. Pengayaan keanekaragaman hayati dengan memanfaatkan jasa ekosistem serangga (parasitoid, penyerbuk, musuh alami, dan dekomposer) serta penanaman beberapa tanaman buah dan pohon lokal di perkebunan kelapa sawit dinilai dapat menjadi alternatif yang menguntungkan. Selain itu, pengayaan juga merepresentasikan jalan keluar yang baik dari perubahan tata guna lahan yang memberi pengaruh negatif terhadap keanekaragaman hayati.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: M. Badrus Sholih (2016)

Semut Rangrang *Oecophylla smaragdina*, Hymenoptera: Formicidae



1. Sekilas tentang Kegiatan Penelitian

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems, Sumatra-Indonesia (EForTS) adalah proyek kerja sama penelitian antara University of Göttingen (Jerman), tiga universitas di Indonesia (IPB University, Universitas Jambi, dan Universitas Tadulako), dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang didanai oleh Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), lembaga pendanaan riset Jerman. Proyek penelitian jangka panjang ini dimulai sejak tahun 2013 dengan tujuan memberikan pengetahuan berbasis sains, pemahaman yang mendalam tentang bagaimana melindungi dan meningkatkan fungsi ekologis hutan hujan tropis, serta faktor pendorong dan konsekuensi dari transformasi hutan hujan tropis menjadi lanskap pertanian untuk keanekaragaman hayati, fungsi ekosistem, dan kesejahteraan manusia (Drescher dkk., 2016). Penelitian ini mewakili berbagai studi disiplin ilmu, yaitu pertanian, keanekaragaman hayati, antropologi budaya, ekologi, ekonomi, kehutanan, dan penginderaan jauh.



Proyek penelitian EForTS dilaksanakan di salah satu wilayah hutan hujan tropis dataran rendah terbesar di Asia Tenggara, yakni Provinsi Jambi di Sumatra, Indonesia. Proyek EForTS menyelidiki studi proses lingkungan serta efek ekologi dan sosial ekonomi dari proses transformasi tata guna lahan berdasarkan penelitian di kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi. Terdapat lima kelompok utama yang menjadi fokus dalam proyek penelitian ini, yaitu

1. Kelompok A (Proses lingkungan)

Kelompok ini terdiri dari 6 subkelompok yang menyelidiki pengaturan lingkungan dan proses yang memengaruhi biota. Proses dan pengaturan lingkungan, misalnya pertukaran gas rumah kaca, iklim, air, dan tanah.

2. Kelompok B (Keanekaragaman hayati)

Kelompok ini terdiri dari 11 subkelompok yang diarahkan untuk mengetahui pengaruh transformasi dari hutan hujan tropis menjadi perkebunan karet dan kelapa sawit terhadap keanekaragaman hayati di dalam dan di atas permukaan tanah, serta fungsi ekosistem terkait dengan tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Sebagai contoh, percobaan pengayaan keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit.

3. Kelompok C (Kesejahteraan manusia)

Kelompok ini terdiri dari 7 subgrup yang mempelajari dampak transformasi terhadap kesejahteraan masyarakat serta menyelidiki faktor-faktor penentu dan konsekuensi dari perubahan tata guna lahan terhadap manusia di berbagai tingkat organisasi, mulai dari tingkat pertanian, rumah tangga, desa, hingga ke skala nasional dan global.

4. Kelompok Z02 (Pusat layanan ilmiah)

Kelompok ini bertanggung jawab mengumpulkan data meteorologi dan membangun *barcoding database* tanaman dan kelompok invertebrata di atas permukaan tanah. Lebih lanjut, kelompok ini juga melakukan pemantauan keanekaragaman hayati pada artropoda arboreal di semua plot inti penelitian.

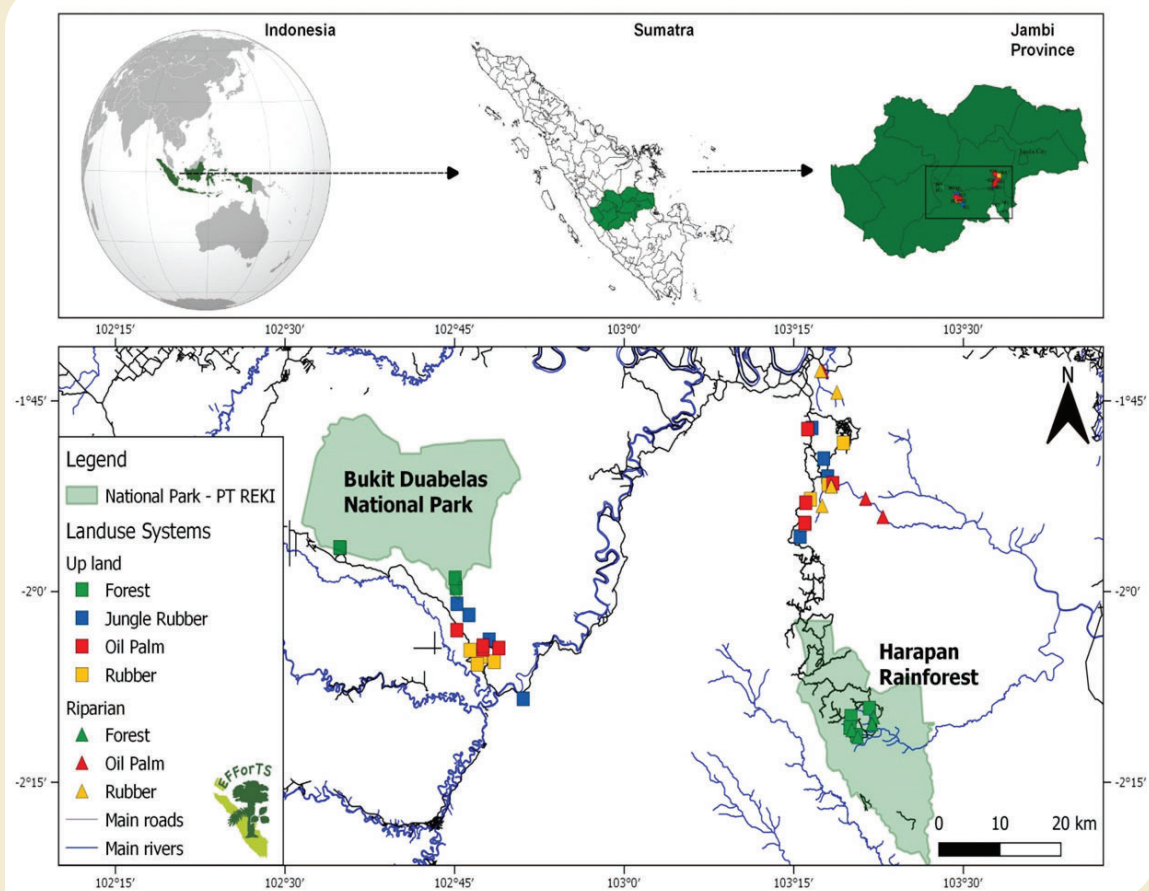
5. Kelompok INF (Manajemen data penelitian dan analisis statistik integratif)

Kelompok ini berfungsi sebagai pusat pakar statistik yang memfasilitasi pertukaran data antarkelompok proyek penelitian, memastikan penyimpanan data jangka panjang, dan memberikan saran dalam pengolahan data kepada semua anggota kelompok peneliti.

Buku ini berfokus pada hasil penelitian mengenai keanekaragaman serangga yang termasuk dalam subkelompok Z02 (pemantauan komunitas artropoda arboreal di semua tipe tata guna lahan) dan B09 (pola dan proses keanekaragaman hayati di atas permukaan tanah di seluruh lanskap transformasi hutan hujan).

A. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di dalam dan berdekatan dengan dua area hutan tropis di Provinsi Jambi, yaitu Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan. Area di sekitarnya sebagian besar telah dikonversi menjadi area yang ditanami dan didominasi oleh tanaman monokultur kelapa sawit dan karet. Selanjutnya, kami mengacu pada masing-masing cagar hutan dan daerah di sekitarnya sebagai lanskap Bukit Duabelas dan lanskap Hutan Harapan.



Sumber: Daniel Ramos dalam Junggebauer dkk. (2021)

Gambar 1. Lokasi Area Studi EFForTS di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Provinsi Jambi, Sumatra



Foto: Rizky Nazarreta (2019)
Jembatan Gentala Arasy, Jambi

B. MENGAPA JAMBI?

Provinsi Jambi merupakan salah satu provinsi yang terletak di tengah Pulau Sumatra. Provinsi Jambi mempunyai luas daratan sebesar 51 ribu km² dan terletak pada 0°45'–2°45'LS dan 101°10'–104°55'BT. Luas daratan Jambi terbagi atas kawasan hutan seluas 21 ribu km², pertanian seluas 29 km², dan sisanya untuk permukiman dan kegunaan lainnya. Topografi Provinsi Jambi secara umum didominasi oleh dataran rendah, terutama Jambi bagian timur ke tengah, sedangkan semakin ke arah barat didominasi oleh dataran tinggi. Provinsi Jambi menjadi produsen kelapa sawit terbesar ketujuh dan produsen karet terbesar keempat di Indonesia (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019a; 2019b).

Transformasi hutan dataran rendah di Provinsi Jambi menjadi bentang lahan yang didominasi tanaman telah memberi dampak pada fungsi ekologis dan sosial ekonomi. Perubahan fungsi lahan hutan menjadi areal perkebunan di Provinsi Jambi secara signifikan mengurangi keanekaragaman serangga dan peran serangga yang ada di dalamnya. Provinsi Jambi juga menjadi salah satu kawasan restorasi hutan terluas di Indonesia. Hutan restorasi dikembangkan untuk menghidupkan kembali kawasan hutan yang sudah rusak sebelumnya serta memulihkan ekosistem hutan.

C. SEKILAS MENGENAL TAMAN NASIONAL BUKIT DUABELAS

Taman Nasional Bukit Duabelas adalah taman nasional yang ditunjuk sebagai kawasan konservasi yang memiliki luas relatif kecil (60.500 ha) dan merupakan perwakilan dari hutan hujan tropis dataran rendah di Provinsi Jambi, Sumatra. Hanya bagian utara dari taman nasional ini yang terdiri dari hutan hujan primer, sedangkan sisanya adalah hutan sekunder sebagai hasil dari penebangan sebelumnya. Kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas ditetapkan sebagai taman nasional melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia Nomor 285/Kpts-II/2000 tanggal 23 Agustus 2000. Sebelum dinyatakan sebagai taman nasional pada tahun 2000, sebagian besar area digunakan sebagai hutan produksi, hutan produksi terbatas, dan tata guna lahan hutan lainnya.

Secara khusus, kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas ditunjuk sebagai kawasan taman nasional yang memiliki tujuan melindungi, memelihara, memperbaiki, dan melestarikan kawasan hutan hujan tropis dataran rendah yang memiliki keanekaragaman flora, fauna, dan ekosistem yang tinggi dan sudah terancam punah; melindungi dan melestarikan tempat kehidupan dan budaya orang rimba (suku Anak Dalam) yang sudah sejak lama berada di kawasan ini; serta melindungi, melestarikan, dan mengembangkan tanaman obat-obatan yang merupakan sumber daya penghidupan. Tidak hanya itu, Kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas juga memiliki potensi sumber daya alam hayati dan ekosistem yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan penelitian, pendidikan, pengembangan ilmu pengetahuan, rekreasi dan wisata alam, serta kegiatan budi daya.

Kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas merupakan kawasan penting dalam konservasi karena memiliki sumber daya hayati yang melimpah. Tidak hanya itu, kawasan ini memiliki flora dan fauna yang bernilai tinggi, langka, dan dilindungi. Kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas sedikitnya memiliki 137 jenis tumbuhan obat (101 jenis tumbuhan obat dan 27 jenis cendawan obat); 41 jenis anggrek dari 18 marga; 3 jenis pohon penghasil getah yaitu pohon jelutung rawa (*Dyera costulata*), balam, dan kemenyan (*Styrax benzoin*); 7 marga pohon palem; 5 jenis pohon buah endemik; 4 jenis tanaman rotan; 2 jenis pohon yang memiliki nilai ekonomi tinggi (pohon tembesu dan bulian). Tidak hanya memiliki flora yang melimpah, kawasan Taman Nasional Bukit Duabelas juga memiliki fauna yang melimpah; sedikitnya ada 12 jenis kupu-kupu telah teridentifikasi di kawasan tersebut, 8 spesies burung dan beberapa termasuk burung dilindungi seperti burung rangkong (*Buceros rhinoceros*), 15 spesies mamalia endemik, seperti harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae*), kucing hutan (*Felis bengalensis*), landak sumatera (*Hystrix brachyuran*), tupai tanah (*Lariscus* spp.), kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*), beruk (*Macaca nemstrina*), siamang (*Sympalagus syndactylus*), ungko (*Hylobates agilis*), dan amfibi labi-labi (*Trionyx* spp.).



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Ellena Yusti (2021)
Skipper (Lepidoptera: Hesperidae)



Foto: Jochen Drescher
Danau di Hutan Harapan, Jambi

D. SEKILAS MENGENAL HUTAN HARAPAN

Hutan Harapan merupakan kawasan restorasi ekosistem pada areal hutan hujan tropis dataran rendah pertama dan terbesar di Indonesia, terletak di perbatasan Provinsi Jambi dan Sumatra Selatan dengan luas 98.555 ha. Kawasan ini merepresentasikan 20% keanekaragaman hayati di Pulau Sumatra. Restorasi Hutan Harapan adalah bagian dari kebijakan pemerintah dalam upaya memulihkan kondisi hutan produksi yang telah terdegradasi. Kebijakan tersebut merupakan upaya pengelolaan hutan produksi agar kembali seperti kondisi hutan alam. Secara umum, pengelolaan Hutan Harapan berorientasi pada pengelolaan hutan berbasis ekosistem untuk memperbaiki nilai ekonomi hutan serta pemulihan flora dan fauna yang mempunyai nilai penting dan memberi manfaat ekonomi bagi masyarakat sekitar hutan. Upaya pengelolaan hutan dilakukan oleh PT Restorasi Ekosistem Konservasi Indonesia (PT REKI) pada tahun 2006 sebagai konsesi yang diberikan oleh pemerintah agar terciptanya pengembangan pengelolaan hutan secara berkelanjutan. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan np.327/Menhut-11/2010, luas Hutan Harapan di Provinsi Jambi sebesar 46.385 ha.

Kegiatan restorasi ekosistem di Hutan Harapan bertujuan memulihkan dan meningkatkan keanekaragaman tumbuhan di ekosistem hutan alam; memulihkan dan meningkatkan produktivitas hutan alam; memulihkan dan meningkatkan kualitas habitat khususnya habitat satwa pilihan; memulihkan keanekaragaman dan populasi satwa, khususnya populasi satwa pilihan; memulihkan dan meningkatkan fungsi hidrologis dan pengendalian erosi tanah; meningkatkan kapasitas dan partisipasi masyarakat lokal dalam pengelolaan hutan; meningkatkan potensi ekonomi hutan berupa ekowisata, penelitian, pendidikan dan pelatihan untuk sumber pembiayaan pengelolaan ekosistem hutan, pengentasan kemiskinan dan sebagai pendapatan pemerintah daerah maupun pusat; mengembangkan kelembagaan sistem pengelolaan hutan berbasis keanekaragaman hayati hutan alam produksi dengan partisipasi *stakeholders*, yaitu PT REKI, masyarakat lokal, LSM, perguruan tinggi, lembaga penelitian, pemerintah daerah, dan pemerintah pusat. Hutan Harapan merupakan sumber serta areal resapan air penting bagi masyarakat Jambi dan Sumatra Selatan. Hutan Harapan dihuni oleh lebih dari 307 jenis burung. Salah satu kekayaan alam di Hutan Harapan adalah burung rangkong yang merupakan burung endemik di kawasan tersebut. Sebanyak 9 dari 14 jenis burung rangkong di Indonesia ditemukan di kawasan ini. Saat ini, burung rangkong termasuk dalam daftar satwa yang dilindungi dan terancam punah. Tidak hanya itu, Hutan Harapan juga menjadi rumah bagi 64 jenis mamalia, 123 jenis ikan, 55 jenis amfibi, 71 jenis reptil, dan 446 jenis tumbuhan (Hutan Harapan, 2020).

E. TIPE TATA GUNA LAHAN

Sebagian besar kawasan di sekitar Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan saat ini masih dalam kondisi yang relatif baik, walaupun terdapat alih fungsi lahan menjadi lahan perkebunan karet dan kelapa sawit. Di setiap lanskap, kami membangun plot penelitian berukuran 50 m x 50 m yang terdiri dari beberapa tipe tata guna lahan berbeda.

Hutan Hujan Dataran Rendah

Merupakan hutan yang tumbuh di daerah dataran rendah dengan ketinggian 0–1.200 mdpl (Whitmore, 1998) dan memiliki curah hujan 2.500–3.000 mm per tahun. Kawasan hutan hujan dataran rendah juga merupakan kawasan hutan alam dengan kondisi yang masih utuh serta memiliki keragaman tumbuhan yang tinggi dan belum dieksploitasi oleh manusia. Provinsi Jambi merupakan pusat hutan dataran rendah di Sumatra dengan luas 2.179,44 ha. Kawasan hutan hujan tropis memiliki keanekaragaman flora yang berlimpah. Hal ini terbukti dengan ditemukannya banyak pohon berkayu, tanaman obat, rotan, tanaman penutup tanah, dan tanaman yang memiliki diameter batang >30 cm. Keanekaragaman flora yang tinggi ini mendukung ekosistem di dalamnya sehingga keanekaragaman fauna di dalamnya juga melimpah.

Foto: Ellena Yusti (2020)

Ekosistem Hutan di Hutan Harapan

Hutan Karet

Berbeda dengan hutan hujan dataran rendah, hutan karet merupakan kawasan hutan yang telah mengalami pengayaan (setelah adanya kerusakan hutan primer) oleh tanaman industri, yakni karet. Perbedaan yang mencolok antara hutan karet dan hutan hujan dataran rendah adalah adanya sistem pertanian ekstensif di kawasan hutan karet.

Foto: Jochen Drescher (2013)
Ekosistem Hutan Karet

Perkebunan Karet

Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) adalah tanaman tahunan yang dapat tumbuh sampai umur 30 tahun dan juga merupakan salah satu komoditas bernilai jual tinggi dengan produk utamanya adalah karet itu sendiri yang dapat diperoleh dari proses penggumpalan getah tanaman karet (lateks). Perkebunan karet umumnya dikelola secara intensif untuk menghasilkan bahan baku industri yang dapat memproduksi berbagai macam benda, seperti ban, sabuk, sepatu, dan lain-lain. Kawasan perkebunan karet menerapkan sistem monokultur sehingga di kawasan tersebut tidak ditemukan tanaman lain selain tanaman karet.

Foto: Jochen Drescher (2013)
Ekosistem Perkebunan Karet

Perkebunan Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tumbuhan perkebunan yang berguna sebagai penghasil minyak masak, minyak industri, dan bahan bakar. Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon, tingginya dapat mencapai 0–24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan serta bercabang banyak. Buahnya kecil, berwarna merah kehitaman apabila masak. Daging dan kulit buah kelapa sawit mengandung minyak yang banyak digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Indonesia merupakan negara produsen kelapa sawit terbesar di dunia dengan luas area yang semakin meningkat setiap tahunnya, hingga mencapai 14 juta ha pada tahun 2019. Kelapa sawit menjadi komoditas unggul yang berperan penting dalam peningkatan perekonomian Indonesia seiring meningkatnya permintaan pasar dunia. Di Indonesia, perkebunan kelapa sawit dikelola secara intensif dengan menerapkan sistem monokultur sehingga tanaman yang ada hanya tanaman kelapa sawit.



Foto: Jochen Drescher (2015)

Gambar 2. Tandan Buah Kelapa Sawit

Foto: Ananggadipa Raswanto (2019)
Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi Tampak dari Atas

Riparian

Merupakan area yang berada dekat dengan aliran air, seperti sungai ataupun danau alami dan keberadaannya berkaitan erat dengan adanya vegetasi yang berada di daerah tersebut. Daerah riparian yang berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) sering disebut dengan *riparian buffer zone* atau *riparian buffer strips* (Barclay dkk., 2017). Kawasan riparian memiliki peran penting dalam mempertahankan keanekaragaman hayati karena tersusun atas organisme akuatik dan terestrial serta menjadi habitat bagi banyak hewan dan tumbuhan. Sifat tersebut yang membuat daerah riparian memiliki beberapa manfaat, terutama bagi perkebunan yang cenderung memiliki habitat homogen. Manfaat keberadaan daerah riparian, yaitu menjaga kualitas perairan, menjaga kestabilan tanah dan mencegah banjir, membantu penyerapan dan penyimpanan karbon, serta berperan menjaga keanekaragaman hayati (Luke dkk., 2018).

Foto: Jochen Drescher (2015)
Ekosistem Riparian di Perkebunan Karet



Foto: Jochen Drescher (2017)

Gambar 3. Tim Lapang CRC990-EFForTS Grup Z02



Buku ini tidak diperjualbelikan.



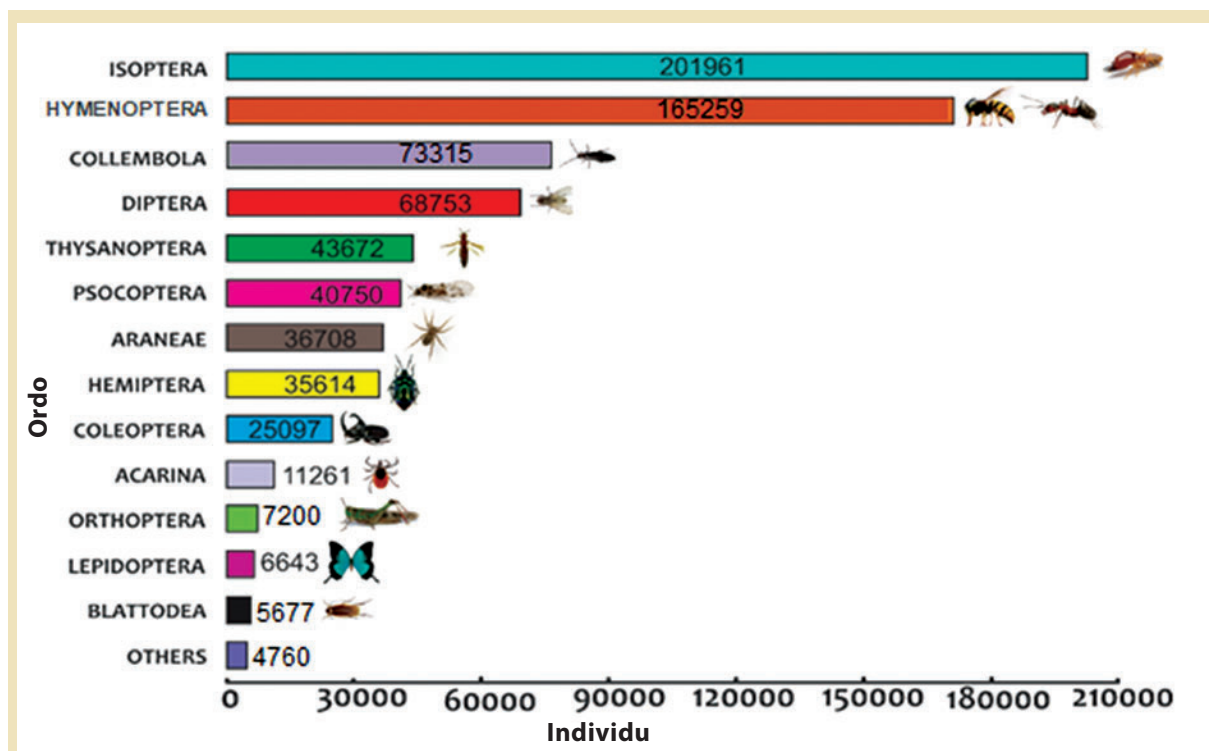
2. Keanekaragaman Serangga: Pola Distribusi, Kelimpahan, dan Kekayaan Spesies



Buku ini tidak diperjualbelikan.

A. SERANGGA KANOPI ARBOREAL

Serangga arboreal adalah serangga yang sebagian besar hidupnya dihabiskan di atas kanopi pepohonan. Selama studi yang dilakukan pada 2013–2014, pada musim hujan dan musim kemarau, ditemukan 726.669 individu artropoda yang didominasi oleh kelompok rayap (Isoptera 27,79%; 201.961 individu), tabuhan dan semut (Hymenoptera 22,74%; 165.259 individu), diikuti oleh ekorpegas (Collembola 10,08%; 73.315 individu), lalat (Diptera 9,46%; 68.753 individu) dan trips (Thysanoptera 6%; 43.672 individu) (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa kanopi mewakili habitat penting bagi siklus hidup artropoda tersebut untuk mencari makan, reproduksi, dan membuat sarang. Secara umum, variasi musim ditemukan lebih tinggi selama musim kemarau (50,18%; 364.608 individu) dibandingkan musim hujan (49,82%; 362.060 individu).



