

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS
DESA SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh:
MUKHAMMAD MAHMIDAN FATANSYAH
NIM. 18620060**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025**

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS
DESA SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh :
MUKHAMMAD MAHMIDAN FATANSYAH
NIM. 18620060**

**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
2025**

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS
DESA SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh :
MUKHAMMAD MAHMIDAN FATANSYAH
NIM. 18620060

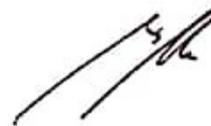
Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 04 JUNI 2025

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui
Ketua Program Studi Biologi



Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P.
NIP. 19721018 200312 2 002

**KEANEKARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN
AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN KOMPLEKS
DESA SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Oleh :
MUKHAMMAD MAHMIDAN FATANSYAH
NIM. 18620060**

**telah dipertahankan
Di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai
Salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 20 Juni 2025**

**Ketua Penguji : Dr. H. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 19630114 199903 1 001**
**Anggota Penguji 1 : Bayu Agung Prahardika, M.Si
NIP. 19900807 201903 1 011**
**Anggota Penguji 2 : Prof. Dr. Hj. Retno Susilowati, M.Si
NIP. 19671113 199402 2 001**
**Anggota Penguji 3 : Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si
NIPPPK. 19870522 202321 1 016**


(.....)
(.....)
(.....)
(.....)

Mengesahkan

Ketua Program Studi Biologi



**Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19741018 200312 2 002**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas rahmat dan ridho yang telah diberikan kepada penulis. Skripsi ini dipersembahkan untuk semua pihak yang telah mendukung penulis dalam menyusun dan menyelesaikannya, khususnya:

1. Ayahanda (Bapak Irfan Fauzi), Ibunda (Ibu Wiji Rahayu), dan saudara Muhammad Mufidan Baharsyah selaku keluarga yang selalu memberikan motivasi dan mendoakan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Dr. Kiptiyah, M.Si selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberi masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Hj. Retno Susilowati, M.Si dan Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Tim peneliti yang telah membantu penulis dalam mengambil data penelitian.
5. Saudara-saudara UKM Mahasiswa Pecinta Alam Tursina yang senantiasa menebar kegembiraan dan motivasi bagi penulis untuk tetap bertahan dan dapat menyelesaikan skripsi ini

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mukhammad Mahmidan Fatansyah

NIM : 18620060

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Keanekaragaman Serangga Tanah di Kawasan Agroforestri
Kopi Sederhana dan Kompleks Desa Selorejo Kecamatan
Dau Kabupaten Malang

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

Malang, 4 Juni 2025

Yang membuat pernyataan



Mukhammad Mahmidan Fatansyah
NIM. 18620060

MOTTO

“Semua ini akan berlalu.”

KEANEKARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN AGROFORESTRI KOPI SEDERHANA DAN AGROFORESTRI KOPI KOMPLEKS DI DESA SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG

M. Mahmidan Fatansyah, Retno Susilowati, M. Asmuni Hasyim
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRAK

Desa Selorejo merupakan salah satu daerah di Kecamatan Dau yang mengembang komoditas kopi dengan sistem agroforestri. Didalam sistem tersebut terdapat berbagai keanekaragaman serangga termasuk serangga tanah. Serangga tanah dapat dipengaruhi oleh jumlah dan jenis tanaman, pengolahan, dan ketinggian dari sistem agroforestri. Perbedaan keanekaragaman serangga tanah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, yang meliputi faktor fisika dan faktor kimia yang akan diamati dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman serangga tanah pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang dan hubungan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Jenis dari penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode *handsorted* pada 10 titik (plot) dengan 3 kali pengulangan tiap lokasinya. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 – Juni 2025. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Optik Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis data menggunakan aplikasi PAST 4.03 dengan menghitung indeks keanekaragaman, indeks dominansi, dan indeks kemerataan. Hasil penelitian ditemukan sejumlah 211 individu pada kawasan AKS dan 333 individu pada kawasan AKK. Pada keseluruhan kawasan ditemukan 8 ordo, 16 famili, 21 genus serangga tanah. Pada kawasan AKS meliputi predator (96), herbivor (25), detritivor (19), dekomposer (68), dan omnivor (3). Pada kawasan AKK meliputi predator (145), herbivor (52), detritivor (33), dekomposer (97), dan omnivor (6). Nilai indeks keanekaragaman (H') serangga tanah pada AKS yaitu 2,385, sedangkan pada AKK 2,564 dengan hasil uji T pada T *diversity* dengan nilai (p -value=0,043615). Nilai indeks dominansi (C) serangga tanah pada AKS yaitu 0,1419, sedangkan pada AKK yaitu 0,1237. Nilai indeks kemerataan (E) pada AKS yaitu 0,639, sedangkan pada AKK yaitu 0,6183.

Kata kunci: *Agroforestri, Desa Selorejo, Keanekaragaman, Serangga tanah*

**DIVERSITY OF SOIL INSECTS IN SIMPLE AND COMPLEX COFFEE
AGROFORESTRY SYSTEMS IN SELOREJO VILLAGE DAU DISTRICT
MALANG REGENCY**

M. Mahmidan Fatansyah, Retno Susilowati, M. Asmuni Hasyim
Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

ABSTRACT

Selorejo Village is one of the areas in Dau District that cultivates coffee as a commodity through an agroforestry system. This system hosts various forms of biodiversity, including soil insects. The diversity of soil insects can be influenced by the number and types of plants, management practices, and elevation of the agroforestry system. Differences in soil insect diversity are also affected by several environmental factors, including physical and chemical components, which are the focus of this study. The objective of this research is to analyze the diversity of soil insects in simple coffee agroforestry (AKS) and complex coffee agroforestry (AKK) systems in Selorejo Village, Dau District, Malang Regency, and to examine the relationship with influencing factors. This study employed a descriptive quantitative approach using the handsorting method at 10 sampling points (plots), each with three replications. The research was conducted from December 2024 to June 2025. Specimen identification was carried out at the Biological Optics Laboratory, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Data analysis was performed using PAST software version 4.03 by calculating diversity index (Shannon-Wiener index, H'), dominance index (C), and evenness index (E). The results showed a total of 211 individuals found in the AKS area and 333 individuals in the AKK area. Across both areas, 8 orders, 16 families, and 21 genera of soil insects were identified. In the AKS area, functional groups included predators (96), herbivores (25), detritivores (19), decomposers (68), and omnivores (3). In the AKK area, the distribution included predators (145), herbivores (52), detritivores (33), decomposers (97), and omnivores (6). The soil insect diversity index (H') was 2.385 in AKS and 2.564 in AKK, with a T-test for diversity yielding a p-value of 0.043615. The dominance index (C) was 0.1419 in AKS and 0.1237 in AKK. The evenness index (E) was 0.639 in AKS and 0.6183 in AKK.

Keywords: *Agroforestry, Selorejo Village, Biodiversity, Soil Insects*

تنوع الحشرات الأرضية في نظام الحراثة الزراعية البسيط والمعقد لزراعة البن في قرية سلورجو، منطقة داو محافظة مالانج

م. محميدان فتانسيه، رتنا سوسيلواتي، م. أسمني هاشيم
برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا
الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج

مختصر البحث

تعد قرية سلورجو إحدى المناطق في قضاء داو التي تطور محصول البن بنظام الحراثة الزراعية. يحتوي هذا النظام على تنوع واسع من الحشرات، بما في ذلك الحشرات الأرضية. يمكن أن تتأثر الحشرات الأرضية بعدد وأنواع النباتات، وطرق المعالجة، والارتفاع في نظام الحراثة الزراعية. كما أن اختلاف تنوع الحشرات الأرضية يتأثر بعدة عوامل بيئية تشمل العوامل الفيزيائية والكيميائية التي ستلاحظ في هذا البحث. يهدف هذا البحث إلى معرفة تنوع الحشرات الأرضية في مناطق الحراثة الزراعية البسيطة والمعقدة للبن في قرية سلورجو، قضاء داو، محافظة مالانج، وعلاقة العوامل المؤثرة بها. نوع هذا البحث هو وصفي كمي باستخدام طريقة الجمع اليدوي في ١٠ نقاط (قطع أرض) مع تكرار ثلاث مرات في كل موقع. تم إجراء البحث خلال الفترة من فبراير إلى أبريل ٢٠٢٥. أجريت عملية التعرف على الأنواع في مختبر البصريات البيولوجية بكلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانج. تم تحليل البيانات باستخدام من خلال حساب مؤشر التنوع، ومؤشر الهيمنة، ومؤشر التوزيع المتساوي. أظهرت PAST 4.03 برنامج نتائج البحث وجود ٢١١ فرداً في منطقة الحراثة الزراعية البسيطة، و٣٣٣ فرداً في المنطقة المعقدة. تم العثور على ٩ رتب، و١٦ فصيلة، و٢١ جنساً من الحشرات الأرضية في جميع المناطق. في منطقة الحراثة الزراعية البسيطة وُجد: مفترسات (٩٦)، عاشبة (٢٥)، كاسرة بقايا (١٩)، محلات (٦٨)، وقوارت (٣) في المنطقة المعقدة وُجد: مفترسات (١٤٥)، عاشبة (٥٢)، كاسرة بقايا (٣٣)، محلات (٩٧)، وقوارت (٦)، للحشرات الأرضية في المنطقة البسيطة ٢,٣٨٥، بينما في المعقدة ٢,٥٦٤ (H^2) كانت قيمة مؤشر التنوع في المنطقة (C) أما قيمة مؤشر الهيمنة ($p\text{-value} = 0.043615$) لمؤشر التنوع كانت T ونتائج اختبار في المنطقة البسيطة (E) البسيطة فكانت ٠,١٤١٩، وفي المعقدة ٠,١٢٣٧. وقيمة مؤشر التوزيع المتساوي كانت ٠,٦٣٩، وفي المعقدة ٠,٦١٨٣.

الكلمات المفتاحية: الحراثة الزراعية، قرية سلورجو، التنوع الحيوي، الحشرات الأرضية

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bissmillahirohmaanirrohim, segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala Tuhan semesta alam karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi yang berjudul “Keanekaragaman Serangga Tanah di Kawasan Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang”. Tidak lupa shawatat serta salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin.

Berkat bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak maka penulis mengucapkan terimakasih yang tak terkira khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Evika Sandi Savitri, M.P. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Tknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Prof. Dr. Hj. Retno Susilowati, M.Si dan M. Asmuni Hasyim, M.Si selaku dosen pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Dr. Kiptiyah, M.Si selaku Dosen Wali, yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh bapak/ibu 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 tersebut.
7. Ayahanda (Bapak Irfan Fauzi) dan Ibunda (Ibu Wiji Rahayu), serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan ,dan motivasi kepada penulis
8. Teman-teman seperjuangan di Biologi dan saudara-saudara di UKM Mahasiswa Pecinta Alam Tursina

Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah Subhanahu Wata'ala. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi segenap pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	Error! Bookmark not defined.
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
مختلص البحث	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Tujuan Penelitian	12
1.4 Manfaat penelitian	13
1.5 Batasan Masalah	14
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Serangga.....	15
2.2 Peranan Serangga.....	33
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keanekaragaman Serangga Tanah	34
2.4 Teori Keanekaragaman	38
2.5 Kopi (<i>Coffea</i> sp.).....	41
2.6 Manfaat Kopi	44
2.7 Agroforestri.....	45
2.8 Deskripsi Lokasi Penelitian	48
BAB III METODE PENELITIAN	50
3.1 Jenis Penelitian.....	50

3.2 Waktu dan Tempat.....	50
3.3 Alat dan Bahan.....	50
3.4 Prosedur Penelitian	51
3.5 Analisis Data	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Hasil Identifikasi Serangga Tanah	58
4.2 Serangga Tanah yang Ditemukan dan Peranannya	86
4.3 Analisis Indeks Keanekaragaman (H'), Dominansi (C),Kemerataan (E).....	95
4.4 Faktor Fisika dan Kimia Tanah	98
4.5 Korelasi Jumlah Genus Serangga Tanah dengan Faktor Fisika Kimia	104
4.6 Hasil Penelitian Keanekaragaman Serangga Tanah Perspektif Islam.....	110
BAB V PENUTUP	115
5.1 Kesimpulan	115
5.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA.....	118
LAMPIRAN.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Tabel hasil pengamatan serangga tanah pada setiap transek.....	54
4.1 Jumlah serangga tanah secara kumulatif dan peranannya.....	87
4.2 Peranan serangga tanah yang ditemukan	90
4.3 Indeks keanekaragaman	96
4.4 Nilai rata-rata faktor fisika tanah	99
4.5 Hasil analisis faktor kimia tanah	100
4.6 Hasil korelasi genus serangga tanah dengan faktor fisika-kimia tanah	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Struktur Tubuh Serangga Tanah.....	18
2. 2 Struktur Kepala Serangg	20
2. 3 Struktur Bagian Dada (Thoraks).....	21
2. 4 Struktur Abdomen Serangga	22
2. 5 Struktur Tubuh Ordo Thysanura	24
2. 6 Struktur Tubuh Ordo Diplura.....	24
2. 7 Struktur Tubuh Ordo Isoptera	25
2. 8 Struktur Tubuh Ordo Orthoptera.....	26
2. 9 Struktur Tubuh Ordo Plecoptera	27
2. 10 Struktur Tubuh Ordo Dermaptera	27
2. 11 Struktur Tubuh Ordo Tysanoptera	28
2. 12 Struktur Tubuh Ordo Hemiptera	29
2. 13 Struktur Tubuh Ordo Coleoptera.....	30
2. 14 Struktur Ordo Mecoptera	30
2. 15 Struktur Tubuh Ordo Diptera	31
2. 16 Struktur Tubuh Ordo Hymepnotera	32
2. 17 Lokasi agroforestri kopi sederhana	49
2. 18 Lokasi agroforestri kopi kompleks	49
3. 1 Peta lokasi penelitian.....	51
3. 2 Lokasi agroforestri kopi sederhana	52
3. 3 Lokasi agroforestri kopi kompleks	52
3. 4 Pola pengambilan sampel.....	54
3. 5 Bentuk plot pengambilan sampel	54
4. 1 Serangga Tanah Spesimen 1	58
4. 2 Serangga Tanah Spesimen 2.....	60
4. 3 Serangga Tanah Spesimen 3.....	61
4. 4 Serangga Tanah Spesimen 4.....	62
4. 5 Serangga Tanah Spesimen 5.....	64
4. 6 Serangga Tanah Spesimen 6.....	65
4. 7 Serangga Tanah Spesimen 7.....	66
4. 8 Serangga Tanah Spesimen 8.....	68
4. 9 Serangga Tanah Spesimen 9.....	69

4. 10 Serangga Tanah Spesimen 10.....	70
4. 11 Serangga Tanah Spesimen 11	72
4. 12 Serangga Tanah Spesimen 12.....	73
4. 13 Serangga Tanah Spesimen 13.....	74
4. 14 Serangga Tanah Spesimen 14.....	76
4. 15 Serangga Tanah Spsimen 15.....	77
4. 16 Serangga Tanah Spesimen 16.....	78
4. 17 Serangga Tanah Spesimen 17.....	80
4. 18 Serangga Tanah Spesimen 18.....	81
4. 19 Serangga Tanah Spesimen 19.....	83
4. 20 Serangga Tanah Spesimen 20.....	84
4. 21 Serangga Tanah Spesimen 21.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil penelitian.....	126
2. Hasil uji indeks dan T diversity dari aplikasi past 4.03	131
3. Hasil Korelasi Serangga Tanah	132
4. Dokumentasi kegiatan.....	135
5. Lampiran hasil lab tanah	136
6. Bukti Konsultasi.....	137
7. Bukti Cek Plagiasi.....	138

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki julukan *mega biodiversity* atau negara yang memiliki kekayaan alam jenis flora dan fauna yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh letak Indonesia di kawasan tropic dengan iklim yang stabil dan secara geografis merupakan negara kepulauan yang terletak di antara dua benua, yakni benua Asia dan Australia (Yuliani dkk, 2017). Oleh karena itu, menjadikan Indonesia menempati peringkat ketiga dunia untuk keanekaragaman jenis tumbuh-tumbuhan dengan lebih dari 30.000 spesies (Ridianingsih dkk, 2017).

Keanekaragaman hayati yang melimpah merupakan satu diantara bentuk kebesaran Allah Subhanahu Wata'ala sebagai pencipta alam beserta isinya. Tanda kebesaran Allah SWT mengenai hal ini tertuang dalam QS: Al-An'am [6]: 141 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُ
وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ يَوْمَ
حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

“Dan Dialah yang menjadikan tanaman-tanaman yang merambat dan yang idak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetic hasilnya, tapi janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah Subhanahu Wata'ala tidak menyukai orang-orang yang berlebihan”

Tafsir ayat di atas berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir (2000), menjelaskan tentang bagaimana kaum musyrik Mekkah telah Membuat ketentuan dan peraturan

yang hanya berdasarkan keinginan dan pemikiran mereka yang rusak, bahkan mereka mengklaim bahwa peraturan itu berasal dari Allah Subhanahu Wata'ala. Lafadz yang berbunyi وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوسَاتٍ bermakna bahwa Allah Subhanahu Wata'ala menjelaskan lagi mengenai nikmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada hamba-Nya, serta yang menjadikan dua jenis tanaman, yaitu tanaman-tanaman yang merambat dan tanaman-tanaman yang tidak merambat. Allah Subhanahu Wata'ala pun menciptakan untuk manusia berbagai macam pepohonan seperti pohon kurma yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa warna dan bentuknya, akan tetapi tidak serupa rasanya. Ayat Al-Qur'an di atas selaras dengan adanya keberanekaragaman tumbuhan yang ada di Indonesia.

Kopi yang memiliki nama ilmiah *Coffea* sp. Menjadi salah satu keanekaragaman tumbuhan yang berada di Indonesia (Hakim, 2021). Kopi Indonesia menjadi komoditas dengan daya saing tinggi dalam pasar Internasional (Pratita, 2021). Menurut Internasional Coffea Organization (2019), Indonesia menjadi negara produsen kopi terbesar ke-4 dunia setelah negara Brazil, Vietnam, dan kolombia dengan area kopi nasional mencapai 1,24 juta hektar dan produksi 717,9 ribu ton. Pada tahun 2022, produksi kopi Indonesia mengalami peningkatan menjadi 774,96 ribu ton dan mengalami peningkatan juga dalam bidang ekspor dari tahun 2021 dengan total nilai ekspor sebesar 387,26 ribu ton menjadi 437,56 ribu ton pada tahun 2022 (BPS, 2022).

Kabupaten Malang terbentang luas, terdiri dari 33 kecamatan. Oleh karena itu Kabupaten Malang menjadi Kabupaten terluas ke dua dengan luas wilayah sekitar 3.473,439km² dari Kabupaten Banyuwangi dengan luas sekitar 5.782,500km². Kondisi topografi Kabupaten Malang merupakan dataran tinggi

yang dikelilingi pegunungan dengan kisaran ketinggian 0-3.300 mdpl. Kecamatan Dau berada di bagian barat Kabupaten Malang yang merupakan kawasan dari lereng Gunung Kawi yang terletak di daerah dataran tinggi dengan rata-rata ketinggian 500-800 mdpl (Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang, 2024). Keadaan geografis tersebut Kecamatan Dau dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar dalam bidang pertanian dan Perkebunan. Pemilihan Desa Selorejo, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang sebagai lokasi penelitian keanekaragaman serangga tanah didasarkan pada karakteristik ekologis dan sistem penggunaan lahan yang mendukung pendekatan komparatif antara dua bentuk agroforestri, yaitu sistem sederhana dan kompleks. Desa ini dikenal sebagai salah satu wilayah budidaya kopi rakyat yang menerapkan praktik agroforestri dengan tingkat diversitas vegetasi yang berbeda, sehingga menyediakan kondisi yang kontras untuk mengamati respons komunitas serangga tanah terhadap struktur ekosistem yang berbeda.

Sistem agroforestri merupakan program Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat (PHBM) yang ditujukan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan (Mayrowani & Ashari, 2011). Agroforestri merupakan bentuk penggunaan satu bidang lahan secara berkelanjutan yang di dalamnya terdapat aneka jenis pohon, semak, tanaman semusim, dan seringkali disertai ternak sehingga memberikan manfaat secara ekologi dan ekonomi (Olivi, 2015). Sistem ini menggabungkan teknologi pertanian dan kehutanan untuk menciptakan sistem penggunaan lahan yang beragam, produktif, sehat, dan menguntungkan (Umrani & Jain, 2010). Sistem agroforestri kopi merupakan bentuk budidaya kopi yang menggabungkan tanaman kopi dengan pohon penayang atau vegetasi lain dalam satu

lahan, menciptakan ekosistem yang lebih kompleks dan menyerupai habitat alami. Sebaliknya, perkebunan kopi monokultur biasanya menanam kopi secara tunggal dalam skala luas tanpa naungan atau keberagaman vegetasi lainnya. Agroforestri kopi menawarkan berbagai manfaat ekologis, seperti meningkatkan keanekaragaman hayati, memperbaiki kualitas tanah, mengurangi erosi, dan menciptakan iklim mikro yang lebih stabil bagi pertumbuhan tanaman kopi (Perfecto *et al.*, 1996). Selain itu, pohon penayang dalam agroforestri berfungsi sebagai habitat bagi berbagai organisme tanah dan serangga menguntungkan yang dapat mendukung pengendalian hayati secara alami (Tscharrntke *et al.*, 2011). Sementara itu, sistem monokultur cenderung lebih rentan terhadap serangan hama dan penyakit karena rendahnya keanekaragaman spesies dan kurangnya interaksi ekologis yang sehat. Oleh karena itu, sistem agroforestri kopi dinilai lebih berkelanjutan dalam jangka panjang dibandingkan perkebunan kopi konvensional.

Ciri utama dari sistem agroforestri adalah adanya tanaman musiman dan penayang. Naungan pada kopi dalam sistem agroforestri berpengaruh terhadap pertumbuhan, hasil produksi, maupun mutu kopi. Pohon naungan dapat mengurangi pengaruh buruk dari sinar matahari yang memiliki intensitas tinggi, sehingga memperpanjang umur dari tanaman kopi (Sobari, 2012). Cahaya matahari yang masuk ke dalam lahan agroforestri akan mempengaruhi kelembapan dan suhu tanah. Pola perkebunan kopi dengan agroforestri dapat melindungi dari kerusakan serta mencegah penurunan kesuburan tanah (Prawoto, 2008). Dampak positif sistem agroforestri tersebut dapat dicapai melalui pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya alam secara baik dan berkelanjutan, sehingga masyarakat sekitar dapat menerima keuntungan tanpa harus merusak dan menurunkan nilai sumberdaya

alam yang dapat merugikan keberlangsungan generasi selanjutnya (Amin dkk, 2016).

Agroforestri berdasarkan kanopi pohon penauungya diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu agroforestri sederhana (*simple agroforestry*) dan agroforestri kompleks (*complex agroforestry*) (Hakim, 2021). Agroforestri sederhana adalah suatu sistem pertanian dimana pepohonan ditanam secara tumpangsari dengan satu jenis atau lebih tanaman semusim (Suryani & Ai, 2012). Agroforestri kompleks adalah pola tanam dengan tanaman yang diterapkan bersifat campuran (Amin, 2016). Agroforestri ini mirip dengan ekosistem hutan karena di dalamnya terdapat banyak tanaman (Mayrowani & Ashari, 2011). Dari perbedaan antara agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks, pasti memiliki perbedaan dalam kondisi ekosistem yang hidup didalamnya. Perbedaan ekosistem antara agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks tidak hanya tercermin dari aspek biodiversitas dan struktur vegetasi, tetapi juga dalam sifat fisik dan kimia tanah yang menyertainya. Secara fisik, agroforestri kompleks umumnya memiliki struktur tanah yang lebih baik, seperti porositas dan agregasi tanah yang lebih stabil, yang berkontribusi pada peningkatan infiltrasi air dan pengurangan erosi. Hal ini disebabkan oleh adanya penutup tanah yang beragam dan sistem perakaran dari berbagai spesies tanaman yang memperkuat struktur tanah (Hairiah *et al.*, 2006). Sebaliknya, agroforestri sederhana yang memiliki sedikit jenis tanaman, terutama yang berakar dangkal, cenderung menyebabkan penurunan agregasi tanah dan peningkatan risiko pemadatan serta limpasan air permukaan. Secara kimia, agroforestri kompleks biasanya menunjukkan tingkat kesuburan tanah yang lebih tinggi, ditandai oleh kandungan bahan organik, karbon organik (C-organik),

nitrogen total (N-total), dan rasio C/N yang lebih seimbang. Keberadaan beragam jenis tanaman dan serasah yang terurai dari berbagai strata vegetasi meningkatkan input hara ke dalam tanah dan mendukung aktivitas mikroorganisme tanah yang mempercepat dekomposisi (Palm *et al.*, 2001). Di sisi lain, agroforestri sederhana dengan keragaman tanaman yang rendah sering kali menghasilkan input bahan organik yang lebih sedikit, sehingga cenderung memiliki kandungan hara makro seperti P, K, dan N yang lebih rendah serta aktivitas biologi tanah yang tidak seaktif pada sistem yang lebih kompleks (Mulyani *et al.*, 2017). Oleh karena itu, dari perspektif fisik dan kimia tanah, agroforestri kompleks memberikan kondisi yang lebih mendukung bagi keberlanjutan ekosistem dibandingkan dengan agroforestri sederhana. Berkaca dari teori toleransi Shelford, yang menjelaskan bahwa keberhasilan dan distribusi suatu organisme ditentukan oleh sejauh mana faktor-faktor lingkungan berada dalam batas toleransi organisme tersebut. Setiap organisme memiliki batas minimum, maksimum, dan optimum untuk berbagai faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, cahaya, dan nutrisi.

