

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TERBANG PADA PERKEBUNAN
KOPI (*Coffea* sp.) DI DESA GUNUNGREJO KECAMATAN SINGOSARI
KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**OLEH
NOUVENA NUR LAILA
NIM. 220602110010**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TERBANG PADA PERKEBUNAN
KOPI (*Coffea* sp.) DI DESA GUNUNGREJO KECAMATAN SINGOSARI
KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**OLEH
NOUVENA NUR LAILA
NIM. 220602110010**

**Diajukan kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nouvena Nur Laila
NIM : 220602110010
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Keanekaragaman Serangga Terbang pada Perkebunan
Kopi (*Coffea* Sp.) di Desa Gunungrejo Kecamatan
Singosari Kabupaten Malang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Juni 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Dwi Suheriyanto, M.P.
NIP. 19740325 200312 1 001

(.....)

Pembimbing II : Kivah Aha Putra, M.Pd.I.
NIPPPK. 19900425 202321 1 024

(.....)

Tim Penguji : Suyono, M.P.
NIP. 19710622 200312 1 002

(Ketua) (.....)

Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si.
NIPPPK. 19870522 202321 1 016

(Anggota) (.....)

Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si.
NIP. 19671113 199402 2 001

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan rahmat, berkah, hidayah, kekuatan, dan kesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Saya persembahkan skripsi ini untuk semua orang-orang baik yang telah hadir di kehidupan saya, khususnya:

1. Kepada kedua orang tua tercinta, terkasih, dan tersayang yaitu Ayahanda Warji dan Ibunda Windarti. Terima kasih untuk kasih sayang yang tidak ternilai, segala perjuangan, pengorbanan, dukungan, kepercayaan, dan doa kalian yang tiada hentinya yang selalu menyertai perjalanan ini.
2. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. dan Kivah Aha Putra, M.Pd.I. selaku pembimbing I dan II yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah banyak memberikan waktu, tenaga, serta pikiran untuk membimbing penulis sejak awal pengerjaan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Hj. Retno Susilowati, M.Si. selaku dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan selama proses studi.
4. Suyono, M.P. dan Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak saran dan kritik demi kebaikan skripsi ini.
5. Teman-teman tim seperjuangan dalam penelitian, Safa, Meylani, Chelin dan, Dita yang telah membantu dan menjadi bagian dalam proses penelitian serta penulisan skripsi ini dengan penuh kebersamaan.
6. Teman-teman dekat penulis Lucky, Naila, Jihan, Aprilia, Sasa, Ayu, Liana, Ardelia, dan Zhuriya yang selalu membantu, memberikan semangat, dukungan dan menjadi pendengar untuk penulis, baik dalam keadaan senang maupun susah.
7. Rekan-rekan Biologi Angkatan 2022 dan keluarga besar Biologi B yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik ini sejak awal perkuliahan hingga saat ini.
8. Semua pihak yang telah berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penelitian dan penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan. Semoga menjadi amal jariyah yang tak terputus. Semoga Allah Swt. memberikan balasan atas kebaikan yang berlimpah dan mengabulkan segala doa yang dipanjatkan. Amin.
9. Terakhir, terima kasih kepada diri sendiri, Nouvena Nur Laila yang telah berjuang, bertahan, dan tidak menyerah hingga sampai pada titik ini, selalu mau mencoba dan belajar untuk melakukan hal yang lebih baik lagi.

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۝ ٦

“Allah memang tidak menjanjikan kehidupanmu akan selalu mudah, tetapi dua kali Allah berjanji bahwa setiap kesulitan pasti ada kemudahan.”

(QS Al-Insyirah [94]: 5-6)

“Sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi yang lainnya.”

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nouvena Nur Laila

NIM : 220602110010

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Keanekaragaman Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi (*Coffea* sp.) di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi akademik maupun hukum atas perbuatan tersebut.

Malang, 11 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Nouvena Nur Laila

NIM. 220602110010

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Daftar pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TERBANG PADA PERKEBUNAN
KOPI (*Coffea* sp.) DI DESA GUNUNGREJO KECAMATAN SINGOSARI
KABUPATEN MALANG**

Nouvena Nur Laila, Dwi Suheriyanto, Kivah Aha Putra

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri
Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Kelompok serangga terbang adalah serangga yang beraktivitas di udara, serta berperan sebagai polinator, predator, maupun parasitoid sebagai pengendali populasi hama secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi (*Coffea* sp.) di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Penelitian dilakukan pada dua tipe perkebunan, yaitu perkebunan kopi organik dengan menggunakan pupuk kandang berupa kotoran kambing dan perkebunan kopi anorganik dengan menggunakan urea dan Phonska. Metode yang digunakan adalah metode eksploratif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Teknik pengambilan sampel serangga terbang dilakukan dengan menggunakan perangkap kuning (*yellow pan trap*) yang dipasang pada tiga transek di masing-masing lokasi. Penelitian ini memperoleh 20 genus serangga terbang dari dua perkebunan, yaitu perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik. Perkebunan kopi organik memiliki jumlah 540 individu dengan 18 genus, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki jumlah 477 individu dengan 15 genus. Indeks keanekaragaman pada perkebunan kopi organik 1,964, sedangkan perkebunan kopi anorganik 1,855. Indeks dominansi pada perkebunan kopi organik 0,203, sedangkan perkebunan kopi anorganik 0,219. Indeks kesamaan komunitas pada perkebunan kopi organik dan anorganik sebesar 0,865. Perkebunan kopi organik memiliki suhu rata-rata $24,16 \pm 2,57^{\circ}\text{C}$, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki suhu rata-rata $24,96 \pm 2,13^{\circ}\text{C}$. Perkebunan kopi organik memiliki kelembapan rata-rata $93,10 \pm 7,76\%$, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki kelembapan rata-rata $91,38 \pm 7,7\%$. Perkebunan kopi organik memiliki intensitas cahaya rata-rata $552,28 \pm 317,51$ lux, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki intensitas cahaya rata-rata $907,51 \pm 715,94$ lux. Perkebunan kopi organik memiliki kecepatan angin rata-rata $0,8 \pm 0,30$ m/s, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki kecepatan angin rata-rata $0,76 \pm 0,22$ m/s. Hasil analisis korelasi antara faktor abiotik dengan keanekaragaman serangga terbang di perkebunan kopi Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang memiliki korelasi dengan *Cicindela*, *Scymnus*, *Bembidion*, dan *Orthetrum*.

Kata kunci: keanekaragaman, perkebunan kopi, serangga terbang, *yellow pan trap*

**DIVERSITY OF FLYING INSECTS IN COFFEE (*Coffea* sp.)
PLANTATIONS IN GUNUNGREJO VILLAGE SINGOSARI DISTRICT
MALANG REGENCY**

Nouvena Nur Laila, Dwi Suheriyanto, Kivah Aha Putra

Biology Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic
University of Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Flying insects are insects that are active in the air, serving as pollinators, predators, and parasitoids that naturally control pest populations. This study aims to determine the diversity of flying insects in coffee plantations (*Coffea* sp.) in Gunungrejo Village, Singosari District, Malang Regency. The study was conducted in two types of plantations: organic coffee plantations using manure in the form of goat droppings, and inorganic coffee plantations using urea and Phonska. The method used was an exploratory method with a quantitative descriptive approach. The sampling technique for flying insects was carried out using yellow pan traps installed on three transects at each location. This study identified 20 genera of flying insects from the two plantations: the organic coffee plantation and the inorganic coffee plantation. The organic coffee plantation had 540 individuals across 18 genera, while the inorganic coffee plantation had 477 individuals across 15 genera. The diversity index for the organic coffee plantation was 1.964, and for the inorganic coffee plantation, 1.855. The dominance index for the organic coffee plantation was 0.203, and for the inorganic coffee plantation, 0.219. The community similarity index for organic and inorganic coffee plantations was 0.865. Organic coffee plantations had an average temperature of $24.16 \pm 2.57^{\circ}\text{C}$, while inorganic coffee plantations had an average of $24.96 \pm 2.13^{\circ}\text{C}$. Organic coffee plantations had an average humidity of $93.10 \pm 7.76\%$, while inorganic coffee plantations had an average of $91.38 \pm 7.71\%$. Organic coffee plantations have an average light intensity of 552.28 ± 317.51 lux, while inorganic coffee plantations have an average of 907.51 ± 715.94 lux. Organic coffee plantations had an average wind speed of 0.8 ± 0.30 m/s, while inorganic coffee plantations had an average of 0.76 ± 0.22 m/s. The results of the correlation analysis between abiotic factors and the diversity of flying insects in coffee plantations in Gunungrejo Village, Singosari District, Malang Regency showed a correlation with *Cicindela*, *Scymnus*, *Bembidion*, and *Orthetrum*.

Keywords: biodiversity, flying insects, coffee plantations, yellow pan trap

في قرية غونونريجو، منطقة سينغوساري، مقاطعة (Coffea sp.) تنوع الحشرات الجوية في مزارع البن مالانغ

نوفينا نور ليلي، دوي سوهيريانتو، كيفاه آها بوترا

قسم علم الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانغ

مستخلص البحث

مجموعة الحشرات الطائرة هي الحشرات التي تنشط في الطبقات الجوية، والتي تلعب دور الملقحات أو المفترسات أو الطفيليات كوسيلة للتحكم الطبيعي في أعداد الآفات. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة تنوع الحشرات الطائرة في مزارع في قرية غونونريجو، منطقة سينغوساري، مقاطعة مالانغ. أجريت الدراسة في نوعين من (Coffea sp.) البن المزارع، وهما مزارع البن العضوية التي تستخدم السماد الطبيعي من روث الماعز، ومزارع البن غير العضوية التي تستخدم البوريا والفونسكا. الطريقة المستخدمة هي طريقة استكشافية بنهج وصفي كمي. تم أخذ عينات الحشرات الطائرة تم تركيبتها على ثلاثة مسارات في كل موقع. وقد أسفرت هذه الدراسة (yellow pan trap) باستخدام مصيدة صفراء عن 20 جنسًا من الحشرات الطائرة من المزرعتين، وهما مزرعة البن العضوية ومزرعة البن غير العضوية. وبلغ عدد الحشرات في مزرعة البن العضوية 540 فردًا من 18 جنسًا، بينما بلغ عددها في مزرعة البن غير العضوية 477 فردًا من 15 جنسًا. بلغ مؤشر التنوع في مزرعة البن العضوية 1,964، وفي مزرعة البن غير العضوية 1,855. وبلغ مؤشر الهيمنة في مزرعة البن العضوية 0,203، وفي مزرعة البن غير العضوية 0,219. مؤشر تشابه المجتمعات $\pm 0,865$. تبلغ متوسط درجة الحرارة في مزارع البن العضوية 24,16 $\pm$ 2,57. درجة مئوية في مزارع البن العضوية 24,96 $\pm$ 2,13. درجة مئوية في مزارع البن العضوية 93,10 $\pm$ 7,76٪، بينما يبلغ متوسط الرطوبة في مزارع البن غير العضوية 91,38 $\pm$ 7,71. تبلغ كثافة الإضاءة في مزارع البن العضوية 552,28 $\pm$ 317,51 لكس، بينما تبلغ في مزارع البن غير العضوية لكس. تبلغ سرعة الرياح في مزارع البن العضوية 0,8 $\pm$ 0,30 في المتوسط، بينما تبلغ في 715,94 $\pm$ 907,51 مزارع البن غير العضوية 0,76 $\pm$ 0,22 في المتوسط. أظهرت نتائج تحليل الارتباط بين العوامل غير الحيوية وتنوع الحشرات الطائرة في مزارع البن في قرية غونونريجو، منطقة سينغوساري، مقاطعة مالانغ وجود ارتباط مع أنواع Cicindela وScymnus وBembidion وOrthetrum.

الكلمات المفتاحية: التنوع، الحشرات الطائرة، مزارع القهوة، مصيدة الصحن الأصفر

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Keanekaragaman Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi (*Coffea* sp.) di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang” dengan sebaik-baiknya, tidak lupa pula salawat dan salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad Saw. yang telah membawa manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari banyak pihak. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Ilfi Nur Diana, M.Si., CAHRM., CRMP., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Hj. Retno Susilowati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan dosen wali.
4. Dr. Dwi Suheriyanto, M.P. selaku pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan masukan, arahan, dan motivasi dalam penulisan skripsi dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
5. Kivah Aha Putra, M.Pd.I. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, masukan, dan bimbingan terkait sains dan islam.
6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium.
7. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan do'a, dukungan, semangat, kepercayaan, dan motivasi.
8. Seluruh sahabat dan teman-teman yang telah membantu memberikan masukan serta dukungan kepada penulis.
9. Semua pihak yang terlibat yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, semoga Allah Swt. membalas kebajikannya.

Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi diri penulis sendiri maupun para pembacanya. Penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna sehingga saran dan kritik yang membangun sangat dibutuhkan penulis untuk perbaikan dalam menulis laporan di kemudian hari.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	vi
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
مستخلص البحث	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian.....	9
1.5 Batasan Masalah.....	10
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 11
2.1 Teori Keanekaragaman.....	11
2.1.1 Indeks keanekaragaman Shannon (H').....	11
2.1.2 Indeks dominansi Simpson (C)	12
2.1.5 Indeks kesamaan komunitas Sorensen (Cs)	13
2.1.6 Analisis korelasi	14
2.2 Serangga	15
2.2.1 Morfologi serangga	16
2.2.2 Klasifikasi serangga terbang	22
2.3 Peranan Serangga	25
2.4 Faktor yang Memengaruhi Keanekaragaman Serangga Terbang	28
2.4.1 Faktor biotik	28

2.4.2 Faktor abiotik	29
2.5 Perkebunan Kopi (<i>Coffea</i> sp.)	30
2.6 Deskripsi Lokasi Penelitian.....	34
2.6.1 Lokasi pertama perkebunan kopi	34
2.6.2 Lokasi kedua perkebunan kopi.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Rancangan Penelitian	38
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	38
3.3 Alat dan Bahan	38
3.4 Prosedur Penelitian.....	39
3.4.1 Observasi.....	39
3.4.2 Penentuan lokasi penelitian.....	39
3.4.3 Metode pengambilan sampel.....	41
3.4.4 Identifikasi serangga terbang	42
3.5 Analisis Faktor Abiotik	43
3.6 Analisis Data	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Genus Serangga Terbang yang ditemukan pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang	42
4.2 Kelimpahan dan Peran Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi Anorganik Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	81
4.3 Analisis Komunitas Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.	85
4.4 Analisis Faktor Abiotik pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang	90
4.5 Analisis Korelasi Faktor Abiotik dengan Jumlah Individu Serangga Terbang.....	92
BAB V PENUTUP	100
5.1 Kesimpulan.....	100
5.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi umum serangga	17
Gambar 2.2 Morfologi kepala serangga	18
Gambar 2.3 Morfologi dada serangga	18
Gambar 2.4 Struktur umum sayap serangga	19
Gambar 2.5 Morfologi kaki serangga.....	21
Gambar 2.6 Morfologi abdomen serangga	21
Gambar 2.7 Lokasi 1 penelitian.....	34
Gambar 2.8 Lokasi 2 penelitian.....	36
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian	39
Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian.....	40
Gambar 3.3 Desain peletakan plot.....	41
Gambar 3.4 Contoh pemasangan <i>yellow pan trap</i>	42
Gambar 4.1 Spesimen 1 genus <i>Maladera</i>	42
Gambar 4.2 Spesimen 2 genus <i>Xylosandrus</i>	45
Gambar 4.3 Spesimen 3 genus <i>Monochamus</i>	47
Gambar 4.4 Spesimen 4 genus <i>Stilbus</i>	49
Gambar 4.5 Spesimen 5 genus <i>Scymnus</i>	50
Gambar 4.6 Spesimen 6 genus <i>Micraspis</i>	52
Gambar 4.7 Spesimen 7 genus <i>Ischnomera</i>	54
Gambar 4.8 Spesimen 8 genus <i>Cicindela</i>	56
Gambar 4.9 Spesimen 9 genus <i>Neocollyris</i>	58
Gambar 4.10 Spesimen 10 genus <i>Coptoderina</i>	60
Gambar 4.11 Spesimen 11 genus <i>Bembidion</i>	62
Gambar 4.12 Spesimen 12 genus <i>Musca</i>	64

Gambar 4.13 Spesimen 13 genus <i>Lucilia</i>	66
Gambar 4.14 Spesimen 14 genus <i>Condylostylus</i>	67
Gambar 4.15 Spesimen 15 genus <i>Taeniaptera</i>	69
Gambar 4.16 Spesimen 16 genus <i>Pomponia</i>	71
Gambar 4.17 Spesimen 17 genus <i>Zelus</i>	73
Gambar 4.18 Spesimen 18 genus <i>Tachysphex</i>	75
Gambar 4.19 Spesimen 19 genus <i>Amata</i>	77
Gambar 4.20 Spesimen 20 genus <i>Orthetrum</i>	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria nilai koefisien korelasi	15
Tabel 2.2 Perbedaan struktur umum sayap beberapa ordo serangga Terbang	20
Tabel 3.1 Karakteristik lokasi penelitian.....	40
Tabel 3.2 <i>Tally sheet</i> pengamatan serangga terbang	42
Tabel 4.1 Hasil identifikasi serangga terbang yang ditemukan pada perkebunan kopi organik dan anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	81
Tabel 4.2 Kelimpahan dan peran serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	82
Tabel 4.3 Persentase peranan serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	84
Tabel 4.4 Hasil analisis komunitas serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	85
Tabel 4.5 Hasil analisis faktor abiotik pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.....	90
Tabel 4.6 Hasil analisis korelasi faktor abiotik dengan jumlah individu serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel data hasil pengamatan.....	116
Lampiran 2. Perhitungan indeks dengan PAST.17	116
Lampiran 3. Uji T <i>diversity</i> menggunakan PAST.17.....	117
Lampiran 4. Hasil Korelasi	118
Lampiran 5. Dokumentasi kegiatan	119

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serangga atau insekta merupakan kelas dalam invertebrata dengan keragaman spesies paling tinggi. Serangga juga sering disebut heksapoda yang berarti mempunyai enam tungkai (Ricco dkk., 2019). Serangga terbang adalah serangga yang beraktivitas di lapisan udara, yang memiliki peran ekologis penting terhadap sistem perkebunan maupun pertanian tropis. Peranan serangga terbang diantaranya sebagai polinator, predator, maupun parasitoid sebagai pengendali populasi hama secara alami (Maharani dkk., 2024). Keberadaan serangga penyerbuk dan predator alami hama berperan penting untuk menunjukkan kualitas dan kestabilan ekosistem pada wilayah perkebunan atau agroforestri (Bentrup *et al.*, 2019). Allah Swt. berfirman tentang serangga terbang dalam QS An-Nahl[16]: 68-69 sebagai berikut:

وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ۖ ٦٨ ثُمَّ كُلِي
مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا ۚ يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ ۚ فِيهِ شِفَاءٌ
لِّلنَّاسِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ٦٩

Artinya: “Tuhanmu mengilhamkan kepada lebah, “Buatlah sarang-sarang di pegunungan, pepohonan, dan bangunan yang dibuat oleh manusia. Kemudian, makanlah (wahai lebah) dari segala (macam) buah-buahan lalu tempuhlah jalan-jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu).” Dari perutnya itu keluar minuman (madu) yang beraneka warnanya. Di dalamnya terdapat obat bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir.” (QS An-Nahl [16]: 68-69)

Shihab (2002) dalam Tafsir Al-Mishbah menjelaskan bahwa Allah Swt. mewahyukan kepada lebah, buatlah sarang-sarang di bukit-bukit, di pohon-pohon

kayu, dan di tempat-tempat yang dibuat oleh manusia. Ilham kepada lebah itu bukan berupa wahyu sebagaimana yang diberikan kepada para nabi, tetapi berupa ilham naluriah yang mengatur kehidupannya. Maka lebah itu membuat sarangnya di tempat-tempat tersebut sesuai dengan petunjuk Allah dan kemudian makanlah dari segala macam buah-buahan, dan tempuhlah jalan-jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan bagimu, dari perut lebah itu keluar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang berpikir. Menurut Jauhari (2008) dalam Tafsir Al-Jawahir menjelaskan Allah mengilhamkan kepada lebah agar membangun rumahnya dalam bentuk persegi enam dan mengatur sarangnya secara rapi. Ayat selanjutnya dijelaskan bahwa lebah diperintahkan memakan berbagai macam buah dan melewati jalan-jalan yang dipermudah Allah, dari perut lebah itu keluar madu yang beraneka warna, yang dalamnya terdapat obat bagi manusia. Serangga memiliki banyak manfaat untuk manusia, salah satunya manfaat dari lebah tersebut.

Ayat tersebut memiliki korelasi dengan serangga sebagai contoh nyata kebermanfaatan hewan yang Allah Swt. ciptakan sehingga dapat dimanfaatkan untuk makhluk hidup. Salah satu di antaranya peran serangga terbang, contoh nyata yaitu lebah. Lebah memiliki kemampuan terbang dan memainkan peran penting dalam ekosistem, terutama dalam proses penyerbukan tanaman yang memungkinkan kelestarian dan reproduksi berbagai jenis tumbuhan. Keberadaan serangga terbang seperti lebah tidak hanya menunjukkan fungsi ekologis, tetapi juga menjadi tanda kebesaran dan kebijaksanaan Allah Swt. dalam menciptakan

mahluk hidup dengan tugas dan manfaat tertentu bagi keseimbangan alam dan kehidupan manusia.

Serangga terbang memiliki ciri khas satu atau dua pasang sayap yang berfungsi untuk terbang, tubuhnya ringan dan aerodinamis. Serangga terbang beradaptasi dengan memilih waktu aktivitas tertentu, di area perkebunan mereka menyesuaikan diri dengan memanfaatkan tajuk pohon penaung sebagai tempat berlindung, bunga kopi sebagai sumber nektar, dan udara terbuka di antara barisan tanaman untuk aktivitas terbang dan kawin (Leksono, 2017). Serangga terbang memiliki banyak peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem seperti berfungsi sebagai penyerbuk, pengendali hama alami, predator, herbivora, dan serangga predator yang memangsa hama tanaman, sehingga nantinya mengurangi kebutuhan akan pestisida kimia dan mendukung pertanian berkelanjutan (Elisabeth dkk., 2021). Populasi dari serangga terbang dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor abiotik merupakan seluruh komponen fisik dan kimia yang tidak hidup di dalam ekosistem, seperti suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin yang berpengaruh secara langsung terhadap metabolisme, siklus hidup, serta kemampuan pergerakan serangga di udara (Hawa dkk., 2025). Faktor biotik merupakan komponen mahluk hidup yang berinteraksi dalam habitat tersebut. Komponen hidup mencakup ketersediaan makanan, keberadaan tanaman inang, persaingan antarspesies, serta tekanan dari musuh alami seperti predator dan parasitoid yang bertindak sebagai pengontrol populasi alami (Withaningsih *et al.*, 2024).

Perkebunan kopi di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang merupakan lokasi penelitian ini, perkebunan yang menggunakan dua jenis

perlakuan berbeda, yaitu perkebunan kopi organik yang menggunakan pupuk kandang berupa kotoran kambing dan perkebunan kopi anorganik yang menggunakan pupuk kimia berupa urea dan Phonska. Perbedaan penggunaan pupuk organik dan anorganik dalam suatu perkebunan kopi akan memengaruhi kondisi habitat serangga. Menurut Dulbari dkk. (2021), perkebunan organik merupakan salah satu sistem budidaya yang menerapkan konsep pertanian berkelanjutan. Sistem budidaya ini mengandalkan bahan-bahan alami tanpa menggunakan bahan kimia sintesis. Menurut Bhunia *et al.* (2021), penggunaan pupuk organik berupa pupuk kandang mampu meningkatkan kandungan bahan organik pada tanah, aktivitas mikroorganisme, dan kestabilan struktur tanah yang mendukung kualitas habitat. Sistem pertanian organik yang ramah lingkungan diketahui mampu meningkatkan keberadaan arthropoda dan serangga daripada sistem pertanian dengan pupuk kimia sintesis (Tamburini *et al.*, 2020). Pardede (2024) menjelaskan pupuk anorganik merupakan pupuk yang berasal dari bahan buatan yang mengandung unsur kimia sintesis seperti pupuk NPK, salah satunya yaitu Phonska. Menurut Nasirudin & Susanti (2018), pemupukan anorganik yang berlebihan pada tanaman akan mengakibatkan tanaman mudah terserang penyakit, matinya fauna yang terdapat di tanah, air, maupun udara. Hal tersebut akan memengaruhi keseimbangan biologis lingkungan serta homogenitas habitat yang berpotensi memengaruhi keberadaan serangga pada habitat tersebut.

Pemberian pupuk organik maupun anorganik ke dalam tanah secara tidak langsung memengaruhi populasi serangga terbang melalui perubahan kualitas nutrisi tanaman inang (*host plant quality*). Penyerapan nitrogen dari pupuk anorganik meningkatkan kadar asam amino terlarut yang memicu stimulus visual

dan aroma (senyawa volatil) menarik bagi serangga herbivora di udara. Sebaliknya, aplikasi pupuk organik menyediakan hara secara seimbang dan merangsang sintesis pertahanan sekunder tanaman, sehingga mampu menekan preferensi hinggap serangga hama sekaligus menjaga kestabilan populasi serangga predator (Karungi, *et al.*, 2006).

Penelitian terdahulu oleh Naurah (2025) menggunakan teknik jebakan *yellow pan trap* sebanyak 60 unit untuk menangkap serangga terbang di dua lokasi, yaitu perkebunan kopi arabika yang diberi pupuk kandang dan perkebunan kopi robusta yang diberi pupuk kimia berupa urea dan Phonska. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 4 ordo, 22 famili, dan 31 genus dengan total 249 individu, terdiri dari 158 individu di lahan arabika dan 91 individu di lahan robusta. Kondisi habitat arabika memiliki suhu lebih rendah (25,5°C), kelembapan lebih tinggi (92,7%), dan intensitas cahaya lebih rendah dibandingkan robusta. Perbedaan jumlah dan komposisi serangga terbang pada kedua lahan tersebut diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu jenis kopi, sistem pemupukan, dan kondisi iklim. Jenis kopi dapat memengaruhi karakteristik vegetasi dan ketersediaan sumber daya bagi serangga, sedangkan sistem pemupukan berperan dalam memengaruhi kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman yang selanjutnya berdampak pada kondisi habitat. Selain itu, suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya merupakan faktor lingkungan yang secara langsung memengaruhi aktivitas serta keberadaan serangga terbang. Namun, penelitian tersebut dilakukan pada lokasi yang berbeda sehingga informasi mengenai keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi di Desa Gunungrejo masih belum tersedia. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan

untuk memperoleh data mengenai keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan anorganik di wilayah tersebut.

Penelitian terdahulu oleh Hasyim *et al.* (2024) menggunakan metode *yellow pan trap* untuk mengoleksi serangga aerial pada agroforestri kopi sederhana dan kompleks di Kecamatan Dampit, Kabupaten Malang serta Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Pasuruan. Hasil penelitian memperoleh 4-6 ordo, 14-25 famili, dan 1-30 genus dengan nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 1,28-2,52 yang tergolong dalam kategori sedang. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi diperoleh dari agroforestri kopi kompleks Dampit dengan nilai H' 2,52. Jumlah individu terbanyak diperoleh dari agroforestri kopi Purwodadi dengan total 470 individu, 291 individu pada lahan sederhana dan 179 individu pada lahan kompleks. Perbedaan jumlah individu dan tingkat keanekaragaman serangga aerial berkaitan dengan variasi faktor abiotik lingkungan, seperti suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin, serta kompleksitas habitat pada masing-masing lokasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi habitat dan faktor lingkungan berperan penting dalam membentuk struktur komunitas serangga aerial pada agroekosistem kopi. Namun, penelitian tersebut berfokus pada perbandingan tipe agroforestri kopi sederhana dan kompleks sehingga informasi mengenai keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi dengan sistem pemupukan organik dan anorganik masih terbatas, khususnya di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Hal ini menyoroti pentingnya dilakukan penelitian ini untuk menganalisis keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan anorganik serta hubungannya dengan faktor abiotik.

Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari merupakan salah satu kecamatan penghasil kopi yang berada di wilayah Kabupaten Malang. Secara astronomis, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang terletak di antara 112,3795-112,4416 BT dan 7,5472-7,5162 LS. Kecamatan Singosari memiliki luas wilayah sekitar 113,74 km² yang terdiri atas 12 desa atau kelurahan di dataran dan 5 desa di lereng dengan topografi desa tergolong perbukitan dan dataran (BPS Kecamatan Singosari dalam Angka, 2024). Secara topografi, wilayah ini didominasi oleh dataran tinggi dengan ketinggian antara 400-700 mdpl yang beriklim sejuk dan lembap serta terletak di lereng timur Pegunungan Arjuno. Kondisi ini menciptakan iklim mikro yang mendukung aktivitas serangga di lahan perkebunan kopi (Fitriyah dkk., 2016).

Produksi kopi berperan penting bagi perekonomian masyarakat di Singosari. Menurut Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang (2023), Kecamatan Singosari telah memproduksi kopi dengan jumlah 110 ton pada tahun 2022. Kopi di Indonesia juga menjadi salah satu tanaman ekspor yang mencapai USD1,624 miliar sebanyak 312,9 ton. Jumlah ini mengalami kenaikan dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang hanya mencapai USD916 juta (Badan Pusat Statistik, 2025). Letak geografis dan agroekosistem pada wilayah perkebunan yang terdapat di kaki Pegunungan Arjuno di Singosari ini dapat mendukung adanya keanekaragaman serangga, salah satunya serangga terbang yang mempunyai peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pada perkebunan kopi.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan ekosistem pertanian yang berkelanjutan, khususnya dalam sistem pengelolaan perkebunan yang lebih ramah terhadap habitat berbagai macam serangga. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman masyarakat tentang peran serangga

terhadap fungsi keanekaragaman berbagai spesies dan menggerakkan untuk melakukan pengelolaan pelestarian yang baik disertai inovasi dalam sistem pelestarian keanekaragaman serangga. Data hasil penelitian juga diharapkan dapat bermanfaat untuk peneliti selanjutnya. Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian “Keanekaragaman Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi (*Coffea* sp.) di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang” perlu dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja genus serangga terbang yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang?
2. Bagaimana kelimpahan dan peran serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang?
3. Berapa indeks keanekaragaman Shannon (H'), indeks dominansi (C), dan indeks kesamaan komunitas (C_s) yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang?
4. Bagaimana faktor abiotik yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang?
5. Bagaimana korelasi antara individu serangga terbang dengan faktor abiotik pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui apa saja genus serangga terbang yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.
2. Mengetahui kelimpahan dan peran serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.
3. Menganalisis indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C), dan indeks kesamaan komunitas (C_s) yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.
4. Mengetahui faktor abiotik yang terdapat pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.
5. Menganalisis korelasi antara individu serangga terbang dengan faktor abiotik pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini mencakup sebagai berikut:

1. Menyediakan informasi tentang keanekaragaman serangga terbang pada perkebunan kopi di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.
2. Hasil penelitian dapat digunakan dan dikembangkan untuk peneliti selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Serangga terbang diidentifikasi berdasarkan venasi sayap, elytra, dan ciri morfologinya sampai tingkat genus.
2. Penelitian difokuskan pada serangga terbang yang terperangkap dalam jebakan *yellow pan trap*.
3. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2025 dan pada musim penghujan.
4. Tanaman kopi pada saat penelitian berada pada fase generatif.
5. Faktor abiotik yang diukur yaitu suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan kecepatan angin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Keanekaragaman

Konsep dasar yang penting dalam ekologi adalah menjelaskan adanya perbedaan atau variasi di antara makhluk hidup, benda, atau fenomena lain dalam suatu lingkungan atau komunitas disebut dengan keanekaragaman hayati. Keanekaragaman hayati mengacu pada variasi kehidupan di bumi dan interaksi biologis pada tingkat genetik (keanekaragaman genetik), spesies (keanekaragaman spesies), dan ekosistem (keanekaragaman ekosistem) (Liu *et al.*, 2024). Menurut Socolar *et al.* (2016), keanekaragaman mencakup kekayaan spesies dan pemerataan distribusi antarspesies, yang dapat diukur melalui indeks seperti Shannon atau Simpson.