Gambar 4. Grafik Kelimpahan Ordo Serangga Kanopi Arboreal

Dari jumlah ini, artropoda tersebut dikelompokkan ke dalam 31 kelompok taksonomi (Tabel 1). Sebanyak 46,42% didapatkan dari lanskap Hutan Harapan dan 53,58% dari lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas. Artropoda paling banyak terdapat di tipe tata guna lahan hutan (385.859 individu), diikuti oleh hutan karet (211.895 individu), perkebunan kelapa sawit (65.546 individu) dan karet (63.370 individu). Sebanyak 24 taksa artropoda dapat ditemukan pada semua sistem tata guna lahan, kecuali ordo Plecoptera, Raphidioptera, Scorpion, dan Thysanura. Kelompok serangga dengan kelimpahan dan proporsi rendah dianggap sebagai pengunjung sesekali.

Tabel 1. Total Individu dan Proporsi Kelimpahan Taksa Artropoda yang Diperoleh dari Kanopi di Empat Tipe Penggunaan Lahan Berbeda

Taksa Artropoda	Tipe Tata Guna Lahan				N (individu)	Proporsi (%)
	Hutan	Hutan Karet	Kelapa Sawit	Karet		
Arachnida						
Acari	4.133	2.873	2.577	1.678	11.261	1,53
Araneae	14.868	11.297	4.692	5.851	36.708	4,99
Opiliona	124	186	2	8	320	0,04
Pseudoscorpionida	498	434	15	64	1.011	0,13
Collembola	24.423	37.729	3.444	7.719	73.315	10,34
Isopoda	170	186	22	2	380	0,05
Insecta						
Archaeognatha	311	245	5	1	562	0,07
Blattodea	3.102	1.682	452	441	5.677	0,77
Coleoptera	9.681	8.736	3.366	3.314	25.097	3,41
Dermaptera	225	148	314	42	729	0,09
Diptera	29.392	20.410	7.736	11.215	68.753	9,35
Ephemeroptera	4	1	5	47	57	0,01
Hemiptera	16.821	12.291	4.646	1856	35.614	4,84
Hymenoptera	76.331	50.799	18.312	19.817	165.259	23,24
Formicidae	61.116	39.902	14.584	15.287	130.889	17,80
Wasp, Bees*	15.216	10.897	3.728	4.530	34.370	5,43
Isoptera	162.093	38.302	1.488	78	201.961	27,47
Lepidoptera	2.914	1.559	1.623	547	6.643	0,90
Mantodea	50	61	15	33	159	0,02
Neuroptera	52	59	54	87	252	0,03
Odonata	2	7	3	5	17	< 0,01
Orthoptera	3.950	2.548	159	543	7.200	0,98
Phasmatodea	215	146	2	4	367	0,49
Plecoptera	3	1	0	1	5	< 0,01
Psocoptera	14.662	10.588	9.169	6.331	40.750	5,54
Raphidioptera	8	0	0	0	8	< 0,01
Strepsiptera	5	1	5	2	13	< 0,01
Thysanoptera	21.485	11.177	7.384	3.626	43.672	5,94
Thysanura	23	3	1	1	28	< 0,01
Trichoptera	20	23	23	26	92	0,01
Myriapoda	132	274	26	21	453	0,10
Chilopoda	86	103	3	10	202	0,03
Diplopoda	67	23	3	0	93	0,01
Scorpion	8	3	0	0	11	< 0,01
Total	385.859	211.895	65.546	63.370	726.669	100

Ket.: *Kelompok parasitoid dan lebah (famili lain selain Formicidae)

Studi artropoda dengan menggunakan metode pengasapan kanopi (*canopy fogging*) memberikan banyak informasi baru bagi para ilmuwan yang mempelajari kelimpahan spesies, komposisi, kekayaan, herbivora, kekhususan inang, dan interaksi *guild* (Stork dkk., 1997; Progar dkk., 1999). Selain itu, metode pengasapan memungkinkan untuk mendapatkan sampel kuantitatif artropoda untuk penyelidikan komposisi spesies dan keanekaragaman komunitas artropoda yang tinggal di kanopi. Struktur komunitas artropoda kanopi juga dapat mencerminkan kesehatan ekosistem yang lebih luas. Curah hujan dan kelembapan adalah faktor penting dalam kelimpahan artropoda di daerah tropis, di mana musim kemarau yang panjang menyebabkan penurunan besar dalam kelimpahan serangga (Denlinger, 1980). Pengaruh perubahan musim jauh lebih kuat di hutan karena strata kanopi yang terdefinisi dengan baik di hutan primer (Wagner, 2001). Perubahan musim antara kemarau dan hujan dalam taksa artropoda kanopi secara umum menunjukkan kecenderungan yang sama pada berbagai jenis sistem tata guna lahan.



Foto: Fabian Brambach (2018)

Gambar 5. Larva Lepidoptera

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Foto: Fabian Brambach (2018)

Gambar 6. Belalang Sembah, Mantodae: Mantidae



Foto: M. Badrus Sholih (2014)

Semut *Camponotus* sp. Berasosiasi dengan Kutu Putih

B. SEMUT

Dari semua kelompok artropoda, semut (Hymenoptera: Formicidae) mendominasi di semua tipe tata guna lahan di kedua lanskap dan ditemukan 53.919 individu semut arboreal pada musim hujan yang termasuk ke dalam 9 subfamili, 60 genus, dan 200 morfospesies (Tabel 2). Semut adalah serangga sosial yang umumnya mewakili taksa dominan paling melimpah di kanopi hutan tropis (Adis dkk., 1984), dapat mewakili hingga 80% dari total biomassa hewan (Hölldobler & Wilson, 1990) dan dianggap signifikan dalam fungsi ekosistem karena memiliki peran ekologi yang beragam, seperti berperan dalam siklus unsur hara, penyebaran benih, dan pengaturan populasi pada serangga lain (Fergnani dkk., 2008).

Tabel 2. Keanekaragaman dan Kelimpahan Semut Arboreal pada Musim Hujan

Tipe Tata Guna Lahan	Subfamili	Genus	(morpho) Spesies	Kelimpahan
Hutan	7	50	161	23.629
Hutan karet	9	43	116	16.191
Kelapa sawit	6	26	64	5.993
Karet	8	34	85	8.106
Total	9	60	200	53.919

Sebanyak 34 morfospesies semut arboreal hadir di semua tipe tata guna lahan dengan lima spesies yang paling dominan, yaitu *Crematogaster fraxatrix*, *Dolichoderus thoracicus*, *Technomyrmex albipes*, *Crematogaster rogenhoferi* grup sp.01, dan *Crematogaster rogenhoferi* grup sp.02. Dengan menggunakan semut arboreal sebagai indikator, studi ini menggarisbawahi efek yang sangat besar dari keseluruhan kekayaan spesies dan komposisi komunitas yang terjadi ketika hutan hujan ditransformasikan menjadi lahan pertanian.

Selain itu, ditemukan tiga spesies semut invasif di area perkebunan karet dan kelapa sawit, yaitu *Anoplolepis gracilipes*, *Paratrechina longicornis*, dan *Tapinoma melanocephalum* (Gambar 7). Spesies invasif umumnya memiliki kemampuan menyebar yang tinggi, dapat mengubah ekosistem secara keseluruhan, dan menyebabkan punahnya spesies asli.



A. *Anoplolepis gracilipes*



B. *Paratrechina longicornis*



C. *Tapinoma melanocephalum*

Foto: Rizky Nazarreta (2015)

Gambar 7. Spesies Semut Invasif yang Ditemukan di Perkebunan Karet dan Kelapa Sawit

Daftar, gambar, dan kunci identifikasi semut arboreal yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dilihat di buku panduan *A Guide to the Ants of Jambi (Sumatra, Indonesia)-Identification Key to Ant Genera and Images of the EForTS collection* (Nazarreta dkk., 2021) dan melalui *database Ecotaxonomy.org*.

Berikut ini beberapa spesies semut yang hanya ditemukan di tipe tata guna lahan hutan selama studi berlangsung.

A. *Aenictus pfeifferi*B. *Myrmoteras diastematum*C. *Aphaenogaster feae*D. *Camponotus dolichoderoides*E. *Rhopalomastix rothneyi*F. *Cladomyrma criptata*G. *Polyrhachis ypsilon*H. *Cataulacus insularis*

Foto: Nazarreta dkk. (2021)

Gambar 8. Spesies Semut yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu



C. PARASITOID

Parasitoid adalah serangga stadia pradewasa (larva) yang berkembang pada serangga herbivora lain sebagai inang dan umumnya membunuh inang (Godfray, 1994), sedangkan fase dewasanya (imago) hidup bebas di alam dengan nektar bunga sebagai sumber makanannya (Price dkk., 2011). Parasitoid memperoleh sumber makanan dari inangnya hingga akhirnya menyebabkan inang mati ketika parasitoid keluar dari tubuh inang. Asal usul nama parasitoid berasal dari dua kata bahasa Latin, yaitu *parasite* dan *oid* yang berarti seperti parasit atau organisme yang hidup seperti parasit, tetapi sebetulnya bukan parasit sejati (Buchori, 2014). Parasitoid dibedakan dengan istilah parasit, di mana parasitoid menyebabkan kematian pada inang, sedangkan parasit tidak menyebabkan kematian pada inangnya. Parasitoid berperan sangat penting sebagai salah satu musuh alami serangga karena sifatnya yang dapat mengendalikan serangga hama dan relatif aman bagi lingkungan.

Foto: Fabian Brambach (2018)

Parasitoid ichneumon *Megarhyssa* sp. (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Hymenoptera adalah salah satu dari empat ordo serangga terbesar di dunia, salah satu perannya adalah sebagai musuh alami (parasitoid, predator). Selain semut, kelompok Hymenoptera yang bersifat sebagai parasitoid ditemukan memiliki kelimpahan yang tinggi dan kekayaan yang beragam pada penelitian ini. Sebanyak 14.258 individu Hymenoptera parasitoid yang terdiri atas 30 famili (Tabel 3) telah berhasil dikumpulkan selama studi berlangsung dengan menggunakan metode pengasapan (Tawakkal dkk., 2019). Terdapat enam famili Hymenoptera parasitoid dengan kelimpahan tertinggi yang mendominasi pada kedua lanskap, yaitu Braconidae (2.757 individu; 309 morfospesies), Ceraphronidae (911 individu; 157 morfospesies), Encyrtidae (3.075 individu; 170 morfospesies), Eulophidae (1.371 individu; 162 morfospesies), Platygastriidae (862 individu; 189 morfospesies), dan Scelionidae (1.320 individu; 194 morfospesies). Perbedaan tipe tata guna lahan pada kedua lanskap memengaruhi keanekaragaman keenam famili Hymenoptera parasitoid. Hal ini berdasarkan hasil uji ANOVA yang telah dilakukan, yaitu Braconidae ($F = 19,91$; $P < 0,001$), Ceraphronidae ($F = 11,58$; $P < 0,001$), Encyrtidae ($F = 5,872$; $P = 0,00047$), Eulophidae ($F = 31,62$; $P < 0,0010$) Platygastriidae ($F = 14,74$; $P < 0,001$), dan Scelionidae ($F = 5,302$, $P = 0,000922$).

Parasitoid dapat mengendalikan populasi serangga fitofag sehingga dapat digunakan sebagai agen pengendali hayati yang efektif untuk mengendalikan serangga hama (Bale dkk., 2008; Brodeur & Boivin, 2004). Scelionidae merupakan famili terbesar dari Hymenoptera parasitoid yang anggota familinya menjadi parasitoid pada telur serangga dan telur laba-laba (Goulet & Huber, 1993; Noyes, 1989) sehingga berpotensi memiliki kisaran inang yang luas. Rendahnya kekayaan species Scelionidae dan Encyrtidae pada Hutan Harapan terjadi karena hutan pada lanskap Hutan Harapan telah banyak terganggu, sehingga memengaruhi jenis tumbuhan dan serangga di dalamnya, terutama serangga inang bagi famili Scelionidae dan Encyrtidae. Kekayaan spesies dari famili Braconidae dan Ceraphronidae pada tipe tata guna lahan perkebunan kelapa sawit termasuk paling rendah. Hal ini karena pada tipe tata guna lahan tersebut spesies tanaman lebih homogen sehingga kekayaan serangga herbivora atau serangga lain yang menjadi inang bagi kedua famili tersebut juga menurun jumlahnya.



Foto: Jochen Drescher (2013)

Gambar 9. Parasitoid dari Famili Sphecidae

Tabel 3. Kelimpahan Parasitoid pada Empat Tipe Tata Guna Lahan di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan

Super Famili	Taman Nasional Bukit Duabelas				Hutan Harapan				Total
	Hutan	Hutan Karet	Kelapa Sawit	Karet	Hutan	Hutan Karet	Kelapa Sawit	Karet	
Chalcidoidea									
Agaonidae	25	14	29	14	18	6	1	4	111
Aphelinidae	879	515	350	202	259	302	76	89	2.672
Chalcididae	0	0	0	4	0	1	0	1	6
Chalcidoidea	19	3	3	7	6	0	0	2	40
Elasmidae	25	20	5	6	3	14	0	1	74
Encyrtidae	656	456	182	425	318	293	145	600	3.075
Eucharitidae	0	0	2	0	1	0	0	0	3
Eulophidae	602	227	114	87	145	117	49	30	1.371
Eupelmidae	36	49	2	11	3	21	1	3	126
Eurytomidae	13	28	6	7	35	5	2	2	98
Mymaridae	106	38	8	7	16	15	1	5	196
Mymaromatidae	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Pteromalidae	77	60	23	47	18	22	8	15	270
Signiphoridae	10	11	1	0	0	1	1	0	24
Torymidae	11	6	5	10	4	3	8	1	48
Trichogrammatidae	22	12	7	6	18	15	5	3	88
Ceraphronoidea									
Ceraphronidae	300	180	67	66	129	93	32	44	911
Megaspilidae	10	2	3	2	0	0	1	1	19
Chrysidoidea									
Bethylidae	22	10	3	9	0	15	4	1	64
Diapriidae	3	6	9	0	3	5	6	1	33
Dryinidae	6	3	4	1	0	1	1	0	16
Cynipoidea									
Cynipidae	7	5	12	1	2	2	1	2	32
Eucoilidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Evanoidea									
Evaniidae	1	0	0	0	2	0	0	0	3
Ichneumonoidea									
Braconidae	931	547	72	116	454	360	105	172	2.757
Ichneumonidae	4	11	5	9	2	2	0	2	35
Platygastroidea									
Platygastridae	347	154	46	31	121	120	22	21	862
Scelionidae	338	232	129	104	105	264	80	60	1.320
Stephanoidea									
Stephanidae	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	4.452	2.590	1.172	1.663	1.087	1.677	557	1.060	14.258

Kami juga melakukan pengayaan vegetasi tanaman berbunga *Asystasia gangetica* (Lamiales: Acanthaceae) untuk mengetahui dampak penambahan vegetasi berbunga terhadap Hymenoptera parasitika di setiap tipe tata guna lahan. Hymenoptera parasitika merupakan kelompok serangga ordo Hymenoptera yang tergabung dalam subordo Apocrita dan merupakan kelompok serangga penting karena sebagian besar kelompok serangga ini berperan sebagai parasitoid yang mampu mengendalikan berbagai jenis serangga herbivora (Mason & Huber, 1993). Hymenoptera parasitika memiliki sifat parasitisasi dengan inang yang lebih spesifik dibanding dengan ordo lainnya (Quicke, 1997).

Tanaman berbunga mempunyai peranan penting terhadap keberadaan Hymenoptera parasitika yang memberikan sumber pakan berupa madu atau nektar untuk mendukung keberlangsungan hidup parasitoid (Godfray, 1994). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa penambahan vegetasi berbunga *A. gangetica* dapat meningkatkan kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi berbunga pada suatu habitat berkorelasi positif terhadap kekayaan dan kelimpahan Hymenoptera parasitika pada suatu habitat (Azhar dkk., 2019). Vegetasi berbunga mampu menyediakan pakan berupa nektar dan madu bagi parasitoid (Godfray, 1994).

Tabel 4. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Tipe Tata Guna Lahan Berbeda

Tipe Tata Guna Lahan	Sebelum Penambahan Tanaman Berbunga				Setelah Penambahan Tanaman Berbunga			
	S	N	H'	D	S	N	H'	D
Hutan	136	751	4,27	0,98	192	2.278	4,29	0,98
Karet	100	237	4,32	0,98	158	1.450	4,32	0,98
Kelapa Sawit	127	549	4,32	0,98	135	835	4,35	0,98
Total	190	1.537			241	4.563		

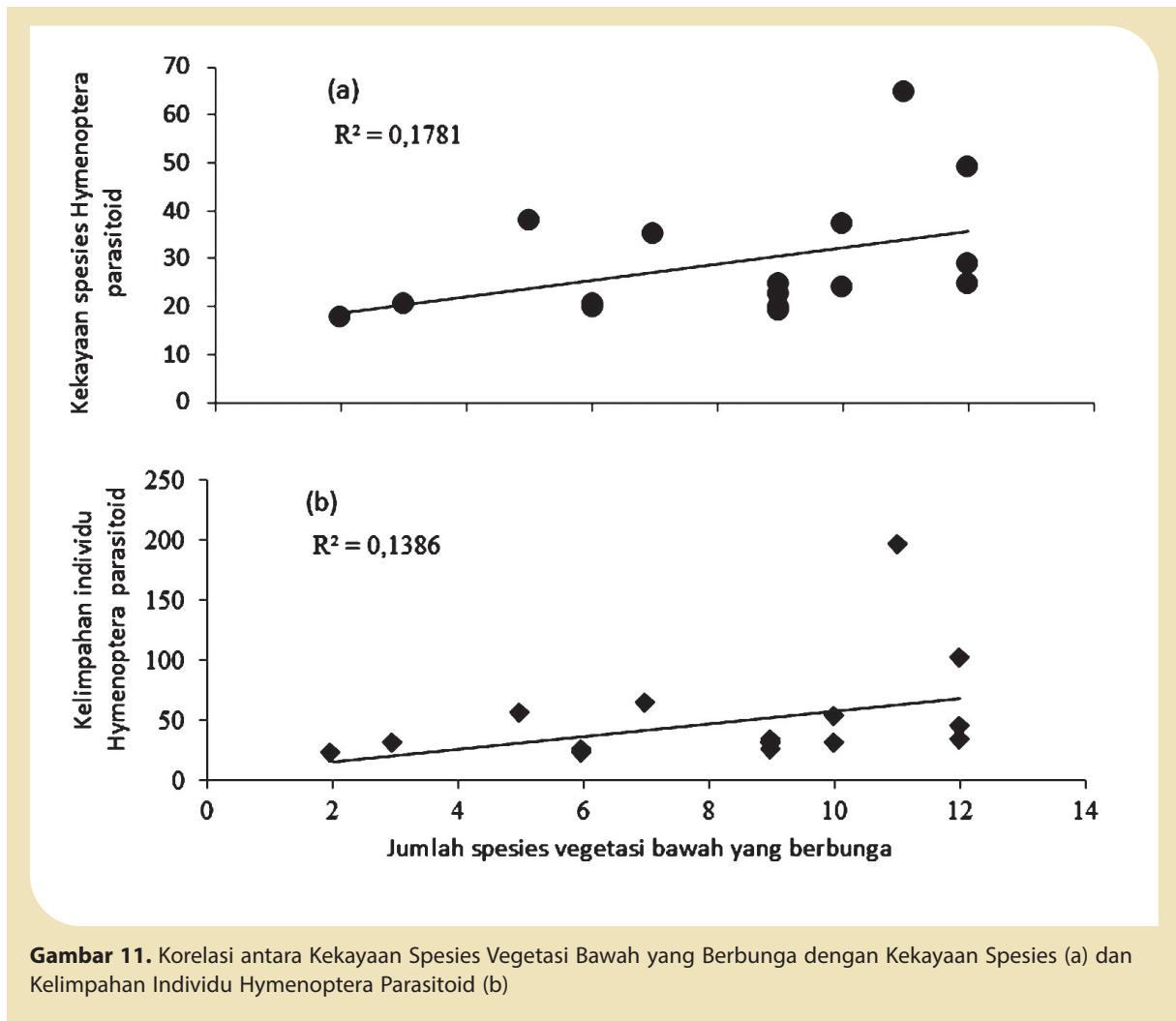
Catatan: S = Jumlah spesies; N = Kelimpahan; H' = Index Shannon-Wiener, D = Index Simpson



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Azru Azhar (2017)

Gambar 10. Lebah *Ceratina* sp. (Hymenoptera: Apidae) sedang mengunjungi bunga *Asystasia gangetica*.



Penambahan vegetasi berbunga dapat memberikan perbedaan struktur komposisi spesies Hymenoptera parasitoid yang ada serta menambah kompleksitas penyusun habitat sehingga tercipta iklim mikro yang sesuai dan sumber pakan yang cukup bagi parasitoid (Marino dkk., 2006) yang sebelumnya tidak ditemukan sebelum penambahan vegetasi berbunga. Penambahan vegetasi berbunga mampu menarik kedatangan Hymenoptera parasitoid dari famili Dryinidae, Megaspilidae, Agaonidae, dan Signiphoridae. Pada lahan hutan, Braconidae adalah famili Hymenoptera parasitoid yang ditemukan paling melimpah. Berbeda dengan itu, Scelionidae merupakan famili dengan kelimpahan individu tertinggi yang ditemukan pada kelapa sawit dan karet (Tabel 5). Hal ini terjadi berkaitan dengan sifat parasitoid tersebut, contohnya famili Braconidae yang merupakan parasitoid yang mempunyai inang spesifik sehingga keberadaannya sangat bergantung pada inangnya (Saputra dkk., 2017). Hutan dengan keanekaragaman yang melimpah dapat menyediakan sumber inang yang melimpah bagi famili Braconidae dibandingkan dengan kelapa sawit dan karet. Keberadaan famili Scelionidae yang melimpah pada agroekosistem kelapa sawit dan karet karena lahan keduanya umumnya memiliki tutupan

Tabel 5. Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika pada Sistem Tata Guna Lahan Berbeda Sebelum dan Sesudah Penambahan Tanaman Berbunga *A. gangetica*

Famili	Kelimpahan						Total
	Hutan		Karet		Kelapa Sawit		
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
Agaonidae	0	8	0	0	0	0	8
Aphelinidae	4	40	3	8	6	9	70
Bethylidae	25	43	3	9	2	7	89
Braconidae	149	411	32	133	34	42	802
Ceraphronidae	132	327	9	272	53	85	878
Chalcididae	6	10	3	8	10	10	47
Chrysididae	6	13	0	0	0	0	19
Diapriidae	51	61	9	77	34	45	277
Dryinidae	0	0	0	1	0	0	1
Elasmidae	5	4	0	5	3	4	21
Encyrtidae	34	120	15	78	65	73	385
Eucharitidae	5	21	2	0	3	2	33
Eucoilidae	10	287	2	52	3	3	357
Eulophidae	50	262	33	191	100	118	754
Eupelmidae	3	3	2	4	2	7	21
Eurytomidae	0	2	1	3	2	7	15
Evaniidae	9	11	0	3	1	1	25
Ichneumonidae	32	27	19	34	27	21	159
Megaspilidae	0	0	0	1	0	0	1
Mymaridae	15	51	7	65	14	24	176
Mymarommatidae	0	1	0	1	1	0	3
Ormyridae	1	1	1	2	2	4	11
Platygastridae	52	181	21	76	20	64	414
Pteromalidae	43	123	6	11	9	20	212
Scelionidae	114	220	64	328	135	253	1.114
Signiphoridae	0	5	0	59	0	12	76
Tiphiidae	1	1	1	7	7	4	21
Torymidae	4	5	4	6	4	8	31
Trichogrammatidae	0	40	0	16	12	12	80
Total	751	2.278	237	1.450	549	835	6.100

kanopi yang lebih terbuka dibandingkan lahan hutan. Scelionidae merupakan parasitoid telur yang menyukai habitat terbuka dan banyak sinar matahari yang masuk (Masner, 1993).

Kami juga mengamati perbedaan keanekaragaman Hymenoptera parasitika pada daerah riparian dan non-riparian. Kawasan riparian berfungsi untuk menjaga kualitas air, mengurangi sedimen, mencegah banjir, menyerap emisi karbon, dan menjaga keanekaragaman hayati (Luke dkk., 2018). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan keanekaragaman dan komposisi spesies Hymenoptera parasitika (Tabel 6) pada daerah riparian dan non-riparian pada lahan hutan ($R = -0,11$; $P = 0,82$), karet ($R = 0,12$; $P = 0,36$), dan kelapa sawit ($R = 0,08$; $P = 0,35$). Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa keanekaragaman lebah dan kupu-kupu pada habitat riparian lebih tinggi dibandingkan non-ripariannya (Cole dkk., 2015). Tak hanya itu, komposisi spesies Hymenoptera parasitika di daerah riparian dan non-riparian pada tipe tata guna lahan yang sama cenderung lebih mirip dibandingkan pada tipe tata guna lahan yang berbeda. Hal ini karena keberadaan Hymenoptera parasitika yang sangat bergantung pada keberadaan inangnya. Tipe tata guna lahan yang sama memiliki sumber pakan serta jenis inang yang sama bagi Hymenoptera parasitika sehingga menyebabkan keanekaragaman dan komposisi Hymenoptera parasitika pada daerah riparian dan non-riparian di tipe tata guna lahan yang sama menjadi tidak berbeda.

