Biospecies: Jurnal Ilmiah Biologi
ISSN : 1979-0902
E-ISSN : 2503-0426
Vol. 19 No. 2: 1 – 17, Juli 2026
DOI: https://doi.org/10.22437/biospecies.v19i2.50380

KAJIAN DISTRIBUSI MAKROFAUNA BERDASARKAN KEKAYAAN, KEANEKARAGAMAN, DAN KEMERATAAN JENIS DI KAWASAN TAMAN KUPU-KUPU GITA PERSADA, TELUK BETUNG UTARA, BANDAR LAMPUNG

Study of Macrofauna Distribution Based on Species Richness, Diversity, and Evenness in the Gita Persada Butterfly Park Area, Teluk Betung Utara, Bandar Lampung

Finda Hasna Azizah[1]*, Tira Melani[1], Kanaya Syaftia Azzahra[1], Liska Handayani[1], Rismatul Fadillah[1], Dwi Kartika Putri[1], Niluh Putu Sekar Ayu[1], Nur Fadilla Joda[1], Panggih Priyambodo[1], Median Agus Priadi[1]

[1]Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung, Bandar Lampung

*Email: azizahhasna001@gmail.com

Abstract

Habitats with good ecological conditions are closely associated with the distribution of macrofauna, which play an important role in maintaining ecosystem stability. This study aims to investigate the distribution of macrofauna based on species richness, diversity, and evenness in Gita Persada Butterfly Park, Teluk Betung Utara, Bandar Lampung. The line transect method combined with sweep net and pitfall trap techniques was applied in this study. The results showed differences across sampling points. At nectar points using the sweep net technique, a high category was obtained for the richness index (7.847), diversity index (3.176), and evenness index (0.908). Furthermore, the evenness index at edge points also obtained the highest category (0.964). The richness index at nectar points using the pitfall trap technique obtained a low category (3.284), whereas at vegetation stands, the highest values were obtained for the diversity index (1.864) and evenness index (0.809). These findings indicate that the distribution of macrofauna can reflect environmental conditions and habitat quality.

Keywords: *Evenness; Gita Persada Butterfly Park; Macrofauna; Species Diversity; Species Richness*

Abstrak

Habitat dengan kondisi ekologis yang baik berkaitan erat dengan distribusi makrofauna yang memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas ekosistem. Penelitian ini bertujuan mengkaji distribusi kekayaan, keanekaragaman, dan kemerataan jenis makrofauna di Taman Kupu-Kupu Gita Persada, Teluk Betung Utara, Bandar Lampung. Metode *line transect* dengan teknik *sweep net* dan *pitfall trap* digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan pada tiap titik pengamatan. Pada titik nektar dengan teknik *sweep net* diperoleh kategori tinggi pada indeks kekayaan (7,847), indeks keanekaragaman (3,176), dan indeks kemerataan (0,908). Selanjutnya, indeks kemerataan di titik tepian juga memperoleh kategori tertinggi (0,964). Indeks kekayaan di titik nektar dengan teknik *pitfall trap* memperoleh kategori rendah (3,284), sedangkan pada titik tegakan nilai tertinggi diperoleh pada indeks keanekaragaman (1,864) dan indeks kemerataan (0,809). Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi makrofauna dapat mencerminkan kondisi lingkungan dan kualitas habitat.

Kata Kunci: *Keanekaragaman Jenis; Kekayaan Jenis; Kemerataan; Makrofauna; Taman Kupu-Kupu Gita Persada*

.

Submitted November 2025 Published July 2026

Copyright © Azizah et al., 2026

PENDAHULUAN

Ekosistem tropis Indonesia merupakan salah satu pusat keanekaragaman hayati dunia dan menyediakan habitat yang kompleks bagi berbagai kelompok makrofauna yang berperan penting dalam menjaga stabilitas fungsi ekologis. Makrofauna merupakan kelompok organisme hewan berukuran relatif besar yang dapat diamati secara langsung tanpa alat bantu optik dan umumnya berperan penting dalam menjaga struktur serta fungsi ekosistem, termasuk pada lingkungan perairan maupun sedimen (Watling, 2018). Biasanya makrofauna memiliki tubuh yang berukuran 2,0 – 20 mm. Kelompok makrofauna darat terdiri dari golongan Annelida, Mollusca, Artropoda (Insecta, Arachnida, Diplopoda, Chilopoda) (Saputra & Agustina, 2019). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa makrofauna memiliki kontribusi langsung terhadap proses dekomposisi, siklus nutrisi, dan struktur komunitas tanah maupun vegetasi permukaan (Melati *et al*., 2021; Pitriana *et al*., 2025). Selain itu, distribusi makrofauna sering digunakan sebagai indikator ekologis untuk menilai kesehatan habitat dan tingkat gangguan lingkungan (Ardianita, 2023; Melati *et al*., 2021). Ekosistem yang lebih beragam cenderung menunjukkan pola penyebaran makrofauna yang stabil dengan kekayaan jenis yang lebih tinggi (Melati *et al*., 2021). Oleh karena itu, kajian keanekaragaman makrofauna pada kawasan konservasi kecil maupun besar menjadi relevan untuk memahami dinamika ekologi yang lebih luas dan perubahan kondisi lingkungan.

Kajian mengenai distribusi, kekayaan, keanekaragaman, dan kemerataan jenis makrofauna telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir, terutama terkait urgensi pemantauan lingkungan berbasis indikator biotik. Beberapa studi di Indonesia menunjukkan bahwa keanekaragaman makrofauna sangat dipengaruhi oleh struktur vegetasi, curah hujan, dan tingkat aktivitas manusia di sekitar habitat (Ardianita, 2023; Melati *et al*., 2021). Penelitian lain membuktikan bahwa kawasan semi-alami di perkotaan dapat menjadi refugia penting bagi makrofauna apabila dikelola dengan baik (Pribadi *et al*., 2020). Selain itu, heterogenitas lanskap seperti naungan, jenis substrat, dan keberadaan serasah turut membentuk pola sebaran komunitas makrofauna (Apriani *et al*., 2022). Keanekaragaman makrofauna yang tinggi pada area bervegetasi campuran dan dengan serasah yang tebal sangat penting, karena organisme-organisme ini berperan dalam memperbaiki struktur dan aerasi tanah, yang merupakan kunci keberlanjutan ekosistem (Wibowo & Alby, 2020). Dengan demikian, kajian mengenai keberadaan dan keanekaragaman makrofauna di berbagai lokasi strategis dapat memberikan dasar analisis dalam menafsirkan kualitas suatu kawasan.

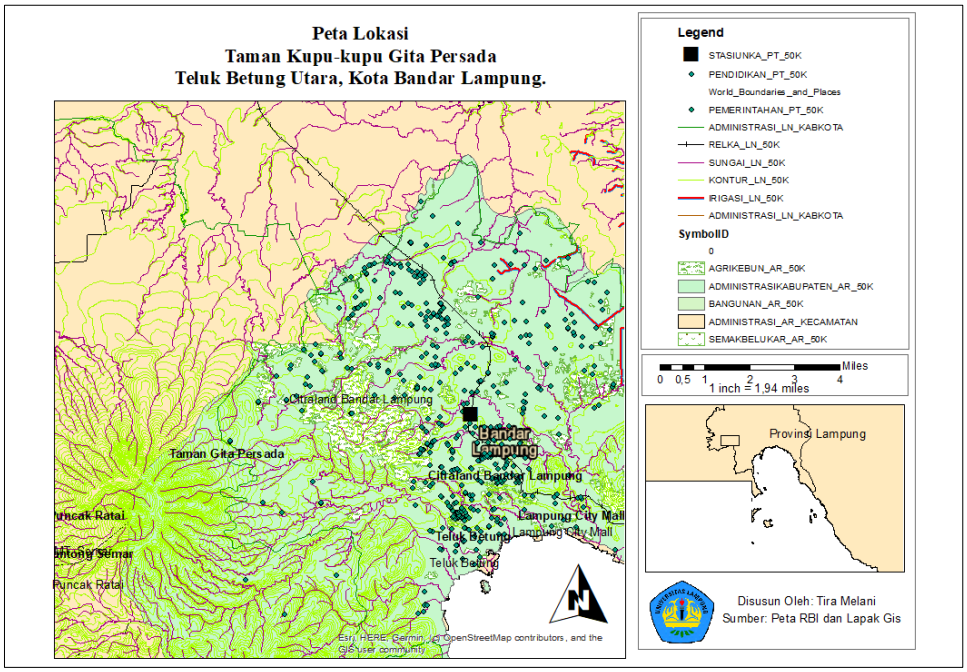
Salah satu kawasan strategis yang dipandang sebagai habitat bagi berbagai makrofauna dengan fungsi ekologisnya masing-masing adalah Taman Kupu-Kupu Gita Persada. Kawasan ini berada di Teluk Betung Utara, Bandar Lampung. Kawasan Taman Kupu-Kupu Gita Persada merupakan kawasan konservasi *ex-situ* yang tidak hanya berfungsi sebagai habitat kupu-kupu tetapi juga menyediakan beragam mikrohabitat yang memungkinkan keberadaan beragam jenis makrofauna. Studi sebelumnya mengindikasikan bahwa kawasan konservasi kecil dengan vegetasi campuran dapat mendukung kekayaan fauna tanah maupun permukaan yang lebih tinggi dibandingkan area terbuka (Apriani *et al*., 2022; Wibowo & Alby, 2020). Kondisi vegetasi Taman Kupu-Kupu Gita Persada yang terdiri dari kombinasi tumbuhan hutan sekunder, kebun, dan tanaman budidaya menciptakan kompleksitas yang mendukung makrofauna dari berbagai kelompok fungsional (Martinus *et al*., 2015). Selain itu, keberadaan jalur interpretasi dan area edukasi memungkinkan pengamatan langsung aktivitas fauna sehingga kawasan ini relevan untuk studi distribusi komunitas makrofauna (Martinus *et al.,* 2015). Oleh sebab itu, kawasan Taman Kupu-Kupu Gita Persada merupakan lokasi ideal untuk mendokumentasikan struktur komunitas makrofauna secara komprehensif.