Keanekaragaman hayati diklasifikasikan menjadi tiga tingkatan utama, yaitu keragaman alfa, keragaman beta, dan keragaman gama. Keragaman α merupakan keragaman spesies pada satu komunitas. Keragaman β mengacu pada tingkat perubahan spesies dari suatu habitat ke habitat lain. Keanekaragaman γ mengacu pada kekayaan habitat dalam suatu wilayah geografis. Pembagian ini bertujuan untuk memahami variasi spesies dalam ekologi komunitas yang sering digunakan dalam studi biodiversitas pada wilayah tropis (Sugianto, 1994).

2.1.1 Indeks keanekaragaman Shannon (H')

Nilai indeks keanekaragaman pada komunitas yang hanya memiliki satu jenis spesies akan semakin besar jika jumlah dan distribusi spesies semakin beragam. Jadi, keanekaragaman akan meningkat pula ketika semua spesies memiliki tingkat kepadatan yang seragam (Molles, 2005). Konsep keanekaragaman

dapat diukur menggunakan indeks standar, khususnya indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') (Odum, 1998):

$$H' = - \sum P_i \log P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = Peluang kepentingan untuk setiap spesies (n_i/N)

n_i = Nilai kepentingan untuk tiap spesies

N = Nilai kepentingan total

Molles (2005) menyatakan kategori nilai minimum H' adalah 0 yang menunjukkan komunitas dengan satu spesies dominan, nilai ini akan meningkat seiring bertambahnya jumlah spesies dan pemerataan distribusi. Suheriyanto (2008) menambahkan bahwa satu spesies baru akan meningkatkan keanekaragaman, demikian ketika terjadi pemerataan distribusi antarspesies keanekaragaman juga akan semakin meningkat.

2.1.2 Indeks dominansi Simpson (C)

Menurut Abdillah dkk. (2022), dominansi didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah individu dalam suatu spesies dengan jumlah total individu dari seluruh spesies yang ada. Menurut Suheriyanto (2008), dominansi umumnya ditentukan melalui penggunaan rumus indeks dominansi Simpson (C) berikut:

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

Keterangan:

C = Indeks dominansi

Ni = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Indeks dominansi Simpson (C) memiliki rentang nilai antara 0 hingga 1. Jika suatu komunitas terdiri hanya dari satu spesies, nilai indeks dominansinya adalah 1, sebaliknya jika kekayaan dan pemerataan spesies meningkat, maka nilai indeks dominansinya cenderung turun mendekati 0 (Suheriyanto, 2008).

2.1.5 Indeks kesamaan komunitas Sorensen (Cs)

Jika ingin mengetahui sejauh mana kesamaan komposisi spesies antara dua lahan maka dapat mengukurnya dengan indeks kesamaan komunitas Sorensen (Cs). Menurut Laxmana dkk. (2017), jika struktur suatu komunitas di suatu lokasi mengalami perubahan, maka spesies yang hidup di lokasi tersebut akan berbeda dengan spesies di lokasi lainnya. Membandingkan komunitas berdasarkan perbedaan komposisinya penting untuk memahami faktor apa saja yang memengaruhi struktur dan kesehatan komunitas alami. Kedua lahan atau komunitas dapat diukur dengan menggunakan indeks Sorensen untuk melihat perbandingan komposisi lahan tersebut sebagai berikut:

$$Cs = \frac{2j}{(a + b)}$$

Keterangan:

j = jumlah terkecil individu dari spesies yang identik pada kedua komunitas

a = jumlah individu pada habitat a

b = jumlah individu pada habitat b

j menyatakan jumlah terkecil dari spesies yang sama di kedua komunitas, sedangkan a menyatakan jumlah individu yang ada di habitat a, dan b menunjukkan jumlah individu yang ada di habitat b (Suheriyanto, 2008).

2.1.6 Analisis korelasi

Korelasi adalah hubungan fungsional antar variabel yang dijelaskan dengan angka yang disebut koefisien korelasi (Simbolon, 2009). Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur seberapa kuat hubungan antara dua variabel (Schober *et al.*, 2018). Rumus analisis korelasi Pearson menurut (Cahyono, 2017) sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x) (\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel x dan y

n = banyaknya pasangan data x dan y

$\sum x$ = total jumlah dari variabel x

$\sum xy$ = total jumlah dari hasil perkalian variabel x dan y

$\sum x^2$ = total jumlah dari kuadrat variabel x

$\sum y^2$ = total jumlah dari kuadrat variabel y

Uji korelasi dilakukan untuk menganalisis apakah ada hubungan antara keanekaragaman serangga terbang dengan faktor abiotik di perkebunan kopi yang menggunakan sistem pemupukan berbeda, yaitu anorganik (urea dan Phonska) dan organik (pupuk kandang). Koefisien korelasi Pearson dengan nilai positif menunjukkan hubungan dua variabel searah, jika faktor X meningkat, maka faktor Y akan meningkat, begitu juga sebaliknya (Cahyo, 2017). Nilai korelasi berkisar

antara -1 dan +1, nilai 0 menyatakan tidak terdapat hubungan antara dua variabel (Schober *et al.*, 2018).

Tabel 2.1 Kriteria nilai koefisien korelasi

No	Interval koefisien korelasi	Tingkat hubungan
1	0,00 - 0,199	sangat rendah
2	0,20 - 0,399	rendah
3	0,40 - 0,599	sedang
4	0,60 - 0,799	kuat
5	0,80 - 1,00	sangat kuat

2.2 Serangga

Filum Arthropoda memiliki kelas terbesar atau utama, yaitu serangga. Kelompok ini terdiri dari banyak spesies dan memiliki beragam fungsi serta peran yang vital dalam ekosistem dan kehidupan manusia. Dengan penyebaran yang sangat luas, serangga memiliki banyak manfaat bagi manusia di kehidupannya baik secara langsung maupun tidak langsung (Suheriyanto, 2008). Lebih dari satu juta spesies serangga telah berhasil diidentifikasi saat ini, dan sekitar 7.000 spesies baru terus ditemukan setiap tahunnya. Keberhasilan mereka dalam jumlah yang luar biasa tersebut disebabkan oleh kemampuan reproduksi serangga yang tinggi, kemampuan beradaptasi di berbagai habitat, serta mekanisme perlindungan yang efektif terhadap predator (Alhafizin *et al.*, 2025).

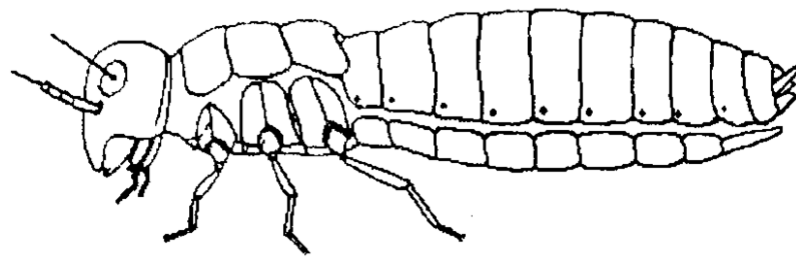
Serangga terbang merupakan kelompok serangga yang memiliki sayap untuk terbang, memungkinkan mereka bergerak bebas di ruang udara untuk mencari makanan, pasangan kawin, atau migrasi jarak jauh (Amrulloh dkk., 2022). Ciri khas serangga ini seperti antena sensitif, mata majemuk untuk deteksi gerakan, dilengkapi dengan sayap, dan siklus hidup yang melibatkan tahap larva di tanah atau air sebelum metamorfosis menjadi dewasa terbang. Serangga terbang memiliki

banyak peran bagi tanaman, yaitu sebagai herbivora (pemakan tumbuhan) dengan jumlah anggota terbanyak, serangga parasit yang hidup pada serangga lain, serangga penyerbuk (polinator), serangga vektor penyakit (penyebarkan bibit penyakit tertentu), dan serangga predator (pemangsa serangga lain) (Hasyim *et al.*, 2024).

2.2.1 Morfologi serangga

Ciri khas serangga adalah tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama berbeda, yang disebut tagma, terdiri dari kepala (*caput*), dada (*thorax*), dan perut (*abdomen*) (Djoewari, 2020). Sarumaha (2020) menjelaskan kelompok arthropoda yang dikenal sebagai serangga (heksapoda) secara karakteristik memiliki tiga pasang anggota gerak atau enam kaki. Perut terdiri dari 6 sampai 11 segmen yang biasanya tidak memiliki pelengkap, kecuali segmen terakhir yang berhubungan dengan alat reproduksi (Hadi dkk., 2009). Tubuh serangga dilindungi oleh eksoskeleton keras dari zat kitin yang berfungsi sebagai pelindung sekaligus mendukung gerakannya. Struktur tubuh yang bersegmen ini memberikan serangga kemampuan bergerak dengan fleksibilitas tinggi dan efisien (Prasetyo dkk., 2019).

Toraks pada bagian samping depan terdiri atas protoraks, mesotoraks, dan metatoraks. Sisi lain terdiri dari *frons*, *clypeus*, *vertex*, *gena*, *occiput*, alat mulut, mata majemuk, mata tunggal (*ocelli*), postgena, dan antena. Sayap serangga tumbuh dari dinding tubuh dorso-lateral antara pleura dan nota. Serangga biasanya memiliki dua pasang sayap yang terletak pada ruas mesotoraks dan metatoraks. Venasi sayap sangat bermanfaat untuk identifikasi karena setiap kelompok memiliki pola sayap yang khas (Oktaviani dkk., 2024).

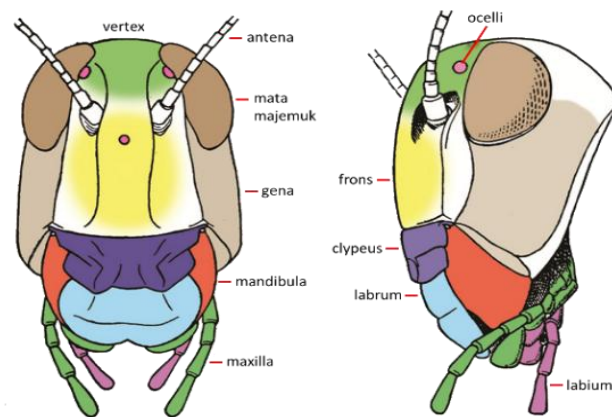


Gambar 2.1 Morfologi umum serangga (Suheriyanto, 2008)

a. Kepala

Kepala atau caput adalah bagian dari tubuh serangga yang keras dan dilengkapi dengan mulut, antena, dan mata. Umumnya, kepala serangga terdiri dari bagian-bagian seperti frons, clypeus, gena atau pipi, bagian atas kepala atau *vertex*, mata majemuk, *ocelli*, antena, dan tentorium (Hadi dkk., 2009). Mulut serangga terdiri dari sepasang mandibula, sepasang maksila, labium, dan labrum. Mulut serangga bervariasi menurut tipe makanannya. Bahkan, proses makan serangga adalah serangkaian respons perilaku terhadap rangsangan (Oktaviani dkk., 2024).

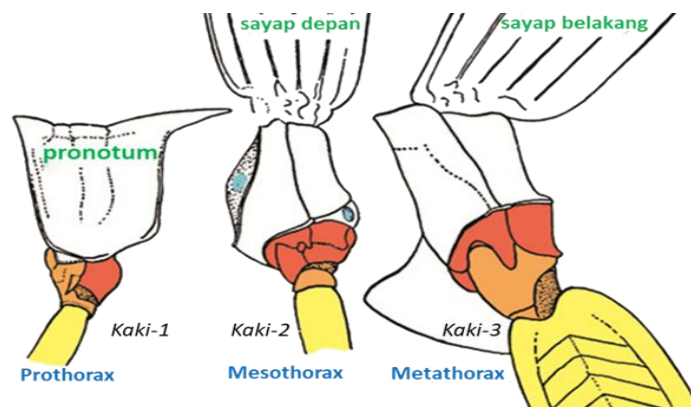
Setiap serangga memiliki dua mata yaitu mata majemuk dan mata sederhana (*ocelli*). Mata majemuk ditemukan di sisi kiri dan kanan kepala yang terdiri dari ribuan unit lensa kecil bernama ommatidia. Fungsi mata majemuk yaitu membentuk gambar visual objek, mendeteksi warna, dan melihat gerakan secara detail. Sedangkan mata tunggal (*ocelli*) terdiri dari seperangkat lensa dan sel sensorik yang terletak di area atas dahi. Fungsi utama dari mata tunggal yaitu mendeteksi perubahan intensitas cahaya, arah matahari, dan menjaga keseimbangan terbang (Hadi dkk., 2009). Antena merupakan sepasang organ sensorik bersegmen yang terletak di bagian anterior kepala. Antena digunakan sebagai pendeteksi rangsangan dari lingkungan, serta berperan sebagai organ perasa, pencium, dan pendengar (Suheriyanto, 2008).



Gambar 2.2 Morfologi kepala serangga (Washliyah dkk., 2024)

b. Dada

Bagian kedua dari tubuh serangga disebut toraks, yang terhubung dengan kepala melalui struktur yang disebut serviks (Jumar, 2000). Toraks pada serangga umumnya dibagi menjadi tiga segmen yaitu prothorax (pro = pertama), mesothorax (meso = tengah), dan metatorax (meta = terakhir) sehingga membentuk tiga pasang kaki (heksapoda) (Suheriyanto, 2008). Setiap segmen toraks pada serangga memiliki bagian yang mengalami pengerasan yang dikenal dengan sklerit (Oktaviani dkk., 2024).

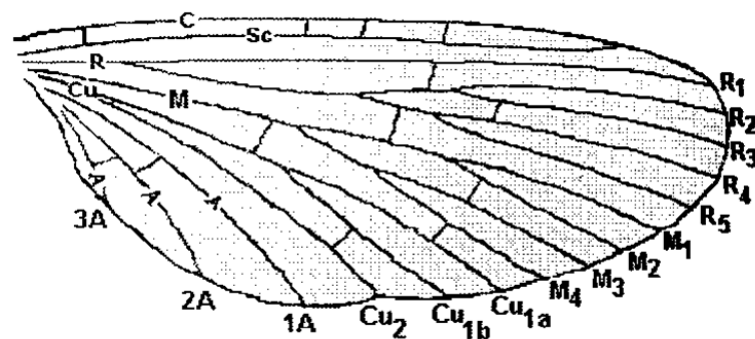


Gambar 2.3 Morfologi dada serangga (Oktaviani dkk., 2024)

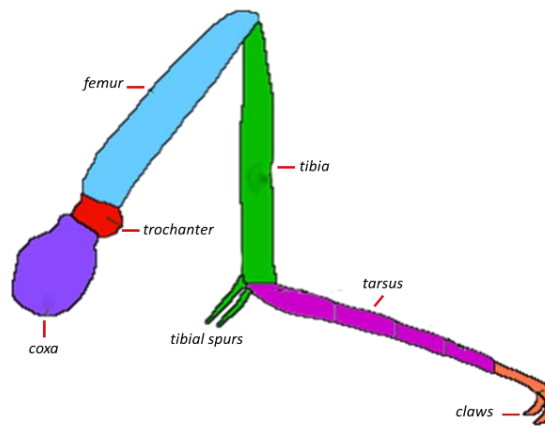
c. Sayap

Sayap merupakan bagian yang menempel pada mesotoraks dan metatoraks. Setiap sayap terdiri dari permukaan atas dan bawah, yang keduanya terbuat dari kitin tipis (Oktaviani dkk., 2024). Sayap serangga berasal dari dinding tubuh dorso-lateral antara notum dan pleura. Serangga biasanya memiliki dua pasang sayap pada mesotoraks dan metatoraks. Setiap sayap memiliki pola kerangka yang unik yang sangat membantu dalam identifikasi. Sarfa, trakea, dan hemolimfa terdiri dari struktur berlubang yang dikenal sebagai kerangka sayap (Borror dkk., 1996).

Sayap serangga memiliki kerangka atau venasi sayap. Setiap spesies serangga memiliki pola venasi sayap yang berbeda. Menurut Meyer (2003), sistem Comstock-Needham adalah sistem yang banyak digunakan untuk mengklasifikasikan pola venasi sayap. Ada dua jenis pola venasi sayap yaitu longitudinal dan transversal. Kerangka longitudinal terdiri dari costa (C), radius (R), media (M), cubitus (Cu), dan anal (A). Kerangka sayap transversal menghubungkan rangka-rangka utama sayap longitudinal dan biasanya dinamai berdasarkan karakteristik sayap. Contohnya termasuk kerangka humeral (H), radio-medial (R-m), medial (m), dan media-cubital (m-cu) (Suheriyanto, 2008).



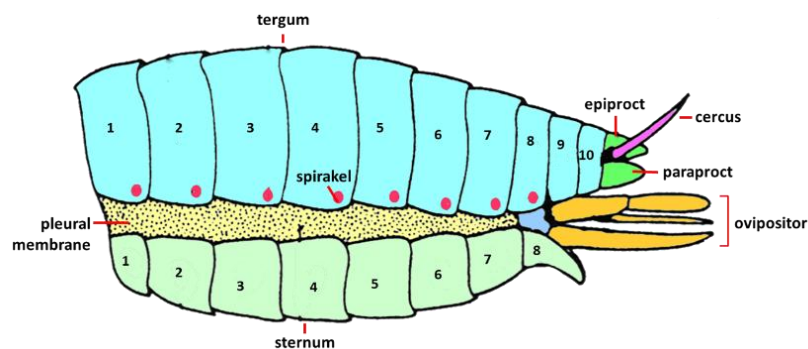
Gambar 2.4 Struktur umum sayap serangga (Suheriyanto, 2008)



Gambar 2.5 Morfologi kaki serangga (Oktaviani dkk., 2024)

e. Perut (abdomen)

Tubuh serangga terdiri dari sebelas segmen. Abdomen dibagi atas bagian punggung (tergum) dan bagian perut (sternum). Timpanium merupakan selaput tipis yang menutupi lubang yang cukup besar di kedua sisi bagian depan abdomen. Stigma terletak di bagian depan abdomen, di sisi ventral toraks terdapat lubang stigma tambahan pada segmen kedua hingga kedelapan (Jumar, 2000). Organ kopulasi pada serangga jantan terletak pada segmen abdomen kesembilan, namun pada serangga betina, terjadi perubahan struktur pada segmen kedelapan dan sembilan yang membentuk ovipositor, yaitu organ yang digunakan untuk bertelur (Putra dkk., 2021).



Gambar 2.6 Morfologi abdomen serangga (Oktaviani dkk., 2024)

2.2.2 Klasifikasi serangga terbang

Filum Arthropoda berasal dari kata Yunani “*arthros*” (ruas) dan “*podos*” (kaki). Segmen adalah ruang di antara dua ruas. Arthropoda terdiri dari tiga subfilum, yaitu Trilobita, Mandibulata, dan Chelicerata. Subfilum Mandibulata terdiri dari enam kelas, termasuk kelas serangga (Hexapoda) atau hewan dengan kaki enam. Subfilum Chelicerata terdiri atas tiga kelas, sedangkan subfilum Trilobita sudah tidak ada lagi (Hadi dkk., 2009).

Hexapoda atau insecta, terdiri dari dua kelas: Apterygota (serangga tak bersayap) dan Pterygota (serangga bersayap). Subkelas Apterygota mencakup empat ordo: Protura, Diplura, Thysanura, dan Collembola (Jumar, 2000). Subkelas Pterygota terdiri dari dua kelompok: Exopterygota (serangga dengan metamorfosis sederhana) terdiri dari 15 ordo: Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera, Isoptera, Plecoptera, Dermaptera, Embioptera, Psocoptera, Zoraptera, Mallophaga, Anoplura, Thysanoptera, Hemiptera, Homoptera, dan Neuroptera (Hadi dkk., 2009). Endopterygota (kelompok dengan metamorfosis sempurna) terdiri dari 8 ordo, yaitu Coleoptera, Strepsiptera, Mecoptera, Tricoptera, Lepidoptera, Diptera, Siphonaptera, dan Hymenoptera (Oktaviani dkk., 2024). Berikut ini adalah beberapa ordo serangga terbang yang paling penting.

a. Ordo Hemiptera

Sebagai kelompok serangga, ordo Hemiptera memiliki sayap depan yang telah berevolusi menjadi hemelytron, dengan bagian pangkal sayap yang menebal, sedangkan sayap belakangnya berstruktur membran dan menyerupai selaput tipis. Sebagian besar anggota ordo ini berbentuk pipih atau silinder pada tahap larva atau dewasa. Ordo ini memiliki protoraks yang besar, mesotoraks yang menyatu, serta

skutellum yang sangat besar. Hemiptera memiliki dua pasang sayap yang saling tumpang tindih di bagian ujungnya. Sayap depan (hemelytra), memiliki bagian pangkal yang tebal dan ujung yang berbentuk (Oktaviani dkk., 2024).

b. Ordo Coleoptera

Istilah Coleoptera berasal dari bahasa Yunani, tepatnya dari kata “coleo” yang berarti tudung dan “ptera” artinya sayap. Ordo serangga ini ditandai dengan sepasang sayap depan yang keras, tebal, dan menyerupai tanduk, dengan urat-urat yang tidak terlihat. Sayap depan disebut elytra dan berfungsi sebagai pelindung bagi sayap belakang. Sayap belakang bersifat membran dan terlipat di bawah elytra saat tidak digunakan (Jumar, 2000). Ciri morfologi yang digunakan untuk menentukan famili pada ordo ini meliputi struktur kepala, bentuk antena, konfigurasi sklerit toraks, struktur kaki, karakteristik elytra, dan warna tubuh (Hadi dkk., 2009). Tubuh terdiri dari tiga bagian utama: caput (kepala), thorax (dada), dan abdomen (perut). Alat mulutnya termasuk jenis “menggigit dan mengunyah”, meskipun pada beberapa kelompok alat mulut tersebut berubah menjadi paruh dengan struktur menggigit dan mengunyah. Bentuk antena sangat beragam, sedangkan tarsi terdiri dari 3 hingga 5 segmen (Oktaviani dkk., 2024).

c. Ordo Lepidoptera

Lepidoptera adalah ordo serangga yang ditandai dengan dua pasang sayap yang permukaannya ditutupi sisik-sisik mikroskopis, dengan sayap belakang yang lebih kecil daripada sayap depan. Antena panjang dan ramping, serta dapat berbentuk berbulu (dengan banyak rambut halus) atau berbentuk tongkat (melengkung di ujungnya). Bagian mulut larva berjenis gigit dan kunyah, sedangkan pada tahap dewasa berubah menjadi jenis hisap (siphoning). Ordo ini,

sebagai contoh, ngengat ditandai dengan warna sayap yang kurang mencolok dan perilaku nokturnal, sedangkan kupu-kupu bersifat diurnal. Karakteristik morfologi yang menjadi dasar klasifikasi pada tingkat ordo, subordo, dan famili meliputi bentuk sayap, susunan urat sayap, morfologi sayap depan dan belakang, karakteristik antena, ocelli, organ sensorik, alat mulut, kaki, dan abdomen, meskipun pola urat sayap umumnya relatif sederhana, terdiri dari serangkaian urat melintang dan membujur dengan percabangan yang tidak terlalu rumit (Hadi dkk., 2009).

d. Ordo Diptera

Ordo ini ditandai dengan ukuran tubuh yang berkisar dari kecil hingga sedang dan memiliki sepasang sayap. Sayap belakang telah berkurang menjadi halteres, yang membantu menjaga keseimbangan tubuh. Diptera secara ekologis berperan terutama sebagai herbivora yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada tanaman serta bertindak sebagai vektor penyakit yang menyerang manusia dan ternak (Hadi dkk., 2009). Alat mulutnya bersifat entognathous dan digunakan untuk menggigit dan mengunyah. Antenanya panjang dan memiliki jumlah segmen yang relatif banyak. Perutnya terdiri dari 11 segmen. Tubuhnya tidak bersisik dan panjangnya sekitar 6 mm (Jumar, 2000).

e. Ordo Hymenoptera

Ordo Hymenoptera mencakup serangga seperti lebah, tawon, dan tawon raksasa. Ordo ini ditandai dengan ukuran tubuh yang sangat kecil dan memiliki dua pasang sayap berlapis membran, yang umumnya memiliki pola urat sayap yang relatif kompleks (Jumar, 2000). Antena mereka terdiri dari sekitar 10 segmen. Individu betina memiliki ovipositor, yang berfungsi sebagai organ reproduksi, dan

pada beberapa spesies, ovipositor dimodifikasi menjadi sengat yang digunakan untuk pertahanan diri. Sebagian besar anggota ordo ini bermanfaat bagi manusia, terutama karena perannya sebagai predator hama tanaman, parasitoid, dan penyerbuk (Hadi dkk., 2009).

f. Ordo Odonata

Odonata adalah ordo serangga yang umum dan mencakup capung. Serangga ini memiliki tubuh yang panjang dan ramping serta sayap membran yang panjang dan berurat tebal. Sayap depan dan belakang memiliki bentuk dan ukuran yang hampir sama. Antenanya pendek dan menyerupai bulu-bulu kaku (setae) (Jumar, 2000). Menurut Hadi dkk. (2009), Odonata dibagi menjadi dua subordo: Anisoptera dan Zygoptera.

2.3 Peranan Serangga

Serangga adalah organisme yang terdapat pada suatu ekosistem. Berdasarkan tingkat trofiknya, serangga dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu herbivora, predator, dan pengurai. Populasi serangga dalam suatu ekosistem memiliki dampak yang signifikan terhadap kondisi lingkungan. Beberapa spesies serangga bermanfaat bagi manusia, tetapi sebagian ada juga yang berpotensi membahayakan. Serangga herbivora memakan tumbuhan, sebagai konsumen primer yang menempati tingkat trofik kedua. Serangga predator adalah konsumen sekunder yang memakan serangga herbivora. Adapun serangga dekomposer adalah organisme yang memecah molekul dari jaringan organisme mati (Untung, 2006).

Serangga predator adalah serangga yang memangsa serangga lain; dengan demikian, mereka secara tidak langsung memberikan manfaat bagi petani dengan berperan sebagai agen pengendalian hayati, seperti genus *Pteromalus*, *Evaniella*,

dan Phasgonophora. Mengingat pentingnya peran ini, serangga predator memiliki nilai ekonomi yang signifikan bagi petani karena dapat mengurangi ketergantungan pada penggunaan insektisida, yang memerlukan biaya yang cukup besar. Selain serangga predator, serangga penyerbuk juga terbukti bermanfaat bagi tanaman dengan berperan dalam proses penyerbukan (Normasari, 2014). Kehadiran serangga herbivora umumnya menyebabkan kerusakan tanaman, karena serangga ini memiliki siklus hidup yang relatif pendek, seperti yang ditemukan pada Ordo Hemiptera. Widyastuti dkk. (2018) melaporkan bahwa lalat putih (*Aleurodicus dugesii*) yang menyerang tanaman iler (*Tithonia diversifolia*) memerlukan tindakan pengendalian segera untuk mengingat siklus hidupnya yang pendek. Hal ini menimbulkan risiko ledakan populasi yang dapat mengakibatkan kerugian panen yang signifikan.

Serangga tidak hanya berperan positif dalam kehidupan manusia, tetapi juga dapat membahayakan mereka. Belalang adalah salah satu serangga yang disebutkan dalam Al-Quran. Allah berfirman sebagai berikut dalam (QS Al-A'raf [7]: 133).

فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ وَالْقُمَّلَ وَالضَّفَادِعَ وَالْدَّمَ آيَاتٍ مُّفَصَّلَاتٍ فَاسْتَكَبَرُوا وَكَانُوا قَوْمًا
مُّجْرِمِينَ ١٣٣

Artinya: “Maka, Kirimkanlah kepada mereka (siksa berupa) banjir besar, belalang, kutu, dan darah (air minum berubah menjadi darah) sebagai bukti-bukti yang jelas dan terperinci. Akan tetapi, mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum pendurhaka” (QS Al-A'raf [7]: 133)

Shihab (2002) dalam Tafsir Al-Mishbah menjelaskan arti tersebut bahwa disebabkan kedurhakaan Fir'aun dan kaumnya yang telah melampaui batas, maka sebagai bentuk azab untuk mereka Kami kirimkan kepada mereka siksa berupa topan yang menyebabkan banjir besar yang menenggelamkan tanaman mereka, belalang yang memakan tanaman, hasil pertanian, rumah, atap, dan pakaian mereka.

Kutu berupa serangan hama dan kuman yang merusak buah-buahan, tanaman, dan tempat tidur mereka; dan darah dengan menjadikan air sungai dan sumur mereka tidak layak digunakan; sebagai bukti-bukti kekuasaan Allah dan kebesaran Nabi Musa agar mereka beriman.

Menurut Al-Hifnawi & Utsman (2007) dalam terjemahan Tafsir Al-Qurthubi, bahwa “فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمُ الطُّوفَانَ وَالْجَرَادَ” yang artinya “maka Kami kirimkan kepada seluruh hasil ladang dan pertanian mereka, bahkan hewan-hewan itu memakan pintu, loteng, dan pondasi rumah mereka, hingga membuat rumah-rumah mereka runtuh. Padahal hewan-hewan belalang ini sama sekali tidak masuk ke rumah-rumah bani Israel, pengikut setia nabi Musa.

“maka Kami kirimkan kepada mereka taufan dan belalang” dan hewan-hewan belalang itu memakan seluruh hasil ladang dan pertanian mereka, bahkan hewan-hewan itu memakan pintu, loteng, dan pondasi rumah mereka, hingga membuat rumah-rumah mereka runtuh. Padahal hewan-hewan belalang ini sama sekali tidak masuk ke rumah-rumah bani Israel, pengikut setia nabi Musa. Manusia mendapatkan berbagai manfaat dari keberadaan serangga, namun demikian serangga tertentu juga dapat menimbulkan permasalahan dengan merusak atau mengganggu tanaman, sehingga dapat dikategorikan sebagai hama tanaman.