Selama studi yang kami lakukan, ditemukan keberadaan parasitoid yang memarasit tiga hama pada perkebunan kelapa sawit, yaitu famili Lymantriidae, Psychidae, dan Limacodidae (Tabel 7). Tingkat parasitisasi tertinggi ditemukan pada hama Limacodidae pada umur empat tahun. Pada kelapa sawit yang berumur 4 tahun, ditemukan tiga kejadian parasitisasi, yaitu pada umur 6 tahun (dua parasitisasi), umur 8 tahun, dan 10 tahun (masing-masing satu kejadian parasitisasi). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin meningkat umur kelapa sawit yang diikuti oleh bertambahnya kanopi, tingkat parasitisasi semakin menurun. Jumlah kanopi yang semakin bertambah di setiap umur menyebabkan berkurangnya pergerakan parasitoid untuk mencari inangnya (Sahari, 2012). Peningkatan umur kelapa sawit akan mengubah pola vegetasi lain karena semakin tua umur kelapa sawit, kanopi akan mulai terbentuk, naungan semakin meningkat, dan intensitas cahaya yang masuk semakin berkurang sehingga iklim mikro, jenis vegetasi, serta ketersediaan pakan untuk parasitoid juga akan berubah (Perovic dkk., 2010).

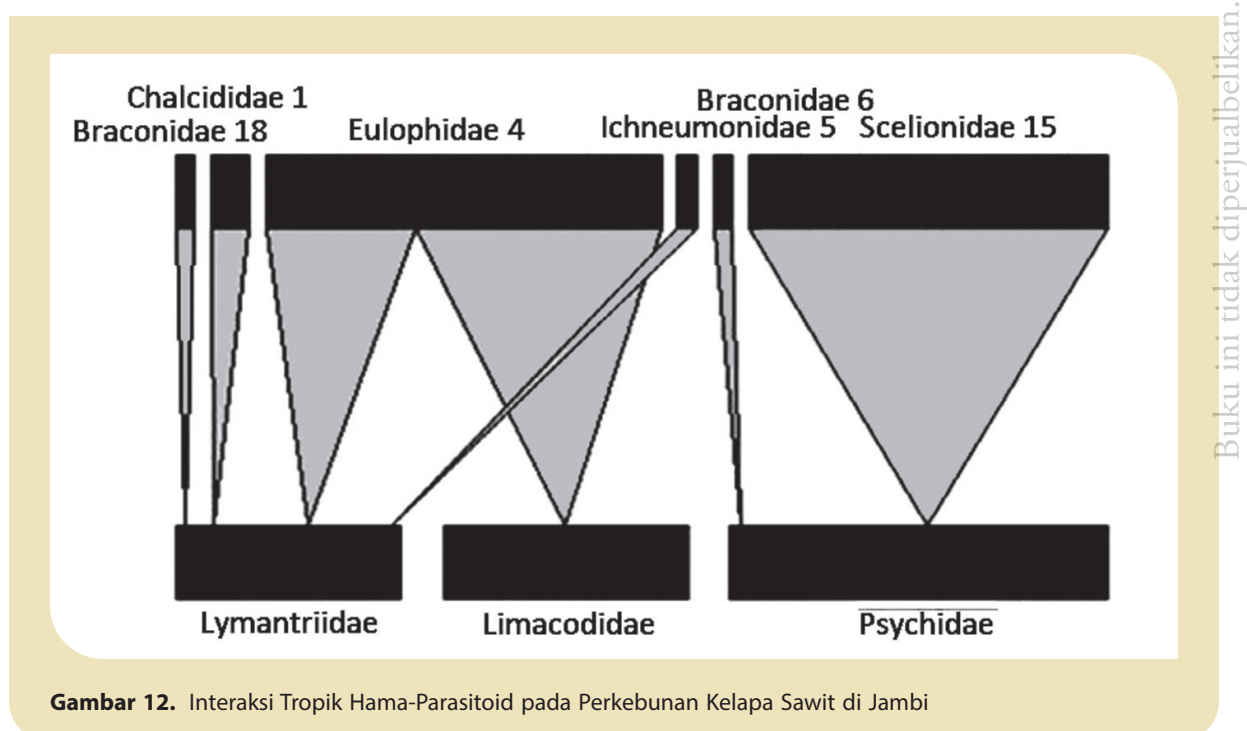
Tabel 6. Keanekaragaman Hymenoptera parasitika pada Daerah Riparian dan Non-riparian di Setiap Tipe Tata Guna Lahan

Tipe Tata Guna Lahan	Famili	Spesies	Kelimpahan	Indeks Shannon-Wiener	Indeks Simpson
Hutan	22	135	751	4,27	0,98
Non-riparian	21	107	376	4,17	0,97
Riparian	19	098	375	4,05	0,97
Karet	20	100	237	4,32	0,98
Non-riparian	18	067	110	4,01	0,98
Riparian	16	064	127	3,96	0,98
Kelapa sawit	24	127	549	4,32	0,98
Non-riparian	20	075	170	4,07	0,98
Riparian	22	104	379	4,12	0,97
Total	25	190	1.537		

Tabel 7. Tingkat Parasitisasi Parasitoid pada Setiap Hama di Perkebunan Kelapa Sawit

Inang	Morfoespiesies	Stadia	Parasitisasi (%) \pm SD (jumlah hama terparasit/jumlah hama didapat)			
			4 tahun	6 tahun	8 tahun	10 tahun
Lymantriidae	Ichneumonidae 5	Larva	4,65 \pm 0,50	0	0	0
	Eulophidae 4	Larva	0	3,45 \pm 0,5 (1/29)	0	0
	Braconidae 18	Larva	0	0	3,33 \pm 0,5 (1/30)	0
	Chalcididae 1	Larva	0	0	0	1,61 \pm 0,5 (1/62)
Psychidae	Scelionidae 15	Telur	5 \pm 1,00 (1/20)	0	0	0
	Braconidae 6	Larva	0	3,22 \pm 0,5 (1/31)	0	0
Limacodidae	Eulophidae 4	Larva	14,29 \pm 0,5 (2/14)	0	0	0

Ketersediaan inang parasitoid di lapangan menjadi salah satu faktor yang memengaruhi tingkat parasitisasi. Jika jumlah inang di suatu habitat meningkat, jumlah parasitoid juga meningkat, dan begitu pula sebaliknya. Namun, pada pengamatan ini, kami menemukan bahwa semakin bertambahnya umur tanaman, jumlah hama meningkat tetapi jumlah parasitoid menurun. Selain itu, penurunan jumlah parasitoid diduga berkaitan erat dengan ketersediaan tanaman berbunga di perkebunan kelapa sawit. Kelapa sawit yang berumur empat tahun memiliki tanaman berbunga lebih banyak dibandingkan umur lainnya. Ketersediaan tanaman berbunga di sekitar kelapa sawit menjadi sumber makanan parasitoid dewasa dan sebagai tempat berlindung (Menalled dkk., 1999); parasitoid banyak ditemukan di habitat yang memiliki banyak tumbuhan berbunga (Jervis dkk., 1993).

**Gambar 12.** Interaksi Tropik Hama-Parasitoid pada Perkebunan Kelapa Sawit di Jambi

D. PREDATOR

Predator merupakan hewan yang membunuh, memangsa, dan memakan seluruh atau sebagian tubuh mangsanya dan membutuhkan banyak mangsa untuk terus berkembang (Price dkk., 2011). Dalam dunia serangga, predator umumnya berasal dari ordo Coleoptera (famili Coccinellidae, Carabidae, dan Staphylinidae), Neuroptera (famili Chrysopidae), Hymenoptera (famili Formicidae), Diptera, Hemiptera (famili Reduviidae), Odonata (famili Libellulidae), dan ordo Mantodea (famili Mantidae) (Borror dkk., 1996). Keanekaragaman serangga predator pada suatu ekosistem sangat penting untuk diketahui, terutama dalam kaitannya dengan penekanan populasi serangga hama melalui pengendalian hayati.



Foto: Muhammad Badrus Sholih (2014)

Semut rangrang (*Oecophylla smaragdina*) sedang memangsa belalang.

Dalam studi ini, kami menemukan sebanyak 3.299 individu serangga predator (Tabel 8) pada berbagai tingkatan umur di perkebunan kelapa sawit. Dari keseluruhan tingkatan umur kelapa sawit, serangga predator yang mendominasi adalah semut (Formicidae) yang juga merupakan serangga sosial yang mudah ditemukan (Hölldobler & Wilson, 1990). Hasil studi juga menunjukkan bahwa tingkatan umur kelapa sawit berpengaruh terhadap kekayaan spesies serangga predator ($F_{3,12}=3,57$; $P=0,047$), tetapi tidak untuk kelimpahannya ($F_{3,12}=0,50$; $P=0,69$). Perbedaan kelimpahan dan kekayaan predator diduga karena faktor habitat. Rusch dkk. (2010) melaporkan bahwa keberadaan serangga predator lebih tinggi pada struktur habitat yang kompleks dan beragam.

Tabel 8. Jumlah Individu Serangga Predator pada Berbagai Tingkatan Umur Kelapa Sawit

Ordo	Famili	4 tahun		6 tahun		8 tahun		10 tahun	
		S	N	S	N	S	N	S	N
Hemiptera	Anthocoridae	1	1	0	0	0	0	0	0
	Reduviidae	4	27	8	19	7	20	3	3
Coleoptera	Carabidae	2	6	2	10	2	7	4	5
	Staphylinidae	0	0	3	8	4	9	1	1
	Coccinellidae	1	1	0	0	2	4	0	0
Hymenoptera	Formicidae	54	783	65	904	59	752	60	726
Neuroptera	Chrysopidae	0	0	0	0	1	1	0	0
	Mantispidae	0	0	1	1	0	0	0	0
Mantodea	Mantidae	0	0	1	1	1	1	1	1
Odonata	Libellulidae	1	1	0	0	0	0	1	1
Total		63	819	80	943	76	794	70	737

Dalam pengamatan aktivitas predasi selama di lapangan (Tabel 9), ditemukan spesies *Anoplolepis gracilipes*, *Sycanus* sp., *Camponotus* sp.2, dan *Crematogaster* sp.2 yang sedang memangsa serangga herbivor. Aktivitas predasi merupakan suatu interaksi di mana predator menyerang, membunuh, dan memakan organisme lainnya, yaitu mangsanya. Selama pengamatan, spesies *A. gracilipes* ditemukan memangsa ulat jengkal (Lepidoptera: Geometridae) yang merupakan hama sekunder di perkebunan kelapa sawit dan kutu putih *Pseudococcus* sp. Distribusi *A. gracilipes* sangat luas karena spesies ini dapat ditemukan pada tanah, batang, serta daun kelapa sawit. Meningkatnya aktivitas manusia di perkebunan kelapa sawit yang lebih tua diketahui meningkatkan keberadaan spesies semut *tramp*, yakni *A. gracilipes*. Dominasi *A. gracilipes* mampu memengaruhi komunitas semut lainnya. Hasil uji predasi menunjukkan bahwa *A. gracilipes* dan *Crematogaster* sp.2 hanya menyerang *Pseudococcus* sp. Hal ini menunjukkan bahwa *A. gracilipes* dan *Crematogaster* sp.2 berpotensi menekan populasi larva tersebut.

Tabel 9. Aktivitas Predasi yang Ditemukan di Perkebunan Kelapa Sawit

No.	Serangga Predator	Mangsa
1.	<i>A. gracilipes</i> (Hymenoptera: Formicidae)	Ulat jengkal (Lepidoptera: Geometridae), <i>Pseudococcus</i> sp. (Hemiptera: Pseudococcidae)
2.	<i>Sycanus</i> sp. (Hemiptera: Reduviidae)	<i>Setothosea</i> sp. (Lepidoptera: Lymacodidae), <i>Darna</i> sp. (Lepidoptera: Lymacodidae)
3.	<i>Camponotus</i> sp.2 (Hymenoptera: Formicidae)	<i>Cerataphis</i> sp. (Hemiptera: Diaspididae)
4.	<i>Crematogaster</i> sp.2 (Hymenoptera: Formicidae)	<i>Cerataphis</i> sp. (Hemiptera: Diaspididae)

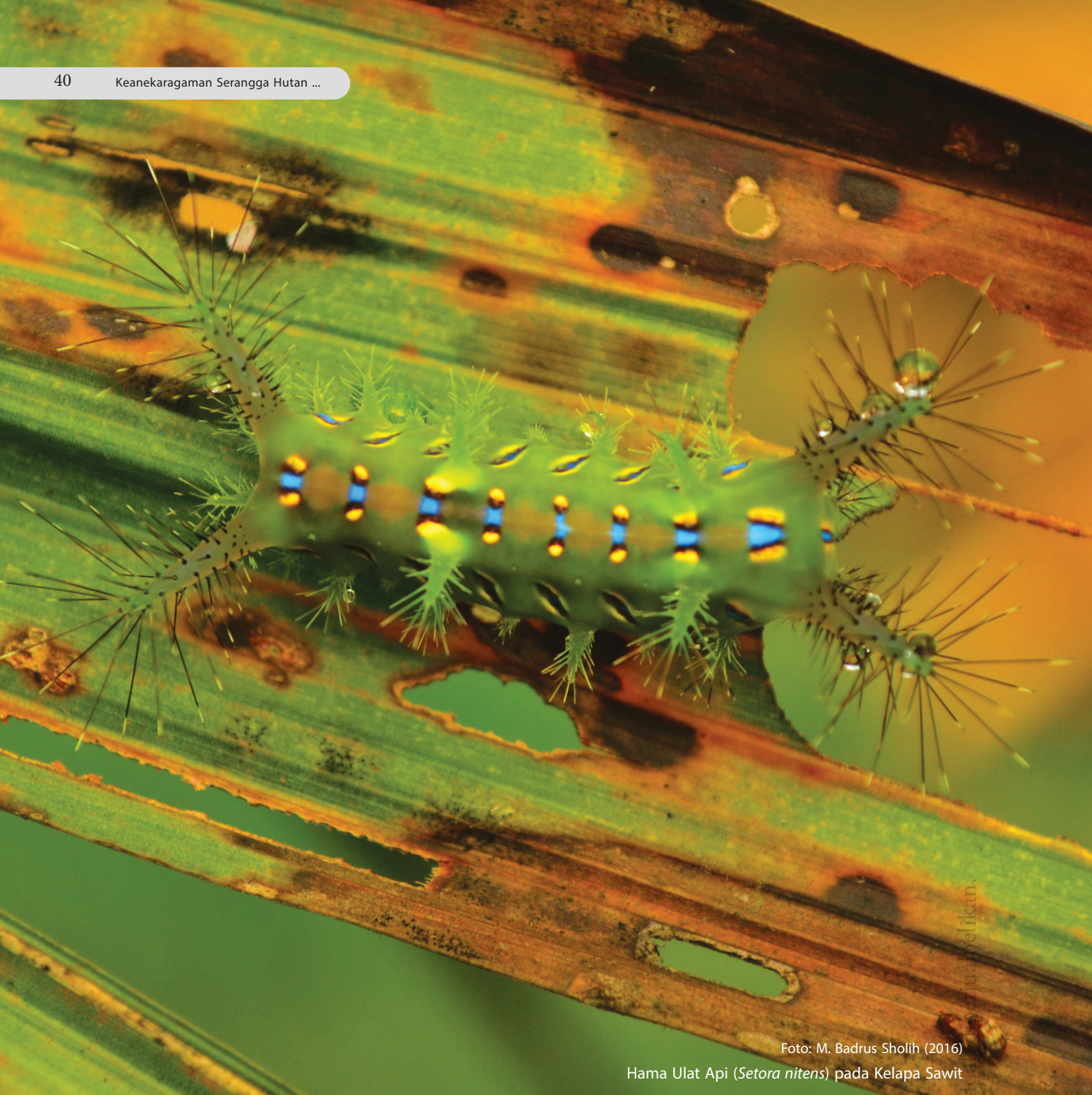


Foto: M. Badrus Sholih (2016)

Hama Ulat Api (*Setora nitens*) pada Kelapa Sawit

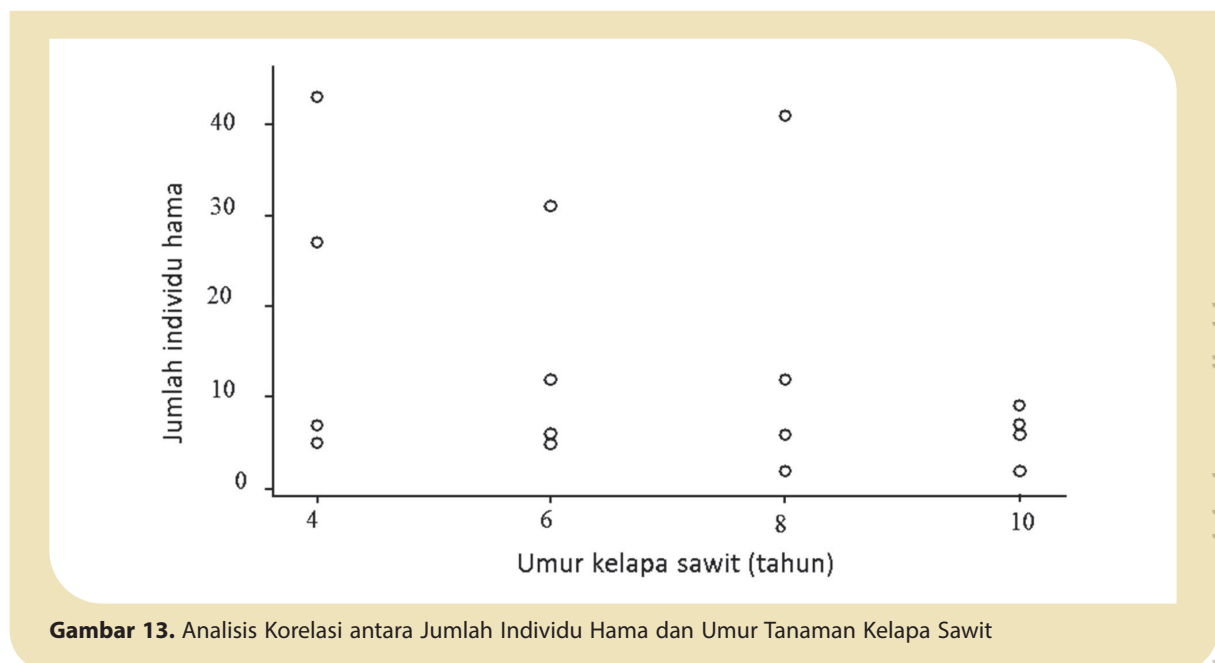
E. HAMA

Serangga hama adalah serangga yang memiliki aktivitas yang berpotensi untuk menimbulkan kerugian dalam suatu ekosistem, baik secara langsung (contohnya serangga herbivor) maupun tidak langsung (contohnya serangga sebagai vektor penyakit). Selama studi berlangsung, ditemukan hama pada perkebunan kelapa sawit sebanyak 9 famili dan 525 individu (Tabel 10). Hama yang ditemukan dengan jumlah tertinggi berasal dari famili Lymantriidae pada umur tanaman 10 tahun sebanyak 164 individu. Famili hama lainnya yang ditemukan adalah Geometridae, Hesperidae, Limacodidae, Pseudococcidae, dan Psychidae. Perbedaan jumlah individu hama pada kelapa sawit karena perbedaan kanopi tanaman, di mana semakin bertambah jumlah kanopi, sumber makanan untuk hama semakin banyak.

Tabel 10. Jenis dan Kelimpahan Hama yang Ditemukan di Perkebunan Kelapa Sawit pada Berbagai Tingkatan Umur di Jambi

Famili	Jumlah Individu Berdasarkan Umur				Total
	4 tahun	6 tahun	8 tahun	10 tahun	
Aphididae	0	1	3	2	6
Cicadidae	0	1	0	0	1
Chrysomelidae	0	1	0	0	1
Geometridae	2	26	21	11	60
Hesperiidae	8	6	5	8	27
Limacodidae	14	5	8	25	5
Lymantriidae	43	29	30	62	164
Pseudococcidae	14	22	8	22	66
Psychidae	20	31	53	44	148
Total	101	122	128	174	525

Analisis korelasi yang kami lakukan menunjukkan bahwa tidak ada korelasi antara individu hama dan umur tanaman ($R = -0,047$; $P = 0,863$; Gambar 14). Hasil ini juga serupa dengan analisis ragam yang menyatakan bahwa keanekaragaman hama tidak dipengaruhi oleh umur kelapa sawit ($F = 0,9$; $P = 0,47$). Hal ini karena adanya musuh alami yang berperan mengendalikan hama.



Tingkat kejadian serangan hama merupakan proporsi tanaman yang terserang hama dalam suatu populasi tanpa menghitung berat atau ringannya tingkat serangan. Dalam penelitian ini, Psychidae dan Lymantriidae memiliki tingkat kejadian serangan hama tertinggi. Tingkat kejadian serangan Lymantriidae meningkat seiring dengan meningkatnya umur kelapa sawit, sedangkan Psychidae serangannya menurun dari kelapa sawit umur enam tahun hingga sepuluh tahun. Tingkat serangan Lymantriidae meningkat karena kanopi tanaman yang bertambah banyak dan saling tumpah tindih sehingga menyebabkan populasinya meningkat. Sebaliknya, semakin bertambah umur tanaman kelapa sawit, jumlah daun muda yang dihasilkan semakin sedikit yang menyebabkan serangan Psychidae semakin menurun.

F. RAYAP

Rayap adalah serangga sosial yang termasuk dalam ordo Isoptera yang hidup dalam koloni dan terdiri dari tiga kasta dengan berbagai bentuk dan fungsi, yaitu kasta reproduksi, pekerja, dan prajurit (Borror dkk., 1992). Rayap merupakan bagian integral dari ekosistem hutan hujan tropis (Ackermans dkk., 2009), pengurai artropoda dominan di hutan tropis dataran rendah, dan memiliki peran penting dalam siklus dan fluks unsur hara, serta membutuhkan kelembapan tinggi 75–90% dan suhu antara 15–38°C (Eggleton, 1999).





Selama studi berlangsung, kami menemukan 3 famili, 18 genus, dan 37 spesies rayap di lanskap Hutan Harapan (Sholih, 2017; Tabel 11). Spesies rayap yang ditemukan di tipe tata guna lahan hutan sekunder (23 spesies) lebih banyak dibandingkan tipe tata guna lahan lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh ketersediaan air yang cukup di hutan sehingga menciptakan iklim mikro yang menguntungkan bagi rayap dan memudahkan rayap dalam mencari sumber makanan. Pada tipe tata guna lahan hutan karet juga ditemukan jumlah spesies yang tinggi (22 spesies). Hal ini dapat disebabkan karena tipe tata guna lahan hutan karet kemungkinan masih memiliki kondisi lingkungan yang serupa dengan hutan sekunder. Jumlah spesies rayap yang rendah ditemukan pada tipe tata guna lahan perkebunan karet (9 spesies) dan kelapa sawit (5 spesies). Hal ini dipengaruhi oleh perubahan fungsi lahan menjadi pertanian monokultur.

Termitidae adalah famili dengan kekayaan terbesar (11 genus, 29 spesies), diikuti dengan Rhinotermitidae (3 genus, 7 spesies), dan Kalotermitidae (1 genus, 1 spesies). *Bulbitermes*, *Schedorhinotermes*, dan *Nasutitermes* adalah genus dengan jumlah spesies terbanyak. Nasutitermitinae adalah subfamili yang ditemukan dalam penelitian ini dan dalam penelitian lain karena termasuk dalam 63 genus dan 550 spesies yang menyebar di seluruh dunia (Cookson & Trajtsman., 2002). Terdapat tujuh spesies rayap yang hanya ditemukan di hutan (*Dicuspitermes* sp.03, *Homallotermes* sp.01, *Hospitalitermes hospitalis*, *Macrotermes malaccensis*, *Microtermes* sp.01, *Nasutitermes* sp. A., *N. proatripennis*) dan karet hutan (*Bulbitermes subulatus*, *Dicuspitermes* sp.04, *Homallotermes* sp.02, *Microcerotermes* sp.02, *Odontotermes* sp.01, *Pericapritermes* sp.01, dan *Schedorhinotermes sarawakensis*). Dua spesies rayap hanya ditemukan di perkebunan karet, yaitu *Bulbitermes constrictoides* dan *Schedorhinotermes bidentatus*, sedangkan hanya *Microcerotermes* sp.01 yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit. Hal ini diperkirakan karena rayap tersebut memiliki wilayah cakupan yang spesifik.

