



ISSN 3090-8485

ORASI ILMIAH: RISET DAN INOVASI

BIODIVERSITAS, KONSERVASI, DAN AKSELERASI PENGETAHUAN KUPU-KUPU INDONESIA

ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU BIOLOGI
BIDANG ZOOLOGI
KEPAKARAN BIOSISTEMATIKA DAN KONSERVASI KUPU-KUPU



OLEH:
DJUNIJANTI PEGGIE

BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL

Buku ini tidak diperjualbelikan.

**BIODIVERSITAS, KONSERVASI, DAN
AKSELERASI PENGETAHUAN
KUPU-KUPU INDONESIA**

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Diterbitkan pertama pada 2025 oleh Penerbit BRIN

Tersedia untuk diunduh secara gratis: penerbit.brin.go.id



Buku ini di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Lisensi ini mengizinkan Anda untuk berbagi, mengopi, mendistribusikan, dan mentransmisi karya untuk penggunaan personal dan bukan tujuan komersial, dengan memberikan atribusi sesuai ketentuan. Karya turunan dan modifikasi harus menggunakan lisensi yang sama.

Informasi detail terkait lisensi CC BY-NC-SA 4.0 tersedia melalui tautan:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**BIODIVERSITAS, KONSERVASI, DAN
AKSELERASI PENGETAHUAN
KUPU-KUPU INDONESIA**

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
ILMU BIOLOGI
BIDANG ZOOLOGI
KEPAKARAN BIOSISTEMATIKA DAN
KONSERVASI KUPU-KUPU**

**OLEH:
DJUNIJANTI PEGGIE**

Penerbit BRIN

Buku ini tidak diperjualbelikan.

© 2025 Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Biodiversitas, Konservasi, dan Akselerasi Pengetahuan Kupu-kupu Indonesia/Djunijanti Peggie-Jakarta:
Penerbit BRIN, 2025.

xiv + 101 hlm.; 14,8 x 21 cm

ISSN 3090-8485

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. Kupu-kupu | 2. Biodiversitas |
| 3. Konservasi | 4. Akselerasi |

539.2

Copy editor : Meita Safitri
Proofreader : Martinus Helmiawan
Penata Isi : Meita Safitri
Desainer Sampul : Meita Safitri

Edisi pertama : Juli 2025



Diterbitkan oleh:

Penerbit BRIN, Anggota Ikapi
Direktorat Repositori, Multimedia, dan Penerbitan Ilmiah
Gedung B.J. Habibie Lt. 8, Jl. M.H. Thamrin No.8,
Kb. Sirih, Kec. Menteng, Kota Jakarta Pusat,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10340

Whatsapp: +62 811-1064-6770

E-mail: penerbit@brin.go.id

Website: penerbit.brin.go.id



PenerbitBRIN



@Penerbit_BRIN



@penerbit.brin

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BIODATA RINGKAS	xi
PRAKATA PENGUKUHAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN RISET KUPU-KUPU DI INDONESIA.....	9
A. Era Linnaeus hingga Tahun 1950.....	9
B. Tahun 1950–2000	11
C. Tahun 2000 hingga Kini	11
III. BIODIVERSITAS KUPU-KUPU	17
A. Biodiversitas Kupu-kupu Indonesia.....	17
B. Penanganan dan Pendataan Spesimen Koleksi	22
C. Pengelolaan Data Koleksi	25
IV. KONSERVASI KUPU-KUPU.....	27
A. Pengawetan dan Perlindungan Kupu-kupu Indonesia	27
B. Pemanfaatan Berkelanjutan Kupu-kupu Indonesia	32
V. AKSELERASI PENGETAHUAN KUPU-KUPU INDONESIA.....	41
A. Pemasyarakatan Ilmu	41
B. Minat dan Potensi Sains Warga.....	42
C. Penggalangan Kekuatan Sains Warga.....	44
VI. KESIMPULAN	49
VII. PENUTUP	51

UCAPAN TERIMA KASIH	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH.....	71
DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA.....	85
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	93

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Alur Kerja Penanganan Spesimen dan Data Kupu-kupu.	24
Gambar 3.2	Penataan Spesimen ke dalam Laci dan Lemari/Kabinet.	24
Gambar 3.3	Contoh Data yang Telah Dikirimkan ke GBIF	26
Gambar 4.1	Kupu-kupu <i>Ornithoptera croesus</i>	31
Gambar 4.2	Penangkaran Kupu-kupu <i>Biovillage</i> LIPI.....	38
Gambar 5.1	Dua Fitur yang Dapat Digunakan pada Aplikasi Kupunesia.....	45
Gambar 5.2	Lokasi Titik-Titik Observasi yang Direkam pada Aplikasi Kupunesia hingga 1 Mei 2025	46

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Authors</i> atau Penulis yang Mendeskripsi Berbagai Spesies Kupu-kupu Indonesia Setelah Carolus Linnaeus hingga Tahun 1950.....	10
Tabel 2.2	Penelitian Inventarisasi Kupu-kupu yang Telah Dilakukan di Berbagai Area di Indonesia.....	13

Buku ini tidak diperjualbelikan.

BIODATA RINGKAS



Djunijanti Peggie lahir di Bogor pada tanggal 7 Juni 1965 merupakan anak ketiga dari Bapak Prawira Rahardja dan Ibu Unayani. Menikah dengan Erwin Marjanto Dumalang dan dikaruniai tiga orang anak, yaitu Livia Larasati, Brianna Dinda, dan Daniel Damarpatih Dumalang.

Berdasarkan Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 38/M Tahun 2023 tanggal 18 September 2023 yang bersangkutan diangkat sebagai Peneliti Ahli Utama di BRIN.

Berdasarkan Keputusan Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 138/I/HK/2025 tanggal 2 Juni 2025 tentang Pembentukan Majelis Pengukuhan Profesor Riset, yang bersangkutan melakukan orasi pengukuhan Profesor Riset.

Menamatkan Sekolah Dasar di SD Kesatuan Bogor pada tahun 1977, Sekolah Menengah Pertama di SMP Regina Pacis Bogor tahun 1981, Sekolah Menengah Atas di SMA Regina Pacis Bogor tahun 1984. Memperoleh gelar sarjana dari Fakultas Biologi Universitas Nasional pada tahun 1988, gelar Master of Science dari Imperial College, University of London, Inggris tahun 1992, dan gelar Doktor di bidang Entomologi dari Cornell University, Amerika Serikat pada tahun 2002.

Mengikuti beberapa pelatihan yang terkait dengan bidang kompetensinya, antara lain: magang (*internship*) di Entomology Department, British Museum Natural History (sekarang Natural

History Museum, London) September 1992 hingga November 1993; program Post Doctoral di Cornell University Insect Collection (CUIC) Januari 2002 hingga Juni 2003.

Jabatan fungsional peneliti diawali sebagai Asisten Peneliti Madya golongan III/a tahun 1994, Asisten Peneliti Madya golongan III/c tahun 2003 (d disesuaikan pada tahun 2005 menjadi Peneliti Pertama), Peneliti Muda golongan III/d tahun 2007, Peneliti Madya golongan IV/a tahun 2011, Peneliti Madya golongan IV/b tahun 2015, dan mencapai jabatan Peneliti Ahli Utama golongan IV/c tahun 2023.

Menghasilkan 75 karya tulis ilmiah (KTI) baik yang ditulis sendiri maupun bersama penulis lain dalam bentuk buku, bagian dari buku, jurnal, dan prosiding. Sebanyak 60 KTI ditulis dalam bahasa Inggris, dan 13 dalam bahasa Indonesia dan 2 dwibahasa Inggris dan Indonesia. Menghasilkan 10 karya tulis semi-ilmiah/populer, yaitu 8 berbahasa Indonesia, 1 dwibahasa Inggris dan Indonesia, dan 1 terjemahan ke dalam Bahasa Jepang.

Ikut serta dalam pembinaan kader ilmiah, yaitu sebagai pembimbing skripsi (S1) pada Universitas Al Azhar, pembimbing tesis (S2) pada Institut Pertanian Bogor dan Universitas Brawijaya, pembimbing disertasi (S3) pada Institut Pertanian Bogor dan Universitas Indonesia.

Aktif dalam organisasi profesi ilmiah, yaitu sebagai anggota Masyarakat Zoologi Indonesia sejak tahun 1991, anggota Perhimpunan Biologi Indonesia (2013–sekarang), tim pakar Sekretariat Kewenangan Ilmiah Keanekaragaman Hayati (SKIKH), dan anggota komite *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) sejak 2017 hingga sekarang.

Menerima tanda penghargaan Satyalancana Karya Satya X tahun (2007), XX tahun (2010), dan XXX tahun (2020) dari Presiden RI.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

PRAKATA PENGUKUHAN

Salam sejahtera untuk kita semua.

Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional yang mulia dan hadirin yang saya hormati.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul dan bersama-sama hadir pada acara orasi ilmiah pengukuhan Profesor Riset di Badan Riset dan Inovasi Nasional.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, dengan segala kerendahan hati, izinkan saya pada tanggal 16 Juli 2025 menyampaikan orasi ilmiah dengan judul:

“BIODIVERSITAS, KONSERVASI, DAN AKSELERASI PENGETAHUAN KUPU-KUPU INDONESIA”

Pada orasi ini akan disampaikan *state of the art* perkembangan riset dan pengetahuan kupu-kupu di Indonesia. Hal ini mencakup nilai penting kupu-kupu bagi manusia, peluang, dan tantangan untuk memajukan pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang biodiversitas kupu-kupu Indonesia. Aspek konservasi yang juga mencakup pemanfaatan kupu-kupu disampaikan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kekayaan keanekaragaman kupu-kupu Indonesia dan potensi bagi kesejahteraan masyarakat. Langkah dan strategi untuk mempercepat perolehan data kupu-kupu Indonesia dipaparkan di sini. Akselerasi ilmu pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia

Buku ini tidak diperjualbelikan.

dapat dicapai dengan pelibatan masyarakat seperti halnya yang telah terjadi di negara-negara maju. Perkembangan teknologi informasi juga sangat mendukung pencapaian ini dan perlu terus diupayakan optimalisasinya.

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal dengan keanekaragaman hayati atau biodiversitas yang tinggi (Widjaja et al., 2014), dan termasuk salah satu dari 17 negara megadiversitas global (Mittermeier & Mittermeier, 1997). Negara-negara penyandang kategori ini adalah Brazil, Indonesia, Kolumbia, Meksiko, Australia, Madagaskar, Filipina, Cina, Peru, Ekuador, India, Malaysia, Papua Nugini, Amerika Serikat, Afrika Selatan, Venezuela, dan Republik Demokratik Kongo. Urutan peringkat ini dapat berbeda-beda tergantung kelompok biota yang digunakan dalam penilaian. Diperkirakan sekitar 70% keanekaragaman hayati dunia berada di 17 negara ini, dan 30% berada di 180 negara lainnya.

Pada dasarnya biodiversitas digolongkan pada tiga tingkat yaitu keanekaragaman spesies, keanekaragaman genetik, dan keanekaragaman ekosistem. Istilah *biological diversity* dicetuskan pada tahun 1980 oleh Thomas Lovejoy, ketua penasihat urusan lingkungan di World Bank. Penggunaan kata *biodiversity* sebagai singkatan dari *biological diversity* diperkenalkan pada tahun 1985 oleh Walter G. Rosen dari National Academy of Sciences, Amerika Serikat. Selanjutnya istilah ini dipopulerkan oleh Edward O. Wilson, seorang profesor di Harvard (Wilson, 1988).

Indonesia memiliki keanekaragaman spesies kupu-kupu yang sangat tinggi, yang jumlahnya mencapai lebih dari 2.250 spesies. Kekayaan spesies kupu-kupu Indonesia ini hanya dapat ditandingi oleh negara-negara di Amerika Selatan yang memiliki hutan hujan tropis Amazon yang masif dan luas (Peggie, 2014b).

Indonesia menjadi tempat hunian bagi banyak spesies endemik, yang artinya biota tersebut hanya dapat ditemukan di Indonesia, tidak terdapat di tempat lain di dunia (Peggie, 2014b). Dengan demikian, Indonesia disebut memiliki tingkat endemisitas biota yang tinggi. Hal ini erat kaitannya dengan keunikan geografis Indonesia yang terdiri atas banyak gugusan pulau dan kepulauan.

Demikian pula dalam hal endemisitas kupu-kupu, Indonesia menempati peringkat paling atas karena memiliki jumlah spesies kupu-kupu endemik terbanyak di dunia. Setidaknya terdapat 650 spesies kupu-kupu yang hanya dapat dijumpai di wilayah Indonesia (Widjaja et al., 2014). Selain itu, cukup banyak kupu-kupu yang memiliki sebaran terbatas pada kepulauan atau pulau tertentu di Indonesia. Bahkan ada juga spesies yang hanya ada di suatu habitat tertentu, misalnya di gunung, pegunungan, atau habitat khusus yang masih perlu dikaji lebih jauh apa faktor pendukungnya. Persentase tingkat endemisitas kupu-kupu mencapai sekitar 30% dari total jumlah spesies kupu-kupu di Indonesia, dengan persentase tertinggi berada di Sulawesi yaitu 43% (Vane-Wright & de Jong, 2003), karena kompleksitas keunikan terbentuknya pulau ini secara geologi dan biogeografi.

Tingginya biodiversitas dan endemisitas biota yang dimiliki Indonesia juga harus dipahami sebagai tingginya tingkat keterancaman dan kehilangan biodiversitas. Hal ini disebabkan oleh rawannya hutan hujan tropis terhadap kehilangan unsur hara, masifnya pembukaan lahan, dan dampak perubahan iklim (Wilson, 1988), juga karena banyaknya spesies endemik dan tingginya ancaman spesies asing yang invasif (von Rintelen et al., 2017). Dikenal istilah *global biodiversity hotspots*, yaitu area-area di dunia ini yang kaya akan keanekaragaman biota yang sekaligus sangat terancam oleh hilangnya habitat (Myers et

al., 2000). Dua dari 25 *global biodiversity hotspots* (Myers et al., 2000) terdapat di Indonesia, yaitu kawasan *Sundaland* (Sumatera, Kalimantan, dan Jawa) dan kawasan Wallacea (Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Maluku). Kawasan-kawasan lainnya di Asia yang termasuk dalam *global biodiversity hotspots* terdapat di Filipina, Indo-Burma, Cina Selatan-Tengah, dan Ghats Barat/Sri Lanka. Kawasan-kawasan lainnya di sebelah timur dan selatan Indonesia meliputi barat daya Australia, Kaledonia Baru, Selandia Baru, dan Polinesia/Mikronesia.

Ancaman terhadap keanekaragaman hayati dan endemisitas ini perlu menjadi perhatian khusus (Peggie, 2014b), tidak hanya bagi peneliti dan pemangku kepentingan, tetapi juga bagi seluruh masyarakat. Hal ini karena keanekaragaman hayati merupakan penyangga segala sendi kehidupan. Banyak orang belum menyadari pentingnya keanekaragaman hayati karena tidak melihat nilai ekonomi jasa lingkungan secara langsung.

Penilaian status keterancaman suatu spesies dapat dilakukan dengan kriteria *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Skala prioritas perlu dipertimbangkan untuk dapat melakukan pengkajian atau penilaian status keterancaman berbagai spesies (Peggie, 2022). Hal ini berkaitan erat dengan terbatasnya kapasitas sumber daya manusia dan akses terhadap pengetahuan pendukung untuk melakukan penilaian status tersebut. Diharapkan akan semakin banyak spesies yang dapat dinilai dengan bertambahnya pengetahuan tentang berbagai spesies.

Pengetahuan mengenai taksa atau unit taksonomi yang menyusun biodiversitas menjadi prasyarat konservasi yang mencakup pemanfaatan berkelanjutan (von Rintelen et al., 2017). Hal ini juga dituangkan dalam strategi dan rencana aksi biodiversitas Indonesia (BAPPENAS, 2024). Hingga kini,

pengungkapan biodiversitas nusantara masih terus dilakukan dan berlanjut dengan tingkat keterwakilan cakupan yang berbeda-beda. Kelompok vertebrata terutama avifauna telah mendapat perhatian yang memadai dibandingkan avertebrata.

Pengetahuan biosistematika harus dimiliki untuk mengungkapkan keanekaragaman hayati berbagai taksa. Pengenalan atau identifikasi taksa kupu-kupu dapat dilakukan hingga tingkat spesies, bahkan subspecies, karena cukup mudah dikenali dari pola warna dan corak sayapnya (Peggie, 2014b). Saat ini tersedia cukup banyak *pictorial guidebook* atau buku panduan bergambar. Dimensi tubuh kupu-kupu dan sayap yang relatif pipih mempermudah pengenalannya melalui foto. Kebanyakan serangga lainnya sulit untuk difoto dengan tetap memperlihatkan fokus penuh pada seluruh bagian tubuhnya yang cembung, sehingga identifikasi melalui foto masih menjadi kendala bagi serangga lain.

Kupu-kupu merupakan bagian dari biodiversitas yang cukup dikenal dibandingkan serangga lain ataupun avertebrata lainnya. Saat ini di dunia telah dideskripsi sebanyak 17.500 spesies kupu-kupu dari 160.000 spesies yang tergolong dalam ordo Lepidoptera (Ackery et al., 2013). Klasifikasi terkini menggolongkan Hesperidae dan Hedyidae ke dalam superfamili Papilionoidea yang dikenal sebagai kupu-kupu (van Nieukerken et al., 2011). Bagian terbesar dari Lepidoptera adalah ngengat atau dikenal juga sebagai kupu-kupu malam (Kristensen et al., 2007).

Kupu-kupu lebih dikenal oleh masyarakat umum, meskipun jumlah spesiesnya jauh lebih sedikit dibandingkan ngengat. Kupu-kupu lebih menarik perhatian karena aktivitas terbang kupu-kupu pada pagi hingga sore hari, yang sinkron atau sesuai dengan aktivitas manusia. Selain juga karena ukurannya yang relatif lebih besar, dan warna serta coraknya cerah dan indah

(Peggie, 2014b). Berbeda dengan ngengat yang aktif pada malam hari, berukuran relatif kecil, dan warnanya kusam sehingga kurang diperhatikan.

Pengetahuan mengenai kupu-kupu di tingkat dunia pada umumnya mencakup pendataan atau inventarisasi spesies di suatu area (Kristensen et al., 2007). Pendataan spesies melibatkan pekerjaan biosistematika yang meliputi pengambilan sampel, identifikasi, verifikasi, klasifikasi, dan pekerjaan kuratorial perawatan spesimen. Pekerjaan biosistematika juga berfokus pada pendeskripsian spesies baru (*new species*), pencatatan area sebaran baru (*new records*), pengkajian tentang hubungan kekerabatan antar spesies atau tingkat taksonomi lainnya, penelusuran evolusi, dan aspek terkait lainnya.

Pendataan spesimen koleksi mencakup pencatatan untuk diseminasi pengetahuan yang bersumber dari spesimen koleksi ilmiah berupa label lokasi dan identitas spesimen berupa nama ilmiah hasil identifikasi (Ubaidillah, 1999; Peggie, 2014b). Penataan spesimen kupu-kupu di koleksi laboratorium Entomologi, Museum Zoologicum Bogoriense (selanjutnya disebut MZB), di Widiasatwaloka, Cibinong telah dilakukan sesuai kapasitas sumber daya yang tersedia. Kemudian upaya pendataan dan penataan dilanjutkan dengan dukungan dari Biodiversity Information Funds for Asia Global Biodiversity Information Facility (BIFA-GBIF) pada tahun 2019–2021. Dengan upaya ini, akses terhadap koleksi dan data koleksi menjadi lebih mudah.

Penggalan pengetahuan mengenai aspek biologi berbagai spesies juga dilakukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik, terutama ketika dihadapkan pada isu konservasi dan lingkungan. Penelitian mengenai aspek perikehidupan berbagai spesies kupu-kupu telah dilakukan melalui fasilitas taman kupu-

kupu dalam Program *Biovillage* pada tahun 2016–2021 (Peggie, 2019a; Peggie et al., 2021c; Peggie et al., 2022a; Peggie & Supadi, 2024).

Pada abad ini, penemuan spesies baru kupu-kupu sudah jarang terjadi, karena spesies kupu-kupu telah banyak dideskripsi sejak era Carolus Linnaeus mencetuskan nomenklatur binomial hingga sekitar 200 tahun setelahnya. Kemungkinan yang dapat terjadi pada spesies kupu-kupu saat ini adalah hilangnya atau punahnya spesies tertentu di suatu area (Peggie, 2014b). Kupu-kupu memiliki keterkaitan yang erat dengan tumbuhan inangnya (*host plants*). Satu spesies kupu-kupu umumnya hanya dapat memanfaatkan satu atau beberapa spesies tumbuhan inang. Hilangnya tumbuhan inang sebagai pakan alami pada habitat yang telah beralih fungsi dan terpapar berbagai faktor akan menjadi tidak kondusif bagi kupu-kupu. Dengan demikian, aspek konservasi menjadi sangat penting bagi kupu-kupu, termasuk hal-hal yang juga berkaitan dengan konvensi internasional.

Konservasi dalam UU No. 5 tahun 1990 dan UU No. 32 tahun 2024 mencakup aspek perlindungan, pengawetan, dan pemanfaatan secara lestari. Hal ini sejalan dengan pengertian konservasi yang diterapkan oleh *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) dan *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES). Upaya perlindungan bagi kupu-kupu dan biota lainnya perlu mempertimbangkan kesejahteraan masyarakat, terutama yang hidup berdampingan dengan habitat terkait. Penggalan pengetahuan dan potensi pemanfaatan perlu dilakukan agar habitat tetap terjaga dan terpelihara tanpa konflik kepentingan antara manusia dengan alam. Ketika ada alternatif ekonomi bagi masyarakat, solusi untuk menjaga akan diupayakan (Peggie et al., 2021a).

Selain itu, keindahan kupu-kupu karena warna dan corak sayapnya merupakan daya tarik utama bagi para kolektor untuk terus memburunya. Tingginya minat para kolektor untuk memiliki spesimen kupu-kupu Indonesia akan meningkatkan pengambilannya dari alam. Oleh karena itu, ada regulasi atau pengaturan perdagangan spesies kupu-kupu, seperti yang telah diterapkan pada tumbuhan dan satwa liar lainnya (Peggie, 2011a).

