

Kelimpahan Populasi Serangga di Habitat Kebun Raya Cibinong, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Tri Eko Wahjono^{1*}, Ary Prihardhyanto Keim², Daden Sukarta¹, dan Darmawan¹

¹Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah-BRIN

Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat 16911

²Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi

Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor, Jawa Barat 16911

*Alamat Korespondensi: trie005@brin.go.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 30-12-2024

Direvisi: 26-08-2025

Dipublikasi: 29-05-2026

ABSTRACT/ABSTRAK

Insect populations abundance in Cibinong Botanical Garden of National Research and Innovation Agency

Keywords:
Biodiversity, Botanical
garden, Population
abundance, Relative
Abundance Index
(RAI)

The Cibinong Botanical Garden of the National Research and Innovation Agency serves as an ex-situ conservation area, as it contains many of plant collections that are not rare species but also including species endemic to Indonesia. The objective of this study was to identify the abundance of insect populations within the Cibinong Botanic Gardens and to understand the factors influencing their distribution. This exploration activity employed a "malaise trap," a tent-like structure made of fine mesh commonly used in insect surveys, particularly effective for collecting flies (Diptera) and wasps (Hymenoptera). This study recorded 30 insect species spanning several orders, including Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, and Psocoptera. A total of 967 individual insects were identified. The Relative Abundance Index (RAI) analysis revealed that *Psychodidae* sp. had the highest RAI at 70.73%, indicating it as the dominant species in the study area. Most other species recorded an RAI below 2.5%, suggesting their relatively minor contribution to the overall insect community. The Shannon-Wiener diversity index (H') was calculated at 1.419, reflecting a moderate level of species diversity. This value suggests that while there is variation in species composition, the distribution of individuals among species is uneven. The findings indicate that although the insect ecosystem in the garden is relatively stable, it remains vulnerable to environmental changes particularly if the dominant species were to decline.

Kata Kunci:
Kebun Raya,
Keanekaragaman
hayati, Kelimpahan
populasi, Relative
Abundance Index
(RAI)

Kebun Raya Cibinong merupakan sebuah kawasan yang berfungsi konservasi ex-situ mengingat sebagian koleksinya adalah jenis-jenis tumbuhan langka, termasuk jenis-jenis yang endemik Indonesia. Kegiatan eksplorasi ini menggunakan perangkat serangga yaitu "malaise trap" yang umum dilakukan dalam kegiatan eksplorasi serangga, perangkat berbentuk tenda yang terbuat dari bahan jaring halus dan terutama digunakan untuk mengumpulkan lalat (Diptera) dan tawon (Hymenoptera). Penelitian ini mencatat 30 spesies serangga yang terbagi dalam beberapa ordo seperti Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, dan Psocoptera. Total jumlah individu yang teridentifikasi sebanyak 967 ekor. Hasil perhitungan RAI menunjukkan bahwa spesies *Psychodidae* sp. Memiliki RAI tertinggi dengan 70,73%, yang menjadikannya spesies dominan di lokasi penelitian ini. Sebagian besar spesies lain memiliki RAI di bawah 2,5%, menunjukkan bahwa

mereka berkontribusi dalam jumlah kecil terhadap komunitas serangga secara keseluruhan. Nilai H' sebesar 1,419 menunjukkan faktor keanekaragaman spesies yang sedang. Nilai ini mengindikasikan bahwa meskipun terdapat variasi spesies, distribusi individu antar spesies tidak merata. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelimpahan populasi serangga di Kebun Raya Cibinong serta memahami faktor-faktor yang mempengaruhi distribusinya. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa meski ekosistem serangga di Kebun Raya Cibinong dalam stabilitas yang baik, namun rentan terhadap perubahan lingkungan, terutama jika jenis yang dominan mengalami penurunan populasi.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman dan kelimpahan serangga telah lama diketahui berperan penting dalam menjaga stabilitas ekosistem melalui fungsi sebagai penyerbuk, pengurai, dan pengendali hayati (Gullan & Cranston, 2014; Schowalter, 2011). Namun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa perubahan lingkungan, termasuk perubahan iklim dan aktivitas antropogenik seperti urbanisasi dan penggunaan pestisida, dapat secara langsung memengaruhi dinamika populasi serangga, baik dalam bentuk penurunan keanekaragaman maupun perubahan struktur komunitas (Dirzo *et al.*, 2014; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019).

Menurut Quesada *et al.* (2008), keanekaragaman hayati (biodiversitas) adalah keragaman kehidupan di bumi yang meliputi bakteri, jamur, tumbuhan dan hewan, yang seluruhnya membentuk ekosistem. Keanekaragaman hayati dapat dilihat pada berbagai tingkatan, mulai dari keragaman genetik, spesies (jenis) dan ekosistem. Serangga merupakan komponen penting dalam ekosistem karena berperan sebagai penyerbuk, pengurai, dan juga sebagai bagian dari rantai makanan yang mendukung keseimbangan ekosistem (Nicholson *et al.*, 2022).

Kebun raya sebagai ekosistem buatan (*man-made ecosystem*) memiliki karakteristik unik karena berada pada persimpangan antara lingkungan alami dan tekanan antropogenik, sehingga berpotensi menjadi refugia bagi berbagai kelompok serangga (Pinilla-Rosa *et al.*, 2023). Dalam konteks ini, Kebun Raya Cibinong yang berada di kawasan dengan tekanan urbanisasi tinggi (Bogor–Depok–Jakarta) menjadi lokasi yang strategis untuk mengkaji respons komunitas serangga terhadap perubahan lingkungan. Memahami peran sebuah kawasan Kebun Raya menjadi sangat penting berkaitan dengan perannya dalam perlindungan dan

pelestarian keanekaragaman hayati biota di luar habitat aslinya (*ex-situ*), termasuk serangga. Hal ini terutama berkaitan dengan dampak perubahan iklim dan aktivitas manusia yang dapat mengancam kelestarian mereka di habitat alaminya (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Perubahan iklim dan aktivitas manusia dilaporkan terbukti mengganggu siklus hidup serangga-serangga yang berdampak langsung pada penurunan populasi, sedemikian hingga sampai ke level ancaman serius pada keberadaan sebagian besar jenis-jenis serangga, yang mana diketahui saat ini 40 sampai 50% jenis-jenis serangga terancam kepunahan (Dirzo *et al.*, 2014; Goulson, 2023).