Ayat tersebut memiliki korelasi yang kuat dengan serangga sebagai contoh nyata, di mana keanekaragaman hewan yang Allah Swt. ciptakan juga memiliki peranan yang merugikan jika populasinya tidak dikendalikan dengan baik. Salah satu di antaranya peran serangga belalang yang juga dapat menjadi hama merugikan ketika populasi mereka meledak atau dalam kondisi tertentu. Hal ini menyoroti pentingnya penelitian untuk memahami dinamika populasi serangga dan

dampaknya terhadap pertanian dan perkebunan. Penelitian ini juga bertujuan memberikan acuan untuk pengelolaan serangga hama, sehingga menunjukkan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem agar populasi serangga tetap terkendali.

2.4 Faktor yang Memengaruhi Keanekaragaman Serangga Terbang

2.4.1 Faktor biotik

Faktor biotik memiliki peran penting terhadap keanekaragaman serangga terbang. Pertumbuhan populasi suatu spesies dapat memengaruhi keseimbangan ekosistem. Jumlah individu dalam populasi bisa bertambah karena kelahiran dan perpindahan organisme, atau berkurang karena kematian. Jika pertumbuhan populasi terjadi terus-menerus tanpa pengendalian, maka populasi tertentu bisa menjadi sangat dominan. Dominansi ini dapat menimbulkan persaingan antar individu dalam memperebutkan sumber daya, sehingga beberapa populasi akan kalah dan jumlahnya menurun (Odum, 1998).

Kompetisi atau persaingan muncul dari dorongan untuk bertahan hidup, yang dipicu oleh kepadatan populasi, di mana tuntutan kehidupan telah melampaui daya dukung alam. Kondisi persaingan tersebut pada gilirannya dapat menyebabkan migrasi populasi atau kepunahan suatu kelompok serangga (Jumar, 2000). Pemangsaan sebenarnya dapat membantu menjaga stabilitas populasi dan meningkatkan keanekaragaman karena berbagai spesies dapat hidup berdampingan. Namun, jika intensitas pemangsaan terlalu tinggi, maka hal ini justru dapat menurunkan keragaman jenis dalam ekosistem (Siregar dkk., 2014).

2.4.2 Faktor abiotik

Faktor abiotik berperan penting dalam menentukan keberadaan dan aktivitas serangga di suatu ekosistem. Suhu menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi fisiologi dan metabolisme serangga. Umumnya serangga aktif pada kisaran suhu 15°C hingga 45°C dengan suhu optimum sekitar 25°C. Kelembapan juga berpengaruh terhadap persebaran dan perkembangan serangga. Kelembapan yang tinggi membuat serangga lebih tahan terhadap suhu panas. Misalnya pada *Sitophilus oryzae*, telur membutuhkan waktu 110 hari untuk menjadi dewasa pada kelembapan 70% dan suhu 18°C, sedangkan pada kelembapan 89% dengan suhu sama hanya butuh 90 hari (Jumar, 2000).

Intensitas cahaya dan warna juga berpengaruh terhadap aktivitas serangga. Beberapa jenis serangga aktif pada siang hari (diurnal) dan sebagian lainnya pada malam hari (nokturnal) (Taradipha dkk., 2018). Warna tertentu juga bisa menarik perhatian serangga, misalnya warna kuning yang terbukti paling disukai dibandingkan warna lain seperti hijau atau merah (Hakim dkk., 2017). Hal ini dimanfaatkan dalam metode perangkap seperti *yellow pan trap* dan *light trap* yang menggunakan warna kuning karena efektivitasnya mencapai 60%-77% (Hasibuan, 2017). Angin berperan dalam membantu penyebaran serangga, terutama bagi serangga yang berukuran kecil. Contohnya, kutu loncat (*Heteropsylla cubana*) dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan bantuan angin dan wereng coklat juga mengikuti arah angin saat terbang (Jumar, 2000).

Perubahan pola curah hujan dapat menimbulkan kondisi ekstrem seperti kekeringan atau banjir yang berdampak besar pada kelangsungan hidup serangga. Hujan deras dapat menghanyutkan telur dan larva, serta membahayakan serangga

kecil seperti kutu daun dan tungau (Skendžić *et al.*, 2021). Sebaliknya, curah hujan rendah dan kondisi kering bisa mendukung perkembangan serangga tertentu, tetapi juga membuat tanaman stres dan lebih rentan terhadap serangan hama seperti kumbang kulit kayu karena menurunnya produksi senyawa pertahanan tanaman (Yihdego *et al.*, 2019). Pengelolaan lahan yang kurang tepat seperti penggunaan pupuk dan pestisida berlebihan dapat merusak tanah, tanaman, serta organisme yang hidup di sekitarnya (Martini dkk., 2017). Sisa pestisida yang masih tertinggal dan tidak terkontrol juga dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kehidupan organisme di dalamnya (Andesgur, 2019).

2.5 Perkebunan Kopi (*Coffea* sp.)

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014, perkebunan mencakup semua kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya alam, sumber daya manusia, sarana produksi, alat dan mesin, budidaya, panen, pengelolaan, dan pemasaran tanaman perkebunan. Pertanian perkebunan mencakup semua kegiatan di mana tanaman tertentu ditanam di tanah atau media tanam lainnya dalam ekosistem yang sesuai. Barang serta jasa yang dihasilkan dari tanaman tersebut diolah dan dipasarkan dengan memanfaatkan ilmu pengetahuan, teknologi, modal, serta manajemen. Tujuannya adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan para pemangku kepentingan di sektor perkebunan. Menurut definisi ini, pertanian perkebunan adalah kegiatan usaha yang dilakukan oleh individu maupun perusahaan atau badan hukum. Kelapa sawit, tebu, teh, kopi, kakao, dan tembakau adalah tanaman perkebunan yang paling umum dibudidayakan (Evizal, 2014).

Salah satu komoditas pertanian yang paling banyak dibudidayakan adalah kopi. Perkebunan kopi menghasilkan buah setelah lima tahun proses budidaya (Sartohadi, 2023). Perkebunan ini dipenuhi dengan berbagai jenis pohon peneduh, tanaman buah, dan tanaman kuat lainnya, sehingga menyerupai ekosistem hutan sekunder (Wulandari dkk., 2021). Penggunaan sistem agroforestri di perkebunan kopi dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas kopi dibandingkan sistem pertanian monokultur (Putra *et al.*, 2022).

عَنْ قَتَادَةَ، عَنْ أَنَسٍ - رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ - قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ " مَا مِنْ مُسْلِمٍ يَغْرِسُ غَرْسًا، أَوْ يَزْرَعُ زَرْعًا، فَيَأْكُلُ مِنْهُ طَيْرٌ أَوْ إِنْسَانٌ أَوْ بَحِيمَةٌ، إِلَّا كَانَ لَهُ بِهِ صَدَقَةٌ

Artinya: “Anas bin Malik ra, Nabi Muhammad Saw. bersabda: “Tidaklah seorang Muslim menanam pohon atau menabur benih, lalu darinya dimakan oleh burung, manusia, atau hewan ternak, melainkan hal itu menjadi sedekah baginya” (HR. Al-Bukhari No.2320)

Hadis Bukhari tersebut mengandung makna bahwa setiap amal kebaikan yang dilakukan manusia terhadap lingkungan, termasuk menanam pohon atau menjaga kelestarian alam, akan bernilai ibadah dan menjadi sumber pahala. Hadis ini menegaskan pentingnya menanam dan merawat tumbuhan sebagai bentuk sedekah jariyah karena memberikan banyak manfaat. Hadis ini memiliki korelasi yang kuat dengan perkebunan kopi yang digunakan sebagai tempat penelitian ini, di mana pohon kopi ditanam bersama dengan tanaman penaung atau pohon hutan lain yang dapat menciptakan ekosistem seimbang dan mendukung keanekaragaman hayati. Perkebunan kopi ini tidak hanya menjadi sumber ekonomi bagi petani, tetapi juga berfungsi menjaga kesuburan tanah dan menyediakan habitat bagi berbagai organisme seperti serangga jika pengelolaan dilakukan dengan tepat.

Klasifikasi *Coffea* sp. menurut Randriani & Dani (2018) adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Division</i>	: Magnoliophyta
<i>Class</i>	: Magnoliopsida
<i>Order</i>	: Rubiales
<i>Family</i>	: Rubiaceae
<i>Genus</i>	: Coffea
<i>Species</i>	: <i>Coffea</i> sp., kopi arabika (<i>Coffea arabica</i> L.)

Tanaman kopi adalah tanaman dikotil tahunan yang termasuk dalam famili Rubiaceae dan menghasilkan buah yang umumnya dikonsumsi sebagai minuman setelah melalui prosedur pengolahan tertentu. Tanaman kopi diklasifikasikan sebagai tanaman budidaya yang menunjukkan perilaku kolektif, meskipun bunganya mekar secara bersamaan di area yang luas (Rahardjo, 2017). Kebutuhan pertumbuhan tanaman kopi bervariasi sesuai jenisnya, tetapi secara umum dapat berkembang optimal di atas 700 meter di atas permukaan laut (Prastowo dkk., 2010).

Kopi Arabika (*Coffea arabica*) adalah jenis kopi yang tumbuh secara optimal pada ketinggian 1.000-2.000 meter di atas permukaan laut dengan suhu lingkungan antara 15-25°C. Karakteristik biji kopi arabika antara lain ukuran yang lebih besar dibandingkan kopi robusta, tingkat keasaman yang lebih tinggi, tekstur lebih lembut, dan aroma yang lebih harum (Mahardhika *et al.*, 2022). Selain itu, hasil tanaman kopi juga dipengaruhi oleh intensitas kabut, di mana curah hujan

yang tepat berada dalam kisaran 1.500-2.500 mm per tahun dengan suhu rata-rata 15-25°C (Prastowo dkk., 2010).

Morfologi tanaman kopi dimulai dari sistem perakaran yang kuat dan menyebar, terdiri dari akar primer yang menembus tanah hingga kedalaman 1-2 meter untuk menyerap air dan nutrisi, serta akar sekunder yang membentuk jaringan rambat untuk stabilitas tanaman di lereng bukit (Haniefan & Basunanda, 2022). Batang utama kopi berbentuk tegak atau menjalar, dengan tinggi mencapai 2-5 meter pada arabika dan hingga 10 meter pada robusta jika tidak dipangkas, dilapisi kulit kayu kasar berwarna abu-abu kecokelatan. Daun kopi bersifat oposisi, elips lonjong berukuran 10-20 cm panjang dan 5-10 cm lebar, berwarna hijau mengilap di permukaan atas dan lebih pucat di bawahnya, dengan vena utama yang menonjol untuk fotosintesis optimal (Randriani & Dani, 2018).

Morfologi kopi pada bagian reproduksi menampilkan bunga putih beraroma harum yang muncul secara kluster di ketiak daun, dengan mahkota berbentuk bintang berisi lima kelopak dan enam benang sari. Bunga mekar secara bersamaan setelah hujan untuk memfasilitasi penyerbukan silang oleh serangga seperti lebah. Buah kopi berupa drupa berbentuk oval atau bulat, hijau saat muda dan berubah menjadi merah cerah atau kuning saat matang, dengan diameter 1 hingga 2 cm, mengandung dua biji kopi (endokarp) yang dipisahkan oleh septum. Kopi arabika cenderung memiliki buah yang lebih kecil dan manis, sementara kopi robusta memiliki buah lebih besar dengan rasa lebih pahit, yang memengaruhi kualitas biji akhir (Alam dkk., 2022).

2.6 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.6.1 Lokasi pertama perkebunan kopi

Lokasi pertama penelitian berada di perkebunan kopi dengan jenis kopi arabika. Lokasi ini memiliki naungan di antaranya pohon cengkeh, pohon pinus, pohon pisang, dan pohon jambu. Lokasi pertama pada pohon kopi arabika diberi perlakuan dengan menggunakan pupuk anorganik berupa pupuk urea dan Phonska. Kopi berumur 4 tahun dengan jarak tanam kopi kurang lebih 2,5 meter. Lokasi perkebunan kopi yang pertama berada di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, dengan titik koordinat (7°50'22" S 112°37'45" E), ketinggian sekitar 872 mdpl, dan luas lahan 1 ha (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Lokasi 1 penelitian. A. Perkebunan kopi dengan pupuk anorganik, B. Kopi arabika (Dokumentasi pribadi, 2025).

Pupuk anorganik yang diterapkan di kebun ini berjumlah 300 kg, terdiri atas 150 kg urea dan 150 kg Phonska yang dicampurkan dengan perbandingan 1:1. Aplikasi pupuk dilakukan dengan metode penaburan pada tanah di sekitar tanaman kopi dengan jarak sekitar 30 cm dari batang pohon kopi atau menyesuaikan dengan daun kopi yang paling lebar. Pemupukan pada perkebunan kopi anorganik dilakukan dua kali dalam setahun, yaitu pada saat pembungaan dan pasca panen. Sistem pupuk ini telah diterapkan kurang lebih sekitar ± 4 tahun. Berdasarkan luas

lahan yaitu 10.000 m² dan jarak tanam 2,5 m, diperkirakan terdapat sekitar 1.600 pohon kopi. Dengan total pupuk yang diberikan sebanyak 300 kg, maka rata-rata setiap pohon memperoleh sekitar 0,187 kg pupuk. Dari total tersebut, pupuk anorganik berupa urea sebanyak dengan 0,093 kg per pohon, sedangkan Phonska sebanyak 0,093 kg per pohon. Estimasi jumlah pohon diperoleh dari perhitungan luas lahan dan jarak tanam, sementara dosis per pohon dihitung dengan membagi total pupuk yang diaplikasikan dengan jumlah pohon yang ada di lahan. Hasil perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah pohon} &= \frac{\text{Luas lahan (m}^2\text{)}}{\text{Jarak tanam (m) x jarak tanam (m)}} \\
 &= \frac{10.000 \text{ m}^2}{2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}} \\
 &= \frac{10.000 \text{ m}^2}{6,25 \text{ m}^2} \\
 &= 1.600 \text{ pohon} \\
 \\
 \text{Pupuk per pohon} &= \frac{\text{Total pupuk}}{\text{Jumlah pohon}} \\
 &= \frac{300}{1.600} \\
 &= 0,187 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2.6.2 Lokasi kedua perkebunan kopi

Lokasi kedua penelitian berada di perkebunan kopi dengan jenis kopi arabika. Lokasi memiliki naungan di antaranya pohon pinus dan pinang. Lokasi kedua diberi perlakuan dengan menggunakan pupuk organik berupa pupuk

kandang. Kopi berumur 4 tahun dengan jarak tanam kopi kurang lebih 2,5 meter. Lokasi perkebunan kopi yang kedua berada di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, dengan titik koordinat ($7^{\circ}50'11''$ S $112^{\circ}37'36''$ E), ketinggian 938 mdpl, dan luas lahan 1 ha (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Lokasi 2 penelitian. Perkebunan kopi dengan pupuk organik (Dokumentasi pribadi, 2025)

Pupuk organik yang diterapkan di kebun ini berjumlah 1.875 kg berupa kotoran kambing. Bahan di keringkan selama 1 minggu. Pupuk kandang kemudian diaplikasikan sebanyak satu kali dalam setahun yaitu pasca panen dengan cara ditaburkan pada tanah di sekitar pohon dengan jarak sekitar 30 cm atau disesuaikan dengan daun terluas pada pohon kopi tersebut. Pemupukan pada perkebunan kopi organik dilakukan sekali dalam setahun, yaitu pasca panen. Praktik pemupukan ini telah dilakukan kurang lebih selama ± 4 tahun. Berdasarkan luas lahan sebesar 10.000 m^2 dan jarak tanam 2,5 m, diperkirakan terdapat sekitar 1.600 pohon kopi. Dengan total pupuk yang diberikan sebanyak 2.500 kg, maka rata-rata setiap pohon memperoleh sekitar 1,56 kg pupuk. Estimasi jumlah pohon diperoleh dari perhitungan luas lahan dan jarak tanam, sementara dosis pupuk per pohon dihitung

dengan membagi total pupuk yang diaplikasikan dengan jumlah pohon yang ada di lahan. Hasil perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pohon} = \frac{\text{Luas lahan (m}^2\text{)}}{\text{Jarak tanam (m) x jarak tanam (m)}}$$

$$= \frac{10.000 \text{ m}^2}{2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}$$

$$= \frac{10.000 \text{ m}^2}{6,25 \text{ m}^2}$$

$$= 1.600 \text{ pohon}$$

$$\text{Pupuk per pohon} = \frac{\text{Total pupuk}}{\text{Jumlah pohon}}$$

$$= \frac{2.500}{1.600}$$

$$= 1,56 \text{ kg}$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yaitu dengan menyajikan data dalam numerik dan dianalisis secara statistik untuk memberikan deskripsi, gambaran, atau penjelasan mengenai suatu fenomena, karakteristik, variabel, serta populasi tertentu tentang topik yang diteliti. Data diambil menggunakan metode eksplorasi, yakni dengan melakukan observasi dan pengambilan sampel secara langsung dari lokasi penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan kegiatan observasi pada bulan Oktober 2025 hingga bulan Februari 2026. Lokasi penelitian bertempat di perkebunan kopi dengan pupuk organik ($7^{\circ}50'11''$ S $112^{\circ}37'36''$ E) pada ketinggian 938 mdpl dan perkebunan kopi dengan pupuk anorganik ($7^{\circ}50'22''$ S $112^{\circ}37'45''$ E) pada ketinggian 872 mdpl yang berada di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Serangga terbang diidentifikasi di Laboratorium Optik Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi perangkap *yellow pan trap*, mikroskop stereo, mikroskop portabel, botol flakon, *lux meter*, *anemometer*, meteran, tali rafia, bambu, plastik, pinset, kuas lukis, milimeter blok, kamera ponsel, alat tulis, buku Pengenalan Pelajaran Serangga Borror dkk. (1996), BugGuide.net (2026), Poorani

(2014), Dangalle *et al.* (2011), dan Uniyal & Bhargav (2007). Bahan yang digunakan berupa alkohol 70% dan spesimen serangga terbang dari lokasi penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Observasi

Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan observasi di lokasi penelitian, yaitu pada lahan perkebunan kopi dengan pupuk organik dan perkebunan kopi dengan pupuk anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Observasi dilakukan untuk mengetahui luas lokasi penelitian, serta untuk memahami kondisi dan karakteristik lokasi yang akan diteliti. Hasil observasi dapat digunakan untuk menentukan teknik dasar dan metode yang tepat dalam pengambilan sampel.

3.4.2 Penentuan lokasi penelitian

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi 2 lokasi pengamatan (Gambar 3.1), yaitu: lokasi 1 berada di perkebunan kopi organik, sedangkan lokasi 2 berada di perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian



Gambar 3.2 Foto lokasi penelitian, A. Lokasi 1 (Perkebunan kopi dengan pupuk organik), B. Lokasi 2 (Perkebunan kopi dengan pupuk anorganik) (Dokumentasi pribadi, 2025)

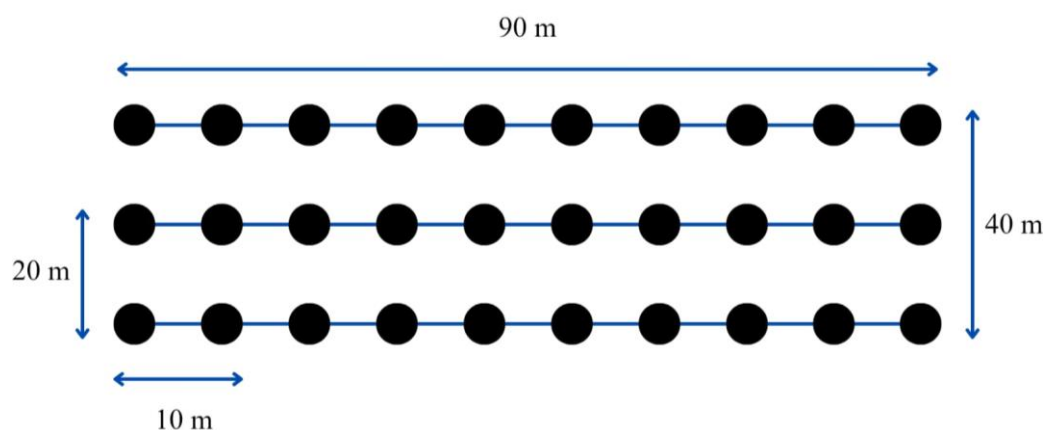
Lokasi pengambilan sampel serangga terbang diambil dari dua perkebunan kopi yang berbeda yaitu perkebunan kopi anorganik dan perkebunan kopi organik (Gambar 3.2). Kedua lahan tersebut memiliki jarak sekitar 450 m. Perbedaan dari kedua lokasi dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Karakteristik lokasi penelitian

Perkebunan kopi (organik)	Perkebunan kopi (anorganik)
Dipupuk dengan pupuk anorganik berupa urea dan Phonska	Dipupuk dengan pupuk organik berupa kotoran kambing
Berada pada titik koordinat 7°50'11" S 112°37'36" E	Berada pada titik koordinat 7°50'22" S 112°37'45" E
Ketinggian 938 mdpl	Ketinggian 872 mdpl
Naungan pinus, pisang	Naungan cengkeh, pinus, pisang, jambu
Luas lahan 1 ha	Luas lahan 1 ha
Jenis kopi arabika	Jenis kopi arabika
Umur kopi 4 tahun	Umur kopi 4 tahun
Jarak tanam 2,5 m	Jarak tanam 2,5 m
Jumlah panen sebanyak 5 ton	Jumlah panen sebanyak 3 ton
Ciri-ciri kopi arabika daun berbentuk lonjong, buah berbentuk bulat, warna merah tua saat matang dan tinggi pohon 1-2 m	Ciri-ciri kopi arabika daun berbentuk lonjong, buah berbentuk bulat, warna merah tua saat matang dan tinggi pohon 1-2 m

3.4.3 Metode pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel serangga terbang dalam penelitian ini adalah dengan menentukan titik pengamatan. Pengambilan sampel serangga terbang dilakukan pada dua jenis kebun kopi, yaitu perkebunan kopi dengan pupuk anorganik dan organik yang berada di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Penelitian dilakukan dengan menggunakan jebakan *yellow pan trap* dan transek sepanjang 90 meter. Setiap lokasi dipasang 30 unit *yellow pan trap* yang dibagi menjadi 3 garis transek, di mana setiap garis transek terdapat 10 buah *yellow pan trap*. Jarak antar transek 20 meter, sedangkan jarak antar perangkat *yellow pan trap* 10 meter (Gambar 3.3). *Yellow pan trap* yang digunakan berupa panci bulat berwarna kuning dengan diameter 16 cm (Gambar 3.4). *Yellow pan trap* dipasang pada ketinggian 1,5 m termasuk tali gantungan dengan rata-rata tinggi pohon 1,5-2 meter. *Yellow pan trap* diisi dengan alkohol 70% (Joshi *et al.*, 2021). Pengambilan sampel dilakukan dengan selang waktu 24 jam. Pengulangan dilakukan setidaknya tiga kali dengan selang waktu pemasangan perangkat satu hari (Maharani dkk., 2024).



Gambar 3.3 Desain peletakan plot

3.5 Analisis Faktor Abiotik

Pengukuran faktor abiotik dilakukan secara langsung di lokasi pengambilan data penelitian. Analisis mencakup beberapa variabel, diantaranya intensitas cahaya, kecepatan angin, suhu udara, dan kelembapan udara dengan menggunakan *lux meter* dan *anemometer*. Pengukuran dilakukan pada kedua lokasi penelitian dengan masing-masing dilakukan sebanyak tiga kali sebagai ulangan. Nilai akhir yang diperoleh merupakan rata-rata keseluruhan dari hasil pengukuran faktor abiotik.

3.6 Analisis Data

Data serangga terbang dan faktor lingkungan yang diperoleh kemudian dianalisis dengan indeks keanekaragaman Shannon (H'), indeks dominansi Simpson (C), indeks kesamaan komunitas Sorensen (C_s). Analisis korelasi antara jumlah individu genus yang ditemukan dengan faktor abiotik dianalisis menggunakan aplikasi PAST 4.17 dan Microsoft Excel.

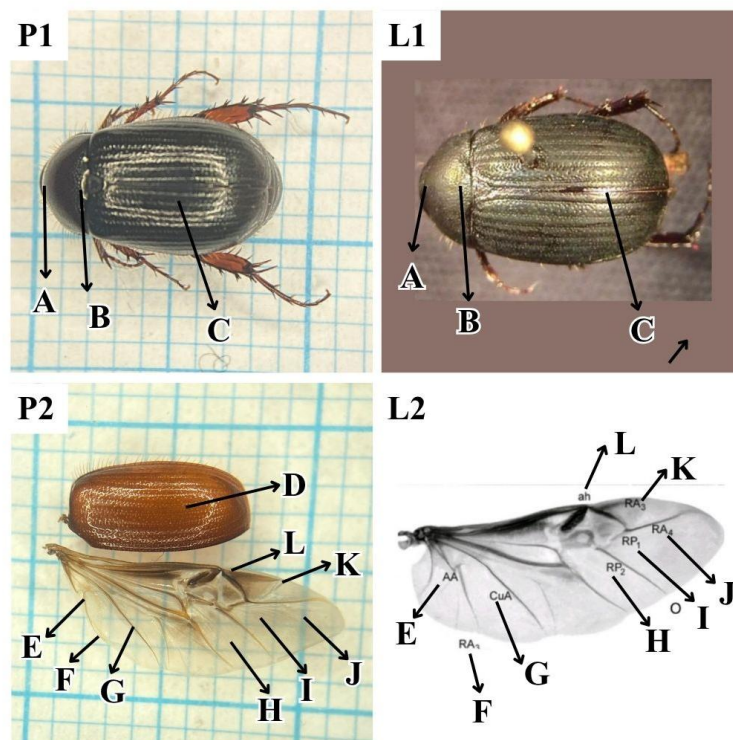
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Genus Serangga Terbang yang ditemukan pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Berikut adalah genus serangga terbang yang ditemukan pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.

1. Spesimen 1

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 1 yang ditampilkan pada Gambar 4.1 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.1 Spesimen 1 genus *Maladera*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena radial 3, (G) vena cubitus anterior, (H) vena radial posterior 2, (I) vena radial posterior 1, (J) vena radial 4, (K) vena radial 3, (L) vena humeral

Hasil pengamatan pada spesimen 1 (Gambar 4.1) menunjukkan bahwa tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini mempunyai panjang tubuh sekitar 9 mm dengan bentuk tubuh oval dan cembung. Bagian caput berukuran kecil dan sebagian tertutup oleh pronotum yang lebar dan membulat. Bagian toraks terdiri atas tiga pasang kaki dan dua pasang sayap. Sayap depan berupa elytra dengan permukaannya keras, mengilap, dan memiliki garis-garis longitudinal yang rapat dan sejajar, sedangkan sayap belakang tipis transparan yang berwarna bening kecokelatan dilengkapi dengan venasi.

Spesimen 1 termasuk dalam genus *Maladera* dalam famili *Scarabaeidae*. Genus *Maladera* berperan sebagai serangga herbivora atau fitofag, salah satu genus serangga yang berpotensi sebagai hama penyerang daun dan bunga (Juliarni dkk., 2022). Genus *Maladera* memiliki ciri morfologi utama berupa caput, toraks, abdomen, elytra, dan kaki belakang. Genus *Maladera* umumnya mempunyai kepala kecil yang sebagian tertutup pronotum, bagian kepalanya memiliki labroclypeus (bagian depan kepala) yang tampak menonjol dan memiliki permukaan bertekstur kasar atau rugose, sudut anterior kepala membulat, sedangkan tepi depan bagian tengah tampak sedikit melengkung ke dalam. Elytra berbentuk oval memanjang dengan alur longitudinal (*striae*), pada vena Costa dan Subcosta terdapat penguatan (*sklerotisasi*) di bagian basal bagian ujung elytra sering terdapat rambut-rambut halus (*microtrichomes*), warna tubuhnya dari coklat kemerahan, coklat tua, hingga hitam mengilap. Kaki belakangnya terutama bagian metatibia mempunyai deretan duri di sisi luar dan biasanya melebar ke ujung, sedangkan bagian duri luar terletak sekitar setengah panjang tibia, dan pada ujung tibia terdapat beberapa duri tambahan di dekat tempat melekatnya tarsus (Ahrens, 2006). Menurut Ahrens

(2005) sayap belakang transparan dengan venasi sederhana, sayapnya di dominasi beberapa venasi longitudinal utama dan memiliki sedikit vena melintang, pada bagian pangkal sayap terdapat bagian yang lebih menebal dan memiliki pola lipatan yang jelas, sedangkan di bagian distal sayap tampak lebih tipis dan bening.

Klasifikasi dari spesimen 1 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

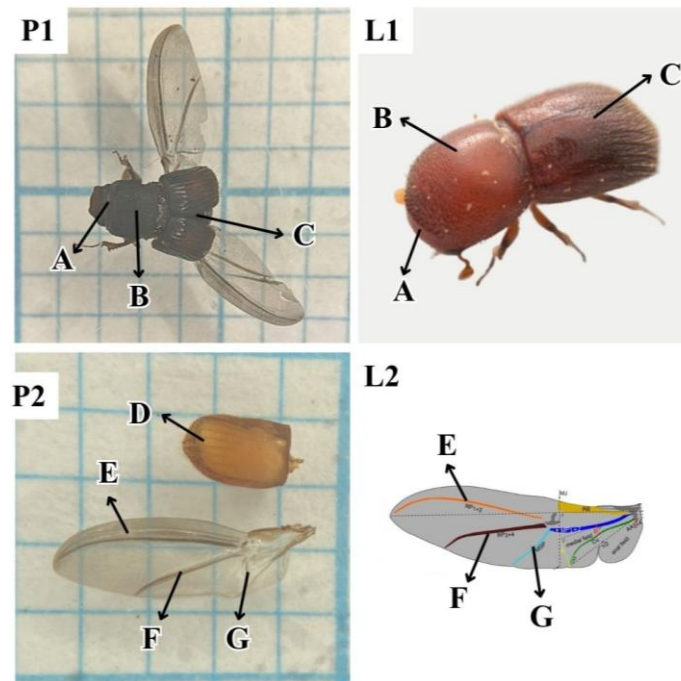
Order : Coleoptera

Family : Scarabaeidae

Genus : Maladera

2. Spesimen 2

Hasil pengamatan pada spesimen 2 yang ditampilkan pada (Gambar 4.2) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi atas caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh kecil, sekitar 3 mm dengan bentuk tubuh silindris. Spesimen 2 memiliki warna tubuh dari coklat gelap hingga kehitaman. Bagian caput tampak masih terlihat dari arah dorsal, mata majemuk, dan pronotum berukuran lebar. Bagian toraks terdapat tiga pasang kaki, sayap depan termodifikasi menjadi elytra yang keras hingga menutupi seluruh abdomen, sedangkan sayap belakang transparan dengan dilengkapi venasi sayap.