Agroforestri kompleks umumnya memiliki vegetasi peneduh yang lebih beragam dan struktur tajuk yang lebih bertingkat, sedangkan agroforestri sederhana didominasi oleh vegetasi homogen dengan sedikit spesies naungan (Hairiah *et al.*, 2006). Kondisi ini memungkinkan kajian tentang hubungan antara kompleksitas vegetasi dan fungsi ekosistem tanah, khususnya keanekaragaman fauna edafik seperti serangga tanah. Selain itu, wilayah ini memiliki iklim mikro yang relatif stabil dan topografi yang sesuai untuk keberlangsungan komunitas tanah, serta didukung oleh aksesibilitas lapangan yang baik dan keterlibatan aktif petani lokal. Oleh karena itu, Desa Selorejo merupakan lokasi yang representatif secara ekologis

dan praktis dalam mengkaji dinamika keanekaragaman serangga tanah dalam sistem agroforestri kopi.

Secara ekologis, sistem agroforestri memberi banyak manfaat di antaranya meningkatkan kesuburan tanah untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman karena meningkatnya kandungan unsur hara di dalam tanah (Fahrani, 2017). Peningkatan kandungan unsur hara disebabkan adanya pengembalian nutrisi ke dalam tanah. Selain itu, perbedaan sistem agroforestri mengakibatkan perbedaan pada tingkat kesuburan tanah (Umrani & Jain, 2010). Kesuburan tanah dapat dilihat dari tingginya keanekaragaman serangga tanah di suatu wilayah. Perbedaan antara agroforestri sederhana dan kompleks memberikan pengaruh signifikan terhadap komunitas serangga tanah yang menempati kawasan tersebut, baik dari segi keanekaragaman, kelimpahan, maupun fungsi ekologis yang mereka jalankan. Agroforestri kompleks, yang dicirikan oleh struktur vegetasi bertingkat, keragaman jenis tanaman yang tinggi, serta keberadaan serasah dan naungan yang melimpah, menyediakan mikrohabitat yang lebih stabil, lembap, dan kaya sumber makanan. Kondisi ini sangat mendukung keberadaan berbagai kelompok serangga tanah seperti Coleoptera (kumbang), Formicidae (semut), Isoptera (rayap), dan lain-lain yang berperan penting dalam proses dekomposisi, perputaran hara, serta pengendalian hayati (Lavelle *et al.*, 2006; Hairiah *et al.*, 2006). Selain itu, iklimat yang lebih sejuk dan kelembaban yang stabil pada agroforestri kompleks juga memperbesar peluang serangga tanah untuk berkembang biak dan mempertahankan keberadaannya. Sebaliknya, agroforestri sederhana dengan struktur tanaman yang homogen dan sedikit naungan cenderung menciptakan lingkungan yang lebih kering, bersuhu lebih tinggi, dan kurang menyediakan

serasah organik sebagai sumber makanan maupun tempat berlindung. Hal ini menyebabkan terbatasnya jumlah dan jenis serangga tanah yang dapat hidup di dalamnya, serta dominasi oleh jenis-jenis tertentu yang lebih toleran terhadap kondisi ekstrem (Bishop *et al.*, 2014). Akibatnya, indeks keanekaragaman dan pemerataan serangga tanah pada agroforestri sederhana cenderung lebih rendah, sementara pada agroforestri kompleks, kedua indeks tersebut umumnya lebih tinggi karena keberadaan lingkungan yang mendukung heterogenitas habitat. Dengan demikian, sistem agroforestri kompleks memiliki keunggulan ekologis dalam mempertahankan dan meningkatkan keanekaragaman serangga tanah yang berperan penting dalam kesehatan ekosistem secara keseluruhan.

Serangga tanah memiliki keanekaragaman yang berbeda-beda pada setiap tempat, termasuk pada perkebunan dengan sistem agroforestri kompleks maupun sederhana. Hal tersebut disebabkan berbagai faktor yang dapat mendukung kehidupan serangga tanah seperti ketersediaan makanan, suhu yang optimal, dan ada tidaknya musuh alami (Sari, 2015). Perubahan komunitas dan komposisi vegetasi tertentu pada suatu ekosistem secara tidak langsung menunjukkan adanya perubahan komunitas serangga tanah dan sebaliknya (Leksono, 2017). Selain itu, menurut Fahruni (2017) pengelolaan lahan dalam sistem agroforestri terjadi secara bergantian atau silih berganti antara kehutanan, pertanian, dan tanaman pangan.

Keanekaragaman serangga tanah berperan penting terhadap ekosistem, serta memiliki pengaruh terhadap pertanian, perkembangan ilmu, dan sumber daya alam. Serangga tanah merupakan serangga yang hidup didalam tanah baik di dalam tanah maupun dipermukaan tanah, serangga tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penguraian bahan organik tanah, sehingga hal tersebut juga

dapat mempengaruhi sifat fisika dan sifat kimia tanah. Serangga tanah merupakan serangga yang hidup didalam tanah baik di dalam tanah maupun dipermukaan tanah, serangga tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penguraian bahan organik tanah, sehingga hal tersebut juga dapat mempengaruhi sifat fisika dan sifat kimia tanah (Yuliani, 2017). Suheriyanto (2008) menjelaskan bahwa serangga tanah dapat digunakan sebagai indikator keseimbangan ekosistem. Apabila dalam suatu ekosistem terdapat keanekaragaman serangga tanah yang tinggi, maka dapat dikatakan bahwa ekosistem tersebut masih seimbang atau stabil dikarenakan fungsi-fungsi ekologis seperti dekomposisi, siklus hara, dan pengendalian hama berjalan optimal. Lingkungan tersebut menyediakan habitat dan sumber daya yang cukup bagi berbagai spesies. Keanekaragaman serangga yang tinggi menyebabkan proses jaring-jaring makanan berjalan secara normal. Begitu pula sebaliknya, apabila suatu ekosistem keanekaragaman serangga tanah yang rendah, maka lingkungan ekosistem tersebut telah terganggu akibat tekanan lingkungan seperti kerusakan habitat atau polusi, yang menghambat fungsi ekosistem dan membuatnya lebih rentan terhadap gangguan. Erniyani (2010) juga menjelaskan bahwa, semakin tinggi indeks keanekaragaman, maka semakin baik dinamika biologis dan tingkat proses daur unsur hara tanah sehingga kesuburan tanah semakin baik pula. Rendahnya keanekaragaman serangga tanah menggambarkan adanya dominasi jenis serangga tanah (Leksono, 2017).

Konsep keanekaragaman sangat erat kaitannya dengan pemerataan dan dominansi. Keanekaragaman hayati tidak hanya mengacu pada jumlah spesies (kekayaan spesies) yang ada dalam suatu ekosistem, tetapi juga pada distribusi jumlah individu antar spesies (kemerataan). Sebuah ekosistem dengan banyak

spesies belum tentu memiliki keanekaragaman tinggi jika sebagian besar individu hanya berasal dari satu atau dua spesies. Disini peran pemerataan menjadi penting, karena semakin merata jumlah individu diantara spesies-spesies yang ada, maka semakin tinggi pula tingkat keanekaragaman. Dominansi yang tinggi menyebabkan pemerataan rendah, karena distribusi individu tidak seimbang antar spesies. Oleh karena itu, dominasi memiliki pengaruh negatif terhadap keanekaragaman melalui penurunan pemerataan.

Keanekaragaman serangga tanah di beberapa tempat dapat berbeda-beda. Penelitian serangga tanah terdahulu pernah dilakukan oleh Umiyah (2022) pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. Hasil yang ditemukan pada agroforestri sederhana ditemukan 6 ordo, 8 famili, dan 18 genus dengan jumlah total 472 individu. Sedangkan pada agroforestri kopi kompleks hasil yang ditemukan adalah 6 ordo, 9 famili, dan 20 genus dengan jumlah total 856 individu yang menunjukkan nilai keanekaragaman pada agroforestri sederhana sebesar 2,365 dan nilai agroforestri kompleks sebesar 2,593. Penelitian serangga tanah pada agroforestri kopi lainnya pernah dilakukan oleh Riskananda (2022) pada perkebunan agroforestri kopi sederhana dan kompleks pada Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. Hasil yang ditemukan pada agroforestri sederhana sebanyak 604 individu dan pada agrofertri kompleks sebanyak 619 individu dari 7 ordo, 15 famili, 32 genus. Nilai keanekaragaman pada agroforestri sederhana adalah 1,987 sedangkan pada agroforestri kompleks adalah 2,119. Dari kedua penelitian tersebut, sama-sama menunjukkan bahwa pada agroforestri kompleks memiliki nilai keanekaragaman lebih tinggi daripada agroforestri sederhana.

Adapun penelitian terdahulu yang membahas mengenai keanekaragaman serangga tanah di Desa Selorejo, akan tetapi bertempat di perkebunan jeruk. Penelitian terdahulu dilakukan oleh Nursafitri (2021), yang dilakukan di perkebunan jeruk semi organik dan anorganik. Perkebunan jeruk yang menggunakan sistem monokultur berbeda dengan sistem agroforestri yang digunakan pada tanaman kopi. Hal ini menjadi perbedaan sistem pengelolaan yang nantinya akan berpengaruh terhadap struktur komunitas serangga tanah yang ditemui, seperti indeks keanekaragaman, dominansi, pemerataan, atau fungsi ekologis dari serangga tanah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan eksplorasi struktur komunitas serangga tanah pada agroforestri kopi di Desa Selorejo sebagai pembandingan dengan sistem pengelolaan konvensional.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait dengan sistem pengelolaan yang tepat tanpa merugikan lingkungan dan merusak habitat serangga tanah. Melalui penelitian ini, dengan menjaga keanekaragaman serangga tanah, diharapkan dapat dipahami secara lebih baik bagaimana serangga tanah berkontribusi dalam menjaga ekosistem yang seimbang serta membantu masyarakat dalam mengambil tindakan pelestarian yang tepat untuk menjaga keanekaragaman hayati. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian dengan judul “Keanekaragaman Serangga Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah saja genus serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang?
2. Bagaimanakah peran ekologi serangga tanah yang ditemukan pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang?
3. Berapakah nilai keanekaragaman, kemerataan, dan dominansi serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang?
4. Berapakah nilai faktor fisika dan kimia tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang?
5. Bagaimanakah korelasi antara serangga tanah dan faktor fisika dan kimia pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi serangga tanah yang terdapat pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

2. Mengetahui peranan ekologi serangga tanah yang ditemukan pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.
3. Mengetahui nilai keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.
4. Mengetahui nilai faktor kimia dan fisika tanah yang ada pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks kecamatan Dau Kabupaten Malang.
5. Mengetahui korelasi antara serangga tanah dengan faktor kimia dan fisika pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan wawasan pengetahuan keanekaragaman serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.
2. Manfaat untuk peneliti adalah data yang diperoleh terkait keanekaragaman serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.
3. Manfaat untuk pengelola agroforestri kopi adalah terkait wawasan akan kesuburan tanah dan keseimbangan ekosistem serta pentingnya serangga pada ekosistem agroforestri kopi di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sampel serangga tanah yang diambil di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur yang dikelola oleh Bapak Roni
2. Sampel yang diambil hanya serangga tanah yang ditemukan di petak ukur pengambilan data dengan cara pengamatan langsung menggunakan metode *hand sorting* untuk semua fase kehidupan serangga.
3. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus menggunakan buku identifikasi Borror dkk. (1996) dan BugGuide.net berdasarkan ciri morfologi.
4. Faktor fisika dan kimia yang diamati yaitu suhu, kelembaban tanah, pH, C-Organik, N-total, C/N Nisbah, bahan organik, fosfor dan kalium.
5. Umur kopi 5 tahun keatas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serangga

2.1.1 Serangga dalam Perspektif Al-Qur'an

Serangga adalah makhluk hidup ciptaan Allah SWT yang memiliki peran penting terhadap ekosistem. Dalam Al-Quran, Allah SWT juga menyebutkan tentang serangga, salah satunya terdapat pada Q.S. Saba' ayat 14, sebagai berikut:

فَلَمَّا قَضَيْنَا عَلَيْهِ الْمَوْتَ مَا دَلَّهُمْ عَلَى مَوْتِهِ إِلَّا دَابَّةُ الْأَرْضِ تَأْكُلُ مِنْسَاتِهِ فَلَمَّا خَرَّ تَبَيَّنَتْ
الْجِنَّ أَنْ لَوْ كَانُوا يَعْلَمُونَ الْغَيْبَ مَا لَبِثُوا فِي الْعَذَابِ الْمُهِينِ ﴿١٤﴾

Maka, Ketika telah kami tetapkan kematian (Sulaiman), tidak ada yang menunjukkan kepada mereka kematiannya itu, kecuali rayap yang memakan tongkatnya. Ketika dia telah tersungkur, jin menyadari bahwa sekiranya mengetahui yang gaib, tentu mereka tentu tidak berada dalam siksa yang menghinakan.

Tafsir ayat diatas berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir (2000), menjelaskan bahwa Nabi Sulaiman wafat dalam keadaan berdiri, bersandar pada tongkatnya, dan para jin yang bekerja untuk Nabi Sulaiman tidak menyadari atas kematiannya. Hal ini berlangsung cukup lama hingga seekor rayap menggerogoti tongkat tersebut. Ketika tongkat itu rapuh dan akhirnya patah, tubuh Nabi Sulaiman pun jatuh ke tanah. Barulah saat itu para jin menyadari bahwa Nabi Sulaiman telah wafat.

Dalam peristiwa tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat serangga rayap yang menjadi pengungkap kematian Nabi Sulaiman dengan cara memakan tongkat yang menjadi sandaran Nabi Sulaiman hingga rapuh dan patah. Dalam sudut pandang sains, proses pemakanan tongkat yang dilakukan oleh rayap disebut proses dekomposisi. Peranan rayap sebagai dekomposer sangat penting bagi ekosistem.

Seperti yang dijelaskan Habibi (2017), bahwa rayap berperan aktif dalam ekosistem sebagai dekomposer dengan mengurai bahan-bahan organik, proses pembentukan dan pelapukan tanah, mengatur sifat dan hidrolis tanah, siklus hara dan kimia tanah, serta mengatur pertumbuhan dan keanekaragaman vegetasi dalam ekosistem. Hal ini menunjukan bahwa Allah SWT menciptakan makhluk ciptaan-Nya tidak ada yang sia-sia seperti yang dicantumkan pada Q.S Ali Imron ayat 191, sebagai berikut:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ
رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

(yaitu) Orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang ciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka”

Tafsir ayat diatas berdasarkan Tafsir Al-Munir (2014), menerangkan bahwa mereka juga selalu berfikir positif dengan memikirkan, merenungi, dan memahami segala apa yang ada di langit dan bumi berupa aneka rahasia, manfaat, dan hikmah yang menunjukkan pada kebesaran, kekuasaan, ilmu, dan Rahmat Allah. Adapun objek berpikir, merenung dan memahami adalah makhluk Allah, bukan Dzat Allah itu sendiri, karena tidak akan tercapai jika merenungi dan memikirkan Dzat-Nya. Seorang Mukmin yang berpikir dan merenung kemudian meneliti, ia akan menghadapkan diri kepada Tuhannya dengan sungguh-sungguh dan merendahkan diri seraya mengikrarkan keyakinannya pada keagungan hikmah Allah di semua penciptaan makhluk.

Berkaca dari tafsir diatas dapat diketahui bahwa dalam mempelajari makhluk ciptaan Allah melalui penelitian adalah salah satu cara orang Mukmin dalam mempercayai keagungan Allah melalui ciptaan-Nya.

2.1.2 Deskripsi Serangga Tanah

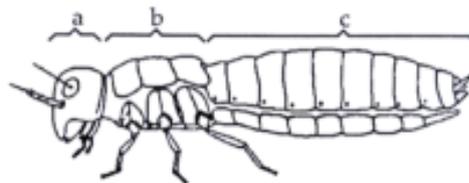
Serangga termasuk filum Arthropoda yang berasal dari bahasa Yunani *arthro* yang berarti ruas dan *poda* yang berarti kaki, jadi arthropoda adalah kelompok hewan yang memiliki ciri utama kaki beruas-ruas (Borror dkk., 1996). Insekta atau serangga merupakan spesies hewan yang jumlahnya paling dominan di antara spesies hewan lainnya dalam filum Arthropoda (Hadi dkk., 2009). Serangga merupakan salah satu kelompok hewan yang paling banyak, yakni mencapai 60% dari spesies hewan yang ada. Selain itu serangga memiliki struktur yang unik bila dibandingkan dengan vertebrata seperti bagian tubuh dan warna tubuh (Jumar, 2000). Keberadaan serangga di suatu lingkungan bisa ditemukan di tempat teduh, tanah yang lembab, padang rumput, di bawah kayu lapuk, dan tempat lembab yang serupa (Sari, 2015). Serangga tanah adalah serangga yang hidup di tanah, baik permukaan tanah maupun di dalam tanah (Suin, 2012).

Adapun ciri-ciri umum serangga, seperti mempunyai *appendage* atau alat tambahan yang beruas, tubuh terbungkus oleh zat kitin, sehingga termasuk kedalam hewan eksoskeleton yaitu memiliki kerangka yang melindungi tubuhnya. Biasanya ruas-ruas tersebut ada bagian yang tidak berkitin, sehingga dapat memudahkan serangga untuk bergerak. Serangga memiliki sistem saraf tangga tali dan coelom pada serangga dewasa yang berbentuk kecil, serta memiliki suatu rongga yang berisi darah (Hadi dkk, 2009).

Serangga mempunyai peran yang beragam dalam hubungannya dengan tumbuhan dan hewan lainnya termasuk hewan yang disebut hama, tetapi tidak semua serangga merugikan bagi tanaman, ada juga serangga yang menguntungkan bagi tanaman, seperti serangga penyerbuk, pemakan bangkai, predator, dan parasitoid. Serangga tanah merupakan salah satu kelompok hewan yang memiliki peran penting dari organisme-organisme di ekosistem tanah. Serangga tanah merupakan serangga yang hidup didalam tanah baik di dalam tanah maupun dipermukaan tanah, serangga tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam proses penguraian bahan organik tanah, sehingga hal tersebut juga dapat mempengaruhi sifat fisika dan sifat kimia tanah. Selain itu, serangga tanah juga merombak bahan organik yang ada didalam tanah sehingga bahan organik tersebut dapat digunakan bagi tanaman yang membutuhkan (Yuliani, 2017).

2.1.3 Morfologi Serangga Tanah

Secara umum morfologi serangga terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala (caput), dada (toraks), dan perut (abdomen) seperti pada Gambar 2.1 (Rusyana, 2018).



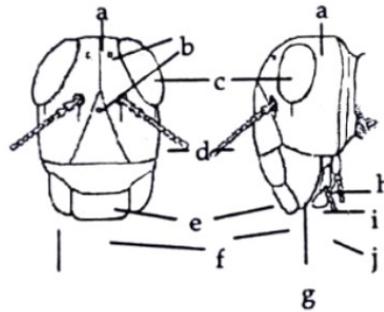
Gambar 2.1 Struktur Tubuh Serangga Tanah, a. caput, b. Thoraks, c. abdomen (Borror dkk., 1996; Suheriyanto, 2008).

Pada bagian kepala serangga terdapat mulut, antenna, mata majemuk (*faset*) dan mata tunggal (*ocelli*). Mata majemuk tersusun atas banyak unit optik kecil yang

disebut omatidium, yang masing-masing menangkap cahaya dari sudut berbeda dan secara bersama-sama menghasilkan citra visual berbentuk mosaik. Struktur ini memberikan kemampuan deteksi gerakan yang tinggi dan sudut pandang yang luas, menjadikannya alat penglihatan utama bagi serangga dewasa seperti lalat, lebah, dan capung (Gullan & Cranston, 2014). Sebaliknya, mata tunggal memiliki struktur yang lebih sederhana, biasanya berjumlah satu hingga tiga dan terletak di bagian dorsal kepala. Ocelli tidak mampu membentuk gambar, tetapi berfungsi dalam mendeteksi intensitas cahaya dan membantu kestabilan orientasi saat terbang serta mengatur ritme sirkadian. Pada bagian toraks, ditemukan tungkai sebanyak 3 pasang dan spirakel. Pada bagian abdomen dapat dilihat membrane timpani, spirakel, dan alat kelamin (Chapman, 2013). Adapun bagian-bagian tubuh serangga tanah dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan dijabarkan sebagai berikut:

1. Kepala (Caput)

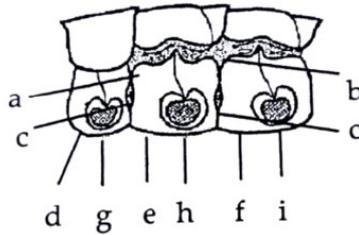
Bagian kepala serangga berbentuk kapsul yang dilengkapi dengan bagian mulut, mayas, dan antenna sedangkan bagian dalam berisi otak. Bagian belakang kepala (posterior) terdapat lubang disebut *foramen magnum* yang terletak dipermukaannya. Bagian kepala berbentuk oleh 6 buah ruas badan paling depan yang kemudian menjadi satu, beberapa segmen berubah menjadi alat-alat penting yang berfungsi sebagai indra penglihatan, beraba, dan pengecap. Kepala serangga umumnya terdiri dari front atau *frons*, pipi atau *cypeus*, bagian atas kepala atau *vertex*, *ocelli*, antenna dan kerangka serangga atau *tentorium* seperti pada Gambar 2.2 (Hadi dkk, 2009).



Gambar 2.2 Struktur Kepala Serangga, a: vertex; b: ocelli; c: mata majemuk; d: sungut; e: kliperus; f: labrum; g: mandibula; h: labium; i: maksila; j: palpus (Suheriyanto, 2008)

2. Dada (Toraks)

Toraks merupakan bagian tubuh serangga yang terdiri atas tiga ruas yaitu protoraks, mesotoraks, dan metatoraks seperti pada Gambar 2.3 (Triplehorn and Norman, 2004). Setiap segmen pada toraks mempunyai sepasang kaki, sehingga jumlah kaki serangga ada enam (heksapoda) (Suheriyanto, 2008). Fungsi toraks dapat dijadikan tempat melekatnya kaki dan sayap. Masing-masing ruas yang terdapat pada toraks memiliki kaki jalan dan pada serangga bersayap terletak dibagian mesotoraks dan metatorak. Sayap serangga berkembang sempurna dan berfungsi hanya pada serangga fase dewasa. Setiap sayap tersusun atas permukaan atas dan bawah yang terbuat dari unsur kitin tipis. Persatuan mesotoraks dan metatoraks membentuk bagian tubuh yang kokoh yang secara keseluruhan disebut pterotoraks (Jumar, 2000).

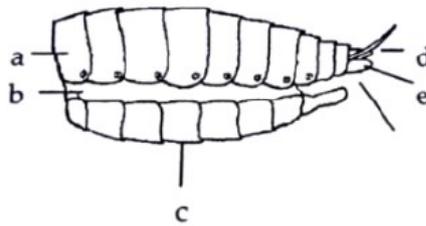


Gambar 2.3 Struktur Bagian Dada (Thoraks), a: sayap depan; b: sayap belakang; c: spirakel; d: protoraks; e: mesotoraks; f: metatoraks; g: tungkai depan; h: tungkai tengah; i: tungkai belakang (Suheriyanto, 2008).

3. Perut (Abdomen)

Perut atau abdomen merupakan bagian tubuh serangga yang terdiri dari 11 segmen. Segmen tersebut biasanya dihubungkan oleh membrane intersegmetal pendek (Triplehorn & Norman, 2004). Abdomen berfungsi untuk menampung system pencernaan, ekskretori, dan reproduksi (Boror dkk, 1996; Suheriyanto, 2008). Pada serangga dewasa terdapat spirakel dekat membrane pleural di setiap kedua sisi abdomen. Spirakel adalah bukaan kecil pada permukaan tubuh serangga yang berperan penting dalam sistem pernapasan. Spirakel terhubung dengan sistem trakea, yaitu jaringan saluran bercabang yang menghantarkan oksigen langsung ke jaringan tubuh dan mengeluarkan karbon dioksida tanpa melalui sistem sirkulasi darah seperti pada vertebrata. Spirakel biasanya terletak secara berpasangan di segmen toraks dan abdomen, dan jumlah serta letaknya dapat bervariasi tergantung pada spesies serangga. Setiap spirakel dilengkapi dengan mekanisme katup yang dapat membuka dan menutup secara aktif untuk mengatur pertukaran gas dan mencegah kehilangan air yang berlebihan akibat penguapan (Chapman, 2013). Spirakel tersebut merupakan bagian terbuka yang menghubungkan system respirasi dengan luar tubuh. Bagian paling ujung abdomen terdapat anus, yang merupakan

saluran keluar dari system pencernaan (Suheriyanto, 2008). Bagian ke-8 dan ke-9 segmen pada serangga betina merupakan struktur genital yang terdapat alat kelamin pada serangga (Triplehorn & Norman, 2004). Segmen-segmen tersebut memiliki fungsi khusus sebagai alat untuk kopulasi dan peletakan telur (Hadi dkk, 2009).