Kajian mengenai struktur komunitas makrofauna pada taman kupu-kupu belum pernah dilakukan, walaupun kawasan tersebut berpotensi menjadi bank biodiversitas dalam lanskap perkotaan. Penelitian makrofauna di area taman atau konservasi kecil umumnya menyoroti aspek kelimpahan dan variasi kelompok tertentu tanpa memetakan pola distribusi berdasarkan parameter ekologis yang terukur (Ruslan *et al*., 2023). Beberapa studi juga menunjukkan bahwa kawasan konservasi kecil sering mengalami tekanan ekologis yang dapat menurunkan nilai keanekaragaman makrofauna (Apriani *et al*., 2022). Akan tetapi, belum banyak penelitian yang mengkaji hubungan antara struktur vegetasi dengan parameter kekayaan, keanekaragaman, dan kemerataan makrofauna secara langsung di taman konservasi kupu-kupu (Ruslan *et al*., 2023; Wibowo & Alby, 2020). Studi ini memberikan kontribusi informasi tentang makrofauna yang hidup di kawasan yang masih alami tetapi dikelola manusia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi makrofauna di Taman Kupu-Kupu Gita Persada melalui parameter kekayaan jenis, keanekaragaman jenis, dan kemerataan jenis sebagai indikator struktur komunitas. Analisis ini dirancang untuk menjawab pertanyaan utama mengenai bagaimana kekayaan jenis dan pola penyebaran makrofauna di kawasan konservasi perkotaan dengan heterogenitas habitat yang tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data dasar yang diperlukan dalam pengelolaan Taman Kupu-Kupu serta kontribusi terhadap konservasi biodiversitas perkotaan. Dengan demikian, studi ini membuka peluang untuk pengembangan riset lanjutan mengenai ekologi makrofauna di kawasan konservasi skala kecil lainnya.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2025 di Taman Kupu-Kupu Gita Persada, Bandar Lampung. Dalam penelitian, makrofauna diidentifikasi berdasarkan tiga titik dengan karakteristik berbeda, yaitu titik tepian, titik nektar, dan titik tegakan. Titik pertama adalah titik tepian, yaitu tempat di mana dua komunitas ekologi atau wilayah biotik bertepatan (Tamnge *et al*., 2023). Titik tepian Taman Kupu-Kupu berada di tempat yang lebih terbuka, mendapat cukup cahaya matahari, dan sering dilalui manusia. Area ini berada di jalur masuk atau jalan setapak yang menghubungkan berbagai bagian taman. Titik kedua, titik nektar, didominasi oleh tanaman berbunga yang menyediakan sumber nektar utama bagi kupu-kupu. Di area ini, kepadatan bunga tinggi, dan tanaman umumnya memiliki warna dan aroma yang menarik bagi kupu-kupu dan serangga. Titik ketiga, titik tegakan, relatif jauh dari jangkauan manusia dan berada di area yang lebih terlindung. Secara umum, daerah tegakan didefinisikan sebagai wilayah yang didominasi pepohonan tinggi dengan kanopi rapat, sesuai kondisi yang terlihat di Taman Kupu-Kupu tersebut (Mirnawati *et al*., 2025).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *line transect* dengan teknik pengumpulan data berupa *sweep net* dan *pitfall trap*. Metode *line transect* dilakukan dengan membentangkan garis berukuran tertentu, kemudian mengidentifikasi spesies yang ditemukan sepanjang garis tersebut (Putri & Muhsoni, 2025). Teknik ini digunakan untuk mengambil sampel serangga yang tidak hidup di tanah dengan mengayunkan *sweep net* (perangkap jaring) sepanjang garis transek (Elisabeth *et al*., 2021). Metode ini sangat sesuai untuk penelitian yang memerlukan data yang lengkap dan beragam, termasuk dalam kajian kekayaan jenis (Putri & Muhsoni, 2025). Sementara itu, teknik *pitfall trap* digunakan untuk mengumpulkan sampel serangga pada permukaan tanah. *Pitfall trap* adalah perangkap berupa wadah dengan diameter 6,5 cm yang ditanam di tanah dengan permukaan datar, diisi dengan alkohol 70% hingga mencapai 2 cm tinggi botol dan dilengkapi dengan atap untuk mencegah air hujan, serasah, atau kotoran masuk saat ditinggalkan selama lebih dari 24 jam. Teknik pitfall trap merupakan metode yang efektif untuk mengambil sampel serangga tanah, karena hewan yang aktif di permukaan tanah

akan jatuh dan terjebak dalam perangkap, kemudian terawetkan oleh alkohol di dalamnya (Amrulloh *et al*., 2023).

(a) (b) (c)

Gambar 2. (a) Metode *Line Transect,* (b) Teknik *Pitfall Trap,* (c) Teknik *Sweep Net*

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas *sweep net*, kamera, alat tulis, kertas label, *roll meter*, dan tali untuk teknik *sweep net.* Sementara pada teknik *pitfall trap*, peralatan dan bahan yang digunakan mencakup wadah dari botol air mineral bekas dengan ukuran 600 ml, penutup botol yang dibuat dari kardus dan plastik, batang kayu sebagai penopang, alkohol 70%, kamera, alat tulis, kertas label, *roll meter*, dan tali. Selain menggunakan berbagai peralatan tersebut untuk proses pengambilan sampel di lapangan, penelitian ini juga memanfaatkan dukungan teknologi untuk mengidentifikasi spesimen yang ditemukan. Penelitian ini menggunakan *iNaturalist* dan GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*) yaitu platform internasional yang menyediakan akses terbuka terhadap data keanekaragaman hayati sehingga memperkuat keakuratan informasi untuk mengidentifikasi jenis (Fajri *et al*., 2022), *iNaturalist* dipilih karena menyediakan sistem identifikasi berbasis komunitas yang kredibel. *iNaturalist* adalah proyek sains khalayak dan jejaring sosial daring bagi pecinta alam (naturalis), ilmuwan khalayak, dan biologiwan, yang dibangun atas konsep pemetaan dan berbagi pengamatan ragam hayati dari seluruh dunia. *iNaturalist* dapat diakses melalui laman web atau melalui aplikasi seluler. Pengamatan-pengamatan khalayak yang tercatat melalui *iNaturalist* menyediakan data terbuka yang berharga bagi proyek-proyek riset ilmu pengetahuan, lembaga-lembaga konservasi, dan publik secara umum (Nur'aeni *et al*., 2022). Pengamatan berupa foto dari satu organisme yang dikirimkan oleh pengguna, dianotasi dengan metadata seperti tanggal, waktu, lokasi, apakah organisme dipelihara atau dibudidayakan, identifikasi taksonomi, dan bidang data lain yang ditentukan pengguna (Aristeidou *et al*., 2021). Platform ini juga turut berperan dalam upaya konservasi dengan menyediakan data yang digunakan oleh IUCN untuk memantau spesies terancam (Mason *et al*., 2025).

Salah satu kelebihan *iNaturalist* adalah kegunaan dan persyaratan teknis yang rendah, yaitu hanya membutuhkan kamera atau mikrofon dan koneksi internet untuk mengunggahnya. Pengamatan dapat diunggah dalam waktu singkat, gambar secara otomatis ditautkan dengan koordinat GPS (*Global Positioning System*) dan tanggal. *iNaturalist* menggunakan metode identifikasi spesies *crowdsourced*, di mana setiap anggota komunitas dapat berperan sebagai pengamat dan pengidentifikasi, yang dibantu oleh kemampuan untuk menambahkan komentar untuk memfasilitasi diskusi (López-Guillén *et al*., 2024). Meskipun memiliki sejumlah keunggulan yang memudahkan proses dokumentasi keanekaragaman hayati, penggunaan *iNaturalist* tetap memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan.