Ancaman kepunahan jenis-jenis serangga terbukti juga berdampak pada kehidupan manusia, terutama terkait fungsi serangga di dalam ekosistem sebagai agen-agen penyerbuk (*pollinators*) dari jenis-jenis tanaman pangan dan buah-buahan yang termasuk komoditas-komoditas pertanian penting (Abrol 2015; Boothroyd, 2015; Khan & Yogi, 2017; Maggi *et al.*, 2024). Dengan kata lain, terganggunya populasi serangga diikuti dengan ancaman kepunahan mereka akan sangat berdampak langsung bukan hanya bagi ketahanan pangan tetapi juga perekonomian banyak negara, terutama negara-negara yang berbasis pertanian termasuk Indonesia (van Emden, 2013).

Meskipun berbagai penelitian telah membahas peran serangga dalam ekosistem, hingga saat ini belum banyak kajian yang secara kuantitatif menganalisis kelimpahan dan dominansi spesies serangga di Kebun Raya Cibinong. Selain itu, hubungan antara perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia dan dinamika populasi serangga di kawasan ini masih belum banyak dikaji secara spesifik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelimpahan populasi serangga di Kebun Raya Cibinong serta menganalisis

distribusinya dalam kaitannya dengan kondisi lingkungan setempat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengelolaan ekosistem kebun raya dalam mendukung konservasi keanekaragaman hayati.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Oktober 2024 di Kebun Raya Cibinong, Kawasan Sains dan Teknologi (KST) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jawa Barat. Identifikasi spesimen dilakukan di Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah (DPKI) BRIN, khususnya pada koleksi zoologi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan kelimpahan dan distribusi populasi serangga berdasarkan data hasil penangkapan di lapangan.

Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel serangga dilakukan menggunakan perangkap malaise yang dipasang pada lima titik lokasi secara acak (random sampling) di area penelitian. Setiap titik pemasangan perangkap memiliki jarak tertentu (± 50 –100 meter) untuk menghindari bias lokasi dan memastikan keterwakilan habitat yang beragam. Perangkap dipasang selama satu minggu pada setiap titik pengamatan. Posisi perangkap ditempatkan secara diagonal terhadap jalur terbang serangga dan arah cahaya matahari untuk meningkatkan efektivitas penangkapan. Pendekatan ini memungkinkan penangkapan serangga dari berbagai arah pergerakan, sehingga data yang diperoleh lebih representatif terhadap komunitas serangga di lokasi penelitian.

Perangkap malaise dipilih karena efektif dalam menangkap serangga terbang, terutama dari ordo Diptera dan Hymenoptera, serta mampu mengumpulkan sampel dalam jumlah besar secara kontinu tanpa intervensi langsung (Häuser & Ried, 2015). Metode ini digunakan dalam studi keanekaragaman dan kelimpahan serangga karena kemampuannya merepresentasikan komunitas serangga aktif terbang secara efisien. Serangga yang tertangkap dimasukkan ke dalam botol koleksi yang berisi alkohol 70% sebagai pengawet. Serangga kemudian dibawa ke laboratorium untuk proses identifikasi.

Identifikasi Serangga

Identifikasi dilakukan terhadap spesimen imago di laboratorium dengan menggunakan mikroskop binokuler (Olympus CX23). Spesimen dipisahkan berdasarkan ordo, kemudian dihitung jumlah individunya dan diidentifikasi hingga tingkat genus atau spesies menggunakan kunci identifikasi yang relevan (Borror *et al.*, 1989).

Analisa Data

Data hasil identifikasi dianalisis secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Analisis meliputi Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk mengukur tingkat keanekaragaman spesies dan Relative Abundance Index (RAI) untuk menentukan dominansi spesies dalam komunitas. Selain itu, analisis deskriptif digunakan untuk membandingkan kelimpahan antar spesies berdasarkan nilai RAI. Penelitian ini bersifat eksploratif-deskriptif sehingga tidak dilakukan uji statistik inferensial, namun hasil yang diperoleh dianalisis secara komparatif berdasarkan proporsi kelimpahan antar spesies.

Indeks Keanekaragaman Hayati

Indeks keanekaragaman hayati merupakan suatu metode pengukuran kuantitatif untuk menyatakan kesehatan suatu ekosistem dari sudut pandang kekayaan komponen biotiknya. Pada kajian ini digunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk menghitung, mendeskripsikan, dan menyimpulkan data yang diperoleh selama di lapangan. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener merupakan salah satu dari beberapa jenis indeks keanekaragaman hayati, yang mengukur ketidakpastian pada hasil proses sampling (Shannon & Weaver, 1949). Adapun rumus indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yang digunakan untuk menganalisis data keanekaragaman hayati di Kebun Raya Cibinong Bogor adalah sebagai berikut dengan klasifikasi indeks keragaman terdapat pada Tabel 1.

$$H' = - \sum P_i \times \ln P_i$$

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = n_i/N , perbandingan antara jumlah individu spesies i (n_i) dengan jumlah total individu semua jenis (N)

n_i = jumlah suatu jenis

N = jumlah total individu yang teramati

Tabel 1. Skema klasifikasi indeks keragaman menurut Shannon—Wiener (1949)

Nilai H'	Keterangan
$H' \geq 3,50$	Keanekaragaman spesies sangat tinggi (komunitas sangat kompleks dan stabil)
$3,00 \leq H' < 3,49$	Keanekaragaman spesies tinggi (komunitas kompleks dan relatif stabil)
$2,50 \leq H' < 2,99$	Keanekaragaman spesies sedang (komunitas cukup beragam, stabilitas sedang)
$2,00 \leq H' < 2,49$	Keanekaragaman spesies rendah (komunitas kurang beragam, cenderung tidak stabil)
$H' < 1,99$	Keanekaragaman spesies sangat rendah (komunitas didominasi oleh sedikit spesies)

Indeks Kemerataan (Evenness Index)