Gambar 4.2 Spesimen 2 genus *Xylosandrus*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) RP_{1+2} , (F) RP_{3+4} , (G) vena semu median

Spesimen 2 termasuk dalam genus *Xylosandrus* dalam famili Curculionidae atau disebut juga sebagai kumbang penggerek kayu. *Xylosandrus* berperan sebagai hama yang merusak pohon dengan cara menggali terowongan di dalam batang pohon yang menyebabkan kerusakan pada jaringan kayu (Greco *et al.*, 2015). Famili ini memiliki tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen, ukuran tubuh yang kecil hingga sedang, dengan panjang tubuh kisaran 2-5 mm, tubuh berbentuk silindris sempurna serta kekar, serta antena pendek. Kumbang dewasa memiliki tubuh berwarna gelap, sering kali kecokelatan kehitaman. Genus *Xylosandrus* memiliki kepala relatif besar dan kuat dilengkapi antena yang terdiri dari tujuh segemen. Ciri khas nya memiliki paruh atau probosis yang kuat yang digunakan untuk menggerek kayu sebagai tempat bertelur, tubuhnya juga terlapisi

oleh kutikula keras yang melindungi dari kerusakan saat menggali terowongan dalam di kayu (Equihua *et al.*, 2023). Kaki *Xylosandrus* relatif pendek, dengan tarsus yang terdiri dari lima segmen yang memungkinkan mereka bergerak di dalam terowongan kayu. Elytra dengan area miring di ujung belakang yang kusam tertutup rambut-rambut halus (*striae*), bagian depan pronotum memiliki bintil atau duri-duri kasar yang keras dan sayap belakang bersifat transparan dengan venasi sederhana (Kanzaki *et al.*, 2015).

Klasifikasi dari spesimen 2 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

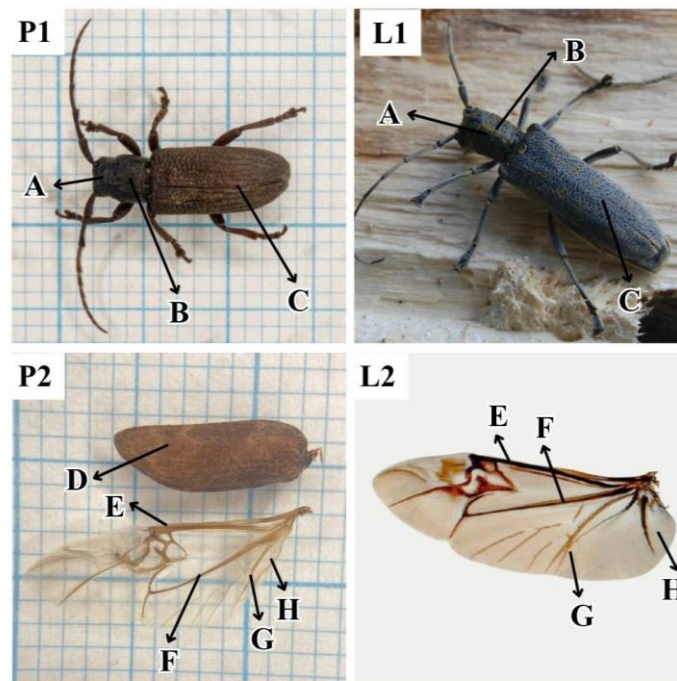
Family : Curculionidae

Genus : *Xylosandrus*

3. Spesimen 3

Hasil pengamatan pada spesimen 3 yang ditampilkan pada (Gambar 4.3) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen dengan bentuk memanjang dan silindris. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh yang kokoh dengan warna coklat gelap hingga kehitaman. Bagian caput memiliki antena yang panjang, toraks tampak sempit, memiliki tiga pasang kaki yang panjang. Spesimen ini memiliki Sayap depan yang termodifikasi menjadi elytra bentuk memanjang dengan permukaan kasar dan satu pasang sayap belakang

transparan. Sayap belakang menunjukkan pola venasi dengan vena longitudinal, serta bagian basal yang melebar dan bagian distal yang menyempit.



Gambar 4.3 Spesimen 3 genus *Monochamus*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena Cross-medial, (G) vena costa, (H) vena media, (I) vena anal

Spesimen 3 termasuk genus *Monochamus* dalam famili Cerambycidae dikenal juga sebagai kumbang tanduk panjang. Genus ini berperan sebagai fitofag atau herbivora pada tanaman berkayu, siklus hidupnya sepenuhnya bergantung pada tanaman hidup atau jaringan pohon yang melemah, sehingga sering dijumpai pada habitat hutan, lahan pertanian atau perkebunan yang bervegetasi kayu (Asogwa *et al.*, 2009). Ciri khas morfologi famili ini memiliki antena yang panjang sering melebihi panjang tubuh, dengan 11 segmen pada betina dan lebih panjang pada jantan dan tubuh berlubang-lubang kecil merata (Rossa *et al.*, 2016). Menurut

Cahyadi dkk. (2021) genus *Monochamus* memiliki ukuran tubuh sedang hingga besar, dengan bentuk tubuh memanjang ramping silindris, toraks sempit, pronotum bertekstur kasar, memiliki elytra atau sayap belakang dengan bentuk lonjong atau silindris, ujung bulat dengan warna dominan hitam, abu-abu, cokelat, atau cokelat kehitaman. Genus ini memiliki sayap belakang bersifat transparan dan sederhana, dengan ditandai pola vena longitudinal dengan percabangan terbatas dan memiliki vena Cross-medial yang sangat kuat yang menghubungkan vena Radius dan Media. Struktur ini adalah adaptasi terhadap mekanisme pelipatan sayap di bawah elytra dan efisiensi dalam pergerakan saat terbang (Ren *et al.*, 2017).

Klasifikasi dari spesimen 3 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

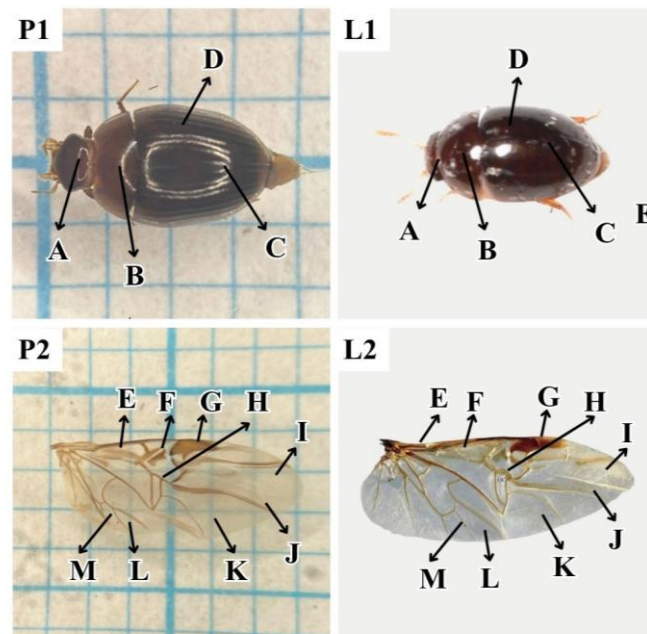
Family : Cerambycidae

Genus : *Monochamus*

4. Spesimen 4

Hasil pengamatan pada spesimen 4 yang ditampilkan pada (Gambar 4.4) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi atas caput, torak, dan abdomen. Spesimen ini memiliki panjang tubuh 4 mm. Spesimen ini memiliki warna tubuh yang kecokelatan. Tubuh cenderung bulat dan tebal. Bagian caput terdapat antena. Bagian toraks terdapat sayap depan atau elytra untuk melindungi sayap dalam yang transparan. Elytra pada mesotoraks memanjang menutupi abdomen. Sayap

belakang menunjukkan pola venasi dengan vena longitudinal yang jelas disertai percabangan pada bagian tengah dan posterior sayap, serta bagian basal yang melebar dan bagian distal yang menyempit.



Gambar 4.4 Spesimen 4 genus *Stilbus*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena radial 3, (G) vena cubitus anterior, (H) vena radial posterior 2, (I) vena radial posterior 1, (J) vena radial 4, (K) vena radial 3, (L) vena humeral

Spesimen 4 termasuk genus *Stilbus* dalam famili Phalacridae dikenal juga sebagai kumbang kecil mengilap yang berperan sebagai hama atau fitofag serta dekomposer pengurai bahan organik. Genus ini dapat dijumpai pada habitat perkebunan (Gimmel, 2013). Genus ini umumnya memiliki tubuh kecil, berbentuk oval hingga cembung, permukaan tubuh halus dan mengilap dengan warna dari kecokelatan hingga kehitaman yang menjadi ciri khas kelompok ini. Kepala kecil dan sebagian tertutupi oleh pronotum dengan antena pendek dengan ujung sedikit membesar. Elytra keras berfungsi melindungi sayap belakang (Lawrence *et al.*,

2010). Sayap belakang pada genus *Stilbus* bersifat membran dan transparan dengan pola venasi yang terdiri atas vena longitudinal serta percabangan khusus pada bagian area medial dan anal sayap, serta memiliki sel oblongum (Celis *et al.*, 2003).

Klasifikasi dari spesimen 4 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

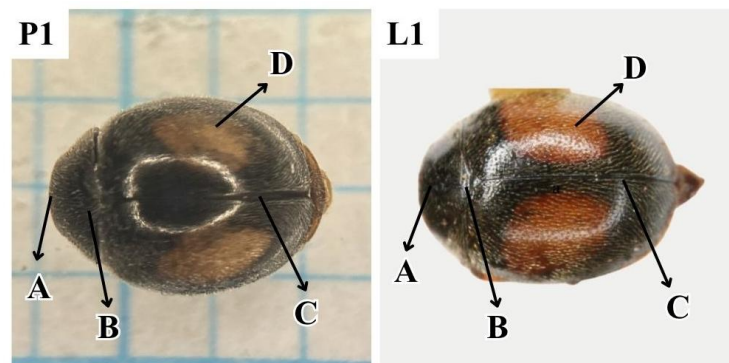
Order : Coleoptera

Family : Phalacridae

Genus : *Stilbus*

5. Spesimen 5

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 5 ditampilkan pada Gambar 4.5 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.5 Spesimen 5 genus *Scymnus*. Keterangan: P1: gambar pengamatan dorsal, L1: gambar literatur dorsal (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra

Hasil pengamatan pada spesimen 5 yang ditampilkan pada (Gambar 4.5) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen dengan bentuk tubuh kecil, oval, dan sangat cembung. Spesimen ini memiliki warna coklat kehitaman dengan bagian coklat kemerahan pada elytra. Permukaan tubuh tampak ditutupi oleh rambut halus (*pubescent*). Bagian caput kecil dan sebagian tertutup oleh pronotum. Toraks tampak lebar dan menyatu dengan elytra. Elytra berbentuk membulat dengan permukaan halus serta menutupi seluruh bagian abdomen. Spesimen ini juga memiliki tiga pasang kaki yang relatif pendek sayap depan berupa elytra dan sayap belakang transparan.

Spesimen 5 termasuk genus *Scymnus* dalam famili Coccinellidae. Kelompok genus *Scymnus* berepran sebagai predator alami pemakan serangga seperti kutu daun, kutu putih, dan serangga skala. Habitat genus ini dapat di jumpai pada vegetasi seperti tanaman budidaya, semak, dan pohon yang merupakan habitat bagi mangsanya (Hodek *et al.*, 2012). Ciri morfologi memiliki kepala yang tersembunyi tertutup pronotum dan tubuh cembung, ciri khas genus ini yaitu memiliki ukuran tubuh yang kecil, cenderung bulat, cembung, serta memiliki permukaan tubuh serta elytra yang ditutupi oleh rambut halus pendek (*pubescent*) dan memiliki dua bintik area berwarna orange kecokelatan, yang membedakannya dari genus lain dalam famili Coccinellidae.

Klasifikasi dari spesimen 5 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

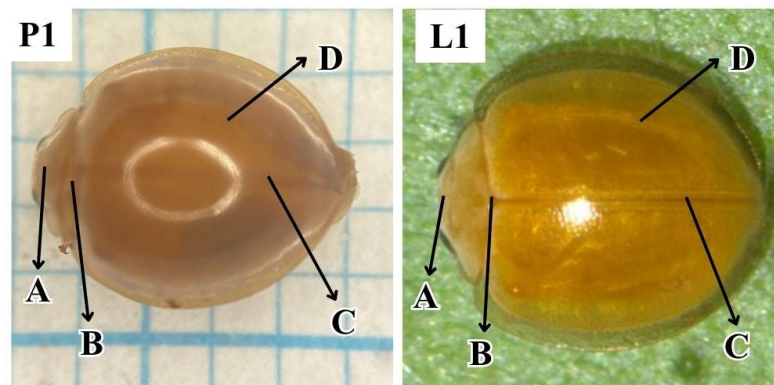
Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera
Family : Coccinellidae
Genus : Scymnus

6. Spesimen 6

Hasil pengamatan pada spesimen 6 yang ditampilkan pada (Gambar 4.6) menunjukkan ciri morfologi abdomen dengan bentuk tubuh kecil, oval, dan sangat cembung dengan warna kekuningan hingga transparan. Toraks tampak menyatu dengan elytra. Memiliki elytra berbentuk membulat, halus, dan mengilap serta menutupi hampir seluruh bagian abdomen. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh 5 mm.



Gambar 4.6 Spesimen 6 genus *Micraspis*. P1: gambar pengamatan dorsal, L1: gambar literatur dorsal (Poorani, 2014). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra

Spesimen 6 termasuk dalam genus *Micraspis* dalam famili Coccinellidae dikenal juga sebagai kumabang kepik kecil. Genus ini berperan sebagai predator terutama bagi kutu daun dan serangga lunak. Habitat hidupnya dapat dijumpai pada daun tanaman, semak, dan lingkungan dengan populasi serangga kecil yang tinggi (Yudiawati & Pertiwi, 2020). Genus *Micraspis* memiliki ciri morfologi tubuh

berbentuk oval dan cembung, umumnya memiliki ukuran tubuh kecil dengan permukaan halus dan warna tubuh yang cenderung pucat atau kekuningan, memiliki mata yang besar dan kepala yang sebagian tertutupi oleh pronotum (Shanker *et al.*, 2013). Genus *Micraspis* memiliki dua pasang sayap, yaitu elytra sebagai pelindung dengan permukaan licin mengilap dan terdapat lubang-lubang lecil dan sayap belakang membran sebagai alat terbang utama (Beutel & Leschen, 2016).

Klasifikasi dari spesimen 6 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

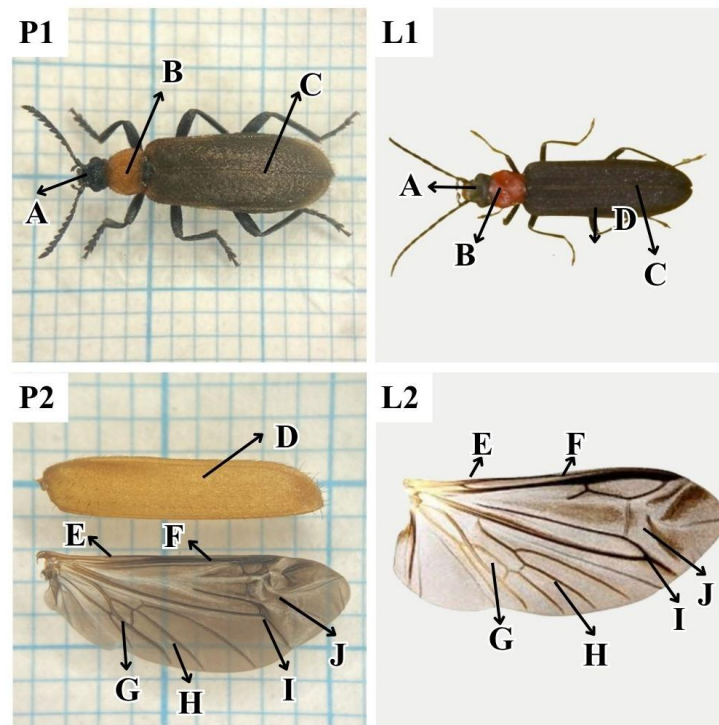
Family : Coccinellidae

Genus : *Micraspis*

7. Spesimen 7

Hasil pengamatan pada spesimen 7 yang ditampilkan pada (Gambar 4.7) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki bentuk tubuh memanjang dan ramping, memiliki warna cokelat kekuningan dengan permukaan elytra yang halus dan ditutupi oleh rambut-rambut halus. Bagian caput tampak jelas dengan antena berbentuk filiform. Toraks tampak lebih sempit dibandingkan elytra. Elytra berbentuk memanjang dan menutupi seluruh bagian abdomen dengan tekstur yang relatif lunak. Spesimen memiliki dua pasang sayap, yaitu sayap depan yang

termodifikasi menjadi elytra dan sayap belakang yang bersifat membran. Sayap belakang menunjukkan pola venasi.



Gambar 4.7 Spesimen 7 genus *Ischnomera*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena Subcosta, (G) vena medial, (H) vena Anal (I) vena Cubitus, (J) vena Radius

Spesimen 7 termasuk dalam genus *Ischnomera* dalam famili Oedemeridae. Individu dewasa sering dijumpai pada bunga dan berperan sebagai penyerbuk karena mengomsumsi nektar dan serbuk sari dan peran lain juga sebagai dekomposer (Poloni *et al.*, 2024). Menurut Bologna *et al.* (2019) genus *Ischnomera* yaitu memiliki tubuh memanjang dan relatif lunak dengan elytra yang halus serta sering ditutupi oleh rambut halus. Kepala tampak jelas dengan antena filiform, sedangkan toraks lebih sempit dibandingkan elytra. Elytra berbentuk memanjang,

halus, dan sering ditutupi oleh rambut halus (*pubescence*), yang merupakan ciri khas famili Oedemeridae. Sayap belakang bermembran dengan venasi sederhana yang didominasi oleh vena longitudinal dengan struktur venal anal loop. Genus *Ischnomera* umumnya ditemukan pada habitat hutan, kebun, serta area dengan vegetasi berbunga dan keberadaan kayu lapuk. Larva berkembang pada kayu mati atau bahan organik yang membusuk, sedangkan individu dewasa sering dijumpai pada bunga (Plata & Alonso, 2006).

Klasifikasi dari spesimen 7 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

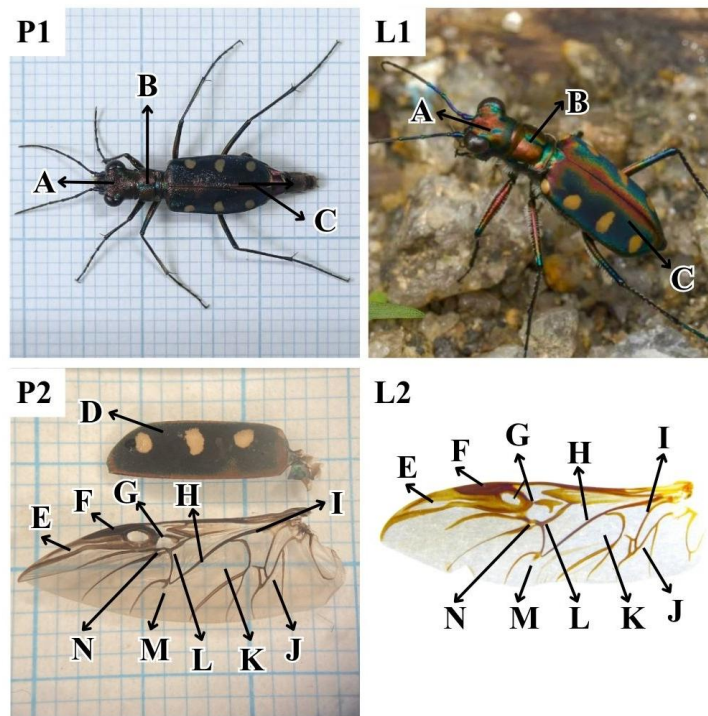
Family : Oedemeridae

Genus : *Ischnomera*

8. Spesimen 8

Hasil pengamatan pada spesimen 8 yang ditampilkan pada (Gambar 4.8) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen dengan bentuk memanjang dan ramping. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh kecil hingga sedang dengan warna tubuh dominan biru kehitaman yang tampak mengilap. Bagian caput memiliki mata majemuk yang berukuran besar. Toraks tampak sempit dan memiliki tiga pasang kaki yang panjang dan ramping yang mendukung dalam pergerakan. Sayap depan termodifikasi menjadi elytra yang

panjang keras dan terdapat bintik-bintik kuning, sedangkan sayap belakang transparan dengan pola venasi cukup rumit.



Gambar 4.8 Spesimen 8 genus *Cicindela*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (Dangalle et al., 2011). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena costa, (F) stigma, (G) vena subcosta, (H) vena radius posterior 2, (I) vena radius posterior 3, (J) cubitus posterior, (K), (L) cabang radius posterior, (M) cubitus anterior, (N) vena silang radius-media

Spesimen 8 termasuk genus *Cicindela* dalam famili Carabidae yang juga dikenal sebagai kumbang harimau. Genus ini termasuk dalam kelompok kumbang dengan perilaku karnivora sebagai predator aktif dengan kemampuan berlari dan terbang yang sangat cepat (Safitri & Haryadi, 2023). Ciri morfologi memiliki tubuh yang ramping, kaki panjang yang memudahkan untuk bergerak cepat, mata majemuk besar yang mendukung aktivitas berburu secara visual (Pearson & Vogler, 2001). Genus *Cicindela* memiliki elytra yang berkembang dengan pola warna yang

khas berupa bintik atau pita berwarna terang yang berfungsi sebagai kamuflase maupun komunikasi visual. Sayap belakang genus ini bersifat membran dan transparan dengan pola venasi cukup kompleks, ditandai oleh adanya vena longitudinal utama serta percabangan vena RP pada bagian medial dan anal sayap, dilengkapi dengan sel oblongum (Ren *et al.*, 2017).

Klasifikasi dari spesimen 8 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

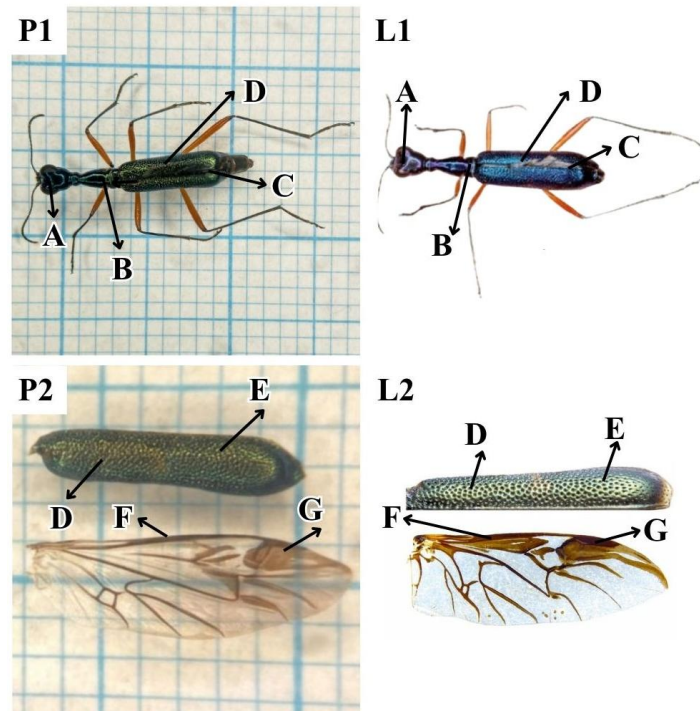
Order : Coleoptera

Family : Carabidae

Genus : Cicindela

9. Spesimen 9

Hasil pengamatan pada spesimen 9 yang ditampilkan pada (Gambar 4.9) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki bentuk tubuh yang ramping dengan warna dominan hijau metalik mengkilap pada elytra. Bagian caput kecil, mata besar, serta memiliki antena yang panjang dan filiform. Bagian toraks pronotumnya tampak sempit dan memanjang. Spesimen ini memiliki abdomen yang tertutup sayap depan yang termodifikasi menjadi elytra dengan bentuk sempit dan memanjang serta permukaan yang halus. Spesimen ini juga dilengkapi dengan tiga pasang kaki yang panjang ramping dan berwarna kuning kecokelatan.



Gambar 4.9 Spesimen 9 genus *Neocollyris*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (Uniyal & Bhargav, 2007). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) punctures, (F) vena costa, (G) sel radius

Spesimen 9 termasuk genus *Neocollyris* dalam famili Carabidae yang dikenal juga sebagai kumbang harimau. Kelompok genus ini memiliki peran sebagai predator nokturnal dan diurnal yang aktif berburu pada siang hari dan sering bersembunyi di bawah daun atau batang tanaman pada malam hari. Genus ini ditemukan pada habitat bervegetasi terbuka hingga semi tertutup seperti hutan dan perkebunan (Pearson & Vogler, 2001). Genus *Neocollyris* secara morfologi memiliki bentuk tubuh memanjang dan ramping, umumnya memiliki warna metalik seperti hijau, biru, atau tembaga. Caput lebar dengan mata majemuk besar dan menonjol yang menunjukkan peran sebagai predator visual yang aktif serta dilengkapi dengan antena panjang. Bagian pronotum menyempit secara ekstrem menyerupai leher dan antena bertipe filiform. Kaki genus ini terdapat tiga pasang

yang panjang dan ramping, yang memungkinkan untuk berlai cepat mengejar mangsa (Medina & Mapile, 2023). Menurut Shibuya *et al.*, (2018) genus *Neocollyris* memiliki sayap depan berupa elytra yang memiliki bentuk memanjang dan sempit dengan permukaan kasar dengan lubang-lubang kecil (punctures) yang rapat serta warna metalik kehijuan atau kebiruan.

Klasifikasi dari spesimen 9 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

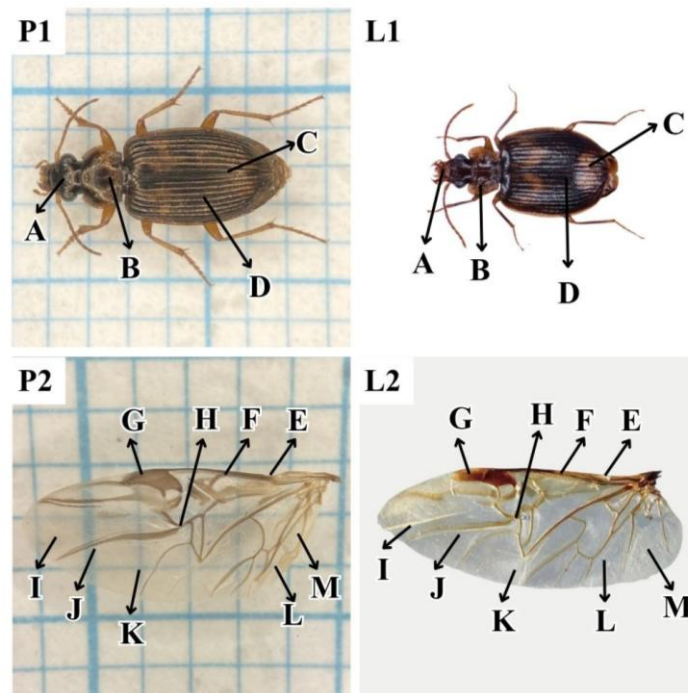
Order : Coleoptera

Family : Carabidae

Genus : *Neocollyris*

10. Spesimen 10

Hasil pengamatan pada spesimen 10 yang ditampilkan pada (Gambar 4.10) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi atas caput, toraks dan abdomen. Spesimen ini memiliki panjang tubuh 6,5 mm. Bagian caput terdapat antena yang terdiri dari 11 segmen. Bagian toraks terdapat elytra pada bagian mesotoraks untuk melindungi sayap dalam. Elytra pada mesotoraks memanjang menutupi abdomen dan sayap belakang bersifat transparan dengan pola venasi yang cukup rumit. Spesimen ini memiliki tiga pasang kaki yang berukuran relatif panjang. Abdomen yang tertutup oleh elytra memiliki tekstur bergaris dengan warna cokelat disertai corak berwarna cokelat muda. Spesimen ini memiliki ciri warna keseluruhan tubuh cokelat sampai hitam. Caput dan toraks lebih kecil dibandingkan dengan abdomen.



Gambar 4.10 Spesimen 10 genus Coptoderina. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap, (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena radial 3, (G) vena cubitus anterior, (H) vena radial posterior 2, (I) vena radial posterior 1, (J) vena radial 4, (K) vena radial 3, (L) vena humeral

Spesimen 10 termasuk genus Coptoderina dalam famili Carabidae yang berperan sebagai predator aktif. Habitat anggota genus Coptoderina umumnya berada pada lingkungan tanah yang lembap seperti serasah, bawah batu, atau area vegetasi yang memiliki kelembapan tinggi. Beberapa spesies juga ditemukan pada habitat hutan dan daerah dengan tutupan vegetasi yang cukup rapat. Kondisi lingkungan tersebut mendukung aktivitas berburu serta perlindungan dari predator (Rainio & Niemela, 2016). Genus ini memiliki ciri morfologi tubuh yang memanjang, pipih, serta memiliki elytra dengan alur longitudinal yang jelas, umumnya memiliki kepala dengan mata besar dan palpus yang memanjang, antena berbentuk filiform dan toraks relatif sempit, yang menjadi ciri khas Carabidae

(Ober & Maddison, 2015). Menurut Zhou *et al.* (2019) genus ini memiliki elytra dengan alur longitudinal dengan corak-corak berwarna kekuningan. Kaki mereka dilengkapi dengan tarsus yang panjang, dan cakar tarsal bergerigi kecil yang menunjukkan dentikulasi, yaitu tiga hingga empat gigi kecil di masing-masing cakar dan memiliki sayap belakang yang bersifat membran dengan venasi yang relatif sederhana dan didominasi oleh vena longitudinal dilengkapi sel oblongum. Struktur ini memungkinkan sayap dapat dilipat di bawah elytra serta mendukung efisiensi pergerakan saat terbang (Lawrence *et al.*, 2021).

Klasifikasi dari spesimen 10 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

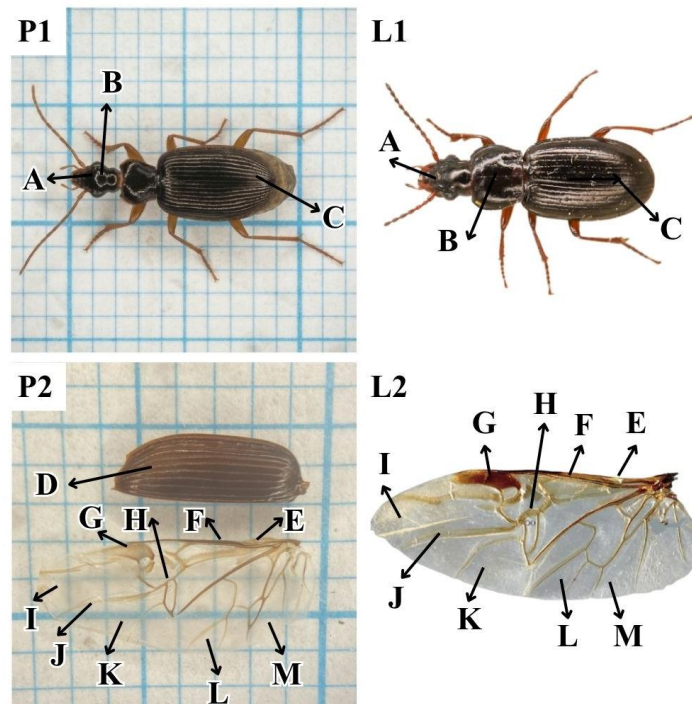
Family : Carabidae

Genus : Coptoderina

11. Spesimen 11

Hasil pengamatan pada spesimen 11 yang ditampilkan pada (Gambar 4.11) menunjukkan ciri morfologi tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki warna tubuh kecokelatan hingga kehitaman dengan permukaan elytra yang mengilap. Bagian caput terdapat mandibula dan antena berbentuk filiform serta bersegmen. Toraks tampak sempit dan memiliki tiga pasang kaki yang lumayan panjang. Spesimen ini memiliki elytra

berbentuk memanjang dengan permukaan yang bergaris yang jelas serta menutupi seluruh abdomen.