Pada umumnya, kekayaan dan komposisi spesies rayap menurun seiring dengan perubahan fungsi lahan hutan menjadi kawasan hutan industri atau non-hutan. Komposisi spesies rayap pada tipe tata guna lahan hutan sekunder dan hutan karet didominasi oleh rayap pemakan tanah bagian atas yang kaya bahan organik (*soil feeders*). Adanya temuan rayap *soil feeder* mengindikasikan bahwa ketersediaan tanah organik atau kayu yang sudah lapuk sangat tinggi di kedua tipe tata guna lahan tersebut. Tipe tata guna lahan karet dan kelapa sawit didominasi oleh rayap pemakan kayu, bahkan rayap *soil feeder* tidak ditemukan di perkebunan karet.

Foto: M. Badrus Sholih (2016)

Rayap *Hospitalitermes* sp., Isoptera: Termitidae

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Tabel 11. Spesies Rayap yang Ditemukan di Lanskap Hutan Harapan

Spesies Rayap	Tipe Tata Guna Lahan			
	Hutan Sekunder	Hutan Karet	Perkebunan Karet	Perkebunan Kelapa Sawit
Famili Termitidae				
<i>Bulbitermes borneensis</i>	+	+	+	-
<i>Bulbitermes constrictoides</i>	-	-	+	-
<i>Bulbitermes constrictus</i>	+	+	-	-
<i>Bulbitermes neopusillus</i>	+	+	-	-
<i>Bulbitermes</i> sp. 01	-	+	+	-
<i>Bulbitermes subulatus</i>	-	+	-	-
<i>Dicuspiditermes</i> sp. 01	+	+	-	-
<i>Dicuspiditermes</i> sp. 02	-	+	-	+
<i>Dicuspiditermes</i> sp. 03	+	-	-	-
<i>Dicuspiditermes</i> sp. 04	-	+	-	-
<i>Globitermes globosus</i>	+	-	-	+
<i>Homallotermes</i> sp. 01	+	-	-	-
<i>Homallotermes</i> sp. 02	-	+	-	-
<i>Hospitalitermes hospitalis</i>	+	-	-	-
<i>Longipeditermes mandibulatus</i>	+	+	+	-
<i>Macrotermes malaccensis</i>	+	-	-	-
<i>Microcerotermes</i> sp. 01	-	-	-	+
<i>Microcerotermes</i> sp. 02	-	+	-	-
<i>Microtermes</i> sp. 01	+	-	-	-
<i>Nasutitermes havilandi</i>	+	+	-	-
<i>Nasutitermes longinasoides</i>	+	-	-	-
<i>Nasutitermes longinasus</i>	+	-	+	-
<i>Nasutitermes proatrypennis</i>	-	+	-	+
<i>Nasutitermes</i> sp. A	+	-	-	-
<i>Odontotermes</i> sp. 01	-	+	-	-
<i>Odontotermes</i> sp. 02	+	+	-	-
<i>Termes comis</i>	+	-	-	-
<i>Termes fletcheri</i>	+	+	-	-
<i>Termes</i> sp. 01	+	-	-	-
Famili Kalotermitidae				
<i>Neotermes</i> sp. 01	+	+	-	-
Famili Rhinotermitidae				
<i>Coptotermes curvignathus</i>	-	+	+	-
<i>Heterotermes</i> sp. 01	+	+	-	-
<i>Schedorhinotermes bidentatus</i>	-	-	+	-
<i>Schedorhinotermes longirostris</i>	+	-	+	+
<i>Schedorhinotermes sarawakensis</i>	-	+	-	-
<i>Schedorhinotermes tarakensis</i>	+	+	+	+
<i>Schedorhinotermes translucens</i>	-	+	-	-
Total Spesies	23	22	9	5

Fakta menarik tentang rayap:

1. Rayap sudah ada sejak ratusan juta tahun lalu.
2. Rayap kasta pekerja dan prajurit adalah rayap yang tidak memiliki mata (buta) dan steril.
3. Laron adalah salah satu siklus hidup dari rayap, yakni rayap jantan atau betina yang tugasnya berkembang biak atau bereproduksi.
4. Sarang rayap terdiri dari susunan labirin yang saling terkoneksi satu dengan lainnya dan mampu membangun sarang setinggi lebih dari lima meter.
5. Rayap berguna bagi keseimbangan ekosistem sebagai pengurai atau dekomposer tanah alami.

Foto: Jochen Drescher (2014)

Koloni Rayap *Nasutitermes* sp., Isoptera: Termitidae

G. KUMBANG

Ordo Coleoptera atau biasa dikenal sebagai kumbang merupakan serangga yang memiliki sayap depan (*elytra*) keras dan tebal yang berfungsi untuk melindungi sayap belakang dan bagian tubuhnya. Diketahui sebanyak 40% dari seluruh spesies serangga adalah kumbang (sekitar 350.000 spesies) dan masih banyak spesies baru yang sering ditemukan. Kumbang memainkan peran penting dalam fungsi ekosistem (Schowalter, 2011) dan sebagai indikator perubahan lingkungan (Forsythe, 1987).



Buku ini tidak dapat dijual belikan.

Foto: Jochen Drescher (2013)

Handsome fungus beetles, Coleoptera: Endomychidae

Dalam studi yang kami lakukan, ordo Coleoptera juga mendominasi dengan jumlah kelimpahan 25.097 individu atau 3,45% dari total individu yang ditemukan pada studi ini. Sebanyak 13.644 individu sudah berhasil diidentifikasi lebih lanjut yang termasuk ke dalam empat famili, yaitu Chrysomelidae atau kumbang daun (1.702 individu), Curculionidae atau kumbang moncong (3.546 individu), Elateridae atau kumbang klik (4.301 individu), dan Staphylinidae atau kumbang jelajah (4.095 individu) (Tabel 12). Indeks keanekaragaman keempat famili tersebut tergolong cukup tinggi. Nilai indeks Evenness (E) pada famili Chrysomelidae dan Staphylinidae tergolong tinggi, sedangkan pada famili Curculionidae dan Elateridae tergolong sedang. Nilai indeks Evenness menunjukkan sebaran jumlah individu pada setiap spesies yang ada di dalam suatu komunitas; semakin tinggi nilai indeks Evenness, semakin merata sebaran jumlah individu pada masing-masing spesies (Ludwig & Reynolds 1988).

Tabel 12. Keanekaragaman dan Kelimpahan Individu Empat Famili dari Ordo Coleoptera

Famili	Subfamili	Morfospesies	Kelimpahan	Indeks Shannon-Wiener (H')	Evenness (E)
Chrysomelidae	6	152	1.702	3,91	0,78
Curculionidae	12	214	3.546	3,13	0,58
Elateridae	7	80	4.301	2,01	0,46
Staphylinidae	13	74	4.095	3,30	0,77
Total	38	520	13.644	4,26	0,95

Morfospesies dominan dari masing-masing famili di setiap tipe tata guna lahan ditampilkan pada tabel 13. Spesies dominan umumnya memiliki kelimpahan individu yang tinggi dan menguasai habitat tertentu. Tingkat dominasi kumbang pada setiap tipe tata guna lahan berbeda-beda disebabkan oleh perilaku makan spesies kumbang yang berbeda. Spesies dominan pada studi ini diduga memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap habitat yang ditempatinya.

Tabel 13. Daftar Morfospesies Dominan Empat Famili dari Ordo Coleoptera di Semua Tipe Tata Guna Lahan

Tipe Tata Guna Lahan	Chrysomelidae	Curculionidae	Elateridae	Staphylinidae
Hutan	<i>Nodina</i> sp.01 (133 individu)	<i>Anthonomus</i> sp.06 (80 individu)	<i>Adelocera</i> sp.01 (1004 individu)	<i>Paederinae</i> sp. 01 (175 individu)
Hutan karet	<i>Xenoda</i> sp.01 (92 individu)	<i>Entiminae</i> sp.05 (83 individu)	<i>Adelocera</i> sp.01 (824 individu)	<i>Palaminus</i> sp.01 (421 individu)
Perkebunan kelapa sawit	<i>Phytorus</i> sp.01 (95 individu)	<i>Elaeodius kamerunicus</i> (1623 individu)	<i>Melanoxanthus</i> sp.01 (135 individu)	<i>Coproporus</i> sp.01 (82 individu)
Perkebunan karet	<i>Phytorus</i> sp.01 (45 individu)	<i>Hypothenemus</i> sp. 01 (7 individu)	<i>Melanoxanthus</i> sp.01 (83 individu)	<i>Palaminus</i> sp.01 (179 individu)

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey (Tabel 14), perbedaan tipe tata guna lahan berpengaruh terhadap keanekaragaman dan kelimpahan individu pada masing-masing empat famili dari ordo Coleoptera. Hasil analisis menunjukkan bahwa keanekaragaman dan kelimpahan spesies pada tipe tata guna lahan hutan dan hutan karet berbeda secara signifikan dibandingkan tipe tata guna lahan perkebunan kelapa sawit dan karet. Tipe tata guna lahan hutan dan hutan karet secara umum memiliki keanekaragaman dan kelimpahan individu yang lebih tinggi dibandingkan tipe tata guna lahan kelapa sawit dan karet. Hal tersebut menunjukkan bahwa perubahan tipe tata guna lahan menurunkan keanekaragaman dan kelimpahan individu Coleoptera. Menurut Mumme dkk. (2015), perubahan tata guna lahan hutan menjadi tata guna lahan intensif, seperti perkebunan kelapa sawit dan karet, secara signifikan menurunkan kekayaan spesies. Selain itu, sedikitnya keanekaragaman vegetasi yang ada pada tipe tata guna lahan kelapa sawit dan karet juga memengaruhi kehadiran kumbang Coleoptera. Hal ini disebabkan oleh pengelolaan habitat yang dilakukan secara intensif dan teratur sehingga mengurangi vegetasi yang berguna sebagai sumber pakan kumbang (Chung dkk., 2000).

Tabel 14. Uji Lanjut Tukey terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Individu Empat Famili dari Ordo Coleoptera

Tipe Tata Guna Lahan	Famili (Rata-rata ± STD)				Total
	Chrysomelidae	Curculionidae	Elateridae	Staphylinidae	
Keanekaragaman spesies					
Hutan	27,62 ± 9,23 a*	43,38 ± 12,70 a	19,28 ± 6,41 a	29,88 ± 7,61 a	120,25 ± 26,21 a
Hutan karet	25,75 ± 5,92 a	33,38 ± 5,29 b	17,38 ± 2,62 a	24,50 ± 3,34 a	101,00 ± 7,82 b
Kelapa sawit	4,50 ± 2,07 b	7,25 ± 2,31 c	4,25 ± 1,58 b	10,00 ± 2,20 b	26,00 ± 4,54 c
Karet	6,17 ± 2,48 b	6,00 ± 2,07 c	7,00 ± 1,51 b	14,88 ± 1,55 b	32,50 ± 5,13 c
Kelimpahan Individu					
Hutan	72,13 ± 33,72 b	111,75 ± 45,98 b	258,63 ± 127,49 a	194,88 ± 114,15 a	637,38 ± 186,77 a
Hutan karet	122,75 ± 59,73 a	108,75 ± 68,75 b	219,38 ± 268,05 ab	202,63 ± 9,70 a	653,50 ± 281,81 a
Kelapa sawit	10,88 ± 5,00 c	215,00 ± 122,94 a	29,63 ± 25,83 b	38,76 ± 12,46 b	294,25 ± 112,50 b
Karet	8,50 ± 4,76 c	7,50 ± 3,46 c	29,25 ± 15,96 b	74,88 ± 45,04 b	118,00 ± 61,85 b

*Angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada uji Tukey taraf nyata 5%.

Famili Chrysomelidae atau biasa dikenal dengan kumbang daun merupakan kelompok serangga yang bersifat fitofag, memiliki 20 subfamili yang telah teridentifikasi (Suzuki, 1996), dan keberhasilan kumbang daun dalam ekosistem ditentukan oleh kemampuan menempati relung makanan yang berbeda (Jolivet dkk., 1988). Bouchard dkk. (2009) telah mendeskripsikan lebih dari 36.000 spesies kumbang daun, sedangkan Jolivet (2015) mengestimasi terdapat 55.000 sampai 60.000 spesies kumbang daun di seluruh dunia. Kisaran inang kumbang daun mencakup hampir semua kelompok tanaman. Stadia imago kumbang daun umumnya hidup di berbagai bagian tanaman, seperti daun, pucuk tanaman, bunga, polen, dan buah (Jolivet & Verma, 2008). Sebagai serangga fitofag, struktur dan komposisi komunitas kumbang daun berkaitan erat dengan variabel vegetasi tanaman dalam ekosistem.

Kehadiran kumbang daun dalam ekosistem secara signifikan juga dipengaruhi oleh modifikasi atau perubahan ekologi. Perubahan struktur vegetasi pada suatu ekosistem memberikan pengaruh secara nyata terhadap kehadiran komunitas kumbang daun (Sánchez-Reyes dkk., 2019). Peranan kumbang daun dalam suatu ekosistem bervariasi; beberapa spesies kumbang daun berperan sebagai bioindikator lingkungan, hama, dan predator. Terdapat beberapa spesies dominan kumbang daun (Chrysomelidae) yang kami temukan dalam studi ini, di antaranya *Phytorus* sp.01 dan *Monolepta* sp.02 yang hanya ditemukan di hutan, *Nodina* sp.01 yang hanya ditemukan di hutan karet, *Galerucinae* sp.02 yang hanya ditemukan di perkebunan kelapa sawit, dan *Agelastica* sp.01 yang hanya ditemukan di perkebunan karet (Rosyid Amrulloh, 2020) (Gambar 14).



Foto: Rosyid Amrulloh (2020)

Gambar 14. Kumbang Daun yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu



Foto: Raidi Rachman (2019)

Kumbang Penyerbuk Bunga Kelapa Sawit, *Elaeidobius kamerunicus*, Coleoptera: Curculionidae

Kumbang moncong (Coleoptera: Curculionidae) merupakan serangga yang memiliki moncong (rostrum) panjang dan telah tersebar di seluruh dunia \pm 70.000 spesies. Famili Curculionidae adalah kelompok kumbang yang memiliki peran penting dalam ekosistem yang berbeda, baik sebagai herbivora atau penyerbuk. Famili Curculionidae terdiri atas 18 subfamili, 4.600 genus, dan 51.000 spesies, termasuk subfamili Scolytinae dan Platypodinae (Anderson, 2002). Banyak kelompok kumbang moncong yang menjadi hama yang secara ekonomi dinilai sangat merugikan bagi pertanian, contohnya kumbang moncong beras *Sitophilus granaries* yang menyebabkan kerusakan butir beras di gudang penyimpanan, kumbang moncong ubi *Rhynchophorus ferrugineus* yang menyebabkan ubi menjadi rusak dan pahit, kumbang moncong pisang *Odoiporus longicollis* yang larva dan imagonya hidup di dalam batang pisang, serta kumbang sagu *Rhynchophorus* sp. yang stadia dewasanya merusak pucuk kelapa atau sagu.

Namun, terdapat jenis kumbang moncong yang sangat bermanfaat, bahkan tergolong penting bagi penyerbukan pada bunga kelapa sawit, yaitu *Elaeidobius kamerunicus* yang ditemukan mendominasi dalam studi yang kami lakukan. Kelapa sawit adalah salah satu contoh tanaman yang sangat tergantung pada serangga penyerbuk. Tanpa kehadiran kumbang penyerbuk *E. kamerunicus*, kelapa sawit tidak akan berbuah. Spesies *E. kamerunicus* berperan sebagai penyerbuk utama di perkebunan kelapa sawit yang berasal dari Kamerun, Afrika Barat. Sejak pertama kali diintroduksi di Indonesia pada 1983, *E. kamerunicus* dapat meningkatkan produksi kelapa sawit di Indonesia hingga 60% (Syed dkk., 1982; Sahari, 2012). *E. kamerunicus* tidak merugikan tanaman lain karena hanya dapat makan dan bereproduksi pada bunga jantan kelapa sawit serta hanya dapat menyerbuki bunga kelapa sawit (Syed dkk., 1982).

Dalam studi yang kami lakukan ini, jumlah keseluruhan kumbang moncong yang ditemukan adalah 12 subfamili, 214 morfospesies, dan 3.546 individu. Tipe tata guna lahan hutan memiliki persentase jumlah spesies yang paling banyak dikoleksi (68,64%) dan koleksi terendah terdapat pada perkebunan karet (16,94%). Kelimpahan kumbang moncong tertinggi pada penelitian ini ditemukan pada subfamili Curculioninae yang merupakan salah satu subfamili terbesar dari kumbang moncong (Marvaldi, 2005). Terdapat dua morfospesies kumbang moncong yang mendominasi di semua tipe tata guna lahan, yaitu *Anthonomus* sp.01 dan Entiminae sp.05, serta *E. kamerunicus* yang mendominasi di perkebunan kelapa sawit.



A. *Anthonomus* sp.01



B. Entiminae sp.05

Foto: Fatimah Siddikah (2020)

Gambar 15. Kumbang Moncong Dominan pada Semua Tipe Tata Guna Lahan

Click beetles atau Kumbang klik merupakan anggota kelompok Coleoptera dari famili Elateridae yang memiliki kelimpahan dan keanekaragaman paling tinggi dalam superfamili Elateroidea (Sarkar dkk., 2015). Kumbang ini bersifat kosmopolitan dengan jumlah spesies yang telah diketahui mencapai 10.000 spesies di seluruh dunia, terdiri atas 13 subfamili dan tergolong kelompok taksonomi besar dalam urutan Coleoptera (Han dkk., 2016). Kumbang klik hidup di habitat terestrial dan arboreal dapat ditemukan di berbagai tipe vegetasi, seperti hutan, padang rumput, dan lahan budi daya. Sebagian besar kumbang klik berperan sebagai fitofag. Namun, ada beberapa jenis yang berperan sebagai predator, pengurai, hingga polinator (Mulerčikas dkk., 2012).

Ciri khas kumbang klik adalah pada fase dewasa mampu menghasilkan mekanisme “klik” (apabila tubuh terbalik, kumbang ini dapat segera membalikkan badan atau memperbaiki posisi tubuhnya dengan cara meloncat ke udara sambil mengeluarkan bunyi klik). Mekanisme klik ini digunakan untuk menghindari diri dari pemangsa (predasi). Terdapat salah satu jenis kumbang klik dari genus *Pyrophorus* yang mampu menghasilkan cahaya (*bioluminescence*), aktif pada malam hari, dan menghasilkan warna terang kerlap-kerlip seperti kunang-kunang (Coleoptera: Lampyridae) (Borror dkk., 1996). Kumbang klik bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan akibat pengelolaan habitat secara intensif sehingga berpengaruh terhadap komposisi vegetasi, keragaman struktur tegakan, dan jumlah kayu mati (Thomas, 2007). Dalam studi yang kami lakukan, sebanyak 4.301 individu kumbang klik berhasil didapatkan yang terdiri dari 7 subfamili, 27 genus, dan 80 morfospesies (Kasmiatun, 2018) (Gambar 16). Terdapat morfospesies spesifik yang mendominasi setiap tipe tata guna lahan, yaitu *Adelocera* sp.01 yang mendominasi di tipe tata guna lahan hutan (1.004 individu) dan hutan karet (824 individu), serta *Melanoxanthus* sp.01 yang mendominasi di perkebunan karet (83 individu) dan perkebunan kelapa sawit (135 individu) (Gambar 17).



A. *Anthonomus* sp.01



B. *Entiminae* sp.05

Foto: Kasmiatun (2020)

Gambar 16. Kumbang Klik Dominan pada Semua Tipe Tata Guna Lahan

Selain morfospesies dominan, terdapat juga dua puluh morfospesies *singleton* (Tabel 15) yang hanya ditemukan satu individu pada tipe tata guna lahan tertentu. Jadi, morfospesies tersebut merupakan spesies yang jarang ditemukan (*rare species*).

Tabel 15. Morfospesies *Singleton* yang Ditemukan di Empat Tipe Tata Guna Lahan pada Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan

Morfospecies	Taman Nasional Bukit Duabelas				Hutan Harapan			
	F	J	O	R	F	J	O	R
<i>Agonischius</i> sp.02		✓						
<i>Agraeus</i> sp.04					✓			
<i>Agrypnus</i> sp.01					✓			
<i>Ampedus</i> sp.05					✓			
<i>Cardiophorus fasciatus</i> Cand.	✓							
<i>Dilobitarsus pendleburyi</i>					✓			
<i>Euplastius</i> sp.01			✓					
<i>Heteroderes</i> sp.04	✓							
<i>Megapenthes</i> sp.03		✓						
<i>Melanoxanthus bicolor</i>						✓		
<i>Melanoxanthus ruptus</i>								✓
<i>Melanoxanthus</i> sp.04		✓						
<i>Melanoxanthus</i> sp.06						✓		
<i>Melanoxanthus</i> sp.08		✓						
<i>Pachyderes apicalis</i>						✓		
<i>Pachyderes</i> sp.02							✓	
<i>Paracalais</i> sp.02		✓						
<i>Senodonia quadricollis</i>	✓							
<i>Simodactylus</i> sp.01	✓							
<i>Xanthopenthes</i> sp.04					✓			

Catatan: F= Hutan, J= Hutan Karet, R= Perkebunan Karet, O= Perkebunan Kelapa Sawit

*Agonischius* sp.02*Agraesus* sp.04*Agrypnus* sp.01*Ampedus* sp.05*Megapenthes* sp.03*Melanoxanthus bicolor**Melanoxanthus ruptus**Melanoxanthus* sp.04*Melanoxanthus* sp.06*Melanoxanthus* sp.08*Pachyderes apicalis**Pachyderes* sp.02

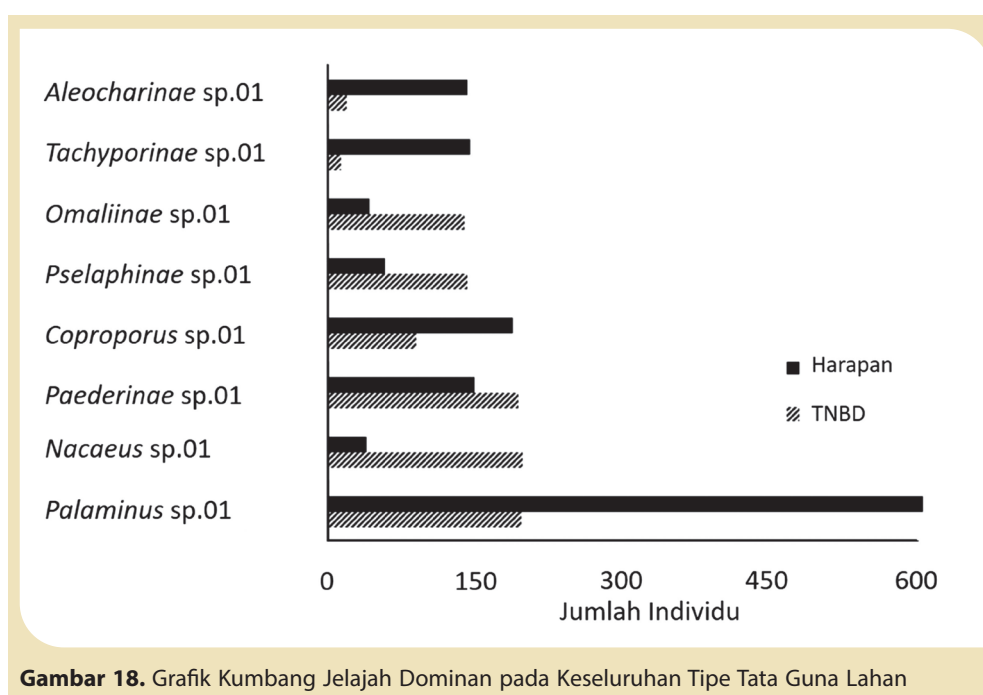
Foto: Kasmiatun (2020)

Gambar 17. Kumbang Klik yang Hanya Ditemukan pada Tipe Tata Guna Lahan Tertentu

Rove beetles atau Kumbang jelajah merupakan salah satu serangga dari ordo Coleoptera (famili Staphylinidae) yang sebagian besar anggotanya berperan sebagai predator terhadap serangga lainnya (Bohac, 1999). Secara umum, kumbang jelajah dengan serangga lain dapat dibedakan melalui karakter morfologinya, yaitu bentuk tubuhnya yang memanjang serta sayap depan (elitra) yang pendek dan tidak menutupi abdomen (Tottenham, 1954; Bohac, 1999; Hangay & Zborowski, 2010). Kumbang jelajah tergolong serangga kosmopolitan dengan total 47.744 spesies tersebar di seluruh dunia (Herman, 2001). Dalam menyediakan jasa ekosistem, kumbang jelajah dimanfaatkan sebagai pengendali hayati dan bioindikator lingkungan (Arifin, 2012; Bohac, 1999). Di Indonesia, kumbang jelajah *Paederus fuscipes* digunakan dalam menekan serangan hama *Helicoverpa armigera* di pertanaman kedelai (Winasa dkk, 2007). Tidak hanya terbatas sebagai pengendali populasi hama, kumbang jelajah juga digunakan dalam bidang forensik, di mana pengetahuan tentang siklus hidup dari kumbang *Creophilus maxillosus* digunakan untuk menentukan jangka waktu dari mayat yang ditemukan (*the post-mortem interval*) (Matuszewski, 2012).