Penelitian dan upaya terkait biodiversitas, konservasi, termasuk pemanfaatan secara berkelanjutan kupu-kupu Indonesia, disampaikan di sini. Masih banyak pengetahuan yang perlu diungkap tentang kehidupan dan distribusi kupu-kupu Indonesia. Tantangan dalam perolehan data ini adalah karena terbatasnya kapasitas tenaga peneliti, minimnya anggaran, dan sulitnya akses ke banyak pulau (Peggie et al., 2021b).

Keterbatasan ini dapat diatasi dengan strategi terobosan baru yang efektif (Peggie et al., 2022b; Peggie et al., 2024) dan merupakan solusi berupa penggalangan partisipasi dari penggiat kupu-kupu (*butterfly enthusiasts*). Langkah terobosan untuk melibatkan sains warga (*citizen science*) dengan visi untuk mempercepat perolehan data sebaran dan bio-ekologi berbagai spesies kupu-kupu Indonesia telah dimulai dan dikembangkan. Pemahaman terhadap segala aspek ini sangat diperlukan sebagai dasar pengambilan kebijakan terkait arah riset untuk konservasi termasuk pemanfaatan kupu-kupu Indonesia, dan untuk memajukan pengetahuan kupu-kupu Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

II. PERKEMBANGAN RISET KUPU-KUPU DI INDONESIA

Pengetahuan mengenai kupu-kupu relatif lebih maju dibanding pada avertebrata lain. Hal ini terlihat sejak awal perkembangan ilmu taksonomi hingga saat ini. Kupu-kupu pada umumnya menarik perhatian karena berwarna cerah, berukuran relatif besar dan mudah dilihat tanpa alat bantu seperti mikroskop, beraktivitas pada waktu yang nyaman bagi manusia, dan relatif mudah untuk diperoleh (Peggie, 2014b). Hal-hal ini membuat kupu-kupu menjadi salah satu temuan biota yang banyak dideskripsi dalam 2 abad setelah Linnaeus.

A. Era Linnaeus hingga Tahun 1950

Pada tahun 1758, Carolus Linnaeus mencetuskan nomenklatur binomial, yaitu sistem penamaan ilmiah bagi spesies. Tata cara penamaan spesies mencakup dua kata yaitu kata pertama sebagai nama genus atau marga, dan kata kedua sebagai nama penunjuk spesies. Linnaeus menamai atau melakukan deskripsi/pertelaan terhadap 305 nama kupu-kupu yang semua dimasukkan ke dalam genus *Papilio*. Nama *Papilio* adalah kata latin untuk kupu-kupu. Dari 305 nama ini, 241 merupakan spesies yang *valid* yaitu yang namanya diakui secara sah, dan 2 nama merupakan subspecies (Honey & Scoble, 2001). Penggolongan kupu-kupu ke dalam berbagai nama genus dilakukan setelah era Linnaeus.

Setelah era Linnaeus, penemuan, pendeskripsian, dan penamaan spesies baru banyak dilakukan oleh *author* atau penulis taksonomi konvensional, umumnya dari Eropa (Tabel 2.1). Deskripsi awal bersifat sederhana dan singkat, dilengkapi dengan ilustrasi berupa gambar atau sketsa.

Tabel 2.1 *Authors* atau Penulis yang Mendeskripsi Berbagai Spesies Kupu-kupu Indonesia setelah Carolus Linnaeus hingga Tahun 1950

Author yang mendeskripsi spesies baru	sekitar tahun
Cramer	1777
Fabricius	1787
Godart	1819
Swainson	1822
Boisduval	1836
Doubleday	1847
Vollenhoven	1860
Felder & Felder	1864
Wallace	1865
Butler	1869
Oberthür	1879–1888
Röber	1888
Snellen	1890
Doherty	1891
Staudinger	1892
Honrath	1892
Rippon	1893
Hagen	1894
Fruhstorfer	1895–1912
Rothschild	1908
Kenrick	1911
Piepers & Snellen	1918
Joicey & Talbot	1922
Toxopeus	1922–1951
Roepke	1935

Buku ini tidak diperjualbelikan.

B. Tahun 1950–2000

Pada tahun 1930-an ketika dunia fotografi berkembang hingga dipopulerkannya fotografi warna pada tahun 1970, deskripsi temuan spesies baru mulai dilengkapi dengan foto berwarna, dan tidak lagi hanya berupa hasil gambar atau sketsa. Kemajuan fotografi juga membuat buku panduan kupu-kupu mulai mudah diproduksi (contohnya Tsukada & Nishiyama, 1982). Pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia menjadi lebih cepat berkembang.

Pada tahun 1980–1990-an masih cukup sering dideskripsi spesies baru kupu-kupu, terutama yang termasuk genus *Delias* yang diperoleh dari area-area yang sebelumnya tidak terjangkau di Papua. Penamaan subspecies bahkan spesies lain juga banyak dilakukan untuk taksa yang diperoleh dari pulau-pulau kecil. Pada awal kurun waktu ini, perizinan bagi peneliti asing masih belum diatur, sehingga mereka dengan leluasa mengeksplorasi area-area yang belum pernah diteliti keragamannya.

Terbatasnya literatur mengenai kupu-kupu Indonesia masih menjadi masalah hingga tahun 1990-an. Ketika buku seri berjudul “Butterflies of the South East Asian Islands” (6 volume) yang ditulis oleh Morishita (1981), Yata (1981), Aoki et al. (1982), Tsukada & Nishiyama (1982), Tsukada (1985, 1991) tersedia, pengetahuan dan pengenalan spesies kupu-kupu Indonesia menjadi lebih terbuka. Namun akses terhadap buku seri ini sangat terbatas.

C. Tahun 2000 hingga Kini

Periode ini merupakan rintisan dan pematangan penelitian kupu-kupu Indonesia yang dilakukan oleh peneliti dan akademisi Indonesia. Hasil penelitian kupu-kupu Indonesia melalui penelusuran *Google* masih sangat sedikit, kurang dari 100 publikasi.

Penelusuran skripsi mahasiswa tentang “biodiversitas” dalam kurun waktu tahun 2000 sampai 2017 melalui proyek BiodiverSkripsi oleh Tambora Muda tahun 2018–2019 dengan dukungan BIFA-GBIF (Aninta & Sudarma, 2022) juga menunjukkan hal serupa. Pada 5 perguruan tinggi, yaitu USU, UI, IPB, UGM, UNIPA, dari 190 skripsi bertema biodiversitas hanya dijumpai 5 skripsi yang memuat penelitian mengenai biodiversitas kupu-kupu. Hal ini tentunya belum sepenuhnya menggambarkan kondisi riset kupu-kupu di Indonesia, karena hanya mendata 5 perguruan tinggi saja. Diharapkan angka sesungguhnya lebih tinggi secara proporsi sehingga dapat mempercepat perkembangan pengetahuan mengenai kupu-kupu di Indonesia. Pada periode ini penelitian kupu-kupu di Indonesia sebagian masih dilakukan melalui lingkup kerja sama dengan peneliti asing.

Pengungkapan atau inventarisasi kupu-kupu dilakukan untuk memperoleh data dasar keberadaan kupu-kupu dari area yang diteliti. Data dari area yang pernah diteliti sebelumnya juga diperlukan untuk perbandingan sehingga dapat diperoleh data dengan waktu berjangka (*time series*). Idealnya pendataan berkala dapat dilakukan untuk melihat tren atau kecenderungan struktur komunitas kupu-kupu di berbagai area. Data inventarisasi ini diwujudkan dalam bentuk daftar spesies yang diperoleh melalui proses pemilahan dan identifikasi. Tahapan klasifikasi atau penggolongan dari kelompok yang lebih luas hingga kelompok yang lebih sempit dan spesifik dilakukan terkait dengan identifikasi ini (Peggie, 2014b). Kupu-kupu, bersama dengan ngengat, termasuk ke dalam ordo Lepidoptera. Ordo Lepidoptera terbagi menjadi lebih dari 35 superfamili, dan kupu-kupu termasuk dalam 1 superfamili yaitu Papilionoidea (van Nieuwerkerken et al., 2011). Superfamili Papilionoidea mencakup famili atau suku Hedylidae (hanya di Amerika bagian

tengah dan selatan), Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, dan Riodinidae. Anggota dari famili ini dapat dikelompokkan lagi ke dalam subfamili atau anak suku, dan selanjutnya ke dalam genus, ke dalam spesies, dan ke dalam subspecies.

Penelitian inventarisasi kupu-kupu telah dilakukan pada cukup banyak lokasi di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa (Peggie, 2008a) (Tabel 2.2). Meskipun demikian, data yang diperoleh masih jauh dari memadai dan belum komprehensif mengingat luas dan beragamnya wilayah Indonesia. Keterbatasan dana atau biaya penelitian, kapasitas sumber daya manusia, waktu, dan akses menuju berbagai kawasan menjadi tantangan yang perlu dihadapi (Peggie et al., 2022b).

Pada era tahun 2000-an, penelitian biosistematika mengenai hubungan kekerabatan antar kelompok taksa telah dilakukan dengan pendekatan filogenetik. Kelompok taksa yang memiliki kesamaan karakter atau ciri, yang dikenal sebagai *synapomorphic characters* dianggap memiliki hubungan kekerabatan yang dekat. Analisis hubungan kekerabatan dapat dilakukan berdasarkan karakter morfologi, seperti telah ditangani untuk kelompok Heliconiinae yang ada di wilayah Asia (Peggie, 2003, 2004) dan juga yang tersebar di Amerika Selatan (Penz & Peggie, 2003).

Tabel 2.2 Penelitian Inventarisasi Kupu-kupu yang telah Dilakukan di Berbagai Area di Indonesia

Cakupan area penelitian	Jumlah spesies yang dilaporkan	Dipublikasikan oleh
Gunung Sago, Sumatera Barat	184	Rusman et al., 2016
Bukit Duabelas dan Hutan Harapan, Jambi	197	Panjaitan et al., 2019, 2021
Padang Bindu, Sumatera Selatan	59	Qodri et al., 2023

Cakupan area penelitian	Jumlah spesies yang dilaporkan	Dipublikasikan oleh
Barito Hulu, Kalimantan	77	Houlihan et al., 2015
TN Ujung Kulon (Taman Jaya, Peucang, Panaitan)	177	Peggie, 2012
Kebun Raya Bogor, Jawa Barat	96	Peggie & Amir, 2006
Halimun-Salak, Jawa Barat	161	Peggie & Harmonis, 2014
Gunung Walat, Jawa Barat	68	Bahar et al., 2016
Gunung Ciremai, Jawa Barat	109	Peggie & Noerdjito, 2011
Pasirlangu, Bandung Barat, Jawa Barat	45	Septianella et al., 2015
Nusa Kambangan, Jawa Tengah	124	Peggie, 2014a
Petungkriyono, Jawa Tengah	55	Peggie, 2019b
Bantimurung, Sulawesi Selatan	144	Sumah et al., 2012
Ternate, Maluku Utara	56	Peggie, 2011b
Gunung Meja, Papua	113	Panjaitan et al., 2016

Perkembangan dan kemajuan ilmu biologi molekuler telah menyumbangkan pengetahuan berharga yang meningkatkan pemahaman biosistematika mengenai berbagai biota, termasuk kupu-kupu. Penelitian biosistematika dengan pendekatan biologi molekuler untuk merekonstruksi hubungan filogenetik pada beberapa kelompok kupu-kupu telah dilakukan dengan

cakupan: *Lampides boeticus* (Lohman et al., 2008); genus *Neptis* (Ma et al., 2020); *Elymnias hypermnestra* (Ruttenberg et al., 2021); representasi kupu-kupu keseluruhan (Kawahara et al., 2023); genus *Delias* (Liang et al., 2024); Pieridae (Carvalho et al., 2024). Analisis molekuler yang mencakup data genomik dapat mengungkapkan keberhasilan ekologis dan adaptasi yang dialami oleh spesies kupu-kupu yang diteliti (Sahoo et al., 2018; Ruttenberg et al., 2021).

Pentingnya pengetahuan biosistematika dan pemahaman filogenetik ini dapat dilihat pada kasus *Glaucopsyche xerces*, satu spesies kupu-kupu di California, Amerika Serikat, yang telah punah. Analisis genomik DNA terhadap spesimen kupu-kupu biru *G. xerces* yang dikoleksi 96 tahun lalu berhasil menegaskan hipotesis bahwa kupu-kupu ini memang spesies tersendiri (Grewe et al., 2021). Kupu-kupu ini telah punah akibat pembukaan lahan. Status kupu-kupu ini cukup lama diperdebatkan apakah merupakan spesies tersendiri dan terpisah dari spesies kupu-kupu biru *G. lygdamus* yang mirip secara morfologi atau merupakan populasi dari spesies *G. lygdamus*. Contoh kasus ini menunjukkan kontribusi perkembangan ilmu pengetahuan dan menekankan pentingnya pengambilan sampel spesimen untuk ditempatkan di museum (Grewe et al., 2021).

Banyak peluang untuk mengungkapkan biodiversitas berbagai spesies kupu-kupu mengingat luasnya wilayah Indonesia, walaupun mungkin tidak dengan target penemuan spesies baru kupu-kupu. Penelitian untuk menilai status keberadaannya atau bahkan status keterancamannya perlu dilakukan. Beberapa aspek penelitian mengenai perikehidupan berbagai spesies kupu-kupu Indonesia dapat dilakukan untuk memberikan kontribusi terhadap pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia (Peggie et al., 2021b; Peggie et al., 2022b; Peggie et al., 2024). Peluang ini tentunya dibarengi dengan tantangan untuk mengatasi berbagai keterbatasan sumber daya.

Tantangan lain yang dihadapi terkait penelitian kupu-kupu Indonesia adalah kecenderungan mahasiswa untuk melakukannya secara cepat, dan kurang mempertimbangkan periode terbang kupu-kupu. Data dalam 1–2 kali survei dipaksakan untuk ditulis sebagai skripsi atau diterbitkan. Dengan demikian, hasil yang disampaikan menjadi tidak representatif dan dapat menimbulkan kerancuan pemahaman mengenai biodiversitas kupu-kupu di area yang diteliti. Pengulangan sampling pada waktu dan musim yang berbeda-beda akan memberikan kontribusi ilmiah yang berharga dan memadai (Peggie, 2014b).

Kita juga berpacu dengan laju kepunahan yang mungkin sedang terjadi dan belum terdokumentasikan karena belum adanya data dasar bagi kebanyakan area di Indonesia (Peggie et al., 2022b). Dengan penciutan habitat alami di berbagai wilayah di Indonesia, keberlangsungan berbagai spesies menjadi terancam.

Kondisi ini memerlukan strategi dan terobosan untuk akselerasi perolehan data. Upaya terobosan menggalang dan melibatkan sains warga yang merupakan kekuatan luar biasa telah dirintis (Peggie et al., 2021b; Peggie et al., 2022b; Peggie et al., 2024), dan perlu terus diupayakan dan dikembangkan.

III. BIODIVERSITAS KUPU-KUPU

Kupu-kupu hanya mewakili sebagian kecil (sekitar 11%) dari ordo Lepidoptera, bagian terbesarnya adalah ngengat atau kupu-kupu malam. Di dunia dikenal sekitar 17.500 spesies kupu-kupu. Indonesia merupakan salah satu wilayah penting bagi keanekaragaman atau biodiversitas kupu-kupu dunia karena menjadi habitat bagi banyak spesies kupu-kupu, terutama spesies endemik (Peggie, 2014b).

A. Biodiversitas Kupu-kupu Indonesia

Indonesia memiliki lebih dari 2.250 spesies dan 5.000 subspecies kupu-kupu (Peggie, 2014b; Peggie et al., 2024). Namun informasi ini masih memerlukan konfirmasi dan validasi data, yang didukung oleh data keberadaan berbagai spesies di berbagai area agar status berbagai spesies tersebut dapat diketahui.

Identifikasi atau pengenalan kupu-kupu dan penentuan nama dapat dilakukan hingga tingkat spesies atau bahkan subspecies. Identifikasi kupu-kupu dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (1) menggunakan buku panduan yang memuat foto atau gambar spesies, (2) menggunakan kunci identifikasi terutama untuk spesies yang hampir sama satu dengan yang lainnya, (3) melihat ciri khas untuk membedakan suatu spesies dengan yang lainnya, (4) membandingkan dengan spesimen koleksi yang tersedia di museum serangga (Peggie, 2014b). Saat ini, akses digital terhadap Panduan Identifikasi pada Aplikasi Kupunesia (Peggie et al., 2022b) telah sangat membantu proses identifikasi kupu-kupu Indonesia.

Pemantauan atau *monitoring* terhadap populasi kupu-kupu dapat dilakukan dengan metoda *transect counts* atau *Pollard walks* (Pollard, 1977; van Swaay et al., 2015) dan penggunaan perangkap umpan buah (Freitas et al., 2014; van Swaay et al., 2015). Program pemantauan populasi kupu-kupu di negara-negara maju telah berlangsung selama beberapa dekade (van Swaay et al., 2015). Program pemantauan ini dapat membantu menyediakan informasi penting yang menjadi dasar pengambilan kebijakan dalam konservasi dan dapat menunjukkan tren perubahan populasi terkait perubahan iklim (van Swaay et al., 2015). Pemantauan terhadap populasi kupu-kupu perlu dilakukan untuk mengetahui status berbagai spesies. Mengingat banyaknya jumlah spesies kupu-kupu di Indonesia maka skala prioritas perlu dilakukan.

Tren riset kupu-kupu yang utama masih mencakup pengungkapan informasi mengenai biodiversitas dan dinamika populasi kupu-kupu, dengan data kuantitatif yang melibatkan skema pemantauan kupu-kupu (Kristensen et al., 2007). Arah riset lainnya juga terkait degradasi habitat dan dampak perubahan iklim (Stefanescu et al., 2011).

Data mengenai parameter populasi seperti waktu atau musim terbang, pergerakan, perikehidupan, ancaman dan aspek lainnya sangat diperlukan untuk pengelolaan spesies kupu-kupu tertentu dan habitatnya (Rosa et al., 2020). Perekaman video pada telur kupu-kupu monark *Danaus plexippus* dapat mengungkap pemangsanya (Myers et al., 2020) sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam pengelolaan spesies ini.

Pengetahuan mengenai perikehidupan kupu-kupu yang mencakup fase pra-dewasa hingga dewasa juga perlu dipahami (Igarashi & Fukuda, 1997, 2000; Peggie, 2019a). Seperti kelompok serangga lainnya yang tergolong holometabola, kupu-kupu

mengalami proses metamorfosis lengkap dalam hidupnya. Siklus hidup ini mencakup fase telur – ulat (*larva*) – kepompong (*pupa*) – dewasa (*imago*). Durasi waktu yang diperlukan oleh kupu-kupu untuk melakukan metamorfosis lengkap ini tergantung pada spesies, musim, dan kondisi tumbuhnya (Peggie, 2014b). Lama hidup kupu-kupu dalam fase dewasa juga berbeda-beda tergantung pada spesies dan lingkungannya (Peggie & Supadi, 2024). Sebagai gambaran, umumnya fase telur dijalani 3–5 hari, fase ulat 20 hari, fase kepompong 10–18 hari, fase dewasa dapat bertahan 1–3 minggu, sehingga keseluruhan siklus berkisar antara 6–9 minggu.

Indonesia sebagai negara kepulauan menjadi sangat strategis dan unik dalam hal endemisitas berbagai flora dan fauna. Hal ini dapat terlihat dari banyaknya keunikan atau spesies endemik yang hanya dijumpai di Indonesia. Sekitar 30% dari spesies kupu-kupu Indonesia merupakan spesies endemik dan banyak di antaranya hanya terdapat di pulau-pulau tertentu (Widjaja et al., 2014). Keistimewaan ini sangat penting dan menarik untuk diungkapkan.

Data mengenai biodiversitas kupu-kupu di berbagai area di Indonesia dapat dijadikan data dasar untuk membandingkan dalam perspektif ruang dan waktu yang berbeda. Data kupu-kupu pada musim yang berbeda juga perlu diupayakan mengingat siklus hidupnya yang relatif singkat. Besar kemungkinan bahwa spesies yang terdata pada suatu publikasi tidak dijumpai lagi pada survei berikutnya di area yang sama karena sedang tidak dalam fase imago atau kupu-kupu dewasa. Sebaliknya, jika survei dilakukan dalam waktu yang singkat, sangat mungkin terjadi bahwa banyak spesies tidak terdata keberadaannya (Peggie et al., 2022b).

Penelusuran pustaka dan konfirmasi terhadap spesimen koleksi untuk penyusunan daftar spesies atau *checklist* kupu-kupu dapat dilakukan seperti yang telah dibuat untuk Sulawesi (Vane-Wright & de Jong, 2003), Maluku (Peggie et al., 1995, 2005), dan pulau-pulau lain (*in prep.*). Penyusunan *checklist* untuk berbagai kelompok taksa kupu-kupu juga perlu dilakukan, sebagaimana yang telah dilakukan bagi genus *Elymnias* sedunia (Wei et al., 2017). Penyusunan *checklist* ini sangat penting dalam rencana konservasi dan penentuan metode pemantauan secara umum.

Prioritas riset harus dilakukan mengingat luasnya wilayah Indonesia. Penetapan prioritas riset juga berlaku bagi kupu-kupu sedunia dengan kriteria yang umum digunakan adalah (1) taksa yang penting secara ekonomi, (2) taksa yang dapat dicuplik (*sampling*) dan dipantau (*monitoring*) secara efektif dalam konteks penilaian biodiversitas, (3) taksa yang penyebaran geografisnya terbatas (Kristensen et al., 2007).

Kajian terhadap biodiversitas kupu-kupu diawali dengan kegiatan inventarisasi untuk memperoleh daftar spesies dengan nama ilmiah yang tepat sebagai data dasar. Pengambilan sampel spesimen dan data lapangan dilakukan dengan metode baku menggunakan jaring serangga (Ubaidillah & Aswari, 2004; Peggie, 2014b). Prinsip kehati-hatian dalam pengambilan sampel kupu-kupu juga perlu diperhatikan agar tidak menimbulkan dampak negatif pada populasi di alam, terutama bagi spesies yang langka. Pengambilan sampel dapat dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan pada lokasi yang dipilih sesuai dengan tujuan mendata keberadaan berbagai spesies kupu-kupu di suatu area.