Indeks kemerataan digunakan untuk mengetahui tingkat pemerataan distribusi individu antar spesies dalam suatu komunitas. Indeks kemerataan dihitung menggunakan rumus Pielou (Magurran, 2004), yaitu:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

E = indeks kemerataan

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S = jumlah spesies

Kriteria indeks kemerataan mengacu pada Krebs (1989), yaitu:

$E < 0,4$ = kemerataan rendah

$0,4 \leq E \leq 0,6$ = kemerataan sedang

$E > 0,6$ = kemerataan tinggi

Indeks Dominansi Simpson (D)

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui tingkat dominansi suatu spesies dalam komunitas. Indeks dominansi dihitung menggunakan rumus Simpson (Odum, 1993), yaitu:

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C = indeks dominansi

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = jumlah total individu seluruh spesies

Kriteria indeks dominansi adalah sebagai berikut (Odum, 1993):

$C < 0,50$ = dominansi rendah

$0,50 \leq C \leq 0,75$ = dominansi sedang

$C > 0,75$ = dominansi tinggi

Semakin besar nilai indeks dominansi, maka semakin besar pula tingkat pemusatan dominansi pada spesies tertentu dalam komunitas tersebut. Sebaliknya, nilai dominansi yang rendah menunjukkan bahwa tidak terdapat spesies yang sangat mendominasi komunitas.

Kelimpahan Spesies

Data kelimpahan serangga dihitung menggunakan metode Relative Abundance Index (RAI), yaitu proporsi jumlah individu suatu spesies terhadap jumlah total individu seluruh spesies dalam komunitas (Magurran, 2004; Southwood & Henderson, 2000). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{RAI} = \frac{\text{Jumlah individu spesies X}}{\text{Jumlah total individu seluruh spesies}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Serangga

Hasil identifikasi morfologi terhadap serangga yang tertangkap menggunakan malaise trap di Kebun Raya Cibinong menunjukkan adanya 30 jenis serangga yang termasuk ke dalam 7 ordo dan beberapa famili yang berbeda (Tabel 2, Tabel 3). Ordo yang berhasil teridentifikasi meliputi Diptera,

Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, Trichoptera, dan Psocoptera. Ordo Diptera merupakan kelompok dengan jumlah individu terbanyak, terutama dari famili Psychodidae yang mendominasi komunitas serangga di lokasi penelitian. Selain itu, ditemukan pula beberapa famili lain seperti Formicidae pada Hymenoptera, Geometridae pada Lepidoptera, Cicadellidae pada Hemiptera, serta Psocidae pada Psocoptera.

Tabel 2. Hasil identifikasi serangga-serangga yang tertangkap menggunakan Malaise trap di KR. Cibinong






No	Ordo	Famili	Spesies	Jumlah (ekor)	Fungsi Ekologis
1	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Palaminus</i> sp.	6	Predator serangga kecil
2	Coleoptera	Phengodidae	<i>Taximastinocerus</i> sp.	1	Predator larva serangga
3	Coleoptera	Carabidae	<i>Paratachys</i> sp.	1	Predator arthropoda kecil di permukaan tanah
4	Coleoptera	Carabidae	<i>Perigona</i> sp.	1	Predator arthropoda kecil
5	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Melolonthinae</i> sp.	1	Herbivora akar dan bahan tumbuhan
6	Hymenoptera	Formicidae	<i>Proceratium</i>	23	Predator telur arthropoda
7	Hymenoptera	Formicidae	<i>Anochetus</i> sp.	6	Predator serangga tanah
8	Hymenoptera	Formicidae	<i>Monomorium</i> sp.	7	Omnivora dan pengurai bahan organik
9	Hymenoptera	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	5	Parasitoid larva Diptera
10	Hymenoptera	Braconidae	<i>Meteorus</i> sp.	2	Parasitoid larva Lepidoptera
11	Hymenoptera	Braconidae	<i>Stantonia</i> sp.	1	Parasitoid serangga herbivora
12	Hymenoptera	Formicidae	<i>Dolichoderus</i> sp.	2	Omnivora dan predator serangga kecil
13	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Osbornellus</i> sp.	3	Herbivora pengisap cairan tumbuhan
14	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Balclutha</i> sp.	7	Herbivora pada rumput dan tumbuhan
15	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Hemiptera</i> sp.	5	Herbivora pengisap cairan tumbuhan
16	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Cicadellidae</i> sp.	3	Herbivora dan vektor patogen tumbuhan
17	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Trichoptera</i> sp.	1	Detritivor akuatik dan indikator ekosistem perairan
18	Psocoptera	Psocidae	<i>Loensia fasciata</i>	1	Detritivor dan pemakan mikroorganisme
19	Lepidoptera	Geometridae	<i>Thalassodes linguissita</i>	12	Herbivora daun pada fase larva
20	Lepidoptera	Geometridae	<i>Eupithecia</i> sp.	24	Herbivora daun pada fase larva
21	Lepidoptera	Tineidae	<i>Tinia</i> sp.	17	Detritivor bahan organik
22	Lepidoptera	Geometridae	<i>Epiphryne</i>	15	Herbivora daun
23	Lepidoptera	Noctuidea	<i>Hyospila</i> sp.	10	Herbivora daun pada fase larva
24	Lepidoptera	Noctuidea	<i>Azenia</i> sp.	16	Herbivora daun pada fase larva
25	Diptera	Lauxaniidae	<i>Minettia lupulina</i>	8	Detritivor bahan organik membusuk
26	Diptera	Psychodidae	Psychodidae sp.	684	Detritivor dan pengurai bahan organik lembab
27	Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i> sp.	71	Detritivor bahan organik











No	Ordo	Famili	Spesies	Jumlah (ekor)	Fungsi Ekologis
28	Diptera	Milichiidae	<i>Desmometopa</i>	11	lembab Detritivor dan pemakan bahan organik
29	Diptera	Dolichopodidae	<i>Trinophilus</i> sp.	12	Predator serangga kecil
30	Diptera	Lauxaniidae	<i>Minettia filia</i>	11	Detritivor bahan organik membusuk
Total				967	