Pemanfaatan kumbang jelajah sebagai bioindikator lingkungan ditunjukkan pada hasil penelitian Bohac (1999), di mana salah satu penentu karakteristik habitat adalah keberadaan spesies-spesies kumbang jelajah tertentu yang mendominasi wilayah tersebut. Sebagai contoh, suatu habitat yang didominasi oleh spesies kumbang jelajah dengan kemampuan terbang yang baik (*Oxytelus migrator*, *Philonthus spinipes*) mengindikasikan tingginya intervensi manusia dalam habitat tersebut. Hal yang serupa juga ditunjukkan dalam hasil penelitian Qodri dkk. (2016), di mana kumbang *Aleochara* sp. dan *Xantholinini* sp. ditemukan melimpah di kawasan pertanian monokultur dibandingkan di hutan alam. Berkaitan dengan hal tersebut, Winasa dkk. (2007) menyebutkan bahwa pada habitat sederhana (monokultur), spesies kumbang jelajah yang menghuninya cenderung memiliki mobilitas yang tinggi sebagai respons atas ketersediaan sumber makanan. Dalam studi yang kami lakukan, terdapat delapan morfospesies kumbang jelajah yang dominan di keseluruhan tipe tata guna lahan pada kedua lanskap, yaitu *Aleocharinae* sp.01, *Tachyporinae* sp.01, *Omaliinae* sp.01, *Pselaphinae* sp.01, *Coproporus* sp.01, *Paederinae* sp.01, *Nacaeus* sp.01, dan *Palaminus* sp.01 (Gambar 18).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, ditemukan sebanyak 4.095 individu kumbang jelajah arboreal yang terbagi atas 13 subfamili, yaitu *Aleocharinae* (1.085 individu), *Euaesthetinae* (39 individu), *Megalopsidiinae* (2 individu), *Omaliinae* (183 individu), *Osoriinae* (280 individu), *Oxytelinae* (44 individu), *Paederinae* (1.382 individu), *Piestinae* (128 individu), *Pselaphinae* (296 individu), *Scydmaeninae* (28 individu), *Staphylininae* (139 individu), *Steninae* (2 individu), dan *Tachyporinae* (493 individu) (Hiola, 2019).



Subfamili Aleocharinae

Aleocharinae merupakan subfamili dengan jumlah terbanyak dalam famili Staphylinidae yang memiliki ciri morfologi bertubuh ramping dengan panjang berkisar 1 hingga 3 mm. Penelitian ini menemukan sebanyak 28 morfospesies di semua tipe tata guna lahan di kedua lanskap (Gambar 19).



Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 19. Kumbang Jelajah dari Subfamili Aleocharinae

Subfamili Euaesthetinae

Terdapat dua morfospesies yang hanya ditemukan pada tipe tata guna lahan hutan dan hutan karet di kedua lanskap (Gambar 20). Secara umum, karakter morfologi yang menjadi ciri kumbang jelajah adalah antena dengan dua atau 3 segmen antenomer pada ujung antena yang membesar serta bentuk pronotum yang bulat dan cembung ke atas.

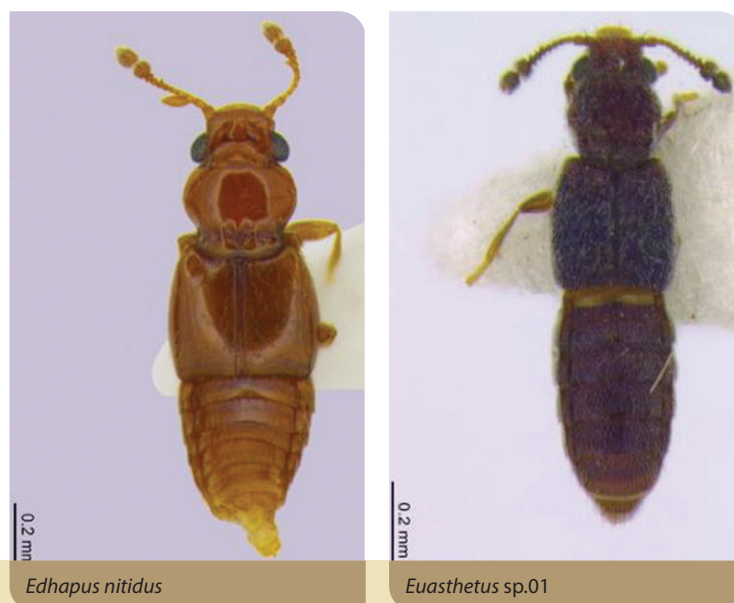


Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 20. Kumbang Jelajah dari Subfamili Euaesthetinae

Subfamili Megalopsidiinae

Hanya terdapat satu morfospesies, yakni *Megalopsidiinae* sp.01 (Gambar 21), yang hanya ditemukan pada tipe tata guna lahan hutan di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas. Kumbang jelajah ini memiliki mata yang besar dan memiliki proses memanjang yang unik di margin anterior labrum.



Megalopsidiinae sp.01

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 21. Kumbang Jelajah dari Subfamili Megalopsidiinae

Subfamili Omaliinae

Hanya terdapat satu morfospesies, yakni *Omaliinae* sp.01 (Gambar 22), yang ditemukan pada semua tipe tata guna lahan hutan di kedua lanskap. Secara umum, karakter morfologi spesifik dari subfamili ini adalah panjang tubuh 1,5 sampai 6 mm, bagian sudut luar elitra yang melebar dan menutupi keseluruhan abdomen, dan tarsi dengan 5 segmen.



Omaliinae sp.01

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 22. Kumbang Jelajah dari Subfamili Megalopsidiinae

Subfamili Osoriinae

Terdapat enam morfospesies (*Eleusis* sp.01, *Nacaeus* sp.01, *Osorius* sp.01, *Plastus* sp.01, *Thoracophorus* sp.01, dan *Osoriinae* sp.01) (Gambar 23) yang ditemukan di sistem tata guna lahan hutan dan hutan karet di kedua lanskap. Subfamili ini mempunyai abdomen yang datar dan garis sepanjang sisi lateral abdomen.



Eleusis sp.01



Nacaeus sp.01



Thoracophorus sp.01



Plastus sp.01

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 23. Kumbang Jelajah dari Subfamili Osoriinae

Subfamili Oxytelinae

Terdapat empat morfospesies (*Anotylus* sp.01, *Oxytelinae* sp.01, *Oxytelinae* sp.02, dan *Oxytelinae* sp.03) (Gambar 24) yang ditemukan di semua tipe tata guna lahan di kedua lanskap. Subfamili ini memiliki sepasang kelenjar defensif yang unik yang membuka ke tergum kesembilan dan pola tarsi 3-3-3.



Anotylus sp.01



Oxytelinae sp.01



Oxytelinae sp.02



Oxytelinae sp.03

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 24. Kumbang Jelajah dari Subfamili Oxytelinae

Subfamili Paederinae

Terdapat sepuluh morfospesies (*Paederinae* sp.01, *Paederinae* sp.02, *Paederinae* sp.03, *Paederinae* sp.04, *Paederinae* sp.05, *Paederinae* sp.06, *Paederinae* sp.07, *Paederinae* sp.08, *Palaminus* sp.01, *Palaminus* sp.02) (Gambar 25) yang ditemukan di semua tipe tata guna lahan di kedua lanskap. Secara umum, karakter morfologi spesifik dari Subfamili ini adalah adanya sklerit yang menghubungkan antara kepala dan toraks dengan luasan yang lebih sempit serta segmen terakhir dari palpus maksila yang berukuran kurang dari setengah dari segmen sebelumnya.



Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 25. Kumbang Jelajah dari Subfamili Paederinae

Subfamili Piestinae

Terdapat tiga morfospesies (*Piestinae* sp.01, *Piestinae* sp.02, dan *Piestinae* sp.03) (Gambar 26) yang ditemukan di kedua lanskap. Subfamili ini mempunyai tubuh yang memanjang dan rata dan memiliki pola tarsal 5-5-5.

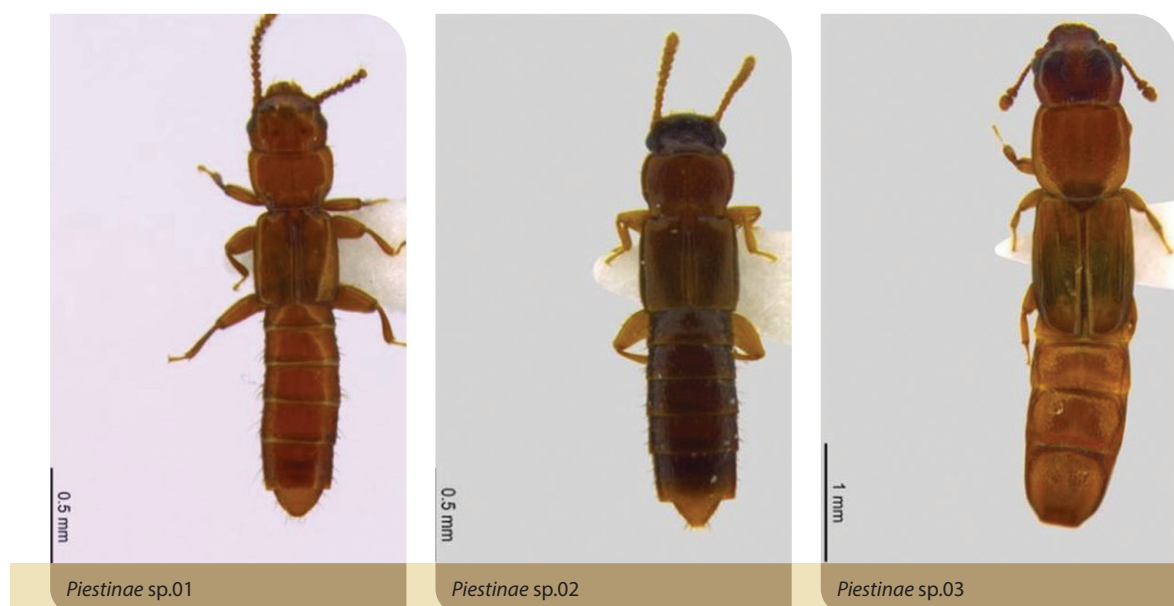


Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 26. Kumbang Jelajah dari Subfamili Piestinae

Subfamili Pselaphinae

Sebanyak lima morfospesies ditemukan di semua tipe tata guna lahan di kedua lanskap, yaitu *Pselaphinae* sp.01, *Pselaphinae* sp.02, *Pselaphinae* sp.03, *Pselaphinae* sp.04, dan *Pselaphinae* sp.05 (Gambar 27). *Pselaphinae* memiliki tubuh yang kecil, elitra pendek (tidak menutupi segmen abdomen pertama), serta antena dengan 11 antenomers dan pola tarsal 3-3-3.



Pselaphinae sp.01



Pselaphinae sp.02



Pselaphinae sp.03



Pselaphinae sp.02

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 27. Kumbang Jelajah dari Subfamili Piestinae

Subfamili Scydmaeninae

Hanya ada 1 morfospesies (*Scydmaeninae* sp.01) (Gambar 28) yang ditemukan di semua sistem tata guna lahan di kedua lanskap. *Scydmaeninae* adalah subfamili kumbang yang berukuran kecil (terbesar dengan panjang 3 mm), umumnya disebut “kumbang batu seperti semut”, dan mempunyai elytra yang panjang (menutupi keseluruhan abdomen).



Scydmaeninae sp.01

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 28. Kumbang Jelajah dari Subfamili Scydmaeninae

Subfamili Staphylininae

Penelitian ini menemukan tiga morfospesies, yaitu *Philonthus* sp.01 (hanya ditemukan dalam sistem tata guna lahan hutan di kedua lanskap), *Staphylininae* sp.01, dan *Staphylininae* sp.02 (ditemukan di semua sistem tata guna lahan di kedua lanskap) (Gambar 29). Kumbang jelajah ini memiliki elitra pendek serta tubuh yang berujung tumpul dan panjang, tetapi cukup kuat.



Philonthus sp.01



Staphylininae sp.01



Staphylininae sp.02

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 29. Kumbang Jelajah dari Subfamili Staphylininae

Subfamili Steninae

Hanya terdapat satu morfospesies (*Steninae* sp.01) (Gambar 30) yang ditemukan di sistem tata guna lahan hutan di Taman Nasional Bukit Duabelas dan hutan karet di Hutan Harapan. Kumbang jelajah ini memiliki mata yang besar, antena tertarik pada simpul di antara mata, dan pola tarsal 5-5-5.



Steninae sp.01

Foto: M. Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 30. Kumbang Jelajah dari Subfamili Steninae

Subfamili Tachyporinae

Terdapat tujuh morfospesies, yaitu *Coproporus* sp.01, *Sepedophilus bisignatus*, *Sepedophilus* sp.01, *Tachyporinae* sp.01, *Tachyporinae* sp.02, *Tachyporinae* sp.03, dan *Tachyporinae* sp.04, yang ditemukan di semua sistem tata guna lahan di kedua lanskap. Kumbang jelajah yang sering disebut mirip kepiting ini umumnya berukuran kecil dengan sisi lateral abdomen ditumbuhi banyak seta.



Sepedophilus bisignatus

Foto: M.Syaifullah Hiola (2019)

Gambar 31. Kumbang Jelajah dari Subfamili Tachyporinae



Foto: Damar Angga Saputra (2019)

Stingless bee *Heterotrigona itama*, Hymenoptera: Apidae

H. SERANGGA PENYERBUK

Serangga penyerbuk merupakan serangga yang membantu perpindahan serbuk sari dari tangkai sari ke pistil bunga. Serangga penyerbuk dapat digolongkan menjadi serangga penyerbuk penting dan kurang penting. Menurut Kahono dan Erniawati (2012), kriteria yang menentukan suatu serangga tergolong penyerbuk penting adalah mengunjungi bunga dan memungkinkan terjadinya transfer serbuk sari, kecocokan ukuran antara penyerbuk dengan bunga, memiliki struktur yang memungkinkan memindahkan serbuk sari ke kepala putik bunga lainnya, memiliki frekuensi kunjungan ke bunga yang cukup tinggi, dan waktu kunjungan yang lama. Serangga penyerbuk yang diketahui membantu proses penyerbukan pada tanaman, yaitu ordo Hymenoptera, ordo Lepidoptera, Diptera, dan Coleoptera (Wardhaugh, 2015).

Karakter morfologi serangga penyerbuk penting bagi suatu tanaman sehingga fungsi serangga sebagai penyerbuk pada tanaman dipengaruhi oleh masing-masing bentuk bunga tanaman. Bunga yang terbuka dapat diserbuki oleh serangga penyerbuk yang berbeda, sementara bunga yang berukuran kecil hanya dapat diserbuki oleh serangga dengan ukuran yang kecil. Bagian-bagian tertentu pada tubuh serangga penyerbuk termodifikasi sehingga dapat membantu terjadinya proses perpindahan polen dari satu bunga ke bunga lainnya. Sebagai contoh, lebah memiliki tubuh yang berambut sehingga membuat polen dapat menempel di bagian tubuh (Moisset & Buchmenn, 2011). Salah satu contoh serangga penyerbuk penting dengan karakter morfologi yang banyak dipelajari adalah lebah.

Menurut Laurence (2015), ada beberapa kriteria yang membuat lebah menjadi serangga penyerbuk penting, yaitu tubuh memiliki rambut bercabang yang dapat membantu memerangkap polen, bagian tubuh yang termodifikasi sehingga dapat membawa polen, memiliki penglihatan ultraviolet yang menuntun lebah menuju bunga. Karakter morfologi serangga penyerbuk juga berkaitan dengan kemampuan membawa polen. Kemampuan serangga membawa polen dari suatu tanaman berbeda-beda. Suhri (2015) yang melakukan penelitian pada pertanaman tomat menemukan jumlah polen yang dibawa beberapa serangga bervariasi, contohnya *Xylocopa confusa* yang mampu membawa 14.000 polen, *Amegilla cyrtandrae* yang mampu membawa 7.500 polen, dan *Ceratina cognata* bisa membawa 5.750 polen.

Penelitian ini juga mengamati serangga penyerbuk yang ditemukan sebanyak 3 ordo, 68 spesies, dan 994 individu (Tabel 16). Dari 3 ordo yang ditemukan, Ordo Hymenoptera merupakan yang paling banyak ditemukan sebagai serangga penyerbuk (terdiri atas famili Apidae 32 spesies, Halictidae 6 spesies, dan Megachilidae 1 spesies), diikuti oleh Diptera (terdiri atas famili Syrphidae 6 spesies) dan Lepidoptera (terdiri dari famili Hesperidae 5 spesies, Pieridae 5 spesies, Lycaenidae 5 spesies, Noctuidae 1 spesies, dan Nymphalidae 6 spesies). Selain itu, kami juga mengamati aktivitas serangga penyerbuk selama tiga waktu pengamatan (pagi, siang, dan sore hari), dan menemukan kelimpahan tertinggi terjadi pada pagi hari (398 individu), diikuti siang hari (247 individu) dan sore hari (172 individu).

Tabel 16. Kekayaan dan Indeks Keanekaragaman Serangga Penyerbuk pada Tiga Tipe Tata Guna Lahan di Area Riparian dan Non-riparian

Tipe Tata Guna Lahan	Spesies	Kelimpahan	Indeks Shannon-Wiener	Evennes
Hutan Sekunder	23	175	2,285	0,729
Riparian	20	66		
Non-riparian	17	109		
Perkebunan Karet	56	416	3,496	0,868
Riparian	32	163		
Non-riparian	49	253		
Perkebunan Kelapa Sawit	44	403	3,216	0,850
Riparian	29	148		
Non-riparian	36	255		
Total	68	994	3,595	0,852

Kekayaan spesies serangga penyerbuk di ketiga tipe tata guna lahan berbeda nyata ($F_{2,18} = 8,196$; $P = 0,003$), tetapi tidak untuk daerah riparian dan non-riparian ($F_{1,18} = 3,482$; $P = 0,078$). Hasil kelimpahan individu serangga penyerbuk berbeda nyata di ketiga tipe tata guna lahan ($F_{2,18} = 4,107$; $P = 0,033$). Pada perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit, kelimpahannya lebih tinggi dibandingkan di hutan sekunder serta berbeda nyata di daerah riparian dan non-riparian ($F_{1,18} = 4,642$; $P = 0,043$). Dengan hasil ini, dapat dikatakan bahwa daerah riparian dan non-riparian memengaruhi kelimpahan individu serangga penyerbuk. Kami menduga keberadaan tanaman berbunga memengaruhi kekayaan dan kelimpahan spesies serangga penyerbuk. Kekayaan spesies tanaman berbunga yang kami temukan di perkebunan sawit dan karet lebih tinggi dibandingkan dengan hutan sekunder. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kekayaan spesies tanaman berbunga pada suatu habitat, semakin tinggi kekayaan dan kelimpahan serangga penyerbuk di dalamnya.

Selain itu, pengamatan serangga penyerbuk juga dilakukan dengan metode penambahan tanaman berbunga *A. gangetica* untuk mengetahui dampak penambahan vegetasi berbunga terhadap kelimpahan dan kekayaan serangga penyerbuk. Tanaman berbunga dapat menjadi tempat tinggal sementara dan sebagai penyedia nektar dan polen bagi serangga penyerbuk (Carvalho et al., 2010). Peran penting tanaman berbunga di sekitar tanaman menjadi hal yang penting untuk dioptimalkan demi menjaga keberadaan serangga penyerbuk di suatu ekosistem. Serangga penyerbuk dan tumbuhan berbunga memiliki hubungan yang saling menguntungkan.

Gullan dan Cranston (2014) menjelaskan bahwa serangga berperan penting sebagai agen penyebaran ataupun sebagai agen penyerbuk pada beberapa tumbuhan, termasuk tanaman pertanian. Serangga penyerbuk memperoleh polen dan nektar dari bunga, sementara kegiatan penyerbukan pada tanaman terbantu berkat kehadiran serangga penyerbuk. Ditemukan sebanyak 3 ordo, 39 spesies, dan 463 individu serangga penyerbuk dalam studi yang kami lakukan (Jihadi, 2019). Kekayaan spesies serangga penyerbuk yang ditemukan di masing-masing tipe tata guna lahan, yaitu sebanyak 18 spesies di hutan sekunder, 22 spesies di perkebunan karet, dan 21 spesies di perkebunan kelapa sawit (Tabel 17). Kekayaan spesies serangga penyerbuk meningkat setelah dilakukan penambahan tanaman berbunga di hutan sekunder, tetapi hal ini tidak terjadi di perkebunan karet dan kelapa sawit.

Tabel 17. Indeks Keanekaragaman dan Kekayaan Serangga Penyerbuk pada Tiga Tipe Tata Guna Lahan Sebelum dan Setelah Penambahan Tanaman Berbunga

Tipe Tata Guna Lahan	Spesies	Kelimpahan	Indeks Shannon-Wiener	Evennes
Hutan Sekunder				
Sebelum	11	77	1,752	0,730
Setelah	18	79	2,093	0,724
Perkebunan Karet				
Sebelum	37	168	3,055	0,846
Setelah	22	188	2,386	0,771
Perkebunan Kelapa Sawit				
Sebelum	27	197	2,704	0,820
Setelah	21	196	2,683	0,881

Spesies serangga penyerbuk yang ditemukan hadir pada semua tipe tata guna lahan setelah penambahan tanaman berbunga, yaitu *Amegilla andrewsi*, *Apis cerana*, *Ceratina* sp.01, *Eurema hecabe*, *Nomia strigata*, dan *Tetragonula* sp.02. Terdapat beberapa spesies serangga penyerbuk yang hanya ditemukan pada tipe tata guna lahan tertentu, seperti *Ceratina lieftincki*, *Ceratina* sp.14, *Lepidotrigona terminata*, *Megachile* sp., *Syrphidae* sp.02, *Tetragonula* sp.04, dan *Tetragonula* sp.05 yang hanya ditemukan di tipe tata guna lahan hutan; 4 spesies dari genus *Ceratina*, *Leptosia nina*, *Tetragonula* sp.1, *Xylocopa latipes*, dan *Ypthima philomela* yang hanya ditemukan di tipe tata guna lahan perkebunan kelapa sawit; *Braunsapis* sp., *Ceratina* sp.10, *Ceratina* sp.07, *Mycalesis* sp., *Nomia* sp., dan *Syrphidae* sp.01 yang hanya ditemukan di tipe tata guna lahan perkebunan karet.

Selain itu, terdapat dua spesies lebah yang ditemukan berlimpah di tipe tata guna lahan hutan, yaitu *Tetragonula minangkabau* (65 individu) dan *Tetragonula* sp.1 (30 individu). Spesies lebah dari genus *Tetragonula* berperan sebagai serangga penyerbuk penting bagi pepohonan di hutan karena mampu mengunjungi bunga-bunga pohon yang tinggi (Eckles dkk., 2012). Spesies yang ditemukan berlimpah pada tipe tata guna lahan perkebunan karet, yaitu *Nomia strigata* (40 individu) dan *Ypthima praenubila* (36 individu). Spesies yang ditemukan melimpah pada tipe tata guna lahan perkebunan sawit, yaitu *Ypthima philomela* (66 individu) dan *Nomia strigata* (35 individu) (Gambar 32). Spesies lebah *Nomia strigata* membuat sarang pada ranting-ranting pohon kering yang banyak ditemukan di perkebunan karet (Nufhika, 2018). Selain itu, spesies serangga ini juga mengunjungi bunga *Melastoma malabathricum* yang banyak ditemukan di perkebunan karet.

A. *Tetragonula minangkabau*B. *Nomia strigata*C. *Ypthima philomela*D. *Ypthima praenubila*

Foto: Nufhika (2018, A & B); Rawati Panjaitan (2018, C & D)

Gambar 32. Spesies Serangga Penyerbuk dari Kelompok Lebah dan Kupu-kupu

I. KUPU-KUPU

Kupu-kupu adalah serangga bersayap sisik yang termasuk dalam ordo Lepidoptera (*lepis* berarti sisik dan *pteron* berarti sayap). Kupu-kupu dibedakan dari ngengat berdasarkan waktu aktif dan ciri fisiknya. Pada umumnya, kupu-kupu aktif di siang hari (*diurnal*), memiliki sayap berwarna-warni dan jika sedang beristirahat kupu-kupu akan menegakkan sayapnya. Sementara itu, ngengat aktif di malam hari (*nocturnal*) memiliki sayap yang gelap, kusam, atau kelabu serta membentangkan sayap jika sedang beristirahat.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Rizki Pradana

Kupu-kupu nymphalid *Neptis hylas*, Lepidoptera: Nymphalidae

Selama studi yang dilakukan, kami menemukan sebanyak 5 famili, 17 subfamili, 84 genus, 143 spesies, dan 3.343 individu kupu-kupu. Hasil indeks Shannon-Wiener menunjukkan keanekaragaman tertinggi kupu-kupu ditemukan di tipe tata guna lahan hutan dengan nilai 3,78 dan terendah ditemukan di perkebunan kelapa sawit dengan nilai 3,15 (Tabel 18). Terdapat lima spesies yang mendominasi di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas, yaitu *Eurema hecabe* (304 individu), *Mycalesis mineus* (299 individu), *Jamides celeno* (271 individu), *E. simulatrix* (158 individu), dan *Papilio demolion* (85 individu). Sebanyak 28 spesies ditemukan di semua tipe tata guna lahan, 24 spesies yang hanya ditemukan di tipe tata guna lahan hutan, 14 spesies hanya ditemukan di hutan karet, 12 spesies ditemukan di perkebunan kelapa sawit, dan 5 spesies hanya ditemukan di perkebunan karet.