Gambar 2.4 Struktur Abdomen Serangga, a: terga; b: spirakel; c: sternum; d: cerci; e:ovipositor (Beutel et all., 2014).

2.1.4 Klasifikasi Serangga Tanah

Secara umum arthropoda terbagi menjadi 3 sub filum, yaitu Trilobita, Mandibulata, dan Chelicerata. Sub filum Mandibulata terbagi menjadi beberapa kelas, satu diantaranya adalah kelas Insekta (Hexapoda) (Lilies, 1991) (Gambar 2.5). Adapun pembagian sub filum arthropoda sebagai berikut (Meyer, 2003; Suheriyanto, 2008):

A. Sub Filum Trilobita

Trilobita merupakan arthropoda yang hidup di laau, hidup sekitar 245 juta tahun yang lalu. Anggota sub filum trilobite sangat sedikit diketahui, karena pada umumnya ditemukan dalam bentuk fosil.

B. Sub Filum Chelicerata

Chericherata memiliki arti rahang yang berbentuk capit. Sub filum ini merupakan hewan predator yang mempunyai selicerae dengan kelenjar racun.

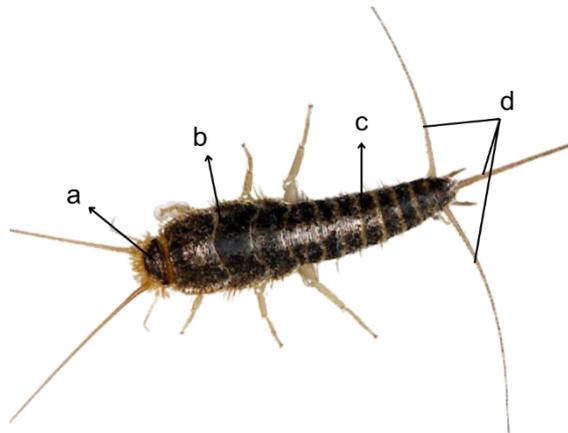
Hewan yang termasuk dalam kelompok ini adalah laba-laba, tungau, kalajengking, dan kepiting.

C. Sub Filum Mandibulata

Anggota sub filum mandibulata mempunyai mandibula dan maksila di bagian mulutnya. Mandibula adalah sepasang alat dari arthropoda yang digunakan untuk menggigit, memotong, dan mengunyah. Hewan yang termasuk kelompok mandibulata adalah crustacea, myriapoda dan insekta (serangga). Salah satu kelompok mandibulata, yaitu kelas crustacea telah beradaptasi dengan kehidupan laut dan populasinya menyebar keseluruh lautan. Kelas myriapoda memiliki dua anggota, yaitu miliapedes dan centipedes yang beradaptasi dengan kehidupan daratan. Berikut uraian ciri-ciri dari ordo serangga pada sub filum Mandibulata menurut Triplehorn & Norman (2004), sebagai berikut:

1. Ordo Thysanura

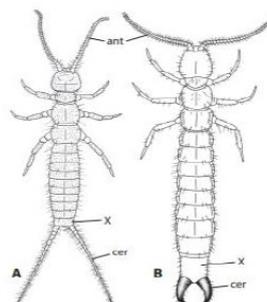
Serangga mempunyai ekor berbulu, tubuh pipih, Panjang, tertutup sisik dan tidak bersayap. Anggota ini memiliki abdomen dengan 11 ruas dan ujung pada abdomenbelakang memiliki 3 ekor yang ramping (Lilies, 1991). Ordo thysanuran terbagi menjadi 4 famili, yaitu Lepidotrichidae, Nicoletiidae, Lepsmatidae, dan Machilidae. Sifat karakteristik yang digunakan dalam klasifikasi ini memiliki jumlah ruas tarsi dan tubuh yang hampir seluruh tubuh tertutupi oleh sisik (Hadi dkk., 2009).



Gambar 2.5 Struktur Tubuh Ordo Thysanura, a: caput; b: Thoraks; c: abdomen; d: filamentum caudalis (Triplehorn & Johnson, 2005)

2. Ordo Diplura

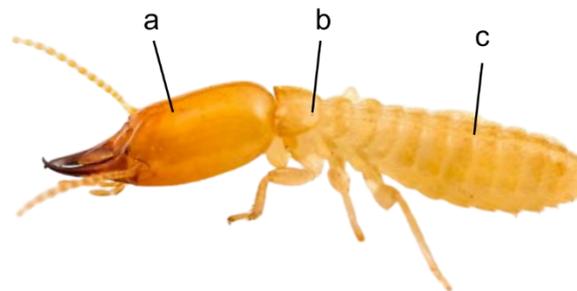
Ordo dipluran memiliki 2 filamen ekor dan tubuh tidak tertutupi dengan sisik-sisik. Memiliki stili pada ruas-ruas abdomen 1-7 atau 2-7 (Gambar 2.5). Insekta ini berukuran kecil (Panjang kurang 7 mm) dan berwarna pucat. Biasanya ditemukan di tempat lembab dalam tanah, di bawah kulit kayu, dan tempat embab yang serupa (Triplehorn & Norman, 2004). Serangga ordo dipluran terbagi menjadi 3 famili, yaitu Anajapygidae, Campodeidae, dan Japygidae (Hadi dkk, 2009).



Gambar 2.6 Struktur Tubuh Ordo Diplura, A. *Campodea staphylinus* ;B. *Japyx sp.*, ant: antena; cer: cerci; x: segmen x (Beutel et al., 2014).

3. Ordo Isoptera

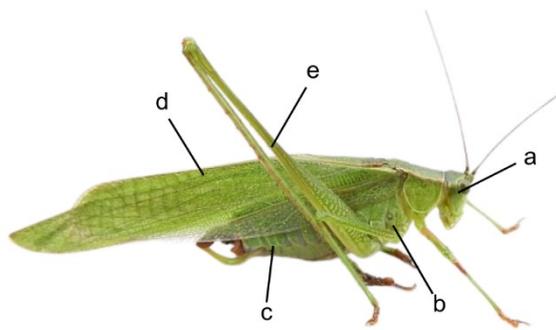
Isoptera berasal dari kata “iso” yang berarti sama dan “ptera” yang berarti sayap. Penamaan ini merujuk pada ciri khas kelompok serangga ini (terutama kasta reproduktif seperti raja dan ratu rayap), yaitu memiliki dua pasang sayap yang berukuran dan bentuknya sama, berbeda dengan banyak serangga lain yang sayap depannya lebih besar atau bentuknya berbeda dengan sayap belakang. Isoptera hidup sebagai serangga berkoloni pemakan selulosa. Ordo isoptera terdiri dari 1990 spesies di seluruh dunia. Individu ordo isoptera dibedakan secara morfologi dengan beberapa golongan yang reproduktif, pekerja, dan tantara. Memilikisayap depan dan belakang hampir sama ukurannya. Bagian mulut serangga pekerja dan reproduktif merupakan tipe pengunyah. Sering disebut sebagai “semut putih”, tetapi bukan dari jenis semut dan tidak berkerabat dengan semut. Serangga lebih berkerabat dengan kecoa dan mantid (Triplehorn & Norman, 2004). Ordo Isoptera terbagi menjadi 4 famili, yaitu Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Hodotermitidae, dan Termitidae (Hadi dkk, 2009).



Gambar 2.7 Struktur Tubuh Ordo Isoptera, a: caput; b: thoraks; c: abdomen (BugGuide.Net, 2025)

4. Ordo Orthoptera

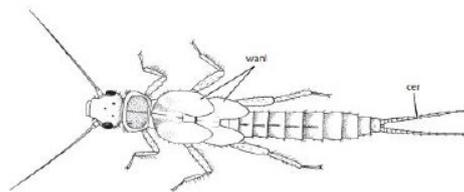
Serangga anggota ordo orthoptera dibagi menjadi 2 jenis, yaitu bersayap dan tidak bersayap. Serangga yang bersayap biasanya memiliki 4 sayap. Sayap pada bagian depan memanjang, memiliki banyak rangka, dan satu diantaranya menebal disebut *tegmina*. Sayap belakang berselaput, lebar, memiliki banyak rangka dan pada saat istirahat biasanya melipat seperti kipas dibawah sayap depan. Bagian mulut serangga ordo orthoptera merupakan tipe pengunyah (Triplehorn & Norman, 2004).



Gambar 2.8 Struktur Tubuh Ordo Orthoptera, a: caput; b: thoraks; c: abdomen; d: sayap; e: kaki (Triplehorn & Jonhson, 2005).

5. Ordo Plecoptera

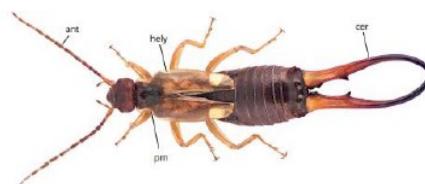
Sebagian besar ordo plecoptera berukuran sedang atau kecil, beberapa diantaranya bertubuh lunak dan berwarna sedikit kelabu. Serangga ordo plecoptera banyak ditemukan di dekat syngai atau tepi danau berbatu. Memiliki sayap depan memanjang, sedikit sempit dan biasanya memiliki rangka sayap yang menyilang. Bagian mulut serangga ordo plecoptera adalah tipe pengunyah (Triplehorn & Norman, 2004).



Gambar 2.9 Struktur Tubuh Ordo Plecoptera, cer: cerci; wanl: winganlagen (Beutel et al., 2014).

6. Ordo Dermaptera

Ordo dermaptera memiliki karakteristik tubuh memanjang, ramping dan sedikit pipih yang menyerupai kumbang Kelana, akan tetapi mempunyai sersi seperti capit (Gambar 2.7). terdapat dua jenis serangga golongan ordo dermaptera dewasa, yaitu bersayap atau tidak bersayap. Apabila bersayap, sayap bagian depan pendek, kasar dan tidak berangkat. Sedangkan sayap pada bagian belakang berselaput tipis dan membulat. Sebagian besar serangga golongan ordo dermaptera beraktivitas pada malam hari atau bisa disebut hewan nocturnal (Triplehorn & Norman, 2004). Serangga ordo dermaptera terbagi atas 4 famili, Aelothripidae, Heterothripidae, Merothripidae, dan Thripidae (Hadi dkk, 2009).

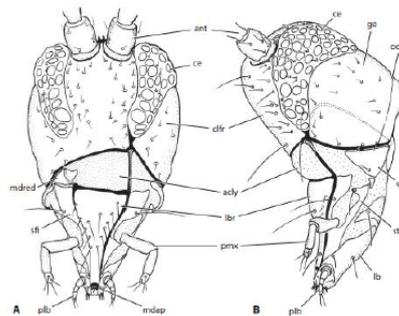


Gambar 2.10 Struktur Tubuh Ordo Dermaptera, ant: antena; cer: cerci; hely: hemelytera; prn: pronotum (Beutel et al., 2014)

7. Ordo Tysanoptera

Serangga ordo tysanoptera memiliki karakteristik berbentuk tubuh ramping dengan Panjang 0,5-5 mm. apabila berkembang sempurna memiliki sayap dengan jumlah 4, sangat Panjang dan sempit dengan beberapa atau tidak ada rangka, serta

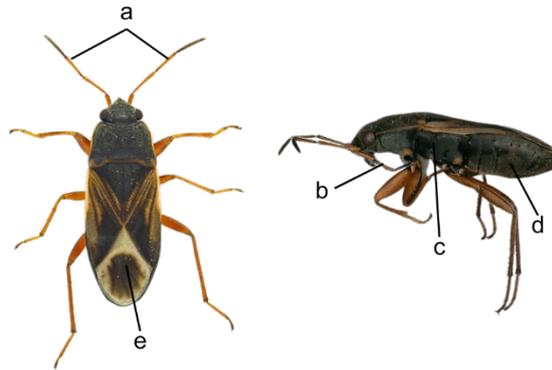
dibatasi leh rambut-rambut Panjang. Memiliki bagian mulut dengan tipe penghisap dan antenna yang pendek dengan ruas 4-9 ruas (Gambar 2.8) (Triplehorn & Norman, 2004). Ordo tysanoptera terbagi menjadi 4 famili, yaitu Aelothripidae, Merothripidae, dan Thripidea (Hadi dkk, 2009)



Gambar 2.11 Struktur Tubuh Ordo Tysanoptera, A. bagian frontal; B: bagian lateral, acly: anteclypeus; ant: antena; cd: cardo; ce: compound eye; clfr: clypeofrons; ge: gena; lb: labium; lbr: labrum; mdap: apex of left mandible; mdred: reduced right mandible; occc: occipital sulcus; plb: palpus labialis; pmx: palpus maxilaris; sti: stipes (Beutel et al., 2014)

8. Ordo Himeptera

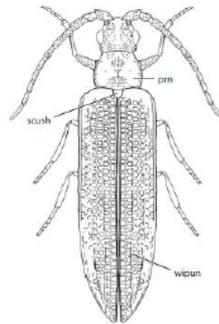
Ordo himeptera merupakan kelompok serangga besar dan beragam yang dikenal dengan sebutan umum seperti kutu busuk, kutu daun, tonggeret, dan wereng. Serangga dalam ordo ini memiliki mulut yang sudah dimodifikasi untuk menusuk dan menghisap, yang digunakan untuk mengambil cairan dari tumbuhan atau hewan. Tubuh ordo himeptera umumnya berbentuk oval hingga lonjong, terdiri atas kepala, thoraks, dan abdomen. Alat mulut bertipe haustellata, berbentuk seperti paruh (rostrum) yang mengarah kedepan, bawah, atau belakang. Antenna terdiri dari 4-5 ruas dan beragam bentuk. Sayap umumnya dua pasang, sayap depan disebut hemielytra. Sayap depan dan belakang umumnya embranus dan serupa (Triplehorn & Jonhson, 2005).



Gambar 2.12 Struktur Tubuh Ordo Hemiptera, a: antena; b: haustellata; c: thoraks; d: abdomen; e:hemielytra (Triplehorn & Jonhson, 2005).

9. Ordo Coleoptera

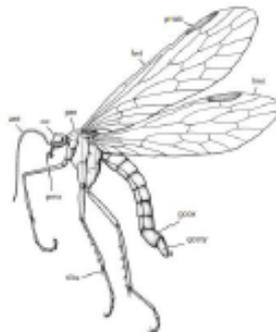
Coleoptera berasal dari kata “koleos” yang berarti selubung atau sarung dan “ptera” yang berarti sayap. Penamaan ini merujuk pada ciri khas ordo ini yaitu kumbang yang memiliki sepasang sayap depan yang keras dan tebal disebut elitra (elytra), yang berfungsi sebagai pelindung bagi sayap belakang yang tipis dan digunakan untuk terbang Coleoptera merupakan ordo serangga terbesar dengan sekitar 40% dari spesies yang teridentifikasi dalam kelas Hexapoda. Memiliki panjang yang bervariasi, mulai kurang dari 1 mm hingga sekitar 75 mm (Gambar 2.9). Beberapa spesies tropis mencapai panjang sekitar 125 mm. Kebanyakan serangga ordo coleoptera mempunyai 4 sayap dengan sepasang sayap depan menebal, kasar, keras dan rapuh. Sayap tersebut biasanya bertemu dalam satu garis lurus di tengah-tengah bagian belakang dan menutupi sayap belakang (Triplehorn & Norman, 2004).



Gambar 2.13 Struktur Tubuh Ordo Coleoptera, prn: pronotum; scush: scutellar shield; wipun: window punctures of elytra (Beutel et al., 2014)

10. Ordo Mecoptera

Serangga ordo mecoptera memiliki karakteristik tubuh berukuran sedang (panjang sekitar 9-25 mm) dan ramping, serta kepala yang memanjang di bawah mata seperti paruh (Gambar 2.10). Memiliki 4 sayap yang panjang, sempit dan berselaput. Sayap pada bagian depan dan belakang memiliki ukuran dan bentuk yang sama, serta memiliki kemiripan venasi (Triplehorn & Norman, 2004).

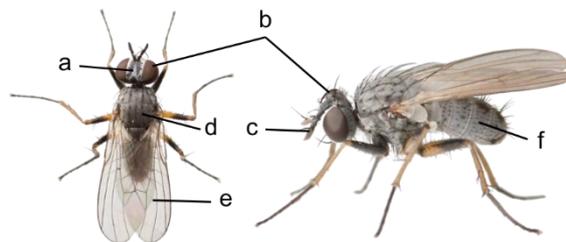


Gambar 2.14 Struktur Ordo Mecoptera, ant: antena; fwl: forewing; gcox: conocoxa; gosty: gonostylus; hwi: hindwing; oc: ocellus; pmx: palpus maxilaris; prn: pronotum; ptsti: pterostigm; tibs: tibial spur (Beutel et al., 2014)

11. Ordo Diptera

Diptera merupakan salah satu ordo yang memiliki ciri khas mempunyai sepasang sayap di depan, karena sayap belakang mereduksi dan berfungsi sebagai

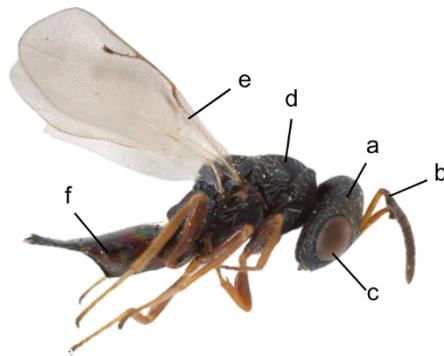
alat keseimbangan. Mayoritas serangga ordo diptera bertubuh lunak dan beberapa cukup kecil. Memiliki mulut bertipe penghisap dengan variasi struktur mulut seperti penusuk, penyerap dan seolah-olah berfungsi. Pembagian famili berdasarkan perbedaan sayap dan antena (Triplehorn & Norman, 2004).



Gambar 2. 15 Struktur Tubuh Ordo Diptera, a: caput; b: mata majemuk; c: antena; d: thoraks; e: sayap; f: abdomen (Triplehorn & Jonhson, 2005).

12. Ordo Hymenoptera

Ordo hymenoptera memiliki tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu caput, thoraks, dan abdomen. Kepala dilengkapi sepasang mata majemuk, tiga mata tunggal (ocelli), seta antenna panjang. Alat mulut bertipe mengunyah atau mengunyah dan menjilat. Ciri khas ordo hymenoptera adalah dua pasang sayap membranous, dengan sayap belakang lebih kecil dan secara mekanik digandengkan dengan sayap depan oleh struktur pengait kecil yang disebut hamuli. Kaki tiga pasang, bertipe berjalan. Pada betina bagaian ujung abdomen memiliki ovipositor, yang berkembang menjadi alat penyengat (Triplehorn & Jonhson, 2005)



Gambar 2.16 Struktur Tubuh Ordo Hymenoptera, a. caput; b. antena; c. mata majemuk; d. thoraks; e. sayap membranus; f. abdomen (Triplehorn & Johnson, 2005)

Menurut Kramadibrata (1995), serangga dibagi menjadi 5 jenis berdasarkan jenis makanannya yaitu:

1. *Detrivora/Saprofag*, merupakan kelompok serangga yang sumber makanannya berasal dari benda mati seperti tumbuhan mati, bangkai hewan, atau feses. Contoh dari kelompok ini yaitu kelompok Thysanura, Collembola, dan Diplura.
2. *Herbivora/Pitofagus*, merupakan kelompok serangga yang sumber makanannya berasal dari daun, akar, dan kayu. Contoh dari kelompok ini yaitu kelompok Orthoptera.
3. *Microphytic*, merupakan kelompok serangga yang makanannya berasal dari spora dan hifa jamur. Contoh dari kelompok ini yaitu kelompok Diptera, Coleoptera, dan Hymenoptera.
4. *Karnivora*, merupakan kelompok serangga yang makanannya berasal dari serangga lain atau dapat dikatakan sebagai predator. Contoh dari kelompok ini yaitu kelompok Hymenoptera dan Coleoptera.

5. *Omnivora*, merupakan kelompok serangga yang makanannya berasal dari tumbuhan atau serangga lain. Contoh dari kelompok ini yaitu kelompok Orthoptera, dan Hymeoptera.

2.2 Peranan Serangga

2.2.1 Peranan Serangga Tanah yang Menguntungkan

Serangga tanah pada umumnya mempunyai peranan yang sangat penting bagi ekosistem, baik secara langsung maupun tidak langsung. Tanpa kehadiran suatu serangga tanah, maka kehidupan suatu ekosistem akan terganggu dan tidak akan mencapai suatu keseimbangan (Satta, 1998). Berdasarkan tingkat trofiknya, serangga tanah dibagi menjadi 3 yaitu herbivora, karnivora, dan dekomposer. Serangga herbivora merupakan kelompok yang memakan tanaman dan keberadaan populasinya menyebabkan kerusakan pada tanaman yang biasa disebut “hama” (Sumiarti, 2011). Salah satu contohnya adalah belalang (*Dissostura* sp.) (Untung, 2006). Disisi lain, terdapat serangga tanah yang menguntungkan yaitu serangga tanah golongan karnivora yang merupakan semua spesies serangga tanah memangsa serangga herbivora, meliputi kelompok predator, parasitoid, dan berperan sebagai musuh alami serangga herbivora (Sumiarti, 2011).

Peran positif lain dari serangga terutama serangga tanah yaitu sebagai bioindikator dikarenakan keberadaan dan kelimpahan dari serangga tanah dapat memberikan informasi kondisi lingkungan khususnya kondisi tanah dikarenakan serangga tanah sendiri termasuk hewan yang sensitif terhadap perubahan kondisi lingkungan dan proses dekomposisi unsur organik tanah. Serangga tanah mempunyai peranan penting dalam mendekomposisi material organik di dalam

tanah. Serangga dekomposer akan memakan organisme mati dan membantu siklus kembalinya nutrisi ke ekosistem. Melalui tindak penguraian zat, seperti karbon, ar, dan nitrogen dikembalikan ke ekosistem (Jumar, 2000). Beberapa contoh serangga decomposer adalah semut, kumbang penggerek kayu, kumbang tinja, dan kumbang bangkai. Keberadaan serangga tersebut menjadikan sampah cepat terurai dan kembali menjadi materi di alam (Suheriyanto, 2008).

2.2.2 Serangga yang Merugikan

Serangga dapat menyebabkan kerugian secara langsung maupun tidak langsung. Serangga herbivora yang masuk dalam golongan serangga yang merugikan manusia adalah serangga hama. Beberapa serangga tersebut dapat menimbulkan kerugian karena menyerang tanaman yang dibudidayakan dan merusak produksi yang disimpan (Satta, 1998). Serangga juga dapat menjadi agen penuluran penyakit dengan cara gigitan dan sengatan (Hidayat, 2009). Kebanyakan dari beberapa orang lebih banyak mewaspadaai serangga-serangga yang dapat merusak dan mempengaruhi daripada dengan serangga yang dapat menguntungkan dan juga jenis serangga yang merusak lebih dikenal daripada serangga yang bermanfaat (Borror dkk., 1996).

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keanekaragaman Serangga Tanah

Keanekaragaman serangga tanah ditentukan oleh aktivitas reproduksi yang didukung oleh lingkungannya yang cocok dan kebutuhan makanannya yang tercukupi. Keanekaragaman, kelimpahan, dan aktivitas reproduksi serangga tanah di daerah tropis dipengaruhi oleh kondisi musim, karena musim berpengaruh terhadap ketersediaan sumber makanan bagi serangga tanah (Erawati dkk, 2010).

Faktor lingkungan berperan penting dalam menentukan berbagai pola penyebaran serangga tanah. Menurut Jumar (2000), faktor yang mempengaruhi keanekaragaman serangga tanah meliputi faktor biotik dan faktor abiotik yang saling berpengaruh dalam suatu ekosistem, menentukan kehadiran, kelimpahan, dan penampilan organisme.

2.3.1 Faktor Biotik

Keberadaan suatu organisme dalam suatu ekosistem dapat mempengaruhi keanekaragaman. Berkurangnya jumlah maupun jenis populasi dalam suatu ekosistem dapat mempengaruhi indeks keanekaragamannya. Faktor biotik ini akan mempengaruhi jenis hewan yang dapat hidup di habitat tersebut, karena ada hewan-hewan tertentu yang hidupnya membutuhkan perlindungan yang dapat diberikan oleh kanopi dari tumbuhan di habitat tersebut (Krebs, 1978). Beberapa faktor biotik menurut Untung (2006) yang mempengaruhi keberadaan serangga tanah dalam ekosistem, yaitu pertumbuhan populasi dan interaksi antar spesies

1. Pertumbuhan Populasi

Pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh dua hal, yaitu penambahan dan pengurangan jumlah anggota populasi. Pertambahan anggota populasi tersebut ditentukan oleh imigrasi dan natalitas (kelahiran), sedangkan pengurangan anggota populasi dapat terjadi lewat emigrasi dan mortalitas (kematian). Pertumbuhan populasi yang cepat akan mengakibatkan tingginya jumlah anggota populasi, sehingga populasi tersebut mendominasi komunitas. Adanya dominasi komunitas menyebabkan populasi lain terkalahkan dan terjadi pengurangan populasi penyusun

komunitas. Berkurangnya populasi penyusun komunitas berarti mengurangi keanekaragaman komunitas.