Data dasar ini selanjutnya dapat digunakan untuk kegiatan *monitoring* dan evaluasi terhadap spesies dan populasinya

(Kristensen et al., 2007). Data dasar juga dapat menjadi pertimbangan untuk meninjau potensinya dalam pengelolaan dan pemberdayaan masyarakat sekitar kawasan.

Saat ini spesies dan subspecies baru kupu-kupu masih dapat ditemukan di daerah terpencil yang belum dieksplorasi, misalnya temuan spesies *Ideopsis fojana* Peggie, van Mastrigt & Vane-Wright, 2009 (Peggie et al., 2009), subspecies *Delias benasu arimai* Yamauchi, Yata & Peggie, 2003 (Yamauchi et al., 2003), subspecies *Taraka hamada hamakoe* Suefuji, Saito & Peggie, 2023 (Suefuji et al., 2023). Penelaahan dan penelusuran pada spesimen koleksi di museum zoologi atau museum sejarah alam lainnya juga memungkinkan ditemukannya spesies baru seperti yang dilakukan di MZB terhadap *Epimastidia suffuscus* Tennent, Müller & Peggie, 2014; dan *Paraduba tenebrae* Tennent, Müller & Peggie, 2014 (Tennent et al., 2014).

Pengetahuan mengenai fase pra-dewasa dan dewasa kupu-kupu memberikan pemahaman yang lebih baik terhadap spesies yang diteliti. Penelitian terhadap berbagai spesies, yaitu *Graphium agamemnon* di laboratorium rintisan (Peggie et al., 1991); *Papilio polytes* di laboratorium rintisan (Astuti & Peggie, 1991); *Graphium androcles* di lapangan dan laboratorium (Harlina et al., 2017); *Faunis menado* di lapangan dan laboratorium (Yamaguchi et al., 2018); *Papilio peranthus* di kandang penangkaran (Peggie, 2019a); *Troides helena* dan *Pachliopta adamas* di kandang penangkaran (Peggie et al., 2021c); *Papilio demoleus* dan *P. polytes* di kandang penangkaran (Peggie et al., 2022a); *Idea blanchardii* di kandang penangkaran (Peggie & Supadi, 2024) dan berbagai spesies lainnya (*in prep.*) telah mengungkap berbagai aspek perikehidupan spesies kupu-kupu tersebut. Penelitian serupa perlu dilakukan untuk banyak spesies kupu-kupu lainnya untuk memperkaya pengetahuan mengenai

kupu-kupu Indonesia. Data ini dibutuhkan dalam pengambilan kebijakan mengenai konservasi berbagai spesies kupu-kupu Indonesia.

Penelitian beberapa aspek lainnya seperti suara yang ditimbulkan oleh kepompong *Troides helena* (Kurniati et al., 2018); dan juga observasi mimikri pada *Elymnias agondas* telah dilakukan (Lohman et al., 2020).

Pengetahuan tentang biodiversitas kupu-kupu tidak dapat dilepaskan dari spesimen koleksi yang merupakan contoh atau representatif, rekaman, dan bukti keberadaan spesies kupu-kupu tersebut di berbagai area pengambilannya (Peggie et al., 2022b). Spesimen ini sangat berharga sehingga perlu ditangani dengan baik.

B. Penanganan dan Pendataan Spesimen Koleksi

Kegiatan survei inventarisasi biota umumnya meliputi pengambilan sampel dan tindakan penanganan spesimen yang harus dilakukan di lapangan. Kemudian sampel kupu-kupu diproses dengan metode baku untuk dijadikan spesimen permanen (Ubaidillah, 1999; Peggie, 2014b). Metode ini mencakup relaksasi dan perentangan spesimen dengan mempertahankan catatan tiap spesimen pada label koleksi.

Selanjutnya spesimen dipilah dan diidentifikasi untuk memastikan nama spesies dan penggolongannya. Referensi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kupu-kupu Indonesia mencakup Aoki et al. (1982); Corbet & Pendlebury (1992); D'Abrera (1985, 1986); Morishita (1981); Peggie & Amir (2006); Tsukada (1985, 1991); Tsukada & Nishiyama (1982); Yata (1981). Sejak November 2022, Panduan Identifikasi dari Aplikasi Kupunesia juga dapat digunakan (Peggie et al., 2022b; Peggie et al., 2024).

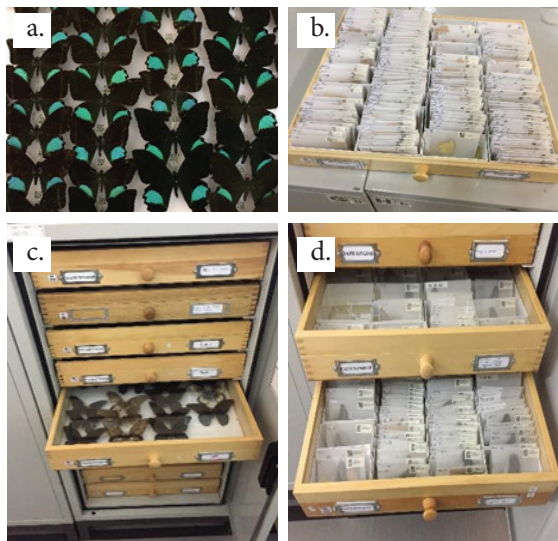
Langkah berikutnya adalah spesimen dimasukkan ke dalam ruang koleksi laboratorium Entomologi, MZB, sebagai pusat depositori nasional. Selanjutnya dilakukan proses perekaman data atau digitalisasi spesimen. Kemudian dapat dilakukan pekerjaan kuratorial yang meliputi pemeriksaan, konfirmasi identitas spesimen, dan penataan spesimen sesuai klasifikasi sistematika yang berlaku (Peggie, 2014b). Klasifikasi atau penggolongan suatu takson dapat mengalami perubahan yang dinamis.

Pada tahun 2019–2021 dilakukan digitalisasi dan mobilisasi data spesimen kupu-kupu koleksi MZB dengan pendanaan hibah dari *Biodiversity Information Funds for Asia* (BIFA), Kementerian Lingkungan Hidup Jepang. Fasilitas dilakukan oleh *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), yang merupakan jejaring internasional menangani informasi biodiversitas, bertempat di Copenhagen, Denmark. Kegiatan digitalisasi ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan data koleksi dan penataan spesimen kupu-kupu di MZB, sesuai alur kerja termasuk penggunaan kode QR pada tiap spesimen (Gambar 3.1). Proses identifikasi dan validasi seluruh spesimen dari famili Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, dan spesimen tipe dilakukan untuk mempermudah akses terhadap spesimen koleksi.

Penataan spesimen ke dalam laci-laci koleksi dan ke dalam kabinet atau lemari koleksi dilakukan setelah pendataan selesai (Gambar 3.2). Saat ini spesimen koleksi Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, dan spesimen tipe sudah dalam kondisi rapi dan mudah diakses.



Gambar 3.1 Alur Kerja Penanganan Spesimen dan Data Kupu-kupu



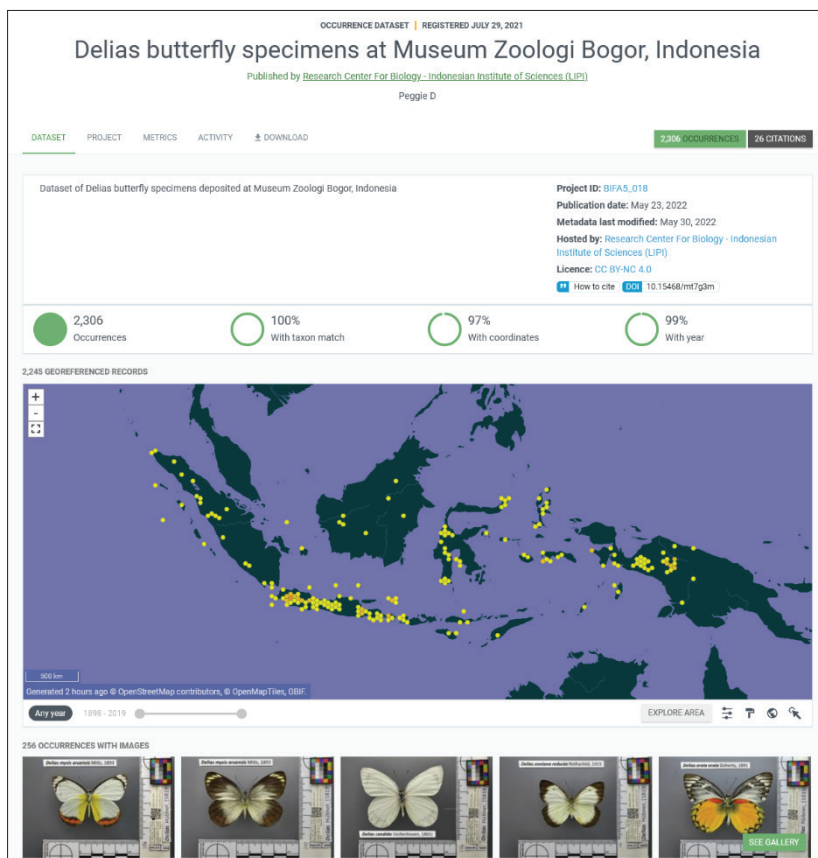
Keterangan: a) Spesimen *Papilio arjuna* yang direntang telah didata dan ditata; b) Spesimen *Catopsilia pomona* yang tidak direntang disimpan di dalam amplop lengkap dengan data dan kode QR; c) Laci berisi spesimen rentang dimasukkan ke dalam kabinet; d) Laci berisi spesimen tidak direntang.

Gambar 3.2 Penataan Spesimen ke dalam Laci dan Lemari/Kabinet

C. Pengelolaan Data Koleksi

Upaya digitalisasi dan mobilisasi data spesimen kupu-kupu MZB di Widyasatwaloka, Cibinong telah dilakukan bersama tim kerja BIFA-GBIF mulai Mei 2019 hingga Desember 2021. Pemberian nomor koleksi MZB jika belum ada, pemberian label kode QR, proses memasukkan data (*data input*) spesimen ke program Excel, pengambilan foto untuk tiap spesies dan subspecies, penelusuran lokasi (*georeferenced*), pemeriksaan data, dan penyampaian data ke GBIF telah dilakukan. Data disampaikan dalam bentuk *dataset* untuk tiap genus pada famili Papilionidae, dan tiap genus atau kelompok beberapa genus pada famili Pieridae (Gambar 3.3). Jumlah total mencapai lebih dari 18.000 spesimen, dilengkapi dengan kode QR untuk memudahkan akses dan penelusuran data. Buku katalog spesimen juga dicetak untuk memudahkan akses manual. Data yang disimpan pada **kehati.lipi.go.id** masih dalam proses migrasi ke **brin.go.id** sehingga belum dapat diakses. Akses data secara digital ke GBIF dapat dilakukan melalui: <https://www.gbif.org/dataset/search?offset=20&q=museum%20zoologi%20bogor>

Pada lokakarya BIFA-GBIF bulan Februari 2020 dilakukan pelatihan mengenai proses pengelolaan spesimen dan data. Pada lokakarya kedua, September 2021 diinisiasi langkah untuk memperoleh data keberadaan berbagai spesies kupu-kupu Indonesia dari berbagai area dengan melibatkan partisipasi sains warga (Peggie et al., 2021b). Lebih dari 800 foto kupu-kupu diterima dari berbagai lokasi, yang diunggah ke GBIF sebagai catatan pengamatan keberadaan (*observation records of occurrence*) spesies terkait dengan data tempat (*spatial*) dan data waktu (*temporal*) yang akurat dan dapat diakses pada <https://www.gbif.org/dataset/4d236e9c-fa04-4a94-9356-382c9f7c84c0>



Keterangan: Spesimen genus *Delias* di koleksi MZB dan dapat diakses pada situs GBIF <https://www.gbif.org/dataset/38af1774-d162-49d1-8c17-ea50e952b1bf>

Gambar 3.3 Contoh Data yang Telah Dikirimkan ke GBIF

IV. KONSERVASI KUPU-KUPU

Konservasi dalam perspektif biodiversitas umumnya dikaitkan dengan kegiatan pengawetan, perlindungan, dan pemanfaatan secara lestari sebagaimana tercantum dalam UU No. 5 tahun 1990 dan UU No. 32 tahun 2024. Sejalan dengan ini, persatuan internasional untuk konservasi alam yaitu *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) menyoroti konservasi sebagai pelestarian biodiversitas genetik dan pemanfaatan spesies dan ekosistem secara berkelanjutan. Platform kebijakan ilmu antarpemerintah tentang biodiversitas dan jasa ekosistem yaitu *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) menyatakan konservasi biodiversitas dan jasa ekosistem mencakup aksi melindungi, mempelajari, dan memanfaatkan untuk kesejahteraan generasi kini sambil tetap menjaganya bagi generasi mendatang.

Konservasi kupu-kupu menjadi sangat penting karena fungsi kupu-kupu di ekosistem sebagai penyerbuk dan sebagai bio-indikator kualitas lingkungan.

A. Pengawetan dan Perlindungan Kupu-kupu Indonesia

Konservasi kupu-kupu terkait erat dengan preservasi habitat. Langkah-langkah perlindungan terhadap kupu-kupu yang tergolong ke dalam kriteria: memiliki sebaran terbatas, memiliki kebutuhan spesifik, dan/atau berstatus langka telah disusun di negara-negara Eropa dan Amerika (Kristensen et al., 2007). Perhatian dan langkah-langkah untuk konservasi kupu-kupu di Indonesia masih perlu ditingkatkan. Prioritas konservasi yang perlu dilakukan adalah kajian terhadap biodiversitas dengan

mempertimbangkan aspek endemik dan biogeografi seperti pernah dilakukan untuk kupu-kupu Maluku (Vane-Wright & Peggie, 1994). Kajian biodiversitas ini perlu ditindaklanjuti dengan implementasi yang mendukung konservasi.

Kupu-kupu memiliki asosiasi yang sangat spesifik dengan tumbuhan inangnya, yaitu tumbuhan dimana kupu-kupu betina meletakkan telur dan ulat memakan daunnya (Feeny et al., 1983; Jerny, 1984; Bernays, 1992; Ferrer-Paris et al., 2013; Peggie, 2014b; Peggie et al., 2021c). Ancaman terhadap habitat tempat bertumbuhnya tumbuhan inang dan tumbuhan penyedia nektar berdampak langsung pada keberadaan kupu-kupu. Hilangnya tumbuhan inang yang sangat spesifik bagi spesies kupu-kupu endemik akan menyebabkan kepunahan.

Berkurangnya atau hilangnya habitat alami bagi kupu-kupu akibat alih fungsi lahan merupakan faktor utama yang menyebabkan penurunan populasi berbagai spesies kupu-kupu dalam ruang dan waktu (Peggie, 2014b). Sekitar 2 atau 3 dekade lalu, masih banyak terlihat kupu-kupu di sekitar kita. Kondisi yang berbeda terjadi sekarang akibat habitat kupu-kupu yang makin terdesak. Pengetahuan tentang tumbuhan inang dan berbagai kondisi yang menunjang perkembangan kehidupan kupu-kupu akan menjadi sangat bermanfaat. Pengetahuan ini dapat menggugah kita untuk menanam berbagai tumbuhan yang menunjang kehidupan berbagai spesies kupu-kupu. Hal ini dikenal sebagai pemerayaan habitat (*habitat enrichment*) yang dapat berdampak positif terhadap keberlangsungan spesies kupu-kupu di sekitar kita. Pendekatan ini merupakan salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk mendukung konservasi kupu-kupu Indonesia.

Indonesia memiliki peraturan perundang-undangan yang mengatur pengawetan jenis tumbuhan dan satwa yaitu Peraturan

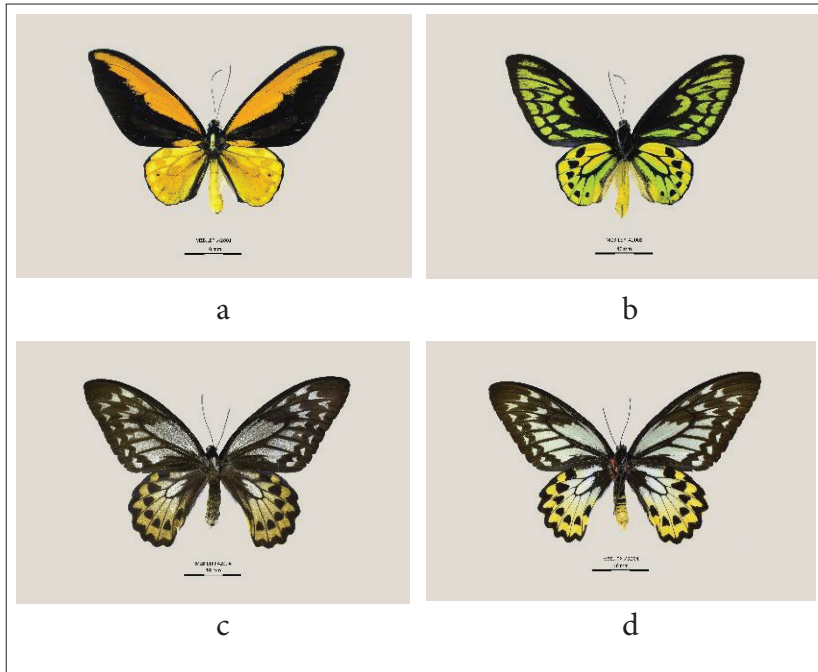
Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999, dan Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 1999 yang mengatur pemanfaatan jenis tumbuhan dan satwa. Partisipasi dan kontribusi pemikiran telah dilakukan dalam pertimbangan terkait kupu-kupu yang termasuk ke dalam daftar jenis dilindungi. Setelah melalui proses panjang untuk melakukan perubahan dan penambahan terhadap lampiran yang berisi daftar jenis dilindungi, pada akhir tahun 2018 telah ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, No. P.106 tahun 2018 mengenai tumbuhan dan satwa dilindungi (KLHK, 2018). P.106 ini mengatur bahwa semua spesies kupu-kupu sayap burung *Ornithoptera*, kupu-kupu raja *Troides*, kupu-kupu *Trogonoptera brookiana*, dan kupu-kupu sayap renda endemik Sulawesi *Cethosia myrina* ditetapkan menjadi jenis dilindungi (KLHK, 2018). Sebelumnya masih ada beberapa spesies kupu-kupu sayap burung *Ornithoptera*, dan beberapa spesies kupu-kupu raja *Troides* yang belum dilindungi (Peggie, 2011a), yaitu *O. aesacus*, *O. croesus*, *O. meridionalis*, *T. cuneifera*, *T. oblongomaculatus*, dan *T. prattorum*. Saat ini enam spesies tersebut telah dimasukkan ke dalam daftar tumbuhan dan satwa dilindungi di Indonesia. Hal ini tentunya mempermudah implementasi konservasi kelompok kupu-kupu ini.

Ditetapkannya perlindungan terhadap semua spesies kupu-kupu *Ornithoptera*, *Troides*, dan *Trogonoptera brookiana* telah sesuai dengan regulasi yang ditetapkan oleh Konvensi Perdagangan Internasional Spesies Tumbuhan dan Satwa Liar yang Terancam Punah CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). CITES memasukkan semua kelompok kupu-kupu ini ke dalam Appendiks II. Hal ini berarti bahwa perdagangan spesies kupu-kupu ini harus dikendalikan agar tidak terjadi pemanfaatan yang membahayakan keberlangsungan spesies tersebut.

Tentunya masih banyak spesies kupu-kupu Indonesia yang memerlukan perhatian khusus karena mengalami berbagai tekanan perubahan habitat, perubahan iklim, polusi, ancaman spesies invasif, perburuan liar, dan faktor lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penilaian terhadap status keterancaman dan konservasi berbagai spesies, terutama kupu-kupu endemik.

Penilaian dan tinjauan telah dilakukan terhadap *Ornithoptera croesus*, kupu-kupu sayap burung yang memiliki sebaran terbatas atau endemik hanya di Maluku Utara (Peggie et al., 2021a). Kupu-kupu karismatik yang sangat indah dan memukau banyak orang ini (Gambar 4.1) ditemukan pertama kali dan dipertelakan oleh *naturalist* Inggris terkenal, Alfred Russel Wallace pada tahun 1859. Spesies ini sangat langka di alam dan hanya dapat dijumpai pada habitat tertentu saja. Pengetahuan mengenai tumbuhan inangnya telah memungkinkan spesies ini untuk dikembangkan di kandang penangkaran di area yang berbatasan dengan hutan alaminya. Perlu diupayakan suatu pengelolaan yang tertata dan pemanfaatan dengan pendekatan ekowisata agar mengurangi tekanan terhadap spesies ini (Peggie, 2022).

Penilaian status konservasi dapat dilakukan berdasarkan cuplikan *Red List Index* yang memuat informasi seperti kelimpahan, distribusi, dan ancaman terhadap spesies yang dinilai tersebut (Lewis & Senior, 2011). *Red List* (Daftar Merah) spesies terancam punah IUCN digunakan sebagai standar global untuk menilai risiko kepunahan yang dihadapi oleh tiap biota. Penilaian status dan tingkat keterancaman untuk kupu-kupu Indonesia juga dapat mengacu pada Red List dari IUCN.



Keterangan: a. jantan tampak atas, b. jantan tampak bawah, c. betina tampak atas, d. betina tampak bawah.

Gambar 4.1 Kupu-kupu *Ornithoptera croesus*

Walaupun kriteria pada IUCN ini diakui agak sulit diterapkan untuk kupu-kupu, namun pada umumnya kriteria B dan kriteria D2 dapat digunakan untuk menilai status keterancaman spesies tersebut. Kriteria B mencakup kisaran geografis *extent of occurrence* (EOO) atau sejauh mana keberadaannya dan *area of occupancy* (AOO) atau wilayah huniannya. Kriteria D2 menilai besar atau kecilnya ukuran populasi, misalnya populasi hanya pada suatu wilayah hunian yang sangat terbatas. Spesies dianggap menghadapi ancaman jika memiliki *area of occupancy* yang sangat terbatas, dan dijumpai hanya pada sedikit lokasi —yaitu kurang dari 5 lokasi— di area penyebarannya (IUCN, 2012).