Salah satu kekurangan dari *iNaturalist* adalah memerlukan koneksi internet (Nur'aeni *et al*., 2022). Terdapat pula beberapa faktor tertentu yang dapat menyebabkan observasi dengan kualitas yang

dipertanyakan dan dapat memengaruhi validitas hasil ilmiah. Observasi berkualitas rendah, misalnya foto yang tidak representatif atau kegagalan untuk menunjukkan bahwa suatu takson dibudidayakan. Dapat juga disebabkan oleh kesalahan identifikasi, misalnya karena kurangnya keahlian di antara para pengidentifikasi dapat menyebabkan observasi tidak divalidasi dengan benar (López-Guillén *et al*., 2024).

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari observasi awal, pengambilan sampel, pencatatan, hingga analisis data (Adawiyah & Dharmono, 2025). Pada tahap observasi, digunakan kamera, alat tulis, dan kertas label untuk menentukan tiga titik, yang dipisahkan minimal 100 meter agar tiap lokasi mewakili kondisi lingkungan berbeda. Di setiap titik dipasang dua *line transect* sepanjang 50 meter dengan jarak antar transek 25 meter. Penentuan transek dilakukan menggunakan *roll meter* dan tali, sementara dokumentasi lapangan dibantu dengan kamera, kertas label, dan alat tulis. Pengambilan sampel makrofauna dilakukan menggunakan *sweep net*. Jaring serangga (*sweep net*) diayunkan 25 kali pada setiap transek, dan setiap hasil tangkapan langsung diberi kode menggunakan kertas label, alat tulis, dan kamera untuk dokumentasi. Selain itu, teknik *pitfall trap* digunakan untuk menangkap makrofauna yang aktif di permukaan tanah (Nurhaida *et al*., 2024). Setiap titik dipasang lima jebakan yang dibuat dari botol mineral bekas berisi alkohol 70% setinggi 2 cm. Jebakan ditutup menggunakan kardus yang dilapisi kantong plastik, lalu ditopang batang kayu dengan panjang 5 cm, dan jaraknya diatur minimal 10 meter menggunakan *roll meter* dan tali. Semua jebakan dibiarkan selama dua hari sebelum isinya dikumpulkan dan dicatat. Seluruh sampel dari kedua metode kemudian direkap dalam tabel yang memuat kode sampel, metode, titik lokasi, serta jumlah dan jenis makrofauna.

Tahap akhir berupa analisis untuk melihat indeks kekayaan jenis, indeks keanekaragaman jenis, dan indeks kemerataan jenis komunitas makrofauna. Indeks kekayaan jenis Margalef dihitung dengan menggunakan persamaan yang diadaptasi dari Amrulloh *et al*. (2023) sebagai berikut:

$$R = \frac{S - 1}{ln(N)}$$

Keterangan:
R : Indeks Kekayaan Jenis
S : Jumlah Jenis
ln : Logaritma Natural
N : Jumlah total individu yang teramati

Kategori penetapan kekayaan jenis untuk indeks kekayaan Margalef sebagai berikut:
R : < 3,5 berarti kekayaan jenis tergolong rendah
R : 3,5 – 5 berarti kekayaan jenis tergolong sedang
R : > 5 berarti kekayaan jenis tergolong tinggi

Indeks keanekaragaman jenis vegetasi dihitung dengan menggunakan Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener diadaptasi dari Mirnawati *et al*. (2025) sebagai berikut:

$$\mathrm{H'} = -\sum_{i=1}^{s} Pi\ ln\ Pi$$

Keterangan:
H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
Pi : Proporsi jumlah individu dari spesies ke-i dalam komunitas (yaitu jumlah individu spesies ke-i dibagi dengan total jumlah individu dalam komunitas)
$ln\ Pi$: Logaritma natural dari proporsi Pi

Besarnya nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener adalah sebagai berikut:
H' < 1 : keanekaragaman rendah
1 < H'≤ 3 : keanekaragaman sedang
H' > 3 : keanekaragaman tinggi

Indeks kemerataan Evenness (E) dihitung dengan menggunakan persamaan yang diadaptasi dari Anjani *et al.* (2022) sebagai berikut:

$$\mathrm{E} = \frac{H'}{ln(S)}$$

Keterangan:
E : Indeks kemerataan Evenness
H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wienner
S : Jumlah jenis yang ditemukan
ln : Logaritma natural

Untuk mengetahui tingkat kemerataan suatu jenis dalam suatu komunitas digunakan nilai E sebagai berikut (Anjani *et al*., 2022):
$E < 0,3$: kemerataan jenis tergolong rendah
$0,3 \leq E \leq 0,6$: kemerataan jenis tergolong sedang
$E > 0,6$: berarti kemerataan jenis tergolong tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan distribusi makrofauna pada setiap titik pengamatan. Pada teknik *sweep net*, nilai distribusi tertinggi terdapat pada titik nektar, diikuti oleh titik tegakan dan titik tepian. Sementara itu, pada teknik *pitfall trap,* nilai distribusi tertinggi terdapat pada titik tegakan, kemudian titik nektar dan titik tepian. Nilai indeks kekayaan dan keanekaragaman pada teknik *sweep* tertinggi ditemukan pada titik nektar, diikuti titik tepian dan titik tegakan, sedangkan indeks kemerataan tertinggi terdapat pada titik tepian, kemudian titik nektar, dan titik tegakan. Pada teknik *pitfall trap*, indeks kekayaan tertinggi diperoleh pada titik nektar, diikuti titik tegakan dan titik tepian, sedangkan indeks keanekaragaman dan kemerataan tertinggi pada titik tegakan, kemudian titik nektar dan titik tepian.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Sweep Net* pada Titik Pengamatan 1

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	A	Coleoptera	*Chrysolina aurichalcea*	Kumbang Daun	1
2	D		*Phygasia silacea*	Kumbang	1
3	B	Lepidoptera	*Ideopsis juventa*	Kupu-Kupu *Grey Glassy Tiger*	3
4	F		*Xanthotaenia busiris*	Kupu-Kupu	1
5	G		*Tirumala limniace*	Kupu-Kupu *Blue Tiger*	1
6	H		*Atrophaneura mencius*	Kupu-Kupu Ekor Layang	1
7	I		*Troides aeacus*	Kupu-Kupu Raja	1
8	J		*Melanitis phedima*	Kupu-Kupu *Dark Evening Brown*	1
9	C	Hymenoptera	*Ropalidia sumatrae*	Tawon Kertas	1
10	E	Hemiptera	*Catacanthus incarnatus*	Kepik	2
11	K	Orthoptera	*Trigonidium maoricum*	Belalang Semak Kecil	1
12	L		*Gryllus assimilis*	Jangkrik	1
			Total Individu		15

Tabel 2. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Pitfall Trap* pada Titik Pengamatan 1

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	M	Julida	*Phyllogonostreptus nigrolabiatus*	Kaki Seribu	1
2	N	Hymenoptera	*Odontoponera denticulata*	Semut Hitam Besar	16
3	P		*Odontomachus infandus*	Semut Rahang Jebak	1
4	O	Araneae	*Mallinella fulvipes*	Laba-Laba	1
			Total Individu		19

Tabel 3. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Sweep Net* pada Titik Pengamatan 2

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	Q	Hymenoptera	*Polyrhachis australis*	Semut Berduri	1
2	AD		*Ophion billeder*	Tawon Ophion	1
3	AH		*Phanerotoma planifrons*	Tawon Braconid	1
4	R	Diptera	*Culex* sp.	Nyamuk	10
5	X		*Drosophila melanogaster*	Lalat Buah	4
6	Z		*Tipulogaster glabrata*	Lalat	1
7	AB		*Nicocles* sp.	Lalat Perampok	4
8	AK		*Eurosta comma*	Lalat	1
9	AL		*Lucilia sericata*	Lalat Hijau	1

10	AN		*Desmometopa sordida*	Lalat Penumpang Gelap	4
11	AO		*Cyrtodiopsis dalmanni*	Lalat Bertangkai	3
12	AR		*Trichoptera* sp.	Lalat Kadis	1
13	S	Lepidoptera	*Mycalesis mineus*	Kupu Semak Gelap	1
14	AF		*Doleschallia bisaltide*	Kupu-Kupu Daun	1
15	AG		*Epimecis hortaria*	Ngengat	1
16	AT		*Catoptria falsella*	Ngengat	1
17	V		*Amphipyra glabella*	Amphipyra Abu-Abu	1
18	U	Hemiptera	*Bothrogonia addita*	Wereng Oranye	2
19	AA		*Pareuidella magnistyla*	Wereng Daun	1
20	AJ		*Leptocorisa oratoria*	Walang Sangit	1
21	T	Orthoptera	*Orchelimum minor*	Belalang Rumput	4
22	W		*Amblytropidia mysteca*	Belalang	1
23	AI		*Stenocatantops splendens*	Belalang	1
24	AC		*Gryllodes sigillatus*	Jangkrik	1
25	AU		*Velarifictorus micado*	Jangkrik	1
26	AE	Araneae	*Leucauge granulata*	Laba-Laba	4
27	AM		*Gasteracantha kuhli*	Laba-Laba	1
28	AP		*Oxyopes matiensis*	Laba-Laba	1
29	D	Coleoptera	*Phygasia silacea*	Kumbang	1
30	Y		*Plateros* sp.	Kumbang Sayap	1
31	AQ		Phyllophaga balia	Kumbang	1
32	AS		*Agnocoris reclairei*	Kumbang	1
			Total Individu		59