2. Interaksi Antar Spesies

Komunitas atau ekosistem tertentu memiliki faktor pembatas didalamnya berupa keterbatasan sumberdaya, baik dalam bentuk makanan, maupun tempat tinggal. Pada suatu komunitas atau ekosistem terjadi interaksi antar anggota penyusun populasi. Interaksi tersebut meliputi kompetisi dan predasi. Kompetisi terjadi apabila terdapat kesamaan sumberdaya, sedangkan predasi terjadi dalam komunitas populasi dari spesies yang berbeda dimana terdapat predator sebagai pemangsa dan organisme yang di mangsa. Intesitas predasi tersebut akan berpengaruh kepada keragaman jenis suatu ekosistem.

2.3.2 Faktor Abiotik

Terdapat beberapa faktor abiotic yang dapat mempengaruhi keanekaragaman serangga tanah, sebagai berikut:

1. Suhu

Suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, dengan demikian suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Naik turunnya suhu tanah lebih rendah dari suhu udara, sehingga suhu tanah sangat tergantung dari suhu udara. Lapisan tanah mengalami fluktuasi suhu dalam satu hari satu malam tergantung musim. Fluktuasi jga tergantung pada keadaan cuaca dan keadaan tanah (Suin, 2003). Serangga tanah memiliki kisaran suhu tertentu untuk spesies tersebut hidup, diluar kisaran suhu tersebut serangga tanah akan mati kedinginan atau

kepanasan. Pengaruh suhu jelas terlihat pada proses fisiologi serangga tanah. Umumnya kisaran suhu minimum 15°C, suhu optimum 25°C, dan suhu maksimum 45°C untuk serangga dapat hidup (Jumar, 2000).

2. Kelembaban

Kelembaban tanah memiliki peranan dalam mengubah suhu. Pada lingkungan daratan terjadi interaksi antara suhu dan kelembaban sangat erat sehingga dianggap menjadi bagian yang sangat penting dari kondisi cuaca dan iklim (Kramadibrata, 1995). Menurut Odum (1993), bahwa temperatur memberikan efek membatasi pertumbuhan organisme apabila keadaan kelembaban ekstrim tinggi atau rendah. Selain itu, kelembaban tanah juga sangat mempengaruhi proses nutrisi. Kelembaban tanah, udara, dan tempat hidup serangga tanah merupakan faktor yang mempengaruhi distribusi, aktivitas, dan perkembangannya. Kelembaban dapat berpengaruh terhadap penyebaran, aktivitas dan perkembangan serangga tanah. Sebagian besar serangga memiliki kisaran toleransi kelembaban pada rentang 73%-100% (Jumar, 2000).

3. Derajat Keasaman (pH) Tanah

Derajat keasaman (pH) tanah merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme baik flora maupun fauna. Derajat keasaman (pH) tanah sangat penting dalam ekologi hewan tanah karena keberadaan dan kepadatan hewan tanah sangat tergantung pada pH tanah (Jumar, 2000). Derajat keasaman pH tanah dapat menjadikan organisme mengalami kehidupan yang tidak sempurna atau bahkan mati pada kondisi pH yang terlalu asam ataupun terlalu basa (Suin, 2003). Oleh

sebab itu, pengukuran pH tanah sangat penting dalam ekologi hewan tanah, karena keberadaan serangga tanah sangat tergantung pada pH tanah.

2.4 Teori Keanekaragaman

Keanekaragaman merupakan ukuran jangkauan dan distribusi dalam populasi tertentu, yang dapat berubah secara terus-menerus dipengaruhi oleh interaksi intra populasi dan termodifikasi oleh faktor lingkungan, keanekaragaman dapat dihitung dan dipertimbangkan jumlah populasi seperti kekayaan spesies, pemerataan distribusi spesies dan dominansi suatu spesies (Xu *et al.*, 2013). Pengukuran keanekaragaman sangat penting untuk memahami pola-pola keanekaragaman, bagaimana keanekaragaman mempengaruhi Pembangunan dan stabilitas komunitas dan ekosistem. Keanekaragaman serangga tanah disuatu tempat dapat dianalisa menggunakan unit-unit sampel melalui pengamatan. Kemudian dilakukan Analisa dengan mengidentifikasi dan menghitung (Schowalter, 2011). Data mengenai keanekaragaman serangga tanah dapat disajikan dalam bentuk sebagai berikut:

2.3.1 Indeks Keanekaragaman Spesies Sahnnor-Weiner (H')

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') merupakan salah satu ukuran statistik yang umum digunakan dalam ekologi untuk menggambarkan tingkat keanekaragaman hayati suatu komunitas biotik. Indeks ini memperhitungkan dua komponen utama, yaitu kekayaan spesies (jumlah jenis spesies yang ditemukan) dan kelimpahan relatif tiap spesies dalam komunitas tersebut (Magurran, 2004). Indeks keanekaragaman menggabungkan kekayaan dan pemerataan dalam satu nilai. Indeks keanekaragaman seringkali sulit diintrupsikan

karena nilai indeks yang sama bisa dihasilkan dari berbagai kombinasi kekayaan spesies dan meretaan. Nilai keanekaragaman yang sama bisa dihasilkan dari suatu komunitas yang tingkat kekayaan spesiesnya rendah tetapi pemerataan tinggi atau komunitas dengan kekayaan spesies tinggi tetapi pemerataan rendah (Nahlunnisa dkk, 2016). Indeks keanekaragaman Shannon-Weiner dibagi dalam 5 kategori, yaitu: 1 sangat rendah, 1-2 rendah, 2-3 sedang, 3-4 tinggi, dan 4 sangat tinggi (Husamah, 2016). Indeks keanekaragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Schowalter, 2011):

$$H' = \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Keterangan

H' : Indeks Keanekaragaman Sannon-Weiner

p_i : n_i/N

n_i : Jumlah total individu jenis ke-1

N : Jumlah total individu

ln : Logaritma natural

2.4.2 Indeks Dominasi Simpson (C)

Indeks dominansi merupakan salah satu parameter ekologi yang digunakan untuk menggambarkan sejauh mana satu atau beberapa spesies mendominasi suatu komunitas biotik. Indeks ini mencerminkan distribusi kelimpahan spesies, khususnya sejauh mana keberadaan suatu spesies mendominasi komunitas dibandingkan dengan spesies lain. Nilai C berkisar antara 0 hingga 1; semakin mendekati 1, maka dominasi satu spesies semakin tinggi dan keanekaragaman komunitas semakin rendah. Sebaliknya, nilai yang mendekati 0 menunjukkan komunitas yang lebih seimbang. Penggunaan indeks ini sangat penting dalam kajian keanekaragaman, karena komunitas dengan dominansi tinggi sering kali memiliki

ketahanan ekologis yang rendah terhadap gangguan lingkungan (Magurran, 2004).

Indeks dominansi dapat dihitung dengan rumus berikut (Husamah dkk, 2017):

$$C = \sum \binom{n_i}{N}$$

Keterangan

C : Indeks Dominansi Simpson

N : Jumlah total individu

n_i : Jumlah individu jenis ke-i

2.4.3 Indeks Kemerataan Evenes (E)

Indeks kemerataan atau *evenness index* adalah salah satu parameter ekologi yang digunakan untuk mengukur tingkat keseragaman distribusi individu antar spesies dalam suatu komunitas. Indeks ini menggambarkan sejauh mana individu tersebar merata pada berbagai spesies yang ada. Nilai E berkisar antara 0 hingga 1; nilai mendekati 1 menunjukkan bahwa individu dalam komunitas terdistribusi secara merata pada semua spesies, sementara nilai mendekati 0 menunjukkan bahwa hanya beberapa spesies yang mendominasi komunitas. Kemerataan yang tinggi mencerminkan komunitas yang stabil dan sehat karena tidak adanya dominasi spesies tertentu secara berlebihan. Sebaliknya, kemerataan yang rendah menunjukkan adanya tekanan ekologis atau gangguan lingkungan yang menyebabkan ketidakseimbangan struktur komunitas (Magurran, 2004). Indeks kemerataan jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus indeks kemerataan evennes sebagai berikut (Triyogo dkk, 2017):

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

Keterangan

E : Indeks Kemerataan Evennes

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon-Weiner

LnS : Jumlah jenis

2.5 Kopi (*Coffea* sp.)

Kopi adalah salah satu tanaman perkebunan yang berasal dari Etiopia. Kopi juga salah satu komoditas di dunia yang dibudidayakan lebih dari 50 negara (Najiyati dkk, 2009). Kopi merupakan golongan dari tanaman semusim yang banyak dibudidayakan khususnya di Indonesia. Kopi (*Coffea* sp.) adalah spesies tanaman berbentuk pohon yang digolongkan kedalam famili Rubiaceae dengan genus *Coffea* (Israyanti, 2013). Tanaman kopi memiliki buah terdiri dari daging buah atau biji. Daging buah terdiri dari 3 bagian, yaitu lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp). Buah kopi memiliki dua biji, tetapi terkadang hanya mengandung 1 butir atau tidak berbiji sama sekali. Biji ini terdiri atas kulit biji dan endosperm yang merupakan bagian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk Membuat kopi (Najiyati dkk, 2009). Adapun klasifikasi tanaman kopi (*Coffea* sp.) menurut Najiyati dkk (2009), sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Rubiales

Famili : Rubiaceae

Genus : Coffea

Penduduk Indonesia secara umum lebih banyak menanam 2 jenis kopi, yaitu kopi robusta (*Coffea robusta*) dan kopi arabika (*Coffea arabica*) (Saputra, 2008), sebagai berikut:

1. Kopi Robusta

Kopi Robusta (*Coffea canephora*) masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Nama Robusta diambil dari kata “*robust*“, istilah dalam bahasa Inggris yang artinya kuat (Hakim, 2021). *Coffea canephora* memiliki batang dan cabang berkayu, tegak lurus dan beruas-ruas berwarna putih keabu-abuan. Tanaman ini mempunyai dua macam pertumbuhan cabang, yaitu cabang *orthotrop* dan *plagiotrop*. Cabang *orthotrop* merupakan cabang yang tumbuh tegak seperti batang dan disebut juga tunas air atau wiwilan atau cabang air. Cabang ini tidak menghasilkan bunga atau buah. Cabang *plagiotrop* merupakan cabang yang tumbuh ke samping. Cabang ini menghasilkan bunga dan buah (Ilham, 2018). Daun tumbuh berhadapan serta berpasang-pasangan. Pada cabang pasangan-pasangan daun tersebut terletak pada satu bidang. Akan tetapi, pada batang dan wiwilan terletak pada bidang-bidang bersilangan. Perbedaan besar atau kecilnya, dan tebal atau tipisnya daun tergantung pada jenis kopi. Daun kopi robusta berbentuk oval dengan ujung meruncing dan pangkal tumpul. Daun tumbuh pada batang, cabang dan ranting. Daun kopi robusta cukup besar dengan panjang sekitar 20 - 35 cm dan lebar 8 - 15 cm, memiliki pertulangan daun menyirip dengan langkai panjang 0,5 - 1 cm (Ilham, 2018).

Salah satu tujuan pengembangan kopi sebagai komoditi perkebunan karena kopi memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Wilayah subtropis dan tropis merupakan lokasi yang baik untuk budidaya kopi. Oleh karena itu, negara-negara yang mendominasi produksi kopi dunia berada di wilayah Amerika Selatan, Afrika, dan Asia Tenggara yang salah satunya adalah Indonesia (Nurdiansyah dkk, 2017).

2. Kopi Arabika

Kopi yang pertama kali dikembangkan di dunia adalah Kopi Arabika yang berasal dari spesies pohon kopi *Coffea arabica*. Kopi jenis ini yang paling banyak diproduksi, yaitu sekitar lebih dari 60 persen produksi kopi dunia. Kopi arabika menghasilkan jenis kopi yang terbaik. Daerah ideal tumbuhnya pada ketinggian diatas 1000 meter di atas permukaan laut. Tinggi pohon kopi ini antara 4 hingga 6 meter (Nurdiansyah dkk, 2017).

Daun kopi Arabika berwarna hijau gelap dan dengan lapisan lilin mengkilap. Daun ini memiliki panjang empat hingga enam inci dan juga berbentuk oval atau lonjong. Menurut Hiwot (2011) daun kopi Arabika juga merupakan daun sederhana dengan tangkai yang pendek dengan masa pakai daun kopi Arabika adalah kurang dari satu tahun. Pohon kopi Arabika memiliki susunan daun bilateral, yang berarti bahwa dua daun tumbuh dari batang berlawanan satu sama lain.

2.5.1 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

Syarat-syarat tumbuh ini sangat penting untuk menentukan berhasil atau tidaknya dalam bertanam kopi, adapun syarat-syarat tumbuh tersebut adalah (Nurdiansyah dkk, 2017):

1. Iklim dan Ketinggian Tempat

Kopi di Indonesia umumnya dapat tumbuh baik pada ketinggian tempat di atas 700 m dpl. Kopi arabika baik tumbuh dengan cita rasa yang bermutu pada ketinggian 1000 m dpl (Nurdiansyah dkk., 2017). Kopi arabika dapat tumbuh optimal dengan temperatur 17-22°C (Subandi, 2011). Kopi robusta hidup dibawah 1000 m dpl dengan curah hujan maksimal 2000 mm/tahun serta mampu beradaptasi dengan suhu berkisar antara 22-28°C (Rahardjo, 2012). Hal inilah menurut Nurdiansyah dkk., (2017) yang menyebabkan sebagian besar (sekitar 95%) jenis kopi di Indonesia saat ini adalah kopi robusta.

2. Tanah

Kopi memerlukan struktur tanah yang baik dengan kadar bahan organik paling sedikit 3%. Tata udara dan tata air tanah bila kurang baik perakaran kopi akan menderita. Sehingga tanaman menjadi kerdil dan kekuningan. Derajat keasaman tanah dari kopi sebaiknya antara 5,5 – 6,5 (Subandi, 2011).

2.6 Manfaat Kopi

Kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang terdiri dari banyak jenis. Terdapat empat jenis kelompok kopi yang banyak dikenal di Indonesia yaitu, kopi arabika, kopi robusta, kopi liberika dan kopi ekselsa. Kopi arabika dan kopi

robusta memiliki nilai ekonomis dan banyak diperdagangkan karena memiliki kualitas cita rasa tinggi, sedangkan jenis kopi liberika dan kopi ekselsa kurang memiliki nilai ekonomis dan belum banyak diperdagangkan (Rahardjo, 2017).

Dua spesies kopi yang sering dibudidayakan dan memberikan nilai ekonomis yaitu *Coffea arabica* yang dikenal sebagai kopi Arabica dan *Coffea canephora* atau kopi Robusta. Kopi Arabika dan Robusta memiliki perbedaan diantaranya iklim ideal untuk tumbuh, aspek fisik, dan komposisi kimia (Farah, 2012). Jenis kopi arabika lebih tahan kering dibanding kopi robusta karena perakarannya lebih dalam (Rahardjo, 2017).

Kopi sering dianggap memiliki kandungan kafein yang tinggi. Selain kafein, kopi memiliki berbagai kandungan di dalamnya diantaranya fenol, asam klorogenat dan caffeic, lactone, diterpen, termasuk cafestol dan kahweol, niasin dan prekursor trigonelin vitamin B3. Bahkan kopi kaya akan vitamin B3, magnesium dan kalium. Salah satu kandungan kopi yang bermanfaat bagi kesehatan yaitu asam klorogenat. Salah satu kandungan pada kopi yaitu asam klorogenat. Asam klorogenat adalah antioksidan yang bermanfaat untuk mengurangi efek akibat radikal bebas pada sel dan meminimalkan pelepasan glukosa berlebihan dari hati ke dalam darah dengan mendorong metabolisme tubuh. Kandungan klorogenat pada kopi juga dianggap mampu meningkatkan kesehatan retina (Kuncoro, 2018).

2.7 Agroforestri

Agroforestri disusun dari dua kata dengan pengertian Agro (pertanian) dan *Forestry* (kehutanan) yang berarti menggabungkan ilmu kehutanan dan pertanian (Najiyati dkk, 2009). Agroforestri menghubungkan kegiatan perhutanan dan

pertanian pada lahan yang sama untuk meningkatkan produktifitas, profitabilitas keanekaragaman dan keberlanjutan ekosistem (Xu *et al*, 2013). Wulandari (2011) juga mengatakan, bahwa agroforestri adalah sistem pengolahan sumber daya alam yang bersifat dinamis, sehingga dapat memperoleh bermacam-macam produk yang berkelanjutan dan dapat meningkatkan keuntungan social, ekonomi, dan ekologi.

Keuntungan utama dari sistem agroforestri terletak pada kemampuannya meningkatkan keberlanjutan lingkungan sekaligus mendukung produktivitas pertanian. Secara ekologis, pohon-pohon dalam sistem agroforestri dapat memperbaiki struktur tanah, mengurangi erosi, meningkatkan infiltrasi air, dan memperkaya kandungan bahan organik tanah melalui serasah daun. Selain itu, sistem ini mampu meningkatkan keanekaragaman hayati, menyediakan habitat bagi berbagai jenis flora dan fauna, serta berkontribusi dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon. Dari sisi ekonomi dan sosial, agroforestri memberikan sumber pendapatan tambahan bagi petani melalui diversifikasi hasil panen seperti buah, kayu, pakan ternak, dan tanaman obat. Dengan demikian, agroforestri menjadi sistem yang adaptif dan resilien terhadap perubahan iklim serta tekanan ekonomi lokal (Garrity, 2004).

Sistem agroforestri ini dapat mendatangkan keuntungan ekonomi, karena memanfaatkan lahan secara tradisional (Triyogo, 2016). Agroforestri berpotensi sebagai suatu konservasi tanah dan air, serta mejamin kelangsungan produksi pangan, bahan bakar, pakan ternak maupun hasil kayu khusus dari lahan-lahan terdegradasi. Agroforestri ini dapat diterapkan di lahan-lahan pertanian beresiko tinggi terhadap erosi, terdegradasi, dan lahan-lahan tepi.

Terdapat 3 tipe utama dalam agroforestri menurut Supriadi dan Diby (2015), adalah Agrisilvikultur yaitu dalam satu lahan mengkombinasikan tanaman berkayu dan tanaman pertanian, Silvopastura yaitu pada area padang rumput mengembangkan ternak bersama dengan tanaman ternak, dan Agrosilvopastura yaitu tanaman berkayu, ternak, dan pertanian dikombinasikan menjadi satu lahan.

Sistem agroforestri memiliki dua ciri utama yang membedakan dari pengelolaan lahan lainnya. Pertama, yaitu dengan adanya pengkombinasian tumbuhan berkayu, tanaman pertanian, dan hewan yang dilakukan secara bersamaan ataupun bergantian, serta terdapat pembagian ruang. Kedua, yaitu adanya interaksi dari segi ekologis serta segi ekonomis yang bersifat positif ataupun negative dan tampak jelas antara komponen tumbuhan berkayu dan tidak berkayu. Agroforestri dibedakan menjadi dua sistem berdasarkan pohon penayang dan sistem pengelolaannya, yaitu agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks (Tjatjo dkk, 2015).

2.7.1 Agroforestri Sederhana

Agroforestri sederhana adalah metode pengelolaan hutan dengan cara menanam pepohonan secara tumpang sari dengan satu jenis tanaman semusim atau lebih dari satu. Pola penanaman pohon dapat berperan sebagai pagar yang mengelilingi lahan, atau ditanam dengan pola berbaris membentuk suatu lorong, atau dapat juga ditanam secara acak (Wulandari, 2011). Menurut Hairiah (2003) pepohonan biasanya ditanam pada sekeliling lahan yang di dalamnya terdapat tanaman pangan dengan menggunakan pola atau beberapa pola yang lain. Agroforestri sederhana menjadi ciri umum pada pertanian komersial, misalnya

padapertanian kopi yang diselingi dengan tanaman dadap sebagai penyedia naungan.

2.7.2 Agroforestri Kompleks

Agroforestri kompleks adalah metode penggunaan lahan dengan menggunakan banyak jenis pohon yang tumbuh secara alami atau secara sengaja ditanam pada suatu lahan sehingga dapat menyerupai hutan. Sistem agroforestri kompleks terdapat struktur vegetasi yang kompleks, sejumlah besar komponen (pohon, semak, liana, dan herba) dan fungsi ekologi mirip dengan hutan (siklus nutrisi dan proses regenerasi) (Foresta *et al.*, 1997). Hal ini serupa dengan penjelasan Tjatjo dkk (2015), dimana sistem agroforestri kompleks adalah suatu sistem pertanian menetap yang melibatkan banyak jenis tanaman pohon (berbasis pohon) baik disengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami pada sebidang lahan dan dikelola petani mengikuti pola tanam dan ekosistem menyerupai hutan.

Tahap terbentuknya agroforestri kompleks dimulai dari pembukaan hutan menjadi perladangan untuk tanaman semusim, selanjutnya penanaman perpaduan sementara yang berisi tanaman semusim dan pepohonan. Sistem bekas ladang yang ditanami pepohonan dan dibiarkan hingga pohon membesar (termasuk bambu) dengan aneka tanaman bawah termasuk umbi-umbian atau pisang, maka selanjutnya terbentuklah talun (*forest gardens*) (Hairiah, 2003).

2.8 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.8.1 Lahan Agroforestri Kopi Sederhana

Lokasi agroforestri sederhana berada di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang, dengan titik koordinat 07°94'00.0"S 112°52'40.9"E. Lahan

ini dikelola oleh Bapak Roni. Lahan Agroforestri sederhana ini memiliki tanaman penayang yaitu pinus. Ketinggian lahan agroforestri sederhana ini adalah 1062 mdpl, dengan luas agroforstri 4.000 m², umur tanaman kopi 5 tahun.



Gambar 2.17 Lokasi agroforestri kopi sederhana (dokumentasi pribadi, 2024)

2.8.2 Lahan Agroforestri Kopi Kompleks

Lokasi agroforestri kompleks berada di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang, dengan titik koordinat 07°94'04.4"S 112°52'40.6"E. Lahan ini dikelola oleh Bapak Roni. Lahan Agroforestri kompleks ini memiliki tanaman penayang yaitu pisang (*Musa* sp.), alpukat (*Persea amiricana*), mangga (*Mangifera indica*), pinus (*Pinus* sp.), durian (*Durio* sp.), dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*). Ketinggian lahan agroforestri kompleks ini adalah 1062 mdpl, dengan luas agroforstri sekitar 4.000 m², umur tanaman kopi 7 tahun.



Gambar 2.18 Lokasi agroforestri kopi kompleks (dokumentasi pribadi, 2024)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Data diambil dengan menggunakan metode eksplorasi, yaitu pengambilan dan pengamatan terhadap data dilakukan secara langsung di lokasi penelitian.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 – Juni 2025. Lokasi penelitian bertempat di kawasan agroforestri kopi di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Identifikasi serangga tanah dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Uji kimia tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Agribisnis Tanaman dan Hortikultura Bedali Lawang.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS (*Global Positioning Sistem*) *essential*, thermohygrometer, tali rafia, cetok, gunting, label, botol koleksi, alat tulis, penggaris, kamera digital, mikroskop computer, pinset, cawan petri, dan buku identifikasi Borror dkk. (1996), BugGuide.net (2024) dan Insec.org (2024). Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Alkohol 70%, spesimen serangga tanah dan sampel tanah.