Kontribusi dalam penilaian IUCN terhadap kupu-kupu Indonesia telah dilakukan. Setidaknya 10 spesies telah dimuat pada laman IUCN, yaitu *Papilio diophantus* dan *P. lampsacus* pada tahun 2020; *Graphium deucalion*, *G. dorcus*, *G. meyeri*, *G. sarpedon*, *Pachliopta polydorus*, *Papilio (Chilasa) veiovis*, *Papilio blumei*, dan *P. sataspes* pada tahun 2021.

Selain *Red List* IUCN ini, telah dikenal penilaian *Green Status* (Status Hijau) IUCN. Penilaian ini membantu untuk menetapkan target pemulihan spesies. Status Hijau IUCN melengkapi Daftar Merah dan menjadi bagian opsional untuk menilai pemulihan populasi dari spesies target dan mengukur keberhasilan konservasi mereka.

Upaya perlindungan kupu-kupu ini harus diimbangi dengan aspek pemanfaatan yang berkesinambungan. Perlu dibuat alternatif bagi masyarakat yang hidup berdekatan dengan area konservasi agar tidak mengganggu habitat alam. Unsur pemanfaatan oleh masyarakat perlu dipertimbangkan dan diupayakan implementasinya agar tidak terjadi konflik yang merugikan semua pihak.

B. Pemanfaatan Berkelanjutan Kupu-kupu Indonesia

Setiap biota memiliki peran beragam di dalam ekosistem. Pada fase *imago* (dewasa) kupu-kupu berperan sebagai salah satu serangga penyerbuk. Dalam rantai makanan, kupu-kupu berperan sebagai pakan bagi pemangsanya, dan sebagai pemakan tumbuhan (herbivora) pada fase ulat. Kupu-kupu juga menjadi indikator kualitas lingkungan, dan dapat digunakan sebagai obyek dalam berbagai penelitian (Peggie, 2014b). Keindahannya membuat kupu-kupu menjadi sumber daya hayati yang diminati kolektor sehingga bernilai ekonomi tinggi, namun hal

ini sekaligus juga memberikan tekanan negatif bagi keberlangsungannya.

Berbeda dengan lebah dan tawon, kupu-kupu bukan serangga penyerbuk utama, karena tidak memiliki struktur khusus untuk membawa serbuk sari. Tidak banyak laporan yang menyebutkan secara khusus tumbuhan apa saja yang penyerbukannya dibantu oleh kupu-kupu. Namun terungkap bahwa dalam proses mencari makan berupa nektar bunga, kupu-kupu dapat membantu penyerbukan. Kupu-kupu mengisap nektar bunga dengan alat mulut yang disebut *proboscis*, yang berbentuk seperti sedotan yang dapat menggulung. Serbuk sari bunga yang tersentuh akan menempel pada *proboscis* atau pada tungkainya dan selanjutnya menempel pada putik bunga yang dihindangi, sehingga terjadi proses penyerbukan. Kupu-kupu dapat memanfaatkan nektar pada bunga berbentuk tabung yang dalam dan sempit, sesuai dengan panjang *proboscis* (Rusman et al., 2016). Lebah dan tawon tidak efektif dalam penyerbukan bunga berbentuk tabung yang kecil dan sempit karena tidak dapat menjangkaunya.

Kupu-kupu dalam berbagai fase kehidupan berperan dalam mata rantai makanan. Fase telur rawan dimakan oleh serangga lain atau dimanfaatkan oleh serangga parasitoid yang menyusukkan telurnya ke dalam telur kupu-kupu sehingga yang bertumbuh adalah parasitoid tersebut. Fase ulat dimakan oleh burung, reptil, dan satwa lainnya. Fase kepompong dimakan oleh tikus ataupun satwa lainnya. Fase dewasa dimakan oleh burung, reptil, laba-laba, ataupun satwa lainnya.

Fase ulat dari sebagian besar kelompok kupu-kupu memakan daun tumbuhan inang, atau berperan sebagai herbivora. Banyak di antara tumbuhan inang adalah tumbuhan rendah atau herba, sehingga ulat kupu-kupu dapat berperan mengendalikan herba dan gulma. Di sisi lain, ulat kupu-kupu dapat dianggap sebagai

hama ketika memanfaatkan daun dari tumbuhan produksi, misalnya ulat *Papilio* spp. yang memakan daun jeruk *Citrus* spp. (Peggie et al., 2022a).

Kupu-kupu dapat digunakan sebagai indikator kualitas lingkungan. Selain menandakan tersedianya tumbuhan inang, keberadaan kupu-kupu yang beragam pada suatu area dapat mengindikasikan bahwa lingkungan tersebut masih alami dan tidak tercemar oleh insektisida dan polutan lainnya. Pengungkapan lebih lanjut mengenai interaksi yang spesifik antara ulat dengan tumbuhan inang ini perlu dilakukan. Kupu-kupu dapat digunakan dalam pemantauan lingkungan untuk meneliti atau menilai perubahan atau kerusakan habitat (Peggie, 2014b).

Kupu-kupu juga digunakan dalam berbagai penelitian genetika, ekologi, biogeografi, dan pendekatan lainnya (Peggie, 2014b). Kemudahan pemeliharaan dan siklus hidupnya yang relatif singkat meningkatkan penggunaan kupu-kupu sebagai obyek penelitian. Pengetahuan dan pemahaman biogeografi banyak dipengaruhi oleh penelitian tentang kupu-kupu. Kontribusi penjelajah alam terkenal A.R. Wallace juga diilhami oleh observasi dan pemikirannya terhadap fauna termasuk kupu-kupu. Dari hasil pemikirannya tercetus garis imajiner Wallace, yang memisahkan fauna di wilayah barat dan timur Indonesia. Hingga kini penelitian terkait biogeografi masih berlanjut dan menghadirkan hipotesis ataupun jawaban menarik mengenai distribusi berbagai biota termasuk kupu-kupu.

Selain berbagai manfaat yang telah diungkapkan di atas, ada nilai tambah secara intrinsik yang dimiliki oleh kupu-kupu, yaitu bernilai *biophilia* atau disukai banyak orang (Vane-Wright, 2003). Hal ini membuat pengetahuan mengenai kupu-kupu lebih maju dibanding serangga lain. Terungkapnya banyak spesies

baru kupu-kupu tidak lama setelah Linnaeus memperkenalkan sistem tata nama merupakan bukti nyata ketertarikan orang pada biota ini. Tidak sedikit penggemar atau kolektor kupu-kupu yang rela membayar dengan harga yang tinggi untuk memperoleh spesies yang diinginkan. Minat yang tinggi terhadap suatu spesies tertentu dapat memberikan tekanan pada populasinya di alam, khususnya pada spesies endemik dengan sebaran terbatas, yang diambil langsung pada area yang sempit.

Perdagangan kupu-kupu di dunia telah terjadi sejak lama dengan nilai ekonomi cukup menggiurkan (Liew et al., 2021; Wang et al., 2023). Tata kelola perdagangan kupu-kupu di Indonesia telah diatur melalui mekanisme kuota tahunan oleh otoritas pengelola Kementerian Kehutanan dengan rekomendasi otoritas keilmuan Sekretariat Kewenangan Ilmiah Keanekaragaman Hayati BRIN. Spesies yang termasuk dalam Appendiks CITES dan yang termasuk spesies dilindungi di Indonesia juga diatur dengan regulasi yang lebih ketat. Pada kenyataannya, spesies yang diatur oleh CITES tidak menjadi menurun volume perdagangannya walaupun harga menjadi lebih tinggi (Wang et al., 2023). Hal ini perlu disikapi dengan lebih hati-hati.

Persoalan lainnya adalah saat ini banyak terjadi perdagangan spesimen kupu-kupu secara *online* (Wang et al., 2023). Dengan ukuran kupu-kupu yang relatif kecil, pengiriman spesimen mungkin tidak terdeteksi, sehingga masih dilakukan oleh pelaku usaha yang berspekulasi melakukannya tanpa dilengkapi izin. Tindakan penegakan aturan kemungkinan belum menyentuh pelaku usaha ini sehingga transaksi masih berlangsung dan belum ada efek jera. Permasalahan pengambilan kupu-kupu langsung dari habitat alam secara *illegal* (tanpa izin) ini perlu mendapatkan perhatian dan perlu penanganan yang komprehensif dari berbagai pihak terkait.

Pengambilan kupu-kupu langsung dari alam ini dapat diatasi melalui kegiatan penangkaran, yaitu upaya pemeliharaan berbagai spesies kupu-kupu. Dengan penangkaran ini cukup diambil induk (*parental stocks*) dalam jumlah sedikit dari habitat alamnya. Selanjutnya dapat dilakukan penangkaran hingga 4–5 generasi sebelum perlu mengambil induk tambahan dari alam. Individu kupu-kupu yang dihasilkan dari penangkaran juga memiliki kualitas yang lebih baik, dengan sayap yang masih utuh. Hasil penangkaran ini sebagian dapat dipanen untuk dijual, sebagian dijadikan induk lanjutan untuk generasi berikutnya, dan sebagian lagi dapat dilepas ke alam jika penangkaran dilakukan dalam area sebaran (*in-situ*).

Saat ini hanya sedikit pelaku usaha yang memiliki izin penangkaran, sehingga kendala ini perlu diatasi dengan bijak. Penangkaran merupakan salah satu solusi yang sangat baik untuk memanfaatkan kupu-kupu. Mekanisme untuk memperoleh izin penangkaran perlu dipermudah dan difasilitasi sehingga pelaku usaha dapat terdaftar (Peggie, 2022). Terdaftaranya pelaku usaha akan mempermudah pembinaan dan pemantauan terhadap kegiatan pemanfaatan kupu-kupu sehingga rambu-rambu dapat dipatuhi. Sekarang masih terjadi ketimpangan di mana pelaku usaha yang terdaftar hanya sedikit, sedangkan pelaku *illegal* masih belum dikenakan sanksi pelanggaran.

Daya tarik kupu-kupu dapat dimanfaatkan dengan membuat taman kupu-kupu di mana pengunjung dapat dengan mudah melihat keindahan kupu-kupu yang beterbangan secara terkonsentrasi di dalam sungkup. Potensi pemanfaatan kupu-kupu untuk dipamerkan ini membuka peluang usaha berbasis ekowisata. Inventarisasi spesies lokal dan penilaian potensi perlu dilakukan untuk menentukan apakah suatu area layak dijadikan area ekowisata dengan memanfaatkan kupu-kupu sebagai sumber

atraksi. Spesies kupu-kupu yang dapat dipamerkan hendaknya memenuhi berbagai kriteria, yaitu (1) memiliki sayap berwarna cerah dan menarik, (2) memiliki ukuran yang cukup besar agar mudah dilihat, (3) mudah dipelihara, (4) sudah diketahui tumbuhan pakan ulatnya, dan (5) tidak rentan terhadap serangan musuh alami (Peggie, 2019a).

Model penangkaran dan taman kupu-kupu *Biovillage* LIPI telah dibangun dan dikembangkan pada tahun 2016–2021 (Gambar 4.2). Teknik penangkaran kupu-kupu (Peggie, 2019b) dari berbagai spesies telah diterapkan dalam program ini. Berbagai aspek perikehidupan kupu-kupu terungkap (Peggie, 2019a untuk *Papilio peranthus*; Peggie et al., 2021c untuk *Troides helena* dan *Pachliopta adamas*; Peggie et al., 2022a untuk *P. demoleus* dan *P. polytes*; dan Peggie & Supadi, 2024 untuk *Idea blanchardii*). Pengetahuan ini dapat dijadikan bahan pertimbangan konservasi (Peggie et al., 2021c).

Selain sebagai tempat rekreasi yang menyenangkan, taman kupu-kupu memiliki nilai edukasi, karena dapat digunakan sebagai tempat observasi untuk mengetahui lebih rinci tentang daur hidup dan perikehidupan berbagai spesies (Peggie, 2019a). Penangkaran ini dapat menghasilkan berbagai spesies kupu-kupu yang bernilai ekonomis dan dapat diperdagangkan secara *legal* dan berkesinambungan. Salah satu kunci keberhasilannya adalah mengetahui dan mengembangkan tumbuhan pakan ulatnya yang spesifik.

Pemeliharaan kupu-kupu dapat dilakukan dengan tetap memperhatikan prinsip-prinsip ekologis dan konservasi. Taman kupu-kupu membuka peluang untuk edukasi dan ekowisata, namun perlu diperhatikan risiko terhadap kemurnian jenis dan keamanan populasi lokal (Boppré & Vane-Wright, 2012). Oleh karena itu perlu diambil langkah aman dengan memberikan



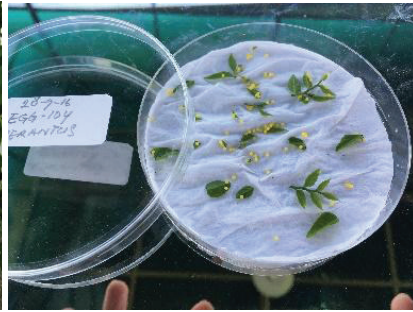
a



b



c



d



e



f

Keterangan: a) Ruang pemeliharaan fase pra-dewasa; b) Sungkup kupu-kupu; c) Contoh kupu-kupu yang diteliti, *Papilio polytes*, dalam posisi kawin; d) Telur *Papilio peranthus*; e) Ulat *P. peranthus*; f) Kupu-kupu *P. polytes* keluar dari selubung kepompong.

Gambar 4.2 Penangkaran Kupu-kupu *Biovillage* LIPI

izin untuk mengembangkan spesies lokal saja. Hal ini untuk menghindari terjadinya bencana ekologis seperti adanya spesies introduksi yang mungkin dapat menjadi invasif. Jika akan memelihara spesies dari luar area sebaran, pengecualian dapat dibuat ketika fasilitas telah dianggap layak dan aman. Namun perlu perhatian dan penjagaan khusus agar spesies tersebut tidak terlepas ke luar sungkup (Peggie, 2019a).

Dalam suatu taman kupu-kupu umumnya terdapat 15–20 spesies kupu-kupu dengan jumlah individu yang memadai agar mudah terlihat dan dinikmati oleh pengunjung. Diperlukan komitmen dari pengelola taman kupu-kupu agar di dalam taman selalu terlihat kupu-kupu ramai beterbangan. Penyediaan stok kupu-kupu secara berkesinambungan dapat diperoleh dari hasil pemeliharaan di penangkaran sendiri ataupun dapat dibantu dengan pasokan dari penangkar lain (Peggie, 2019a).

Daya tarik kupu-kupu juga membuka peluang ekowisata. Pemanfaatan kupu-kupu terkait aspek ekowisata ini sangat layak dikembangkan. Indonesia terkenal memiliki berbagai spesies kupu-kupu yang menarik minat para penggemar. Tidak sedikit orang yang menyukai program wisata alam, ada yang memiliki minat khusus pada burung, kupu-kupu, ataupun satwa lainnya. Kegiatan mengamati, memotret, dan menikmati burung (*bird watching*) telah dimulai belasan tahun lalu di Indonesia. Saat ini mulai berkembang peminat khusus *butterflying trip* atau wisata melihat, memotret, dan menikmati keindahan kupu-kupu di habitat alamnya. Rekreasi minat khusus yang mendekatkan diri pada alam ini dapat menyenangkan peminatnya dan memberikan manfaat kesehatan jiwa.

Program ekowisata kupu-kupu ini perlu dikembangkan dengan memperhatikan berbagai unsur strategis. Selain terkait daya tarik kupu-kupu dan biota lainnya, peluang usaha penunjang

dalam akomodasi, konsumsi, dan promosi kawasan juga dapat ditingkatkan. Peningkatan taraf hidup masyarakat sekitar kawasan dan konservasi biodiversitas menjadi hal pokok yang perlu diperhatikan (Samal & Dash, 2023). Sayangnya, dalam 5 tahun terakhir ini potensi ekowisata kupu-kupu Indonesia justru digarap oleh orang asing dari luar negeri. Mereka menjual keindahan dan keunikan kupu-kupu Indonesia kepada para penggemar spesifiknya dengan mengatur perjalanan ekowisata ke berbagai area di Indonesia. Usaha terkait ekowisata ini perlu segera ditangani oleh Indonesia, terutama pelaku usaha kupu-kupu di area sebaran agar manfaat ekonomi dapat dirasakan secara langsung oleh masyarakat.

Letak geografis Indonesia yang strategis dengan keunikan setiap pulaunya membuat peluang terbuka lebar untuk ekowisata. Tidak perlu ada kekhawatiran berlebihan terhadap kompetisi atau persaingan antar pulau atau area. Keunikan spesies yang dapat ditawarkan oleh masing-masing pulau atau area di Indonesia sangat menarik dan tidak tergantikan oleh area lainnya. Banyak sekali spesies kupu-kupu dan biota lainnya yang dapat dimanfaatkan dalam program ekowisata yang tentunya perlu selaras dengan prinsip konservasi.

V. AKSELERASI PENGETAHUAN KUPU-KUPU INDONESIA

Kemajuan pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia mulai dipercepat melalui momentum meningkatnya minat dan perhatian masyarakat awam terhadap kupu-kupu. Pada tahun 2000-an, telah dipersiapkan dan diterbitkan beberapa buku pengenalan kupu-kupu (Peggie & Amir, 2006; Peggie, 2011a, 2014b, 2014c), yang disambut antusias oleh kalangan umum. Buku-buku pengenalan sederhana ini dimaksudkan sebagai fondasi menumbuhkan minat terhadap kupu-kupu. Seiring berkembangnya teknologi telah diciptakan suatu aplikasi berbasis android pada telepon seluler untuk mempercepat perolehan data kupu-kupu Indonesia, yang dilengkapi dengan panduan pengenalan kupu-kupu.

A. Pemasyarakatan Ilmu

Salah satu solusi untuk mempercepat pengembangan ilmu pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia adalah melalui penyebaran/ diseminasi ilmu pengetahuan agar semakin banyak diketahui dan dipedulikan orang. Diseminasi ini dilakukan melalui artikel ilmiah dan buku panduan teknis yang praktis.

Pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia telah dipublikasikan (Amir & Peggie, 1996; Holloway et al., 2001), dan buku-buku panduan teknis lain dapat dimanfaatkan dengan mudah, diantaranya Panduan Praktis Kupu-kupu di Kebun Raya Bogor (Peggie & Amir, 2006); Kupu-kupu Indonesia yang Bernilai dan Dilindungi (Peggie, 2011a); Kupu-kupu Gunung Ciremai (Peggie & Noerdjito, 2011); Kupu-kupu Ternate

Buku ini tidak diperjualbelikan.

(Peggie, 2011b); Mengenal Kupu-kupu (Peggie, 2014b, 2014c); dan Kupu-kupu Jambi (Panjaitan et al., 2021) sebagai kontribusi nyata terhadap ilmu pengetahuan.

Pemasyarakatan ilmu juga diupayakan melalui tulisan populer yang mudah menjangkau masyarakat umum seperti tulisan di surat kabar harian nasional Kompas (Peggie, 2008b); buku Mengenal Kupu-kupu untuk Anak-anak (Peggie, 2014c); pengenalan kupu-kupu dalam buku Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional Tahun 2015 (Peggie, 2015); dan tulisan di Detik.com dalam rubrik Edukasi (Detikedu) untuk mempopulerkan Aplikasi Kupunesia (Peggie et al., 2024). Penyelenggaraan berbagai pelatihan ataupun bincang santai mengenai kupu-kupu juga telah dilakukan baik secara tatap muka ataupun melalui media *online*.

Pembimbingan mahasiswa secara formal ataupun yang melakukan praktek kerja lapang telah dilakukan dalam upaya pembinaan kader ilmiah. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan minat dan kepedulian terhadap kupu-kupu.

B. Minat dan Potensi Sains Warga

Perolehan data mengenai biodiversitas kupu-kupu di suatu area juga dapat dilakukan tanpa pengambilan spesimen. Tentunya hal ini bersifat pelengkap dan tidak menghilangkan aspek penting untuk menyimpan spesimen di museum. Warga penggiat kupu-kupu (*butterfly enthusiasts*) atau sains warga (*citizen science*) dapat merekam data keberadaan berbagai spesies kupu-kupu melalui pengambilan foto atau video. Keterlibatan peran sains warga ini sangat penting untuk menggerakkan pengungkapan data (Kristensen et al., 2007; Wilson et al., 2020).

Pendekatan dengan memberdayakan penggiat kupu-kupu atau sains warga sangat memungkinkan dilakukan untuk kupu-kupu karena identifikasi pada kebanyakan spesies dapat dilakukan dengan cukup mudah melalui panduan identifikasi berupa foto (Peggie et al., 2022b). Hanya sedikit kelompok kupu-kupu yang proses identifikasinya sangat sulit dilakukan karena memerlukan penelaahan melalui kunci identifikasi. Untuk kelompok sulit ini perlu dilakukan pengambilan spesimen koleksi dan identifikasi di laboratorium. Namun pada umumnya, pengenalan spesies dapat dilakukan dengan bantuan panduan identifikasi berupa foto kupu-kupu. Kemudahan kupu-kupu untuk dikenali dan diidentifikasi hingga tingkat spesies ini menjadi faktor kondusif yang memungkinkan percepatan pengembangan pengetahuan mengenai kupu-kupu.

Keterlibatan sains warga ini membantu dalam menyediakan data keberadaan kupu-kupu di berbagai lokasi yang sebelumnya tidak tercatat (Peggie et al., 2022b). Data ini dapat berfungsi serupa dengan spesimen museum, sejauh dilengkapi dengan data yang valid mengenai lokasi, waktu pengambilan foto, dan perekam foto.

Dalam 10 tahun terakhir ini, minat dan perhatian sains warga di Indonesia terhadap kupu-kupu semakin meningkat (Peggie et al., 2022b). Mereka bergabung dalam grup Facebook Kupu-kupu Indonesia, Komunitas Sahabat Kupu-kupu Indonesia, ataupun kelompok lain yang memiliki ketertarikan terhadap kupu-kupu. Grup pertama memiliki sekitar 1.500 anggota dan lebih dari 6.000 foto telah diunggah oleh anggota grup. Sedangkan komunitas kedua terdiri dari peserta Jambore Kupu-kupu Indonesia yang secara berkala beraktivitas bersama.