Hasil identifikasi menunjukkan bahwa komunitas serangga di Kebun Raya Cibinong tersusun atas kelompok serangga dengan fungsi ekologis yang beragam, seperti pengurai, parasitoid, predator, penyerbuk, hingga indikator kualitas lingkungan (Tabel 2). Keragaman kelompok serangga dengan berbagai fungsi ekologis tersebut menunjukkan bahwa habitat di Kebun Raya Cibinong masih mampu mendukung berbagai relung ekologis serangga tropis. Sebagai contoh, ordo Hymenoptera yang ditemukan di Kebun Raya Cibinong menjalankan peran ekologis yang sama dengan di luar ekosistem Kebun Raya. Famili Formicidae (famili semut-semutan) teramat berperan penting sebagai predator, pemangsa,

maupun pengurai, yang membantu menjaga keseimbangan populasi serangga lain dan proses dekomposisi organik (Gullan & Cranston, 2014). Sementara Braconidae (famili tawon parasit) merupakan kelompok parasitoid penting dalam mengendalikan populasi inang, seperti larva serangga hama. Kelimpahan *Opius* sp., *Meteorus* sp., dan *Stantonia* sp. (Price *et al.*, 2011) meski rendah, menunjukkan adanya aktivitas pengendalian biologis di lokasi penelitian ini. Kehadiran jenis parasitoid ini bisa menjadi indikator penting adanya interaksi trofik yang kompleks dan keseimbangan antara serangga predator, parasitoid, dan inangnya dalam ekosistem.

Tabel 3. Identifikasi berdasarkan karakteristik morfologi serangga yang ditemukan di Kebun Raya Cibinong dengan perangkap Malaise

Ordo	Famili	Jenis	Gambar
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Palaminus</i> sp.	
	Phengodidae	<i>Taximastinocerus</i> sp.	
	Carabidae	<i>Paratachys</i> sp.	
	Carabidae	<i>Perigona</i> sp.	
	Scarabaeidae	<i>Melolonthinae</i> sp.	

Ordo	Famili	Jenis	Gambar
Hymenoptera	Formicidae	<i>Anochetus</i> sp.	
	Formicidae	<i>Proceratium</i>	
	Formicidae	<i>Monomorium</i> sp.	
	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	
	Braconidae	<i>Meteorus</i> sp.	
	Braconidae	<i>Stantonia</i> sp.	
	Formicidae	<i>Dolichoderus</i> sp.	
	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Osbornellus</i> sp.
Cicadellidae		<i>Balclutha</i> sp.	
Cicadellidae		<i>Hemiptera</i> sp.	
Cicadellidae		<i>Cicadellidae</i> sp.	

Ordo	Famili	Jenis	Gambar
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Trichoptera</i> sp.	
Psocoptera	Psocidae	<i>Loensia fasciata</i>	
Lepidoptera	Geometridae	<i>Thalassodes linguissita</i>	
	Geometridae	<i>Eupithecia</i> sp.	
	Tineidae	<i>Tinia</i> sp.	
	Geometridae	<i>Epiphryne</i>	
	Noctuidea	<i>Hyospila</i> sp.	
	Noctuidea	<i>Azenia</i> sp.	
	Diptera	Lauxaniidae	<i>Minettia lupulina</i>
Psychodidae		<i>Psychodidae</i> sp.	
Psychodidae		<i>Psychoda</i> sp.	
Milichiidae		<i>Desmometopa</i>	
Dolichopodidae		<i>Trinophilus</i> sp.	
Lauxaniidae		<i>Minettia filia</i>	

Indeks Keanekaragaman, Kemerataan dan Dominansi Serangga di Kebun Raya Cibinong

Hasil pengamatan morfologi menunjukkan jenis serangga yang bervariasi dan mencerminkan karakteristik ekosistem tropis yang mendukung keberadaan berbagai kelompok serangga (Caswell, 1962; Resh & Cardé, 2009; Schowalter, 2011). Akan tetapi, hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') menunjukkan nilai sebesar 1,419 yang termasuk kategori rendah hingga sangat

rendah. Nilai tersebut menunjukkan bahwa distribusi individu antar spesies tidak merata dan didominasi oleh *Psychodidae* sp. dengan proporsi individu yang jauh lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya. Hasil analisis indeks dominansi menunjukkan nilai sebesar 0,51 yang termasuk dalam kategori dominansi sedang menuju tinggi. Nilai tersebut menunjukkan adanya pemusatan dominansi pada spesies tertentu dalam komunitas serangga di Kebun Raya Cibinong.