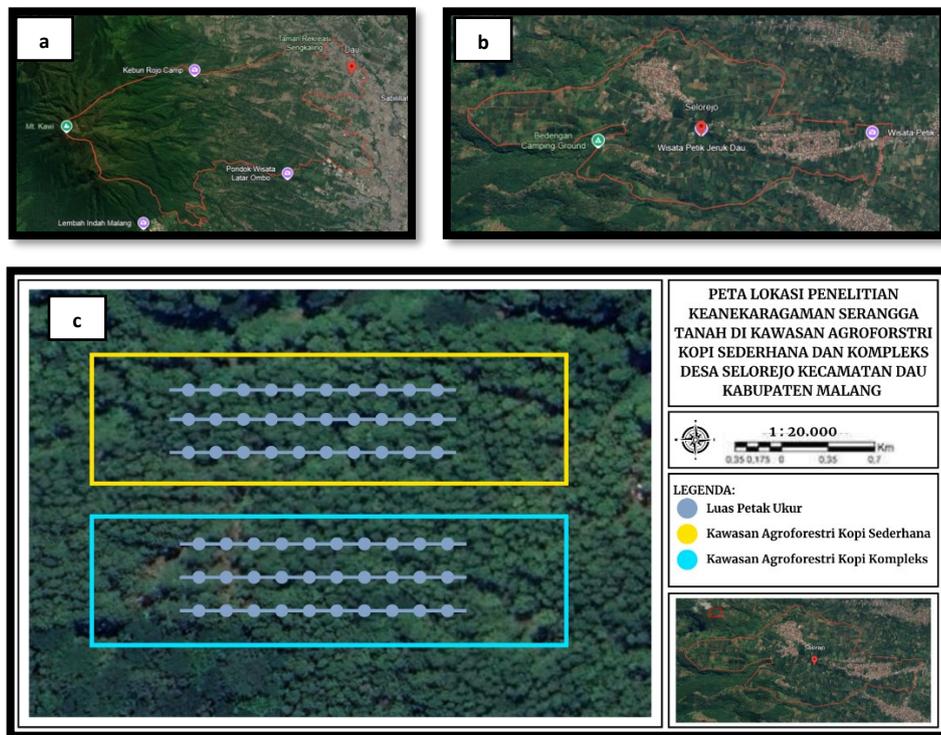
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi Lokasi penelitian yaitu pada kawasan agroforestri kopi di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang yang nantinya dipakai pada studi pendahuluan dan sebagai pertimbangan penentu metode pengambilan sampel yang digunakan.

3.4.2 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini berdasarkan dari jenis pengelolaan lahan, yang dibagi menjadi dua lokasi pengamatan yaitu di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kompleks yang menjadi perbandingan dari kedua lokasi. Lokasi pengambilan sampel terletak di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian, a. peta Kecamatan Dau, b. peta Desa Selorejo, c. peta Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)



Gambar 3.2 Lokasi agroforestri kopi sederhana (dokumentasi pribadi, 2024)



Gambar 3.3 Lokasi agroforestri kopi kompleks (dokumentasi pribadi, 2024)

Lokasi pengambilan sampel I dan II pada pengamatan terdiri dari jenis tanaman musiman yaitu kopi dan tanaman penayang yang berbeda. Pada agroforestri kopi sederhana tanaman penayang adalah pinus (*Pinus* sp.), sedangkan pada agroforestri kompleks penayang terdiri dari beberapa jenis pohon penayang diantaranya pisang (*Musa* sp.), alpukat (*Persea amiricana*), mangga (*Mangifera indica*), pinus (*Pinus* sp.), durian (*Durio* sp.), dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*).

3.4.3 Teknik Pengambilan Sampel

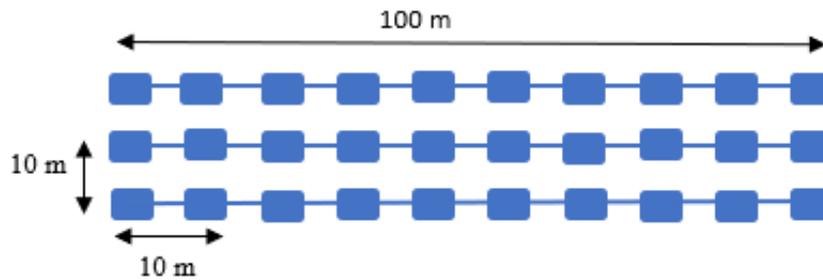
Pengambilan sampel di kedua lahan agroforestri kopi dilakukan secara langsung dengan metode *handsorted*. Metode pengambilan sampel serangga tanag menggunakan metode *hand sorting* atau langsung menggunakan tangan (Suin, 2012). Tahapan pengambilan sampel menurut Aminullah (2020), dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Membuat *Systematic Sampling*

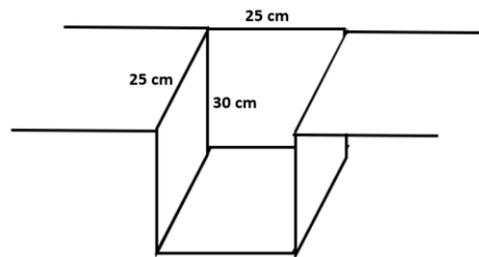
Membuat sampling garis transek secara sistematis di setiap lokasi sebanyak 3 transek dengan Panjang 100 m. Tiap transek memiliki 10 plot dengan jumlah total 30 tiap lokasi penelitian. Memiliki jarak antar transek ulangan 10 m pada 2 lokasi penelitian untuk pengambilan sampel. Adapun *systematic sampling* seperti pada gambar 3.4

2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada tiap-tiap titik plot seluas 25x25 cm dengan kedalaman plot 30 cm (Gambar 3.5). Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menggali secara bertahap setiap 10 cm. Kemudian tanah diangkat dan dilakukan pengamatan secara langsung. Setelah itu, spesimen dikumpulkan setiap plot di botol koleksi yang berisi alcohol 70% untuk selanjutnya dilakukan identifikasi.



Gambar 3.4 Pola pengambilan sampel, agroforestri kopi sederhana dan kompleks (Gambar Pribadi, 2024)



Gambar 3.5 Bentuk plot pengambilan sampel (Gambar Pribadi, 2024)

3.5 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Identifikasi Serangga Tanah

Serangga tanah yang ditemukan dalam pengambilan sampel didokumentasikan dan diamati secara morfologi menggunakan mikroskop computer. Identifikasi serangga tanah menggunakan kunci determinasi buku Borror dkk. (1996), serta website insect.org (2024) dan BugGuide.net (2024). Hasil identifikasi dimasukkan dalam tabel 3.1

Tabel 3. 1 Tabel hasil pengamatan serangga tanah pada setiap transek

No	Spesimen	Transek ke			Jumlah
		Plot 1	Plot 2	Plot n	
1	Spesimen 1				
2	Spesimen 2				
3	Spesimen 3				
4	Spesimen 4				
5	Spesimen 5				

3.5.2 Peranan Ekologi Serangga Tanah

Analisis peranan ekologi serangga tanah dilakukan melalui pendekatan studi literatur, yaitu dengan menelaah berbagai sumber ilmiah yang relevan guna mengidentifikasi fungsi ekologis serangga tanah dalam ekosistem, seperti peranannya sebagai dekomposer, predator, herbivor, detritivor, dan omnivor. Metode ini memungkinkan peneliti untuk merangkum temuan-temuan terdahulu, mengevaluasi kontribusi serangga tanah terhadap kesuburan tanah, daur ulang nutrisi, serta stabilitas agroekosistem, sehingga diperoleh pemahaman teoritis yang komprehensif tanpa perlu pengumpulan data lapangan secara langsung (Neuman, 2014).

3.5.3 Indeks Keanekaragaman Serangga Tanah

Hasil data yang ditemukan dilakukan penghitungan indeks keanekaragaman Shannon-Weinner (H'), indeks kemerataan (E), indeks dominansi (C). Koefisien korelasi dari jumlah genus yang ditemukan dan faktor abiotik dianalisis menggunakan aplikasi *software* PAST 4.03 untuk menganalisis koefisien korelasi dari jumlah genus dan faktor abiotik.

Analisis uji T juga dilakukan dalam penelitian ini. Analisis uji-t (t-test) merupakan salah satu metode statistik parametrik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok data dan menentukan apakah perbedaan yang diamati bersifat signifikan secara statistik atau terjadi secara kebetulan. Uji-t digunakan ketika data berskala interval atau rasio, berdistribusi normal, dan memiliki varians yang relatif homogen (Magurran, 2004). Dalam penelitian ekologi, seperti studi keanekaragaman serangga tanah, uji-t dapat diaplikasikan untuk menguji perbedaan nilai indeks biodiversitas (misalnya Shannon-Wiener, Evenness, atau Dominansi) antara dua jenis sistem penggunaan lahan, seperti agroforestri sederhana dan kompleks. Hasil dari uji-t dinyatakan dalam nilai

signifikansi (p-value), di mana nilai $p < 0,05$ umumnya menunjukkan bahwa perbedaan antar kelompok bermakna secara statistik (Field, 2013). Pemilihan uji-t harus disesuaikan dengan desain data, apakah berpasangan (paired t-test) atau tidak berpasangan (independent t-test). Uji ini menjadi penting dalam penelitian karena memberikan dasar ilmiah dalam menarik kesimpulan terhadap hipotesis yang diajukan secara objektif dan terukur.

3.5.4 Analisis Tanah

Analisis tanah dengan cara pengukuran nilai fisika dan kimia tanah

3.5.4.1 Sifat Fisika Tanah

Pengukuran sifat fisika tanah yaitu meliputi suhu dan kelembaban tanah. Pengukuran sifat fisika tanah dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian pada permukaan tanah yang dilakukan 1 kali setiap pengulangan pengambilan sampel.

3.5.4.2 Sifat Kimia Tanah

Pengukuran sifat kimia tanah dilakukan dengan mengambil sampel acak sebanyak 1 kali dari setiap ulangan pada lokasi penelitian. Sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian kemudian dianalisis di Laboratorium Tanah Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Agribisnis Tanaman dan Hortikultura Bedali Lawang untuk mengetahui kandungan C-organik, N-Total, C/N, Fosfor (P), Kalium (K), serta bahan organik dari sampel tanah, sedangkan pH tanah dilakukan secara langsung di lokasi penelitian.

3.5.5 Analisis Korelasi

Analisis korelasi antara keanekaragaman serangga tanah dengan faktor abiotik yang meliputi suhu, kelembaban, pH, C-Organik, N-Tota, C/N, P (fosfor), K (kalium) dan bahan organik dari sampel tanah di agroforestry kopi sederhana dan agroforstri kopi kompleks menggunakan *software* PAST 4.03. Pengukuran korelasi dilakukan untuk mengukur besarnya hubungan antara 2 variabel yaitu variable X

dan variable Y. Nilai korelasi berkisar antara -1 hingga 1, sehingga melalui korelasi tersebut dapat menjelaskan hubungan antar variable yang dinyatakan dengan sebuah angka.

BAB IV

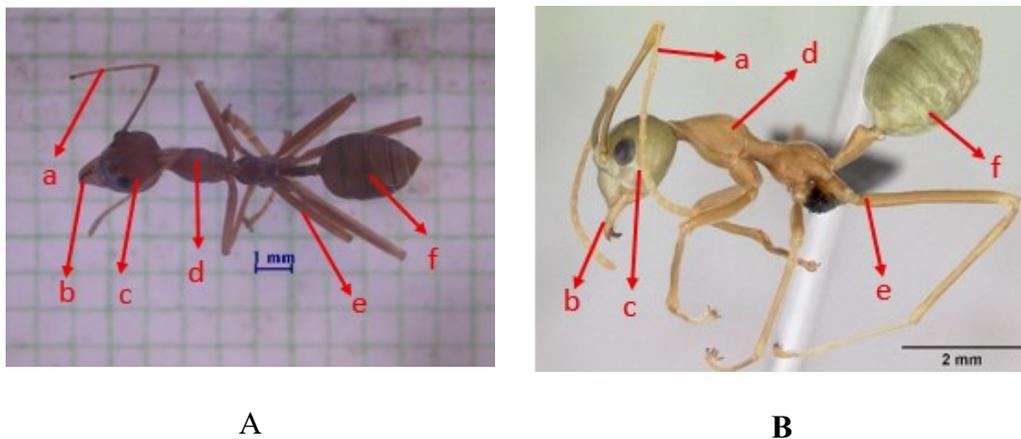
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Identifikasi Serangga Tanah di Agroforestri Sederhana dan Agroforestri Kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Hasil identifikasi serangga tanah di agroforestri sederhana dan agroforestri kompleks adalah sebagai berikut:

1. Spesimen 1

Serangga tanah spesies 1 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh berwarna coklat kemerahan, ukuran tubuh 6 mm. Bagian toraks terdapat pronotum yang lebar. Pada bagian caput terdapat antena yang panjang berbentuk filiform dan memiliki tipe mulut pengigit yang runcing. Bagian abdomen memiliki tujuh segmen. Selain itu, spesimen ini memiliki tiga pasang kaki dengan tungkai yang panjang.



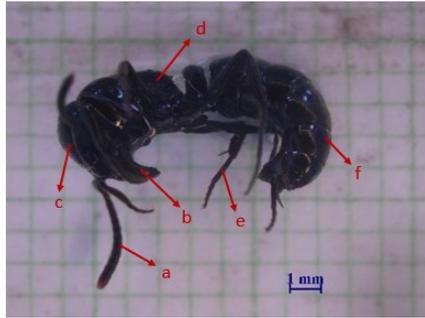
Gambar 4.1 Spesimen 1, A. Dokumentasi pribadi, B. Foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. Antena, b. Mulut, c. Caput, d. Thoraks, d. Kaki, e. abdomen

Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 1 memiliki banyak sensor pada bagian kepala seperti. antena, mata, clypeus, frontal carina, madibula, dan palp formula. Antena merupakan organ bersegmen dari semut yang terletak diantara mata majemuk. Bagian toraks yang terletak diantara kepala dan abdomen terdiri dari tiga segmen, yaitu protoraks, mesotoraks, dan metatoraks. Berdasarkan ciri-ciri diatas, spesimen 1 merupakan serangga tanah genus *Oecophylla* (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 1, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Hymenoptera
Famili : Formicidae
Genus : Oecophylla

2. Spesimen 2

Serangga spesimen 2, berdasarkan hasil pengamatan memiliki warna tubuh yang cebderung hitam mengkilap, memiliki panjang tubuh sekitar 12 mm. Serangga tanah spesimen 2 ini memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: mandibula berbentuk segitiga, tepi depan klipus tidak memiliki gigi yang menonjol, alur metanotal hanya tampak seperti garis samar, spirakel propodeal berbentuk celah, orifisium kelenjar metapleural memiliki bibir kutikula berbentuk “U” di bagian posterior, arolia tidak mencolok, cakar tarsal tidak berperan sebagai senjata, petiole berbentuk simpul tebal seperti balok, tidak terdapat stridulum pada pretegrit, dan hpopigium memiliki deretan duri kokoh di kedua sisi sengat.



A



B

Gambar 4.2 Spesimen 2, A. Dokumentasi pribadi, B. Foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. Antena, b. Mulut, c. Caput, d. Thoraks, e. Kaki, f. abdomen

Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, serangga tanah spesimen 2 merupakan serangga tanah genus *Pachycondyla* (Borror dkk., 1996). *Pachycondyla* paling sering disalahartikan sebagai *Dinoponera*. Namun yang membedakan *Pachycondyla* adalah *Pachycondyla* memiliki ukuran lebih kecil daripada *Dinoponera*. Adapun klasifikasi serangga tanah spesiemen 2 sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025)

- Kingdom : Animalia
- Filum : Arthropoda
- Kelas : Insekta
- Ordo : Hymenoptera
- Famili : Formicidae
- Genus : *Pachycondyla*

3. Spesimen 3

Serangga tanah spesimen 3 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; pada bagian caput memiliki antena yang panjang dengan 12 ruas. Selain itu, memiliki kepala yang ukurannya lebih besar dari pada bagian toraks dan abdomen dan terdapat capit di bagian tersebut. memiliki toraks yang

melengkung pada bagian ujungnya. Tubuh berwarna hitam kemerahan dan pada bagian abdomen terdapat segmen dan berbentuk oval, serta memiliki panjang tubuh sekitar 6 mm.



Gambar 4.3 Spesimen 3, A. Dokumentasi pribadi, B. Foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. Antena, b. Mulut, c. Caput, d. Thoraks, e. Kaki, f. abdomen

Serangga tanah spesimen 3 ini memiliki petiole dengan nodus dorsal seperti punuk. Memiliki 1 propdeum pada bagian ujung punggung belakang. Pada bagian wajah, soket antena tidak berdekatan, sedangkan clypeus membentuk bentuk segitiga atau bulat lebar memanjang ke belakang. Karakter yang dapat membantu mengenali genus dari golongan pekerja mayor dan minor adalah pada bagian antena, yang mana terdiri dari 12 segmen dengan 3 segmen yang berbeda pada bagian ujungnya dimana pekerja minor ukuran 3 segmen ujungnya lebih besar dan panjang (Fisher & Stefan, 2007). Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, serangga tanah spesimen 3 merupakan genus *Pheidole*.

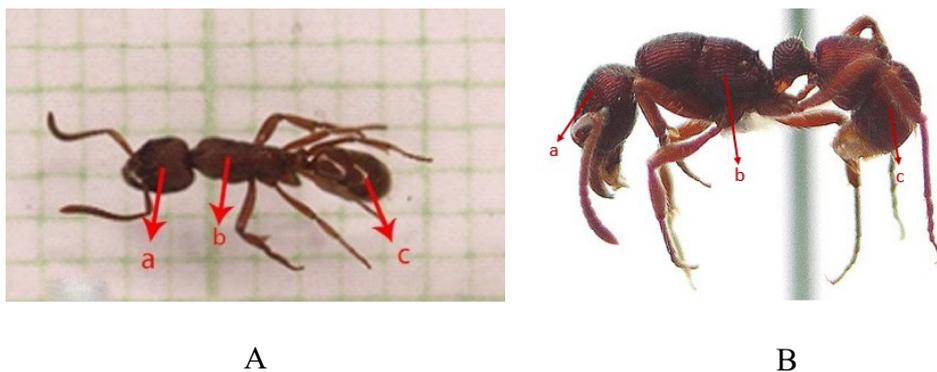
Perbedaan dari kedua jenis semut pada genus *Pheidole* juga terlihat dari ukuran tubuhnya. Semut pekerja mayor atau prajurit memiliki ukuran tubuh dua kali lebih panjang dari semut perkerja minor, serta memiliki kepala dengan ukuran yang lebih besar. Warna semut ini bervariasi, mulai dari coklat kekuningan, coklat

kemerahan, hingga hampir hitam (Fischer & Fisher, 2013). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 3, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Hymenoptera
Famili : Formicidae
Genus : Pheidole

4. Spesimen 4

Serangga tanah spesimen 4 berdasarkan pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu tubuh berwarna kemerahan dan terdapat tiga pasang tungkai. Pada bagian caput, terdapat antena bergada. Bagian toraks terdapat rambut-rambut halus dan tidak memiliki lekukan. Memiliki segmen pada bagian abdomen, dan abdomen berbentuk oval memanjang. Panjang tubuh sekitar 6 mm, memiliki segmen yang jelas antara kepala dan tubuh.



Gambar 4.4 Spesimen 4, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. caput, b. thoraks, c abdomen

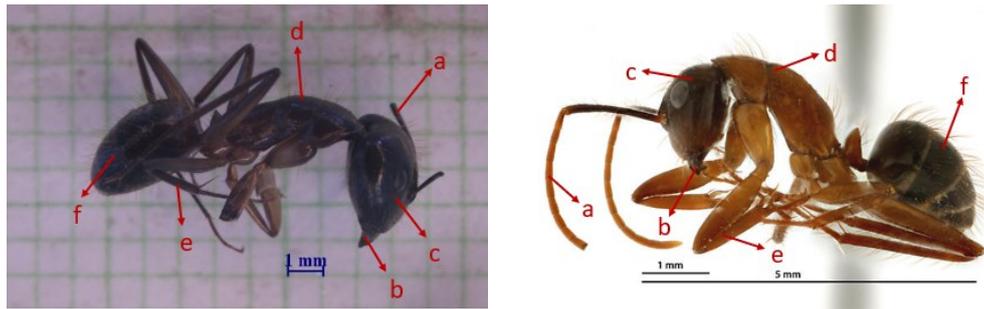
Serangga tanah spesimen 4 ini memiliki *costate* yang menyerupai garis-garis pada bagian tergite secara longitudinal atau horizontal, *costate* merupakan

lekukan horizontal dalam yang menyerupai seluruh kepala dan tubuh. Semut pekerja berukuran 3-6 mm dengan warna tubuh coklat kemerahan, semut betina memiliki panjang lebih dari 6 mm dan memiliki sayap berwarna abu-abu kecoklatan. Berdasarkan ciri-siri morfologi diatas, spesimen 4 merupakan serangga tanah genus *Gnamptogenys*. Semut jantan yang memiliki panjang tubuh hampir sama dengan betina, akan tetapi alur horizontal pada tubuhnya berkurang (Macgown & James, 2012). Pada bagian coxa belakang terdapat tulang punggung belakang dan cakar tarsalnya memiliki subapikal seperti cabang. Memiliki segmen perut 3 dan 4. *Gnamptogenys* rajin mengumpulkan getah tanaman dan sekresi nektar tumbuhan (Fisher & Stefan, 2007). Adapun klasifikasi serangga tanah spesimen 4, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Hymenoptera
Famili : Fomicidae
Genus : *Gnamptogenys*

5. Spesimen 5

Serangga tanah spesimen 5 berdsarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; pada bagian toraks berbentuk cembung dan tidak terdapat lekukan. Memiliki capit di bagian caput yang berfungsi sebagai alat pemotong. Bagian caput terdapat antena yang menyiku dan memiliki cakar kecil. Ciri-ciri lain yaitu memiliki panjang tubuh berkisar 4,5 mm, tubuhnya berwarna merah kehitaman dan terdapat bulu-bulu halus.



A

B

Gambar 4.5 Spesimen 5, A. Dokumentasi pribadi, B. Foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. Antena, b. Mulut, c. Caput, d. Thoraks, e. Kaki, f. abdomen

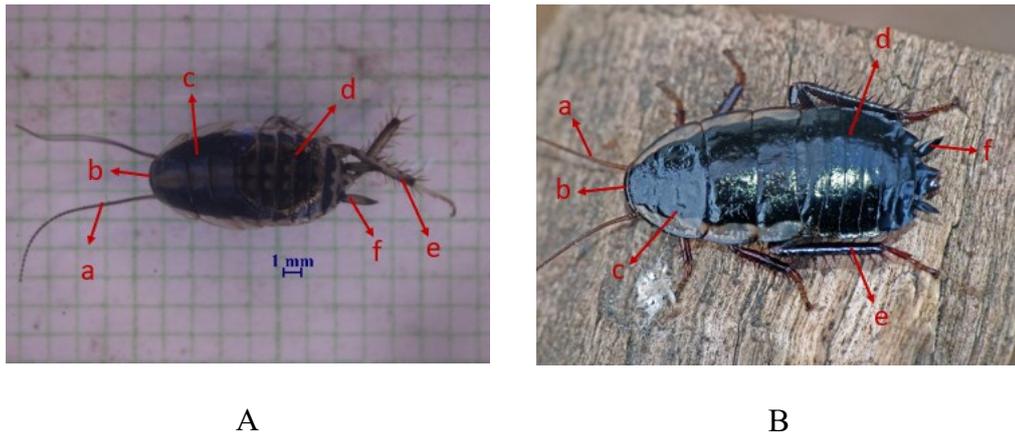
Serangga tanah spesimen 5 ini memiliki ciri-ciri ruas metasoma pertama memiliki satu punuk atau bungkul, berbeda dengan metasoma sisanya. Antena biasanya menyiku dengan ruas pada bagian pertama memiliki ukuran yang lebih panjang dari luas berikutnya. Memiliki pronotum hampir berbentuk segiempat jika dilihat dari sisi lateral dan seringkali tidak mencapai tegulae. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, serangga tanah spesimen 5 merupakan genus *Camponotus* (Borror dkk., 1996). Perbedaan dengan genus *Formica* terletak pada bagian propodenum pada toraks. Genus *Camponotus* memiliki pronodenum yang lurus sehingga terlihat seperti garis melintang pada bagian punggung, sedangkan pada genus *Formica* menekuk kedalam. Genus *Camponotus* sebagian besar bersarang di tanah (Fisher & Stefan, 2007). Adapun klasifikasi serangga tanah spesimen 5, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Hymenoptera
 Famili : Formicidae

Genus : Camponotus

6. Spesimen 6

Serangga tanah spesimen 6 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki tiga bagian, yaitu caput, toraks, dan abdomen. Spesimen 6 memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; pada bagian caput terdapat sepasang antena yang panjang dan berwarna coklat. Pada bagian toraks hanya terlihat pronotum. Terdapat abdomen yang terdiri dari 10 segmen dan terdapat genital dibagian ujung abdomen. Ciri-ciri morfologi lainnya berdasarkan pengamatan yaitu; panjang tubuh spesimen 6 berkisar 8 mm, warna tubuh coklat mengkilap dengan garis-garis berwarna putih di sepanjang sisi tubuh.