C. Penggalangan Kekuatan Sains Warga

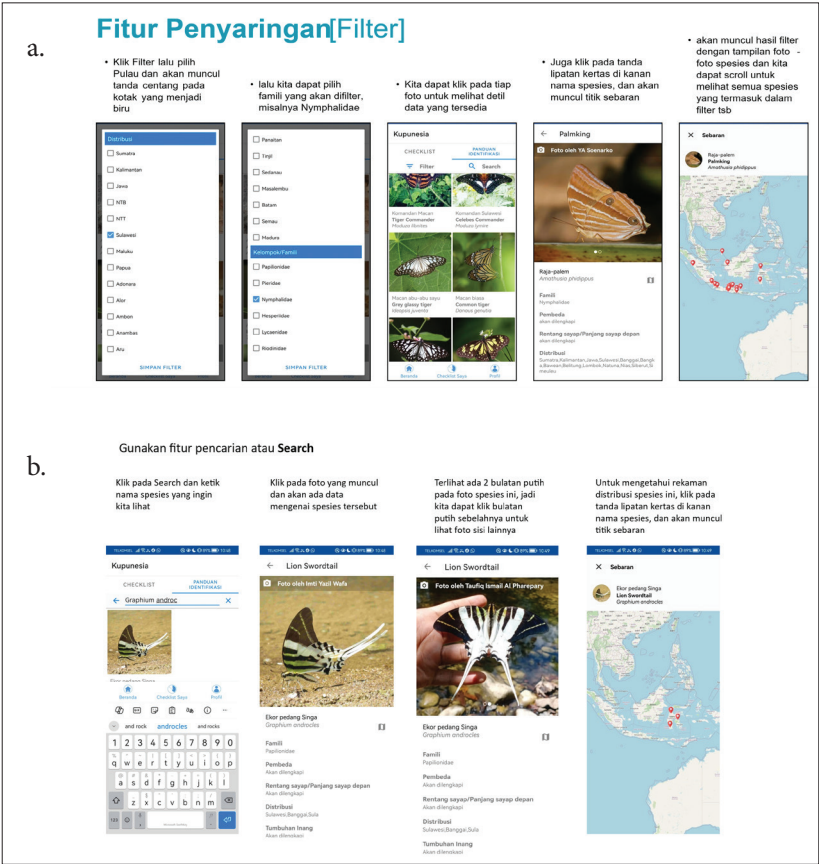
Penggiat kupu-kupu secara konsisten telah menunjukkan kontribusi yang sangat berarti bagi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia. Partisipasi sains warga diawali dari akuisisi data kupu-kupu Indonesia melalui foto yang dikirimkan bersamaan dengan lokakarya BIFA-GBIF (Peggie et al., 2021b). Pertemuan hibrid yang dilakukan pada masa pandemi ini telah menghasilkan momentum untuk bertindak bersama.

Partisipasi sains warga ini mempercepat perolehan data kupu-kupu dari berbagai area di Indonesia (Peggie et al., 2022b). Kemajuan teknologi telepon seluler, kemudahan berkomunikasi melalui media sosial, dan keberhasilan Aplikasi Burungnesia yang dikembangkan sebelumnya telah menginspirasi pengembangan Aplikasi Kupunesia. Aplikasi pada telepon seluler android ini terwujud karena dedikasi tim yang bekerja secara sukarela melakukan verifikasi data, dan membangun data dasar untuk dijadikan Panduan Identifikasi kupu-kupu pada Aplikasi Kupunesia. Daftar spesies kupu-kupu Indonesia disusun dan terus dikembangkan sebagai kerangka dasar *database*. Kumpulan foto kupu-kupu yang dimiliki oleh para penggemar fotografi alam bebas dimasukkan ke dalam data Aplikasi. Aplikasi Kupunesia yang diluncurkan pada bulan November 2022 ini dapat digunakan secara luas di Indonesia pada telepon seluler android (Peggie et al., 2022b).

Aplikasi Kupunesia merupakan aplikasi seluler yang dikembangkan secara mandiri untuk kedaulatan data Indonesia dengan menyediakan (1) Panduan Identifikasi dan (2) *Checklist* atau perekaman kupu-kupu Indonesia. Panduan Identifikasi disertai foto-foto representatif yang menampilkan permukaan sayap atas dan sayap bawah secara jelas untuk mempermudah identifikasi. Pengguna dapat memeriksa informasi tiap spesies yang ditam-

pilkan. *Checklist* dikembangkan untuk menjaring informasi dari pengguna aplikasi atau kontributor data. Perekaman data dalam isian *Checklist* ini meningkatkan pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia secara signifikan.

Pengoperasian Kupunesia sebagai Panduan Identifikasi dapat dengan mudah dilakukan menggunakan (1) fitur *filter* atau penyaringan dan (2) fitur *search* atau pencarian (Gambar 5.1).

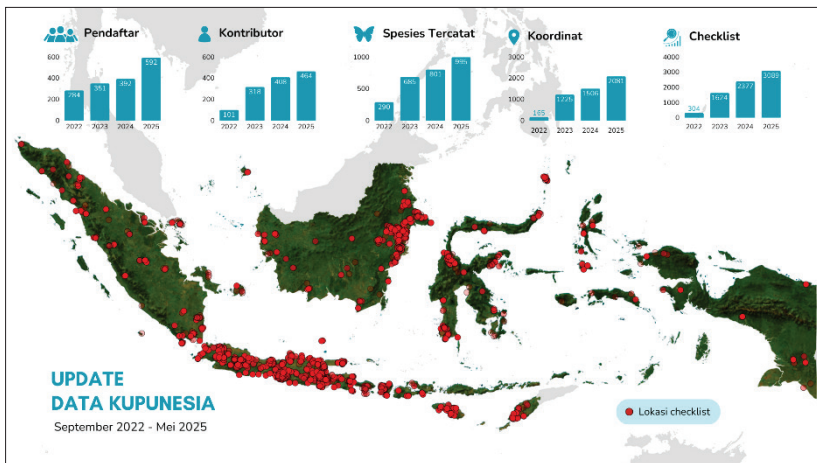


Gambar 5.1 Dua Fitur yang Dapat Digunakan pada Aplikasi Kupunesia

Buku ini tidak diperjualbelikan.

Sejak awal peluncuran aplikasi, jumlah foto spesies kupu-kupu yang tersedia sudah mengalami peningkatan dan perkembangan penggunaannya dengan makin banyaknya titik-titik observasi yang dilaporkan (Peggie et al., 2024) (Gambar 5.2). Meskipun demikian, peningkatan dan penyempurnaan aplikasi, serta upaya sosialisasi yang lebih luas kepada berbagai kalangan di berbagai tempat masih perlu terus dilakukan.

Data berbagai spesies kupu-kupu yang terus bertambah akan memperkuat kebijakan konservasi yang dapat dijalankan. Aplikasi Kupunesia yang dikembangkan dengan mengusung semangat kemandirian data, terlepas dari data global *iNaturalist*, diharapkan dapat menjaga kedaulatan data kupu-kupu Indonesia dan membangun semangat kebangsaan yang tinggi. Diperlukan kerja sama berbagai pihak terkait untuk pencapaian tujuan konservasi yang diharapkan.



Sumber: tim Kupunesia

Gambar 5.2 Lokasi Titik-Titik Observasi yang Direkam pada Aplikasi Kupunesia hingga 1 Mei 2025

Kontribusi dan upaya luar biasa telah dilakukan oleh mahasiswa dan penggiat kupu-kupu dalam pengungkapan fase pra-dewasa dari 136 spesies kupu-kupu di Jawa (Shahroni et al., 2022). Dari jumlah ini, fase pra-dewasa dari 29 spesies baru pernah dilaporkan sehingga memberikan tambahan ilmu pengetahuan yang sangat besar. Selain itu, pengetahuan bio-ekologi juga terungkap melalui observasi terhadap satu spesies kupu-kupu yaitu *Spalgis epius* yang bukan herbivora (Soenarko & Peggie, 2024).

Sains warga ini juga dapat membantu memantau spesies kupu-kupu tertentu yang menjadi perhatian. Pada awal Januari 2024, seorang fotografer burung mengunggah foto kupu-kupu *Papilio lampsacus* ke Aplikasi global *iNaturalist*. Kupu-kupu endemik Jawa yang sangat langka dan diduga punah ini difoto pada Maret 2014 dan baru diunggah pada Januari 2024. Lokasi pengambilan foto segera disamarkan, dan tim Kupunesia membantu memantau keberadaan spesies ini, namun hingga saat ini belum dapat dikonfirmasi keberadaannya (*in prep.*).

Keterlibatan sains warga dan semangat penggiat kupu-kupu perlu diperhatikan demi keberhasilan dan keberlanjutan program melalui beberapa terobosan yang harus dilakukan (Cunha et al., 2017). Kegiatan pelatihan dan pembelajaran bersama tentang identifikasi kupu-kupu perlu dilakukan secara rutin untuk menjaga minat. Perencanaan program juga diperlukan untuk mengoptimalkan kontribusi sains warga (Wang et al., 2016) agar efektif dan berkelanjutan. Dalam waktu 2 tahun setelah penggalangan kekuatan sukarela sains warga melalui platform Kupunesia, sudah banyak sekali data terkumpul. Data dari banyak sukarelawan dari berbagai area di Indonesia pada skala sebesar ini tidak akan terwujud jika hanya mengandalkan seorang peneliti. Tantangan dalam perolehan data karena terbatasnya

kapasitas tenaga peneliti, minimnya anggaran, minimnya waktu, sulitnya akses ke banyak pulau dapat diatasi dengan terobosan strategis ini (Peggie et al., 2022b). Data yang terhimpun dari para relawan yang berdedikasi ini sangat berharga dan akselerasi pengetahuan mengenai kupu-kupu ini dapat terwujud melalui upaya menggerakkan kekuatan warga ini.

Partisipasi dari sains warga ini akan sangat membantu penilaian *Red List* dan *Green Status* IUCN. Hal ini tentu sangat menggembirakan dan berperan penting dalam upaya konservasi kupu-kupu Indonesia. Sains warga juga berpotensi besar memajukan ekowisata kupu-kupu Indonesia dengan melibatkan masyarakat sekitar area sebaran kupu-kupu untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekaligus mendukung konservasi.

Mungkin terlintas pertanyaan, apa manfaat bagi mereka yang memberi kontribusi data melalui foto-foto kupu-kupu ini? Para kontributor merasa senang dapat memberikan sumbangsih bagi perkembangan pengetahuan tentang kupu-kupu melalui hobi mereka. Partisipasi dalam membangun kedaulatan data nasional dapat membangkitkan kebanggaan tersendiri. Menyaksikan kupu-kupu di alam menghadirkan sukacita karena unsur *biophilia* yang dimiliki oleh kupu-kupu secara intrinsik (Vane-Wright, 2003). Kedekatan dengan habitat alam meningkatkan kesehatan mental dan pada hakikatnya “masa depan seluruh kehidupan tergantung pada kemauan kita untuk bertindak sekarang” (Sir David Attenborough).

VI. KESIMPULAN

Pengungkapan biodiversitas kupu-kupu Indonesia merupakan hal esensial yang perlu dilakukan untuk menunjang konservasi. Selayaknya perlindungan kupu-kupu diterapkan berdampingan dengan pemanfaatan untuk kesejahteraan yang berkelanjutan. Program ekowisata untuk menikmati kupu-kupu di habitat alam ataupun di taman kupu-kupu merupakan solusi yang dapat dikembangkan dan memiliki berbagai aspek strategis. Akselerasi pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia dicapai melalui terobosan pelibatan sains warga. Perkembangan teknologi pada telepon seluler turut mendukung dan mempercepat capaian perolehan data biodiversitas kupu-kupu Indonesia. Aplikasi Kupunesia merupakan wujud solid kontribusi sains warga pada perkembangan pengetahuan kupu-kupu Indonesia.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

VII. PENUTUP

Perkembangan ilmu pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia saat ini menuju kemandirian dan kematangan. Walaupun demikian, pada masa mendatang, tantangan dan peluang percepatan pengetahuan biodiversitas, implementasi konservasi dan pemanfaatan berkelanjutan kupu-kupu masih cukup berat dan perlu mendapatkan perhatian serius dari semua pemangku kepentingan. Dalam perspektif konservasi, perlu upaya signifikan dan komprehensif untuk menekan laju penurunan populasi dan ancaman kepunahan terutama karena penciutan habitat, penggunaan insektisida dan polutan lainnya, perubahan iklim, gangguan keseimbangan ekosistem, potensi gangguan spesies invasif, dan berbagai faktor negatif lainnya.

Daya tarik kupu-kupu bagi kolektor perlu diperhatikan agar tidak terjadi perburuan liar terhadap berbagai spesies yang rawan punah. Pemanfaatan kupu-kupu dapat ditingkatkan melalui upaya penangkaran berbagai spesies kupu-kupu Indonesia yang unik dan menarik melalui fasilitasi kepada masyarakat pelaku usaha. Peningkatan dan perbaikan program ekowisata perlu terus diupayakan dengan melibatkan dan memberdayakan masyarakat sekitar kawasan.

Strategi terobosan penggalangan dan pelibatan sains warga terbukti mempercepat perolehan data biodiversitas kupu-kupu Indonesia. Semangat dan partisipasi publik ini perlu tetap dijaga dan diapresiasi melalui model pelatihan berbagai ilmu dan berbagai kegiatan menarik. Peningkatan kapabilitas aplikasi dalam skala besar juga perlu dilakukan seiring perkembangan teknologi untuk penghimpunan data kupu-kupu dari seluruh wilayah Indonesia. Dukungan pemerintah dan pihak swasta dapat sangat membantu.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Perkenankanlah saya mengucapkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia yang telah dilimpahkan sehingga orasi ini berjalan dengan lancar. Saya menyampaikan terima kasih kepada Presiden Republik Indonesia, Bapak Prabowo Subianto dan Presiden Republik Indonesia ke-7, Ir. H. Joko Widodo atas amanat dan penugasan saya sebagai peneliti ahli utama di BRIN. Terima kasih kepada Kepala BRIN, Dr. Laksana Tri Handoko, M.Sc.; Wakil Kepala BRIN, Prof. Dr. Ir. Amarulla Octavian, M.Sc., DESD, ASEAN Eng.; Ketua Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Ir. Wimpie Agoeng Noegroho Aspar, MSCE., Ph.D.; Sekretaris Majelis Pengukuhan Profesor Riset, Prof. Dr. Ir. Zainal Arifin, M.Sc.; Tim Penelaah Naskah Orasi Ilmiah yaitu Prof. Dr. Rosichon Ubaidillah, M.Phil., Prof. Dr. Mulyadi, M.Sc., Prof. Dr. Hari Sutrisno (almarhum) (Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN), dan Prof. Dr. Tri Atmowidi (Departemen Biologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor). Terima kasih kepada panitia penyelenggara acara pengukuhan: Sekretaris Utama BRIN, Nur Tri Aries Suestiningtyas, S.IP., M.A.; Kepala Biro Organisasi dan Sumber Daya Manusia, Ratih Retno Wulandari, S.Sos., M.Si. dan segenap tim atas kesempatan untuk menyampaikan orasi ilmiah ini. Terima kasih kepada Kepala Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, BRIN, Dr. Andes Hamuraby Rozak, M.Sc.; Kepala Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, BRIN, Arif Nurkanto, S.Si., M.Si., Ph.D., juga periode sebelumnya Dr. Bayu Adjie dan Dr. R. Taufiq Purna Nugraha.

Terima kasih kepada orang tua saya, Bapak Prawira Rahardja dan Ibu Unayani atas kasih sayang, doa, dan restu sepanjang hidup. Terima kasih dan apresiasi kepada suami saya, Erwin

Marjanto Dumalang, dan anak saya, Livia Larasati, Brianna Dinda, dan Daniel Damarpatih Dumalang yang memberikan cinta, semangat, dan dukungan selama karier saya menjadi peneliti. Terima kasih juga kepada segenap keluarga besar, kerabat, dan teman-teman yang selalu mendukung.

Kepada guru-guru dan dosen-dosen yang telah mendidik saya mulai dari sekolah dasar sampai perguruan tinggi, terima kasih atas ilmu pengetahuan dan integritas yang diteladankan. Terima kasih kepada pembimbing skripsi di Universitas Nasional, Drs. Mohammad Amir, M.Sc.; pembimbing tesis master di Imperial College, University of London, Dr. Chris Thomas; mentor di British Museum of Natural History (sekarang Natural History Museum, London), Dr. Dick Vane-Wright; serta pembimbing disertasi di Cornell University, Amerika Serikat, Dr. Jim Liebherr, Dr. David Grimaldi, Dr. Quentin Wheeler, Dr. Kevin Nixon, dan Dr. Jim Miller. Terima kasih kepada segenap rekan kerja di instansi terdahulu Pusat Penelitian Biologi LIPI hingga kini Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi BRIN, honorer (Supadi, Guntoro) dan teknisi laboratorium Entomologi (Sarino, Darmawan, Endang Cholik (almarhum), Rina, Fatimah, Giyanto); mitra kerja di dalam negeri dan luar negeri terutama Prof. David J. Lohman, Dr. Dick Vane-Wright, Dr. Michael Boppré, Dr. Christoph Häuser, Prof. Osamu Yata, Prof. Masahiro Ohara, dan yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Apresiasi kepada semua tim BIFA-GBIF; juga segenap teman muda dalam komunitas pencinta kupu-kupu dan sains warga. Kalian telah meluangkan waktu, tenaga, dan kemampuan, merapatkan barisan mewujudkan angan-angan kita. Bersama saya, Imti Yazil Wafa dan Swiss Winasis menjadi pendiri Aplikasi Kupunesia, dan didukung oleh tim inti yang berdedikasi: Yazil, Fariq, Lutfi, mas Koko, Nabila, dan Roni.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackery, P. R., de Jong, R. & Vane-Wright, D. (2013). The Butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. In N. P. Kristensen (Ed.), *Lepidoptera, Moths and Butterflies* (pp. 263–300).
- Amir, M. & **Peggie**, D. (1996). Butterflies. In A. Whitten & J. Whitten (Eds.), *Wildlife*. Indonesian Heritage series (pp. 22–23). Archipelago Press.
- Aninta, S. G. & Sudarma, P. (2022). *Biodiverskripsi: Biodiversity Theses Database*. Version 1.5. Tambora Muda Indonesia. Sampling event dataset. <https://doi.org/10.15468/cocfqh> accessed via GBIF.org
- Aoki, T., Yamaguchi, S. & Uemura, Y. (1982). Satyridae. Libytheidae. In E. Tsukada (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands (Japanese version)* (3rd ed.). Plapac Co. Ltd., Japan.
- Astuti, D. & **Peggie**, D. (1991). Pakan buatan larva kupu *Papilio*. *Seminar Hasil Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Alam Hayati 1990/1991*, 155–159.
- Bahar, I., Atmowidi, T. & **Peggie**, D. (2016). Keanekaragaman Kupu-kupu superfamili Papilionoidea (Lepidoptera) di Kawasan Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi, Jawa Barat. *Zoo Indonesia*, 25(1), 71–82.
- BAPPENAS. (2024). *Strategi dan Rencana Aksi Keanekaragaman Hayati Indonesia/Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan IBSAP 2025–2045*. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Kementerian PPN/Bappenas). https://perpustakaan.bappenas.go.id/e-library/file_upload/koleksi/dokumenbappenas/konten/Upload%20Terbaru/Summary%20for%20Policymaker_IBSAP%202025-2045.pdf

- Bernays, E. A. (1992). Interaction of insects and plants. *Science Progress*, 76(2), 247–271.
- Boppré, M. & Vane-Wright, D. (2012). The butterfly house industry: Conservation risks and education opportunities. *Conservation and Society*, 10, 285. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.101831>
- Carvalho, A. P. S., Owens, H. L., St Laurent, R. A., Earl, C., Dexter, K. M., Messcher, R. L., Willmott, K. R., Aduse-Poku, K., Collins, S. C., Homziak, N. T., Hoshizaki, S., Hsu, Y. F., Kizhakke, A. G., Kunte, K., Martins, D. J., Mega, N. O., Morinaka, S., **Peggie**, D., Romanowski, H. P., ... Lohman, D. J. (2024). Comprehensive phylogeny of Pieridae butterflies reveals strong correlation between diversification and temperature. *IScience*, 27(4). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109336>
- Corbet, A. S. & Pendlebury, H. M. (1992). *The Butterflies of the Malay Peninsula* (2nd ed.). Oliver & Boyd.
- Cunha, D. G. F., Marques, J. F., Resende, J. C. D. E., Falco, P. B. D. E., Souza, C. M. D. E. & Loiselle, S. A. (2017). Citizen science participation in research in the environmental sciences: Key factors related to projects' success and longevity. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 89 3 Suppl, 2229–2245.
- D'Abrera, B. (1985). *Butterflies of the Oriental Region. Part 2. Nymphalidae, Satyridae & Amathusiidae*. Hill House.
- D'Abrera, B. (1986). *Butterflies of the Oriental Region. Part 3. Lycaenidae & Riodinidae*. Hill House.
- Feeny, P., Rosenberry, L. & Carter, M. (1983). Chemical aspects of oviposition behavior in butterflies. In *Herbivorous Insects* (pp. 27–76). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-045580-5.50007-0>
- Ferrer-Paris, J. R., Sánchez-Mercado, A., Vilorio, Á. L. & Donaldson, J. (2013). Congruence and diversity of butterfly-host plant associations at higher taxonomic levels. *Plos One*, 8(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063570>

- Freitas, A. V. L., Iserhard, C. A., Santos, J. P., Carreira, J. Y. O., Ribeiro, D. B., Melo, D. H. A., Rosa, A. H. B., Marini-filho, O. J., Accacio, G. M., & Uehara-prado, M. (2014). Studies with butterfly bait traps: An overview. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(2), 203–212.
- Grewe, F., Kronforst, M. R., Pierce, N. E. & Moreau, C. S. (2021). Museum genomics reveals the Xerces Blue Butterfly (*Glaucopsyche xerces*) was a distinct species driven to extinction. *Biology Letters*, 17(7), 20210123. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0123>
- Harlina, Basukriadi, A., Achmad, A. & **Peggie**, D. (2017). *Graphium androcles* Boisduval (Lepidoptera: Papilionidae): Evaluation of biological aspect of the pre-adult stadia at Bantimurung, South Sulawesi, Indonesia. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(3), 881–890. https://doi.org/10.15666/aeer/1503_881890
- Holloway, J., Kibby, G. & **Peggie**, D. (2001). *The Families of Malesian Moths and Butterflies*. Fauna Malesiana Handbook 3, BRILL, Leiden, 455 pp. <https://doi.org/10.1163/9789004475595>
- Honey, M. R. & Scoble, M. J. (2001). Linnaeus's butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 132: 277–399.
- Houlihan, P. R., Shalot Junaidi, Kursani, Bani, P., **Peggie**, D., Ubaidillah, R., Zrust, M., Ball, G. F., Cheyne, S., Rowland, D. & Höing, A. (2015). The Butterflies of Borneo's Upper Barito Watershed: A preliminary checklist and remarks on the importance of community managed forests in sustaining diversity. *Journal of Indonesian Natural History*, 3(1), 46–51.
- Igarashi, S., & Fukuda, H. (1997). *The Life Histories of Asian Butterflies, Vol. 1*. Tokai University Press.
- Igarashi, S., & Fukuda, H. (2000). *The Life Histories of Asian Butterflies, Vol. 2*. Tokai University Press.