Tabel 4. Keragaman, kemerataan dan dominansi serangga di Kebun Raya Cibinong

No	Ordo	Famili	Spesies	ni	pi (ni/N)	pi*ln(pi)	RAI %	$\sum(ni/N)^2$
1	Coleoptera	Staphylinidae	<i>Palaminus</i> sp.	6	0,0062	-0,0288	0,62	0,00003850
2	Coleoptera	Phengodidae	<i>Taximastinocerus</i> sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
3	Coleoptera	Carabidae	<i>Paratachys</i> sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
4	Coleoptera	Carabidae	<i>Perigona</i> sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
5	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Melolonthinae</i> sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
6	Hymenoptera	Formicidae	<i>Proceratium</i>	23	0,0238	-0,0774	2,38	0,00056572
7	Hymenoptera	Formicidae	<i>Anochetus</i> sp.	6	0,0062	-0,0288	0,62	0,00003850
8	Hymenoptera	Formicidae	<i>Monomorium</i> sp.	7	0,0072	-0,0317	0,72	0,00005240
9	Hymenoptera	Braconidae	<i>Opius</i> sp.	5	0,0052	-0,0261	0,52	0,00002674
10	Hymenoptera	Braconidae	<i>Meteorus</i> sp.	2	0,0021	-0,0147	0,21	0,00000428
11	Hymenoptera	Braconidae	<i>Stantonia</i> sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
12	Hymenoptera	Formicidae	<i>Dolichoderus</i> sp.	2	0,0021	-0,0147	0,21	0,00000428
13	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Osbornellus</i> sp.	3	0,0031	-0,0170	0,31	0,00000962
14	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Balclutha</i> sp.	7	0,0072	-0,0317	0,72	0,00005240
15	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Hemiptera</i> sp.	5	0,0052	-0,0261	0,52	0,00002674
16	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Cicadellidae</i> sp.	3	0,0031	-0,0170	0,31	0,00000962
17	Trichoptera	Hydropsychidae	Trichoptera sp.	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
18	Psocoptera	Psocidae	<i>Loensia fasciata</i>	1	0,0010	-0,0069	0,10	0,00000107
19	Lepidoptera	Geometridae	<i>Thalassodes linguissita</i>	12	0,0124	-0,0453	1,24	0,00015400
20	Lepidoptera	Geometridae	<i>Eupithecia</i> sp.	24	0,0248	-0,0836	2,48	0,00061598
21	Lepidoptera	Tineidae	<i>Tinia</i> sp.	17	0,0176	-0,0615	1,76	0,00030906
22	Lepidoptera	Geometridae	<i>Epiphryne</i>	15	0,0155	-0,0560	1,55	0,00024062
23	Lepidoptera	Noctuidea	<i>Hypospila</i> sp.	10	0,0103	-0,0476	1,03	0,00010694
24	Lepidoptera	Noctuidea	<i>Azenia</i> sp.	16	0,0165	-0,0588	1,65	0,00027377
25	Diptera	Lauxaniidae	<i>Minettia lupulina</i>	8	0,0083	-0,0367	0,83	0,00006844
26	Diptera	Psychodidae	Psychodidae sp.	684	0,7073	-0,3503	70,73	0,50033312
27	Diptera	Psychodidae	<i>Psychoda</i> sp.	71	0,0734	-0,1916	7,34	0,00539093
28	Diptera	Milichiidae	<i>Desmometopa</i>	11	0,0114	-0,0460	1,14	0,00012940
29	Diptera	Dolichopodidae	<i>Trinophilus</i> sp.	12	0,0124	-0,0453	1,24	0,00015400
30	Diptera	Lauxaniidae	<i>Minettia filia</i>	11	0,0114	-0,0460	1,14	0,00012940
TOTAL				967	1	-1,419	100	1
Indeks keragaman (H') = $-\sum pi \times \ln(pi)$					1,419			
Indeks kemerataan (E) = H'/ln S					0,417			
Indeks dominansi = $\sum(ni/N)^2$					0,51			

Dominansi ini menyebabkan rendahnya nilai 'H' karena keberadaan jenis-jenis lain menjadi kurang signifikan dibandingkan dengan *Psychodidae* sp. Keberagaman yang tinggi berkontribusi pada stabilitas ekosistem dan mendukung berbagai layanan ekosistem seperti penyediaan makanan, penyerbukan, dan pengendalian hama (Cardinale *et al.*, 2012; Magurran, 2004). Berdasarkan data yang terkumpul, ekosistem di Kebun Raya Cibinong hingga tulisan ini selesai disusun adalah dalam kondisi stabil. *Psychodidae* sp. mendominasi komunitas serangga dengan proporsi sebesar 70,73% dari total individu (Tabel 4).

Keberagaman jenis di Kebun Raya Cibinong juga menunjukkan bahwa habitat ini mampu mendukung berbagai jenis serangga dengan peran ekologis yang unik. Ini dirasakan penting di sini karena jenis yang berbeda berkontribusi pada fungsi ekosistem dengan cara yang berbeda. Dalam penelitian ini teramati bahwa serangga pengurai seperti beberapa jenis dalam ordo-ordo Diptera dan Coleoptera membantu dalam proses dekomposisi, sedangkan serangga penyerbuk berperan penting dalam reproduksi tanaman (Fartmann, 2005). Oleh karena itu, keberagaman spesies yang tinggi berkontribusi pada ketahanan ekosistem terhadap gangguan, seperti perubahan iklim dan pencemaran lingkungan.

Secara keseluruhan, analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener di Kebun Raya Cibinong menegaskan pentingnya keragaman spesies dalam menjaga kesehatan dan stabilitas ekosistem. Melalui pemantauan secara periodik dan pemahaman faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka keragaman serangga dalam suatu ekosistem dapat lebih efektif dirancang (Gullan & Cranston, 2014). Hal ini sangat penting, mengingat peran vital yang dimainkan oleh keanekaragaman jenis serangga dalam mendukung berbagai layanan ekosistem yang bermanfaat bagi manusia dan lingkungan secara keseluruhan.

Hasil analisis indeks kemerataan (Evenness Index/E) menunjukkan nilai sebesar 0,417 yang termasuk dalam kategori sedang namun cenderung rendah. Nilai tersebut menunjukkan bahwa distribusi individu antar spesies serangga di Kebun Raya Cibinong belum merata. Kondisi ini disebabkan oleh tingginya dominansi *Psychodidae* sp. yang memiliki proporsi individu jauh lebih besar dibandingkan spesies lainnya. Sebagian besar spesies lain hanya ditemukan dalam jumlah individu yang relatif sedikit sehingga menyebabkan ketimpangan

distribusi populasi dalam komunitas serangga. Menurut Magurran (2004), nilai kemerataan yang rendah menunjukkan adanya spesies tertentu yang lebih dominan dibandingkan spesies lain dalam suatu komunitas. Meskipun demikian, keberadaan berbagai spesies dari beberapa ordo menunjukkan bahwa habitat di Kebun Raya Cibinong masih mampu mendukung keberlangsungan berbagai kelompok serangga dengan relung ekologis yang berbeda.

Famili Formicidae dari ordo Hymenoptera juga menunjukkan keberadaan yang cukup menonjol di Kebun Raya Cibinong. Ordo Hymenoptera diketahui sangat umum dan tersebar luas bukan hanya di kawasan tropika tetapi juga di kawasan non-tropika, bahkan dikenal sebagai salah satu kelompok serangga dominan di dunia dalam kaitannya dengan keragaman jenis dan siklus hidup (Austin & Dowton, 2000). Famili Formicidae sendiri adalah famili dari ordo Hymenoptera yang secara umum dikenal sebagai semut dan kerabatnya (Austin & Dowton, 2000). Famili ini termasuk anggota ordo Hymenoptera yang paling luas penyebarannya hingga dapat ditemukan hampir di seluruh wilayah di dunia, kecuali Antartika, Greenland, sebagian pulau-pulau di Polinesia dan Kepulauan Hawaii (Bolton, 1995).