Gambar 4.6 Spesimen 6, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. antena, b. caput (tertutup pronotum), c. pronotum, d. abdomen, e. kaki, f. genital

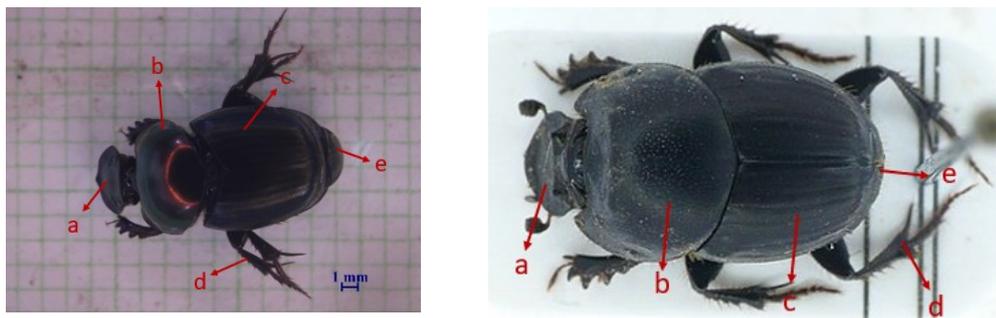
Serangga tanah spesimen 6 ini yang memiliki ukurannya relatif besar, berkisar 25 mm. Spesies jantan memiliki keping genital yang langsing, memanjang, dan lurus. Tubuhnya berbentuk bulat telur, gepeng, dan kepala tersembunyi dari atas oleh pronotum. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 6 merupakan serangga tanah genus *Drymaplaneta* (Borror dkk., 1996). Spesies jantan memiliki palp maksila ketiga dan keempat yang membesar, serta

tibia belakang yang rata-rata lebar (Roth, 1999 Adapun klasifikasi dari spesimen 6 serangga tanah, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Blattodea
Famili : Blattidae
Genus : Drymaplaneta

7. Spesimen 7

Spesimen 7 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh berbentuk cembung pada bagian posterior pronotum dan terdapat lubang-lubang kecil pada permukaannya. Badan berambut halus, dan berwarna hitam mengkilap. Pada bagian caput tidak terdapat tanduk. Bagian abdomen tidak terlihat jika dilihat dari dorsal, dikarenakan tertutupi oleh elytra. Spesimen 7 memiliki 3 pasang kaki dengan disertai tungkai berambut, serta bagian tibia pertama lebih pipih dan berlekuk dibandingkan dengan tibia ke dua dan ke tiga.



A

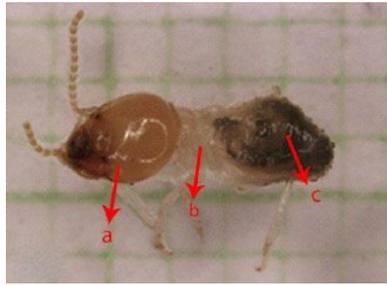
B

Gambar 4.7 Spesimen 7, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. caput, b. thoraks, c. elytra, d. kaki, f. abdomen (dibawah elytra)

Serangga tanah spesimen 7 ini memiliki ciri-ciri toraks pronota dengan batas posterior cembung dan memiliki rongga koksa pada bagian depannya. Spesimen 7 termasuk kedalam famili *scrabaeidae* dengan bentuk tarsi ramping dan tibia memiliki serentetan geligi di bagian luar yang memanjang dengan jelas menjadi sebuah taji ujung pada tungkai belakang dan tengah. Panjang tubuh kumbang-kumbang spesimen ini dapat mencapai 30 mm dan kebanyakan berwarna hitam. Makanan dari kumbang-kumbang ini tinja. Bentuk tubuhnya bulat atau cembung. Skutelium pada umumnya tersembunyi dibawah elytra yang memiliki tujuh striae. Spesies ini memiliki sepasang antena dengan sembilan ruas pada masing-masing antena. Tarsus dan cakar tarsusnya dijumpai diseluruh tungkai. Tibia tengah dan tibia belakangnya mengalami perluasan pada bagian puncaknya. Dimorfisme seksual antara jantan dan betina sangat jelas terlihat perbedaannya. Pejantan memiliki tanduk yang berkembang dengan baik pada caput dan/ atau pronotum, sedangkan betina tidak memiliki tanduk, baik pada bagian caput maupun pronotum (Triplehorn & Norman, 2004). Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 8 termasuk serangga tanah genus *Onthophagus* (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 7, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Coleoptera
Famili : Scrabaeidae
Genus : Onthophagus

8. Spesimen 8



A



B

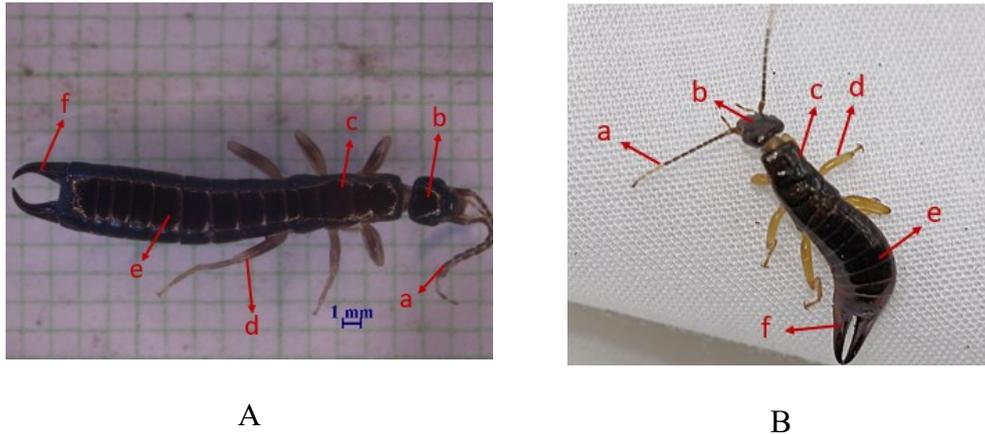
Gambar 4.8 Spesimen 8, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. antena, b. mulut, c. caput, d. kaki, f. abdomen

Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 8 merupakan serangga tanah genus *Reticulitermes*. Genus *Reticulitermes* atau rayap termasuk famili Rhinotermitidae yang memiliki ciri-ciri morfologi panjang mencapai 8 mm. Rayap serdadu tidak memiliki sayap dan tubuh pucat, selain itu memiliki kepala berwarna coklat dan terdapat ubun- ubun pada bagian atas kepala (*fontanel*) (Borrer dkk., 1996). Adapun klasifikasi serangga tanah spesimen 8, sebagai berikut (Bug Guide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Blattodea
Famili : Rhinotermitidae
Genus : Reticulitermes

9. Spesimen 9

Spesimen 9 berdasarkan pengamatan memiliki ciri-ciri morfologi sebagai berikut: bertubuh kecil dengan panjang 15 mm, memiliki tubuh cenderung gelap, memiliki kaki berwarna kuning kecoklatan, memiliki antena panjang yang terdiri dari banyak ruas, dan memiliki genitalia pada jantan.



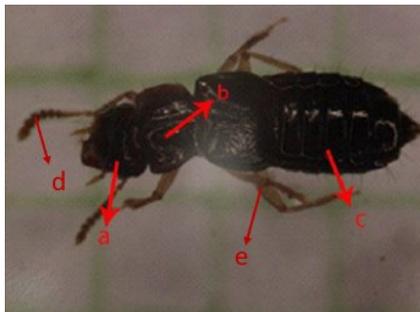
Gambar 4.9 Spesimen 9, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. antena, b. caput, c. pronotum, d. kaki, e. abdomen, f. genital

Serangga tanah spesimen 9 ini memiliki ciri-ciri bertubuh kecil hingga sedang dengan panjang tubuh berkisar 7-15 mm, berasal dari kelompok serangga tidak bersayap baik jantan maupun betina, warna tubuh cenderung gelap berwarna coklat kehitaman hingga hitam mengkilap, pronotum berbentuk persegi panjang dengan memiliki sisi-sisi yang sejajar dan lebih panjang, kaki berwarna seragam dengan warna kaki cenderung berwarna kuning kecoklatan tanpa pola femur, antena panjang terdiri dari banyak ruas dan filiform (seperti benang), cerci berbentuk forsep (penjepit) pada jantan, dan memiliki genitalia yang khas pada janta. Berdasarkan ciri-ciri diatas, spesimen 9 merupakan genus *Euborellia*. Adapun klasifikasi serangga spesimen 9 sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025)

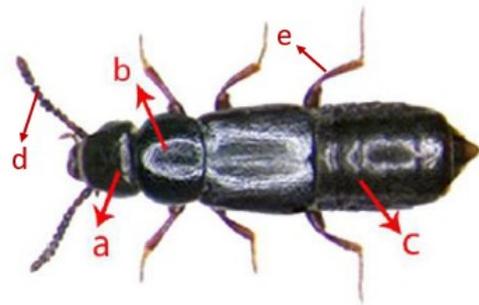
Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Dermaptera
Famili : Anisolabididae
Genus : Euborellia

10. Spesimen 10

Spesimen 10 serangga tanah berdasarkan pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu: tubuh berwarna coklat kehitaman, serta memiliki tubuh langsing dan memanjang dengan panjang 4 mm. Abdomen pada spesimen 10 serangga tanah ini bersegmen dan pada ujungnya terdapat segmen genital yang menunjukkan jantan. Memiliki sepasang antena berbentuk seperti gada (klavat) dengan 11 ruas yang meingkat pada bagian caput. Pada bagian toraks terlihat bagian protonum dengan lubang-lubang kecil di permukaannya.



A



B

Gambar 4.10 Spesimen 10, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. caput, b. thoraks, c. abdomen, d. antena, e. kaki

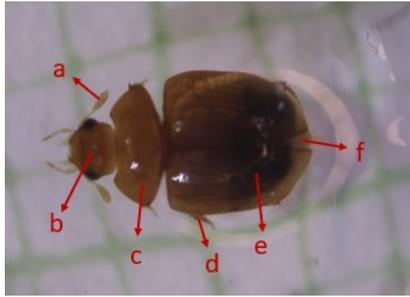
Serangga tanah spesimen 10 ini memiliki tubuh langsing, panjang, dan elytra yang pendek. Ukran elytra tersebut tidak lebih panjang dari ukuran abdomennya, sehingga terlihat 6 atau 7 strena abdomennya. Ukuran tubuh

kumbang spesimen ini dapat mencapai 25 mm. Ketika sedang berlari *Omalium* akan menaikkan ujung abdomennya seperti yang dilakukan kalajengking. Kebanyakan berwarna hitam atau coklat. Terdapat rambut-rambut tegak pada bagian abdomen (Semionenkov & Shavrin, 2022). Berdasarkan ciri-ciri di atas spesimen 10 merupakan serangga tanah genus *Omalium* (Borror dkk, 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 10 adalah sebagai berikut (Bug Net Guide, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Coleoptera
Famili : Staphylinidae
Genus : *Omalium*

11. Spesimen 11

Serangga tanah spesimen 11 berdasarkan pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu tubuh berwarna kuning kecoklatan. Pada bagian toraks yang terlihat adalah pronotum yang dibatasi secara lateral dan caput lebih ramping dari pronotum. Memiliki sepasang mata besar yang berwarna hitam dan cenderung pada bagian caput. Memiliki *Elytra* berbentuk bulat telur dan cembung yang menutupi bagian abdomennya jika dilihat dari dorsal, serta memiliki syap terselubung dan tiga pasang kaki. Spesimen ini juga memiliki sepasang antena berbentuk gada.



A



B

Gambar 4.11 Spesimen 11, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. antena, b. caput, c. thoraks, d. kaki, e. elytra, f. abdomen

Serangga tanah spesimen 11 ini memiliki sternum terakhir abdomen kelihatan panjang dengan tubuh yang panjang pula. Antena mempunyai satu gada yang beruas tiga, dapat terlihat seperti ruas empat dikarenakan pada beberapa spesies mempunyai ujung yang beranulasi. Memiliki panjang tubuh mencapai 12 mm. Pada kebanyakan memiliki elytra yang pendek dan memperlihatkan ruas abdomen bagian ujung. Seringkali disebut sebagai kumbang-kumbang pemakan getah yang kebanyakan mempunyai empat sayap dengan pasangan sayap depan menebal seperti kulit dan bertemu dalam satu garis lurus punggung. Selain itu, sayap belakang berselaput tipis dan lebih panjang dari sayap depan (elytron), sayap inilah yang digunakan sebagai penerbang. (Mantiquilla *et al.*, 2016). Berdasarkan ciri diatas spesimen 11 merupakan serangga tanah genus *Epuraea* (Borror dkk, 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 11, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

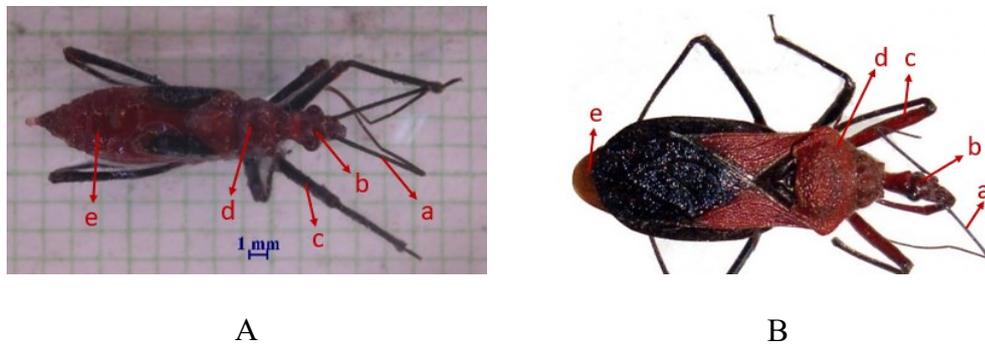
Kindom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Coleoptera

Famili : Nitidulidae

Genus : Epuraea

12. Spesimen 12

Berdasarkan hasil pengamatan, spesimen 12 memiliki ciri-ciri morfologi seperti memiliki ukuran tubuh sepanjang 12 mm, memiliki warna tubuh merah yang mencolok, kepala memanjang dan memiliki paruh penghisap, memiliki mata majemuk, memiliki kaki berjumlah 6 dan panjang.



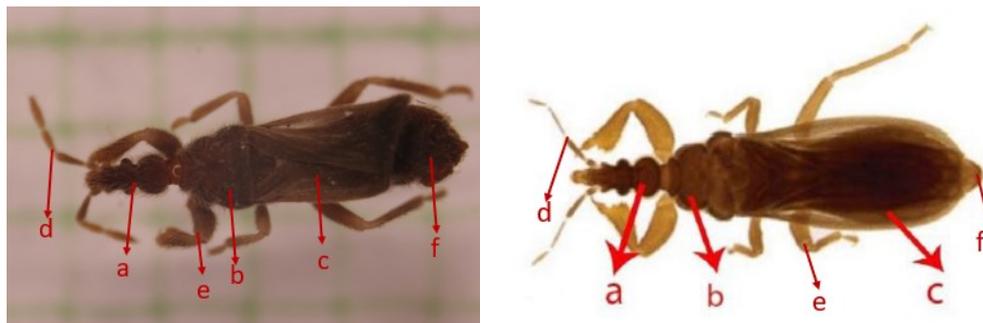
Gambar 4.12 Spesimen 12, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. antena, b. caput, c. kaki, d. thoraks, e. abdomen

Serangga tanah spesimen 12 ini memiliki ciri-ciri morfologi yaitu memiliki tubuh yang panjang dan ramping dengan bagian kepala yang panjang dan meruncing, ukuran tubuh yang sedang hingga besar untuk ukuran serangga dengan panjang tubuh berkisar 10-20mm, memiliki warna tubuh yang mencolok dengan kombinasi warna merah, hitam, kuning atau oranye. Spesimen ini memiliki rostrum (paruh) yang berfungsi untuk menusuk dan menyuntikan enzim pencernaan ke tubuh mangsa, lalu menghisap cairan tubuh mangsa, spesimen ini juga memiliki mata majemuk besar untuk memberikan pengelihatannya optimal untuk mendeteksi mangsa, dan kaki depan yang panjang dan kuat untuk menangkap mangsa. Berdasarkan ciri-ciri morfologi di atas, serangga spesimen 12 termasuk genus *Rhynocorus*. Adapun klasifikasi serangga spesimen 12, sebagai berikut (Bug Gyuide Net, 2025)

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Hemiptera
Famili : Reduviidae
Genus : Rhinocoris

13. Spesimen 13

Serangga tanah spesimen 13 berdasarkan pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu tubuh berwarna coklat kemerahan, ukuran tubuh sekitar 4 mm, dan terdapat bulu-bulu halus di tubuhnya. Caput dari spesimen ini memiliki bentuk yang unik seperti bertingkat dan terdapat 2 *oceli* yang menonjol. Serta, terdapat sepasang antena yang berbentuk *filiform* dan memiliki jumlah ruas 4 pada masing-masing antena. Bagian toraks terbagi menjadi 2 bagian dengan ukuran yang berbeda dan menyeroai kubah. Abdomen pada spesimen 13 tidak terlihat jelas karena tertutupi oleh *elytra*.



A

B

Gambar 4.13 Spesimen 13, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Fernandes & Christiane, 2016) a. caput, b. thoraks, c. elytra, d. antena, f. abdomen (dibawah elytra)

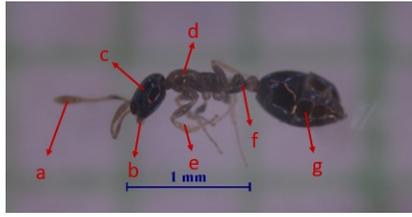
Serangga tanah spesimen 13 ini dicirikan dengan badan menjang, serta caput yang terbagi menjadi lobus anterior dan postekular. Pada bagian posterior

terdapat sepasang mata (ocelli) yang menonjol. Hal ini yang menjadikan caput genus *Enicocephalus* seperti bertingkat (Fernandes & Christiane, 2016). Memiliki pronotum yang kurang lebih terbagi menjadi dua bagian, atau dibagi menjadi sebuah gelambir anterior dan sebuah gelambir posterior. Serta memiliki tungkai 2 sampai 3 ruas, ruas yang terakhir mengandung sepasang kuku yang terletak diujung. Panjang tubuh sekitar 3-5 mm. Sayap-sayap depan seluruhnya berselaput tipis, tungkai-tungkai depan sebagai perenggut dan memiliki probosis 4 ruas. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 13 merupakan serangga tanah genus *Enicocephalus* (Borror dkk., 1996). *Enicocephalus* merupakan serangga tanah berkepala unik, hal inilah yang menjadikan serangga ini kurang dikenal dari sudut taksonomi. Sebagian besar ditemukan di seresah daun, di bawah kulit kayu, di batang kayu busuk, di bawah batu, dan di tepi sungai. Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 13, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

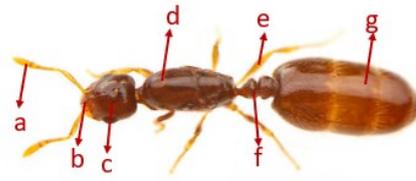
Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Hemiptera
Famili : Enicocephalidae
Ganus : Enicocephalus

14. Spesimen 14

Berdasarkan hasil pengamatan, spesimen 14 memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; memiliki ukuran tubuh 2mm, caput dan abdomen berwarna coklat, sedangkan bagian torak berwarna coklat muda. Bagian caput dan abdomen lebih besar daripada bagian toraks. Memiliki antena bersegmen dan memiliki.



A



B

Gambar 4.14 Spesimen 14, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. antena, b. mulut, c. caput, d. thoraks, e. kaki, f. petiole, g. abdomen

Serangga tanah spesimen 14 ini memiliki ciri-ciri morfologi tubuh berukuran kecil, berkisar antara 1-5 mm. Warna tubuh bervariasi, mulai dari kuning pucat hingga coklat tua atau kemerahan, dan beberapa spesies memiliki permukaan tubuh yang mengkilap, terutama pada bagian gaster.

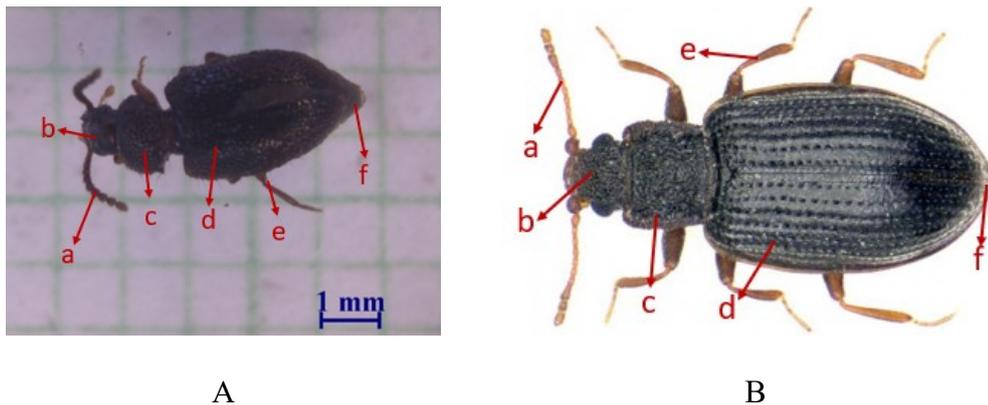
Serangga tanah spesimen ini berukuran relatif besar, dilengkapi dengan mata sederhana yang kecil dan terletak di sisi kepala. Antena memiliki 10 segmen dengan 2 segmen terakhir berbentuk klub atau bulbus yang mencolok. Mandibula atau rahang bawah kuat dan digunakan untuk menggigit serta membawa makan. Pada bagian thoraks (mesosoma), semut pekerja biasanya tidak memiliki duri atau tonjolan. Bagian pinggan memiliki 2 segmen yang terlihat jelas, yaitu petiole dan postpetiole. Petiole biasanya berbentuk nodus (simpul) yang menonjol. Gaster atau bagian belakang abdomen, cenderung membulat dan menonjol. Berdasarkan ciri-ciri morfologi di atas, spesimen 14 merupakan serangga tanah genus *Solenopsis* (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 14, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

- Kingdom : Animalia
- Filum : Arthropoda
- Kelas : Insekta

Ordo : Hymenoptera
Famili : Formicidae
Genus : Solenopsis

15. Spesimen 15

Berdasarkan hasil pengamatan, spesimen 15 memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; memiliki ukuran tubuh 5 mm, berbentuk oval, dan berwarna hitam. Permukaan tubuh granuler atau bertekstur kasar, tampak seperti ditutupi tonjolan-tonjolan kecil. Elytra menutupi seluruh bagian abdomen, sehingga abdomen tidak terlihat dari dorsal. Berwarna coklat kehitaman. Dan antena pada bagian caput berbentuk gada.



Gambar 4.15 Spesimen 15, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. antena, b. caput, c. thoraks, d. elytra, e. kaki, f. abdomen (dibawah elytra)

Serangga tanah spesimen ini memiliki tubuh kecil antara 3-5 mm, dan berbentuk oval hingga membulat. Tubuhnya berwarna coklat hingga hitam, dan permukaannya tampak bertekstur kasar akibat adanya granulasi yang menutupi bagian pronotum dan elytra. Permukaan elytra panjang hingga menutupi bagian abdomen, seringkali dihiasi dengan deretan titik atau alur longitudinal halus.

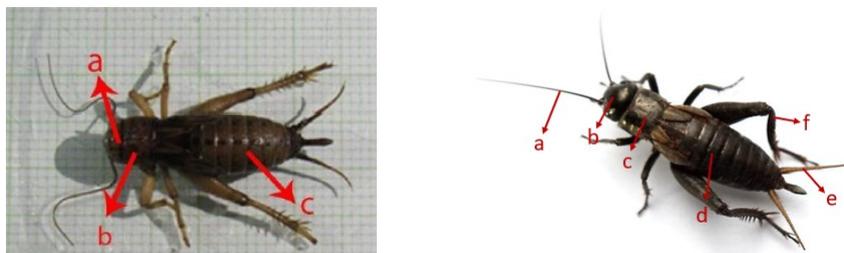
Kepala dari serangga tanah spesimen ini relatif kecil dibandingkan dengan bagian pronotum, dan dilengkapi sepasang antena bersegmen yang berakhir dengan

betuk klub atau gada. Antena tersebut terdiri atas 11 segmen, dengan 2 atau 3 segmen terakhir membentuk gada yang besar. Kaki ramping yang disesuaikan untuk bergerak di permukaan substrat yang tertutupi jamur atau detritus. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 15 merupakan serangga tanah genus *Latridius* (Borrer dkk., 1996). Adapun klasifikasi serangga tanah spesimen 15, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Coleoptera
 Famili : Latridiidae
 Genus : Latridius

16. Spesimen 16

Serangga tanah specimen 16 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh berwarna coklat gelap, bagian caput berwarna coklat muda, pada bagian caput juga memiliki antenna filiform yang panjang. Memiliki sayap pada bagian toraks, pada bagian abdomen terdapat segmen dan genital.



A

B

Gambar 4.16 Spesmien 16, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. antena, b. caput, c. thoraks, d. abdomen, e.genital, f. kaki

Serangga tanah spesimen ini memiliki mulutnya bertipe pengunyah, dan memiliki dua pasang sayap. Pasangan sayap tersebut terdiri dari sayap depan dan sayap belakang. Sayap depan lebih tebal yang disebut tergumina, sedangkan sayap belakang berupa membran terlihat seperti kipas yang terletak di bawah sayap depan. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, specimen 16 termasuk serangga tanah genus *Gryllus*.