- IUCN. (2012). *IUCN Red List Categories and Criteria. Version 3.1* (2nd ed.). IUCN (International Union for Conservation of Nature).
- Jermey, T. (1984). Evolution of insect/host plant relationships. *The American Naturalist*, 124(5), 609–630.
- Kawahara, A. Y., Storer, C., Carvalho, A. P. S., Plotkin, D. M., Condamine, F. L., Braga, M. P., Ellis, E. A., St Laurent, R. A., Li, X., Barve, V., Cai, L., Earl, C., Frandsen, P. B., Owens, H. L., Valencia-Montoya, W. A., Aduse-Poku, K., Toussaint, E. F. A., Dexter, K. M., Doleck, T., ... **Peggie**, D., ... Lohman, D. J. (2023). A global phylogeny of butterflies reveals their evolutionary history, ancestral hosts and biogeographic origins. *Nature Ecology and Evolution*, 7(6), 903–913. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02041-9>
- KLHK. (2018). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, No. P.106/MENLHK/setjen/Kum.1/12/2018 tentang perubahan kedua atas Peraturan Menteri LHK Nomor P.20/MENLHK/setjen/Kum.1/6/2018 tentang jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi*.
- Kristensen, N. P., Scoble, M. J. & Karsholt, O. (2007). Lepidoptera Phylogeny and Systematics: The State of Inventorying Moth and Butterfly Diversity. *Zootaxa*, 1668(1). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.30>
- Kurniati, H., **Peggie**, D. & Sulistyadi, E. (2018). Pupal acoustic behaviour of *Troides helena helena* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Papilionidae) from West Java, Indonesia. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.47349/jbi/14012018/1>
- Lewis, O. T. & Senior, M. J. M. (2011). Assessing conservation status and trends for the world's butterflies: The sampled Red List Index approach. *Journal of Insect Conservation*, 15(1–2), 121–128. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9329-8>

- Liang, W., Nunes, R., Leong, J. V., Carvalho, A. P. S., Müller, C. J., Braby, M. F., Pequin, O., Hoshizaki, S., Morinaka, S., **Peggie**, D., Badon, J. A. T., Mohagan, ... Lohman, D. J. (2024). To and fro in the archipelago: Repeated inter-island dispersal and New Guinea's orogeny affect diversification of *Delias*, the world's largest butterfly genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2024.108022>
- Liew, J. H., Kho, Z. H., Lim, R. B. H., Dingle, C., Bonebrake, T. C., Sung, Y. H., Dudgeon, D. (2021). International socioeconomic inequality drives trade patterns in the global wildlife market. *ScienceAdvances*, 7(19). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf7679>
- Lohman, D. J., **Peggie**, D., Pierce, N. E. & Meier, R. (2008). Phylogeography and genetic diversity of a widespread Old World butterfly, *Lampides boeticus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *BMC Evolutionary Biology*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-301>
- Lohman, D. J., Sarino & **Peggie**, D. (2020). Syntopic *Elymnias agondas aruana* female forms mimic different *Taenaris* model species (Papilionoidea: Nymphalidae: Satyrinae) on Aru, Indonesia. *Treubia*, 47(1), 1–12. <https://doi.org/10.14203/treubia.v46i0.3795>
- Ma, L., Zhang, Y., Lohman, D. J., Wahlberg, N., Ma, F., Nylin, S., Janz, N., Yago, M., Aduse-Poku, K., **Peggie**, D., Wang, M., Zhang, P., & Wang, H. (2020). A phylogenomic tree inferred with an inexpensive PCR-generated probe kit resolves higher-level relationships among *Neptis* butterflies (Nymphalidae: Limenitidinae). *Systematic Entomology*, 45(4), 924–934. <https://doi.org/10.1111/syen.12435>
- Mittermeier, R. A. & Mittermeier, C. G. (1997). *Megadiversity: Earth Biologically Wealthiest Nations*. First English edition. [México, D.F.]: CEMEX, 1997.

- Morishita, K. (1981). Danaidae. In K. Morishita (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands* (2nd ed., pp. 439–628). Plapac Co. Ltd., Japan.
- Myers, A. T., Haan, N. L. & Landis, D. A. (2020). Video surveillance reveals a community of largely nocturnal *Danaus plexippus* (L.) egg predators. *Journal of Insect Conservation*, 24(4), 731–737. <https://doi.org/10.1007/s10841-020-00248-w>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Panjaitan, R., Atmowidi, T. & Peggie, D. (2016). Effect of temperature on butterfly community (Lepidoptera) at Gunung Meja Recreational Forest Area, Manokwari, Papua Barat. *KnE Social Sciences*, 1(1). <https://doi.org/10.18502/kss.v1i1.430>
- Panjaitan, R., Hidayat, P., Buchori, D., Peggie, D., Harahap, I. S., Drescher, J. & Scheu, S. (2019). Diversity of butterflies (Lepidoptera) caught by using fruit traps in Bukit Duabelas and Harapan Forest landscape, Jambi. *AIP Conference Proceedings*, 2120. <https://doi.org/10.1063/1.5115732>
- Panjaitan, R., Hidayat, P., Peggie, D., Buchori, D., Scheu, S. & Drescher, J. (2021). *The Butterflies of Jambi (Sumatra, Indonesia): An EFForTS Field Guide*. LIPI Press. <https://doi.org/10.55981/brin.370>
- Peggie, D. (2003). Systematics of Vagrantini butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). Part 1. Cladistic analysis. *Treubia*, 33(1), 71–87. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v33i1.584>
- Peggie, D. (2004). Systematics of Vagrantini butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). Part 2. Discussion on clades and character distributions. *Treubia*, 33(2), 137–146. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v33i2.578>

- Peggie, D.** (2008a). Inventory surveys of nymphalid butterflies in Java, Indonesia. *Report on Insect Inventory Project in Tropical Asia (TAIIV)*, 111–122. Also in Japanese Language, translated by Osamu Yata (2009). Inventory surveys of nymphalid butterflies in Java, Indonesia. *The Nature & Insects*, 44(13): 11–13.
- Peggie, D.** (2008b, 21 Juli). *Kupu-kupu, keunikan tiada tara*. <https://nasional.kompas.com/read/2008/07/21/09425169/~Sains~Biologi>
- Peggie, D.** (2011a). *Precious and Protected Indonesian butterflies: Kupu-kupu Indonesia yang Bernilai dan Dilindungi*. Bidang Zoologi, Puslit Biologi, LIPI & Nagao Natural Environment Foundation.
- Peggie, D.** (2011b). Tinjauan keanekaragaman dan sebaran kupu-kupu Ternate. In I. Marjanto & H. Sutrisno (Eds.), *Ekologi Ternate* (pp. 145–158). LIPI Press.
- Peggie, D.** (2012). A List of the butterflies of Ujung Kulon National Park, Java, Indonesia. *Treubia*, 39, 67–76. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v39i0.25>
- Peggie, D.** (2014a). Diversitas dan pentingnya kupu-kupu Nusa Kambangan (Jawa, Indonesia). *Zoo Indonesia*, 23(1), 45–55. <http://dx.doi.org/10.52508/zi.v23i1.370>
- Peggie, D.** (2014b). *Mengenal Kupu-kupu*. Pandu Aksara Publishing, Jakarta.
- Peggie, D.** (2014c). *Mengenal Kupu-kupu untuk Anak-anak/ Know Our Butterflies for Kids*. Binamitra Megawarna, Jakarta.
- Peggie, D.** (2015). Kupu-kupu sayap burung: indah, unik, langka, tetapi minim perhatian. Dalam Panitia Pelaksana Peringatan Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional 2015 (Ed.), *Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional 2015*, 39–42. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

- Peggie, D.** (2019a). Biological aspects of *Papilio peranthus* (Lepidoptera: Papilionidae) as observed at Butterfly Research Facility - LIPI, Cibinong, Indonesia. *Treubia*, 46, 85–102. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v46i0.3795>
- Peggie, D.** (2019b). Kajian diversitas kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) dan potensi pemanfaatannya di hutan Petungkriyono, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *Kajen: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembangunan* 2(2), 105–122.
- Peggie, D.** (2022). Trade and threat on *Ornithoptera croesus* (Lepidoptera: Papilionidae), the Wallace's birdwing butterfly in North Maluku, Indonesia. *Treubia*, 49(2), 85–96. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i2.4496>
- Peggie, D., Amir, M. & Astuti, D.** (1991). Pertumbuhan dan konsumsi pakan larva kupu *Graphium*. *Zoo Indonesia*, 11, 1–6.
- Peggie, D., Vane-Wright, R. I. & Yata, O.** (1995). An illustrated checklist of the pierid butterflies of Northern and Central Maluku (Indonesia). *Butterflies*, 11, 23–47.
- Peggie, D., Rawlins, A. & Vane-Wright, D.** (2005). An illustrated checklist of the papilionid butterflies (Lepidoptera: Papilionidae) of Northern and Central Maluku, Indonesia. *Nachrichten Des Entomologischen Vereins Apollo, N.F.*, 26, 41–60.
- Peggie, D. & Amir, M.** (2006). *Panduan Praktis Kupu-kupu Kebun Raya Bogor/Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanical Garden*. Nagao Natural Environment Foundation Japan & Pusat Penelitian Biologi – LIPI.
- Peggie, D., Vane-Wright, R. I. & van Mastrigt, H.** (2009). A new member of the *Ideopsis gaura* superspecies (Lepidoptera: Danainae) from the Foja Mountains, Papua, Indonesia. *Suara Serangga Papua (Sugapa)*, 3(4), 1–18.

- Peggie, D. & Noerdjito, W. A. (2011).** Kupu-kupu Gunung Ciremai dan sekitarnya. In D. Peggie (Ed.), *Fauna Serangga Gunung Ciremai: Kumbang Sungut Panjang, Capung, Kupu-kupu* (pp. 53–103). LIPI Press.
- Peggie, D. & Harmonis. (2014).** Butterflies of Gunung Halimun-Salak National Park, Java, Indonesia, with an overview of the area importance. *Treubia*, 41, 17–30. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v41i0.357>
- Peggie, D., Neville, D., Sarino & Kahono, S. (2021a).** Assessing in-situ semi-natural butterfly breeding approach of *Ornithoptera croesus* (Papilionidae) on Bacan Island, Maluku Utara, Indonesia. *Treubia*, 48(1), 55–68. <https://doi.org/10.14203/treubia.v48i1.4129>
- Peggie, D., Rasyidi, M., Wafa, I. Y. & Baskoro, K. (2021b).** Peran aktif sains warga untuk akselerasi perolehan data kupu-kupu di Indonesia terkait project BIFA-GBIF. *Berita Biologi*, 21(3), 325–334. <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v21i3.4264>.
- Peggie, D., Supadi, Guntoro & Rasyidi, M. (2021c).** Can *Troides helena* and *Pachliopta adamas* co-exist? A perspective from the Butterfly Breeding Facility, Cibinong Science Center, Indonesia. *Treubia*, 48(2), 129–140. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v48i2.4257>
- Peggie, D., Supadi, S., Guntoro, G., Sarino, S., Fatimah, F., Rachmatiyah, R. & Haeuser, C. (2022a).** *Papilio demoleus* L. and *Papilio polytes* L. (Lepidoptera: Papilionidae) reared on some host plants at Butterfly Research Facility, LIPI Cibinong, West Java, Indonesia. *Treubia*, 49(1), 41–56. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i1.4468>
- Peggie, D., Prabowo, S. W. B., Shahroni, A. M., Shidiq, F. I. A., Irwansyah, L., Soenarko, S., Rahma, N. & Wafa, I. Y. (2022b).** Kupunesia Application for citizen science: New way of mainstreaming interest and study of Indonesian butterflies. *Treubia*, 49(2), 137–148. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i2.4501>

- Peggie**, D., Shidiq, F. I. A. & Wafa, I. Y. (2024). *Senang kupu-kupu? Yuk cari informasinya lewat Aplikasi Kupunesia*. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-7339047/senang-kupu-kupu-yuk-cari-informasinya-lewat-aplikasi-kupunesia>
- Peggie**, D. & Supadi. (2024). Adult longevity of *Idea blanchardii* (Lepidoptera: Nymphalidae) captive bred at LIPI butterfly breeding facility, Cibinong, Indonesia. *Treubia*, 51(1): 51–72. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v51i1.4774>
- Penz, C. M. & **Peggie**, D. (2003). Phylogenetic relationships among Heliconiinae genera based on morphology (Lepidoptera: Nymphalidae). *Systematic Entomology*, 28, 451–479.
- Pollard, E. (1977). A Method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biological Conservation*, 12(2), 115–134. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0006-3207\(77\)90065-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0006-3207(77)90065-9)
- Qodri, A., Encilia, Yulizah, Girmansyah, D., Sunardi, Santoso, W., Megawati, Rachmatiyah, R., Fatimah, Darmawan, Sarino & **Peggie**, D. (2023). Recorded and predicted butterflies in the Padang Bindu Karst, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(2), 1057–1082. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240247>
- Rosa, A. H. B., Ribeiro, D. B. & Freitas, A. V. L. (2020). Population biology, natural history and conservation of two endangered high elevation Neotropical butterflies. *Journal of Insect Conservation*, 24(4), 681–694. <https://doi.org/10.1007/s10841-020-00242-2>
- Rusman, R., Atmowidi, T. & **Peggie**, D. (2016). Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) of Mount Sago, West Sumatra: Diversity and flower preference. *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(3), 132–137. <https://doi.org/10.1016/j.hjb.2016.12.001>
- Ruttenberg, D. M., Vankuren, N. W., Nallu, S., Yen, S. H., **Peggie**, D., Lohman, D. J. & Kronforst, M. R. (2021). The evolution and genetics of sexually dimorphic “dual” mimicry in the butterfly *Elymnias hypermnestra*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1942). <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2192>

- Sahoo, R. K., Lohman, D. J., Wahlberg, N., Müller, C. J., Brattström, O., Collins, S. C., **Peggie**, D., Aduse-Poku, K. & Kodandaramaiah, U. (2018). Evolution of *Hypolimnys* butterflies (Nymphalidae): Out-of-Africa origin and Wolbachia-mediated introgression. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 123, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.02.001>
- Samal, R. & Dash, M. (2023). Ecotourism, biodiversity conservation and livelihoods: Understanding the convergence and divergence. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2022.11.001>
- Septianella, G., **Peggie**, D. & Sasaerila, H. Y. (2015). Keanekaragaman kupu-kupu (Lepidoptera) di kawasan Desa Pasirlangu, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1816–1820. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010811>
- Shahroni, A. M., Shidiq, F. I. A., Soenarko, S., Irwansyah, L. & **Peggie**, D. (2022). Record on some caterpillars of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) in East Java, Indonesia. *Treubia*, 49(1), 25–40. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i1.4387>
- Soenarko, Y. A. & **Peggie**, D. (2024, 4 Juni). *Kupu-kupu kera terbang, Kepompongnya menyerupai wajah kera*. Mongabay. <https://www.mongabay.co.id/2024/06/04/kupu-kupu-kera-terbang-kepompongnya-menyerupai-wajah-kera/>
- Stefanescu, C., Torre, I., Jubany, J. & Páramo, F. (2011). Recent trends in butterfly populations from North-east Spain and Andorra in the light of habitat and climate change. *Journal of Insect Conservation*, 15(1), 83–93. <https://doi.org/10.1007/s10841-010-9325-z>
- Suefuji, S., Saito, K. & **Peggie**, D. (2023). A new subspecies of *Taraka hamada* (Druce) (Lepidoptera, Lycaenidae) from Sulawesi, Indonesia. *Lepidoptera Science*, 74(3), 47–53. https://doi.org/10.18984/lepid.74.3_47

- Sumah, A. S. W., Atmowidi, T. & **Peggie**, D. (2012). *Biodiversity of Superfamily Papilionoidea Butterflies (Lepidoptera) at Bantimurung-Bulusaraung National Park, Maros Regency, South Sulawesi*. Master Thesis. Bogor Agricultural Institute.
- Tennent, W. J., Müller, C. J. & **Peggie**, D. (2014). Two new butterflies (Lepidoptera, Lycaenidae) from the collections of the Museum Zoologi Bogor, Indonesia. *Tropical Lepidoptera Research*, 24(1), 10–14. <https://journals.flvc.org/troplep/article/view/89728/86063>
- Tsukada, E. (1985). Nymphalidae (I). In E. Tsukada (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands* (4th ed., p. 558). Plapac Co. Ltd., Japan.
- Tsukada, E. (1991). Nymphalidae (II). In E. Tsukada (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands*, 576. Azumino B.R.I., Japan.
- Tsukada, E. & Nishiyama, Y. (1982). Papilionidae. In E. Tsukada (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands (Translated into English by Morishita, K.)* (1st ed., p. 457). Plapac Co. Ltd., Japan.
- Ubaidillah, R. (1999). Pengelolaan koleksi serangga dan arthropoda lainnya. In Y. R. Suhardjono (Ed.), *Buku Pegangan Pengelolaan Koleksi Spesimen Zoologi*, 137–173. LIPI Press.
- Ubaidillah, R. & Aswari, P. (2004). Pengumpulan data lapangan serangga. In S. N. Prijono, D. Peggie, & Mulyadi (Eds.), *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Fauna*, 72–86. LIPI Press.
- van Nieukerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J. C., Simonsen, T. J., Wahlberg, N., Yen, S., Zahiri, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B. Å., Brown, J. W., Bucheli, S., ... Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa*, 3148, 212–221. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109145350>

- van Swaay, C., Regan, E., Ling, M., Bozhinovska, E., Fernandez, M., Marini-Filho, O. J., Huertas, B., Phon, C. K., Korösi, A., Meerman, J., Pe'er, G., Uehara-Prado, M., Sáfián, S., Sam, L., Shuey, J., Taron, D., Terblanche, R. & Underhill, L. (2015). *Guidelines for Standardised Global Butterfly Monitoring*. Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network, Leipzig, Germany. GEO BON Technical.
- Vane-Wright, R. I. (2003). *Butterflies*. Life series - Natural History Museum–Smithsonian Institution.
- Vane-Wright, R. I. & Pegg, D. (1994). The butterflies of Northern and central Maluku: Diversity, Endemism, Biogeography, and Conservation Priorities. *Tropical Biodiversity*, 2(1), 212.
- Vane-Wright, R. I. & de Jong, R. (2003). The butterflies of Sulawesi: annotated checklist for a critical island fauna. *Zoologische Verhandelingen. Leiden*, 343: 3–268, pls. 1–16.
- von Rintelen, K., Arida, E., & Häuser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3, e20860. <https://doi.org/10.3897/rio.3.e20860>
- Wang Wei, J., Lee, B. P. Y.-H. & Bing Wen, L. (2016). Citizen science and the urban ecology of birds and butterflies — A systematic review. *PLOS ONE*, 11(6), e0156425-. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156425>
- Wang, Z., Chan, W.-P., Pham, N. T., Zeng, J., Pierce, N. E., Lohman, D. J., Meng, W. (2023). One in five butterfly species sold online across borders. *Biological Conservation*, (283), 110092. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110092>.
- Wei, C. H., Lohman, D. J., Pegg, D. & Yen, S. H. (2017). An illustrated checklist of the genus *Elymnias* Hübner, 1818 (Nymphalidae, Satyrinae). *ZooKeys*, 2017(676), 47–152. <https://doi.org/10.3897/zookeys.676.12579>

- Widjaja, E. A., Rahayuningsih, Y., Rahajoe, J. S., Ubaidillah, R., Marjanto, I., Walujo, E. B. & Semiadi, G. (2014). *Kekinian Keanekaragaman Hayati Indonesia*. LIPI Press.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy of Sciences. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/989>.
- Wilson, J. S., Pan, A. D., General, D. E. M. & Koch, J. B. (2020). More eyes on the prize: An observation of a very rare, threatened species of Philippine bumble bee, *Bombus irisanensis*, on iNaturalist and the importance of citizen science in conservation biology. *Journal of Insect Conservation*, 24(4), 727–729. <https://doi.org/10.1007/s10841-020-00233-3>
- Yamaguchi, R., Suefuji, S., Odagiri, K.-I., **Peggie**, D. & Yata, O. (2018). A color pattern difference in the fifth instar larva of two subspecies of *Faunis menado* Hewitson (Lepidoptera, Nymphalidae). *Lepidoptera Science*, 69(2), 67–73.
- Yamauchi, T., Yata, O. & **Peggie**, D. (2003). A new subspecies of *Delias benasu* (Lepidoptera, Pieridae) from Mt Tambusisi, northeastern Sulawesi, Indonesia. *Tropical Lepidoptera Society*, 54(2), 69–72.
- Yata, O. (1981). Pieridae. In E. Tsukada (Ed.), *Butterflies of the South East Asian Islands* (2nd ed., pp. 1–84). Plapac Co. Ltd., Japan.

DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH

Buku Internasional (1 buah)

1. Holloway, J.D., Kibby, G. & **Peggie**, D. (2001). *The Families of Malesian Moths and Butterflies*. Fauna Malesiana Handbook 3, Brill, Leiden, 455.

Bagian dari Buku Internasional (2 buah)

2. Kahono, S., **Peggie**, D., Subiyakto, S., Lamerlabel, J.S.A. & M.S. Engel, M.S. (2024). Diversity, Recent Distribution, and Nesting Behavior of Giant Honeybees in Indonesia and Their Role in Natural and Agricultural Ecosystems. *In: Role of Giant Honeybees in Natural and Agricultural Systems* (Abrol, D.P., ed.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, pp. 292–304.
3. Amir, M. & **Peggie**, D. (1996). Butterflies. *In: Wildlife* (A. Whitten & J. Whitten, eds.) Indonesian Heritage series, Archipelago Press, 22–23.