Gambar 4.11 Spesimen 11 genus *Bembidion*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena radial 3, (G) vena cubitus anterior, (H) vena radial posterior 2, (I) vena radial posterior 1, (J) vena radial 4, (K) vena radial 3, (L) vena humeral

Spesimen 11 termasuk dalam genus *Bembidion* dalam famili Carabidae.

Genus ini memiliki peran sebagai predator aktif yang memangsa berbagai jenis serangga kecil (Lovei & Sunderland, 2016). Menurut Kromp (2017) Genus ini berukuran kecil dengan tubuh memanjang dan kemampuan bergerak cepat, pada permukaan tubuh mengkilap dengan elytra yang beralur longitudinal. Carabidae memiliki elytra dengan alur longitudinal yang mengkilap. Sayap belakang bersifat membran yang digunakan untuk terbang, meskipun pada beberapa spesies dapat

mengalami reduksi. Venasi sayap belakang relatif sederhana dengan dominasi vena longitudinal dan percabangan terbatas, dilengkapi sel oblongum. Sayap dilipat di bawah elytra serta mendukung efisiensi pergerakan saat terbang (Lawrence *et al.*, 2021).

Klasifikasi dari spesimen 11 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

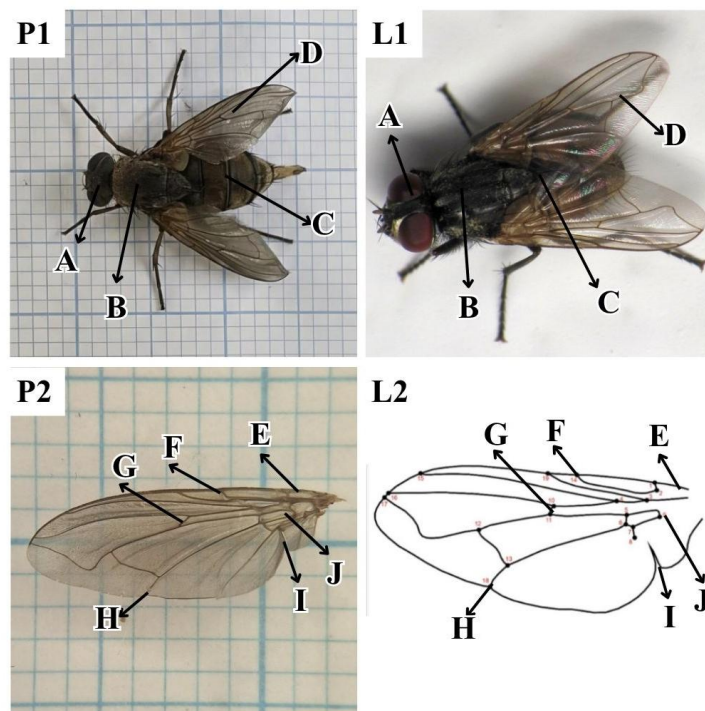
Order : Coleoptera

Family : Carabidae

Genus : Bembidion

12. Spesimen 12

Hasil pengamatan pada spesimen 12 yang ditampilkan pada (Gambar 4.12) menunjukkan ciri morfologi tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama berupa caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki panjang tubuh sekitar 11 mm, memiliki tiga pasang kaki yang ramping dan berwarna gelap, bagian caput berukuran kecil dengan mata majemuk besar, antena pendek terletak di antara kedua mata. Toraks terlihat besar dan berwarna abu-abu kehitaman, toraks juga dilengkapi satu pasang sayap membran transparan dengan beberapa vena longitudinal yang jelas. Abdomen berbentuk oval memanjang berwarna abu-abu kecokelatan dengan garis-garis gelap melintang pada setiap segmennya.



Gambar 4.12 Spesimen 12 genus *Musca*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) sayap (E) sel R5, (F) vena M1, (G) sel diskal, (H) CuA1, (I) CuA2, (J) vena M

Spesimen 12 termasuk dalam genus *Musca* dan famili Muscidae yang umumnya memiliki peran sebagai vektor mekanis berbagai mikroorganisme seperti bakteri dan jamur karena seringnya berpindah dari substrat organik membusuk ke permukaan tanaman (Geden *et al.*, 2021). Ciri morfologi genus *Musca* tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. *Musca* memiliki tubuh berukuran sedang, berwarna abu-abu hingga kehitaman, mata majemuk besar yang menonjol terpisah, antena pendek yang lengkap dengan arista berbulu, toraks terbagi menjadi empat berwarna kelabu dengan empat garis hitam tebal longitudinal, abdomen oval dilengkapi garis-garis gelap pada setiap segmen (Permana dkk., 2024). Ciri khas dari genus *Musca* yaitu hanya memiliki satu pasang sayap dan pada bagian belakang terdapat sepasang halter yang berfungsi sebagai

alat keseimbangan ketika terbang. Sayap bersifat transparan dengan vena costa pada tepi anterior, vena radius bercabang ke ujung sayap, vena media lurus, vena M1+2 yang melengkung keatas tajam, sel R5 terbuka, Vena CuA2 + A1 tidak mencapai tepi sayap, dan calypter di pangkal sayap (Benitez *et al.*, 2025).

Klasifikasi dari spesimen 12 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

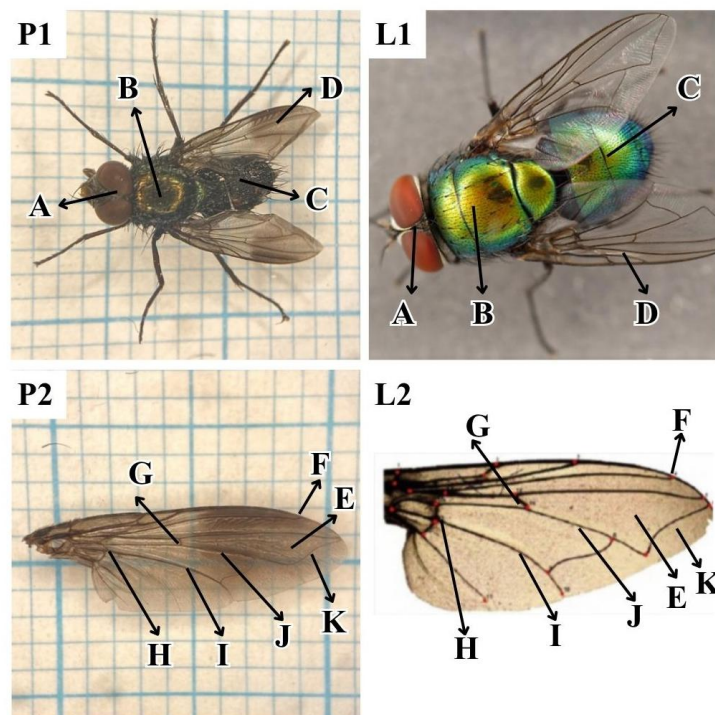
Order : Diptera

Family : Muscidae

Genus : Musca

13. Spesimen 13

Hasil pengamatan didapatkan bahwa spesimen 13 memiliki tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama berupa caput, toraks, dan abdomen. Panjang tubuh sekitar 7-9 mm, pada bagian caput memiliki mata majemuk besar berwarna merah kecokelatan dan antena pendek di antara kedua mata. Spesimen 13 memiliki toraks berwarna hijau metalik keemasan yang ditutupi seta atau rambut-rambut kasar. Abdomen spesimen ini memiliki satu pasang sayap transparan dan sepasang halter di belakang pangkal sayap, dan tiga pasang kaki berwarna hitam. Venasi sayapnya yaitu vena costa yang panjang, sel R5 terbuka, dan vena media yang melengkung ke depan.



Gambar 4.13 Spesimen 13 genus *Lucilia*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) sayap, (E) sel R5, (F) Vena M1, (G) sel diskal, (H) vena R1, (I) vena R2+3, (J) vena 4+5, (K) vena radial

Spesimen 13 termasuk dalam genus *Lucilia* dalam famili Calliphoridae yang dikenal sebagai lalat hijau atau green bottle fly. Genus ini umumnya berperan sebagai dekomposer karena larva berkembang pada bahan organik yang membusuk, bangkai, atau jaringan hewan (Frederickx *et al.*, 2012). Menurut pernyataan Putri (2015) Genus *Lucilia* memiliki morfologi tubuh berukuran sedang warna hijau metalik mengilap, mata majemuk besar berwarna merah gelap antena pendek dengan arista berbulu, dan tubuh yang dipenuhi seta kasar. Menurut Bari dkk. (2021), genus *Lucilia* memiliki sepasang sayap transparan dengan vena costa memanjang di sepanjang tepi anterior sayap, vena radius bercabang menuju ujung sayap, dan vena media sedikit melengkung ke arah anterior di bagian distal dengan

sudut tumpul, namun tidak setajam pada famili Muscidae. Pucot (2021) Sel R5 tampak terbuka dan bagian pangkal sayap terdapat calypter, sedangkan sayap belakang mengecil menjadi halter yang berfungsi sebagai alat keseimbangan saat terbang.

Klasifikasi dari spesimen 13 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

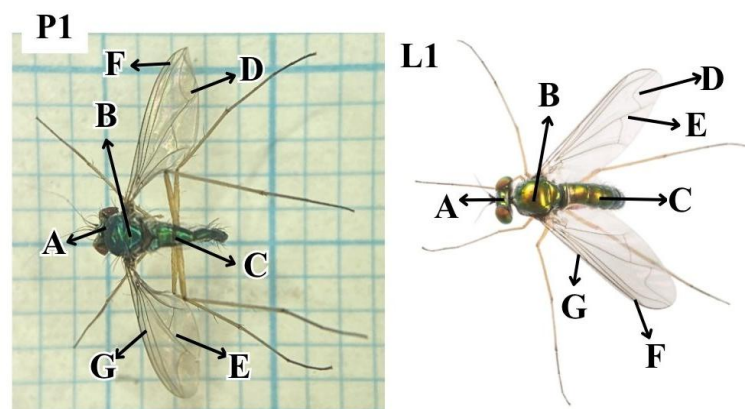
Order : Diptera

Family : Calliphoridae

Genus : Lucilia

14. Spesimen 14

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 14 yang ditampilkan pada Gambar 4.14 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.14 Spesimen 14 genus *Condylostylus*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) vena M, (E) vena R1, (F) vena M1, (G) vena M

Hasil pengamatan didapatkan bahwa spesimen 14 memiliki tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama berupa caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh kecil sekitar 4-5 mm, serta bentuk tubuh ramping dan memanjang. Bagian Caput memiliki mata majemuk besar berwarna merah kecokelatan, antena pendek yang terletak di bagian depan kepala. Spesimen ini juga memiliki toraks berwarna hijau metalik kebiruan dan tampak mengilap. Abdomen berbentuk silindris memanjang dengan warna hijau metalik seperti pada toraks. Spesimen ini mempunyai tiga pasang kaki yang sangat panjang, ramping, dan berwarna cokelat kekuningan hingga kehitaman. Bagian toraks memiliki sepasang sayap transparan dan sepasang halter di belakang pangkal sayap.

Spesimen 14 termasuk genus *Condyllostylus* dalam famili Dolichopodidae yang juga dikenal sebagai lalat berkaki panjang. Genus ini umumnya hidup pada habitat yang lembap, area vegetasi, lahan pertanian maupun perkebunan. Genus ini juga berperan sebagai predator serangga kecil seperti hama daun dan nyamuk sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati dilingkungan yang dihuninya (Ricco dkk., 2019). Menurut Parliansyah dkk. (2023) genus ini memiliki morfologi berupa tubuh ramping dengan warna metalik hijau hingga kebiruan atau keemasan, mata majemuk besar, antena pendek, memiliki tiga pasang kaki yang sangat panjang, sepasang sayap transparan dan sayap dan halter sebagai penyeimbang pada saat terbang. Sayap genus *Condyllostylus* berbentuk sempit dan memanjang, dengan venasi sayap menunjukkan vena longitudinal, vena costa memanjang memanjang di sepanjang tepi anterior sayap. Vena radius tampak bercabang menuju ujung sayap, sedangkan media memiliki bercabangan atau ke atas lekukan khas yang membentuk huruf "V" atau "M" (Chursina *et al.*, 2014).

Klasifikasi dari spesimen 14 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

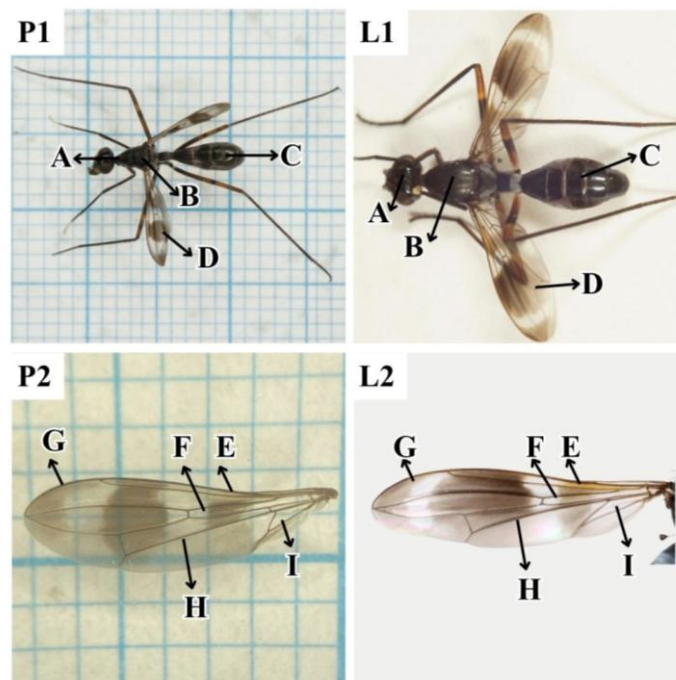
Order : Diptera

Family : Dolichopodidae

Genus : Condyllostylus

15. Spesimen 15

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 15 yang ditampilkan pada Gambar 4.15 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.15 Spesimen 15 genus Taeniaptera. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga Terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) sayap, (E) pola pita gelap, (F) Radial, (G) costa, (H) medial, (I) cubitus

Hasil pengamatan spesimen 15 menunjukkan tubuh terbagi tiga bagian utama caput, toraks, dan abdomen dengan bentuk tubuh ramping dan memanjang. Spesimen ini memiliki ukuran tubuh kecil hingga sedang dengan warna dominan hitam kecokelatan. Bagian caput memiliki mata majemuk yang besar dan antena pendek. Toraks tampak sempit sebagai penghubung bagian kepala dan abdomen. Spesimen 8 memiliki tiga pasang kaki yang sangat panjang dan ramping. Bagian abdomen tampak menyempit menyerupai bentuk semut. Spesimen ini memiliki satu pasang sayap transparan dengan pola warna kecokelatan pada bagian tertentu. Sayap memiliki pola venasi jelas dengan vena longitudinal serta percabangan pada bagian distal, serta bagian basal yang lebih sempit dan bagian ujung sayap yang melebar

Spesimen 15 termasuk genus *Taenioptera* dalam famili *Micropezidae* yang dikenal sebagai lalat berkaki panjang. Genus ini dapat dijumpai pada habitat pertanian atau perkebunan dan memiliki peran sebagai predator oportunistik yang memburu serangga-serangga lain yang berukuran lebih kecil (Utomo dkk., 2022). Secara morfologi genus *Taenioptera* memiliki tubuh yang ramping kaki sangat panjang dan memiliki abdomen yang menyempit menyerupai tangkai. Karakter dari genus *Taenioptera* memiliki sayap dengan sel anal yang memanjang, dan terdapat rambut-rambut pada toraks anterior dan kaki yang memiliki corak belang-belang dengan area kuning dan coklat (Jackson, 2011). Sayap bersifat transparan, ditandai oleh adanya vena longitudinal utama seperti costa (C) radius (R), dan media (M), yang mengalami percabangan menuju bagian distal sayap serta membentuk sel-sel sayap tertutup, sel Anal (CuP) sangat panjang dan meruncing tajam di ujungnya,

serta menunjukkan adanya pola warna putih kecokelatan pada sayap sebagai bentuk adaptasi visual (Wiegmann *et al.*, 2011).

Klasifikasi dari spesimen 15 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

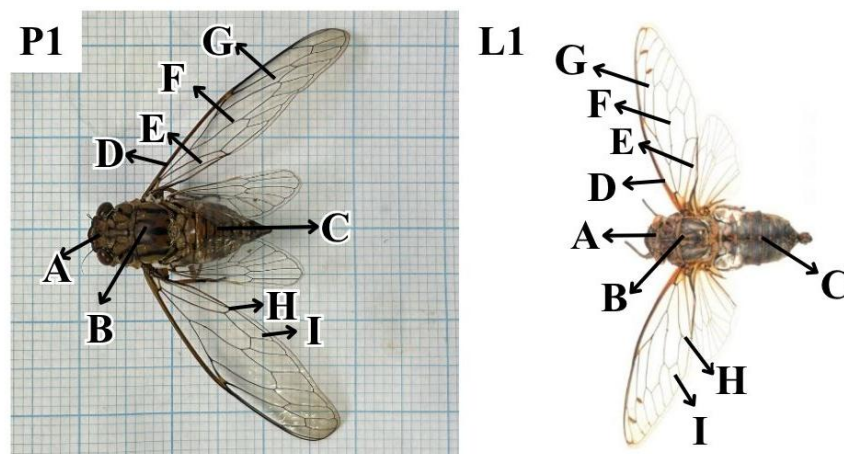
Order : Diptera

Family : Micropezidae

Genus : Taeniaptera

16. Spesimen 16

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 16 yang ditampilkan pada Gambar 4.16 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.16 Spesimen 16 genus Pomponia. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (Bug.Guide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) costa, (E) vena cubitus posterior, (F) vena cubitus apikal, (G) radial posterior, (H) radial posterior, (I) Medial

Hasil pengamatan pada spesimen 16 menunjukkan tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen dengan tubuh cukup besar, kokoh, dan memanjang. Spesimen ini memiliki warna coklat kehitaman hingga coklat kekuningan. Bagian caput lebar dengan mata besar. Bagian toraks terdapat garis-garis hitam. Abdomen berbentuk memanjang dan bersegmen jelas dengan bagian posterior meruncing, serta memiliki tiga pasang kaki yang kuat. Spesimen ini memiliki dua pasang sayap transparan, dengan sayap depan berukuran lebih besar dibandingkan sayap belakang. Sayap menunjukkan pola venasi yang rapat dan jelas, terdiri atas vena longitudinal dengan banyak percabangan serta adanya vena melintang yang membentuk sel-sel sayap.

Spesimen 16 termasuk genus *Pomponia* dalam famili Cicadidae yang dikenal sebagai tonggeret yang memiliki banyak anggota yang dapat mengeluarkan suara keras. Genus ini dapat dijumpai pada habitat yang memiliki vegetasi berkayu seperti hutan dan perkebunan dan juga berperan sebagai herbivora (Ruslan *et al.*, 2021). Genus ini memiliki ciri morfologi tubuh mirip dengan lalat, dengan ukuran tubuh tujuh kali lipat lebih besar dari lalat dewasa. Caput dengan sepasang mata faset yang letaknya terpisah jauh dari kepalanya, antena pendek, dan rostrum penusuk penghisap yang keluar dari bagian ventral kepala (Sanborn & Heath, 2014). Bagian toraks terdiri atas pronotum dan mesonotum yang lebar yang berfungsi sebagai tempat perlekatan otot terbang. Abdomen berbentuk memanjang dan bersegmen, pada beberapa spesies abdomen jantan umumnya lebih panjang daripada gabungan caput dan toraks dan cenderung meruncing ke arah posterior kepala (Sadasivan, 2021). Genus *pomponia* memiliki dua pasang sayap yang membranous transparan dengan banyak venasi melintang, venasi utama terdiri atas

beberapa vena-vena longitudinal utama seperti costa (C), radius (R), media (M), dan cubitus (Cu) yang bercabang ke arah distal sayap. Adanya vena melintang membentuk sel-sel sayap tertutup yang memperkuat struktur sayap, serta memiliki delapan sel apikal yaitu sel di pinggir sayap (Pham *et al.*, 2015).

Klasifikasi dari spesimen 16 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

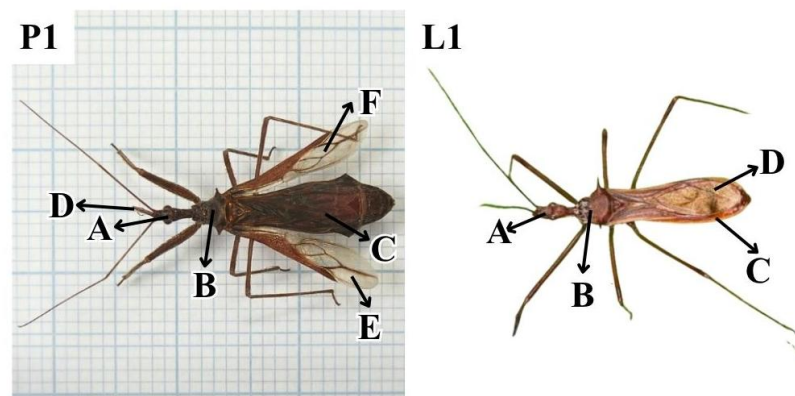
Order : Hemiptera

Family : Cicadidae

Genus : Pomponia

17. Spesimen 17

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 17 yang ditampilkan pada Gambar 4.17 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.17 Spesimen 17 genus *Zelus*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga Terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) mulut, (E) garis anal memanjang (F) sel radial

Hasil pengamatan pada spesimen 17 menunjukkan tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen. Tubuh memanjang dan ramping, warna tubuh kecokelatan hingga kehitaman. Bagian caput tampak memanjang dilengkapi dengan rostrum. Toraks tampak sempit dan memanjang, serta abdomen juga berbentuk memanjang dengan segemen, spesimen ini juga dilengkapi dengan tiga pasang kaki yang ramping dan panjang. Memiliki dua pasang sayap yang transparan dengan venasi sayap menunjukkan adanya vena longitudinal dengan percabangan terbatas serta beberapa vena melintang yang membentuk sel-sel sayap.

Spesimen 17 termasuk genus *Zelus* dalam famili *Reduviidae* yang juga dikenal sebagai kepik pembunuh. Genus ini berperan sebagai serangga predator dalam ordo Hemiptera. Habitat aslinya pada terestrial luas yang dapat ditemukan pada tajuk tanaman, vegetasi tinggi, area pertanian, serta lanskap urban (Yaherwandi & Diratika, 2020). Ciri khas genus yaitu rostrum yang kuat digunakan untuk menusuk dan mengisap cairan dari tubuh mangsanya, antenanya panjang, toraks sempit sebagai penghubung caput dan abdomen, serta tubuh umumnya memanjang dengan kaki yang panjang dan ramping untuk memudahkan berburu aktif. Karakter tersebut sesuai dengan spesimen yang diamati, terutama pada bentuk kepala yang memanjang, keberadaan rostrum, antena yang sangat panjang dan kepalanya menyempit ke bagian belakang seperti leher, dan struktur tubuh yang ramping (D'herve *et al.*, 2018). Memiliki dua pasang sayap, hemelytra atau sayap depan bagian basal yang mengeras dan bagian distal yang transparan, sedangkan sayap belakang membran memiliki dua sel besar (ruang tertutup) pada bagian membran sayap (Masonick *et al.*, 2025).

Klasifikasi dari spesimen 17 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

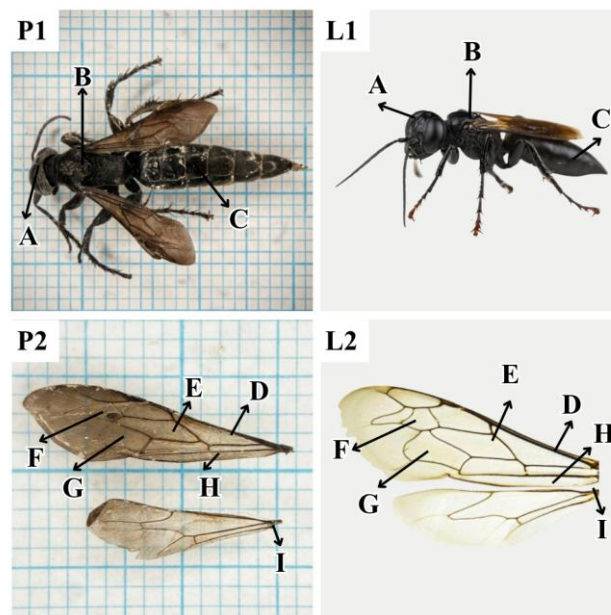
Order : Hemiptera

Family : Reduviidae

Genus : Zelus

18. Spesimen 18

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 18 yang ditampilkan pada Gambar 4.18 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.18 Spesimen 18 genus *Tachysphex*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga Terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) costa, (E) vena anal, (F) sel submarginal 1, (G) sel submarginal 2, (H) vena radial posterior 2, (I) vena radial posterior 1, (J) vena radial 4, (K) vena radial 3, (L) vena humeral

Hasil pengamatan pada spesimen 18 menunjukkan tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama caput, toraks, dan abdomen. Spesimen ini memiliki bentuk tubuh memanjang dan ramping dengan warna dominan kehitaman. Bagian caput tampak memiliki mata majemuk dan dilengkapi antena yang pendek, toraks tampak ramping, memiliki tiga pasang kaki yang kuat dan panjang. Bagian abdomen berbentuk memanjang bersegmen dan pada bagian ujung meruncing. Spesimen ini memiliki dua pasang sayap transparan dengan warna cokelat kekuningan, sayap menunjukkan pola venasi jelas dengan adanya beberapa sel sayap tertutup seperti sel submarginal dan sel diskal, sedangkan sayap belakang memiliki venasi yang lebih sederhana.

Spesimen 18 termasuk genus *Tachysphex* dalam famili Crabronidae atau tawon pemburu dalam ordo Hymenoptera. Genus ini memiliki peran sebagai predator serangga kecil, terutama memangsa kelompok Diptera, tawon ini menyukai habitat dengan vegetasi jarang dan permukaan tanah yang mudah digali, tanah berpasir, juga membuat sarang pada lubang kayu, batang tanaman, dan substrat lain, dan membawa mangsanya ke dalam sarang sebagai sumber makanan bagi larva (Kurczewski *et al.*, 2010). Famili Crabronidae memiliki karakter morfologi berupa tubuh ramping hingga memanjang, mata majemuk sayap hampir transparan (*hyaline*) dengan venasi yang tampak jelas, antena filiform, memiliki tiga pasang kaki dengan tungkai yang berkembang baik dan dilengkapi duri pada bagian tarsus maupun tibia untuk membantu aktivitas menggali tanah. Selain itu, abdomen memanjang dengan permukaan tubuh yang umumnya berwarna hitam atau kecokelatan (Maharramov *et al.*, 2018). sayap depan memiliki pinggiran sayap bagian atas yang tebal dan kokoh dan dua sel submarginal serta sel diskal yang

jelas, dengan pterostigma kecil, abdomen bersifat sessile dan bersegmen jelas. Vena sayap umumnya lurus dan tidak melengkung tajam. Sayap belakang memiliki venasi yang lebih sederhana dibandingkan sayap depan, dengan jumlah vena yang lebih sedikit (Straka & Schmid, 2017).

Klasifikasi dari spesimen 18 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

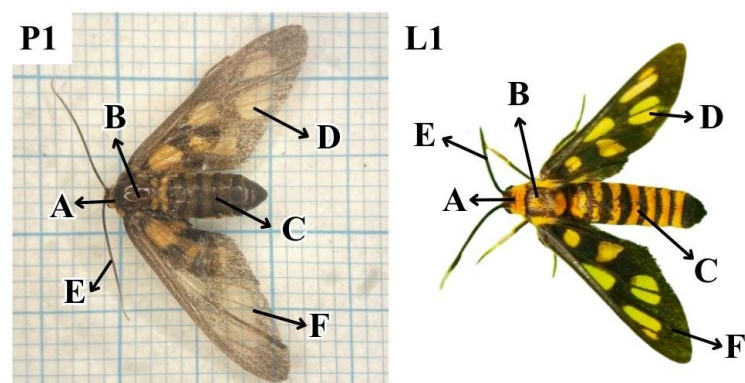
Order : Hymenoptera

Family : Crabronidae

Genus : Tachysphex

19. Spesimen 19

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 19 yang ditampilkan pada Gambar 4.19 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.19 Spesimen 19 genus *Amata*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga Terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) sayap, (E) corak kuning sayap

Hasil pengamatan pada spesimen 19 bahwa tubuh terbagi menjadi caput, toraks, dan abdomen dengan bentuk tubuh memanjang. Spesimen memiliki warna dominan hitam dengan kombinasi warna kuning pada bagian toraks dan abdomen. Bagian caput terdapat antena panjang menyerupai benang. Abdomen berbentuk silindris dengan pola garis atau pita berwarna kuning. Spesimen ini juga memiliki dua pasang sayap dengan warna kuning kecokelatan dan menunjukkan pola bercak yang khas, pada sayap depan maupun belakang memiliki struktur jaringan vena.

Spesimen 19 termasuk dalam genus *Amata* dalam famili *Erebidae*, genus ini berperan sebagai herbivora pada fase larva dan pada fase dewasa berperan sebagai penyerbuk karena mengonsumsi nektar. Genus ini memiliki tubuh ramping dengan warna hitam dengan garis kombinasi kuning atau orange pada tubuh, pola warna unik dan mencolok pada tubuh genus ini berfungsi sebagai mekanisme pertahanan diri melalui mimikri terhadap serangga beracun seperti tawon (Sisson *et al.*, 2025). Kedua pasang sayap pada *Amata* bersifat membran dengan venasi yang relatif kompleks. Sayap dengan pola bercak transparan berwarna kuning orange dilengkapi serbuk-serbuk halus (Zenker *et al.*, 2016).