Tabel 4. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Pitfall Trap* pada Titik Pengamatan 2

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	AV	Anura	*Chalcorana chalconota*	Katak	1
2	AW	Stylommatophora	*Achatina fulica*	Bekicot	1
3	AX		*Glyptostoma gabrielense*	Siput Darat	1
4	AY		*Mariaella dussumieri*	Siput Telanjang	1
5	M	Julida	*Phyllogonostreptus nigrolabiatus*	Kaki Seribu	1
6	AZ	Araneae	*Balmaceda* sp.	Laba-Laba	1
7	BA	Scutigeromorpha	*Thereuopoda longicornis*	Kelabang	1
8	N	Hymenoptera	*Odontoponera denticulata*	Semut Hitam Besar	11
9	P		*Odontomachus infandus*	Semut Rahang Jebak	1
10	BB	Orthoptera	*Coptotettix* sp.	Belalang	1
11	BC	Haplotaxida	*Lumbricus terrestris*	Cacing Tanah	1
			Total Individu		21

Tabel 5. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Sweep Net* pada Titik Pengamatan 3

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	BD	Araneae	*Phonognatha graeffei*	Laba-laba Penenun Daun	1
2	BI		*Hamadruas hieroglyphica*	Laba-Laba Kuning	1
3	BE	Hemiptera	*Sogatella furcifera*	Wereng Punggung Putih	1
4	U		*Bothrogonia addita*	Wereng Oranye	1
5	AJ		*Leptocorisa oratoria*	Walang Sangit	3
6	BF	Coleoptera	*Chrysolina staphylaea*	Kumbang	1
7	BG		*Episcapha quadrimacula*	Kumbang	20
8	BQ		*Aphthona lutescens*	Kumbang	1
9	BH	Orthoptera	*Conocephalus melaenus*	Belalang	1
10	BM		*Anaxipha longipennis*	Jangkrik	1
11	BO		*Tetrix tenuicornis*	Belalang	1
12	BJ	Lepidoptera	*Hyblaea puera*	Ulat Jati	1
13	BP		*Parantica aspasia*	Kupu-Kupu Macan Kaca	1
14	BK	Odonata	*Sympetrum croceolum*	Capung	1
15	BL	Hemiptera	*Indopurana cheeveeda*	Cicada	1
16	Q	Hymenoptera	*Polyrhachis australis*	Semut Berduri	2
17	BN		*Polyrhachis senilis*	Semut	1
			Total Individu		39

Tabel 6. Hasil Identifikasi Makrofauna dengan Teknik *Pitfall Trap* pada Titik pengamatan 3

No	Kode	Nama Jenis			Jumlah Individu
		Ordo	Nama Ilmiah	Nama Lokal	
1	M	Julida	*Phyllogonostreptus nigrolabiatus*	Kaki Seribu	1
2	BC	Haplotaxida	*Lumbricus terrestris*	Cacing Tanah	5
3	BR	Opiliones	*Phareicranaus calcarifer*	Laba-Laba	1
4	X	Diptera	*Drosophila melanogaster*	Lalat Buah	1
5	BS	Hymenoptera	*Odontomachus rixosus*	Semut Rahang Penangkap	8
6	BT		*Paraponera clavata*	Semut Peluru	12
7	BV		*Odontomachus bauri*	Semut	1
8	BW		*Monomorium carbonarium*	Semut	3
9	BU	Dermaptera	*Euborellia annulipes*	Tomcat Kuping	2
10	BX	Orthoptera	*Gryllus mitratus*	Jangkrik	1
			Total Individu		35

Tabel 7. Indeks Kekayaan, Keanekaragaman, dan Kemerataan dengan Teknik *Sweep Net* di Keseluruhan Titik

Titik	R	H'	E
Tepian	4,061	2,395	0,964
Nektar	7,847	3,176	0,908
Tegakan	4,367	1,788	0,745
Keseluruhan Titik	12,903	3,643	0,882

Tabel 8. Indeks Kekayaan, Keanekaragaman, dan Kemerataan dengan Teknik *Pitfall Trap* di Keseluruhan Titik

Titik	R	H'	E
Tepian	1,018	0,609	0,439
Nektar	3,284	1,788	0,745
Tegakan	2,531	1,864	0,809
Keseluruhan Titik	4,400	2,243	0,748

Berdasarkan data pada tabel 1 sampai 6, jumlah individu didominasi oleh semut yang berjumlah 57 ekor atau sebesar 30,8% dari total individu. Sementara itu, sebagian besar spesies lain ditemukan dalam jumlah kecil. Data tersebut mengindikasikan bahwa lingkungan di area penelitian kemungkinan sangat mendukung populasi semut.

Secara umum, untuk kedua teknik yang ditunjukkan pada tabel 7 dan 8, titik nektar dan titik tegakan memiliki kelimpahan makrofauna yang lebih tinggi dibandingkan titik tepian. Pada teknik *sweep net*, titik nektar memiliki jumlah individu tertinggi, sedangkan pada teknik *pitfall trap*, jumlah individu tertinggi terdapat pada titik tegakan. Selain itu, indeks komunitas menunjukkan perbedaan. Pada teknik sweep net, titik nektar memiliki nilai kekayaan dan keanekaragaman tertinggi, sedangkan titik tepian memiliki nilai kemerataan tertinggi. Pada teknik *pitfall trap*, titik nektar memiliki nilai kekayaan tertinggi, sedangkan titik tegakan memiliki nilai keanekaragaman dan kemerataan tertinggi. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa karakteristik habitat pada setiap lokasi memengaruhi jenis dan jumlah makrofauna yang hidup pada serasah tanah maupun aktif di permukaan. Gambar berikut menampilkan sampel spesies makrofauna yang diidentifikasi dari setiap titik penelitian.

Gambar 3. Kupu-Kupu
Grey Glassy Tiger (Ideopsis juventa)

Gambar 4. Nyamuk
(Culex sp.*)*

Gambar 5. Semut Hitam Besar *(Odontoponera denticulata)*

Gambar 6. Kumbang (*Episcapha quadrimacula)*

Gambar 7. Semut Hitam Besar *(Odontoponera denticulata)*

Gambar 8. Semut peluru (*Paraponera clavata)*

Hasil studi memperlihatkan bahwa kelimpahan makrofauna bervariasi pada masing-masing titik pengamatan. Perbedaan ini dianalisis dengan menggunakan indeks kekayaan, keanekaragaman, dan kemerataan jenis untuk menilai struktur komunitas makrofauna di tiga lokasi melalui teknik *sweep net* dan *pitfall trap*. Nilai kekayaan jenis di titik tepian mencapai R = 4,061, yang digolongkan dalam kategori tinggi menurut pedoman Margalef yang digunakan dalam studi Amrulloh *et al*. (2023). Kekayaan jenis mengukur tinggi rendahnya keanekaragaman suatu jenis yang terdapat dalam suatu komunitas, semakin banyak jumlah jenis yang ditemukan maka indeks kekayaan juga semakin tinggi (Komul *et al*., 2024). Pada indeks kekayaan jenis Margalef, jumlah spesies dihitung bersama logaritma natural dari total individu, sehingga peningkatan jumlah spesies berbanding terbalik dengan peningkatan jumlah individunya. Umumnya, komunitas yang memiliki spesies beragam justru memiliki jumlah individu yang relatif sedikit pada tiap spesies (Baderan *et al*., 2021). Indeks keanekaragaman jenis menurut pedoman Shannon–Wiener menunjukkan hasil H'= 2,395, yang dikategorikan sedang (Mirnawati *et al*., 2025). Semakin tinggi nilai keanekaragaman suatu kawasan menunjukkan semakin stabil komunitas di kawasan tersebut (Nahlunnisa *et al*., 2016), sehingga dengan nilai yang sedang menunjukkan bahwa komunitas pada kawasan Taman Kupu-Kupu Gita Persada relatif stabil. Karakteristik habitat berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragaman jenis, kondisi suhu, kelembapan, dan ketersediaan air merupakan faktor-faktor yang berperan dalam menentukan tinggi rendahnya keanekaragaman tersebut. Menurut Indriani *et al.* (2010) semakin tinggi kelembapan relatif suatu habitat maka semakin tinggi pula keanekaragaman jenis di habitat tersebut. Nilai indeks kemerataan jenis di titik tepian E = 0,964 digolongkan ke dalam kategori sangat tinggi (Anjani *et al*., 2022). Indeks kemerataan menunjukkan derajat kemerataan kelimpahan individu antara setiap jenis. Apabila setiap jenis memiliki jumlah individu yang sama, maka komunitas tersebut mempunyai nilai indeks kemerataan yang tinggi (Baderan *et al*., 2021). Nilai ini dapat menggambarkan bahwa komunitas tersebut berada dalam kondisi stabil, sehingga tidak mudah mengalami gangguan dan mampu kembali ke kondisi awal (Baderan *et al*., 2021; Komul *et al*., 2024).