Buku Nasional (4 buah)

4. Panjaitan, R., Hidayat, P., **Peggie**, D., Buchori, D., Scheu, S. & Drescher, J. (2021). *The Butterflies of Jambi (Sumatra, Indonesia): An EFForTS Field Guide*. LIPI Press, 85 pp. <https://doi.org/10.55981/brin.370>
5. **Peggie**, D. (2014). *Mengenal Kupu-kupu*. Pandu Aksara Publishing, Jakarta.
6. **Peggie**, D. (2011). *Precious and Protected Indonesian Butterflies/ Kupu-kupu Indonesia yang Bernilai dan Dilindungi*. Bidang

Zoologi (Museum Zoologi Bogor), Pusat Penelitian Biologi & Nagao Natural Environment Foundation Japan, Cibinong, 72.

7. **Peggie**, D. & Amir, M. (2006). Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanic Garden/Panduan Praktis Kupu-kupu di Kebun Raya Bogor. Puslit Biologi, LIPI & Nagao Natural Environment Foundation Japan, Bogor, 126.

Bagian dari Buku Nasional (2 buah)

8. **Peggie**, D. & Noerdjito, W. A. (2011). Kupu-kupu Gunung Ciremai dan sekitarnya. In D. Peggie (Ed.), *Fauna Serangga Gunung Ciremai: Kumbang Sungut Panjang, Capung, Kupu-kupu* (53–103). LIPI Press, Jakarta, hal. 53–103.
9. **Peggie**, D. (2011). Tinjauan keanekaragaman dan sebaran kupu Ternate. *Dalam: Ekologi Ternate*. (I.Marjanto & H.Sutrisno, eds.), Pusat Penelitian Biologi – LIPI, LIPI Press, 145–158.

Jurnal Internasional (28 buah)

10. Carvalho, A. P. S., Owens, H. L., St Laurent, R. A., Earl, C., Dexter, K. M., Messcher, R. L., Willmott, K. R., Aduse-Poku, K., Collins, S. C., Homziak, N. T., Hoshizaki, S., Hsu, Y. F., Kizhakke, A. G., Kunte, K., Martins, D. J., Mega, N. O., Morinaka, S., **Peggie**, D., Romanowski, H. P., Sáfián, S., Vila, R., Wang, H., Braby, M.F., Espeland, M., Breinholt, J.W., Pierce, N.E., Kawahara, A.Y. & Lohman, D. J. (2024). Comprehensive phylogeny of Pieridae butterflies reveals strong correlation between diversification and temperature. *IScience*, 27(4). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.109336>
11. Liang, W., Nunes, R., Leong, J. V., Carvalho, A. P. S., Müller, C. J., Braby, M. F., Pequin, O., Hoshizaki, S., Morinaka, S., **Peggie**, D.,

- Badon, J. A. T., Mohagan, A. B., Beaver, E., Hsu, Y. F., Inayoshi, Y., Monastyrskii, A., Vlasanek, P., Toussaint, E. F. A., Benítez, H. A., Kawahara, A. Y., Pierce, N.E. & Lohman, D. J. (2024). To and fro in the archipelago: Repeated inter-island dispersal and New Guinea's orogeny affect diversification of *Delias*, the world's largest butterfly genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 194. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2024.108022>
12. Watung, J.F., Darmawan, Suwito, A., Narakusumo, R.P., Nugroho, H., Encilia, Qodri, A., **Peggie**, D., Ubaidillah, R. & Sutrisno, H. (2024). Description of two new species in the genus *Glyphodes* Guenée from Indonesia (Lepidoptera: Crambidae, Spilomelinae) *Zootaxa* 5403 (4), 469–478. 23Jan2024. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5403.4.5>
 13. Suefuji, S., Saito, K. & **Peggie**, D. (2023). A new subspecies of *Taraka hamada* (Druce) (Lepidoptera, Lycaenidae) from Sulawesi, Indonesia. *Lepidoptera Science* 74(3), 47–53.
 14. Chimeno, C., Schmidt, S., Hamid, H., Narakusumo, R.P., **Peggie**, D., Balke, M. & de Araujo, B.C. (2023). DNA barcoding data release for the Phoridae (Insecta, Diptera) of the Halimun-Salak National Park (Java, Indonesia). *Biodiversity Data Journal* 11, e104942 doi: 10.3897/BDJ.11.e104942.
 15. Watung, J.F., Darmawan, Suwito, A., Narakusumo, R.P., Nugroho, H., Encilia, Qodri, A., **Peggie**, D., Ubaidillah, R. & Sutrisno, H. (2023). The genus *Agrioglypta* Meyrick (Lepidoptera: Crambidae, Spilomelinae) from Indonesia with descriptions of three new species. *Zootaxa* 5297(4), 569–578. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5297.4.6>.
 16. Kawahara, A. Y., Storer, C., Carvalho, A. P. S., Plotkin, D. M., Condamine, F. L., Braga, M. P., Ellis, E. A., St Laurent, R. A.,

Li, X., Barve, V., Cai, L., Earl, C., Frandsen, P. B., Owens, H. L., Valencia-Montoya, W. A., Aduse-Poku, K., Toussaint, E. F. A., Dexter, K. M., Doleck, T., Markee, A., Messcher, R., Nguyen, Y-L., Badon, J.A.T., Benítez, H.A., Braby, M.F., Buenavente, P.A.C., Chan, W-P., Collins, S.C., Childers, R.A.R., Dankowicz, E., Eastwood, R., Fric, Z.F., Gott, R.J., Hall, J.P.W., Hallwachs, W., Hardy, N.B., Hawkins Sipe, R.L., Heath, A., Hinolan, J.D., Homziak, N.T., Hsu, Y-F., Inayoshi, Y., Itliong, M.G.A., Janzen, D.H., Kitching, I.J., Kunte, K., Lamas, G., Landis, M.J., Larsen, E.A., Larsen, T.B., Leong, J.V., Lukhtanov, V., Maier, C.A., Martinez, J.I., Martins, D.J., Maruyama, K., Maunsell, S.C., Mega, N.O., Monastyrskii, A., Morais, A.B.B., Müller, C.J., Naïve, M.A.K., Nielsen, G., Padrón, P.S., **Peggie**, D., Romanowski, H.P., Sáfián, S., Saito, M., Schröder, S., Shirey, V., Soltis, D., Soltis, P., Sourakov, A., Talavera, G., Vila, R., Vlasanek, P., Wang, H., Warren, A.D., Willmott, K.R., Yago, M., Jetz, W., Jarzyna, M.A., Breinholt, J.W., Espeland, M., Ries, L., Guralnick, R.P., Pierce, N.E. & Lohman, D.J. (2023). A global phylogeny of butterflies reveals their evolutionary history, ancestral hosts and biogeographic origins. *Nature Ecology & Evolution*, <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02041-9>

17. Qodri, A., Encilia, Yulizah, Girmansyah, D., Sunardi, Santoso, W., Megawati, Rachmatiyah, R., Fatimah, Darmawan, Sarino & Peggie, D. (2023). Recorded and predicted butterflies in the Padang Bindu Karst, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 24(2), 1057–1082. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240247>
18. Ruttenberg, D. M., Vankuren, N. W., Nallu, S., Yen, S. H., **Peggie**, D., Lohman, D. J. & Kronforst, M. R. (2021). The evolution and genetics of sexually dimorphic “dual” mimicry in the butterfly *Elymnias hypermnestra*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 288(1942). <https://doi.org/10.1098/rspb.2020.2192>
19. Ma, L., Zhang, Y., Lohman, D. J., Wahlberg, N., Ma, F., Nylin, S., Janz, N., Yago, M., Aduse-Poku, K., **Peggie**, D., Wang, M.,

- Zhang, P., & Wang, H. (2020). A phylogenomic tree inferred with an inexpensive PCR-generated probe kit resolves higher-level relationships among *Neptis* butterflies (Nymphalidae: Limenitidinae). *Systematic Entomology*, 45(4), 924–934. <https://doi.org/10.1111/syen.12435>
20. Floren, A., von Rintelen, T., Hebert, P.D.N., de Araujo, B.C., Schmidt, S., Balke, M., Narakusumo, R.P., **Peggie**, D., Ubaidillah, R., von Rintelen, K. & Müller, T (2020). Integrative ecological and molecular analysis indicate high diversity and strict elevational separation of canopy beetles in tropical mountain forests. *Scientific Reports* 10:16677 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73519-w>
 21. de Araujo, B.C, Schmidt, S., Schmidt, O., von Rintelen, T., von Rintelen, K., Floren, A., Ubaidillah, R., **Peggie**, D. & M. Balke, M. (2019). DNA barcoding data release for Coleoptera from the Gunung Halimun canopy fogging workpackage of the Indonesian Biodiversity Information System (IndoBioSys) project. *Biodiversity Data Journal* 7: e31432. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e31432>
 22. Sahoo, R. K., Lohman, D. J., Wahlberg, N., Müller, C. J., Brattström, O., Collins, S. C., **Peggie**, D., Aduse-Poku, K. & Kodandaramaiah, U. (2018). Evolution of *Hypolimnys* butterflies (Nymphalidae): Out-of-Africa origin and Wolbachia-mediated introgression. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 123, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.02.001>
 23. Yamaguchi, R., Suefuji, S., Odagiri, K.-I., **Peggie**, D. & Yata, O. (2018). A color pattern difference in the fifth instar larva of two subspecies of *Faunis menado* Hewitson (Lepidoptera, Nymphalidae). *Lepidoptera Science*, 69(2), 67–73.
 24. Schmidt O., Hausmann, A., de Araujo, B.C., Sutrisno, H., **Peggie**, D. & Schmidt, S. (2017). A streamlined collecting and

preparation protocol for DNA barcoding of Lepidoptera as part of large-scale rapid biodiversity assessment projects, exemplified by the Indonesian Biodiversity Discovery and Information System (IndoBioSys). *Biodiversity Data Journal* (5), e20006. doi:10.3897/BDJ.5.e20006

25. Wei, C. H., Lohman, D. J., **Peggie, D.** & Yen, S. H. (2017). An illustrated checklist of the genus *Elymnias* Hübner, 1818 (Nymphalidae, Satyrinae). *ZooKeys*, 2017(676), 47–152. <https://doi.org/10.3897/zookeys.676.12579>
26. Harlina, Basukriadi, A., Achmad, A. & **Peggie, D.** (2017). *Graphium androcles* Boisduval (Lepidoptera: Papilionidae): Evaluation of biological aspect of the pre-adult stadia at Bantimurung, South Sulawesi, Indonesia. *Applied Ecology and Environmental Research* 15(3), 881-890. <http://www.aloki.hu>. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_881890 ALÖKI Kft., Budapest, Hungary
27. Harlina, Basukriadi, A., Achmad, A. & **Peggie, D.** 2016. Spread and environmental impact to presence of Sulawesi's endemic butterfly *Graphium androcles* Boisduval (Lepidoptera: Papilionidae) in Bantimurung-Bulusaraung National Park. *International Journal of Scientific & Technology Research* 5(5), 265–269.
28. Rusman, R., Atmowidi, T. & **Peggie, D.** (2016). Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) of Mount Sago, West Sumatra: diversity and flower preference. *Hayati. Journal of Biosciences* 23, 132–137. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hjb.2016.12.001>
29. Tennent, W. J., Müller, C. J. & **Peggie, D.** (2014). Two new butterflies (Lepidoptera, Lycaenidae) from the collections of the Museum Zoologi Bogor, Indonesia. *Tropical Lepidoptera Research*, 24(1), 10–14.
30. Yago, M., Yokochi, T., Kondo, M., Braby, M.F., Yahya, B., **Peggie, D.**, Wang, M., Williams, M., Morita, S. & Ueshima, R. (2012). Revision of the *Euthalia phemius* complex (Lepidoptera:

Nymphalidae) based on morphology and molecular analyses. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 164, 304–327.

31. Lohman, D. J., **Peggie**, D., Pierce, N. E. & Meier, R. (2008). Phylogeography and genetic diversity of a widespread Old World butterfly, *Lampides boeticus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *BMC Evolutionary Biology*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2148-8-301>
32. **Peggie**, D., Rawlins, A. & Vane-Wright, D. (2005). An illustrated checklist of the papilionid butterflies (Lepidoptera: Papilionidae) of Northern and Central Maluku, Indonesia. *Nachrichten Des Entomologischen Vereins Apollo, N.F.*, 26, 41–60.
33. Penz, C.M. & **Peggie**, D. (2003). Phylogenetic relationships among heliconiinae genera based on morphology (Lepidoptera: Nymphalidae). *Systematic Entomology* 28 (4), 451–479.
34. Yamauchi, T., Yata, O. & **Peggie**, D. (2003). A new subspecies of *Delias benasu* (Lepidoptera, Pieridae) from Mt Tambusisi, northeastern Sulawesi, Indonesia. *Tropical Lepidoptera Society*, 54(2), 69–72.
35. **Peggie**, D., Vane-Wright, R. I. & Yata, O. (1995). An illustrated checklist of the pierid butterflies of Northern and Central Maluku (Indonesia). *Butterflies, The Butterfly Society of Japan* 11, 23–47.
36. Vane-Wright, R.I. & D. **Peggie** (=D. P. Rahardja). (1993). An evaluation of the diversity of subspecies, species and genera of Hesperidae within the Philippines, using the WORLDMAP computer program. In: *The Hesperidae (Lepidoptera) of the Philippines*. (R. de Jong & C.G. Treadaway). *Zoologische Verhandelingen, Leiden* 288, 116–121.
37. Sutcliffe, O.L., Thomas, C.D. & **Peggie**, D. (1997). Area-dependent migration by ringlet butterflies generates a mixture of

patchy population and metapopulation attributes. *Oecologia* 109, 229–234.

Jurnal Nasional (29 buah)

38. **Peggie, D.** & Supadi. (2024). Adult longevity of *Idea blanchardii* (Lepidoptera: Nymphalidae) bred at LIPI Butterfly Breeding Facility, Cibinong, Indonesia. *Treubia*, 51(1): 51–72. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v51i1.4774>
39. Sari, H.P.E., Putri, K.A., Persada, A.Y., **Peggie, D.** & Wafa, I.Y. (2023). Bait preference and butterfly diversity (Lepidoptera: Papilionoidea) caught by bait trap in Langsa urban forest, Langsa, Aceh, Indonesia. *Treubia*, 50(2): 125–136. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v50i2.4688>
40. **Peggie, D.**, Prabowo, S. W. B., Shahroni, A. M., Shidiq, F. I. A., Irwansyah, L., Soenarko, S., Rahma, N. & Wafa, I. Y. (2022b). Kupunesia Application for citizen science: New way of mainstreaming interest and study of Indonesian butterflies. *Treubia*, 49(2), 137–148. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i2.4501>
41. **Peggie, D.** (2022). Trade and threat on *Ornithoptera croesus* (Lepidoptera: Papilionidae), The Wallace's birdwing butterfly in North Maluku, Indonesia. *Treubia*, 49(2), 85–96. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i2.4496>
42. **Peggie, D.**, Supadi, S., Guntoro, G., Sarino, S., Fatimah, F., Rachmatiyah, R. & Haeuser, C. (2022a). *Papilio demoleus* L. and *Papilio polytes* L. (Lepidoptera: Papilionidae) reared on some host plants at Butterfly Research Facility, LIPI Cibinong, West Java, Indonesia. *Treubia*, 49(1), 41–56. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i1.4468>
43. Shahroni, A. M., Shidiq, F. I. A., Soenarko, S., Irwansyah, L. & **Peggie, D.** (2022). Record on some caterpillars of butterflies

- (Lepidoptera: Papilionoidea) in East Java, Indonesia. *Treubia*, 49(1), 25–40. <https://doi.org/10.14203/treubia.v49i1.4387>
44. Kahono, S., **Peggie**, D. & Sulistyadi, E. (2021). Diversity of the closed-nested honey bees (Apidae: *Apis* spp.) and the traditional honey collecting and beekeeping in four islands of Indonesia. *Treubia* 48(2), 141–152. DOI: 10.14203/treubia.v48i2.4267
 45. **Peggie**, D., Supadi, Guntoro & Rasyidi, M. (2021c). Can *Troides helena* and *Pachliopta adamas* co-exist? A perspective from the Butterfly Breeding Facility, Cibinong Science Center, Indonesia. *Treubia*, 48(2), 129–140. <https://doi.org/10.14203/treubia.v48i2.4257>
 46. **Peggie**, D., Rasyidi, M., Wafa, I.M. & Baskoro, K. (2021b). Peran sains warga untuk akselerasi perolehan data kupu-kupu di Indonesia terkait Project BIFA-GBIF [Citizen science participation to accelerate butterfly data acquisition in Indonesia related to BIFA-GBIF Project]. *Berita Biologi*, 21(3), 325–334. <http://dx.doi.org/10.14203/beritabiologi.v21i3.4264>
 47. **Peggie**, D., Neville, D., Sarino & Kahono, S. (2021a). Assessing in-situ semi-natural butterfly breeding approach of *Ornithoptera croesus* (Papilionidae) on Bacan Island, Maluku Utara, Indonesia. *Treubia*, 48(1), 55–68. <https://doi.org/10.14203/treubia.v48i1.4129>
 48. Kahono, S., Prawiradilaga, D.M., **Peggie**, D., Erniwati & Sulistyadi, E. (2020). First report on hunting behavior of migratory Oriental Honey-buzzard (*Pernis ptilorhynchus orientalis*) towards migratory giant honeybee (*Apis dorsata dorsata*) (Hymenoptera: Apidae) on Java Island, Indonesia. *Treubia* 47(2), 123–132. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v47i2.4005>
 49. Lohman, D.J., Sarino & **Peggie**, D. (2020). Syntopic *Elymnias agondas aruana* female forms mimic different *Taenaris* model species (Papilionoidea: Nymphalidae: Satyrinae) on Aru, Indonesia. *Treubia* 47(1), 1–12. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v47i1.3821>
 50. **Peggie**, D. (2019a). Biological aspects of *Papilio peranthus* (Lepidoptera: Papilionidae) as observed at Butterfly Research

Facility - LIPI, Cibinong, Indonesia. *Treubia*, 46, 85–102. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v46i0.3795>

51. Engel, M.S., Kahono, S. & D. **Peggie**. (2018). A key to the genera and subgenera of stingless bees in Indonesia (Hymenoptera: Apidae). *Treubia* 45, 65–84. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v45i0.3687>
52. Kurniati, H., **Peggie**, D. & Sulistyadi, E. (2018). Pupal acoustic behaviour of *Troides helena helena* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Papilionidae) from West Java, Indonesia (Tingkah laku suara pupa *Troides helena helena* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Papilionidae) dari Jawa Barat, Indonesia). *Jurnal Biologi Indonesia* 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.47349/jbi/14012018/1>
53. **Peggie**, D. (2019b). Kajian diversitas kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) dan potensi pemanfaatannya di hutan Petungkriyono, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *Kajen: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembangunan* 2(2), 105–122.
54. de Araujo, B.C., Schmidt, S., von Rintelen, T., Sutrisno, H., von Rintelen, K., Ubaidillah, R., Häuser, C., **Peggie**, D., Narakusumo, R.P. & Balke, M. (2017). Indobiosys - DNA barcoding as a tool for the rapid assessment of hyperdiverse insect taxa in Indonesia: a status report. *Treubia*, 44, 67–76. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v44i0.3381>
55. Bahar, I., Atmowidi, T. & **Peggie**, D. (2016). Keanekaragaman Kupu-kupu superfamili Papilionoidea (Lepidoptera) di Kawasan Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi, Jawa Barat. *Zoo Indonesia*, 25(1), 71–82. <http://dx.doi.org/10.52508/zi.v25i1.3025>
56. Harlina, Basukriadi, A., Achmad, A. & **Peggie**, D. (2016). Peranan vegetasi terhadap kehadiran kupu-kupu *Graphium androcles* Boisduval (Lepidoptera: Papilionidae) di sekitar areal wisata

Pattunuang dan Bantimurung, Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Sulawesi Selatan. *Jurnal Pro-Life*, 3 (2), 97–108.

57. Houlihan, P. R., Shalot Junaidi, Kursani, Bani, P., **Peggie**, D., Ubaidillah, R., Zrust, M., Ball, G. F., Cheyne, S., Rowland, D. & Höing, A. (2015). The Butterflies of Borneo's Upper Barito Watershed: A preliminary checklist and remarks on the importance of community managed forests in sustaining diversity. *Journal of Indonesian Natural History*, 3(1), 46–51.
58. **Peggie**, D. & Harmonis. (2014). Butterflies of Gunung Halimun-Salak National Park, Java, Indonesia, with an overview of the area importance. *Treubia*, 41, 17–30. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v41i0.357>
59. **Peggie**, D. (2014). Diversitas dan pentingnya kupu-kupu Nusa Kambangan (Jawa, Indonesia). *Zoo Indonesia* 23 (1): 45–55. <http://dx.doi.org/10.52508/zi.v23i1.370>
60. **Peggie**, D. (2012). A list of the butterflies of Ujung Kulon National Park, Java, Indonesia. *Treubia* 39: 67–76. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v39i0.25>
61. **Peggie**, D., Vane-Wright, R. I. & van Mastrigt, H. (2009). A new member of the *Ideopsis gaura* superspecies (Lepidoptera: Danainae) from the Foja Mountains, Papua, Indonesia. *Suara Serangga Papua (Sugapa)*, 3(4), 1–18.
62. **Peggie**, D. (2004). Systematics of Vagrantini butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). Part 2. Discussion on clades and character distributions. *Treubia*, 33(2), 137–146. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v33i2.578>
63. **Peggie**, D. (2003). Systematics of Vagrantini butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). Part 1. Cladistic analysis. *Treubia*, 33(1), 71–87. <http://dx.doi.org/10.14203/treubia.v33i1.584>

64. Vane-Wright, R. I. & **Peggie**, D. (1994). The butterflies of Northern and central Maluku: Diversity, Endemism, Biogeography, and Conservation Priorities. *Tropical Biodiversity*, 2(1), 212.
65. **Peggie**, D., Amir, M. & Astuti, D. (1991). Pertumbuhan dan konsumsi pakan larva kupu *Graphium*. *Zoo Indonesia*, 11, 1–6.
66. **Peggie**, D. & Amir, M. (1991). The intestinal flagellate composition on dry-wood termite, *Cryptotermes cynocephalus* fed on different timber species. *Ekologi Indonesia*, 2 (2), 85–88.