Jumlah spesies kupu-kupu tertinggi ditemukan di tipe tata guna lahan hutan dan hutan karet. Hal ini dikarenakan ketersediaan makanan tanaman berbunga yang beragam di area tersebut yang mendukung pertumbuhan kupu-kupu. Lahan yang memiliki struktur vegetasi semak memiliki kekayaan dan kelimpahan kupu-kupu yang tinggi (Koneri & Saroyo, 2012). Sementara itu, tipe tata guna lahan karet memiliki jumlah spesies kupu-kupu yang rendah, yang disebabkan oleh vegetasi yang homogen.

Keberadaan kupu-kupu berkaitan dengan spesies tanaman yang ditemukan di suatu ekosistem; semakin banyak ditemukan keanekaragaman tumbuhan berbunga, keanekaragaman kupu-kupu yang ditemukan juga semakin meningkat. Hector dkk. (2011) menyatakan bahwa kompleksitas tata guna lahan yang berbeda-beda juga memengaruhi keanekaragaman kupu-kupu. Kupu-kupu juga dapat dijadikan sebagai indikator lingkungan karena keberadaannya dikaitkan erat dengan spesies tanaman yang ditemukan. Kreman (1992) didukung oleh Ehrlich (1992) menyebutkan bahwa kupu-kupu sering dijadikan model penting ekologi dan konservasi.

Dari kelima famili yang ditemukan, famili Nymphalidae adalah yang paling mendominasi di antara lainnya. Kami pun menemukan dua spesies kupu-kupu yang termasuk kategori dilindungi menurut International Union for Conservation of Nature (IUCN) yang ditemukan di tipe tata guna lahan hutan, yaitu *Trogonoptera brookiana* Wallace dan *Troides amphrysus* Cramer. Daftar dan gambar spesies kupu-kupu yang ditemukan dalam studi ini dapat dilihat dalam buku panduan *The Butterflies of Jambi (Sumatra, Indonesia): An EFForTS Field Guide* (Panjaitan dkk., 2021).

Tabel 18. Indeks Keanekaragaman Kupu-kupu pada Empat Tipe Tata Guna Lahan di Lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas

Tipe Tata Guna Lahan	Subfamili	Genus	Spesies	Kelimpahan (Mean±SD)	Indeks Shannon-Wiener	Indeks Simpson
Hutan	16	57	86	258,25±82,50	3,78	0,97
Hutan karet	16	57	86	210,75±34,99	3,71	0,96
Kelapa sawit	14	46	74	246,5±46,88	3,15	0,92
Karet	14	39	59	119,5±27,90	3,47	0,95
Total	17	84	143	208,75±73,21	3,89	0,96



Trogonoptera brookiana

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 33. Kupu-kupu *Trogonoptera brookiana*

Berikut adalah beberapa spesies kupu-kupu yang ditemukan di tipe tata guna lahan hutan selama studi dilakukan.

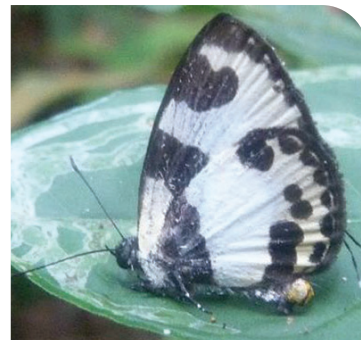
Famili Lycaenidae



Eooxylides tharis



Allotinus substrigosus



Caleta caleta



Arhopala trogon

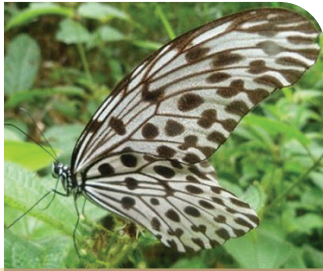


Loxura atymnus

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 34. Kupu-kupu dari Famili Lycaenidae

Famili Nymphalidae



Idea lynceus



Junonia orithia

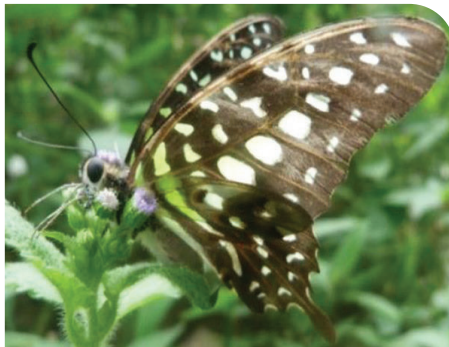


Bassarona dunya

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 35. Kupu-kupu dari Famili Nymphalidae

Famili Papilionidae



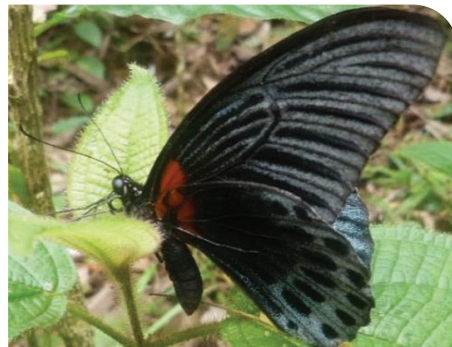
Graphium agamemnon



Graphium ramaceus



Graphium antiphates



Papilio memnon

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 36. Kupu-kupu dari Famili Papilionidae

Famili Pieridae



Eurema simulatrix



Gandaca harina

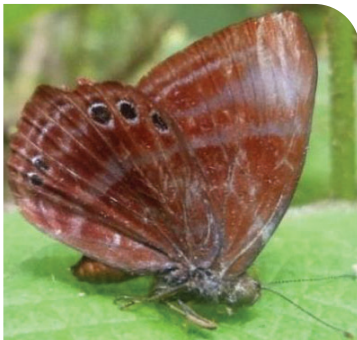


Eurema simulatrix

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 37. Kupu-kupu dari Famili Papilionidae

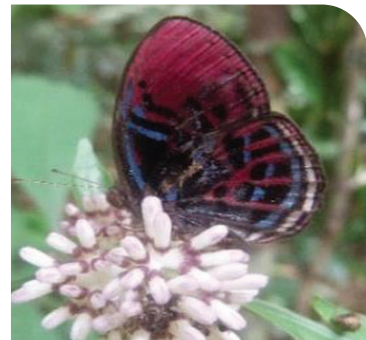
Famili Riodinidae



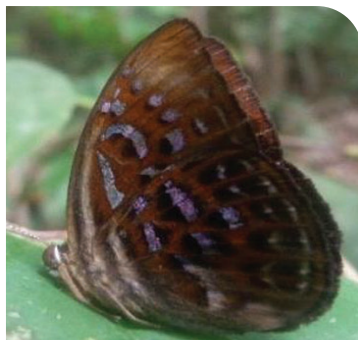
Abisara kausambi



Abisara savitri



Paralaxita orphana



Taxila haquinus



Zemeris emesoides

Foto: Rawati Panjaitan (2018)

Gambar 38. Kupu-kupu dari Famili Riodinidae





Foto: Jochen Drescher (2013)

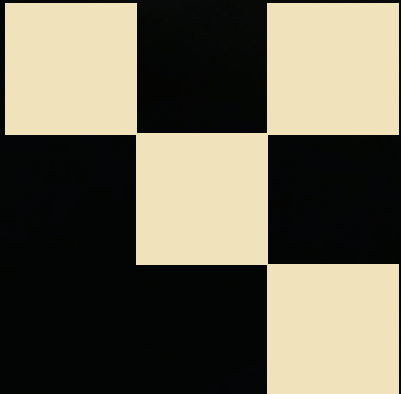
Tropical swallowtail moth Lyssa zampa, Lepidoptera: Uraniidae

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Fabian Brambach (2018)

Kumbang Tanduk Panjang, Coleoptera: Cerambycidae





3. Pengelolaan Keanekaragaman Serangga Secara Berkelanjutan

Keanekaragaman serangga pada berbagai tipe tata guna lahan yang ada di hutan, hutan karet, perkebunan karet, perkebunan kelapa sawit, serta riparian dapat digunakan sebagai studi dasar dalam manajemen konservasi serangga pada suatu habitat agar fungsi ekosistem habitat tersebut tetap terjaga. Konservasi serangga penting dilakukan dalam rangka menyediakan jasa ekosistem alami bagi serangga dan menjaga fungsi alamiah serangga sebagai penyerbuk, dekomposer, maupun musuh alami. Berdasarkan hasil studi yang sudah dilakukan, kawasan perkebunan, baik perkebunan karet maupun perkebunan kelapa sawit, memerlukan upaya konservasi intensif. Pasalnya, keanekaragaman serangga di kawasan tersebut mengalami penurunan secara signifikan yang diikuti oleh penurunan struktur komunitas dan hilangnya spesies-spesies serangga tertentu yang kemudian tidak dapat ditemukan pada habitat selain hutan.

Sebagai upaya menjaga keberlanjutan keanekaragaman serangga, diperlukan manajemen perkebunan dengan peningkatan keanekaragaman tanaman. Upaya meningkatkan keanekaragaman dan heterogenitas tanaman di area perkebunan diharapkan dapat menyediakan jasa ekosistem bagi serangga sehingga eksistensi serangga tidak berkurang. Upaya ini juga diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi bagi ekosistem perkebunan yang ditanam secara monokultur. Namun demikian, proporsi area hutan terhadap area monokultur, seperti perkebunan, harus tetap dijaga guna menciptakan nilai multidiversitas yang lebih baik.

A. PENGAYAAN PERKEBUNAN DENGAN TANAMAN LOKAL

Dalam menjaga keberlanjutan ekonomi dan keanekaragaman hayati, khususnya serangga pada tanaman perkebunan, manajemen pengelolaan perkebunan dengan peningkatan keanekaragaman tanaman perlu dilakukan. Peningkatan heterogenitas tanaman pada perkebunan dapat menyediakan sumber pakan, mangsa, inang, dan penyediaan tempat bersarang bagi serangga sehingga keberadaannya akan lebih melimpah dibandingkan pada habitat yang homogen. Meskipun nilai ekonomi telah tercapai dengan manajemen ini, keberadaan hutan harus tetap dipertahankan sebagai sumber kekayaan keanekaragaman hayati yang tak tergantikan. Dengan tetap menjaga proporsi luasan hutan terhadap area monokultur pada suatu lanskap, dapat menciptakan nilai keanekaragaman yang lebih baik dibandingkan meningkatkan luasan areal perkebunan (Grass dkk., 2020).

Penelitian jasa ekosistem yang disediakan oleh serangga bisa menjadi salah satu rekomendasi dalam manajemen perkebunan yang ramah keanekaragaman hayati. Kelompok serangga memiliki potensi besar untuk turut berkontribusi secara signifikan pada manajemen perkebunan dan efek positif untuk konservasi dan kesejahteraan manusia. Rekomendasi lainnya yang bisa diterapkan dalam manajemen perkebunan adalah penambahan tanaman dan pohon lokal di perkebunan kelapa sawit, seperti yang dilakukan oleh tim peneliti dalam proyek penelitian dari kelompok B11 (Pengayaan Keanekaragaman Hayati di Perkebunan Sawit) yang memberikan alternatif dalam memulihkan keanekaragaman hayati yang hilang. Penelitian kelompok B11 ini dirancang untuk secara langsung menjawab pertanyaan tentang potensi lanskap kelapa sawit yang diperkaya untuk mempertahankan atau meningkatkan fungsi dan layanan keanekaragaman hayati serta ekosistem yang bertujuan meminimalkan kerugian ekonomi. Kelompok B11 telah membentuk percobaan pengayaan keanekaragaman hayati jangka panjang di perkebunan kelapa sawit pada 2013 (Teuscher dkk., 2016).

Tim peneliti dari kelompok B11 membangun plot percobaan pada perkebunan kelapa sawit dengan ukuran 50 m x 50 m yang disela dan ditanami enam jenis pohon lokal berbeda secara sistematis dengan komposisi yang beragam. Enam spesies pohon lokal yang dimaksud adalah *Archidendron pauciflorum* (Jengkol), *Durio zibenthinus* (Durian), *Parkia speciosa* (Petai), *Shorea leprosula* (Meranti), *Peronema canescens* (Sungkai), dan *Dyera polyphylla* (Jelutung) (Zemp dkk., 2019). Tanaman-tanaman tersebut juga memiliki nilai ekonomi pada buah dan kayunya. Menanam tanaman pohon asli dianggap sebagai langkah restorasi untuk meningkatkan keanekaragaman hayati (Chazdon, 2008) dan digunakan untuk menarik serta menyediakan habitat bagi spesies burung dan artropoda asli untuk meningkatkan produktivitas perkebunan kelapa sawit. Upaya ini dinilai mampu mengembalikan keanekaragaman yang hilang sebelumnya di perkebunan kelapa sawit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh tim peneliti, penanaman tanaman lokal di dalam kawasan perkebunan dapat meningkatkan biodiversitas burung dan invertebrata pada perkebunan kelapa sawit tersebut (Teuscher dkk., 2016). Peningkatan keanekaragaman tanaman berkorelasi positif terhadap keanekaragaman burung dan invertebrata pada perkebunan kelapa sawit. Pengayaan kawasan perkebunan dengan tanaman lokal juga dapat dijadikan sebagai kawasan habitat alami bagi ekosistem. Oleh karena itu, upaya ini dinilai mampu mengembalikan keanekaragaman hayati yang hilang akibat alih fungsi lahan dari hutan menjadi perkebunan yang ditanam secara monokultur.

Upaya pengayaan tanaman lokal ini, selain berfungsi sebagai penyedia jasa ekosistem alami, juga dapat memberikan nilai tambah ekonomi. Hal ini karena tanaman yang ditanam memberikan hasil yang bernilai ekonomi tinggi, terutama hasil buah dan kayu. Dengan demikian, upaya pengayaan tanaman lokal ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi alam maupun bagi masyarakat yang mengelola perkebunan.

B. MONITORING DAN EVALUASI

Meskipun upaya pengayaan tanaman lokal memberikan dampak positif bagi biodiversitas dan ekonomi, upaya ini tetap memerlukan monitoring dan evaluasi. Kegiatan monitoring diperlukan dalam rangka mengetahui perkembangan biodiversitas yang ada. Di samping itu, kegiatan monitoring diperlukan sebagai bahan evaluasi terhadap upaya yang telah dilakukan. Dengan demikian, kegiatan evaluasi dilakukan dengan orientasi terhadap keberlanjutan biodiversitas dan ekonomi maupun kegiatan usaha.



Foto: Jochen Drescher (2018)
Senja Sore di Kota Jambi

Buku ini tidak diperjualbelikan.



EPILOG

Serangga adalah salah satu komponen terpenting dalam kehidupan. Posisinya dalam rantai makanan menyebabkan berjalannya berbagai fungsi ekosistem lainnya. Hutan hujan tropis adalah habitat penting yang menjamin keberadaan beragam jenis serangga. Saat ini, telah terjadi perubahan besar pada ekosistem hutan hujan tropis dataran rendah. Perubahan yang sangat cepat seiring dengan perubahan pola kehidupan manusia telah mengubah hutan hujan tropis dataran rendah menjadi lahan pertanian, permukiman, hutan industri, dan penambangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan telah memengaruhi keberadaan, distribusi, dan kekayaan spesies serangga yang biasanya hidup di hutan hujan tropis. Apakah pengaruh perubahan ini terhadap jasa ekosistem yang diberikan serangga pada kehidupan? Apakah akan ada peledakan hama dan penurunan populasi serangga penyerbuk akibat dari perubahan ini? Apakah yang dapat dilakukan untuk mencegah dampak negatif dari perubahan ini? Inilah salah satu tantangan bagi pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) di Indonesia. Sistem tata ruang yang menyediakan *patches of forests* di tengah lahan pertanian, seperti kelapa sawit dan hutan tanaman industri (HTI), sangat diperlukan agar tersedia habitat yang masih dapat mendukung tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Tata ruang yang hanya menyediakan sistem lahan pertanian terbuka yang dikelola secara intensif dapat menyebabkan kerugian besar pada stabilitas ekosistem dan kehidupan. Studi tentang keanekaragaman serangga serta respons yang diberikan terhadap perubahan tata guna lahan di kawasan hutan masih terbatas sehingga diperlukan lebih banyak penelitian yang dilakukan secara rutin untuk mendokumentasikan berbagai parameter komunitas dari keanekaragaman serangga untuk melestarikan dan upaya pengelolaan secara berkelanjutan.

Buku ini tidak diperjualbelikan.



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: M. Badrus Sholih (2015)

Blue-spotted flatwing *Podolestes orientalis*, Odonata: Megapodagrionidae



DAFTAR PUBLIKASI BUKU DARI HASIL PROYEK PENELITIAN

Hidayat, P., Siddikah, F., Rosyid Amrulloh, Woro Anggraitoningsih, Muhammad Syaifullah Hiola, Kasmiatun, Lailatun Najmi, Rizky Nazarreta, Stefan Scheu, Damayanti Buchori, Jochen Drescher. (Dalam Proses Penerbitan). *Guidebook of Beetles and Weevils of Jambi, Sumatra, Indonesia (Chrysomelidae, Curculionidae, Elateridae, Staphylinidae)*

Nazarreta, R., Buchori, D., Hashimoto, Y., Hidayat, P., Scheu, S., & Drescher, J. (2021). *A guide to the ants of Jambi (Sumatra, Indonesia): Identification key to ant genera and images of the EFForTS collection*. Jakarta: LIPI Press.

Panjaitan, R., Hidayat, P., Peggie, D., Buchori, D., Scheu, S., & Drescher, J. (2021). *The butterflies of Jambi (Sumatra, Indonesia): An EFForTS field guide*. Jakarta: LIPI Press.

Ramos, D., Lia, M., Buchori, D., Scheu, S., & Drescher, J. (2019). *A guide to the spiders of Jambi (Sumatra, Indonesia): Identification key to common families and images EFForTS collection*. Version 1.0, June 2019. Animal Ecology, Johann-Friedrich-Blumenbach Institute for Zoology and Anthropology, University of Göttingen, Germany.

Rembold, K. & Schroter, A. (2017). *Dragonflies and damselflies of the EFForTS study area in Jambi and Bogor (Indonesia)*. Version 2. Biodiversity, Macroecology & Biogeography, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology of the University of Göttingen, Germany. <https://doi.org/10.3249/webdoc-3980>.

Rembold, K., Sri Tjitrosoedirdjo, S.S., & Kreft, H. (2017). *Common wayside plants of Jambi Province (Sumatra, Indonesia)*. Version 2. Biodiversity, Macroecology & Biogeography, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology of the University of Göttingen, Germany. <https://doi.org/10.3249/webdoc-3979>.



Foto: M. Badrus Sholih (2015)

Macrogomphus quadratus, Odonata: Gomphidae

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

Buku ini tidak diperjualbelikan.

- Ackerman, I. L., Constantino, R., Gauch Jr. H. G., Lehmann, J., Riha, S. J., & Fernandes, E., C., M. (2009). Termite (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rainforest and agroforest in Central Amazonia. *Biotropica*, 41(2), 226–233.
- Adis, J., Lubin, Y. D., & Montgomery, G. (1984). Arthropos from the canopy of inundated and terra firme forests near Manaus, Brazil, with critical considerations on the pyrethrum-fogging technique. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 4, 223–236.
- Ambrecht, I., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2004). Enigmatic biodiversity correlations: Ant diversity responds to diverse resources. *Science*, 304(5668), 284–6.
- Amrulloh, R. (2020). *Keanekaragaman dan kelimpahan kumbang daun (Coleoptera: Chrysomelidae) pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Anderson, R. S. (2002). Family 131 Curculionidae. Dalam R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley, & J. H. Frank (Eds.), *American beetles volume II* (722–815). CRC Press.
- Archard, F., Eva, H. D., Stibig, H. J., Mayaux, P., Callego, J., Richards, T., & Malingreau, J. P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297, 999–1002.
- Arifin, M. (2012). Pengelolaan kumbang tomcat sebagai predator hama tanaman dan penular penyakit dermatitis. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 5(1), 58–64.
- Azhar, A., Rizali, A., Pudjianto, & Buchori, D. (2019). Managing sustainable agroecosystem: Study on diversity of parasitic Hymenoptera on riparian sites of oil palm and rubber plantation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 325, 012002.
- Bale, J. S., van Lenteren, J. C., & Bigler, F. (2008). Biological control and sustainable food production. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 761–776.
- Barclay, H., Gray, C. L., Luke, S. H., Nainar, A., Snaddon, J. L., & Turner, E. C. (2017). *RSPO manual on best management practices (BMPs) for the management and rehabilitation of riparian reserves*. RSPO.
- Bohac, J. (1999). Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 357–372.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1996). *Pengenalan pelajaran serangga* (S. Partosoedjono, & M. D Brotowidjono, Penerj). Gadjah Mada University Press. (Terjemahan dari *Study of insect*. Edisi keenam).
- Bos, M. M., Tylianakis, J. M., Steffan-Dewenter, I., & Tschamntke, T. (2008). The invasive yellow crazy ant and the decline of forest ant diversity in Indonesia cacao agroforests. *Biological Invasions*, 10(8), 1399–1409.
- Bouchard, P., Grebennikov, V. V., Smith, A. B. T., & Douglas, H. (2009). *Biodiversity of Coleoptera*. Blackwell Publishing.
- Brodeur, J. & Boivin, G. (2004). Functional ecology of immature parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 49(1), 27–49.
- Buchori, D. (2014). *Pengendalian hayati dan konservasi serangga untuk pembangunan Indonesia hijau*. IPB Press.
- Calabuig, I. (2000). *Solitary bees and bumblebees in a Danish agricultural landscape* [Tesis]. University of Copenhagen.
- Cane, J. & Tepedino, V. J. (2001). Causes and extent of declines among native North American invertebrate pollinators: Detection, evidence, and consequences. *Ecology and Society*, 5(1).
- Carvalho, L. G., Seymour, C. L., Veldtman, R., & Nicolson, S. W. (2010). Pollination services decline with distance from natural habitat even in biodiversity-rich areas. *Journal of Applied Ecology*, 47, 810–820.
- Chazdon, R. L. (2008). Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320, 1458–1460.
- Chung, A. Y. C., Eggleton, P., Speight, M. R., Hammond, P. M., & Chey, V. K. (2000). The diversity of beetle assemblages in different habitat types in Sabah, Malaysia. *Bulletin of Entomological Research*, 90, 475–496.
- Cole, L. J., Brocklehurst, S., Robertson, D., Harrison, W., & McCracken, D. I. (2015). Riparian buffer strips: Their role in the conservation of insect pollinators in intensive grassland systems. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 211, 207–220.
- Cookson, L. J. & Trajstman. (2002). *Termite survey and hazard mapping*. CSIRO Forestry and Forest Products.
- Denlinger, D. L. (1980). Dormancy in tropical insects. *Annual Review of Entomology*, 31, 239–264.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2019a). *Statistik perkebunan Indonesia 2017–2019: Kelapa sawit*.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2019b). *Statistik perkebunan Indonesia 2017–2019: Karet*.
- Donald, P. F. (2004). Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology*, 18, 17–38.
- Drescher, J., Rembold, K., Allen, K., Beckschäfer, P., Buchori, D., Clough, Y., Faust, H., Fauzi, A. M., Gunawan, D., Hertel, D., Irawan, B., Jaya, N. S., Klarner, B., Kleinn, C., Knohl, A., Kotowska, M. M., Krashevskaya, V., Krishna, V., Leuschner,