Pada titik nektar, nilai indeks kekayaan mencapai 7,847 yang menunjukkan kategori kekayaan tinggi. Hasil ini sejalan dengan ketetapan indeks kekayaan Margalef (Amrulloh *et al*., 2023). Kekayaan jenis sendiri dapat diamati dari jumlah spesies yang ditemukan dalam suatu ekosistem (Haneda *et al*., 2024). Semakin banyak jenis yang tercatat, maka semakin tinggi pula indeks kekayaannya (Komul *et al*., 2024). Indeks keanekaragaman pada titik nektar berada dalam kategori tinggi dengan nilai 3,176. Nilai ini dihitung menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yang diadaptasi dari Mirnawati *et al.* (2025). Keanekaragaman jenis menggambarkan banyaknya organisme penyusun

suatu komunitas. Suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman tinggi bila disusun oleh banyak jenis organisme (Haneda *et al*., 2024). Selanjutnya, nilai kemerataan sebesar 0,908 juga termasuk dalam kategori tinggi. Penentuan kategori ini mengacu pada indeks kemerataan Evenness (E) yang dihitung melalui persamaan yang diadaptasi dari Anjani *et al.* (2022). Indeks kemerataan memberikan informasi mengenai keseimbangan sebaran individu pada seluruh spesies dalam suatu komunitas. Dengan demikian, indeks ini menggambarkan komposisi setiap individu pada setiap spesies dalam komunitas tersebut (Anjani *et al*., 2022). Apabila pada suatu area terdapat banyak spesies yang melimpah, maka nilai indeks kemerataannya akan tinggi begitu pun sebaliknya (Hanafi *et al*., 2021). Tingginya nilai kemerataan ini diduga disebabkan oleh kondisi habitat yang mendukung keberadaan banyak spesies dengan tingkat kelimpahan yang relatif seimbang (Nurudin *et al*., 2013).

Nilai kekayaan jenis di titik tegakan dengan nilai R = 4,367 berada pada kategori sedang berdasarkan pedoman Margalef dalam penelitian Amrulloh *et al.* (2023). Kekayaan jenis pada suatu habitat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kompetisi sesama jenis atau intraspesies, predasi, proses suksesi dalam komunitas, serta adanya gangguan (Nasihin & Rohmatullayaly, 2023). Oleh karena itu, nilai dalam kategori sedang pada penelitian ini menunjukan bahwa kondisi lingkungan masih mampu mendukung keberadaan berbagai spesies, namun belum optimal akibat adanya persaingan dan faktor pembatas lingkungan tersebut. Sementara itu, tingkat keanekaragaman pada titik tegakan dengan nilai H’ = 1,788 juga berada pada kategori sedang berdasarkan Shannon-Wiener yang diadaptasi dari Mirnawati *et al.* (2025). Hal ini disebabkan oleh kondisi titik tegakan yang memiliki pohon berkanopi sedang, sehingga intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan berada pada kisaran sedang pula (Fariha *et al*., 2025). Kondisi tersebut menyebabkan jumlah individu dan spesies yang ditemukan tidak terlalu tinggi, tetapi masih relatif stabil. Keanekaragaman jenis yang sedang juga dipengaruhi oleh hubungan interaksi antarspesies dalam komunitas yang masih seimbang serta kemampuan ekosistem dalam menjaga kestabilan komunitas yang tergolong sedang (Anjani *et al*., 2022). Pola kemerataan jenis menunjukkan penyebaran individu pada titik tegakan dengan nilai E = 0,745 yang digolongkan ke dalam kategori tinggi sesuai ketentuan yang diadaptasi dari Anjani *et al*. (2022), yang menunjukkan bahwa individu tiap spesies tersebar relatif merata. Tingginya nilai kemerataan ini diduga disebabkan oleh kondisi habitat yang mendukung keberadaan banyak spesies dengan tingkat kelimpahan yang relatif seimbang (Nurudin *et al*., 2013).

Nilai indeks pada titik tepian dengan teknik *pitfall trap* menunjukkan kekayaan jenis dengan kategori rendah (R = 1,018) menurut Margalef yang diadaptasi dari Amrulloh *et al*. (2023). Indeks kekayaan menunjukkan besarnya nilai yang dipengaruhi oleh banyaknya spesies dan jumlah individu di suatu wilayah. Jumlah spesies yang lebih besar menunjukkan kecenderungan untuk diversitas yang lebih besar atau lebih tinggi (Wasis & Sajadad, 2024). Indeks keanekaragaman dengan kategori rendah (H’ = 0,609) menurut Shannon-Wiener yang diadaptasi dari Mirnawati *et al.* (2025). Tujuan perhitungan indeks keanekaragaman adalah untuk mengetahui tingkat keanekaragaman suatu komunitas makrofauna dan untuk mengetahui bagaimana gangguan faktor lingkungan atau abiotik berdampak pada komunitas. Jika ada banyak jenis, suatu komunitas dianggap memiliki keanekaragaman yang tinggi. Sebaliknya, jika ada sedikit jenis, komunitas itu dianggap memiliki keanekaragaman yang rendah (Nurrohman *et al*., 2018). Beberapa faktor lingkungan, termasuk suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya, memengaruhi aktivitas makrofauna tanah. Intensitas cahaya yang rendah menyebabkan suhu tanah turun dan kelembapan tanah memengaruhi perkembangan mikroorganisme tanah (Rosana *et al*., 2023). Indeks kemerataan dalam kategori sedang (E = 0,439) menurut Evenness yang diadaptasi dari Anjani *et al*. (2022). Indeks kemerataan jenis adalah komposisi tiap individu pada suatu spesies yang terdapat pada suatu komunitas. Tujuan dari indeks ini adalah untuk mengetahui keseimbangan sebaran suatu individu pada seluruh spesies dalam suatu komunitas. Nilai indeks kemerataannya akan lebih tinggi jika pada suatu wilayah memiliki banyak spesies, begitu pun sebaliknya (Anjani *et al*., 2022).

Pada titik nektar, nilai R = 3,284 termasuk dalam kategori rendah yang menunjukkan bahwa jumlah spesies pengunjung daerah nektar di lokasi penelitian masih terbatas. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh gangguan habitat, seperti berkurangnya area vegetasi alami, penurunan kualitas lingkungan, serta minimnya tanaman berbunga yang menyediakan sumber nektar (Potts *et* al., 2010; Winfree

et al., 2011). Meskipun kekayaan jenis rendah, nilai H' = 1,788 berada pada kategori sedang yang mengindikasikan bahwa komunitas penyerbuk yang hadir tetap memiliki variasi peran yang cukup untuk menjaga proses penyerbukan berjalan efektif (Garibaldi *et al*., 2013). Selain itu, nilai E = 0,745 termasuk dalam kategori kemerataan tinggi, yang menunjukkan bahwa jumlah individu antarspesies relatif seimbang, sehingga tidak ada spesies yang mendominasi dan struktur komunitasnya masih stabil (Kremen *et al*., 2007). Secara keseluruhan, kombinasi ketiga indeks ini menggambarkan bahwa habitat nektar masih memiliki kestabilan ekologi yang baik, namun peningkatan keanekaragaman tanaman berbunga diperlukan untuk mendukung kekayaan spesies penyerbuk di masa mendatang. Kehadiran berbagai jenis serangga penyerbuk memungkinkan proses penyerbukan berlangsung lebih efisien, sehingga produktivitas tanaman meningkat. Selain itu, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kelompok penyerbuk memiliki fungsi ekologis yang lebih luas. Mereka dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan, berperan dalam pengendalian hama dan penyakit secara alami, serta memberikan nilai budaya dan estetika yang memperkaya interaksi manusia dengan alam (Katumo *et al*., 2022).

Nilai kekayaan jenis di titik tegakan menunjukkan R = 2,531 dan termasuk dalam kategori rendah menurut pedoman Margalef yang digunakan dalam studi Amrulloh *et al.* (2023). Kekayaan jenis mencerminkan banyaknya variasi spesies dalam komunitas, di mana semakin sedikit jumlah jenis yang ditemukan maka nilai kekayaan juga semakin rendah (Komul *et al.,* 2024). Rendahnya nilai ini menunjukkan bahwa kondisi habitat pada titik tegakan belum mampu mendukung keberagaman makrofauna secara optimal, yang dapat dipengaruhi oleh struktur vegetasi yang sederhana sehingga membatasi ketersediaan mikrohabitat dan menyebabkan distribusi makrofauna tidak merata (Wasis & Sajadad, 2024). Indeks keanekaragaman pada titik tegakan memiliki nilai H’ = 1,864 dengan kategori sedang menurut Shannon–Wiener yang diadaptasi dari Mirnawati *et al*. (2025), di mana tingkat keanekaragaman ini dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik sebagai sumber makanan dan variasi individu makrofauna dalam ekosistem (Aminudin *et al*., 2021). Vegetasi yang cukup rapat memberikan serasah melimpah serta menjaga kestabilan suhu dan kelembapan, sehingga menciptakan iklim yang mendukung perkembangan makrofauna dan meningkatkan proses dekomposisi yang berperan dalam siklus hara (Haneda *et al*., 2024). Pola kemerataan jenis di titik tegakan menunjukkan nilai E = 0,809 dan tergolong tinggi menurut Anjani *et al.* (2022), menandakan penyebaran individu antarspesies relatif seimbang sebagai akibat dari kondisi habitat yang homogen serta faktor abiotik seperti pH dan kelembapan tanah yang stabil (Purnama *et al*., 2022). Kondisi kemerataan yang tinggi ini menunjukkan bahwa komunitas berada dalam keadaan relatif stabil, sehingga proses ekologis seperti dekomposisi serasah dan aerasi tanah dapat berlangsung konsisten dan risiko ketidakstabilan akibat dominasi satu spesies dapat diminimalkan (Darmansyah *et al*., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi habitat sangat memengaruhi kelimpahan dan organisasi komunitas makrofauna. Selanjutnya, temuan pola indeks ini dikaitkan dengan hasil pengamatan pada tiap titik.