Prosiding Seminar Internasional (5 buah)

67. Asfiya W., Narakusumo, R.P., Winara, A., Dwibadra, D., Darmawan, Sarino, Budiasih, Y., Ruswandi, A., Samsudin, D. A., **Peggie**, D., Sutadian, A.D. & Gunawan, H. (2023). Functional and species diversity of butterflies in relationship to vegetation cover of Kiarapayung Biodiversity Park, West Java, Indonesia. Proceedings of the 3rd International Conference on Biology, Science and Education (IcoBioSE 2021) *IcoBioSE 2021*, ABSR, 32. 416–425 10.2991/978-94-6463-166-1_52
68. Panjaitan, R., Buchori, D., **Peggie**, D., Harahap, I.S., Drescher, J., Scheu, S. & Hidayat, P. (2020). How will oil palm expansion affect to butterfly diversity in Jambi, Indonesia? *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 457, 012023 doi:10.1088/1755-1315/457/1/012023
69. Panjaitan, R., Hidayat, P., Buchori, D., **Peggie**, D., Harahap, I.S., Drescher, J. & Scheu, S. (2019). Diversity of butterflies (Lepidoptera) caught by using fruit traps in Bukit Duabelas and Harapan Forest landscape, Jambi. *AIP Conference Proceedings* 2120, 070015. <https://doi.org/10.1063/1.5115732>
70. Panjaitan, R., Atmowidi, T. & **Peggie**, D. (2016). Effect of temperature on butterfly community (Lepidoptera) at Gunung Meja Recreational Forest Area, Manokwari, Papua Barat. *ICSBP*

Conference Proceedings KnE Social Sciences, 19–26. doi: 10.18502/kss.v1i1.430

71. **Peggie**, D. (2008). Inventory surveys of nymphalid butterflies in Java, Indonesia. Report on Insect Inventory Project in Tropical Asia (TAIIV), 111–122.

Prosiding Seminar Nasional (4 buah)

72. Kahono, S., **Peggie**, D. & Erniwati. (2019). Keragaman lebah (Apoidea) dan perlebahan madu tradisional di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XXV*, 25–27.
73. Septianella, G., **Peggie**, D. & Sasaerila, H. Y. (2015). Keanekaragaman kupu-kupu (Lepidoptera) di kawasan Desa Pasirlangu, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1816–1820. <https://doi.org/10.13057/psnmibi/m010811>
74. Ubaidillah, R., Noerdjito, W.A. & **Peggie**, D. (1994). Papilionidae Irian Jaya. *Prosiding seminar hasil penelitian dan pengembangan sumber daya hayati*, Bogor, Puslitbang Biologi, LIPI, 463–473.
75. Astuti, D. & **Peggie**, D. (1991). Pakan buatan larva kupu *Papilio*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Hayati 1990/1991*. Puslitbang Biologi LIPI, Bogor, 15 Mei 1991, 155–159.

Buku ini tidak diperjualbelikan.

DAFTAR PUBLIKASI LAINNYA

Tulisan Semi-ilmiah/Populer (10 buah)

1. Kurniati, H. & **Peggie**, D. (2024). Kepompong Kupu-kupu Raja, si mungil dengan suara tandingi kelelawar. *DetikEdu, Detikpedia*, tayang online Kamis, 20 Juni 2024. <https://dtk.id/NnGK6w>
2. Sunarko, Y.A. & **Peggie**, D. (2024) Kupu-kupu kera terbang, kepompongnya menyerupai wajah kera. *Mongabay. Situs Berita Lingkungan*, tayang online Selasa, 4 Juni 2024. <https://t.co/yhYXhNnLDU>
3. **Peggie**, D., Shidiq, F.I.A. & Wafa, I.Y. (2024) Senang kupu-kupu? Yuk cari informasinya lewat aplikasi Kupunesia. *DetikEdu, Detikpedia*, tayang online Selasa, 14 Mei 2024. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-7339047/senang-kupu-kupu-yuk-cari-informasinya-lewat-aplikasi-kupunesia>
4. **Peggie**, D. (2015). Kupu-kupu sayap burung: indah, unik, langka, tetapi minim perhatian. Dalam: Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional Tahun 2015. (Penyunting: Panitia Pelaksana Peringatan Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional 2015), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan TA 2015, hal. 39–42.
5. **Peggie**, D. (2014). *Mengenal Kupu-kupu untuk Anak-Anak/Know Our Butterflies for Kids*. 24 hal. Binamitra Megawarna, Jakarta,
6. **Peggie**, D. (2009). Inventory surveys of nymphalid butterflies in Java, Indonesia. *The Nature & Insects* 22 (13), 11–13. Dalam majalah Jepang, diterjemahkan oleh Osamu Yata ke dalam Bahasa Jepang.
7. **Peggie**, D. (2008). Kupu-kupu, keunikan tiada tara. *Kompas*, 22 Juli 2008.

8. **Peggie, D.** (1991). Perkembangan koloni rayap. *Si Kuncung*, 6, 6–7.
9. **Peggie, D.** (1990). Kehidupan sosial rayap. *Si Kuncung*, 51, 6–7.
10. **Peggie, D.** (1990). Rayap sebagai kawan dan lawan. *Si Kuncung*, 50, 6–7.

Hasil assessment IUCN dimuat pada web IUCN (belum dipublikasikan di jurnal ilmiah)

11. Bains, T., Moonen, J. & **Peggie, D.** (2021). *Pachliopta polydorus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T121973642A122602261. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T121973642A122602261.en>
12. Bains, T., Moonen, J., **Peggie, D.** & Müller, C.J. (2021). *Papilio veiovis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T122549442A122603371. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T122549442A122603371.en>
13. Bains, T., Moonen, J., **Peggie, D.** & Müller, C.J. (2021). *Papilio satespes*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T122549231A122603331. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T122549231A122603331.en>
14. Bains, T., Moonen, J., **Peggie, D.** & Müller, C.J. (2021). *Papilio blumei*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T122524294A122602851. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T122524294A122602851.en>
15. Bains, T., Moonen, J., Müller, C.J. & **Peggie, D.** (2021). *Graphium dorcus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T160028A122601048. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T160028A122601048.en>
16. Bains, T., Moonen, J. & **Peggie, D.** (2021). *Graphium sarpedon*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T160215A821002. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T160215A821002.en>

17. Bains, T., Moonen, J., Müller, C.J. & **Peggie, D.** (2021). *Graphium meyeri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T161120A122601865. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T161120A122601865.en>
18. Bains, T., Moonen, J., Müller, C.J. & **Peggie, D.** (2021). *Graphium deucalion*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T160662A122601580. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T160662A122601580.en>
19. Rushbrooke, M., Moonen, J. & **Peggie, D.** (2020). *Papilio lampsacus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T122540322A122603116. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T122540322A122603116.en>
20. Rushbrooke, M., Moonen, J. & **Peggie, D.** (2020). *Papilio diophantus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T122527368A122602936. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T122527368A122602936.en>

Dataset yang dikirimkan ke GBIF dan dimuat pada web GBIF (belum dipublikasikan di jurnal ilmiah)

Dataset untuk famili Papilionidae:

21. **Peggie, D.** (2022). *Atrophaneura* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.17. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/oqtbwj> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
22. **Peggie, D.** (2022). *Chilasa* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.19. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/7ypvyz> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

23. **Peggie, D.** (2022). *Cressida* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.11. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/xcjmd8> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
24. **Peggie, D.** (2022). *Graphium* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.18. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ioipbd> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
25. **Peggie, D.** (2022). *Lamproptera* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.14. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ovlzf2> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
26. **Peggie, D.** (2022). *Losaria* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.7. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/7e7et5> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
27. **Peggie, D.** (2022). *Meandrusa* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.14. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/dcgcto> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
28. **Peggie, D.** (2022). *Ornithoptera* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.11. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ogmz9r> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

29. **Peggie, D.** (2022). *Pachliopta* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.12. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/12hlih> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
30. **Peggie, D.** (2022). *Papilio* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.16. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/xgdnw> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
31. **Peggie, D.** (2022). *Trogonoptera* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.15. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/vg2rix> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
32. **Peggie, D.** (2022). *Troides* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.6. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/isqrqq> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

Dataset untuk famili Nymphalidae:

33. **Peggie, D.** (2022). *Cethosia myrina* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.11. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/jnkj7y> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
34. **Peggie, D.** (2022). *Idea* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.10. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/aj9bp7> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

Dataset untuk famili Pieridae:

35. Peggie, D. (2022). *Hebomoia* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.11. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/f6rern> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
36. Peggie, D. (2022). Pierid butterfly specimens (Part 1: *Aoa*, *Belenois*, *Cepora*, *Prioneris*, *Saletara*) at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.8. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/vkba76> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
37. Peggie, D. (2022). Pierid butterfly specimens (Part 2: *Dercas*, *Gandaca*) at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.5. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ps6tdt> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
38. Peggie, D. (2022). Pierid butterfly specimens (Part 3: *Appias*, *Elodina*, *Leuciacria*, *Udaiana*) at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.5. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/u6kj6b> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
39. Peggie, D. (2022). *Catopsilia* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.19. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/jdyzwj> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
40. Peggie, D. (2022). *Delias* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.5. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/mt7g3m> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

41. Peggie, D. (2022). *Eurema* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.4. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/47wve9> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
42. Peggie, D. (2022). *Ixias* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.7. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/a3kcjb> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
43. Peggie, D. (2022). *Leptosia* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.5. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/jgy993> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.
44. Peggie, D. (2022). *Pareronia* butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.8. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/5petb6>

Dataset hasil observasi penggiat kupu-kupu:

45. Peggie, D. (2022). Butterfly observation records based on photographs taken by butterfly enthusiasts in Indonesia. Version 1.16. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/2e7eef> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

Dataset untuk famili Riodinidae:

46. Peggie, D. (2022). Riodinid butterfly specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.5. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/u4qxyzw> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

Dataset untuk spesimen tipe kupu-kupu MZB:

47. **Peggie, D.** (2022). Butterfly type specimens at Museum Zoologi Bogor, Indonesia. Version 1.9. Research Center for Biology - Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ga5uve> Diakses melalui GBIF.org pada 6 Juni 2024.

B. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/PT/ Universitas	Kota/Negara	Tahun Lulus
1.	SD	Kesatuan	Bogor, Indonesia	1977
2.	SMP	Regina Pacis	Bogor, Indonesia	1981
3.	SMA	Regina Pacis	Bogor, Indonesia	1984
4.	S-1	Universitas Nasional	Jakarta, Indonesia	1988
5.	S-2	Imperial College, University of London	Silwood Park, Ascot, Inggris	1992
6.	S-3	Cornell University	Ithaca, New York, Amerika Serikat	2002

C. Pendidikan Nonformal

No.	Nama Pelatihan/ Pendidikan	Tempat/Kota/ Negara	Tahun
1.	Internship (magang kerja)	Entomology Department, Natural History Museum, London (dulu: British Museum of Natural History)/ London/Inggris	1993
2.	Program Post Doctoral	Cornell University Insect Collection (CUIC)/Ithaca, New York, Amerika Serikat	2003

Buku ini tidak diperjualbelikan.

D. Jabatan Fungsional

No.	Jenjang Jabatan	TMT Jabatan
1.	Asisten Peneliti Madya III/a	1 Agustus 1994
2.	Asisten Peneliti Madya III/b (d disesuaikan tahun 2005 menjadi Peneliti Pertama)	1 Agustus 2003
3.	Peneliti Muda III/d	1 Juli 2007
4.	Peneliti Madya IV/a	1 Juni 2011
5.	Peneliti Madya IV/b	1 September 2015
6.	Peneliti Ahli Utama IV/c	10 Oktober 2023

E. Keikutsertaan dalam Kegiatan Ilmiah

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
1.	International Butterfly Conference	Pemakalah	LIPI/Ujung Pandang, Indonesia	24–27 Agustus 1993
2.	Symposium on “The Development of Insect Inventory Project in Tropical Asia (TAIIV)”	Pemakalah	TAIIV/ Fukuoka, Jepang	1–2 Desember 2007
3.	Seminar nasional V Pemberdayaan Keanekaragaman Serangga untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat	Peserta	Perhimpunan Entomologi Indonesia cabang Bogor, LIPI, IPB, dan Departemen Pertanian/Bogor, Indonesia	18–19 Maret 2008

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
4.	The 2nd Asian Lepidoptera Conservation Symposium	Pemakalah	Penang Butterfly Farm & Asian Lepidoptera Conservation/ Penang, Malaysia	24–28 November 2008
5.	Pre-symposium: Letter from Ternate	Pembicara	Pemkot Ternate & LIPI/Ternate, Indonesia	2 Desember 2008

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Data Pribadi

Nama Lengkap	: Dr. Djunijanti Peggie, M.Sc.
Tempat, Tanggal Lahir	: Bogor, 7 Juni 1965
Anak ke	: 3 dari 6 bersaudara
Jenis Kelamin	: Perempuan
Nama Ayah Kandung	: Prawira Rahardja
Nama Ibu Kandung	: Unayani
Nama Suami	: Erwin Marjanto Dumalang
Jumlah Anak	: 3
Nama Anak	: 1. Livia Larasati Dumalang : 2. Brianna Dinda Dumalang : 3. Daniel Damarpatih Dumalang
Nama Instansi	: Pusat Riset Biosistematika dan Evolusi, Organisasi Riset Hayati dan Lingkungan, BRIN
Judul Orasi	: Biodiversitas, Konservasi, dan Akselerasi Pengetahuan Kupu-kupu Indonesia
Ilmu	: Biologi
Bidang	: Zoologi
Kepakaran	: Biosistematika dan Konservasi Kupu-kupu
No. SK Pangkat Terakhir	: Keppres RI No. 00060/KEP/ AA/15001/23 tanggal 27 Februari 2023
No. SK Peneliti Ahli Utama	: Keppres RI No. 38/M Tahun 2023, tanggal 18 September 2023

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
6.	Symposium: “Letter from Ternate - Honoring the Past, Celebrating the Future	Peserta	Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI), Wallacea Foundation, LIPI, Conservation International Indonesia/ Makassar, Indonesia	10–13 Desember 2008
7.	Seminar Nasional XXII Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI)	Pemakalah poster	Universitas Jenderal Soedirman/ Purwokerto, Indonesia	31 Agustus– 1 September 2013
8.	Seminar Sehari Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional	Moderator	Pusat Penelitian Biologi, LIPI/ Bogor, Indonesia	5 November 2014
9.	Diskusi Publik Hari Kartini	Pembicara nara- sumber	Biro Kerja Sama, Hukum dan Humas (BKHH) LIPI/ Munasain, Bogor, Indonesia	18 April 2019

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
10.	Workshop Mobilisasi Data Koleksi Kupu-kupu Indonesia yang Tersimpan di laboratorium Serangga (Museum Zoologi Bogor)	Ketua Penye- lenggara	Tim BIFA- GBIF dan MZB-LIPI/ Cibinong/ Indonesia	24 Februari 2020
11.	Bincang Redaksi-5 National Geographic Indonesia	Pembicara nara- sumber	GRID network, National Geographic Indonesia/ virtual melalui zoom	2 Mei 2020
12.	GBIF Asia Virtual Summit	Pembicara	GBIF/ Copenhagen & virtual	20 Juli 2020
13.	2020 Entomological Collections Network (ECN) Virtual Meeting	Pembicara	Entomological Collections Network/ virtual meeting/ Worldwide organizers	9–10 November 2020
14.	Pelatihan KupuKita (via zoom)	Pembicara nara- sumber	Pusat Riset Perubahan Iklim RCCC UI, SEAMEO Biotrop, Tambora Muda Indonesia/zoom	12 Juni 2021

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
15.	Seminar Nasional Serangga dan Sumber Daya Alam Dalam Pembangunan di Masa Pandemi Covid-19 (via zoom)	Pembicara utama	Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi	27 Juli 2021
16.	Workshop Perekaman Data dan Mobilisasi Data Kupu-kupu Indonesia – melalui spesimen koleksi di MZB dan melalui foto kupu-kupu dari penggiat kupu-kupu	Ketua Penyelenggara	Tim BIFA-GBIF dan MZB-LIPI/Cibinong/Indonesia	18 September 2021
17.	Educational Camp Peluncuran Aplikasi Kupunesia: Gerakan Sains Warga dalam Memetakan Kupu-kupu Indonesia	nara-sumber	Birdpacker Indonesia/Coban Rais, Batu, Jawa Timur/Indonesia	2–4 Desember 2022

Buku ini tidak diperjualbelikan.

No.	Nama Kegiatan	Peran/Tugas	Penyelenggara (Kota, Negara)	Tahun
18.	Kajian Pola Keanekaragaman dan Komposisi Invertebrata di Taman Keanekaragaman Hayati (Kehati) Jawa Barat: Pembahasan Nilai Serangga Penyerbuk Bagi Ekosistem dan Perekonomian Masyarakat	Pembicara nara-sumber	Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Jawa Barat/ Taman Kehati Kiara Payung/ Indonesia	6 Desember 2022
19.	Wallace 200: Tracing the Footprints of Alfred Russel Wallace	Pembicara	Universitas Hasanuddin & Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia (AIPI)/Maros dan Makassar/ Indonesia	12–16 Agustus 2023

F. Keterlibatan dalam Pengelolaan Jurnal

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
1.	Treubia	Puslit Biologi LIPI, dilanjut RMPI BRIN	editor	2004–2013
			managing editor (editor pelaksana)	2014–2018
			chief editor (editor utama)	2019– sekarang
2.	Entomological Science	Entomological Society of Japan	Salah satu anggota editorial board	2005
3.	Sugapa	Kelompok Entomologi Papua	editor	2008–2010
4.	Zoo Indonesia	Puslit Biologi LIPI, dilanjut Masyarakat Zoologi Indonesia berafiliasi dengan BRIN	Mitra bestari (reviewer)	2020–2023 ketika ada naskah topik kupu- kupu

No.	Nama Jurnal	Penerbit	Peran/Tugas	Tahun
5.	Berita Biologi	Puslit Biologi LIPI, dilanjut oleh Forum Pohon Langka Indonesia berafiliasi dengan BRIN	Mitra bestari (reviewer)	2020–2023
6.	Journal of Tropical Ecology	Cambridge University Press	Mitra bestari (reviewer)	2022
7.	Indonesian Journal of Applied Environmental Studies	Sekolah PascaSarjana Universitas Pakuan, Bogor	Mitra bestari (reviewer)	2022

G. Karya Tulis Ilmiah

No.	Kualifikasi Penulis	Jumlah
1.	Penulis Tunggal	11 ilmiah
2.	Bersama Penulis Lainnya	64 ilmiah
Total		75

No.	Kualifikasi Bahasa	Jumlah
1.	Bahasa Indonesia	13 ilmiah
2.	Bahasa Inggris	60 ilmiah
3.	Dwibahasa (Indonesia dan Inggris)	2 ilmiah
Total		75

H. Pembinaan Kader Ilmiah

Mahasiswa

No.	Nama	Instansi	Peran/Tugas	Tahun
1.	Rawati Panjaitan	Pascasarjana IPB (S2)	Pembimbing	2010
2.	Astrid Sri Wahyuni Sumah	Pascasarjana IPB (S2)	Pembimbing	2010
3.	Hasni Ruslan	Pascasarjana IPB (S-2)	Pembimbing	2010
4.	Ratih Rusman	Pascasarjana IPB (S-2)	Pembimbing	2013
5.	Geo Septianella	Universitas Al-Azhar Indonesia (S-1)	Pembimbing	2013
6.	Irnayanti Bahar	Pascasarjana IPB (S-2)	Pembimbing	2016
7.	Harlina Agusasi	Pascasarjana UI (S-3)	Pembimbing	2015–2017
8.	Rawati Panjaitan	Pascasarjana IPB (S-2 dan S-3)	Pembimbing	2018
9.	Abdul Mutholib Shahrani	Pascasarjana Universitas Brawijaya (S-2)	Pembimbing	2022–sekarang

I. Organisasi Profesi Ilmiah

No.	Jabatan	Nama Organisasi	Tahun
1.	Anggota	Masyarakat Zoologi Indonesia (MZI)	1991– sekarang
2.	Anggota	Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI)	2000– sekarang
3.	Anggota	Masyarakat Taksonomi Fauna Indonesia (MTFI)	2015–2020
4.	Tim pakar	Sekretariat Kewenangan Ilmiah Keanekaragaman Hayati (SKIKH)	2021– sekarang
5.	Anggota	Komite IUCN	2017– sekarang

J. Tanda Penghargaan

No.	Nama Penghargaan	Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Satyalancana Karya Satya X Tahun	Presiden Republik Indonesia	2007
2.	Satyalancana Karya Satya XX Tahun	Presiden Republik Indonesia	2010
3.	Satyalancana Karya Satya XXX Tahun	Presiden Republik Indonesia	2020

Orasi ini menyampaikan perkembangan riset dan pengetahuan kupu-kupu di Indonesia. Hal ini mencakup nilai penting kupu-kupu bagi manusia, peluang, dan tantangan untuk memajukan pengetahuan mengenai kupu-kupu Indonesia.

Orasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang biodiversitas kupu-kupu Indonesia. Aspek konservasi yang juga mencakup pemanfaatan kupu-kupu disampaikan untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kekayaan keanekaragaman kupu-kupu Indonesia dan potensi bagi kesejahteraan masyarakat. Langkah dan strategi untuk mempercepat perolehan data kupu-kupu Indonesia dipaparkan di sini.

Akselerasi ilmu pengetahuan tentang kupu-kupu Indonesia dapat dicapai dengan pelibatan masyarakat seperti halnya yang telah terjadi di negara-negara maju. Perkembangan teknologi informasi juga sangat mendukung pencapaian ini dan perlu terus diupayakan optimalisasinya.

BRIN Publishing
The Legacy of Knowledge

Diterbitkan oleh:
Penerbit BRIN, anggota Ikapi
Gedung B.J. Habibie Lt. 8,
Jln. M.H. Thamrin No. 8,
Kota Jakarta Pusat 10340
E-mail: penerbit@brin.go.id
Website: penerbit.brin.go.id

DOI: 10.55981/brin.1996



ISSN 3090-8485



Buku ini tidak diperjualbelikan.