Lebih lanjut, hasil penelitian ini mendapatkan anggota dari genus *Proceratium* sebagai jenis serangga yang cukup banyak dikoleksi di Kebun Raya Cibinong yaitu 23 ekor. Meski genus *Proceratium* adalah genus yang langka ditemukan dan jarang ditemukan berada dalam satu populasi dengan jumlah individu lebih dari 100 ekor, namun jenis serangga ini dilaporkan tersebar luas di belahan bumi bagian utara dan kawasan tropika (Baroni Urbani & De Andrade, 2003). Baroni Urbani & De Andrade (2003) juga menyebutkan keberadaan 11 jenis dari genus tersebut di Indonesia dengan 2 jenis dipastikan endemik, *P. lombokense* dan *P. Sulawesi*. Laporan mengenai genus ini di Pulau Jawa sangat sedikit, terakhir dilaporkan oleh Budieman *et al.* (2020), di mana anggota *Proceratium* yang ditemukan pun tidak dapat diidentifikasi hingga level jenis.

Hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian Budieman *et al.* (2020). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa anggota *Proceratium* yang ditemukan di Kebun Raya Cibinong lebih umum dibandingkan dengan yang ditemukan di wilayah penelitian Budieman *et al.* (2020), terlepas dari fakta bahwa kedua lokasi

penelitian merupakan ekosistem hasil rekayasa manusia yaitu Kebun Raya dan lahan budidaya tanaman pinus, *Pinus merkusii*. Lebih lanjut, dilaporkan pula bahwa genus *Proceratium* tidak ditemukan (tidak terkoleksi) di Kebun Raya Purwodadi Jawa Timur (Ito *et al.*, 2024).

Kelangkaan genus *Proceratium* (Baroni Urbani & De Andrade, 2003) serta absennya genus ini di Kebun Raya Purwodadi (Ito *et al.* 2024) membuat potensi Kebun Raya Cibinong sebagai

sebuah kawasan konservasi menjadi lebih signifikan. Kelimpahan genus tersebut diikuti dengan dua kerabatnya, *Anochetus* (6 ekor) dan *Monomorium* (7 ekor). Beberapa jenis semut dari genus *Anochetus* ditemukan di Pulau Jawa seperti *Anochetus princeps*, *A. graeffei*, dan *A. minutus* (Brown, 1978; Ngo-Muller, 2021). Hasil ini mengarah pada kesamaan jenis dengan Ito *et al.* (2024) di Kebun Raya Purwodadi.



Gambar 1. Danau Dora dan koleksi tanaman di Kebun Raya Cibinong dengan ragam tanah Latosol merah dan coklat memberikan ruang hidup yang ideal bagi Diptera.

Monomorium juga termasuk kerabat semut yang banyak ditemukan di Jawa, termasuk *M. brocha* yang ditemukan di Kebun Raya Bogor (Ito & Yamane, 2014 dalam Ito *et al.*, 2001) dan Kebun Raya Purwodadi (Ito *et al.*, 2024). Di Kebun Raya Bogor koloni *M. brocha* diamati dan dikoleksi di kawasan koleksi (petak koleksi) tumbuhan dari genus *Shorea* (Dipterocarpaceae). Unikinya, meskipun Kebun Raya Bogor juga memiliki koleksi dari genus lain di famili Dipterocarpaceae seperti Anisoptera, *Hopea*, *Parashorea*, dan *Vatica*, *M. brocha* hanya ditemukan di koleksi genus *Shorea* (Ito & Yamane, 2014).

Kebun Raya Purwodadi memiliki koleksi tanaman Dipterocarpaceae, terutama genus *Hopea* seperti *Hopea sangal*. Di lokasi ini ditemukan beberapa jenis semut *Monomorium*, yaitu *M. floricola* dan *M. pharaonic* (Ito *et al.*, 2024), yang memang berasal dari kawasan tropis Asia dan dapat tersebar luas (Fernandez 2007; Wetterer, 2010). Kebun Raya Cibinong juga memiliki tanaman Dipterocarpaceae dari genus *Hopea* dan *Shorea*, sehingga keberadaan semut *Monomorium* sangat mungkin ditemukan. Temuan ini menunjukkan pentingnya Kebun Raya Cibinong sebagai kawasan

konservasi ex-situ keanekaragaman hayati dan studi serangga perkotaan.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa meskipun ordo Coleoptera dan Lepidoptera termasuk kelompok serangga terbesar (Resh & Cardé, 2009), keterwakilannya di Kebun Raya Cibinong masih lebih rendah dibanding Hymenoptera. Temuan genus *Palaminus* dari famili Staphylinidae menarik karena sangat jarang ditemukan dan terakhir tercatat pertama kali ditemukan di Pulau Jawa sekitar 90 tahun lalu (Cameron, 1936; Kalshoven 1961; Herman, 2010). Sementara itu, ordo Diptera, khususnya famili Psychodidae, memiliki kelimpahan tertinggi dengan 684 individu. Hal ini wajar karena Diptera merupakan salah satu ordo serangga terbesar (Resh & Cardé, 2009), dan Psychodidae termasuk famili terbesar dalam ordo tersebut (Quate & Vockeroth, 1981).

Tingginya keterwakilan Psychodidae dan khususnya *Psychodidae* sp. di Kebun Raya Cibinong didasari atas kondisi lingkungan hidup yang mendukung seperti kelembaban tinggi dan ketersediaan sumber makanan yang melimpah yang memungkinkan perkembangan yang baik bagi larva-larva Psychodidae (Fartmann, 2005; Gullan &

Cranston, 2014). Spesimen *Psychodidae* sp. yang ditemukan menunjukkan karakter morfologi yang menyerupai kelompok Phlebotominae dan diduga termasuk genus *Sergentomyia*. Namun, identifikasi hingga tingkat spesies masih memerlukan pengamatan morfologi detail menggunakan preparat mikroskopis dan/atau pendekatan molekuler.