Hasil penelitian pada titik tepian dengan teknik *sweep net* menunjukkan bahwa terdapat tiga ekor kupu-kupu *Grey Glassy Tiger* (*Ideopsis juventa*) (Gambar 3). Keberadaan kupu-kupu tersebut berkaitan dengan kondisi di sekitar titik yang dikelilingi oleh tumbuhan berdahan dengan beragam bunga yang merupakan sumber makanannya (Rahayu & Basukriadi, 2012). *Ideopsis juventa* termasuk ke dalam famili nymphalidae yang bersifat polifag yaitu spesies dengan kemampuan bertahan hidup pada berbagai habitat sehingga dapat memakan banyak jenis tumbuhan (Dewi *et al*., 2023; Gosal *et al*., 2016). Pada umumnya spesies ini tersebar secara meluas karena menyukai tempat dengan intensitas cahaya tinggi atau terang (Dewi *et a*l., 2023; Lamatoa *et al*., 2013). Selain itu juga disebabkan oleh faktor lingkungan lainnya seperti suhu yang berbanding lurus dengan kelembapan, sehingga ketika suhu di suatu titik tinggi maka harus didukung pula oleh kelembapan yang tinggi (Dewi *et al*., 2023; Gosal *et al*., 2016). Oleh karena itu, titik tepian merupakan tempat yang paling ideal karena terletak di pinggiran taman dengan ketersediaan makanan serta faktor abiotik yang mendukung. Area ini cenderung lebih sejuk dengan dahan tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat bertengger kupu-kupu (Antoni *et al*., 2024).

Kupu-kupu memiliki peran penting dalam aspek ekologi, ekonomi, estetika, pendidikan konservasi, serta budaya. Secara ekologi spesies kupu-kupu berperan sebagai polinator dalam proses penyerbukan bunga. Peran ini dapat mendukung fungsi ekologi di lingkungan tersebut dengan

memperkaya keanekaragaman tumbuhan (Antoni *et al*., 2024). Selain itu, kupu-kupu juga dapat menjadi bioindikator kualitas lingkungan seperti tingkat pencemaran sehingga populasi kupu-kupu yang banyak pada suatu tempat mencerminkan lingkungan tersebut masih baik (Gosal *et al*., 2016). Dengan demikian, keberadaan kupu-kupu dalam titik tepian turut mempertahankan keseimbangan ekosistem sekaligus meningkatkan keanekaragaman hayati di titik tersebut (Antoni *et al.,* 2024). Spesies lain yang tinggal di tepian juga dipengaruhi oleh habitat yang mendukung kupu-kupu ini.

Semut hitam besar *(Odontoponera denticulata)* (Gambar 5) cukup banyak ditemukan di titik tepian, dengan jumlah sebanyak 16 individu di teknik *pitfall trap*. Tingginya jumlah spesies semut yang ada di area tepian ini dipengaruhi oleh keberadaan serasah. Serasah yang menutupi permukaan tanah dapat menyediakan lebih banyak relung ekologi, sehingga akan mendukung keanekaragaman semut (Agus & Septianjaya, 2021). Selain itu, kondisi lingkungan di tepian umumnya memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, terutama dari daun-daun yang gugur. Bahan organik yang melimpah tidak hanya memperkaya tanah, tetapi juga mendukung keberadaan fauna tanah lain yang menjadi sumber pakan bagi semut (Sulistyorini *et al*., 2023). Dalam rantai makanan, semut berperan penting sebagai predator artropoda lain dan juga sebagai pemakan biji, nektar, sekresi tumbuhan serta sekresi kutu daun. Semut juga berfungsi sebagai detritivor yang menghancurkan sisa-sisa organisme mati (Agus & Septianjaya, 2021). Kondisi yang kaya makanan seperti ini juga terdapat pada titik nektar, yang berdampak pada keberadaan spesies lainnya.

Di titik nektar, hasil teknik *sweep net* ditemukan nyamuk (*Culex* sp.) (Gambar 4) dengan jumlah 10 ekor. Keberadaan nyamuk tersebut berkaitan dengan kondisi titik pengamatan yang didominasi oleh tumbuhan berbunga. Hal ini karena baik nyamuk jantan maupun betina mengandalkan sumber kaya gula, seperti nektar untuk memenuhi kebutuhan energi (Sobhy & Berry, 2024). Nektar diproduksi oleh nektarium pada tanaman, baik yang terdapat di bunga (nektarium bunga) maupun di luar bunga (nektarium ekstrafloral). Oleh karena itu, konsentrasi tinggi tanaman berbunga di suatu lanskap dapat meningkatkan kelimpahan nyamuk pada titik tersebut (Herreros-Moya *et al*., 2025). Di sisi lain, tingginya keberadaan nyamuk pada titik nektar juga dipengaruhi oleh kondisi iklim, suhu lingkungan, kelembapan, ataupun media biak. Nyamuk umumnya hidup pada lingkungan dengan suhu udara kisaran 20^{o}C sampai 30^{o}C. Sementara kelembapan udara optimum dalam mendukung aktivitas nyamuk dan ketahanan hidup embrio nyamuk berkisar antara 60 – 76% (Milusnawati *et al*., 2020). Oleh karena itu, titik nektar yang berada di area semi-terbuka dengan ketersediaan tumbuhan berbunga serta kondisi lingkungan yang mendukung menjadi habitat yang sesuai bagi nyamuk.

Secara ekologis, nyamuk memainkan peranan penting dalam kelangsungan ekosistem. Beberapa spesies nyamuk berperan sebagai polinator untuk membantu proses penyerbukan bunga. Larva nyamuk juga menghasilkan *frass* (kotoran serangga) dari proses memakan detritus yang terakumulasi di dalam air. Kotoran tersebut bermanfaat bagi tanaman karena berfungsi sebagai sumber nutrisi penting untuk pertumbuhan tanaman. Nyamuk juga berperan sebagai sumber makanan bagi beberapa hewan seperti ikan, burung, laba-laba, dan kelelawar (Kumawat *et al*., 2023). Dengan demikian, keberadaan nyamuk turut mendukung keterhubungan antarorganisme dan menjaga keseimbangan ekosistem. Ketersediaan bahan organik dan kondisi lingkungan yang sesuai juga berpengaruh terhadap keberadaan semut.

Hasil teknik *pitfall trap* di titik nektar juga menemukan semut hitam besar *(Odontoponera denticulata)* (Gambar 7) sebanyak 11 individu. Tingginya keberadaan semut pada titik ini berkaitan dengan kondisi lingkungan yang memiliki kandungan bahan organik tinggi, terutama dari banyaknya daun yang gugur di permukaan tanah. Kandungan bahan organik yang melimpah ini juga memengaruhi keberadaan fauna tanah lain yang menjadi sumber makanan untuk semut (Sulistyorini *et al*., 2023). Semut memiliki peran penting sebagai bioindikator dalam menilai perubahan kualitas lingkungan serta berfungsi sebagai predator, penyubur tanah, dan pengurai limbah. Hal yang sama juga terjadi di titik tegakan, di mana jumlah kumbang dipengaruhi oleh bahan organik.

Di titik tegakan, hasil teknik *sweep net* menunjukkan bahwa kumbang (*Episcapha quadrimacula*) (Gambar 6) merupakan spesies terbanyak, dengan jumlah 20 individu. Tingginya keberadaan kumbang ini berkaitan dengan kondisi area tegakan yang kaya kandungan bahan organik, terutama dari serasah daun (Budiman *et al*., 2015). Adanya serasah daun dapat menjaga kelembapan dan

memberi tempat persembunyian yang aman bagi kumbang. Kelembapan juga dapat mendukung pertumbuhan jamur sebagai sumber makanan (Wati *et al*., 2019). Kondisi lingkungan yang stabil dapat menyediakan sumber makanan yang berlimpah, sehingga spesies dapat bertahan hidup dan berkembang. Kumbang berperan penting dalam ekologis karena berperan sebagai pengurai senyawa organik dalam proses dekomposisi dan siklus hara untuk keseimbangan ekosistem (Sumah & Kusumadinata, 2025). Di titik tegakan, pola dominansi makrofauna ini juga terlihat pada semut peluru.