Klasifikasi dari spesimen 19 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

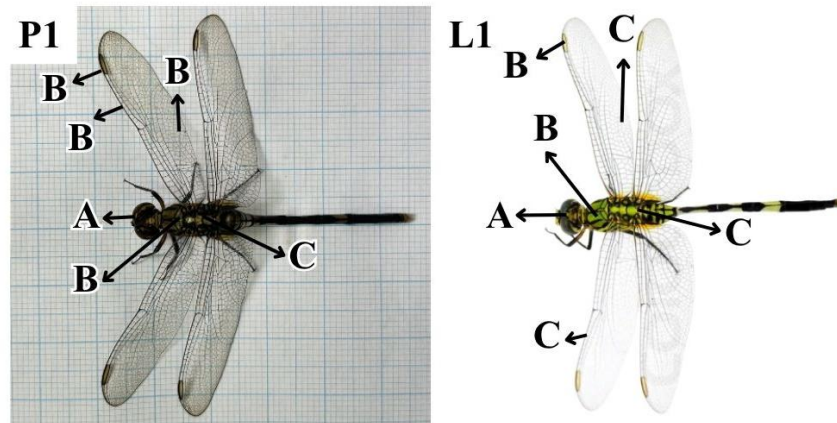
Order : Lepidoptera

Family : *Erebidae*

Genus : *Amata*

20. Spesimen 20

Hasil pengamatan menunjukkan, spesimen 20 yang ditampilkan pada Gambar 4.20 memiliki ciri morfologi sebagai berikut:



Gambar 4.20 Spesimen 20 genus *Orthetrum*. P1: gambar pengamatan dorsal, P2: gambar pengamatan sayap, L1: gambar literatur dorsal, L2: gambar literatur sayap (BugGuide.net, 2026). Bagian serangga terbang yang teramati: (A) caput, (B) toraks, (C) abdomen, (D) elytra, (E) vena anal, (F) vena radial 3

Hasil pengamatan pada spesimen 20 menunjukkan tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen memiliki warna dominan hitam kecokelatan hingga kekuningan. Bagian caput memiliki mata majemuk yang sangat besar dan hampir saling bertemu pada bagian dorsal kepala. Toraks tampak besar dan kuat sebagai tempat perlekatan otot terbang. Abdomen berbentuk panjang, ramping, dan silindris dengan segmen yang jelas. Spesimen memiliki tiga pasang kaki yang pendek dan ramping dan memiliki dua pasang sayap membran yang transparan. Sayap depan dan sayap belakang menunjukkan pola venasi yang sangat rapat dan kompleks, tersusun atas vena longitudinal dan vena melintang yang membentuk banyak sel sayap, serta terdapat pterostigma pada bagian ujung sayap.

Spesimen 20 termasuk dalam genus *Orthetrum* dalam famili Libellulidae, salah satu famili terbesar dalam ordo Odonata. Genus ini memiliki peran sebagai predator aktif yang memangsa berbagai serangga kecil yang terbang. Genus *Orthetrum* dapat dijumpai pada habitat terbuka seperti sungai, sawah, dan area perkebunan yang memiliki sumber air disekitarnya (May, 2019). Ciri morfologi genus ini memiliki mata majemuk yang menyatu diatas kepala, toraks sebagai tempat perlekatan otot terbang, abdomen ramping dan memanjang, kaki pendek berwarna gelap digunakan untuk menangkap mangsa di udara (Atourrohman dkk., 2020). Sayap terdiri atas dua pasang dan tetap terbuka pada saat istirahat. Venasinya sangat rapat yang memiliki jaringan vena longitudinal dan vena melintang yang membentuk banyak sel, terdapat pterostigma (kotak warna gelap) di ujung-ujung sayap depan dan belakang, dan vena anal membentuk segitiga seperti kaki. Struktur ini menghasilkan kerangka sayap yang kuat tapi fleksibel, serta disertai pterostigma pada ujung sayap (Rajabi *et al.*, 2016).

Klasifikasi dari spesimen 20 menurut BugGuide.net (2026) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Odonata

Family : Libellulidae

Genus : *Orthetrum*

Hasil identifikasi serangga terbang berdasarkan BugGuide.net (2026), Poorani (2014), Dangalle *et al.* (2011), dan Uniyal & Bhargav (2007) menunjukkan

bahwa serangga terbang yang ditemukan pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik teridentifikasi 6 ordo, 16 famili dan 20 genus, dengan jumlah genus paling banyak pada ordo Coleoptera yaitu 11 genus yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil identifikasi serangga terbang yang ditemukan pada perkebunan kopi organik dan anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Ordo	Famili	Genus	Literatur
Coleoptera	Scarabaeidae	Maladera	BugGuide.net
	Curculionidae	Xylosandrus	BugGuide.net
	Cerambycidae	Monochamus	BugGuide.net
	Phalacridae	Stilbus	BugGuide.net
	Coccinellidae	Scymnus	BugGuide.net
		Micraspis	Poorani (2014)
	Oedemeridae	Ischnomera	BugGuide.net
	Carabidae	Cicindela	Dangalle <i>et al.</i> (2011)
		Neocollyris	Uniyal & Bhargav (2007)
		Coptoderina	BugGuide.net
		Bembidion	BugGuide.net
Diptera	Muscidae	Musca	BugGuide.net
	Calliphoridae	Lucilia	BugGuide.net
	Dolichopodidae	Condylostylus	BugGuide.net
	Micropezidae	Taeniptera	BugGuide.net
Hemiptera	Cicadidae	Pomponia	BugGuide.net
	Reduviidae	Zelus	BugGuide.net
Hymenoptera	Crabronidae	Tachysphex	BugGuide.net
Lepidoptera	Erebidae	Amata	BugGuide.net
Odonata	Libellulidae	Orthetrum	BugGuide.net

4.2 Kelimpahan dan Peran Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi Anorganik Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Serangga terbang memainkan peranan penting dalam ekosistemnya. Berdasarkan hasil identifikasi, berikut adalah beberapa peranan serangga terbang pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang (Tabel 4.2)

Tabel 4.2 Kelimpahan dan peran serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Genus	kebun kopi organik	kebun kopi anorganik	Peran	Literatur
Maladera	53	57	Herbivora	A
Xylosandrus	188**	184**	Herbivora	B
Monochamus	32	8	Herbivora	C
Stilbus	127	94	Herbivora	D
Scymnus	1	1	Predator	E
Micraspis	3	0	Predator	F
Ischnomera	1	2	Polinator	G
Cicindela	1	0	Predator	H
Neocollyris	0	1	Predator	I
Coptoderina	8	7	Predator	J
Bembidion	6	15	Predator	K
Musca	47	32	Herbivora	L
Lucilia	27	38	Herbivora	M
Condylostylus	23	33	Predator	N
Taeniaptera	12	0	Predator	O
Pomponia	2	0	Herbivora	P
Zelus	2	1	Predator	Q
Tachysphex	6	3	Predator	R
Amata	1	0	Polinator	S
Orthetrum	0	1	Predator	T
Jumlah	540	477		

Keterangan: * : diperoleh dari 30 perangkap *yellow pan trap* yang diulang 3 kali
 ** : genus yang paling banyak ditemukan, A: Juliarni dkk. (2022), B: Greco *et al.* (2015), C: Asogwa *et al.* (2009), D: Gimmel (2013), E: Hodek *et al.* (2012), F: Yudiawati & Pratiwi (2020), G: Poloni *et al.* (2021), H: Safitri & Haryandi, (2023), I: Pearson & Vogler (2001), J: Rainio & Niemela (2016), K: Lovei & Sunderland (2016), L: Geden *et al.* (2021), M: Frederickx *et al.* (2012), N: Ricco dkk. (2019), O: Utomo dkk. (2022), P: Ruslan *et al.* (2021), Q: Yaherwandi & Diratika, (2020), R: Kurczewski *et al.* (2010), S: Sisson *et al.* (2025), T: May (2019).

Genus *Xylosandrus* dari famili Curculionidae adalah genus paling banyak jumlah individunya dibandingkan dengan genus lain. Dari kedua lahan kopi, genus *Xylosandrus* paling banyak ditemukan pada lahan kebun kopi organik. Hal tersebut berkaitan dengan ketersediaan inang dan kondisi lingkungan yang mendukung untuk siklus hidupnya. Lahan kopi organik umumnya mempunyai vegetasi yang

lebih beragam, termasuk keberadaan tanaman pelindung. Menurut penelitian Putri dkk. (2026), *Xylosandrus* merupakan kumbang ambrosia yang biasa membuat terowongan pada ranting tanaman hidup sebagai media membudidayakan jamur simbiosis sebagai sumber makanan utamanya dan mereka tidak mencerna selulosa kayu mati untuk tempat medianya, sehingga genus ini secara ekologis berperan sebagai hama tanaman atau herbivora. Elza (2025) juga menegaskan bahwa stabilitas suhu dan kelembapan udara pada lahan dengan pengelolaan tertentu juga akan memengaruhi dinamika populasi dan persebaran serangga. Kebun kopi organik umumnya memiliki vegetasi dengan naungan yang rimbun menciptakan kelembapan tinggi yang memicu pertumbuhan jamur simbiosis, yang pada akhirnya mendorong peningkatan koloni *Xylosandrus* sebagai hama penggerek yang merusak sistem vaskular tanaman kopi.

Ordo Coleoptera atau kumbang merupakan kelompok serangga terbesar dengan sayap keras atau elytra yang mencakup sekitar 400.000 spesies. Mereka berperan penting sebagai predator, herbivor, dan dekomposer di berbagai ekosistem (Aseran & Rizali, 2022). Famili Curculionidae terdiri atas 18 subfamili, 4.600 genus dan 51.000 spesies termasuk subfamili Scolytinae dan Platypodinae (Anderson, 2002). Famili Curculionidae termasuk kelompok kumbang yang berperan penting dalam ekosistem, baik di hutan, perkebunan, maupun pertanian (Najmi dkk., 2018).

Tabel 4.3 Persentase peranan serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

No	Peran	Kebun kopi organik		Kebun kopi anorganik	
		Jumlah individu	Persentase (%)	Jumlah individu	Persentase (%)
1.	Herbivora	476*	88,15%	413*	86,58%
2.	Polinator	2	0,37%	2	0,42%
3.	Predator	62	11,48%	62	13,00%
Jumlah		540	100	477	100

Keterangan*: Peran dengan jumlah individu terbanyak

Serangga terbang yang telah diidentifikasi pada perkebunan kopi Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang memiliki tiga peran utama dalam ekosistem perkebunan tersebut, yaitu herbivor, polinator, dan predator. Berdasarkan hasil pengamatan, peran yang paling dominan dari serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik adalah peran sebagai herbivora. Terdapat 88,15% individu pada kebun kopi organik yang memiliki peran sebagai herbivor, 0,37% sebagai polinator, dan 11,48% sebagai predator, sedangkan pada kebun kopi anorganik terdapat 86,58% individu yang memiliki peran sebagai herbivora, 0,42% sebagai polinator, dan 13,00% sebagai predator. Berdasarkan data dari kedua kebun, hasil yang diperoleh hampir sama, yaitu didominasi oleh kelompok herbivora, meskipun pada kebun kopi organik jumlah herbivora sedikit lebih banyak yaitu 456 individu. Hal ini terjadi akibat ekosistem kopi menyediakan sumber pakan yang melimpah bagi serangga.

Menurut Gongora *et al.* (2023), tanaman kopi menyediakan sumber pakan berupa daun, bunga, buah, maupun bagian tanaman lain bagi serangga herbivor sehingga mendukung tingginya populasi. Venzon (2021) memperkuat bahwa sistem perkebunan yang cenderung homogen juga dapat meningkatkan ketersediaan inang bagi serangga herbivora yang lebih mudah berkembang

dibanding kelompok serangga lainnya. Persentase herbivora yang tinggi di kedua lahan menandakan bahwa tekanan dari musuh masi belum cukup kuat. Hal ini sesuai dengan penelitian Taylor (2022) yang menyatakan bahwa pada sistem pertanian dengan intensitas pengelolaan tertentu, keseimbangan antara herbivora dan predator sering tidak stabil karena keterbatasan habitat bagi musuh alami. Rendahnya predator juga disebabkan oleh keterbatasan vegetasi penunjang atau kondisi habitat kurang kompleks. Gongora *et al.* (2023) juga menyatakan bahwa sumber nektar terbatas atau waktu pengamatan yang tidak bertepatan dengan masa berbunga mengakibatkan jumlah polinator yang teramati akan sangat sedikit.

4.3 Analisis Komunitas Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang.

Hasil identifikasi serangga terbang pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang dapat dilihat pada (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Hasil analisis komunitas serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

No.	Komunitas	Kebun kopi organik	Kebun kopi anorganik
1.	Jumlah individu	540	477
2.	Jumlah genus	18	15
3.	Jumlah famili	15	13
4.	Indeks keanekaragaman (H')	1,964 ^a	1,855 ^a
5.	Indeks dominansi (C)	0,203 ^b	0,219 ^b
6.	Indeks kesamaan komunitas (C_s)	0,865	

Keterangan:^a = tidak berbeda nyata pada uji T keanekaragaman (0,094)

^b = tidak berbeda nyata pada uji T dominansi (0, 331)

Berdasarkan data pada Tabel 4.4, perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang terlihat bahwa jumlah individu, genus, dan famili yang ditemukan lebih banyak

pada perkebunan kopi organik yaitu 540 individu, 15 famili, dan 18 genus, sedangkan pada kebun kopi anorganik yaitu 477 individu, 13 famili, dan 15 genus. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan kebun kopi organik memiliki lahan dengan kondisi lingkungan yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh serangga terbang untuk mendukung kelangsungan hidupnya. Menurut Bhunia *et al.* (2021), penggunaan pupuk organik berupa pupuk kandang mampu meningkatkan kandungan bahan organik dan kestabilan struktur tanah yang mendukung kualitas habitat yang baik. Menurut El-Shafie (2022) keberadaan serangga terbang sangat dipengaruhi oleh sumber makanan pada suatu habitat, vegetasi yang lebih beragam menghasilkan lebih banyak nektar, serbuk sari, dan sumber makanan lainnya yang dibutuhkan serangga terbang, terutama kelompok polinator seperti lebah, lalat bunga, dan beberapa jenis kumbang. Kondisi tersebut menyebabkan kelimpahan serangga herbivora pada perkebunan organik cenderung lebih tinggi dibandingkan perkebunan anorganik. Hal ini sejalan dengan penelitian Galloway *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa sistem pertanian organik umumnya memiliki kelimpahan dan keanekaragaman serangga yang lebih tinggi karena menyediakan habitat yang lebih heterogen serta sumber daya yang lebih beragam bagi arthropoda.

Hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik menunjukkan hasil yang tidak signifikan dimana hasil uji T yaitu $p = 0,094$ lebih besar dari $p > 0,05$. Hal tersebut sesuai dengan Pratiwi & Lubis (2021) menyatakan bahwa nilai $p > 0,05$ artinya tidak ada perbedaan yang signifikan. Hasil nilai indeks keanekaragaman (H') pada perkebunan kopi organik sebesar 1,964 sedangkan pada perkebunan kopi

anorganik sebesar 1,855. Hal tersebut sesuai dengan Habibi dkk. (2022) yang menyatakan bahwa jika nilai indeks keanekaragaman ≤ 1 maka keanekaragaman serangga tersebut rendah, jika nilai $1 < H' < 3$ maka keanekaragaman serangga tersebut sedang, dan jika nilai $H' \geq 3$ maka keanekaragaman serangga tersebut tinggi. Menurut Amrulloh dkk. (2023), semakin besar nilai suatu keanekaragaman, berarti semakin banyak jenis yang didapatkan dan nilai ini sangat bergantung pada nilai total dari individu masing-masing jenis atau genus yang diperoleh di habitat tersebut. Menurut Tamar dkk. (2020), faktor yang dapat memengaruhi nilai keanekaragaman jenis (H') adalah kondisi lingkungan, jumlah jenis dan sebaran individu pada masing-masing jenis. Taradipha dkk. (2018) menjelaskan bahwa kehidupan serangga dipengaruhi oleh faktor lingkungan pada habitat maupun ekosistemnya, sehingga dampak dari adanya aktivitas manusia yang intensif dapat memengaruhi fluktuasi ekosistem, keanekaragaman hayati, dan respon serta ketahanan dari suatu spesies.

Hasil analisis indeks dominansi pada kedua perkebunan kopi tidak ada perbedaan yang signifikan dengan nilai $p = 0,331$. Indeks dominansi pada perkebunan kopi organik memiliki nilai sebesar 0,203, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik sebesar 0,219. Djaya dkk. (2022), jika nilai $C < 1$, maka tidak ada jenis atau famili yang mendominasi, dan jika nilai $C = 1$, maka ada jenis atau famili yang mendominasi. Hasil menunjukkan pada kedua perkebunan memiliki tingkat dominansi yang rendah. Menurut Nainggolan dkk. (2015), semakin heterogen suatu lingkungan fisik, semakin kompleks komunitas flora dan fauna di suatu tempat tersebut dan semakin tinggi keragaman jenisnya. Menurut Amrulloh dkk. (2023),

tinggi rendahnya dominansi spesies tidak memengaruhi nilai indeks keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan suatu spesies pada suatu habitat.

Indeks kesamaan komunitas diperoleh nilai sebesar 0,865, hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesamaan dua komunitas tergolong sedang, artinya dua komunitas memiliki kesamaan yang cukup signifikan tanpa mencapai homogenitas penuh, sehingga cocok disebut sebagai tingkat kemiripan sedang (Ives & Helmus, 2010). Hal tersebut sesuai dengan Smith & Smith (2006) menjelaskan mengenai nilai indeks kesamaan komunitas apabila mendekati 0 maka tidak ada kemiripan sedangkan apabila mendekati 1 maka kemiripannya semakin tinggi. Hal ini membuktikan bahwa separuh dari komposisi genus serangga terbang pada dua komunitas serupa atau memiliki kemiripan, namun masih terdapat beberapa variasi genus yang menandakan perbedaan ekologi.

Keanekaragaman serangga berperan penting dalam suatu ekosistem untuk menjaga kestabilannya. yang tinggi dalam suatu ekosistem menunjukkan bahwa ekosistem tersebut seimbang dan stabil, sebaliknya jika keanekaragaman serangga rendah menunjukkan bahwa ekosistem tersebut tidak stabil dan kurang seimbang, yang pada akhirnya dapat mengganggu kelancaran proses jaring-jaring makanan (Suheriyanto, 2008). Allah berfirman dalam (QS Fatir [35]: 28) sebagai berikut.

وَمِنَ النَّاسِ وَالْدَّوَابِّ وَالْأَنْعَامِ مُخْتَلِفٌ أَلْوَنُهُ كَذَلِكَ إِنَّمَا يَخْشَى اللَّهَ مِنْ عِبَادِهِ الْعُلَمَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ غَفُورٌ ۚ ٢٨

Artinya: “ (Demikian pula) di antara manusia, makhluk bergerak yang bernyawa, dan hewan-hewan ternak ada yang bermacam-macam warnanya (dan sejenisnya). Di antaranya hamba-hamba Allah yang kuat kepada-Nya, hanyalah para ulama. Sesungguhnya Allah Mahaperkasa lagi Maha Pengampun.” (QS Fatir [35]: 28)

Menurut Shihab (2002) dalam Tafsir Al-Mishbah, ayat ini menjelaskan perbedaan bentuk dan warna makhluk hidup dengan bermacam-macam bentuk, ukuran, jenisnya, seperti keragaman hewan dan tumbuhan. “كَذَٰلِكَ” dipahami oleh banyak ulama dalam arti “seperti keragaman itu juga terjadi pada makhluk makhluk hidup.” Ada juga ulama yang memahaminya dalam arti “seperti itulah perbedaan-perbedaan yang tampak dalam kenyataan yang dialami makhluk”. Ini kemudian mengantar kepada pernyataan berikutnya yang maknanya adalah “Yang takut kepada Allah dari manusia yang berbeda-beda warnanya itu hanyalah para ulama atau cendekiawan”. Menurut Al-Hifnawi & Utsman (2007) dalam terjemahan Tafsir Al-Qurthubi, yang artinya “Dan binatang-binatang ternak, ada yang bermacam-macam.” “وَالْأَنْعَامُ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانٌ” macam warnanya (jenisnya) maksudnya adalah di antara hewan ternak tersebut ada yang berwarna merah, putih, dan hitam, dan lainnya. Ini adalah dalil dan tanda bahwa pencipta (Allah) itu berbuat sekehendak hati-Nya.

Ayat tersebut memiliki korelasi dengan hasil penelitian tentang serangga terbang. Allah menciptakan makhluk hidup dengan berbagai jenis, bentuk, dan ukuran, termasuk serangga yang memiliki variasi morfologi dan fungsi. Hal ini dapat dilihat pada serangga terbang yang telah diteliti, di mana setiap jenis memiliki perbedaan, baik secara ukuran tubuh, warna, maupun struktur sayap dan venasinya. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya adaptasi terhadap lingkungan dan berhubungan dengan peran ekologisnya, yaitu seperti polinator, predator, dan herbivor. Hal tersebut dipelajari keberagamannya semata-mata untuk mengingatkan kita kembali pada kekuasaan dan kebesaran Allah dalam menciptakan segalanya, yang menjadikan kita termasuk golongan ulama.

4.4 Analisis Faktor Abiotik pada Perkebunan Kopi Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Lingkungan memengaruhi jumlah dan keanekaragaman serangga. Menurut Taradipha dkk. (2018), kondisi lingkungan suatu habitat sangat memengaruhi keberadaan serangga di dalamnya. Salah satu parameter yang memengaruhi keberadaan serangga terbang adalah faktor abiotik, di antaranya suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kecepatan angin (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Hasil analisis faktor abiotik pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

No.	Faktor abiotik	Kebun Kopi Organik	Kebun Kopi Anorganik	p^*
1.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	$24,16 \pm 2,57$	$24,96 \pm 2,13$	0,57
2.	kelembapan (%)	$93,10 \pm 7,76$	$91,38 \pm 7,71$	0,71
3.	Intensitas cahaya (lux)	$552,28 \pm 317,51$	$907,51 \pm 715,94$	0,29
4.	Kecepatan angin (m/s)	$0,8 \pm 0,30$	$0,76 \pm 0,22$	0,84

Keterangan*: tidak berbeda nyata jika $p > 0,05$

Hasil pengukuran suhu rata-rata pada kebun kopi organik yaitu $24,16 \pm 2,57^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada kebun kopi anorganik yaitu $24,96 \pm 2,13^{\circ}\text{C}$. Tidak ada *perbedaan* yang signifikan antara kedua lahan perkebunan tersebut karena memiliki nilai $p = 0,57$. Hasil ini menunjukkan rata-rata suhu pada kebun kopi organik lebih rendah dibandingkan dengan suhu pada kebun kopi anorganik. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh faktor ketinggian tempat, tutupan vegetasi, dan struktur naungan yang lebih kompleks pada kebun kopi organik. Suhu lingkungan yang lebih rendah dan stabil pada kebun kopi organik berpengaruh pada kondisi mikroklimat, yang pada waktunya dapat memengaruhi aktivitas, metabolisme, dan distribusi serangga. Menurut Hannigan *et al.* (2023), suhu merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi keanekaragaman dan perilaku serangga,

termasuk dalam proses reproduksi dan pergerakan. Menurut Riry dkk. (2020), serangga memiliki respons suhu yang berbeda di mana suhu optimal memaksimalkan perkembangan serangga udara berkisar 23°C-33°C. Nilai tersebut dapat dimaksimalkan untuk perkembangan serangga udara, sedangkan jika suhu udara lebih dari 35°C dapat mengakibatkan berkurangnya keanekaragaman serangga terbang. Chantika dkk. (2024) menjelaskan bahwa sistem kopi yang memiliki naungan jauh lebih sejuk cenderung mendukung komunitas serangga yang lebih stabil dan ekosistem lebih beragam karena menyediakan lingkungan dengan mikroklimat yang lebih mendukung.

Hasil pengukuran rata-rata kelembapan pada kebun kopi organik yaitu $93,10 \pm 7,76\%$, sedangkan pada kebun kopi anorganik sebesar $91,38 \pm 7,71\%$, dengan nilai signifikansi $p = 0,71$ yang menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa kelembapan udara pada kebun kopi organik lebih tinggi dibandingkan kebun kopi anorganik. Perbedaan tersebut salah satunya karena faktor ketinggian tempat dan naungan. Menurut Sulaiman dkk. (2022), sebagian besar serangga memiliki kisaran toleransi kelembapan pada rentang 73%-100%. Ayu dkk. (2020) menjelaskan kebun kopi di dataran tinggi dengan naungan cenderung memiliki kelembapan udara tinggi, dan kondisi tersebut memengaruhi keanekaragaman serangga.

Hasil pengukuran rata-rata intensitas cahaya pada kebun kopi organik yaitu $552,28 \pm 317,51$ lux, sedangkan pada kebun kopi anorganik sebesar $907,51 \pm 715,94$ lux, dengan nilai signifikansi $p = 0,29$ yang menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata. Hal ini menunjukkan rata-rata intensitas cahaya pada kebun kopi anorganik lebih tinggi dibandingkan dengan kebun kopi organik. Keadaan tersebut

karena naungan pada kebun kopi anorganik lebih jarang dibandingkan kebun kopi organik. Hal ini sesuai dengan Montgomery & Chazdon (2001) yang menyatakan bahwa struktur tajuk pohon dan kepadatan daun sangat memengaruhi distribusi cahaya di bawah kanopi. Labibah dkk. (2023) menjelaskan bahwa intensitas cahaya turut memengaruhi perilaku serangga dan berkaitan erat dengan kelembapan tempat tinggal serangga, di mana serangga membutuhkan cahaya untuk meningkatkan suhu tubuh dan mempercepat metabolisme.

Hasil pengukuran kecepatan angin pada kebun kopi organik sebesar $0,8 \pm 0,30$ m/s, sedangkan pada kebun kopi anorganik sebesar $0,76 \pm 0,22$ m/s, tidak ada perbedaan yang signifikan antara kedua lahan perkebunan tersebut karena memiliki nilai $p = 0,84$. Menurut Dima dkk. (2023), kecepatan angin memiliki pengaruh terhadap kelimpahan serangga udara. Semakin tinggi kecepatan angin, semakin berkurang aktivitas serangga. Kecepatan angin memiliki dampak terutama terhadap kemampuan terbang serangga atau dalam mobilisasi serta distribusinya. Yanti dkk. (2022) menjelaskan bahwa pada saat hujan umumnya serangga akan bersembunyi, dan apabila sayap serangga basah maka akan menyebabkan serangga tidak bisa terbang sehingga mengakibatkan lebih mudah dimangsa oleh predator.

4.5 Analisis Korelasi Faktor Abiotik dengan Jumlah Individu Serangga Terbang

Hasil Analisis korelasi antara faktor abiotik lingkungan dengan jumlah individu serangga terbang dapat dilihat pada (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Hasil analisis korelasi faktor abiotik dengan jumlah individu serangga terbang pada perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

Genus	Faktor abiotik			
	Suhu	Kelembaban	Intensitas Cahaya	Kecepatan Angin
Maladera	0,077	0,031	0,523	0,844
Xylosandrus	0,112	0,022	0,215	-0,221
Monochamus	0,179	-0,178	-0,421	-0,114
Stilbus	-0,313	0,164	-0,659	-0,652
Scymnus	-0,801	0,858	-0,062	-0,347
Micrapis	0,089	-0,075	-0,438	-0,293
Ischnomera	-0,311	0,343	0,245	0,868
Cicindela	-0,841	0,782	-0,660	-0,219
Neocollyris	0,436	-0,523	-0,153	-0,181
Coptoderina	-0,319	0,405	0,428	0,146
Bombodion	-0,328	0,465	0,739	0,261
Musca	0,015	-0,060	-0,685	-0,571
Lucilia	-0,006	0,107	0,514	-0,348
Condylostylus	-0,295	0,292	0,132	-0,456
Taeniaptera	-0,693	0,575	-0,703	-0,324
Pomponia	-0,693	0,575	-0,703	-0,324
Zelus	0,549	-0,476	0,167	0,302
Tachysphex	0,408	-0,546	-0,511	-0,207
Amata	-0,035	-0,055	-0,230	-0,190
Orthetrum	0,101	-0,039	0,581	0,999

Keterangan: angka tebal: nilai tertinggi

Hasil analisis hubungan antara faktor abiotik suhu udara dengan genus *Cicindela* menunjukkan korelasi negatif sangat kuat terhadap suhu udara (-0,841), yang mengindikasikan bahwa peningkatan suhu cenderung diikuti dengan penurunan keberadaan genus ini. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Cicindela* lebih menyukai kondisi lingkungan dengan suhu yang relatif tinggi. Menurut Sinclair *et al.*, (2022), kesesuaian suhu berperan penting dalam mengatur metabolisme dan perkembangan serangga, di mana suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres fisiologis dan menurunkan populasi. Suhu optimum untuk genus *Cicindela*

melakukan aktivitasnya adalah pada suhu 34°C-37°C dengan suhu tubuh ideal mencapai 35°C (Bowley *et al.*, 2026). Penelitian oleh cha *et al.* (2026) menjelaskan bahwa genus *Cicindela* sangat sensitif terhadap kondisi habitat lokal seperti kelembapan tanah, tutupan vegetasi, dan kondisi mikrohabitat. Keberadaan mereka sering kali juga ditentukan oleh kesesuaian habitat dan tidak hanya oleh satu faktor lingkungan tunggal saja.

Hasil analisis menunjukkan kelembapan udara memiliki korelasi positif sangat kuat dengan genus *Scymnus* dengan nilai sebesar 0,858. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kelembapan udara, maka keberadaan genus *Scymnus* cenderung meningkat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa genus ini lebih menyukai habitat yang lembap, yang umumnya berkaitan dengan keberadaan naungan yang mampu mempertahankan kadar air pada habitat tersebut. Menurut Nguyen (2020), kelembapan udara berperan penting dalam menjaga keseimbangan air dalam tubuh serangga serta mendukung aktivitas fisiologis dan reproduksi. Kelembapan yang tinggi dapat meningkatkan kelangsungan hidup serangga dengan mengurangi kehilangan air dan meningkatkan aktivitas mencari makan, karena itu genus yang memiliki korelasi positif dengan kelembapan cenderung lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan yang lembap. Suhu optimum untuk genus *Scymnus* secara umum berkisar antara 60%-75%, dengan suhu toleransi maksimum mencapai 90%-95% pada kondisi mikro tanaman kopi (Oduor *et al.*, 2003). Keena *et al.* (2012) menjelaskan rendahnya jumlah individu dapat dipengaruhi oleh perilaku hidup tersembunyi dan mobilitas tinggi sehingga menurunkan peluang deteksi saat sampling. Kelembapan berperan sebagai faktor pendukung, sedangkan kelimpahan individu lebih ditentukan oleh interaksi ekologis yang lebih kompleks.

Hasil analisis korelasi antara genus *Bembidion* menunjukkan korelasi positif yang kuat terhadap intensitas cahaya (0,739), hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan genus *Bembidion* lebih banyak pada kondisi dengan cahaya yang lebih tinggi. Menurut Effendi dkk. (2022), intensitas cahaya memengaruhi aktivitas harian serangga, termasuk dalam mencari makan, terbang, dan reproduksi. Menurut Rizky dkk. (2023), serangga diurnal cenderung aktif pada kondisi cahaya tinggi karena intensitas cahaya memengaruhi sistem penglihatan dan orientasi terbang. Oleh sebab itu, genus yang aktif pada siang hari cenderung memiliki korelasi positif terhadap intensitas cahaya.

Hasil analisis menunjukkan kecepatan angin memiliki korelasi positif sangat kuat dengan genus *Orthetrum* dengan nilai sebesar 0,999. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kecepatan angin, maka keberadaan genus *Orthetrum* cenderung meningkat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa genus ini lebih menyukai habitat area terbuka. Genus *Orthetrum* merupakan anggota ordo Odonata yang dikenal memiliki kemampuan terbang yang sangat kuat dan stabil. Capung memiliki otot terbang yang berkembang baik serta sayap yang kaku dan efisien, sehingga mampu mempertahankan posisi terbang bahkan pada kondisi angin yang relatif tinggi (Combes & Dudley, 2020). Menurut May (2019) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa aktivitas terbang Odonata lebih optimal pada kondisi angin lemah karena mendukung efisiensi energi dan manuver saat berburu.