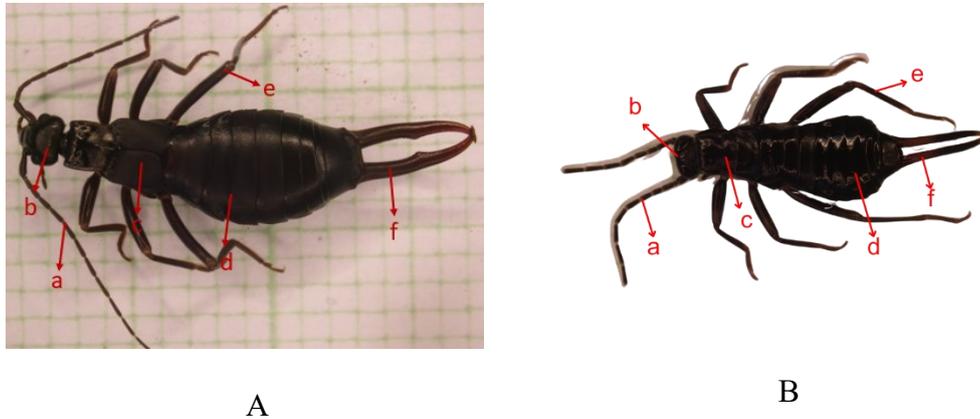
Famili Gryllidae menyerupai belalang bersungut panjang yang melancip. Organ-organ pembuat suara terletak pada sayap-sayap depan pada spesies Jantan dengan cara menggosokkan satu bagian ke bagian lain. Dalam hal ini juga mempunyai organ-organ pendengaran berbentuk bulat telur (timpana) pada bagian tibiae depan. Semua tersi terdapat 3 ruas dan memiliki alat perteluran (ovipositor) silindris atau berbentuk jarum (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 16, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Orthoptera
Famili : Gryllidae
Genus : Gryllus

17. Spesimen 17

Spesimen 17 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh berwarna coklat kehitaman dengan abdomen bersegmen. Ujung abdomen memiliki cerci berbentuk capit. Cerci pada jantan mempunyai capit dan pada betina tidak menunjukkan impresi capit. Pada bagian caput memiliki sepsang

antena berbentuk moniliform dengan 12 segmen. Bagian toraks terlihat pronotum dan terdapat elytra yang pendek. Memiliki tiga pasang tungkai berwarna coklat kehitaman.



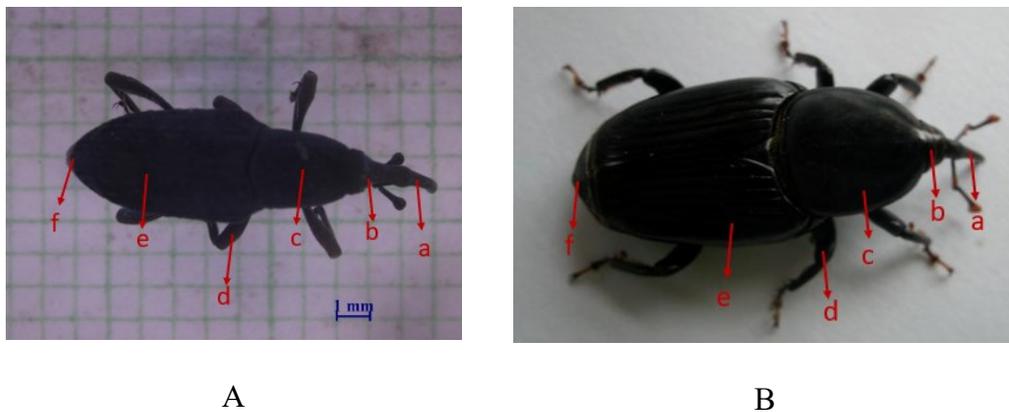
Gambar 4.17 Spesimen 17, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. antena, b. caput, c. thoraks, d. abdomen, f. cerci

Serangga tanah spesimen ini memiliki ciri ukuran tubuh mulai dari 16-30 mm, dengan 10 segmen di bagian abdomen. Jantan dan betina berbeda dalam ukuran forsep, pada bagian jantan lebih besar dan pada betina memiliki forsep yang lebih kecil dan lebih lurus. Forsep ini digunakan untuk membantu pertahanan, kawin, dan pelipatan sayap. Spesimen ini memiliki sayap berkembang tetapi sedikit, sisik sayap pendek. Ciri khusus terdapat pada bagian cerci yang lurus dan panjang, dimana pada jantan cerci terdapat sepasang duri di bagian tengah margin posteriornya dan spesies betina ditandai dengan ciri duri kecil-kecil yang berjumlah banyak disepanjang cerci bagian dalam. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 17 merupakan serangga tanah genus *Labidura* (Borror dkk., 1996). (Nishikawa, 2015). Adapun klasifikasi serangga tanah spesimen 17, sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Dermaptera
Famili : Labiduridae
Genus : Labidura

18. Spesimen 18

Berdasarkan hasil pengamatan, spesimen 18 memiliki ciri-ciri morfologi tubuh serangga tergolong sedang dengan panjang 10 mm, memiliki warna hitam diseluruh tubuh serangga. Serangga spesimen 18 ini memiliki bentuk mulut yang unik, yaitu berbentuk moncong dan memiliki 2 antena disamping kanan-kiri mulut. Memiliki kaki berjumlah 6 pasang.



Gambar 4.18 Spesimen 18, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (Bug Guide Net, 2025) a. rostrum, b. caput, c. thoraks, d. kaki, e. elytra, f. abdomen (dibawah elytra)

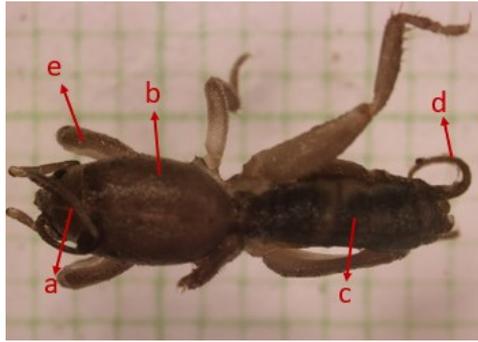
Serangga tanah spesimen ini memiliki ciri-ciri morfologi yaitu ukuran tubuh besar dengan panjang berkisar 1-3 cm dan tergolong besar diantara kumbang penggerek lainnya, memiliki tubuh berbentuk silindris, memiliki warna tubuh yang

mencolok, seperti merah bata, oranya atau hitam dan beberapa memiliki warna dengan pola bintik-bintik. Spesimen ini memiliki ciri utama yakni memiliki rostrum (moncong) panjang dan khas dengan moncong yang panjang dan melengkung kebawah. Diujung rostrum terdapat mulut penggerek yang digunakan untuk menggali jaringan tumbuhan. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, serangga spesimen 18 ini merupakan genus *Rhynchophorus*. Adapun klasifikasi dari serangga spesimen 18 adalah sebagai berikut (Bug Guide Net, 2025):

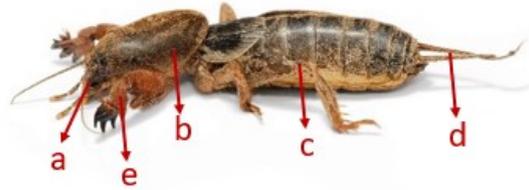
Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Coleoptera
Famili : Curculionidae
Genus : Rhynchophorus

19. Spesimen 19

Serangga tanah spesimen 19 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh berwarna coklat dan berambut halus, serta pada bagian caput memiliki antena yang pendek. Ukuran tubuh sekitar 17 mm, dan memiliki 3 pasang kaki dengan 1 pasang kaki depan melebar. Memiliki sayap kecil pada bagian toraks. Pada bagian abdomen bersegmen dan terdapat genital diujungnya.



A



B

Gambar 4.19 Spesimen 19, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. caput, b. Thoraks, c. abdomen, d. genital, e. kaki depan

Serangga tanah spesimen 19 ini sepasang tungai yang membesar dan mengalami modifikasi untuk menggali pada bagian depan. Tibia depan yang jantan terdapat timpanum. Memiliki ciri-ciri berambut halus yang berwarna kecoklatan, serangga ini biasanya memiliki panjang 25-30 mm. Berdasarkan ciri-ciri diatas, spesimen 19 merupakan serangga tanah genus *Gryllotalpa* (Borror dkk., 1996).. Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 19, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

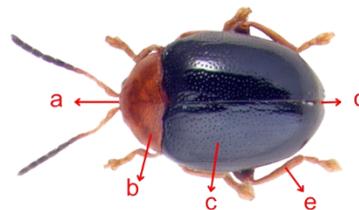
- Kingdom : Animalia
- Filum : Arthropoda
- Kelas : Insekta
- Ordo : Orthoptera
- Famili : Gryllotalpidae
- Genus : Gryllotalpa

20. Spesimen 20

Serangga Spesimen 20 berdasarkan hasil pengamatan memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu berukuran 4 mm, pada bagian caput terdapat kepala yang melebar dan mata berukuran besar berwarna hitam. Spesimen 20 ini juga memiliki sepasang antena filiform yang berdekatan dengan matanya. Pada bagian toraks, pronotum seperti menyatu dengan caput dengan warna yang lebih terang dari abdomennya. Bagian elytra atau sayap depan yang menutupi bagian abdomennya jika dilihat dari arah dorsal. Memiliki tiga pasang kaki dan abdomen berbentuk bulat.



A



B

Gambar 4.20 Spesmien 20, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. caput, b. thoraks, c. elytra, d. abdomen (dibawah elytra), e. kaki

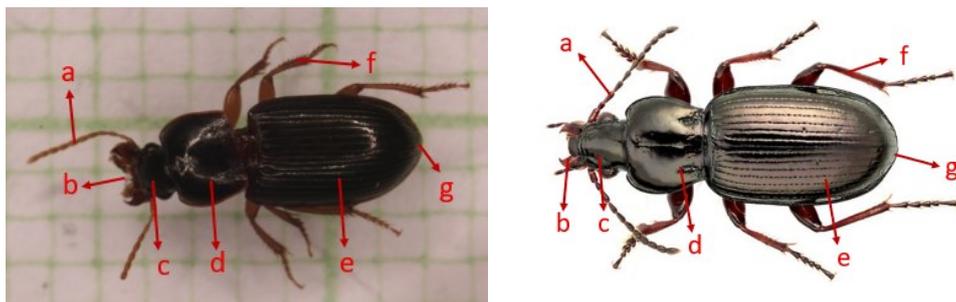
Serangga tanah spesimen ini memiliki warna kekuningan, kecoklatan hingga gelap, panjangnya 3,5-4 mm dengan kepala membengkok dan tidak terlihat jika dilihat dari atas. Sphaeroderma memiliki elytra berbentuk cembung dan sedikit memanjang, serta femora belakang membesar yang digunakan untuk melompat. Pronotum melintang, terlalu melintasi pangkal dan melengkung seperti bulat, tepi apikal, tapi bagian lateral tidak terlihat dari atas, tepi basal lurus atau melengkung, pemukaannya halus dan tidak seperti melintang di dasar atau fovea latero-basal (UK Beetles, 2025). Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 20 merupakan

serangga tanah genus *Sphaeroderma* (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 20, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Coleoptera
Famili : Chrysomelidae
Genus : *Sphaeroderma*

21. Spesimen 21

Serangga tanah spesimen 21 berdasarkan hasil pengamatan, memiliki ciri-ciri morfologi, yaitu; tubuh memanjang dengan panjang 6 mm, warna tubh hitam mengkilap. Memiliki pronotum yang membulat dengan margin lateral yang melengkung ketengah, serta pada bagian abdomen berbentuk oval. Memiliki tiga pasang kaki yang panjang dengan tarsi berjumlah lima disetiap kaki. Pada bagian caput terdapat capit, sepasang mata majemuk yang menonjol pada bagian samping dan memiliki sepasang antena filiform dengan 11 ruas.



A

B

Gambar 4.21 Spesimen 21, A. dokumentasi pribadi, B. foto literatur (BugGuide.Net, 2025) a. antena, b. capit (mulut), c. caput, d. thoraks, e. elytra, f. kaki, g. Abdomen (dibawah elytra)

Serangga tanah spesimen 21 ini memiliki antena yang timbul disebelah lateral pada sisi-sisi kepala antara mata dan dasar mandibel. Pada bagian mandibel, klipeus tidak timbul secara lateral di belakang dasar-dasar sungut. Bagian toraksnya terdapat lubang-lubang kecil dipermukaan pronotum, selain itu pada bagian abdomen elytra seringkali dengan lekuk-lekuk longitudinal atau horizontal. Pronotum tersebut ukurannya lebih besar dan luas dari pada bagian caput atau kepala termasuk mata. Selain itu, memiliki kaki yang panjang berfungsi untuk lari dengan cepat ketika melakukan perlindungan diri. Berdasarkan ciri-ciri morfologi diatas, spesimen 21 merupakan serangga tanah genus *Pterostichus* (Borror dkk., 1996). Adapun klasifikasi dari serangga tanah spesimen 21, sebagai berikut (BugGuide.Net, 2025):

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insekta
Ordo : Coleoptera
Famili : Carabidae
Genus : Pterostichus

4.2 Serangga Tanah yang Ditemukan dan Peranannya

Hasil identifikasi yang telah dilakukan pada sampel pengamatan, ditemukan serangga tanah beserta peranan pada ekosistem. Data serangga tanah yang didapatkan pada waktu pengambilan sampel di kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang ditemukan 8 ordo 16 famili dan 21 genus serangga tanah. Hasil penelitian diuraikan pada Tabel 4.1. Serangga tanah pada kawasan agroforestri kopi sederhana ditemukan 8 ordo, 16 famili, dan 17 genus dengan jumlah total temuan 211

individu. Sedangkan pada kawasan agroforestri kopi kompleks ditemukan 8 ordo, 16 famili, dan 21 genus dengan jumlah total temuan 333 individu (Tabel 4.1)

Jumlah serangga tanah yang ditemukan pada kedua kawasan agroforestri memiliki perbedaan, yakni lebih banyak ditemukannya individu serangga tanah di kawasan agroforestri kopi kompleks dengan jumlah total 333 individu daripada agroforestri kopi sederhana dengan jumlah total 211 individu.

Tabel 4.1 Jumlah serangga tanah secara kumulatif dan peranannya di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Ordo	Klasifikasi		Jumlah Serangga		Peranan	Literatur
	Famili	Genus	AKS	AKK		
Hymenoptera	Formicidae	<i>Oecophylla</i>	17	32	Predator	A,B
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pachycondyla</i>	13	11	Predator	A,B
Hymenoptera	Formicidae	<i>Pheidole</i>	9	13	Predator	A,B
Hymenoptera	Formicidae	<i>Gnamptogenys</i>	14	15	Predator	A,B
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i>	19	37	Predator	A,B
Blattodea	Blattidae	<i>Drymaplaneta</i>	9	13	Detritivor	A,B
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i>	12	12	Herbivor	A,B
Blattodea	Rhinotermitidae	<i>Reticulitermes</i>	68	97	Dekomposer	A,B
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Euborellia</i>	3	6	Omnivor	A,B
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Omalium</i>	5	9	Predator	A,B
Coleoptera	Nitidulidae	<i>Epuraea</i>	0	6	Herbivor	A,B
Hemiptera	Reduviidae	<i>Rhynocoris</i>	0	4	Predator	A,B
Hemiptera	Enicocephalidae	<i>Enicocephalus</i>	9	9	Predator	A,B
Hymenoptera	Formicidae	<i>Solenopsis</i>	9	11	Predator	A,B
Coleoptera	Latridiidae	<i>Latridius</i>	10	20	Detritivor	A,B
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus</i>	8	12	Herbivor	A,B
Dermaplaneta	Labiduridae	<i>Labidura</i>	0	6	Herbivor	A,B
Coleoptera	Cucurlionidae	<i>Rhynchophorus</i>	0	3	Herbivor	A,B
Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa</i>	2	3	Herbivor	A,B
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Sphaeroderma</i>	3	10	Herbivor	A,B
Coleoptera	Carabidae	<i>Pterostichus</i>	1	4	Predator	A,B
Total			211	333		

Keterangan :

AKS : Agroforestri Sederhana

AKK : Agroforestri Kompleks

A : Borrer dkk., 1996

B : BugGuide.Net, 2025

Penelitian terdahulu dari Samsiyah (2022), dimana temuan serangga tanah pada agroforestri kopi kompleks lebih banyak dengan jumlah total 581 individu, sedangkan pada agroforestri kopi sederhana hanya 345 individu. Jumlah temuan serangga tanah di agroforestri kompleks lebih banyak daripada di agroforestri sederhana, hal ini dikarenakan kompleksitas vegetasi yang lebih lengkap dari pada agroforestri sederhana, yang mana vegetasi terdapat *ground cover* atau rerumputan atau semak-semak hingga pepohonan yang lebih bervariasi dan jumlah pohon penayang lebih banyak dari pada agroforestri sederhana. Menurut Triyogo dkk., (2017), kelimpahan seresah yang dihasilkan dari jenis vegetasi penyusun yang beragam dapat mempengaruhi keberadaan serangga tanah dalam ekosistem. Faktor lain yang mengakibatkan perbedaan dari keberadaan serangga tanah adalah bahwa setiap jenis serangga tanah memiliki daya toleransi, sensitifitas, dan kemampuan adaptasi berbeda-beda pada kondisi yang terus menerus berubah. Dalam hal ini, keberadaan serangga tanah pada suatu habitat juga dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Serangga dapat beradaptasi dengan lingkungannya dan berinteraksi dengan sesamanya akan bertahan di lingkungan tersebut (Nurrohman, 2018).

Serangga tanah yang ditemukan dalam penelitian ini memiliki berbagai peran ekologi, diantaranya sebagai predator, herbivor, detritivor, dan dekomposer. Pada agroforestri sederhana (Tabel 4.1) serangga tanah yang berperan sebagai predator terdapat 96 individu, terdiri dari genus *Oecophylla*, *pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Omalium*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, dan *Pterostichus*. Serangga tanah yang berperan sebagai herbivor terdapat 25 individu, yang terdiri dari genus *Onthophagus*, *Gryllus*, *Gryllotalpa*, dan *Sphaeroderma*. Terdapat 19 individu yang berperan sebagai detritivor, terdiri genus *Drymaplaneta*

dan *Latridius*. Genus *Reticulitermes* menjadi serangga tanah yang berperan sebagai dekomposer dengan jumlah temuan 68 individu. Adapula serangga tanah yang berperan sebagai omnivor dari genus *Euborellia*, dengan jumlah temuan 3 individu.

Pada agroforestri kompleks, ditemukan serangga yang berperan sebagai predator, terdiri dari genus *Oecophylla*, *pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Omalium*, *Rhynocorus*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, dan *Pterostichus* dengan jumlah individu 145. Genus *Onthophagus*, *Epuraea*, *Gryllus*, *Labidura*, *Rhynchophorus*, *Gryllotalpa*, dan *Sphaeroderma* berperan sebagai herbivor dengan jumlah temuan 52 individu. Serangga tanah yang berperan sebagai detritivor, yakni dari genus *Drymaplaneta* dan *Latridius* berjumlah 33 individu. Genus *Reticulitermes* memiliki peran sebagai dekomposer dengan jumlah 97 individu. Serangga tanah yang berperan sebagai omnivor adalah genus *Euborellia* berjumlah 6 individu.

Adapun genus *Rhynchophorus* yang memiliki jumlah paling sedikit dan hanya ditemukan di agroforestri kopi kompleks, hal ini dikarenakan oleh preferensi habitat dan sumber makanan spesifik yang dimiliki oleh genus ini. *Rhynchophorus*, khususnya spesies seperti *Rhynchophorus ferrugineus* (kumbang merah palma), dikenal sebagai herbivor yang menyerang tanaman tertentu seperti palma atau tanaman berkayu lunak. Agroforestri kopi kompleks umumnya memiliki keanekaragaman vegetasi yang lebih tinggi, termasuk kehadiran tanaman inang alternatif yang mendukung keberadaan *Rhynchophorus*. Sebaliknya, pada agroforestri kopi sederhana, struktur vegetasi yang lebih homogen dan minim tanaman inang potensial menyebabkan absennya genus ini (Widyastuti *et al.*, 2020). Selain itu, rendahnya jumlah individu *Rhynchophorus* juga dapat dipengaruhi oleh

efektivitas kontrol biologis atau predator alami yang lebih aktif di lahan dengan diversitas tinggi. Menurut Khamis *et al.* (2013), populasi *Rhynchophorus* dapat ditekan oleh adanya musuh alami seperti parasitoid dan predator, yang lebih banyak ditemukan dalam sistem pertanian beragam seperti agroforestri kopi kompleks. Oleh karena itu, faktor lingkungan dan interaksi ekologis memegang peran penting dalam keberadaan dan kelimpahan genus ini. Adapun hasil presentase peranan serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks pada tabel 4.2, sebagai berikut:

Tabel 4.2 Peranan serangga tanah yang ditemukan di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Keterangan	Agroforestri Kopi Sederhana		Agroforestri Kopi Kompleks	
	Jumlah Individu	Presentasi (%)	Jumlah Individu	Presentase (%)
Predator	96	45,50	145	43,54
Herbivor	25	11,85	52	15,62
Detritivor	19	9,00	33	9,91
Dekomposer	68	32,23	97	29,13
Omnivor	3	1,42	6	1,80
Jumlah	211	100	333	100

Hasil presentase peranan serangga tanah yang diamati pada dua sistem agroforestri kopi, yaitu agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks, diketahui bahwa kelompok serangga predator mendominasi di kedua sistem tersebut. Pada agroforestri kopi sederhana, predator menyumbang 45,50% dari total individu, sementara pada agroforestri kopi kompleks sebesar 43,54%. Peran predator sangat penting dalam mengontrol populasi serangga hama secara alami (Gullan & Cranston, 2014).

Kelompok dekomposer merupakan peran kedua terbesar dengan presentase 32,23% di agroforestri sederhana dan 29,13% di agroforestri kompleks. Ini menunjukkan bahwa serangga dekomposer memainkan peran penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan daur ulang nutrisi (Triplehorn & Johnson, 2005). Herbivor berada pada urutan ketiga, dengan persentase 11,85% pada sistem sederhana dan meningkat menjadi 15,62% pada sistem kompleks, yang mengindikasikan bahwa keberagaman vegetasi di sistem kompleks memberikan sumber makanan yang lebih beragam bagi herbivor (Price et al., 2011).

Detritivor menunjukkan persentase yang relatif stabil yaitu 9,00% di agroforestri sederhana dan 9,91% di kompleks. Kelompok ini berkontribusi dalam fragmentasi bahan organik yang membantu aktivitas mikroorganisme tanah (Lavelle & Spain, 2001). Adapun omnivor memiliki kontribusi yang kecil namun tetap ada, yaitu 1,42% pada sistem sederhana dan 1,80% pada sistem kompleks. Secara keseluruhan, struktur peranan serangga tanah ini mencerminkan kompleksitas ekosistem dan stabilitas fungsi ekologis, di mana kehadiran berbagai peran fungsional seperti predator, dekomposer, dan detritivor menjadi indikator penting dalam menjaga keseimbangan agroekosistem (Altieri, 1999).

Persentase peranan serangga tanah berdasarkan Tabel 4.2 di kedua kawasan memiliki perbedaan. Agroforestri kopi sederhana memiliki persentase serangga tanah predator sebesar 45,498% dengan jumlah individu 96 yang terdiri dari 9 genus, yaitu genus *Oecophylla*, *pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Omalium*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, dan *Pterostichus* (Tabel 4.1). Sedangkan pada kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki persentase serangga tanah predator sebesar 43,544% dengan jumlah individu 145 yang terdiri dari 10

genus, yaitu genus *Oecophylla*, *pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Omalium*, *Rhynocorus*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, dan *Pterostichus*.

Serangga tanah predator dikedua kawasan agroforestri kopi tersebut dominansi oleh famili formicidae. Menurut Latumahina *et al.*, (2013) semut merupakan kelompok hewan terrestrial paling dominan didaerah tropis, sekitar 9.500 atau 1,27% dari 750.000 spesies serangga didunia diantaranya adalah semut. Keberadaan serangga tanah yang berperan sebagai predator juga dapat disebabkan tersedianya makanan, yaitu serangga-serangga kecil. Semut juga merupakan hewan sosial yang berkoloni, sehingga tidak jarang ketika menjumpai semut dalam jumlah banyak pada suatu habitat (Hasyimuddin dkk., 2017).

Serangga tanah kedua yaitu memiliki peranan ekologi sebagai herbivor, dimana pada kawasan agroforestri sederhana sebanyak 25 individu dengan presentase 11,848% terdiri dari 4 genus, yaitu genus *Onthoophagus*, *Gryllus*, *Gryllotalpa*, dan *Sphaeroderma*. Sedangkan pada kawasan agroforestri kompleks, serangga tanah yang berperan sebagai herbivor sebanyak 52 individu dengan presentase 15,616% yang terdiri dari 7 genus, yaitu genus *Onthoophagus*, *Gryllus*, *Labidura*, *Rhynchophorus*, *Gryllotalpa*, dan *Sphaeroderma*. Faktor yang membedakan dari kedua lahan adalah pada lahan agroforestri kompleks merupakan lahan yang sengaja tidak menghilangkan vegetasi bawah (*ground cover*), sehingga mendukung potensi tersebarnya keragaman jenis dari beberapa serangga herbivor di lahan tersebut. Serangga herbivor disebut juga fitofagus yang terbagi menjadi monofagus dan polifagus. Serangga monofagus adalah serangga yang khusus memakan suatu jenis tumbuhan dan serangga polifagus adalah serangga yang memiliki sifat general, yakni memakan banyak jenis tumbuhan.