Keberadaan *Psychodidae* di Kebun Raya Cibinong diduga berkaitan dengan temuan *Sergentomyia perturbans* di Jakarta (Quate, 1967; Lewis & Dyce, 1976), mengingat jaraknya yang dekat. Penelitian ini kemungkinan menjadi laporan awal keberadaan takson tersebut di kawasan Kebun Raya Cibinong dan di luar Jakarta. Namun, karena famili *Psychodidae* memiliki banyak jenis, identifikasi pada penelitian ini masih dibatasi sampai tingkat famili (*Psychodidae* sp.). Penelitian lanjutan, terutama dengan data molekuler, masih diperlukan dan kemungkinan ditemukannya spesies baru tetap terbuka

Sejalan dengan tingginya kelimpahan Diptera sebelumnya, *Psychodidae* sp. memiliki nilai RAI tertinggi (70,73%) sehingga menjadi spesies paling dominan di Kebun Raya Cibinong. Dominansi ini didukung oleh kondisi habitat yang sesuai, seperti ketersediaan sumber air sepanjang tahun (Gambar 1) (Sugiarti, 2022), vegetasi lebat, serta jenis tanah yang mendukung kehidupan Diptera (Retnogumi & Hadi, 2025). Kondisi lingkungan yang lembap dan stabil tersebut diketahui penting bagi kelimpahan serangga, terutama famili Diptera (Boulton & Lake, 1992).

Dalam konteks ekologi, tingginya kelimpahan jenis dari famili *Psychodidae* memiliki dampak yang signifikan terhadap fungsi ekosistem. Jenis-jenis dari famili *Psychodidae* diketahui berperan penting dalam proses dekomposisi dan siklus nutrisi serta indikator untuk kualitas air (Schowalter, 2011), sehingga mendukung kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Penelitian menunjukkan bahwa serangga yang memiliki kelimpahan tinggi cenderung berkontribusi lebih besar pada pemeliharaan struktur ekosistem dan dinamika rantai makanan (Cardinale *et al.*, 2012). Oleh karena itu, keberadaan spesies ini mencerminkan kesehatan habitat dan stabilitas ekosistem.

Meskipun kelimpahan tinggi dari jenis-jenis Diptera, terutama famili *Psychodidae* berarti menunjukkan baiknya kesehatan ekosistem, penting juga untuk mencermati fluktuasi populasi yang kemungkinan terjadi. Fluktuasi tersebut umumnya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti perubahan iklim, polusi, dan intervensi

manusia yang semuanya dapat mengganggu keseimbangan lingkungan (Naeem & Wright, 2003;). Oleh karena itu dirasakan penting untuk memantau kondisi lingkungan dan pengaruhnya terhadap kelimpahan spesies ini secara berkala (Tabel 4).

Hasil analisa kelimpahan yang dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ordo *Diptera*, terutama jenis-jenis anggota famili *Psychodidae* memainkan peran sangat penting dalam ekosistem Kebun Raya Cibinong. Dengan memahami faktor-faktor yang mendukung kelimpahan ini, maka dapat dirancang strategi konservasi yang lebih efektif untuk menjaga biodiversitas dan stabilitas ekosistem di kawasan tersebut.