Pada titik tegakan, hasil teknik *pitfall trap* menemukan semut peluru (*Paraponera clavata*) (Gambar 8) sebanyak 12 individu. Dominasi semut pada titik tegakan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti intensitas cahaya, suhu, kelembapan, dan pH tanah (Putra *et al*., 2021). Titik tegakan memiliki tutupan kanopi yang rapat sehingga berpengaruh pada tingkat penetrasi sinar matahari dan kandungan bahan organik yang tinggi. Kadar bahan organik yang tinggi akan berpengaruh terhadap keberadaan makrofauna tanah yang merupakan sumber makanan bagi semut (Yuniasari *et al*., 2021). Fungsi semut bagi ekologi yaitu sebagai bioindikator kestabilan ekosistem. Semut sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga semut mampu merespon perubahan dan gangguan yang terjadi (Haneda & Yuniar, 2020).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran makrofauna di Taman Kupu-Kupu Gita Persada dipengaruhi oleh kondisi habitat pada tiap titik pengamatan. Titik nektar cenderung memiliki kekayaan, keanekaragaman, dan kemerataan jenis lebih tinggi terutama pada teknik *sweep net*. Hal ini menunjukkan bahwa area dengan banyak tanaman berbunga mampu menyediakan sumber makanan dan habitat yang lebih beragam. Titik tegakan menunjukkan keanekaragaman dan kemerataan tinggi pada teknik *pitfall trap* yang disebabkan oleh banyaknya bahan organik. Sedangkan titik tepian cenderung memiliki kekayaan dan keanekaragaman rendah pada teknik *pitfall trap*, yang disebabkan oleh kondisi lingkungan yang lebih terbuka serta sering mengalami gangguan. Makrofauna di permukaan tanah dan di bawah permukaan vegetasi menunjukkan pola komunitas yang berbeda, berdasarkan variasi nilai indeks yang ditemukan pada kedua metode sampling. Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan habitat adalah faktor utama yang memengaruhi komposisi, kelimpahan, dan kestabilan komunitas makrofauna di wilayah konservasi tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak pengelola Taman Kupu-Kupu Gita Persada atas izin, pendampingan, serta fasilitas yang diberikan selama proses pengambilan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Lampung yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan akademik selama penelitian berlangsung. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu Mata Kuliah Ekologi Hewan atas arahan, bimbingan, dan masukan yang sangat membantu dalam penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, R., & Dharmono, D. (2025). Struktur populasi mangga kweni (*Mangifera odorata* Griff.) di Bantaran Sungai Barito Desa Sungai Gampa Kabupaten Barito Kuala. *Biospecies*, *18*(2), 20–27. https://doi.org/10.22437/biospecies.v18i2.43912

Agus, Y. H., & Septianjaya, T. (2021). Semut (Hymenoptera: Formicidae) yang ditemukan di hutan kota Bendosari, Kota Salatiga. *AGRIC: Jurnal Ilmu Pertanian*, *33*(2), 215–224. https://doi.org/10.24246/agric.2021.v33.i2.p215-224

Aminudin, Y., Lestari, P., Prasetyo, E., & Utomo, S. (2021). Kelimpahan makrofauna tanah pada lahan pasca erupsi Gunung Merapi di Kawasan Taman Nasional Gunung Merapi. *Gorontalo: Journal of Forestry Research*, *4*(2), 98–112. https://doi.org/10.32662/gjfr.v4i2.1658

Amrulloh, M. F. F., Priyambodo, H. Y., & Masing, F. A. (2023). Keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis serangga tanah di lahan kering Kota Kefamenanu, Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, *7*(3), 131–140.

Anjani, W., Umam, A. H., & Anhar, A. (2022). Keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan vegetasi hutan pada Taman Hutan Raya Lae Kombih Kecamatan Penanggalan, Kota Subulussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *7*(2), 770–778. https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i2.20136

Antoni, N., Koneri, R., & Maabuat, P. V. (2024). Keanekaragaman kupu-kupu Nymphalidae di Kawasan Taman Hutan Raya Gunung Tumpa, Manado–Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*, *14*(2), 117–126. https://doi.org/10.35799/jbl.v14i2.55224

Apriani, R. R., Santoso, U., Mulyawan, R., & Ellya, H. (2022). Keanekaragaman makrofauna tanah pada beberapa variasi vegetasi di lahan penelitian agroekoteknologi Universitas Lambung Mangkurat. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, *20*(1), 84–92. https://doi.org/10.32528/agritrop.v20i1.7306

Ardianita, N. (2023). Struktur komunitas dan keragaman makrofauna tanah pada lahan reklamasi sistem teknologi modifikasi terasering di kawasan bekas tambang kapur [Bachelor's thesis Universitas PGRI Ronggolawe]

Aristeidou, M., Herodotou, C., Ballard, H. L., Young, A. N., Miller, A. E., Higgins, L., & Johnson, R. F. (2021). Exploring the participation of young citizen scientists in scientific research: The case of iNaturalist. *PLoS ONE*, *16*(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245682

Baderan, D. W. K., Rahim, S., Angio, M., & Salim, A. I. Bin. (2021). Keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan spesies tumbuhan dari geosite potensial Benteng Otanaha sebagai rintisan pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, *14*(2), 264–274. https://doi.org/10.15408/kauniyah.v14i2.16746

Budiman, M., Hardiansyah, G., & Darwati, H. (2015). Estimasi biomassa karbon serasah dan tanah pada basal area tegakan meranti merah (*Shorea macrophylla*) di areal Arboretum Universitas Tanjungpura Pontianak. *Jurnal Hutan Lestari*, *3*(1), 98–107. https://doi.org/10.31258/dli.10.2.p.63-69

Dewi, B., Hamidah, A., & Sukmono, T. (2023). *Keanekaragaman kupu-kupu di Kabupaten Kerinci dan sekitarnya*. Salim Media Indonesia.

Elisabeth, D., Hidayat, J. W., & Tarwotjo, D. U. (2021). Kelimpahan dan Keanekaragaman Serangga pada Sawah Organik dan Konvensional di Sekitar Rawa Pening. *Jurnal Akademika Biologi*, *10*(1).

Fariha, R. R., Ramadhania, L., Fahmawati, P. D., Supriyadi, S., & Nufus, M. (2025). Diversity of order Lepidoptera at different levels of canopy covers around Panten Camping Ground, Mount Ciremai National Park. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, *19*(1), 83–91. https://doi.org/10.22146/jik.v19i1.16212

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Klein, A. M. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, *339*(6127), 1608–1611. https://doi.org/10.1126/science.1230200

Gosal, L. M., Memah, V., & Rimbing, J. (2016). Keanekaragaman dan perbedaan jenis kupu-kupu (Ordo Lepidoptera) berdasarkan topografi pada tiga lokasi hutan di Sulawesi Utara. *Jurnal Bioslogos*, *6*(2), 42–50. https://doi.org/10.35799/jbl.6.2.2016.13791

Hanafi, I., Subhan, S., & Basri, H. (2021). Analisis vegetasi mangrove (studi kasus di Hutan Mangrove Pulau Telaga Tujuh Kecamatan Langsa Barat). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *6*(4), 740–748. https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18137

Haneda, N. F., & Yuniar, N. (2020). Peranan semut di ekosistem transformasi hutan hujan tropis dataran rendah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, *14*, 16–27. https://doi.org/10.22146/jik.57459

Haneda, N. F., Arsita, L., & Anggarawati, S. H. (2024). Keanekaragaman makrofauna tanah di berbagai ekosistem di Tahura Sultan Thana Syaifuddin Jambi. *Journal of Tropical Silviculture*, *15*(03), 222–227. https://doi.org/10.29244/j-siltrop.15.03.203-210

Herreros-Moya, E., Sinka, M., Harris, A. F., Entwistle, J., Martin, A. C., & Willis, K. J. (2025). The food of life: Which nectar do mosquitoes feed on?-An evidence-based meta-analysis. *Environmental Entomology*, *54*(2), 352–366. https://doi.org/10.1093/ee/nvaf009

Katumo, D. M., Liang, H., Ochola, A. C., Lv, M., Wang, Q. F., & Yang, C. F. (2022). Pollinator diversity benefits natural and agricultural ecosystems, environmental health, and human welfare. *Plant Diversity*, *44*(5), 429–435. https://doi.org/10.1016/j.pld.2022.01.005

Komul, Y. D., Sahupala, A., Siahaya, E. T., & Sahupala, G. L. (2024). Dominansi, kekayaan dan kemerataan jenis vegetasi hutan pantai tingkat permudaaan di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, *12*(1), 12–21. https://doi.org/10.26418/jhl.v12i1.63596

Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Keitt, T. H., Klein, A. M., Regetz, J., & Ricketts, T. H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: A conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, *10*(4), 299–314. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x

Kumawat, N., Meena, P., Prajapat, R., Kumari, V., & Meena, S. (2023). From prey to pollinator: Unmasking the diverse ecological roles of mosquitoes (Diptera: Culicidae). *International Journal of Entomology Research*, *8*(9), 11–16. www.entomologyjournals.com

Lamatoa, D. C., Koneri, R., Siahaan, R., & Maabuat, P. V. (2013). Populasi kupu-kupu (Lepidoptera) di Pulau Mantehage, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, *13*(1), 52–56. https://doi.org/10.35799/jis.13.1.2013.2032

López-Guillén, E., Herrera, I., Bensid, B., Gómez-Bellver, C., Ibáñez, N., Jiménez-Mejías, P., Mairal, M., Mena-García, L., Nualart, N., Utjés-Mascó, M., & López-Pujol, J. (2024). Strengths and challenges of using iNaturalist in plant research with focus on data quality. *Diversity*, *16*(1). https://doi.org/10.3390/d16010042

Martinus, Dzausal, M. A. M., & Soekardi, H. (2015, October). Pengembangan e-catalog Kupu-kupu Sumatera versi 2.0 dengan AngularJS. *E-Indonesia Initiative Forum 2015*.