- C., ... Scheu, S. (2016). Ecological and socio-economic functions across tropical land use systems after rainforest conversion. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 371, artikel 20150275.
- Eckles, M. A., Roubik, D. W., & Nieh, J. C. (2012). A stingless bee can use visual odometry to estimate both height and distance. *Journal of Experimental Biology*, 215, 3155–3160.
- Eggleton, P. (1999). Termite assemblages, forest disturbance and greenhouse gas fluxes in Sabah, East Malaysia. *Philosophical Transactions of the Royal Society Lon. Ser. B*, 354, 1971–1802.
- Ehrlich, P. R. (1992). Population biology of checkerspot butterflies and the preservation of global biodiversity. *Oikos*, 63(1), 6–12.
- Fernani, P., Sackmann, P., & Cuzzo, F. (2008). Environmental determinants of the distribution and abundance of the ants *Lasiophanes picinus* and *L. valdiviensis*, in Argentina. *Journal of Insect Science*, 8(36), 1–16.
- Fitzherbert, E., Strubbig, M., Morel, A., Danielsen, F., Brühl, C., Donald, P., & Phalan, B. (2008). How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in Ecology and Evolution*, 23(10), 538–545.
- Forsythe, T. G. (1987). The relationship between body form and habit in some Carabidae (Coleoptera). *Journal of Zoology*, 211(4), 643–666.
- Gatto, M., Wollni, M., & Qaim, M. (2015). Oil palm boom and landuse dynamics in Indonesia: The role of policies and socioeconomic factors. *Land Use Policy*, 46, 292–303.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology*. Princeton University Press.
- Goulet, H. & Huber, J. T. (1993). *Hymenoptera of the world: An identification guide to the families*. Canada Communication Group.
- Grass, I., Kubitz, C., Krishna, V. V., Corre, D. M., Mußhoff, O., Pütz, P., Drescher, J., Rembold, K., Ariyanti, E. S., Barnes, A. D., Brinkmann, N., Brose, U., Brümmer, B., Buchori, D., Daniel, R., Darras, K. F. A., Faust, H., Fehrmann, L., Hein, J., ... Wollni, M. (2020). Trade-off between multifunctionality and profit in tropical smallholder landscapes. *Nature Communications*, 11, 1186.
- Gullan, P. J. & Cranston, P. S. (2014). *The Insect: an outline of entomology*. Willey Blackwell.
- Han, T., Lee, W., Lee, S., Park, I. G., & Park, H. (2016, 5 Februari). Reassessment of species diversity of the subfamily Denticollinae (Coleoptera: Elateridae) through DNA barcoding. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148602>
- Hangay, G. & Zborowski, P. (2010). *A guide to the beetles of Australia*. CSIRO Publishing.
- Hector, A., Philipson, C., Saner, P., Chamagne, J., Dzulikili, D., O'Brien, M., Snaddon, J. L., Ulok, P., Weilenmann, M., & Reynolds, G. (2011). The Sabah biodiversity experiment: a long-term test of the role of tree diversity in restoring tropical forest structure and functioning. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1582), 3303–3315.
- Herman, L., H. (2001). Catalog of the staphylinidae (Insecta: Coleoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 265.
- Hiola, M. S. (2019). *Keanekaragaman kumbang jelajah arboreal (Coleoptera: Staphylinidae) di lanskap Hutan Harapan dan Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1990). *The ants*. Springer Verlag.
- Jervis, M. A., Kidd, N. A. C., Fitton, M. G., Huddleston, T., & Dawah, H. A. (1993). Flowering visiting by Hymenopteran parasitoids. *Journal of Natural History*, 27, 67–105.
- Jihadi, A. (2019). *Deteksi defisit serangga penyerbuk sebagai dampak dari perubahan penggunaan lahan di Jambi* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Jolivet, P. (2015). Together with 30 years of Symposia on Chrysomelidae! Memories and personal reflections on what we know more about leaf beetles. *Zookeys*, 547, 35–61.
- Jolivet, P. & Verma, K. K. (2008). Eumolpinae—a widely distributed and much diversified subfamily of leaf beetles (Coleoptera, Chrysomelidae). *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1, 3–37.
- Jolivet, P., Petitpierre, E., & Hsiao, T. H. (1988). *Biology of Chrysomelidae*. Kluwer Academic Publisher.
- Jones, D. T., Susilo, T. F. X., Bignell, D. E., Hardiwinoto, S., Gillison, A. N., & Eggleton, P. (2003). Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40, 380–391.
- Junggebauer, A., Hartke, T. R., Ramos, D., Schaefer, I., Buchori, D., Hidayat, P., Scheu, S., & Drescher, J. (2021). Changes in diversity and community assembly of jumping spiders (Araneae: Salticidae) after rainforest conversion to rubber and oil palm plantations. *PeerJ* 9:e11012.

- Kahono, S. & Erniwati. (2012). Keanekaragaman dan potensi musuh alami dari kumbang *Elaeidobius kamerunicus* Faust (Coleoptera: Curculionidae) di perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. *Zoo Indonesia*, 21(2), 9–15.
- Kasmiatun., Nazarreta, R., Hidayat, P., & Buchori D. (2020). Diversity and species composition of click beetles (Coleoptera: Elateridae) at different land-use types in Harapan Rainforest landscape, Jambi, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 468: 012015.
- Kasmiatun. (2018). *Keanekaragaman dan kelimpahan kumbang Elateridae pada empat tipe penggunaan lahan di lanskap Taman Nasional Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Kearn, C. A. & Inouye, D. (1997). Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bio Science*, 47(5), 297–307.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2019). *Deforestasi Indonesia tahun 2017–2018*. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Koneri, R. & Saroyo. (2012). Distribusi dan keanekaragaman kupu-kupu (Lepidoptera) di Gunung Manado Tua, kawasan Taman Nasional Laut Bunaken, Sulawesi Utara. *Jurnal Bumi Lestari*, 12, 357–65.
- Kreman, C. (1992). Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological applications*, 2(2), 203–217.
- Kruess, A. & Tscharntke, T. (2000). Species richness and parasitism in a fragmented landscape: Experiments and field studies with insect on *Vicia sepium*. *Oecologia*, 122, 129–137.
- Laurence, T. (2015). *Pollination and protecting bees and other pollinators*. Washington State University Press.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J., Hector, A., Hooper, D., Huston, M., Raffaelli, D., & Schmid, B. (2001). Biodiversity and ecosystem functioning: Current knowledge and future challenges. *Science*, 294, 804–808.
- Ludwig, J. A. & Reynolds, J. F. (1988). *Statistical ecology*. John Wiley & Sons.
- Luke, S. H., Slade, E. M., Gray, C. L., Annammala, K. V., Drewer, J., Williamson, J., Agama, A. L., Ationg, M., Mitchell, S. L., Vairappan, C. S., & Struebig, M. J. (2018). Riparian buffers in tropical agriculture: Scientific support, effectiveness and directions for policy. *Journal of Applied Ecology*, 56(1), 85–92.
- Marino, P. C., Landis, D. A., & Hawkins, B. A. (2006). Conserving parasitoid assemblages of North American pest Lepidoptera: Does biological control by native parasitoids depend on landscape complexity. *Biological Control*, 37, 137–185.
- Margono, B. A., Potapov, P. V., Turubanova, S., Stolle, F., & Hansen, M. C. (2014). Primary forest cover loss in Indonesia over 2000–2012. *Nature Climate Change*, 4, 730–735.
- Margono, B. A., Turubanova, S., Zhuravleva, I., Potapov, P., Tyukavina, A., Baccini, A., Goetz, S., & Hansen, M. C. (2012). Mapping and monitoring deforestation and forest degradation in Sumatra (Indonesia) using Landsat time series data sets from 1990 to 2010. *Environmental Research Letters*, 7, article 034010.
- Marvaldi, A. E. (2005). Higher level phylogeny of Curculionidae (Coleoptera: Curculionoidea) based mainly on larval characters, with special reference to broad-nosed weevils. *Cladistics*, 13, 285–312.
- Masner, L. (1993). Superfamily Platygastroidea. Dalam H. Goulet & J. T. Huber (Eds.), *Hymenoptera of the world: an identification guide to families* (pp. 558–565). Canada Communication Group.
- Mason, W. R. M. & Huber, T. (1993). Order Hymenoptera. Dalam H. Goulet & J. T. Huber (Eds.), *Hymenoptera of the world: an identification guide to the families* (pp. 4–12). Canada Communication Group.
- Matuszewski, S. (2012). Estimating the preappearance interval from temperature in *Creophilus maxillosus* L. (Coleoptera: Staphylinidae). *Journal of Forensic Sciences*, 57, 136–145.
- Menalled, F. D., Marino, P. C., Gage, S. H., & Landis, D. A. (1999). Does agricultural landscape structure affect parasitism and parasitoid diversity? *Ecology Application*, 9(2), 634–641.
- Moisset, B. & Buchmann, S. (2011). *Bee basics an introduction to our native bees*. USDA Forest Service and Pollinator Partnership Publication.
- Mulerčikas, P., Tamutis, V., & Kazlauskaitė, S. (2012). Species composition and abundance of Click Beetles (Coleoptera: Elateridae) in agrobiocenoses in Southern Lithuania. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(2), 425–433.
- Mumme, S., Jochum, M., Brose, U., Haneda, N. F., & Barnes, A. D. (2015). Functional diversity and stability of litter-invertebrate communities following land-use change in Sumatra, Indonesia. *Biological Conservation*, 191, 750–758.
- Nazarreta, R., Buchori, D., Hashimoto, Y., Hidayat, P., Scheu, S., & Drescher, J. (2021). *A guide to the ants of Jambi (Sumatra, Indonesia): Identification key to ant genera and images of the EForTS collection*. Jakarta: LIPI Press.

- Nidup, T., Dorji, T., & Tshering, U. (2014). Taxon diversity of butterflies in different habitat types in Royal Manas National Park. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(6), 292–298.
- Noyes, J. S. (1989). A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitika. *Journal of Natural History*, 23, 285–298.
- Nufhika. (2018). *Keanekaragaman dan kelimpahan serangga penyerbuk pada berbagai tipe penggunaan lahan di Jambi* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Panjaitan, R., Hidayat, P., Peggie, D., Buchori, D., Scheu, S., & Drescher, J. (2021). *The butterflies of Jambi (Sumatra, Indonesia): An EFForTS field guide*. Jakarta: LIPI Press.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. 30 Tahun 2009 tentang Tata Cara Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Hutan (REDD). (2009). <https://peraturan.go.id/common/dokumen/bn/2009/bn88-2009.pdf>
- Perovic, D. J., Gurr, G. M., Raman, A., & Nicol, H. I. (2010). Effect of landscape composition and arrangement on biological control agents in a simplified agricultural system: A cost-distance approach. *Journal of Biological Control*, 52, 263–270.
- Perry, J., Lojka, B., Ruiz, L. G. Q., Damme, P. V., Houska, J., & Cusimamani, E. F. (2016). How natural forest conversion affect insect biodiversity in the Peruvian Amazon: Can Agroforestry help? *Forest*, 7(8), 1–13.
- Persoon, G. A. & Van Weerd, M. (2006). Biodiversity and natural resource management in insular Southeast Asia. *Island Studies Journal*, 1, 81–108.
- Price, P. W., Denno, R. F., Eubanks, M. D., Finke, D. L., & Kaplan, I. (2011). *Insect ecology: Behavior, populations and communities*. Cambridge University Press.
- Progar, R. A., Schowalter, T. D., & Work, T. (1999). Arboreal invertebrate responses to varying levels and patterns of green-tree retention in northwestern forests. *Northwest Science*, 73, 77–86.
- Qodri, A., Raffiudin, R., & Noerdjito, W. A. (2016). Diversity and abundance of carabidae and staphylinidae (insect: coleopteran) in four montane habitat types on Mt. Bawakaraen, South Sulawesi. *Hayati Journal of Biosciences*, 23, 22–28.
- Quicke, D. L. J. (1997). *Parasitic wasps*. Chapman & Hall.
- Rizali, A., Clough, Y., Buchori, D., Hosang, M. L., Bos, M. M., & Tscharnkte, T. (2013). Long-term change of ant community structure in cacao agroforestry landscapes in Indonesia. *Insect Conservation and Diversity*, 6, 328–338.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J. P., & Roger-Estrade, J. (2010). Biological control of insect pests in agroecosystems: Effects of crop management, farming systems, and seminatural habitat at the landscape scale: A review. *Advances in Agronomy*, 109, 219–259.
- Sahari, B. (2012). *Struktur komunitas parasitoid Hymenoptera di perkebunan kelapa sawit, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada, Kalimantan Tengah* [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.
- Sánchez-Reyes, U. J., Niño-Maldonado, S., Clark, S. M., Barrientos-Lozano, L., & Almaguer-Sierra, P. (2019). Successional and seasonal changes of leaf beetles and their indicator value in a fragmented low thorn forest of northeastern Mexico (Coleoptera, Chrysomelidae). *ZooKeys*, 825, 71–103.
- Saputra, H. M., Maryana, N., & Pudjianto. (2017). Keanekaragaman Hymenoptera parasitika pada tipe ekosistem berbeda di Bangka Tengah, Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 17(1), 37–44.
- Sarkar, S., Saha, S., & Raychaudhuri, D. (2015). Click beetle diversity of Buxa Tiger Reserve, West Bengal, India. *World Scientific News*, 19, 120–132.
- Schowalter, T. D. (2011). *Insect ecology: An ecosystem approach* (Edisi ketiga). Elsevier.
- Sholih, M. B. (2017). *Keanekaragaman spesies dan layanan ekosistem rayap dan semut pada berbagai tipe penggunaan lahan di Jambi* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Steffan-Dewenter, I., Kessler, M., Barkmann, J., Bos, M. M., Buchori, D., Erasmi, S., Faust, H., Gerold, G., Glenk, K., Gradstein, S. R., Guhardja, E., Hartevel, M., Hertel, D., Höhn, P., Kappas, M., Köhler, S., Leuschner, C., Maertens, M., Marggraf, R., ... Tscharnkte, T., (2007). Tradeoffs between income, biodiversity, and ecosystem functioning during tropical rainforest conversion and agroforestry intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 4973–4978.
- Stork, N. E., Adis, J., & Didham, R. K. (1997). *Canopy arthropods*. Chapman and Hall.

- Suhri, A. G. M. I. (2015). *Diversitas, aktivitas kunjungan, dan efektivitas lebah penyerbuk pada tanaman tomat (Lycopersicon esculentum Mill: Solanaceae)* [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Suzuki, K. (1996). Higher classification of the family Chrysomelidae (Coleoptera). Dalam P. H. Jolivet M. L. Cox (Eds.), *Chrysomelidae biology, vol. I. the classification, phylogeny and genetics*. SPB Academic Publishing BV.
- Syed, R. A. (1982). Insect pollination of oil palm: Feasibility of introducing *Elaeidobius* spp. into Malaysia. Dalam Pushparajah, E. & Chew Poh Soon (Ed.). *The oil palm in the eighties. A report of the Proceedings of the International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties, Kuala Lumpur, 17–20 June 1981, Volume I* (263–289). Incorporated Society of Planters.
- Tawakkal, M. I., Rizali, A., Larasati, A., Sari, A., Hidayat, P., & Buchori, D. (2019). Tipe penggunaan lahan mempengaruhi keanekaragaman dan komposisi hymenopteran parasitoid di Jambi. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 16(3), 151–162.
- Teuscher, M., Gérard, A., Brose, U., Buchori, D., Clough, Y., Ehbrecht, M., Hölscher, D., Irawan, B., Sundawati, L., Wollni, M., & Kreft, H. (2016). Experimental biodiversity enrichment in oil-palm-dominated landscapes in Indonesia. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1538.
- Thomas, S. L. (2007). Effects of forest management on elaterid beetle (Coleoptera: Elateridae) assemblages in the acadian forest of Maine. *Electronic Theses*. Tersedia pada: [http:// digitalcommons.library.umaine.edu/etd](http://digitalcommons.library.umaine.edu/etd) [diakses 13 Maret 2020].
- Tottenham, C. E. (1954). Handbooks for the identification of British Insects (Coleoptera: Staphylinidae). *Royal Entomological Society of London*, 4(8a), 1–84.
- Wagner, T. (2001). Seasonal changes in the canopy arthropod fauna in *Rinorea beniensis* in Budongo Forest, Uganda. *Plant Ecology*, 153, 169–178.
- Wardhaugh, C. W. (2015). How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod Plant Interact*, 9, 547.
- Whitmore, T. C. (1998). *An introduction to tropical rain forests* (Edisi kedua). Oxford University Press.
- Widjaja, E. A., Rahayuningsih, Y., Rahajoe, J. S., Ubaidillah, R., Maryanto, I., Walujo, E. B., & Semiadi, G. (2014). *Kekinian keanekaragaman hayati Indonesia 2014*. LIPI Press.
- Winasa, I. W., Hindayana, D., & Santoso, S. (2007). Pelepasan dan pemangsaan kumbang jelajah *Paederus fuscipes* (Coleoptera: Staphylinidae) terhadap telur dan larva *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanian kedelai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 12(3), 147–153.
- Zemp, D. C., Gérard, A., Hölscher, D., Ammer, C., Irawan, B., Sundawati, L., Teuscher, M., & Kreft, H. (2019). Tree performance in a biodiversity enrichment experiment in an oil palm landscape. *Journal of Applied Ecology*, 56(10), 2340–2352.



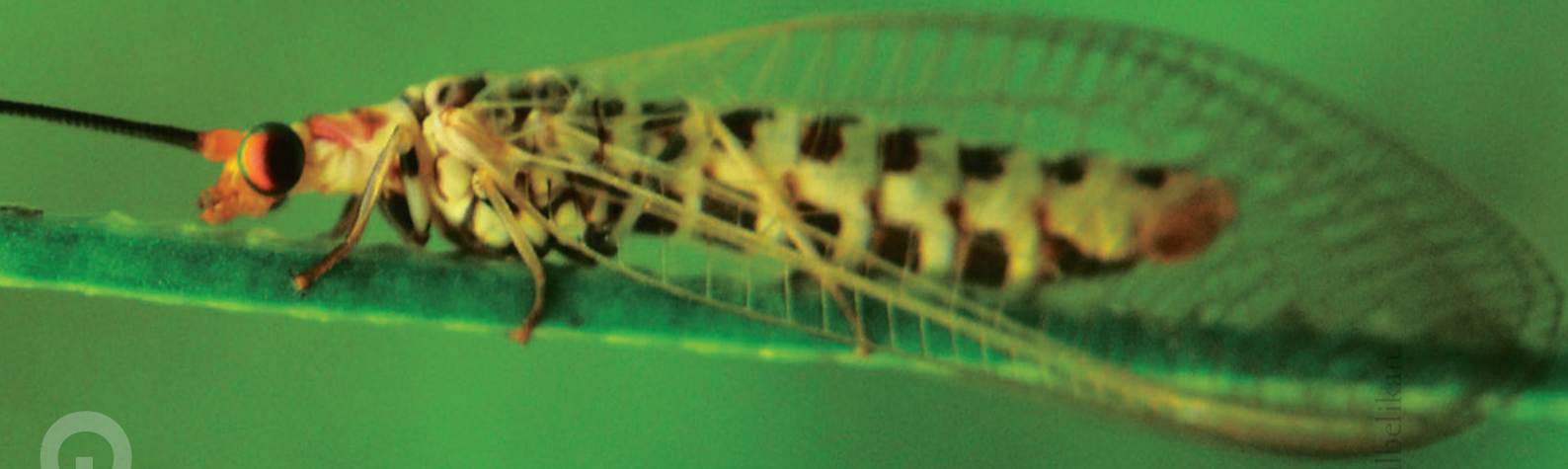
Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Jochen Drescher
Kupu-kupu, *Agatasa calydonia*,
Lepidoptera: Nymphalidae



Buku ini tidak diperjualbelikan.

GLOSARIUM



Buku ini tidak diperjualbelikan

Agen pengendalian hayati

Organisme hidup (misalnya parasitoid dan predator) untuk mengendalikan spesies hama.

Arboreal

Organisme yang hidup di pohon atau di sekitar naungan pohon.

Artropoda

Kelompok hewan yang memiliki kerangka eksternal (eksoskeleton), kaki beruas-ruas, dan tubuh bersegmen, contohnya *arachnida* (laba-laba dan kalajengking), serangga (semut, lebah, kumbang, dan capung), miriapod (lipan dan kaki seribu), dan parainsekta (ekorpegas).

Coleoptera

Salah satu ordo serangga yang memiliki sayap yang dilapisi oleh cangkang keras. Coleoptera berasal dari bahasa Yunani yang artinya sayap terselubung, *Koleos* (terselubung) dan *ptera* (sayap). Coleoptera/kumbang memiliki spesies paling banyak dari semua ordo serangga.

Deforestasi

Kegiatan perubahan secara permanen dari area berhutan menjadi tidak berhutan yang diakibatkan oleh kegiatan manusia.

Ekosistem

Sistem kompleks komunitas tumbuhan, hewan, fungi, dan mikroorganisme serta lingkungan non-hayati terkait yang berinteraksi dengan unit ekologis.

Fragmentasi habitat

Proses bentangan habitat yang luas diubah menjadi sejumlah bidang yang lebih kecil dari total wilayah yang lebih kecil yang diisolasi satu sama lain oleh matriks habitat yang tidak seperti aslinya.

Hemiptera

Ordo dari serangga yang dikenal sebagai kepik sejati, termasuk kutu daun, walang sangit, dan tonggeret.

Herbivor

Organisme yang mengonsumsi makanan yang berasal dari bahan nabati (tumbuhan).

Holometabola

Perkembangan serangga dengan mengalami perubahan bentuk tubuh secara sempurna, dengan empat tingkatan tahap, yaitu telur, larva, pupa, dan imago.

Hutan hujan tropis

Hutan di bagian tropis dunia yang dapat ditemukan di daerah yang memiliki banyak hujan, biasanya terdiri atas cemara berdaun lebar, tumbuh tinggi ditemukan di area yang memiliki curah hujan tinggi.

Hymenoptera

Salah satu ordo serangga yang terdiri atas tawon atau tabuhan, lebah, dan semut. Nama Hymenoptera merujuk ke sayap bermembran, *humēn* (membran), dan *ptera* (sayap).

Inang

Organisme yang kehidupannya dimanfaatkan oleh parasitoid. Sebagai contoh, banyak parasitoid meletakkan telurnya di dalam tubuh inang larva.

Interaksi *guild*

Interaksi dari kelompok spesies yang mengeksploitasi sumber daya yang sama atau mengeksploitasi sumber daya yang berbeda dengan cara yang berkaitan.

Isoptera

Salah satu ordo serangga yang berupa rayap. Namanya berasal dari *iso* (sama) dan *ptera* (sayap).

Keanekaragaman organisme

Keragaman organisme dari semua sumber diukur dari tingkat ekosistem, spesies, atau genetik. Keanekaragaman hayati ini penting dalam ekosistem yang dikelola oleh manusia dan juga alam.

Kelompok taksonomi

Mendefinisikan dan menyebutkan kelompok organisme berdasarkan karakteristik. Kelompok taksonomi dapat didefinisikan di tingkat taksonomi, misalnya famili Formicidae (semut).

Larva

Stadium serangga pradewasa (berupa ulat) yang keluar dari telur dalam proses metamorfosis tipe holometabola.

Lepidoptera

Salah satu ordo serangga yang mencakup ngengat, kupu-kupu, dan *skipper*, merupakan salah satu ordo serangga yang paling banyak dan luas. Lepidoptera berasal dari bahasa Yunani *lepidos* (sisik) dan *ptera* (sayap).

Mangsa

Organisme yang diburu, dibunuh, dan dimakan oleh karnivora.

Monokultur

Budi daya lahan pertanian atau hutan yang hanya membudidayakan satu spesies tanaman dalam satu bidang pada musim tanam.

Parasitoid

Serangga yang hidupnya menumpang pada serangga lain (inang) dan akhirnya membunuh inang.

Tata Guna lahan

Pengelolaan dan modifikasi lingkungan, dilakukan oleh manusia dengan maksud untuk memperoleh produk atau manfaat melalui tata guna sumber daya lahan. Sebagai contoh, perkebunan kelapa sawit adalah lingkungan pertanian terkelola yang menyediakan minyak kelapa sawit.

Predasi

Aktivitas organisme (serangga) yang menyerang dan menghancurkan organisme lain untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Predator

Organisme yang hidupnya memangsa organisme lainnya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

Riparian

Daerah yang berdekatan dengan aliran air, seperti sungai atau danau, dan keberadaannya berkaitan erat dengan vegetasi yang berada di daerah tersebut.

Sarang

Tempat yang digunakan oleh serangga dengan tujuan untuk menyimpan telur atau generasi berikutnya untuk bertahan hidup.

Serangga

Artropoda yang memiliki tiga bagian, yaitu kepala, toraks, dan abdomen, dan memiliki tungkai berjumlah enam.

Siklus hidup

Urutan perubahan yang dialami oleh suatu organisme dari bentuk fase awal (telur) hingga perkembangan bentuk menjadi awal yang sama lagi; serangkaian bentuk makhluk hidup berubah saat berkembang.

Spesies tramp

Organisme yang bukan asli dari tempat atau daerah yang diperkenalkan secara tidak sengaja atau sengaja dibawa ke lokasi baru oleh aktivitas manusia.

Spesies invasif

Organisme yang bukan berasal atau asli dari area tertentu; spesies ini dapat menyebabkan kerusakan ekonomi dan lingkungan yang besar pada area baru.

Tawon

Serangga dari ordo Hymenoptera dan subordo Apocrita, bukan lebah atau semut.