Serangga terbang yang ditemukan memiliki perannya dalam ekosistem perkebunan, agar dapat menjaga keseimbangan ekosistem secara tidak langsung. Allah berfirman dalam (QS Al An'am [6]: 38) sebagai berikut.

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا طَائِرٍ يَطِيرُ بِجَنَاحَيْهِ إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَلُكُمْ مَا فَرَّطْنَا فِي الْكِتَابِ مِنْ شَيْءٍ ۚ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّهِمْ يُحْشَرُونَ ﴿٣٨﴾

Artinya: “ Tidak ada seekor hewan pun (yang berada) di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan semuanya merupakan umat (juga) seperti kamu. Tidak ada sesuatu pun yang kami luputkan di dalam kitab, kemudian kepada Tuhannya mereka dikumpulkan.” (QS Al-An’am [6]: 38)

Menurut Shihab (2002) dalam tafsir Al-Mishbah, ayat ini menjelaskan keberadaan binatang-binatang di permukaan bumi dan burung-burung yang terbang di udara, yang kesemuanya serupa dengan umat manusia. Masing-masing memiliki ciri, kekhususan, dan sistem. Tentu saja persamaan atau keserupaan manusia dengan binatang-binatang itu tidak menyeluruh mencakup segala aspek, tidak juga setingkat, misalnya dalam kebutuhan, kekuatan atau pikiran. Menurut Al-Hifnawi & Utsman (2007) dalam terjemahan Tafsir Al-Qurthubi, “إِلَّا أُمَمٌ أَمْثَلُكُمْ” yang artinya “melainkan umat (juga) seperti kamu” bahwa Allah telah menciptakan segala jenis binatang itu dengan menjamin rezeki mereka, dan berbuat adil terhadap mereka, sehingga janganlah kalian berbuat zalim dan sewenang-wenang terhadap mereka pada hal-hal yang diperintahkan kepada kalian. Binatang yang ada di bumi yang diketahui oleh mereka itu seperti kita dalam hal melakukan tasbih dan menunjukkan keesaan Allah. Makna firman Allah itu dan tiadalah binatang-binatang dan burung-burung melainkan mereka bertasbih kepada Allah, dan hal ini menunjukkan keesaan Allah (Al-Hifnawi & Utsman, 2007).

Ayat tersebut berkaitan dengan penelitian ini, yaitu menjelaskan bahwa hewan juga umat Allah, sama dengan manusia, yang sama-sama membutuhkan makanan, kebutuhan kawin, berinteraksi dengan sesama spesies sehingga ketika membaca ayat ini diharapkan kita dapat memahami mengenai *animal welfare*

(kondisi fisik dan mental hewan yang dipengaruhi oleh perlakuan dan lingkungannya) dan kita dilarang untuk membatasi hewan untuk bergerak sebagaimana mestinya di alam. Hewan juga sama seperti kita yang meskipun memiliki peran, ciri, kekhususan, dan sistem kehidupan yang berbeda-beda, pada hakikatnya mereka sama dengan manusia di mata Allah. Bagaimana pun rupa nya semua makhluk nantinya akan dikumpulkan dan dimintai pertanggungjawaban oleh Allah Swt.

Ayat ulul albab yang berkaitan dengan penelitian keanekaragaman serangga terbang sebagai berikut. Allah berfirman dalam (QS Ali-Imran [3]: 190) sebagai berikut.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۝ ١٩٠

Artinya: “*Sesungguhnya dalam menciptakan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal (Ulul Albab)*” (QS Al-Imron [3]: 190)

Menurut Shihab (2002) dalam tafsir Al-Mishbah, kata الألباب (al-albab) adalah bentuk jamak dari لب (lubb yaitu saripati sesuatu. Kacang), misalnya memiliki kulit yang menutupi isinya. Isi kacang dinamai lubb. Ulul Albab adalah orang-orang yang memiliki akal yang murni, yang tidak diselubungi oleh "kulit", yakni kabut ide, yang dapat melahirkan kerancuan dalam berpikir. Orang yang merenungkan fenomena alam raya akan dapat sampai kepada bukti yang sangat nyata tentang keesaan dan kekuasaan Allah Swt. Menurut Al-Hifnawi & Utsman (2007) dalam terjemahan Tafsir Al-Qurthubi, Allah Swt. memerintahkan kita untuk melihat, merenung, dan mengambil kesimpulan, pada tanda-tanda ktuhanan. Karena tanda-tanda tersebut tidak mungkin ada kecuali diciptakan oleh Yang Hidup, Yang Mengurusinya, Yang Suci, Yang Menyelamatkan, Yang Maha Kaya

dan tidak membutuhkan apa pun yang ada di alam semesta ini. Dengan meyakini hal tersebut, maka keimanan mereka bersandarkan atas keyakinan yang benar, dan bukan hanya sekadar ikut-ikutan. Pada ayat ini Allah Swt. Menyebutkan *لآيَاتِ الْأُولَى* “Terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.” Inilah salah satu fungsi akal yang diberikan kepada seluruh manusia, yaitu agar mereka dapat menggunakan akal tersebut untuk merenungkan tanda-tanda yang telah diberikan oleh Allah Swt.

Ayat tersebut berkaitan dengan penelitian tentang keanekaragaman serangga terbang, terutama dalam memahami fenomena alam sebagai bukti kebesaran Allah Swt. Pergantian siang dan malam yang disebutkan dalam ayat berpengaruh terhadap aktivitas serangga, karena ada serangga yang aktif pada siang hari (diurnal) dan ada juga yang aktif pada malam hari (nokturnal). Secara ekologi, hal ini menunjukkan adanya keteraturan serta hubungan antara faktor lingkungan, seperti cahaya, kelembapan, dan suhu, dengan kehidupan serangga. Oleh sebab itu, mahasiswa ekologi sebagai bagian dari *ulul albab* memiliki peran penting dalam mengkaji fenomena ini secara ilmiah melalui kegiatan pengamatan, analisis, serta pemahaman terhadap keanekaragaman dan interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Sebagai mahasiswa di UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang memiliki identitas *ulul albab*, kegiatan ilmiah tidak hanya berfokus pada aspek sains, tetapi juga mengintegrasikan ilmu pengetahuan dengan nilai-nilai keislaman, sehingga diharapkan keanekaragaman serangga tidak hanya memberikan pemahaman dari sisi ekologi, tetapi juga menjadi sarana untuk memahami tanda-tanda kebesaran Allah Swt. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan keimanan serta kesadaran manusia akan pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan.

Penelitian ini berkaitan dengan *hablum min Allah*, karena keberadaan serangga terbang seperti lebah, kupu-kupu, lalat, dan tawon merupakan bagian dari ciptaan Allah Swt. yang memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Masang, 2020). Penelitian ini juga berkaitan dengan *hablum min annas* karena hasil penelitian dapat memberikan manfaat ilmiah bagi masyarakat, petani kopi, maupun pengelola perkebunan dalam memahami pentingnya menjaga keberadaan serangga terbang dengan berbagai peranan, yaitu sebagai polinator, predator alami hama, maupun bagian dari rantai makanan dalam ekosistem perkebunan kopi (Utari dkk., 2024). Selain itu, penelitian ini berhubungan dengan *hablum minal 'alam* karena memberikan pemahaman bahwa ekosistem perkebunan kopi bukan hanya tempat produksi pertanian, tetapi juga habitat bagi berbagai jenis makhluk hidup yang perlu dijaga kelestariannya (Larasati & Hamid, 2024). Oleh karena itu, menjaga keanekaragaman hayati dan keseimbangan lingkungan merupakan bentuk tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi agar keberlangsungan alam tetap terpelihara bagi generasi sekarang maupun generasi mendatang.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian keanekaragaman serangga terbang pada Perkebunan Kopi (*Coffea* sp.) Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memperoleh 20 genus serangga terbang dari perkebunan kopi organik dan perkebunan kopi anorganik, yaitu *Maladera*, *Xylosandrus*, *Monochamus*, *Stilbus*, *Scymnus*, *Micraspis*, *Ischnomera*, *Cicindela*, *Neocollyris*, *Coptoderina*, *Bembidion*, *Musca*, *Lucilia*, *Condyllostylus*, *Taeniptera*, *Pomponia*, *Zelus*, *Tachysphex*, *Amata*, dan *Orthetrum*.
2. Kelimpahan serangga terbang pada perkebunan kopi organik berjumlah 540 individu, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik berjumlah 477 individu. Berdasarkan peran ekologisnya, serangga terbang pada perkebunan kopi organik didominasi oleh kelompok herbivora sebesar 88,15%, diikuti oleh polinator 0,37%, dan predator sebesar 11,48%. Semnetara itu, pada perkebunan kopi anorganik didominasi oleh kelompok herbivora sebesar 86,58%, diikuti oleh polinator sebesar 0,42%, dan predator sebesar 13,00%.
3. Perkebunan kopi organik memiliki 540 individu dengan 18 genus, sedangkan perkebunan kopi anorganik memiliki 477 individu dengan 15 genus. Indeks keanekaragaman pada perkebunan kopi organik (1,964) lebih besar dibandingkan dengan indeks keanekaragaman pada perkebunan kopi anorganik (1,855). Indeks dominansi pada perkebunan kopi organik (0,203) lebih kecil dibandingkan dengan indeks dominansi pada perkebunan kopi anorganik

(0,219). Indeks kesamaan komunitas pada perkebunan kopi organik dan anorganik sebesar 0,865.

4. Perkebunan kopi organik memiliki suhu rata-rata $24,16 \pm 2,57^{\circ}\text{C}$, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik memiliki suhu rata-rata $24,96 \pm 2,13^{\circ}\text{C}$. Perkebunan kopi organik memiliki kelembapan rata-rata $93,10 \pm 7,76\%$, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik memiliki kelembapan rata-rata $91,38 \pm 7,71\%$. Perkebunan kopi organik memiliki intensitas cahaya rata-rata $552,28 \pm 317,51$ lux, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik memiliki intensitas cahaya rata-rata $907,51 \pm 715,94$ lux. Perkebunan kopi organik memiliki kecepatan angin rata-rata $0,8 \pm 0,30$ m/s, sedangkan pada perkebunan kopi anorganik memiliki kecepatan angin rata-rata $0,76 \pm 0,22$ m/s.
5. Hasil analisis korelasi antara faktor abiotik dengan keanekaragaman serangga terbang di perkebunan kopi Desa Gunungrejo, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang menunjukkan korelasi dengan *Cicindela*, *Scymnus*, *Bembidion*, dan *Orthetrum*.

5.2 Saran

Penelitian ini dilaksanakan pada musim hujan. Penelitian selanjutnya disarankan dilakukan pada musim yang berbeda, seperti musim kemarau atau puncak musim hujan, untuk melihat dinamika keanekaragaman serangga terbang secara temporal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W., Ekyastuti, W., & Arbiastutie, Y. (2022). Keanekaragaman jenis anggrek (Orchidaceae) di kawasan taman wisata alam gunung melintang Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*, 10(4), 881-890. <https://doi.org/10.26418/jhl.v10i4.46460>.
- Ahrens, D. (2005). The phylogeny of sericini and their position within the Scarabaeidae based on morphological characters (Coleoptera: Scarabaeidae). *Systematic Entomology*, 31(1), 113-144.
- Ahrens, D. (2006). Cladistic analysis of Maladera (Omaladera): implications on taxonomy, evolution and biogeography of the Himalayan species (Coleoptera: Scarabaeidae: Sericini). *Organisms Diversity & Evolution*, 6(1), 1-16
- Al-Bukhari, M. I. (tanpa tahun). *Hadis Shahih Al-Bukhari*, no. 2320
- Al-Hifnawi, M., & Utsman, M. H. (2007). *Tafsir Al-Qurthubi*. Pustaka Azzam.
- Alam, I., Warkoyo, W., & Siskawardani, D. D. (2022). Karakteristik tingkat kematangan buah kopi robusta (*Coffea canephora* A. Froehner) dan buah kopi arabika (*Coffea arabica* Linnaeus) terhadap mutu dan cita rasa seduhan kopi. *Food Technology and Halal Science Journal*, 5(2), 169-185. <https://doi.org/10.22219/ftsh.v5i2.21925>.
- Alhafizin, M., Ilhamdi, M. L., & Wirajagat, G. C. (2025). Diversity of soil insects in the aiknyet natural tourism area, West Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(3), 2477-2487.
- Amrulloh, M. F. F., Kamaludin, K., Atini, B., Priyambodo, H. Y., & Moi, M. Y. (2022). Diversity, evenness, and species richness of aerial insects in dry land of Kefamenanu, North Central Timor, East Nusa Tenggara. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 6(3), 98.
- 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), 139.
- Anderson, R. S. (2002). *Famili 131. Curculionidae Latreille 1802*. American Beetles, 2, 722-815.
- Andesgur, I. (2019). Analisa kebijakan hukum lingkungan dalam pengelolaan pestisida. *Bestuur*, 7(2), 93.
- Aseran, K. A. W., & Rizali, A. (2022). Keanekaragaman dan kelimpahan ordo Coleoptera pada perkebunan kopi di Jawa Timur. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 10(3), 119-132.

- Asogwa, E. U., Anikwe, J. C., Ndubuaku, T. C. N., & Okelana, F. A. (2009). Distribution and damage characteristics of an emerging insect pest of cashew, *Plocaederus ferrugineus* L. (Coleoptera: Cerambycidae) in Nigeria: a preliminary report. *Afr J Biotechnol*, 8(1), 53-58.
- Atourrohman, M., Ulfah, M., Septiani, M., Silmi, F. I., Utami, R. T., Malimah, S. F., Rahmawati, S. D., Ananto, A. D., Dewi, B. A., & Setyawati, S. M. (2020). Karakterisasi dan identifikasi *Orthetrum sabina* (Odonata: Libellulidae) di lapangan rusunawa jerakah Purwoyoso Semarang. *Jurnal Litbang Edusaintech*, 1(1), 57-60.
- Ayu, L. A., Nasirudin, M., & Wardhani, Y. (2020). Keanekaragaman serangga di perkebunan kopi excelsa Desa Panglungan Kabupaten Jombang Jawa Timur. *AGROSAINTIFIKA*, 3(1), 163-168.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Produksi Perkebunan menurut kecamatan dan jenis tanaman di Kabupaten Malang (ribu ton), 2022. <https://malangkab.bps.go.id/id/statisticstable/3/ZWxKek1URkRaV0kwYlM5T2NHcHRNVkZXTkVkaGR6MDkjMw==/produksi-perkebunan-menurut-kecamatan-dan-jenis-tanaman-di-kabupaten-malang--ribu-ton---2019.html?year=2022>. Diakses pada 10 Oktober 2025.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Kecamatan Singosari Dalam Angka 2024. <https://malangkab.bps.go.id/id/publication/2024/09/26/c07e65d97c062eff6a0051bd/kecamatan-singosari-dalam-angka-2024.html>. Diakses pada 10 Oktober 2025.
- Badan Pusat Statistik. (2025). Ekspor Kopi menurut Negara tujuan utama, 2000-2024. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTAxNCMx/ekspor-kopi-menurut-negara-tujuan-utama--2000-2024.html>. Diakses pada 10 Oktober 2025.
- Bari, I. N., Izzati, D. N., Khomaedy, N. F., Hartati, S., Maharani, Y., Natawigena, W. D., & Putri, S. N. S. (2021). Preferensi lalat di kawasan perkotaan terhadap beberapa jenis umpan dalam perangkap elektrik. *Seminar Nasional Biologi (SEMABIO)*, 6, 180-185.
- Benitez, H. A., Oróstica P. R., Suazo, M. J., Pérez, L. M., Hernández, M. J., Valdes, C., & Correa, M. (2025). Wing shape fluctuating asymmetry in flies: insights into environmental and public health risk. *Animals*, 15(21), 3124.
- Bentrop, G., Hopwood, J., Adamson, N. L., & Vaughan, M. (2019). Temperate agroforestry systems and insect pollinators: a review. *Forests*, 10(11), 981.
- Beutel, R. G., & Leschen, R. A. (2016). *Coleoptera, beetles. Morphology and systematics*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Bhunja, S., Bhowmik, A., Mallick, R., & Mukherjee, J. (2021). Agronomic efficiency of animal-derived organic fertilizers and their effects on biology and fertility of soil: a review. *Agronomy*, 11(5), 823. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050823>

- Bologna, M. A., Poloni, R., & Vázquez, X. A. (2019). A new *Ischnomera* of the *I. xanthoderes* (Mulsant, 1858) complex (Coleoptera: Oedemeridae) from Sicily. *Zootaxa*, 4671(4).
- Borror, D. J. Triplehorn, C. A. dan Johnson, N. F. (1996). *Pengenalan pelajaran serangga. terjemah oleh Soetiyono Partosoedjono*. Gadjah Mada University Press.
- Bowley, J. L., Higley, L. G., & Peterson, R. K. (2026). The effect of environment on ventral abdominal temperature in five tiger beetle species (Coleoptera: Cicindelidae). *Biology*, 15(8), 599.
- BugGuide.net. (2026). Identification, images, & information for insects, spiders & their kid for the United States & Canada. <https://bugguide.net/node/view/15740>. Diakses: 1 April 2026.
- Cahyono, T. (2017). *Statistik uji korelasi*. Yayasan Sanitarian Banyumas (Yasamas).
- Celis, D. J. F., & Diaz M. F. J. (2003). Developmental basis for vein pattern variations in insect wings. *International Journal of Developmental Biology*, 47(7-8), 653-663.
- Cahyadi, E., Fahri, & Asrizalni, D. (2021). Inventarisasi dan karakterisasi kumbang antena panjang (Cerambycidae) di Hutan Talang Pematang Pudu Provinsi Riau. *Bio-Lectura J Pendidik Biol*, 8(1), 87-94.
- Cha, D., Kim, D., Lim, A., & Jang, K. H. (2026). Habitat types, seasonal activity patterns, and preliminary extinction risk assessment of Korean tiger beetles based on open-source data. *Journal of Insect Conservation*, 30(3), 50.
- Chapman, J. W., Reynolds, D. R., Smith, A. D., Smith, E. T., & Woiwod, I. P. (2004). An aerial netting study of insects migrating at high altitude over England. *Entomol*, 94, 123-136.
- Chantika, B. M. K., Fauzi, M. T., Muthahanas, I., & Jihadi, A. (2024). Keanekaragaman hama dan musuh alami pada perkebunan kopi robusta (*Coffea canephora*) di Desa Karang Sidemen Kecamatan Batukliang Utara Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 3(3), 226-235. <https://doi.org/10.29303/jima.v3i3.5744>.
- Chursina, M. A., Negrobov, O. P., & Selivanova, O. V. (2014). Morphology of Dolichopodidae (Diptera) wings. *Amurian zoological journal*, 6(1), 51-54.
- Combes, S. A., & Dudley, R. (2020). Biomechanics of insect flight. *Journal of Experimental Biology*, 223.
- Dangalle, C., Pallewatta, N., & Vogler, A. (2011). The occurrence of the endemic tiger beetle *Cicindela* (Ifasina) *waterhousei* in Bopath Ella, Ratnapura. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 39(2).

- D'herve, F. E., Olave, A., & Dapoto, G. L. (2018). *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae: Harpactorinae: Harpactorini): primer registro en la Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 77(1), 1-10.
- Dima, A. O. M., Ati, V. M., Darmo, A., Refli, Meye, E. J., & Mauboy, R. S. (2023). Struktur komunitas serangga pengunjung pada perkebunan jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) di Desa Pariti Kabupaten Kupang. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan dan Sains Biologi*, 6(2), 64, 72. <https://doi.org/10.33323/indigenous.v6i2.376>.
- Djaya, L., Anastasya, J. O., & Sianipar, M. S. (2022). Keragaman predator dan parasitoid serangga hama tanaman ciplukan (*Physalis peruviana* L.) fase generatif di Desa Kadakajaya, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Agrikultura*, 33(2), 118.
- Djoewari, S. (2020). *Mengenal Serangga di Sekitar Kita*. Alprin.
- Dulbari, D., Yuriansyah, Y., Sutrisno, H., Maksum, A., Ahyuni, D., Budiarti, L., & Sari, M. F. (2021). Bimbingan teknis pertanian organik sebagai penerapan teknologi budidaya ramah lingkungan kepada perkumpulan kelompok tani gapsera sejahtera mandiri. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(3), 258-265.q
- Effendi, Z., Parinduri, S., & Hardiansyah, T. (2022). Uji efektivitas pengendalian hama kumbang malam (*Apogonia* sp.) menggunakan perangkap lampu berwarna (*Light Trap*) pada pembibitan kelapa sawit. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 25(2), 140-148.
- Elisabeth, D., Hidayat, J. W., & Tarwotjo, U. (2021). Kelimpahan dan keanekaragaman serangga pada sawah organik dan konvensional di sekitar rawa pening. *Jurnal Akademika Biologi*, 10(1), 17-23.
- El-Shafie, H. A. F. (2022). *Global Decline of Insects*. Intechopen.
- Elza, P. (2025). Dinamika populasi serangga penyerbuk di perkebunan kopi organik. *Jurnal Biologi Indonesia*, 1(1), 1-7.
- Equihua, M. A., Robledo, M. J. D., & Barrera, J. F. (2023). The presence of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the Sierra Negra of Puebla, Veracruz and Oaxaca, Mexico. *The Florida Entomologist*, 106(3), 192-194. <https://doi.org/10.1653/024.106.0307>.
- Evizal, R. (2014). *Dasar-Dasar Produksi Perkebunan*. Graha Ilmu.
- Fitriyah, F., Aisyah, E. N. & Widiati, P. K. (2016). Pengembangan ekonomi lokal melalui pemberdayaan ekonomi perempuan (studi pada Desa Candi Renggo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang). *Egalita*, 11(1).
- Frederickx, C., Dekeirsschieter, J., Verheggen, F. J., & Haubruge, E. (2012). Responses of *Lucilia sericata* Meigen (Diptera: Calliphoridae) to cadaveric volatile organic compounds. *Journal of Forensic Sciences*, 57(2), 386-390.

- Galloway, A. D., Seymour, C. L., Gaigher, R., & Pryke, J. S. (2021) Organic farming promotes arthropod predators, but this depends on neighbouring patches of natural vegetation. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 310.
- Geden, C. J., Nayduch, D., Scott, J. G., Burgess, E. R., Gerry, A. C., Kaufman, P. E., & Machtinger, E. T. (2021). House fly (Diptera: Muscidae): biology, pest status, current management prospects, and research needs. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 39.
- Gimmel, M. L. (2013). Generic revision and phylogeny of Phalacridae (Coleoptera: Cucujoidea). *ZooKeys*, 276, 1-116.
- Gongora, C. E., Gil, Z. N., Constantino, M. L., & Benavides, P. (2023). Sustainable strategies for pest control in coffee crops. *Agronomy*, 13(12), 2940.
- Greco, E. B., & Wright, M. G. (2015). Ecology, biology, and management of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) with emphasis on coffee in Hawaii. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1), 7.
- Habibi, I., Sumarji, & Yudha, G. N. (2022). Pengaruh tanaman refugia terhadap serangan aerial dan hasil panen pada tiga varietas tanaman jagung (*Zea mays* L.). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 102.
- Hadi, M. T., Tarwotjo, U., & Rahadian, R. (2009). *Entomologi*. Universitas Indonesia Press.
- Hakim, L., Erdi, M. dan Erdi, S. (2017). Prefensi warna sebagai pengendalian alternatif hama serangan sayuran dengan menggunakan perangkap kertas. *Seminar Nasional Kemaritiman Aceh*, 1(1).
- Haniefan, N. & Basunanda, P. (2022). Eksplorasi dan identifikasi tanaman kopi liberika di Kecamatan Sukorejo, Kabupaten Kendal. *Vegetalika*, 11(1), 11-18.
- Hannigan, S., Nendel, C., & Krull, M. (2023). Pengaruh suhu terhadap pergerakan dan perilaku makan kumbang lupin besar, *Sitona gressorius*. *Jurnal Ilmu Hama*, 96 (1), 389-402.
- Hasibuan, S. (2017). Efektivitas perangkap warna dengan sistem pemagaran pada serangan hama tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Asahan. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu 201*, 1(1), 16-25.
- Hasyim, M. A., Qurrotaayunina, R. P., Nayomi, M., Suheriyanto, D., & Prahardika, B. A. (2024). The diversity of aerial insect in coffee agroforestry, Dampit and Purwodadi district East Java Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 13(12), 3-5. 10.1088/1755-1315/1312/1/012010.
- Hawa, S., Syarifah, Z., Azzahra, L.A., Aulia, H.M., & Isfaeni, H. (2025). Identifikasi serangan semak di sekitar Taman Nasional Gunung Gede

- Pangrango. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan* , 5 (1), 1-15.
- Hodek, I., Van, E. H. F., & Honěk, A. (2012). *Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae)*. Wiley-Blackwell.
- Ives, A. R., & Helmus, M. R. (2010). Phylogenetic metrics of community similarity. *The American Naturalist*, 176(5), E128-E142.
- Jackson, M. D. (2011). Redefinition and revision of the genus *Taeniaptera* Macquart, 1835 (Diptera: Micropezidae). *Thesis*. The University of Guelph.
- Jauhari, T. (2008). *Al-Jawahir fi Tafsir al-Qur'an al-Karim*. Dar al-Fikr.
- Joshi, N., Biddinger, D., & Jean, R. (2021). Color of pan trap influences sampling of bees in livestock pasture ecosystem. *Biology*, 10(5), 445.
- Juliarni, Wirawan p., Maruli T., Kurniawan R., Sinaga, N. I., & Bonor. (2022). Inventarisasi hama tanaman lengkeng (*Dimocarpus Longanlour.*) di Desa Petapahan, Kecamatan Tapung, Kabupatenkampar. *Jurnal Agriculture*, 20(2), 168-173.
- Jumar. (2000). *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta.
- Kanzaki, N., Giblin, D. R. M., Gonzalez, R., Duncan, R., & Carrillo, D. (2015). Description of *Ruehmaphelenchus juliae* n. sp. (Tylenchina: Aphelenchoididae) isolated from an ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky), from South Florida. *Nematology*, 17(6), 639-653. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002896>
- Karungi, J., Ekbom, B., & Kyamanywa, S. (2006). Effects of organic versus conventional fertilizers on insect pests, natural enemies and yield of *Phaseolus vulgaris*. *Agriculture, ecosystems & environment*, 115(1-4), 51-55.
- Keena, M. A., Trotter, R. T., Cheah, C., & Montgomery, M. E. (2012). Effects of temperature and photoperiod on the aestivo-hibernal egg diapause of *Scymnus camptodromus* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental entomology*, 41(6), 1662-1671.
- Kromp, B. (2017). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 187-228.
- Kurczewski, F. E., Coville, R. E., & Schal, C. (2010). Observations on the nesting and prey of the solitary wasp, *Tachysphex inconspicuus*, with a review of nesting behavior in the *T. obscuripennis* species group. *Journal of Insect Science*, 10(1), 183.
- Labibah, F., Hutasuhut, M. A., Idami, Z., & Manik, F. (2023). Keanekaragaman serangga penyerbuk pada perkebunan stroberi (*Fragaria* sp.) di Desa Tongkoh Kecamatan Dolat Raya Kabupaten Karo Sumatera Utara. *Jurnal*

Biologi Dan Pembelajarannya, 10(2), 109.
<https://doi.org/10.29407/jbp.v10i2.19791>.

- Larasati, A., & Hamid, I. (2024). Pemikiran ekologis pada petani kopi dalam kawasan hutan konservasi di Desa Tiwingan Baru Kabupaten Banjar. *Huma: Jurnal Sosiologi*, 3(2), 132-144. <https://doi.org/10.20527/hjs.v3i2.215>.
- Lawrence, J. F., Ślipiński, A., Seago, A. E., Thayer, M. K., Newton, A. F., & Marvaldi, A. E. (2010). Phylogeny of Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *In Annales Zoologici*, 60(3), 1-217.
- Lawrence, J. F., Zhou, Y. L., Lemann, C., Sinclair, B., & Ślipiński, A. (2021). The hind wing of Coleoptera (Insecta): Morphology, nomenclature and phylogenetic significance. Part 1. General discussion and Archostemata-Elateroidea. *In Annales Zoologici*, 71(3), 421-606.
- Laxmana, M., Kasim, F., & Hamzah, S. N. (2017). Keanekaragaman jenis dan indeks kesamaan gastropoda epifauna pada ekosistem lamun dan mangrove di Desa Olimoo'o. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(2).
- Leksono, A., S. (2017). *Ekologi Arthropoda*. UB Press.
- Liu, H., Yin, D., He, P., Cadotte, M. W., & Ye, Q. (2024). Linking plant functional traits to biodiversity under environmental change. *Biological Diversity*, 1(1), 22-28.
- Lovei, G. L., & Sunderland, K. D. (2016). Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 61, 231-256.
- Maharani, I. R., Cahya, M. A., & Fauziah, F. (2024). Biodiversitas serangga aerial di Perkebunan teh PPTK Gambung. *Jurnal Sains Teh dan Kina*, 3(1), 31-40. <https://doi.org/10.22302/pptk.jur.jstk.v3i1.191>.
- Mahardhika, D. A., Antonius, A. H., & Dwiloka, B. (2022). Perbedaan sifat fisikokimia dan organoleptik produk kopi rempah dari kopi arabika (*Coffea arabica*) dan kopi robusta (*Coffea robusta*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 11(4), 179-184. <https://doi.org/10.17728/jatp.13827>.
- Maharramov, M., Aliyev, K., & Mammadov, A. (2018). The wasp genus *Tachysphex* Kohl, 1883 (Hymenoptera, Apoidea, Crabronidae) in Azerbaijan, Caucasus. *Acta Zoologica Bulgarica*, 70(4), 453-457.
- Masonick, P. K., Knyshov, A., Gordon, E. R., Forero, D., Hwang, W. S., Hoey-Chamberlain, R., & Weirauch, C. (2025). A revised classification of the assassin bugs (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) based on combined analysis of phylogenomic and morphological data. *Systematic Entomology*, 50(1), 102-138.