Mason, B. M., Mesaglio, T., Barratt Heitmann, J., Chandler, M., Chowdhury, S., Gorta, S. B. Z., Grattarola, F., Groom, Q., Hitchcock, C., Hoskins, L., Lowe, S. K., Marquis, M., Pernat, N., Shirey, V., Baasanmunkh, S., & Callaghan, C. T. (2025). iNaturalist accelerates biodiversity research. *BioScience*, *0*, 1–13. https://doi.org/10.1093/biosci/biaf104

Melati, R. H., Wardah, & Yusran. (2021). Keanekaragaman makrofauna tanah dalam proses dekomposisi awal seresah dari hutan sekunder dan tegakan kemiri di Lereng Pegunungan Gawalise Sulawesi Tengah. *Mitra Sains*, *9*(1), 34–44. https://doi.org/10.22487/ms26866579.2021.v9.i1.pp.34-44

Milusnawati, Afriyansyah, B., & Suwito, A. (2020). Distribusi nyamuk (Diptera: Culicidae) vektor penyakit di Kecamatan Sungailiat Kabupaten Bangka. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, *19*(4), 263–266. https://doi.org/10.14710/mkmi.19.4.263-266

Mirnawati, M., Muhlis, M., & Ilhamdi, M. L. (2025). The diversity of butterflies in Narmada Park, West Lombok Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, *25*(4), 5996–6003. https://doi.org/10.29303/jbt.v25i4.10534

Nasihin, S. R., & Rohmatullayaly, E. N. (2023). Keanekaragaman burung di Kawasan Babakan Siliwangi City Forest Path, Kota Bandung. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, *9*(1), 1–6. https://doi.org/10.29244/jsdh.9.1.1-6

Nur'aeni, A. L., Sholihah, R. N., & Widodo, A. (2022). Analisis inovasi media gambar pada materi keanekaragaman hayati menggunakan aplikasi Inaturalist. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, *8*(4), 133–138. https://doi.org/10.22437/bio.v8i4.19115

Nurhaida, S., Ihsan, M., & Rahman, F. A. (2024). Inventarisasi Arthropoda di Bendungan Pengga Kabupaten Lombok Tengah. *Bioindikator: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, *1*(1), 32–38. https://doi.org/10.71024/bioindikator/2024/v1i1/7

Nurrohman, E., Rahardjanto, A., & Wahyuni, S. (2018). Studi hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan C-organik dan organophosfat tanah di perkebunan cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Jurnal Bioeksperimen*, *4*(1), 1–10. https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.2795

Nurudin, F. A., Kariada, N., & Irsadi, A. (2013). Keanekaragaman jenis ikan di Sungai Sekonyer Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Unnes Journal of Life Science*, *2*(2), 118–125. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/UnnesJLifeSci

Pitriana, Y., Sukarsono, & Husamah. (2025). Soil macrofauna diversity in Sengon Wagir Farm, Malang Regency as a source for learning biology. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, *9*(2), 62–69. https://doi.org/10.47007/ijobb.v9i2.238

Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, *25*(6), 345–353. https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007

ribadi, D. U., Rahmadhini, N., & Purnawati, A. (2020). Penerapan sistem pertanaman refugia sebagai mikrohabitat musuh alami pada tanaman padi. *Jurnal SOLMA*, *9*(1), 221–230. https://doi.org/10.29405/solma.v9i1.3108

Putra, I. L. I., Setiawan, H., & Suprihatini, N. (2021). Keanekaragaman jenis semut (Hymenoptera: Formicidae) di sekitar kampus 4 Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. *Biospecies*, *14*(2), 20–30. https://doi.org/10.22437/biospecies.v14i2.12905

Putri, R. A., & Muhsoni, F. F. (2025). Status dan kondisi terumbu karang menggunakan metode *line intercept transect* (LIT) di Pulau Gili Labak Sumenep. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, *16*(1), 106–113. https://doi.org/10.35316/jsapi.v16i1.4073

Rahayu, S. E., & Basukriadi, A. (2012). Kelimpahan dan Keanekaragaman spesies kupu-kupu (Lepidoptera; Rhopalocera) pada berbagai tipe habitat di Hutan Kota Muhammad Sabki Kota Jambi. *Biospecies*, *5*(2), 40–48. https://doi.org/10.22437/biospecies.v5i2.645

Rhodiyah, A. F., Darsono, & Riwidiharso, E. (2020). Keanekaragaman semut (Hymenoptera: Formicidae) di Kawasan Cagar Alam Bantarbolang Pemalang Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, *2*(1), 98–104.

Rosana, S., Yasin, S., & Rezki, D. (2023). Pengaruh alih fungsi lahan sawah menjadi kebun kelapa sawit terhadap keanekaragaman makrofauna tanah di Kecamatan Sitiung Kabupaten Dharmasraya. *Agroradix*, *7*(1), 54–66. https://doi.org/10.52166/agroteknologi.v7i1.5235

Ruslan, H., Satiyo, A., & Yenisbar. (2023). Keanekaragaman kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea) di Kawasan Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat. *Jurnal Entomologi Indonesia*, *20*(1), 10–21. https://doi.org/10.5994/jei.20.1.10

Saputra, A., & Agustina, P. (2019). Keanekaragaman makrofauna tanah di Universitas Sebelas Maret. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek (SNPBS) Ke-IV 2019*, 323–327.

Sobhy, I. S., & Berry, C. (2024). Chemical ecology of nectar–mosquito interactions: recent advances and future directions. *Current Opinion in Insect Science*, *63*. https://doi.org/10.1016/j.cois.2024.101199

Sulistyorini, E., Laila, A., & Jiedny, A. Z. (2023). Identifikasi Arthropoda pada lahan daun bawang. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *25*(1), 1–6. https://doi.org/10.29244/jitl.25.1.1-6

Sumah, A. S. W., & Kusumadinata, A. A. (2025). Keanekaragaman kumbang Cerambycidae (Coleoptera) di perkebunan duku Desa Gunung Batu, Kabupaten Oku Timur. *Berita Biologi*, *24*(1), 15–24. https://doi.org/10.55981/berita_biologi.2025.1681

Tamnge, F., Aryati Mulyani, Y., Mardiastuti, A., Studi Kehutanan, P., Pertanian, F., Khairun, U., & Jusuf Abdurahman Kota Ternate Selatan, J. (2023). Respon komunitas burung pada daerah tepi antara tegakan Agathis dan Agroforestri di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi. *Journal of Forest Science Avicennia│Vol*. https://doi.org/10.22219/avicennia.v6i1.23320

Wasis, B., & Sajadad, D. H. (2024). Kelimpahan makrofauna tanah pada beberapa tutupan lahan di Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, *15*(2), 162–168. https://doi.org/10.29244/j-siltrop.15.02.162-168

Wati, R., Noverita, & Setia, T. M. (2019). Keanekaragaman jamur makroskopis di beberapa habitat kawasan Taman Nasional Baluran. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, *12*(2), 171–180. https://doi.org/10.15408/kauniyah.v12i2.10363

Watling, L. (2018). Macrofauna. In *Encyclopedia of Ocean Sciences* (Third Edition, Vols. 1–5, pp. 1–7). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11069-3

Wibowo, C., & Alby, M. F. (2020). Keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna tanah pada tiga tegakan berbeda di Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Jurnal Silvikultur Tropika*, *11*(1), 25–31. https://doi.org/10.29244/j-siltrop.11.1.25-31

Winfree, R., Bartomeus, I., & Cariveau, D. P. (2011). Native pollinators in anthropogenic habitats. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *42*(1), 1–22. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145042

Yuniasari, N., Yuliastanti, N., Himawan, T., & Rizali, A. (2021). Habitat conditions and the presence of trophobiont affect the diversity and abundance of ants in cocoa plantations. *Jurnal Entomologi Indonesia*, *18*(1), 1–9. https://doi.org/10.5994/jei.18.1.1