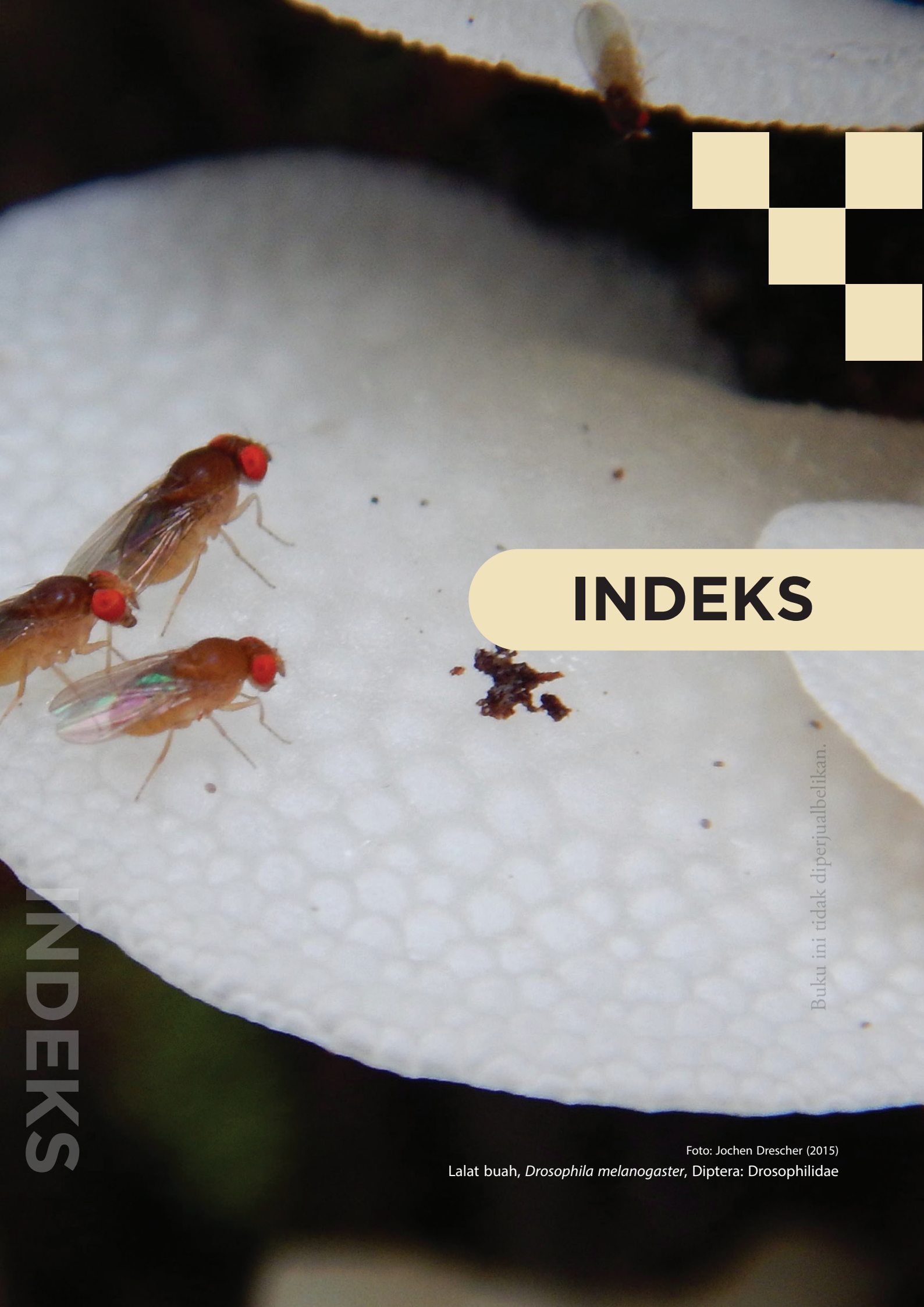
Vegetasi

Keseluruhan komunitas tumbuhan di suatu tempat tertentu, mencakup baik perpaduan komunal dari jenis-jenis flora penyusunnya maupun tutupan lahan yang dibentuknya.



Foto: M. Ihsan
Nimfa Tessaratomidae, Hemiptera

Buku ini tidak dipinjam belikan.



INDEKS

Buku ini tidak diperjualbelikan.

INDEKS

Foto: Jochen Drescher (2015)

Lalat buah, *Drosophila melanogaster*, Diptera: Drosophilidae

- Abisara kausambi*, 71
Acari, 24
Adelocera, 47, 52
Aenictus pfeifferi, 29
Agaonidae, 32, 34, 35
Agatasa calydonia, 89
 agroekosistem, 34
Allotinus substrigosus, 69
Amegilla andrewsi, 66
Amegilla cyrtandrae, 64
 amfibi, 10, 13
 anggrek, 10
angiospermae, 2
Anoplolepis gracilipes, 28, 39
Anthocoridae, 39
Aphaenogaster feae, 29
Aphelinidae, 32, 35
Aphididae, 41
Apidae, 63, 64
Apis cerana, 66
Araneae, 24
Arboreal, 6, 7, 23, 27, 28, 52, 55, 85
Archaeognatha, 24
Artropoda, 6, 7, 23, 25, 27, 42, 77
Asystacia gangetica, 33

 Barcoding, 6, 85
Bassarona dunya, 70
 Beruk, 10
Bethylidae, 35
 Biota, 6
Blattodea, 24
Braconidae, 31, 34, 35, 37
Braunsapis, 66
Buceros rhinoceros, 10
Bulbitermes, 43, 44
Bulbitermes borneensis, 44
Bulbitermes constrictoides, 43, 44
Bulbitermes constrictus, 44
Bulbitermes neopusillus, 44
Bulbitermes subulatus, 43, 44
 Burung, 10, 13, 77

Caleta caleta, 69
Camponotus, 26, 29, 39
Camponotus dolichoderoides, 29
Carabidae, 38, 39, 85
Cataulacus insularis, 29
 Cendawan, 10
Ceraphronidae, 31, 32, 35
Cerataphis, 39
Ceratina, 64, 66
Ceratina cognata, 64
Ceratina lieftincki, 66
Chalcididae, 32, 35, 37
Chalcidoidea, 32
Chilopoda, 24
Chrysididae, 35
Chrysomelidae, 41, 47, 48, 49, 84, 85, 87, 88, 105
Chrysopidae, 38, 39, 91
Cicadidae, 41
Cladomyrma criptata, 29
Coccinellidae, 38, 39
Coleoptera, 20, 24, 38, 39, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55, 63, 74, 84, 85, 86, 87, 88, 92, 101
Collembola, 23, 24
Coproporus, 47, 55, 62
Coptotermes curvignathus, 44
Crematogaster, 27, 39
Crematogaster fraxatrix, 27
Crematogaster rogenhoferi, 27
Cynipidae, 32

Darna, 39
 Deforestasi, 2
 Dekomposer, 3, 45, 76
Dermaptera, 24
Diapriidae, 32, 35
Dicuspitermes, 43, 44
Diplopoda, 24
Diptera, 23, 24, 38, 63, 64, 97
Dolichoderus thoracicus, 27
Dryinidae, 32, 34, 35
Dyera costulata, 10

 Ekologi, 2, 3, 6, 27, 49, 68
 Ekonomi, 2, 6, 9, 10, 13, 51, 76, 77, 94
 Ekorpegas, 23, 92
 Ekosistem, 2, 6, 10, 13, 14, 25, 27, 28, 38, 40, 42, 45, 46, 49, 51, 55, 65, 68, 76, 77, 79, 87, 93
 ekowisata, 13
Elaeidobius kamerunicus, 50, 51, 86
Elasmidae, 32, 35
Elateridae, 47, 48, 52, 85, 86, 88, 106
Encyrtidae, 31, 32, 35
 Endemik, 10, 13
Entiminae, 47, 51, 52
Eooxylides tharis, 69
Ephemeroptera, 24
Eucharitidae, 32, 35
Eucoilidae, 32, 35
Eulophidae, 31, 32, 35, 37
Eupelmidae, 32, 35
Eurema hecabe, 66, 68
Eurema simulatrix, 71
Eurytomidae, 32, 35
Evaniidae, 32, 35

 Fauna, 2, 10, 13, 14, 88
Fells bengalensis, 10
 Flora, 2, 10, 13, 14, 94
Formicidae, 4, 24, 27, 38, 39, 85
fragmentasi, 2

Gandaca harina, 71
 Genus, 27, 43, 51, 52, 66, 68
 Geografi, 6
Geometridae, 39, 41
Globitermes globosus, 44
Graphium agamemnon, 70

 Habitat, 2, 13, 18, 23, 33, 34, 36, 37, 39, 47, 48, 52, 55, 65, 76, 77, 79, 84, 87, 92
Halictidae, 64
 Hama, 2, 30, 31, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 49, 51, 55, 84, 92
 Harimau, 10
 Hayati, 2, 3, 6, 7, 10, 13, 18, 31, 36, 38, 55, 76, 77, 79, 84, 88, 92, 93
Hemiptera, 24, 38, 39, 92, 95
 Herbivora, 25, 30, 31, 33, 51
Hesperiidae, 40, 41, 64
 Heterogenitas, 76
 Heterotermes, 44
 Hewan, 6, 18, 27, 38, 92
 hidrologis, 13
 Homallotermes, 43, 44
 Homogen, 18, 31, 68, 76
Hospitalitermes hospitalis, 43, 44
 Hutan, 2, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 23, 25, 27, 28, 34, 36, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 61, 65, 66, 68, 69, 76, 77, 79, 93
Hylobates agilis, 10
Hypothenemus, 47
Hystrix brachyuran, 10

Ichneumonidae, 32, 35, 37
Idea lynceus, 70
 Identifikasi, 28
 Iklim, 2, 6, 34, 36, 43
 Inang, 25, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 49, 76, 92, 93
 Indeks, 36, 47, 64, 65, 68
 Indikator, 27, 46, 68
 Indonesia, 2, 6, 9, 10, 13, 28, 51, 55, 79, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 104, 105, 106, 107
 Integrasi, 93
 Intensif, 2, 16, 17, 48, 52, 76, 79
 Interaksi, 93
 Invasif, 2, 28, 94
 Isoptera, 23, 24, 42, 43, 45, 84, 93

- Jambi, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 28, 41, 81, 84, 85, 86, 87, 88
Jamides celeno, 68
Junonia orithia, 70
- Kanopi, 23
 Karbon, 2, 18, 36
 Karet, 2, 3, 6, 7, 9, 14, 15, 16, 18, 23, 27, 32, 34, 36, 43, 44, 47, 48, 49, 51, 52, 56, 58, 61, 65, 66, 68, 76
 Keanekaragaman hayati, 2, 3, 6, 7, 13, 18, 36, 76, 77, 79, 88
 Kehutanan, 2, 10, 13, 86, 87
 Kelapa sawit, 2, 3, 6, 7, 9, 14, 17, 23, 31, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 65, 66, 68, 76, 77, 79, 86, 87, 93
 Kelimpahan, 23, 25, 31, 33, 34, 39, 41, 47, 48, 52, 64, 65, 68, 84, 86, 87
 Kemarau, 23, 25
 Komposisi, 2, 25, 27, 34, 36, 43, 49, 52, 88
 Konservasi, 10, 68, 76, 84
 Konversi, 2
 Kucing hutan, 10
 Kumbang jelajah, 47, 55, 56, 85, 88
 Kumbang klik, 52, 54
 Kumbang moncong, 47, 51, 105
 Kupu-kupu, 67, 68, 69, 70, 71, 89
- Laba-laba, 31, 92
 Lalat, 97
 Landak sumatera, 10
 Langka, 10
 Lanskap, 2, 6, 7, 14, 23, 27, 31, 43, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 68, 76, 84, 85, 86
Lariscus, 10
 Larva, 30, 39, 51, 88, 92
 Lebah, 2, 36, 64, 66, 88, 92
Lepidoptera, 24, 25, 39, 63, 64, 67, 73, 86, 88, 89, 93
Lepidotrigona terminata, 66
Leptosia nina, 66
Libellulidae, 38, 39
Limacodidae, 36, 37, 40, 41
Longipeditermes mandibulatus, 44
Loxura atymnus, 69
Lycaenidae, 64, 69
Lymantriidae, 36, 37, 40, 41
- Macaca fascicularis*, 10
Macaca nemstrina, 10
Macrotermes malaccensis, 43, 44
 Mamalia, 10, 13
- Mantidae*, 25, 38, 39
Mantispidae, 39
Mantodea, 24, 38, 39
Megachile, 66
Megachilidae, 64
Megaspilidae, 32, 34, 35
Melanoxanthus, 47, 52, 53, 54
Melanoxanthus bicolor, 53, 54
Melanoxanthus ruptus, 53, 54
Microcerotermes, 43, 44
Microtermes, 43, 44
 Mikroorganisme, 6, 92
 Morfospecies, 27, 31, 47, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62
 Multidiversitas, 76
 Musuh alami, 2, 3, 30, 31, 41, 76, 86
- Mycalesis*, 66, 68
Mycalesis mineus, 68
Mymaridae, 32, 35
Myriapoda, 24
Myrmoteras diastematum, 29
- Nasutitermes*, 43, 44, 45
Nasutitermes havilandi, 44
Nasutitermes longinasoides, 44
Nasutitermes longinasus, 44
Nasutitermes proatripennis, 44
Neotermes, 44
Neuroptera, 22, 24, 38, 39, 82
Noctuidae, 64, 88
Nodina, 47, 49
Nomia strigata, 66
Nymphalidae, 64, 68, 68, 70, 89
- Odonata*, 24, 38, 39, 80, 82, 107
Odontotermes, 43, 44
Opilionida, 24
 Ordo, 2, 39, 42, 46, 64, 92
 Organisme, 2, 18, 30, 39, 93, 94
Ormyridae, 35
Orthoptera, 24
- Paederinae*, 47, 55, 59
Palaminus, 47, 55, 59
 Palembang, 10
Panthera tigris, 10
Papilio demolion, 68
Papilionidae, 70, 71
Parasitoid, 2, 3, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 86, 87, 88, 92, 105, 106
Paratrechina longicornis, 28
 Pemangsaan, 52, 88
 Pengurai, 2, 42, 45, 52
 Penyerbuk, 2, 3, 50, 51, 63, 64, 65, 66, 76, 85, 87, 88
- Pericapritermes*, 43
 Perkebunan, 2, 3, 6, 9, 14, 16, 17, 18, 23, 31, 36, 37, 39, 40, 43, 48, 49, 51, 52, 65, 66, 68, 76, 77, 84, 86, 87, 93
 Pertanian, 6, 9, 15, 27, 43, 51, 55, 65, 79, 93
Phasmatodea, 24
Phytorus, 47, 49
Pieridae, 64, 71
Platygastridae, 31, 32, 35
Plecoptera, 23, 24
Polyrhachis ypsilon, 29
 Predasi, 39, 52
 Predator, 31, 38, 39, 49, 52, 55, 84, 92
Pseudococcidae, 39, 40, 41
Pseudococcus, 39
Pseudoscorpionida, 24
Psocoptera, 24
Psychidae, 36, 37, 40, 41
Pteromalidae, 32, 35
- Rangkong, 10, 13
Raphidioptera, 23, 24
 Rayap, 2, 23, 43, 44, 45, 87, 93
Reduviidae, 38, 39
 Reptil, 13
 Restorasi, 13, 77
Rhinotermitidae, 43, 44
Rhopalomastix rothneyi, 29
Riparian, 18, 36, 64, 86, 93
 Rotan, 10, 14
- Sains, 6
Scelionidae, 31, 32, 34, 35, 37
Schedorhinotermes, 43, 44
Schedorhinotermes bidentatus, 43, 44
Schedorhinotermes longirostris, 44
Schedorhinotermes sarawakensis, 44
Schedorhinotermes tarakensis, 44
Schedorhinotermes translucens, 44
 Semut, 2, 23, 27, 28, 29, 31, 39, 60, 84, 85, 86, 93, 111
 Serangga, 2, 22, 23, 39, 40, 63, 65, 75, 79, 93, 94
Setothosea, 39
Signiphoridae, 32, 34, 35
 Spesies, 21, 27, 28, 36, 43, 44, 47, 51, 64, 65, 66, 68, 94
Staphylinidae, 38, 39, 47, 48, 55, 85, 86, 88
Stephanidae, 32
Strepsiptera, 24
Styrax benzoin, 10

- Subfamili, 27, 68
 Suksesi, 76
 Sumatra, 2, 6, 9, 10, 13, 14, 28, 81, 85, 86, 104, 105, 106, 107
Sycanus, 39
Sympalagus syndactylus, 10
Syrphidae, 64, 66
 Taksonomi, 23, 52, 93, 104, 105, 106
 Tanah, 2, 6, 7, 10, 13, 14, 18, 39, 43, 45
 Tanaman, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 31, 33, 37, 40, 41, 49, 51, 63, 64, 65, 66, 68, 76, 77, 79, 84, 88, 93
Tapinoma melanocephalum, 28
Technomyrmex albipes, 27
 Telur, 31, 36, 88, 92, 93, 94
Termes comis, 44
Termes fletcheri, 44
Thysanoptera, 23, 24
Thysanura, 23, 24
Tiphiidae, 35
Torymidae, 32, 35
 Transformasi, 6, 7
Trichogrammatidae, 32, 35
Trichoptera, 24
Trionyx, 10
Trogonoptera brookiana, 68, 69
Troides amphrysus, 68
 Tropis, 2, 6, 7, 10, 13, 14, 25, 27, 42, 79, 92
 Vegetasi, 18, 33, 34, 36, 48, 49, 52, 65, 68, 93
Xenoda, 47, 49
Xylocopa, 64, 66
Xylocopa confusa, 64
Xylocopa latipes, 66
Ypthima Philomela, 66
Ypthima praenubila, 66



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: M. Badrus Sholih
Kumbang moncong, Coleoptera: Curculionidae



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Jochen Drescher
Laba-laba *Gasteracantha* sp.

BIOGRAFI PENULIS

BIOGRAFI PENULIS

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAMAYANTI BUCHORI**DAMAYANTI BUCHORI**

Dosen dan Kepala Laboratorium Pengendalian Hayati, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB University). Ia dipercaya sebagai Direktur Proyek Kelola Sendang Zoological Society London (ZSL) tahun 2016–2020. Sejak tahun 2018 sampai sekarang menjabat sebagai direktur di Pusat Kajian Sains Keberlanjutan dan Transdisiplin Center for Transdisciplin and Sustainability Sciences (CTSS) serta salah satu *counterpart* IPB University dalam proyek kerja sama penelitian Indonesia-Jerman yang tergabung dalam Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Hama dan Penyakit Tanaman di IPB pada 1984, S-2 bidang Entomologi di Universitas Illinois, AS, pada 1989, S-3 bidang Ekologi, Evolusi, dan Perilaku di Universitas Indiana, AS, pada 1993. Pada 2014, penulis dikukuhkan menjadi salah satu Guru Besar Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB. damibuchori@gmail.com

PURNAMA HIDAYAT

Dosen dan Kepala Insect Teaching and Research Collection, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB University). Ia dipercaya menjadi salah satu *counterpart* IPB University dalam proyek kerja sama penelitian Indonesia-Jerman yang tergabung dalam Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Hama dan Penyakit Tanaman di IPB pada 1985, S-2 bidang Entomologi di Universitas Wisconsin, AS, pada 1992, S-3 bidang Entomologi di Universitas Wisconsin, AS, pada 1996. phidayat@apps.ipb.ac.id

PURNAMA HIDAYAT**RIZKY NAZARRETA****RIZKY NAZARRETA**

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi semut yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia terlibat dalam program internship (EFForTS) di Universitas Göttingen pada 2014, 2015, dan 2018. Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2012 dan S-2 bidang Entomologi pada 2017 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). rizky.nazarreta@yahoo.com

RIZKY MARCHERIA ARDIYANTI

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi parasitoid yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2014 dan S-2 bidang Entomologi pada 2018 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). r.ardiyanmarcher@gmail.com

**FATIMAH SIDDIKAH****FATIMAH SIDDIKAH**

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi kumbang moncong (Curculionidae) yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2017 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). fatimah.siddikah@yahoo.com

ROSYID AMRULLOH

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi kumbang daun (Chrysomelidae) yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2020 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). Dipercaya sebagai editor di IPB pada 2019 sampai sekarang dan saat ini bekerja sebagai salah satu staf pengembang situs di Pusat Kajian Sains Keberlanjutan dan Transdisiplin LPPM-IPB. rosyidamrulloh@apps.ipb.ac.id

ROSYID AMRULLOH

AZRU AZHAR**AZRU AZHAR**

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi parasitoid yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2015 dan S-2 bidang Entomologi pada 2019 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). Ia pernah berkesempatan mengikuti program Summer Research Program di Laboratory of Applied Entomology and Zoology, Universitas Tsukuba, Jepang pada tahun 2019 dan program internship (EForTS) di Department of Animal Ecology, Univ Goettingen, Jerman, pada tahun 2020–2021. azru.azhar@yahoo.com

KASMIATUN

Salah satu asisten peneliti dengan bidang keahlian taksonomi kumbang klik (Elateridae) yang tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EForTS) (Sumatra, Indonesia). Ia dipercaya sebagai sekretaris CV Wonderful Agriculture Indonesia pada 2018. Ia menyelesaikan studi S-1 bidang Proteksi Tanaman pada 2018 di Institut Pertanian Bogor (IPB University). kasmiatun15@gmail.com

KASMIATUN

STEFAN SCHEU

Kepala Laboratorium Departemen Animal Ecology, Universitas Göttingen, Jerman. Ia dipercaya menjadi salah satu *principal investigator* Universitas Göttingen dalam proyek kerja sama penelitian Indonesia-Jerman Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems EFForTS (Sumatra, Indonesia). Penulis menerima diploma pada 1986, menyelesaikan S-3 bidang Biologi pada 1989 di Universitas Göttingen, Jerman, dan melanjutkan *postdoc* di Universitas Göttingen, Jerman, dan Universitas Calgary, Kanada. Pada 1997, penulis dikukuhkan menjadi Professor of Zoology and Ecology, Darmstadt University of Technology, Jerman. sscheu@gwdg.de

STEFAN SCHEU**JOCHEN DRESCHER****JOCHEN DRESCHER**

Peneliti *postdoc* di Universitas Göttingen, Jerman, dan tergabung dalam proyek Ecological and Socioeconomic Functions of Tropical Lowland Rainforest Transformation Systems (EFForTS) (Sumatra, Indonesia). Penulis memulai studi di RWTH Aachen, Jerman, pada 1999, menerima Diploma bidang Biologi dari Universitas Würzburg, Jerman, pada 2006, dan menyelesaikan S-3 bidang Biologi dari Universitas Würzburg, Jerman, pada 2011. jdresch@gwdg.de

Foto: Jochen Drescher

Capung, *Neurothemis ramburii*, Odonata: Libellulidae

Dengan berkembangnya sains dan teknologi,
sangat mudah bagi manusia untuk merasa
menjadi penguasa alam.
Bahkan, kita kemudian lupa adanya makhluk
lain yang berpijak di Bumi.
Tumbuhan, hewan, dan keanekaragaman hayati
lainnya perlahan menghilang.
Musnah dibalik tameng pembangunan dan
arus kemajuan.

“Complexity and simplicity intertwining in the web of life”



Buku ini tidak diperjualbelikan.

Foto: Rizki Pradana
Ngengat (Lepidoptera: Erebidae)

Keanekaragaman Serangga Hutan Hujan Tropis Dataran Randah di Provinsi Jambi, Sumatra: Dampak Perubahan Tata Guna Lahan

Buku ini merupakan kumpulan penelitian yang mengulas tentang perubahan fungsi hutan menjadi lahan pertanian, khususnya perkebunan kelapa sawit dan karet, serta dampaknya pada ekosistem di sekelilingnya. Tidak dimungkiri perubahan ekosistem di hutan hujan dataran rendah tropis memengaruhi distribusi dan kekayaan spesies serangga yang hidup di kawasan tersebut.

Buku ini memberikan informasi mengenai keanekaragaman serangga di Provinsi Jambi yang dapat memberikan gambaran rekomendasi pelestarian keanekaragaman serangga dan pengelolaan tata guna lahan secara berkelanjutan. Selain itu, keanekaragaman serangga juga dapat digunakan sebagai bioindikator kondisi “kesehatan” lingkungan dan proses ekologi yang sedang berlangsung di dalamnya.

Semoga buku ini menjadi langkah awal pengelolaan dan pengembangan keanekaragaman hayati, khususnya serangga di Provinsi Jambi, serta menjadi rekomendasi kepada pemerintah untuk membangun model kelola kawasan berbasis keragaman jenis-jenis serangga yang ditemukan di dalam Hutan Harapan dan Taman Nasional Bukit Duabelas (TNBD).

Selamat membaca!



Diterbitkan oleh:

LIPI Press, anggota Ikapi
Gedung PDDI LIPI Lt. 6
Jln. Jend. Gatot Subroto 10, Jakarta Selatan 12710
Telp.: (021) 573 3465 | Whatsapp 0812 2228 485
E-mail: press@mail.lipi.go.id
Website: lipipress.lipi.go.id | penerbit.lipi.go.id

DOI 10.14203/press.280



I SBN 978- 602- 496- 281- 4



9 786024 962814

Buku ini tidak diperjualbelikan