- Martini, E., Riyandoko, & James, M. R. (2017). Pedoman membangun kebun agroforestri kopi. *World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program*. www.worldagroforestry.org/region/southeast-asia.
- May, M. L. (2019). Odonata: Who they are and what they have done for us lately: Classification and ecosystem services of dragonflies. *Insects*, 10(3), 62.
- Masang, A. (2020). Fakta-fakta ilmiah tentang hewan serangga dalam al-qur'an dan ibrahnya bagi kehidupan. *PILAR*, 11(2), 64-83.
- Medina, M. N. D., & Mapile, D. O. (2023). Description of a new species of *Neocollyris* W. Horn, 1901 (Coleoptera: Cicindelidae) with a detailed description of the larval development observed in situ on a native non-endemic *premna Odorata blanco* (Lamiaceae) in the Philippines. *Philippine Journal of Science*, 152(6), 2229-2237.
- Meyer, J. R., (2003). *ENT 425, Department of Entomology*. NC State University. <http://www.cals.ncs.edu/course/ent425>.
- Molles, M. C. (2005). *Ecology: Concept and Applications, Third Edition*. McGraw-Hill.
- Montgomery, R. A., & Chazdon, R. L. (2001). Forest structure, canopy architecture, and light transmittance in tropical wet forests. *Ecology*, 82(10), 2707-2718.
- Nainggolan, H. B., Bakti, D., & Marheni. (2015). Keanekaragaman jenis serangga pada pertanaman *Coffea arabica* L. setelah erupsi abu vulkanik Gunung Sinabung di Kabupaten Karo. *Jurnal Agroekoteknologi*, 4(1), 1728. DOI: 10.32734/jaet.v4i1.12314.
- Najmi, L., Buchori, D., Triwidodo, H., Noerdjito, W. A., & Rizali, A. (2018). Keanekaragaman kumbang curculionid pada berbagai tipe penggunaan lahan di kawasan hutan harapan, Jambi. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 15(2), 65-73. DOI: 10.5994/jei.15.2.65.
- Nasirudin, M., & Susanti, A. (2018). Hubungan kandungan kimia tanah terhadap keanekaragaman makrofauna tanah pada perkebunan apel semi organik dan anorganik. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*, 3(02), 5-11. <https://doi.org/10.33503/ebio.v3i02.537>.
- Naurah, I. H. (2025). Keanekaragaman serangga aerial di perkebunan kopi Desa Sumber Rejo Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan. *Skripsi*. Program Studi Biologi. UIN Malang.
- Nguyen, T. T. (2020). Effects of humidity on insect physiology and survival. *Insects*, 11(6), 343.
- Normasari, R. (2014). Peranan serangga penyerbuk terhadap pembentukan buah kacang panjang (*Vigna sinensis* L.). *JIU (Jurnal Ilmiah Unklab)*, 5(2), 59-64.

- Ober, K. A., & Maddison, D. R. (2015). Phylogenetic relationships of ground beetles (Carabidae) inferred from molecular data. *Systematic Entomology*, 192.
- Odum, E. P. (1998). *Dasar-dasar ekologi. edisi ketiga*. Gadjah Mada University Press.
- Oduor, G. I., & Simons, S. A. (2003). *Biological control in IPM for coffee*. In *Biological Control in IPM systems in Africa*. CABI Publishing.
- Oktaviani, Khairillah, Y. N., Sutiharni, Anggriani, R., Sari, S. P., Meilin, A. (2024). *Entomologi*. CV. Global Aksara Pers.
- Pardede, H. F. D. (2024). Pengaruh pemberian pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan stek mucuna bracteata di areal replanting. *Doctoral dissertation*. Institut Pertanian Stiper Yogyakarta.
- Parliansyah, M. R., Faradina, I., Tiara, R., Maharani, H., & Sheilla, A. (2023). Keanekaragaman jenis lalat di tempat pembuangan akhir (TPA) Kampung Durian Kabupaten Aceh Tamiang. *Biopedagogia*, 5(2), 192-198.
- Pearson, D. L., & Vogler, A. P. (2001). *Tiger beetles: The evolution, ecology, and diversity of the Cicindelids*. Cornell University Press.
- Permana, M. A., Hanif, A., & Hashim, N. A. (2024). Keragaman serangga pada tanaman kacang kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) di Bukit Kor, Marang, Terengganu. *Fruitset Sains: Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 11(6), 391-397.
- Pham, H. T., Lee, Y. J., & Constant, J. (2015). Cicada genus Pomponia stal, 1866 (Hemiptera: Cicadidae) from Vietnam and Cambodia, with a new species, a new record, and a key to the species. *Zootaxa*, 3925(4), 562-572.
- Plata, N. P., & Alonso, Z. M. A. (2006). Nacerdochroa concolor (Brull? 1839)(Coleoptera: Oedemeridae): taxonomy, ecology, life cycle and larval instars. *Zootaxa*, 1373(1), 37-52.
- Poorani, J. (2014). An unusual new species of *Micraspis Chevrolat* (Coleoptera: Coccinellidae) from Northeastern India. *Biodiversity Data Journal*, (2), e4112.
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi, H. (2019). Struktur dan fungsi morfologi serangga. *SMARTICS Journal*, 5(2), 81-96.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, S., Indrawanto, C., & Munarso, S. J. (2010). *Budidaya dan pasca panen kopi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Pratiwi, G., & Lubis, T. (2021). Pengaruh kualitas produk dan harga terhadap kepuasan pelanggan UD Adli di Desa Sukajadi Kecamatan Perbaungan. *Jurnal Bisnis Mahasiswa*, 1(2), 121-134.

- Pucot, J. R. (2021). Geometric-morphometric analysis of wing shape of *Lucilla sericata* meigen (Diptera: calliphoridae) from two different environments. *Computational Ecology and Software*, 11(1), 35.
- 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.
- Putra, P. B., Cahyono, S. A., Agus, C., Susanti, P. D., & Indrajaya, Y. (2022). The role of integrated organic cycle farming in tropical agroforestry systems for sustainable food production. In *Sustainable Agriculture and Food Security*, 6(1), 171-182.
- Putri, O., Nisa, K., Lia, R., Shalehah, A. M., Amalia, R., & Wicaksono, A. (2026). Dampak serangan serangga hama terhadap kerusakan tanaman kopi robusta (*Coffea Canephora*) di Kabupaten Muara Enim. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 14(1), 12-22. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2026.014.1.2>.
- Putri, Y. P. (2015). Keanekaragaman spesies lalat (Diptera) dan bakteri pada tubuh lalat di tempat pembuangan akhir sampah (TPA) dan pasar. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*, 12(2), 79-89.
- Poloni, R., Bologna, M. A., & Ricciari, A. (2024). One genus, four different stories: evolutionary history, bionomics and biogeography of the monotypic tribe Stenostomatini (Coleoptera: Oedemeridae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 200(3), 705-719.
- Rahardjo, P. (2017). *Berkebun kopi*. Penebar Swadaya.
- Rainio, J., & Niemela J. (2016). *Ground beetles (Carabidae) as bioindicators*. Biodiversity and Conservation.
- Rajabi, H., Rezasefat, M., Darvizeh, A., & Dirks, J. H. (2016). Basal complex and basal venation of Odonata wings: structural diversity and potential role in wing deformation. *Plos One*, 11(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160610>.
- Randriani, E., & Dani, D. (2018). *Pengenalan varietas unggul kopi*. IAARD Press.
- Ren, J., Bai, M., Yang, X. K., Zhang, R. Z., & Ge, S. Q. (2017). Geometric morphometrics analysis of the hind wing of leaf beetles: proximal and distal parts are separate modules. *Zookeys*, 685, 131-149.
- Ricco, F., Kustiati, K., & Riyandi, R. (2019). keanekaragaman serangga di kawasan iuphhk-hti PT. Muara Sungai Landak Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat. *Protobiont*, 8(3), 122-128.
- Riry, K. Z., Prihatmo, G., & Kisworo, K. (2020). Keanekaragaman makroinvertebrata pada ekosistem mangrove di Dusun Lempong Pucung,

Kecamatan Kampung Laut, Kabupaten Cilacap. *Prosiding Seminar Nasional Biologi di Era Pandemi COVID-19*, 6 (1).

- Rizky, M. T., Hutasuhut, M. A., Idami, Z., & Manik, F. (2023). Keanekaragaman serangga nokturnal berdasarkan warna lampu perangkap cahaya di balai penelitian tanaman sayuran Desa Tongkoh Sumatera Utara. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JB&P)*, 10(2), 93-103.
- Rossa, R., Goczał, J., & Tofilski, A. (2016). Within-and between-species variation of wing venation in genus *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae). *Journal of Insect Science*, 16(1), 5.
- Sadasivan, K. (2021). A new species of *Pomponia* Stål, 1866 (Hemiptera: Cicadidae) from the Western Ghats, with notes on the status of *P. linearis* (Walker, 1850) from southern India. *Zootaxa*, 5040(3), 388-403.
- Safitri, A. C., & Haryadi, N. T. T. (2023). Keanekaragaman predator kumbang tanah pada area alih fungsi lahan kakao-tebu. *Agrotechnology Research Journal*, 7(1), 21-26.
- Sanborn, A. F., & Heath, M. S. (2014). The cicadas (Hemiptera: Cicadidae) of Southeast Asia. *Zootaxa*, 3883(1), 1-74.
- Sartohadi, J. (2023). Pengelolaan area perkebunan kopi PT. Perusahaan Perkebunan KandanganPulusari Panggungsari, Kabupaten Madiun sebagai potensi agrowisata berbasis lingkungan. Pancasila bureaucracy. *Journal of Regional Government, Development, and Innovation*. 5(1), 13-26.
- Sarumaha, M. (2020). Identifikasi serangga hama pada tanaman padi di Desa Bawolowalani. *Jurnal Education and development*, 8(3), 86-86.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Shanker, C., Mohan, M., Sampathkumar, M., Lydia, C., & Katti, G. (2013). Functional significance of *Micraspis discolor* (F.) (Coccinellidae: Coleoptera) in rice ecosystem. *Journal of Applied Entomology*, 137(8), 601-609.
- Shibuya, K., Kiritani, K., & Fukuda, H. (2018). Hind wings in ground beetles (Coleoptera: Carabidae): morphology and characteristics. *Japanese Journal of Ecology*, 68(1), 19-54.
- Shihab, Q. M. (2002). *Tafsir Al-Mishbah: pesan, kesan dan keserasian Al Qur'an*. Lentera Hati.
- Simbolon, H. 2009. *Statistika*. Graha Ilmu.
- Sinclair, B. J., Sorensen, J. G., & Terblanche, J. S. (2022). Harnessing thermal plasticity to enhance the performance of mass-reared insects: opportunities and challenges. *Bulletin of Entomological Research*, 112(4), 441-450.

- Siregar, Anna, S., Darma, B. & Fatimah, Z. .(2014). Keanekaragaman jenis serangga di berbagai tipe lahan sawah. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, (2) 4.
- Sisson, M. S., Dowdy, N. J., Fisher, M. L., Gall, L. F., Goldstein, P. Z., Homziak, N. T., & Zilli, A. (2025). Erebidae systematics: past, present, and future-progress in understanding a diverse lepidopteran lineage. *Insect Systematics and Diversity*, 9(3), 5.
- Skendžić, S., Zovko, M., Živković, I. P., Lešić, V., & Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12 (5).
- Smith, T. M., & Smith R. L. (2006). *Element of ecology*. Sixth Edition, Pearson Education, Inc.
- Socolar, J. B., Gilroy, J. J., Kunin, W. E., & Edwards, D. P. (2016). How should beta-diversity inform biodiversity conservation?. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(1), 67-80.\
- Straka, J., & Schmid E. C. (2017). Order Hymenoptera, family Crabronidae. Genus Tachysphex Kohl. *Arthropod fauna of the UAE*, 6, 417-461.
- Sugianto. (1994). *Ekologi kuantitatif*. Penerbit Usaha Nasional.
- Suheriyanto, D. (2008). *Ekologi Serangga*. UIN Malang Press.
- Sulaiman, E., Fitriani, A., & Puspita, Y. (2022). Keanekaragaman dan peranan serangga pengunjung pada tanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di Kecamatan Kerkap Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu. *Bionature*, 23(2), 114-125.
- Susilawati, S., Indriati, G., & Puspitasari, M. (2020). Keanekaragaman serangga di pertanaman kopi pada tiga jenis pohon penaung. *In Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1(3), 981-989.
- Tamar, I. M., Baskoro, K., Hadi, M., & Rahadian, R. (2020). Keanekaragaman dan kelimpahan jenis burung di pusat restorasi mangrove mojo Kabupaten Pemalang. *Bioma*, 22(2), 126-127.
- Tamburini, G., Bommarco, R., Wanger, T. C., Kremen, C., Van, H. I. M. G., Liebman, M., & Hallin, S. (2020). Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield. *Science Advances*, 6(45), 1715. 10.1126/sciadv.aba1715.
- Taradipha, M. R. R., Rushayati, S. B., & Haneda, N. F. (2018). Karakteristik lingkungan terhadap komunitas serangga. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 394-404.
- Taylor, J. M. (2022). *Untangling the role of generalist predators in biological control in organic vegetable agriculture*. University of Georgia.

- Republik Indonesia. (2014). Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014 mengenai Perkebunan. Sekretariat Negara.
- Uniyal, V. P., & Bhargav, V. (2007). *Tiger beetles: a field study in the shivaliks of Himachal Pradesh*. Wildlife Institute of India.
- Untung, K. (2006). *Pengantar pengelolaan hama terpadu. edisi kedua*. Gadjah Mada University Press.
- Utari, A., Maharani, Y., & Sudarjat, S. (2024). keanekaragaman serangga dan fungsinya pada tiga tipe perkebunan kopi arabika (*Coffea arabica* L.) di Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. *Agrikultura*, 35(3), 494-505.
- Utomo, S. M., Haryanto, H., & Nikmatullah, A. (2022). Keragaman predator pada tanaman jagung manis (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt) di Desa Telagawaru Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 1-16.
- Venzon, M. (2021). Agroecological management of coffee pests. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(2), 721117.
- Washliyah, S., Junaidi, H., Rumaf, S. T. F., Sudaryanti, N. L. G., & Febrilina, K. S., Wulandari, Z. M. (2024). *Entomologi*. CV. Media Sains Indonesia.
- Widyastuti, R., Susanti, D., & Wijayanti, R. (2018). Toksisitas dan repelensi ekstrak daun titonia (*Tithonia diversifolia*) terhadap kutu putih (*Aleurodicus dugesii*) pada tanaman iler. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 29(1).
- Wiegmann, B. M., Trautwein, M. D., & Winkler, I. S. (2011). Episodic radiations in the fly tree of life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(14), 5690-5695.
- Withaningsih, S., Ilmi, B. F., & Parikesit, P. (2024). Correlation between flying insect diversity and environmental factors in various land use types in Paseh District, Sumedang Regency, West Java. *Diversity*, 17(1), 2.
- Wulandari, C., Harianto, S. P., & Novasari, D. (2021). Pendugaan stok karbon pada pola tanam agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks di KPH Batutegei, Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Belantara*, 4(2), 113-126. DOI:10.29303/jbl.v8i2.1117.
- Yaherwandi, Y., & Diratika, M. (2020). Kelimpahan kepik predator (Hemiptera: Reduviidae) di daerah endemik serangan ulat api pada perkebunan kelapa sawit rakyat. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(1), 1-10.
- Yanti, P., Prasetyo, J. C., Zahra, M., Nurjannah, N., Apriani, R., Anggreni, U. A., Umayah, A., Gunawan, B., & Arsi, A. (2022). Ketertarikan berbagai spesies serangga pada pan trap di lahan kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 10(1), 527.

- Yihdego, Y., Salem, H. S., & Muhammed, H. H. (2019). Agricultural pest management policies during drought: case studies in Australia and the state of Palestine. *Natural Hazards Review*, 20(1), 05018010.
- Yudiawati, E., & Pertiwi, S. (2020). Keanekaragaman jenis Coccinelladae pada areal persawahan tanaman padi di Kecamatan Tabir dan di Kecamatan Pangkalan Jambu Kabupaten Merangin. *Jurnal Sains Agro*, 5(1). <https://doi.org/10.36355/jsa.v5i1.316>.
- Zenker, M. M., Wahlberg, N., Brehm, G., Teston, J. A., Przybylowicz, L., Pie, M. R., & Freitas, A. V. L. (2016). Systematics and origin of moths in the subfamily Arctiinae (Lepidoptera, Erebidae) in the neotropical region. *Zoologica Scripta*, 46, 348-362.
- Zhou, H., Shi, H., Liang, H. B., & Liang, H. (2019). A taxonomic review of the pericaline ground-beetles in Taiwan, with descriptions of new species (Coleoptera, Carabidae, Lebiini, Pericalina). *ZooKeys*, 816, 1-164. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6341056>.

LAMPIRAN

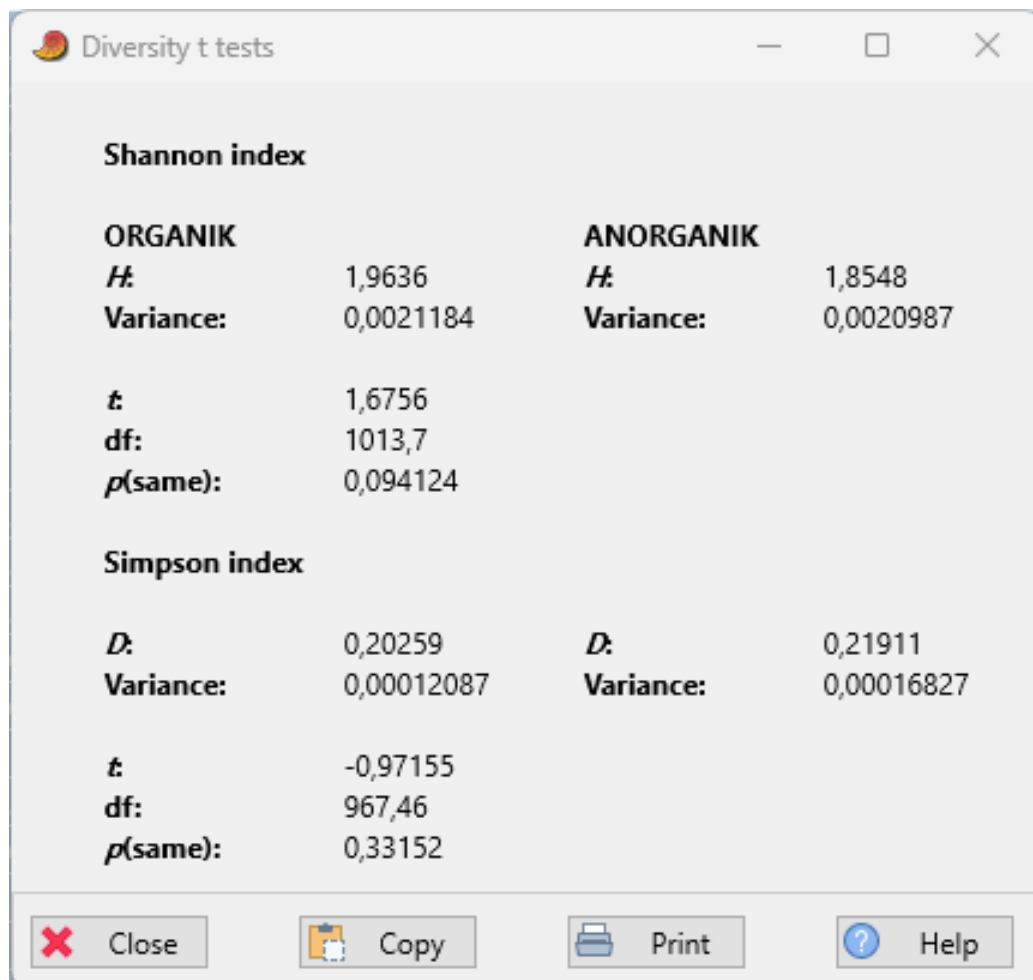
Lampiran 1. Tabel Data Hasil Pengamatan

Genus	Jumlah individu di kebun kopi organik	Jumlah individu di kebun kopi anorganik
Maladera	53	57
Xylosandrus	188	184
Monochamus	32	8
Stilbus	127	94
Scymnus	1	1
Micraspis	3	0
Ischnomera	1	2
Cicindela	1	0
Neocollyris	0	1
Coptoderina	8	7
Bembidion	6	15
Musca	47	32
Lucilia	27	38
Condylostylus	23	33
Taeniaptera	12	0
Pomponia	2	0
Zelus	2	1
Tachysphex	6	3
Amata	1	0
Orthetrum	0	1

Lampiran 2. Perhitungan indeks dengan PAST.17

Alpha diversity indices		
Numbers	Plot	
	ORGANIK	ANORGANIK
Taxa_S	18	15
Individuals	540	477
Dominance_D	0,2026	0,2191
Simpson_1-D	0,7974	0,7809
Shannon_H	1,964	1,855
Evenness_e^H/S	0,3958	0,426
Brillouin	1,904	1,799
Menhinick	0,7746	0,6868
Margalef	2,702	2,27
Equitability_J	0,6794	0,6849
Fisher_alpha	3,585	2,945
Berger-Parker	0,3481	0,3857
Chao-1	21,99	22,98
iChao-1	22,74	23,85
ACE	22,03	20,65
Squares	21,24	18,51

Lampiran 3. Uji T diversity menggunakan PAST.17



Lampiran 4. Hasil Korelasi

	Suhu	Kelembaban	Intensitas Cahaya	kecepatan angin	Maladera	Xylosandrus	Monochamus	Stilbus	Scymnus	Micrapis	Ischnomera	Cicindela	Neocollyris	Coptoderina	Bombodion	Musca	Lucilia	Condyllostylus	Taeniarptera	Pomponia	Zelus	Tachysphex	Amata	Orthetrum
Suhu		-0,98244	0,3283	0,12846	0,07718	0,11189	0,17891	-0,31295	-0,801	0,08899	-0,31146	-0,84095	0,43567	-0,31911	-0,32839	0,015039	-0,00589	-0,29539	-0,69287	-0,69287	0,54877	0,40819	-0,03546	0,10132
Kelembaban	-0,98244		-0,17849	-0,06958	0,030752	0,021865	-0,17773	0,16437	0,85768	-0,07498	0,34295	0,78176	-0,52313	0,40484	0,46525	-0,06021	0,10709	0,29219	0,57489	0,57489	-0,4757	-0,54617	-0,05458	-0,03947
Intensitas Cahaya	0,3283	-0,17849		0,57644	0,52255	0,21534	-0,42121	-0,65904	-0,06232	-0,43838	0,24492	-0,65959	-0,15281	0,4276	0,73918	-0,68507	0,51372	0,13213	-0,70305	-0,70305	0,16685	-0,51085	-0,22971	0,58076
kecepatan angin	0,12846	-0,06958	0,57644		0,84351	-0,22112	-0,11386	-0,65164	-0,34664	-0,29261	0,86839	-0,21924	-0,18055	0,1458	0,26086	-0,57126	-0,34806	-0,45561	-0,3237	-0,3237	0,30205	-0,20707	-0,19022	0,99945
Maladera	0,07718	0,030752	0,52255	0,84351		0,2316	0,29513	-0,85612	-0,1853	0,17155	0,77198	-0,11719	-0,55666	0,30758	0,23566	-0,16579	-0,25875	-0,6758	-0,32427	-0,32427	0,64332	-0,30791	-0,29298	0,84964
Xylosandrus	0,11189	0,021865	0,21534	-0,22112	0,2316		0,53178	-0,58557	0,36761	0,65799	-0,2042	1,03E-13	-0,30224	0,018776	0,23468	0,40332	0,31341	-0,18142	-0,49627	-0,49627	0,55589	-0,52489	-0,62774	-0,20925
Monochamus	0,17891	-0,17773	-0,42121	-0,11386	0,29513	0,53178		-0,33205	-0,18738	0,9715	3,08E-13	0,23702	-0,26073	-0,28712	-0,60561	0,84654	-0,49304	-0,80688	-0,01874	-0,01874	0,79802	0,22143	-0,26073	-0,11851
Stilbus	-0,31295	0,16437	-0,65904	-0,65164	-0,85612	-0,58557	-0,33205		0,10303	-0,27147	-0,50626	0,27567	0,30575	-0,07691	-0,33914	0,15391	0,053878	0,53982	0,72118	0,72118	-0,72638	0,50921	0,63655	-0,6566
Scymnus	-0,801	0,85768	-0,06232	-0,34664	-0,1853	0,36761	-0,18738	0,10303		-2,57E-13	1,28E-13	0,63246	-0,31623	0,25538	0,59851	-0,02934	0,40423	0,51521	0,25	0,25	-0,46291	-0,73855	-0,31623	-0,31623
Micrapis	0,08899	-0,07498	-0,43838	-0,29261	0,17155	0,65799	0,9715	-0,27147	-2,57E-13		-0,14286	0,29277	-0,29277	-0,23643	-0,50793	0,89627	-0,32321	-0,65273	0	-2,57E-13	0,71429	0,11396	-0,29277	-0,29277
Ischnomera	-0,31146	0,34295	0,24492	0,86839	0,77198	-0,2042	3,08E-13	-0,50626	1,28E-13	-0,14286		0,29277	-0,29277	0,078811	0,23088	-0,40739	-0,52735	-0,45189	0	-1,28E-13	0,14286	-0,34188	-0,29277	0,87831
Cicindela	-0,84095	0,78176	-0,65959	-0,21924	-0,11719	1,03E-13	0,23702	0,27567	0,63246	0,29277	0,29277		-0,2	-0,16151	-0,09463	0,31541	-0,40673	-0,0343	0,63246	0,63246	-0,29277	-0,23355	-0,2	-0,2
Neocollyris	0,43567	-0,52313	-0,15281	-0,18055	-0,55666	-0,30224	-0,26073	0,30575	-0,31623	-0,29277	-0,29277	-0,2		-0,80757	-0,2839	-0,2412	-0,19755	0,2744	-0,31623	-0,31623	-0,29277	0,23355	-0,2	-0,2
Coptoderina	-0,31911	0,40484	0,4276	0,1458	0,30758	0,018776	-0,28712	-0,07691	0,25538	-0,23643	0,078811	-0,16151	-0,80757		0,53496	-0,16482	0,59123	0,1939	0,25538	0,25538	-0,07881	-0,18861	0,48454	0,16151
Bombodion	-0,32839	0,46525	0,73918	0,26086	0,23566	0,23468	-0,60561	-0,33914	0,59851	-0,50793	0,23088	-0,09463	-0,2839	0,53496		-0,67597	0,66532	0,53557	-0,29925	-0,29925	-0,32323	-0,84722	-0,2839	0,2839
Musca	0,015039	-0,06021	-0,68507	-0,57126	-0,16579	0,40332	0,84654	0,15391	-0,02934	0,89627	-0,40739	0,31541	-0,2412	-0,16482	-0,67597		-0,24471	-0,45183	0,32269	0,32269	0,46171	0,41165	0,092768	-0,57516
Lucilia	-0,00589	0,10709	0,51372	-0,34806	-0,25875	0,31341	-0,49304	0,053878	0,40423	-0,32321	-0,52735	-0,40673	-0,19755	0,59123	0,66532	-0,24471		0,7075	-0,20212	-0,20212	-0,28919	-0,3664	0,15107	-0,337
Condyllostylus	-0,29539	0,29219	0,13213	-0,45561	-0,6758	-0,18142	-0,80688	0,53982	0,51521	-0,65273	-0,45189	-0,0343	0,2744	0,1939	0,53557	-0,45183	0,7075		0,10847	0,10847	-0,85356	-0,28037	0,1715	-0,4459
Taeniarptera	-0,69287	0,57489	-0,70305	-0,3237	-0,32427	-0,49627	-0,01874	0,72118	0,25	0	0	0,63246	-0,31623	0,25538	-0,29925	0,32269	-0,20212	0,10847		1	-0,46291	0,36927	0,63246	-0,31623
Pomponia	-0,69287	0,57489	-0,70305	-0,3237	-0,32427	-0,49627	-0,01874	0,72118	0,25	-2,57E-13	-1,28E-13	0,63246	-0,31623	0,25538	-0,29925	0,32269	-0,20212	0,10847	1		-0,46291	0,36927	0,63246	-0,31623
Zelus	0,54877	-0,4757	0,16685	0,30205	0,64332	0,55589	0,79802	-0,72638	-0,46291	0,71429	0,14286	-0,29277	-0,29277	-0,07881	-0,32323	0,46171	-0,28919	-0,85356	-0,46291	-0,46291		0,11396	-0,29277	0,29277
Tachysphex	0,40819	-0,54617	-0,51085	-0,20707	-0,30791	-0,52489	0,22143	0,50921	-0,73855	0,11396	-0,34188	-0,23355	0,23355	-0,18861	-0,84722	0,41165	-0,3664	-0,28037	0,36927	0,36927	0,11396		0,70065	-0,23355
Amata	-0,03546	-0,05458	-0,22971	-0,19022	-0,29298	-0,62774	-0,26073	0,63655	-0,31623	-0,29277	-0,29277	-0,2	-0,2	0,48454	-0,2839	0,092768	0,15107	0,1715	0,63246	0,63246	-0,29277	0,70065		-0,2
Orthetrum	0,10132	-0,03947	0,58076	0,99945	0,84964	-0,20925	-0,11851	-0,6566	-0,31623	-0,29277	0,87831	-0,2	-0,2	0,16151	0,2839	-0,57516	-0,337	-0,4459	-0,31623	-0,31623	0,29277	-0,23355	-0,2	

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan



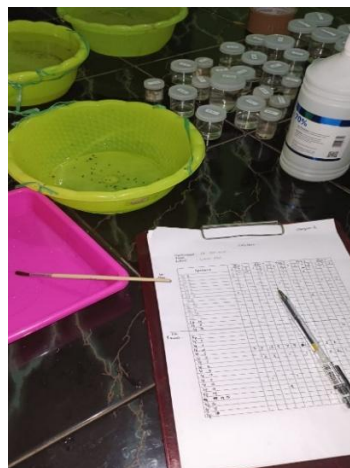
Pemasangan yellow pan trap



Pemberian alkohol



Pengukuran faktor abiotik



Identifikasi kasar



Identifikasi di Laboratorium Optik



JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 220602110010
Nama : NOUVENA NUR LAILA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.
Dosen Pembimbing 2 : KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : KEANEKARAGAMAN SERANGGA TERBANG PADA PERKEBUNAN KOPI (*Coffea sp.*) DI DESA GUNUNGREJO KECAMATAN SINGOSARI KABUPATEN MALANG

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	27 Agustus 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Rancangan penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
2	03 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Penjelasan penggunaan aplikasi pendukung penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
3	10 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Penjelasan penggunaan ejaan bahasa Indonesia yang baik dan benar	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
4	18 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bagian-bagian tugas akhir	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
5	25 September 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Prosedur penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
6	02 Oktober 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Konsultasi tempat penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
7	09 Oktober 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Rancangan Rencana Penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
8	14 Oktober 2025	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan agama	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
9	18 Desember 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan terkait persiapan penelitian	Ganjil 2025/2026	Sudah Dikoreksi
10	15 Januari 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan terkait foto pengamatan	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
11	16 April 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan terkait perhitungan bab 4	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
12	22 April 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Konsultasi gambar pengamatan	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
13	23 April 2026	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Bimbingan ayat bab 4	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
14	28 April 2026	KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I	Revisi ayat pada bab 4	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
15	11 Mei 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Presentasi seminar hasil	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi
16	21 Mei 2026	Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.	Bimbingan bab 4 dan bab 5	Genap 2026/2027	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

KIVAH AHA PUTRA, M.Pd.I

Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

Dr. DWI SUHERIYANTO, S.Si, M.P.

Kajur / Kaprodi,





KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp./ Faks. (0341) 558933
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: biologi@uin-malang.ac.id

Form Checklist Plagiasi

Nama : Nouvena Nur Laila
NIM : 220602110010
Judul : Keanekaragaman Serangga Terbang pada Perkebunan Kopi (*Coffea sp.*) di Desa Gunungrejo Kecamatan Singosari Kabupaten Malang

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	16%	



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

Prof. Dr. Retno Susilowati, M.Si.
NIP. 19671113 199402 2 001