SIMPULAN

Pemantauan terhadap keragaman dan kelimpahan serangga di Kebun Raya Cibinong dengan perangkat malaise menunjukkan adanya 30 jenis serangga yang teridentifikasi dari berbagai ordo, dengan total individu sebanyak 967 ekor, di mana 70,73% (684 ekor) teridentifikasi sebagai *Psychodidae* sp. (*Psychodidae*). Sementara spesies lainnya menunjukkan RAI di bawah 2,5%. Hal ini menunjukkan *Psychodidae* sp. mendominasi populasi serangga yang ada di Kebun Raya Cibinong. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') sebesar 1,419 menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies yang relatif rendah. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa meskipun ditemukan variasi jenis serangga di Kebun Raya Cibinong, distribusi individu antar jenis tidak merata dan didominasi oleh *Psychodidae* sp. Kondisi ini menunjukkan bahwa ekosistem serangga di kawasan tersebut masih relatif stabil, namun rentan terhadap perubahan lingkungan akibat dominansi spesies tertentu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada Dr. Ratih Damayanti dan Drs. Cheppy Syukur atas bantuan fasilitas yang diberikan dan kontribusinya dalam penelitian ini. Dukungan serta bimbingan yang diberikan, baik dalam bentuk masukan ilmiah maupun waktu dan tenaga yang telah diluangkan untuk memberikan arahan dan saran yang bermanfaat bagi pengembangan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol, DP. 2015. *Pollination Biology: Pests and Pollination of Fruit Crops*. Springer, New York.
- Austin, AD, and M Downton. 2000. *Hymenoptera: Evolution, biodiversity and biological control*. CSIRO Publishing, Collingwood.
- Baroni Urbani, C, and MI De Andrade. 2003. The ant genus *Proceratium* in the extant and fossil record (Hymenoptera: Formicidae). *Museo Regionale di Scienze Naturali Monografie*. 36: 1–492. DOI: 10.1002/mmzn.20040800210
- Bolton, B. 1995. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa. *Journal of Natural History*. 29: 1037–1056. DOI: 10.1080/00222939500770411
- Boothroyd, J. 2015. *Insect Pollinators*. Lerner Publications, Minneapolis.
- Borror, DJ, CA Triplehorn, and NF Johnson. 1989. *An Introduction to the Study of Insects*. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Boulton, AJ, and PS Lake. 1992. The ecology of two intermittent streams in Victoria, Australis: II. Comparisons of faunal composition between habitats, rivers & years. *Freshwater Biology* 27 (1): 99–121.
- Brown, WL. 1978. Contributions towards a reclassification of the Formicidae. *Studia Entomologica*. 20: 549–638.
- Budiaman, A, NF Haneda, and A Suhada. 2020. Impacts of thinning on diversity of Hymenoptera in pine plantation forest. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 468: 012015. DOI 10.1088/1755-1315/468/1/012017
- Cameron, M. 1936. The Staphylinidae collected in Java. *Tijdschrift voor Entomologie*. 79: 25–54.
- Cardinale, BJ, JE Duffy, A Gonzalez, DU Hooper, C Perrings, P Venail, A Narwani, GM Mace, D Tilman, DA Wardle, AP Kinzig, GC Daily, M Loreau, JB Grace, A Larigauderie, DS Srivastava, and S Naeem. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*. 486: 59–67. DOI: 10.1038/nature11148
- Caswell, GH. 1962. *Agricultural Entomology in the Tropics*. Edward Arnold, London.
- Dirzo, R, HS Young, M Galetti, G Ceballos, NJB Isaac, and B Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science*. 345(6195): 401–406. DOI: 10.1126/science.1251817
- Fartmann, T. 2005. Michael J. Samways: Insect conservation: a global perspective. *Insect Conservation and Diversity*. 1(1): 41–46.
- Fernández, F. 2007. Two new South American species of *Monomorium* Mayr with taxonomic notes on the genus. In Snelling, RR, BL Fisher, and PS Ward (eds). *Advances in ant systematics (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson – 50 years of contributions*. *Memoirs of the American Entomological Institute* 80: 128–145.
- Goulson, D. 2023. *Insect Declines and Why They Matter*. The Wildlife Trusts, UK.
- Gullan, PJ, and PS Cranston. 2014. *The Insects: An Outline of Entomology*. 5th ed. Wiley-Blackwell.
- Häuser, CL, and K Riede. 2015. Field methods for insect inventory. In: *Descriptive Taxonomy*. Cambridge University Press.
- Herman, L. 2010. Generic revision of the Procirrina (Coleoptera: Staphylinidae: Paederinae: Pinophilini). *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 347: 1–137. DOI: 10.1206/717.1
- Ito, F, and S Yamane. 2014. Reproduction by ergatoid queens in the myrmicine ant *Monomorium brocha*. *Asian Myrmecology*. 6: 105–113. DOI: 10.20362/am.006009
- Ito, F, S Yamane, K Eguchi, WA Noerdjito, Erniwati, and S Kahono. 2024. Ant diversity in Purwodadi Botanic Gardens, East Java, Indonesia. *Treubia*. 51(1): 85–100. DOI: 10.14203/treubia.v51i1.4759
- Kalshoven, LGE. 1961. *Pests of Crops in Indonesia*. Van Hoeve, The Hague.
- Khan, MS, and MK Yogi. 2017. *Insect crop pollinators*. In: *Industrial Entomology*. Springer.
- Kumar, R. 2017. *Insect Pests of Stored Grain*. Apple Academic Press.
- Lewis, DJ, and AL Dyce. 1976. Phlebotomine sandflies of the Lesser Sunda Islands. *Journal of the Australian Entomological Society*. 15: 207–217. DOI: 10.1111/j.1440-6055.1976.tb01694.x
- Magurran, AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Maggi, T, L Pardo, and R Chreil. 2024. Insect pollinators: A key to ecosystem resilience and food security. *Pollinators*. 1: 35–50.

- Ngô-Muller, V, R Garrouste, T Schubnel, J Pouillon, V Christophersen, A Christophersen, and A Nel. 2021. The first representative of the trap-jaw ant genus *Anochetus* Mayr, 1861 in Neogene amber from Sumatra (Hymenoptera: Formicidae). *Comptes Rendus Palevol.* 20(2): 21–27. DOI: 10.5852/cr-palevol2021v20a2
- Nicholson, RN, JM Holland, and D Goulson. 2022. A novel farmland wildflower seed mix attracts a greater abundance and richness and pollinating insect than standard mixes. *Insect Conservation and Diversity.* 16(2): 190-204. 10.1111/icad.12624
- Odum, EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi.* Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Quate, LW, and JR Vockeroth. 1981. Psychodidae. In: McAlpine, J.F., Peterson, B.V., Shewell, G.E., Teskey, H.J., Vockeroth JR, Wood, D.M. (eds). 1981. *Manual of Nearctic Diptera.* Vol. 1. Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada, Monograph 27, Ottawa: 293–300.
- Quesada, A, E Fernandez-Valiente, I Hawes, and C Howard-Williams. 2008. Benthic primary production in polar lakes and rivers. In: Vincent, W.F., Laybourn-Parry, J. (Eds.). 2008. *Polar Lakes and Rivers of Arctic and Antarctic Aquatic Ecosystems.* Oxford University Press, Oxford, pp. 179-196.
- Pinilla-Rosa, M, G García-Sánchez, A Santiago, P Ferrandis, and M Méndez. 2023. Can botanic gardens serve as refuges for taxonomic and functional diversity of Odonata? The case of the botanic garden of Castilla-La. *Limnology.* 24(1): 37-50. DOI: 10.1007/s10201-022-00704-3
- Price, PW, RF Denno, MD Eubanks, DL Finke, and I Kaplan. 2011. *Insect Ecology.* Cambridge University Press.
- Resh, VH, and RT Cardé. 2009. *Encyclopedia of Insects.* 2nd ed. Academic Press, New York.
- Retnogumi, Y, dan AA Hadi. 2025. Redesain taman Tegar Beriman Cibinong dengan pendekatan elemen lanskap ramah pandemi pada pasca kenormalan baru. *Marka.* 8 (2): 97-116. DOI: 10.33510/marka.2025.8.2.97-116
- Sánchez-Bayo, F, and KAG Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation.* 232: 8-27. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.01.020
- Schowalter, TD. 2011. *Insect Ecology.* Academic Press.
- Shannon, CE, and W Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press.
- Southwood, TRE, and PA Henderson. 2000. *Ecological Methods.* Blackwell Science.
- Sugiarti, S. 2022. Replika hutan tropika Indonesia di Kebun Raya Cibinong. *Berita Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).* <https://www.brin.go.id/news/110211/replika-hutan-tropika-indonesia-di-kebun-raya-cibinong>.
- Van Emden, HF. 2013. *Handbook of Agricultural Entomology.* Wiley-Blackwell, London. DOI:10.1002/9781118469347
- Wetterer, JK. 2010. Worldwide spread of *Monomorium pharaonis*. *Myrmecological News.* 13: 115–129.