Serangga tanah ketiga yaitu memiliki peranan sebagai detritivor. Pada kawasan agroforestri kopi sederhana memiliki presentase serangga tanah detritivor sebesar 9,004% dengan jumlah 19 individu yang terdiri dari 2 genus, yaitu genus *Drymaplaneta* dan *Latridius*. Sedangkan pada kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki presentase sebesar 9,909% dengan jumlah 33 individu yang terdiri dari 2 Genus, yaitu genus *Drymaplaneta* dan *Latridius*. Presentase genus serangga tanah yang berperan sebagai detritivor lebih besar di kawasan agroforestri kopi kompleks. Hal ini dikarenakan tersedianya bahan makanan dan lingkungan yang cocok sebagai tempat tinggal. Serangga detritivor mengkonsumsi tanaman dan serangga atau bangkai, kotoran, kemudian energi dan nutrisi yang terkandung dikembalikan lagi ke ekosistem dalam bentuk komponen biotik dan abiotik.

Detritivor menyukai habitat dengan serasah yang tinggi jumlahnya (Arifita, 2016). Dibuktikan dengan perbedaan tingkat ketebalan serasah pada kedua lahan, yang mana pada kawasan agroforestri kopi kompleks lebih banyak dan tebal dari pada kawasan agroforestri kopi sederhana. Keberadaan serasah dan produksi serasah yang tinggi dapat memberikan keuntungan bagi vegetasi untuk meningkatkan produktivitas karena tersedianya sumber hara yang cukup, dalam hal ini juga menyediakan makanan yang nantinya akan berpengaruh terhadap jumlah serangga tanah khususnya yang peran sebagai detritivor. Semakin banyak serasah yang ada semakin banyak tersediaan makanan dan semakin banyak serangga yang berperan sebagai detritivor pada habitat tersebut.

Serangga tanah keempat adalah serangga tanah yang berperan sebagai dekomposer, pada kawasan agroforestri kopi sederhana memiliki presentase sebesar 32,228% dengan jumlah 68 individu dari genus *Reticulitermes*. Sedangkan

pada kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki presentase sebesar 29,129% dengan jumlah 97 individu dari genus *Reticulitermes*. Jumlah individu lebih banyak pada kawasan agroforestri kopi kompleks daripada kawasan agroforestri kopi sederhana dikarenakan agroforestri kopi kompleks memiliki proporsi bahan yang akan diuraikan lebih tinggi. Pada kawasan agroforestri kompleks memiliki variasi lebih banyak terkait jenis tumbuhan atau pohon penayang, sehingga menghasilkan serasah yang lebih banyak dan bervariasi jenisnya. Serta, memiliki proporsi bangkai hewan atau tumbuhan busuk yang lebih tinggi dibandingkan kawasan agroforestri sederhana. (tambahn karakteristik sosial genus *reticulitermes*)

Ekosistem dengan vegetasi beragam memiliki tutupan kanopi, jumlah maupun ketebalan serasah tinggi. Tutupan kanopi dan jumlah serasah yang dihasilkan akan menciptakan kondisi iklim mikro yang sesuai dengan ketersediaan makanan yang beragam pula, sehingga memungkinkan beranekaragaman dan jumlah serangga tanah yang tinggi pada suatu habitat (Ma'arif dkk., 2014). Menurut Meilin & Nasamsir (2016), serangga yang memiliki peranan sebagai dekomposer atau pengurai akan memakan tanaman-tanaman dan membuat tanah menjadi subur.

Serangga tanah kelima adalah serangga tanah yang memiliki peran sebagai omnivor, pada kawasan agroforestri kopi sederhana memiliki presentase sebesar 1,422% dengan jumlah 3 individu dari genus *Euborellia*. Sedangkan, pada kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki presentase sebesar 1,802% dengan jumlah 6 individu dari genus *Euborellia*. Perbedaan dari presentase dan jumlah individu dikarenakan faktor habitat, yang dimana kawasan agroforestri kopi kompleks lebih

bervariasi. Hal ini juga dapat menyebabkan bahan makanan bagi genus *Euborellia* bervariasi pula.

Serangga tanah genus *Euborellia* merupakan kelompok serangga omnivora yang memiliki peran ekologis penting dalam ekosistem tanah, khususnya pada agroekosistem. Sebagai serangga omnivora, *Euborellia* menunjukkan fleksibilitas pola makan dengan kemampuan memangsa berbagai organisme kecil seperti telur dan larva serangga hama, nematoda, serta serangga kecil lainnya. Genus *Euborellia* juga mengonsumsi bahan organik seperti seresah daun dan jamur mikroskopis. *Euborellia* juga berperan sebagai detritivor yang membantu proses dekomposisi bahan organik dan meningkatkan kesuburan tanah.

4.3 Analisis Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi (C), dan Indeks Kemerataan (E) Serangga Tanah

Analisis keanekaragaman serangga tanah digunakan untuk mengetahui tingkatan keanekaragaman serangga tanah dalam suatu kawasan. Keanekaragaman serangga tanah diukur menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Weiner (Tabel 4.3). Nilai keanekaragaman yang diperoleh pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang terdapat pada tabel 4.3 yang menunjukkan adanya perbedaan nilai indeks keanekaragaman (H') yang diperoleh. Pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai 2,4866, sedangkan agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 2,5215. Hasil dari indeks keanekaragaman dari kedua lokasi menunjukkan kategori sedang. Nilai $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah, yang biasanya mengindikasikan dominasi satu atau beberapa spesies dalam komunitas serta kondisi lingkungan yang kurang stabil. Nilai H' antara 1 hingga 3 mencerminkan keanekaragaman sedang, yang menunjukkan distribusi spesies yang mulai merata

dan kondisi ekosistem yang relatif seimbang. Sementara itu, nilai $H' > 3$ dianggap sebagai keanekaragaman tinggi, yang menggambarkan komunitas dengan jumlah spesies yang banyak dan distribusi yang merata, serta ekosistem yang kompleks dan stabil (Magurran, 2004).

Tabel 4.3 Indeks keanekaragaman serangga tanah di Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

No	Variabel	AKS	Ket	AKK	Ket	Lit
1	Jumlah Individu	211		333		
2	Jumlah Genus	17		21		
3	Jumlah Famili	16		16		
4	Jumlah Ordo	8		8		
5	Indeks Keanekaragaman*	2,385	Sedang	2,564	Sedang	A
6	Indeks Dominansi	0,1419	Sedang	0,1237	Sedang	B
7	Indeks Kemerataan	0,639	Sedang	0,6183	Sedang	C

Berbeda nyata pada Uji T Diversity ($P Value=0.043615$)

Keterangan :

- * : Berbeda nyata
- AKS : Agroforestri kopi sederhana
- AKK : Agroforestri kopi kompleks
- A : Hendra dkk (2015)
- B : Krebs (1999)
- C : Magurran (2004)

Perhitungan indeks keanekaragaman yang menunjukkan hasil yang sama, yakni kategori sedang pada kedua kawasan agroforestri, akan tetapi memiliki nilai indeks yang berbeda. Pada kawasan agroforestri kopi sederhana nilai indeks keanekaragaman yaitu 2,385 dan agroforestri kopi kompleks dengan nilai indeks keanekaragaman 2,564 (Tabel 4.3). Berdasarkan uji *t diversity* pada tabel 4.3, menunjukkan hasil berbeda nyata antara kedua lokasi dengan hasil nilai *p-value* sebesar 0,043615, hal tersebut menandakan serangga tanah pada kedua lahan memiliki perbedaan keanekaragaman jenisnya. Menurut Imam (2014), jika nilai *p-value* $< 0,05$ maka uji *t* berbeda nyata antara keanekaragaman serangga tanah di kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kompleks. Hal ini dapat

dilihat pada tabel 4.1, terdapat 4 genus yang tidak ditemukan pada kawasan agroforestri kopi sederhana, tetapi ditemukan pada kawasan agroforestri kopi kompleks. Nilai keanekaragaman jenis yang semakin tinggi mengindikasikan semakin stabil suatu ekosistem (Erivianna dkk., 2020).

Genus yang mendominasi pada kedua kawasan adalah genus *Oecophylla*, *Camponotus*, dan *Reticulitermes*. Walaupun jumlah individu dari kawasan agroforestri kopi kompleks lebih banyak, akan tetapi nilai indeks dominansi lebih besar kawasan agroforestri sederhana dengan nilai 0,1419 tergolong sedang, sedangkan kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 0,1237 tergolong sedang. Menurut Krebs (1999), pembagian kategori indeks dominansi jika nilai 0,00-0,10 termasuk dominansi rendah/sangat rendah, nilai 0,11-0,30 termasuk dominansi sedang/moderat, nilai 0,31-0,60 termasuk dominansi tinggi, dan nilai 0,61-1,00 termasuk dominansi sangat tinggi. Perbedaan dari nilai indeks dominansi dikarenakan dari jumlah genus pada kawasan agroforestri kopi sederhana yang lebih sedikit dari pada agroforestri kopi kompleks, meskipun perbedaan nilai dominansi dari kedua kawasan relatif kecil. Genus yang mendominasi kedua kawasan merupakan serangga tanah yang hidup berkoloni. Menurut Mashaly (2010), genus *Oecophylla* dan *Camponotus* merupakan serangga yang termasuk dalam ordo Hymeniptera dan famili formicidae yang dikenal hidup berkoloni dan bentuk sarang yang teratur. Hal serupa terdapat pula genus *Reticulitermes*.

Seperti penjelasan diatas, bahwa terdapat tiga genus yang mendominasi pada kedua kawasan dan kawasan agroforestri kopi sederhana memiliki nilai dominansi lebih besar 0,1419 daripada agroforestri kopi kompleks dengan nilai 0,1237. Berdasarkan hal tersebut, menunjukkan bahwa nilai indeks dominansi yang

lebih tinggi di kawasan agroforestri kopi sederhana, dimana memberikan nilai indeks keanekaragaman yang lebih rendah dibandingkan kawasan agroforestri kopi kompleks. Nilai indeks dominansi memiliki skala 0-1, yang dimana nilai mendekati 1 menunjukkan adanya dominansi dalam komunitas tersebut (Rizal, 2020).

Kawasan agroforestri kopi sederhana memiliki nilai indeks kemerataan 0,639 termasuk kategori sedang, sedangkan kawasan agroforestri sederhana memiliki nilai indeks kemerataan 0,618 termasuk kategori sedang. Menurut Magurran (2004), jika nilai indeks kemerataan 0,00-0,25 kategori sangat rendah, nilai 0,26-0,50 kategori rendah, nilai 0,51-0,75 kategori sedang hingga tinggi, dan nilai 0,76-1,00 kategori tinggi hingga sangat tinggi.

4.4 Faktor Fisika dan Kimia Tanah

Parameter lingkungan yang diamati pada penelitian adalah parameter fisika dan kimia. Parameter fisika terdiri dari suhu, dan kelembaban. Sedangkan parameter kimia yang diamati adalah pH, bahan organik, N total, C/N nisbah, C-organik, P (phospor), K (Kalium). Keadaan lingkungan dari suatu habitat sangat mempengaruhi keberadaan serangga (Taradipha, 2019). Adapun pembahasan sebagai berikut:

4.4.1 Faktor Fisika Tanah di Kawasan Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks

Faktor fisika yang diamati pada penelitian ini diuraikan pada tabel 4.4. Faktor fisika diambil dari nilai rata-rata dari kedua kawasan sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Nilai rata-rata faktor fisika tanah pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Faktor Fisika	Rata-Rata	
	AKS	AKK
Suhu (°C)	26,46	26,03
Kelembaban tanah (%)	81,19	82,23

Keterangan:

AKS : agroforestri kopi sederhana

AKK : agroforestri kopi kompleks

Hasil pengukuran faktor fisika suhu pada kedua kawasan penelitian terdapat perbedaan hasil, yaitu pada agroforestri kopi sederhana memiliki suhu tanah rata-rata dari 3 transek sebesar 26,46°C dan pada agroforestri kopi kompleks sebesar 26,03°C. Terdapat sedikit perbedaan dari kedua kawasan dikarenakan berada pada ketinggian yang sama, yaitu 1062 mdpl. Menurut Husamah (2017), kebanyakan serangga tanah termasuk dalam kelompok hewan mesophiles, yaitu organisme tanah yang hidup pada suhu 10°C sampai 40°C. Suhu tanah merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan dan perkembangan serangga tanah. Umumnya suhu optimum bagi serangga tanah yaitu berkisar 25°C. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa suhu tanah pada kedua lokasi penelitian adalah suhu optimum bagi perkembangan serangga tanah. Selain itu, suhu tanah juga dapat membatasi pengembangan dari tanaman kopi, karena pertumbuhan kopi sangat dipengaruhi oleh suhu. Jika suhu tanah >23°C maka akan mempercepat pematangan buah dan jika suhu tanah >30°C dapat membuat pertumbuhan vegetatif tanaman kopi terhambat (Supriadi & Diby, 2015). Berdasarkan hal tersebut, menunjukkan bahwa suhu pada kedua kawasan penelitian memiliki suhu tanah yang optimum bagi tanaman kopi.

Kelembaban tanah pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai rata-rata sebesar 81,19% dan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai rata-rata 82,23%. Tinggi tingkat kelembaban tanah dapat dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi sehingga mempengaruhi banyaknya air yang masuk ke dalam tanah. Selain itu, juga dapat dipengaruhi oleh kanopi dari pohon-pohon penayang yang berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang masuk. Semakin lebar kanopi tanaman penayang, intensitas cahaya matahari yang masuk cenderung lebih rendah, akan tetapi nilai kelembaban akan cenderung tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai kelembaban pada agroforestri kopi sederhana dengan nilai yang lebih rendah daripada agroforestri kopi kompleks.

4.4.2 Faktor Kimia Tanah di Kawasan Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks

Faktor kimia yang diamati pada penelitian ini diuraikan pada tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4. 5 Hasil analisis faktor kimia tanah di kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

No	Faktor Abiotik	AKS	Ket*	AKK	Ket*
1	pH	6,53	Sedang	6,29	Sedang
2	C-Organik (%)	4,54	Tinggi	3,28	Tinggi
3	N-total (%)	0,38	Sedang	0,37	Sedang
4	C/N nisbah	11,67	Sedang	12,33	Sedang
5	Bahan Organik (%)	7,81	Tinggi	8,09	Tinggi
6	Fosfor (ppm)	9,18	Rendah	8,75	Rendah
7	Kalium (mg/100)	0,46	Sedang	0,66	Tinggi

Keterangan :

AKS : agroforestri kopi sederhana

AKK : agroforestri kopi kompleks

* : Laboratorium UPT PATPH Bedali Lawang

Parameter faktor kimia tanah yang pertama adalah pH tanah. Pada agroforestri kopi sederhana memiliki pH 6,53, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki pH 6,29. Nilai pH dari kedua kawasan memiliki keterangan sedang atau netral. Menurut Falahudin (2015), pH pada tanah sangat mempengaruhi kehidupan hewan yang ada di dalam tanah. Hewan tanah tidak dapat hidup pada lingkungan yang memiliki pH tanah yang terlalu basa ataupun asam. Parameter pH tanah dapat mempengaruhi adanya nutrisi pada tanah dan juga berpengaruh kepada biota tanah. pH tanah juga menjadi penentu adanya tingkat dekomposisi dalam tanah, nutrifikasi dan juga keanekaragaman organisme yang ada di dalamnya. Keanekaragaman serangga tanah dipengaruhi oleh pH tanah, apabila pH tanah menurun maka keanekaragaman serangga tanah juga akan menurun (Kinasih, 2017).

Parameter kimia kedua adalah C-organik. Nilai C-organik pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai 4,54%, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 4,71%. Nilai C-organik pada kedua kawasan tersebut masuk ke dalam kategori tinggi. Kandungan C-organik yang terdapat pada tanah menggambarkan kualitas tanah tersebut. Kandungan C-organik pada tanah dapat diketahui kadar tingkatannya dengan nilai C-organik kurang dari 2% maka tergolong rendah, ketika nilai C-organik antara 2,1% - 3% maka tergolong sedang, sedangkan ketika nilai C-organik berada diantara 3,1% - 5% maka tergolong tinggi dan jika nilai C-organik melebihi 5% maka tergolong sangat tinggi (Nurrohman, 2018). Menurut Arthawidya (2017), bahwa C-organik terjadi penurunan ketika adanya proses dekomposisi oleh mikroorganisme tanah yang menjadi pengurai dan

khususnya mengkonsumsi bahan organik yang ada pada tanah dengan terjadinya peningkatan yang tinggi dalam laju mineralisasi bahan organik.

Parameter kimia ketiga adalah N-total. Berdasarkan tabel 4.5, diketahui nilai rata-rata N-total pada agroforestri kopi sederhana bernilai 0,38%, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 0,37%. Nilai N-total dari kedua kawasan masuk kedalam kategori sedang. Nilai N kurang dari 0,1 maka dinyatakan sangat rendah, jika nilai N menunjukkan nilai antara 0,1 – 0,2 maka dinyatakan rendah, apabila nilai N berkisar 0,21 – 0,5 maka dinyatakan sedang, apabila nilai N menunjukkan antara 0,51 – 0,75 maka nilai N tersebut dinyatakan tinggi, dan apabila nilai N menunjukkan lebih dari 0,75 maka nilai N dinyatakan sangat tinggi (Sulaeman, 2005).

Parameter kimia keempat adalah C/N nisbah. Nilai rata-rata C/N nisbah pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai 11,67 (Tabel 4.5), sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai rata-rata C/N nisbah 12,33 (Tabel 4.5). Menurut Laboratorium UPT PATPH Bedali-Lawang (2025), menyatakan bahwa jika nilai C/N nisbah kurang dari 5 maka masuk kedalam kategori sangat rendah, apabila nilai C/N nisbah memiliki nilai antara 5 – 10 maka tergolong dalam kategori rendah, jika nilai C/N nisbah memiliki nilai antara 11 – 15 maka tergolong dalam kategori sedang, jika nilai C/N nisbah memiliki nilai 16 – 20 maka tergolong dalam kategori tinggi, dan jika nilai C/N nisbah memiliki nilai lebih dari 20 maka tergolong dalam kategori sangat tinggi. Nilai C/N nisbah yang berada kurang dari 15, dapat menguntungkan tanaman dimana hal tersebut merupakan efek proses mineralisasi yang terjadi. Hal ini juga memungkinkan tanaman mendapatkan unsur hara yang tercukupi (Sari, 2015).

Parameter kimia kelima adalah bahan organik. Berdasarkan tabel 4.5 diketahui bahwa rata-rata nilai bahan organik pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai 7,81%, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 8,09%. Nilai bahan organik dari kedua kawasan termasuk dalam kategori tinggi. Menurut Hanafiah (2005), bahwa terdapat dua sumber penyusun adanya bahan organik yaitu sumber primer dan sekunder. Sumber primer yang dimaksud adalah adanya serasah tanaman yang menjadi penyusun bahan organik, sedangkan sumber sekunder terjadi karena adanya pemberian pupuk kandang, pupuk hijau, pupuk kompos. Hal tersebut juga sesuai dengan nilai bahan organik yang ada pada agroforestri kopi kompleks yang menunjukkan nilai lebih tinggi dikarenakan beragamnya tanaman rerumputan hingga penaung sehingga serasah tanaman lebih banyak dibandingkan agroforestri kopi sederhana.

Parameter kimia keenam adalah fosfor (P). Berdasarkan tabel 4.5 diketahui bahwa nilai rata-rata fosfor pada agroforestri kopi sederhana memiliki nilai 9,18 ppm, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai 8,75 ppm. Nilai fosfor pada kedua kawasan termasuk kedalam kategori rendah. Menurut Laboratorium UPT PATPH Bedali-Lawang (2025), bahwa nilai fosfor 5 tergolong kategori sangat rendah, nilai fosfor 5-10 tergolong kategori rendah, nilai fosfor 11-15 tergolong kategori sedang, nilai fosfor 16-20 tergolong kategori tinggi, dan nilai fosfor lebih dari 20 maka tergolong kategori sangat tinggi. Fosfor yang ada pada tanah ditemukan dalam dua bentuk yaitu organik dan anorganik. Bentuk fosfor organik umumnya berasal dari sisa tumbuhan atau fauna yang mati dan terdekomposisi sedangkan fosfor anorganik berasal dari pupuk kimia fosfor (Sitorus, 2017).

Parameter kimia ketujuh adalah kalium (K). Nilai rata-rata kalium pada agroforestri kopi sederhana adalah 0,44, sedangkan pada agroforestri kopi kompleks memiliki nilai rata-rata kalium 0,66. Nilai kalium dari kedua kawasan termasuk dalam kategori tinggi. Menurut Punuindoong (2021), kalium menjadi salah satu unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman serta berfungsi untuk menyuburkan tanah. Unsur kalium banyak dibutuhkan oleh tanaman yang akan membuat tanaman tumbuh dan bereproduksi secara optimal. Kalium juga menjadi penentu kuantitas dan kualitas hasil tanaman dikarenakan kalium berperan dalam proses dan translokasi fotosintesis, sintesis protein, peningkatan ketahanan tumbuhan yang berasal dari faktor biotik maupun faktor abiotik.

4.5 Korelasi Jumlah Genus Serangga Tanah dengan Faktor Fisika Kimia Tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

Hasil analisis korelasi faktor fisika dan kimia tanah dijelaskan pada tabel 4.6. Analisis korelasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel kedekatan hubungan antara kedua variabel (X dan Y). Angka yang ada dalam tabel merupakan arah keeratan hubungan. Jika tanda positif maka hubungan kedua variabel berbanding lurus, sedangkan apabila negatif maka hubungan kedua variabel berbanding terbalik.

Hasil dari uji korelasi terhadap jumlah serangga tanah dengan variabel suhu, memiliki nilai korelasi tertinggi dari genus *Rhinocorus* dengan nilai -0,887 (Y12) (Tabel 4.6). Korelasi jumlah serangga tanah dengan suhu menunjukkan korelasi negatif, yang dimana peningkatan suhu akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah serangga tanah tersebut pada kawasan. Menurut Dembilio & Jaques (2014), suhu sekitar 27,5°C merupakan titik optimum untuk perkembangan *Rhinocorus*,

dengan siklus hidup terpendek dan produktivitas reproduksi paling tinggi. Pada suhu di bawah 20°C atau di atas 35°C, perkembangan serangga ini melambat drastis dan tingkat mortalitas meningkat. Genus *Rhynocorus*, yang termasuk dalam famili Reduviidae (serangga pembunuh), merupakan serangga yang sensitif terhadap peningkatan suhu lingkungan. Suhu tinggi dapat membuat laju metabolisme serangga meningkat secara signifikan, yang dapat memperpendek masa hidup dan mengganggu proses reproduksi (Kingsolver *et al.*, 2013). Menurut Hodar *et al.*(2021), arthropoda predator di Mediterania juga menunjukkan bahwa perubahan iklim dengan peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelimpahan predator, termasuk dari famili Reduviidae.

Hasil uji korelasi terhadap variabel kelembaban, memiliki nilai koefisien terbesar dengan nilai 0,894 dari genus *Rhynocorus* (Y12) (Tabel 4.6). korelasi jumlah serangga tanah dengan kelembaban menunjukkan korelasi positif, yang artinya peningkatan suhu akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah serangga tanah pada suatu kawasan. Menurut Al-Ayedh (2008), tingkat kelembaban sekitar 80% sangat ideal untuk penetasan telur dan perkembangan awal larva *R. ferrugineus*. Kelembaban di bawah 60% secara signifikan menurunkan tingkat penetasan dan memperlambat perkembangan karena kondisi terlalu kering untuk kelangsungan hidup embrio dan larva. Kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan ketersediaan sumber makan, karena serangga herbivor dapat berkembang lebih baik dalam kondisi lingkungan lembab. Yanik dan Unlu (2011), menjelaskan bahwa kelembaban relatif tinggi dapat meningkatkan kelangsungan hidup, reproduksi, dan aktivitas serangga predator. Selain itu, mekanisme fisiologis

seperti higroresepsi memungkinkan serangga mendeteksi dan merespon perubahan kelembaban lingkungan, yang penting untuk perilaku mencari makan dan reproduksi.

Tabel 4. 6 Hasil korelasi jumlah genus serangga tanah dengan faktor fisika-kimia tanah di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks

Genus	Faktor Fisika dan Kimia								
	Suhu	RH	pH	C%	N%	C/N	BO	P	K
Y1	-0,819	0,876	-0,876	0,072	0,038	0,071	0,072	0,051	0,849
Y2	0,537	-0,577	0,577	-0,006	0,488	-0,176	-0,007	0,571	-0,595
Y3	-0,481	0,535	-0,534	0,184	-0,703	0,409	0,185	-0,267	0,507
Y4	-0,229	0,186	-0,185	-0,018	-0,331	0,113	-0,018	-0,553	0,215
Y5	-0,746	0,756	-0,795	0,445	0,157	0,324	0,445	-0,015	0,773
Y6	-0,542	0,603	-0,603	-0,336	-0,195	-0,184	-0,335	0,006	0,586
Y7	0,271	-0,137	0,137	0,242	-0,917	0,504	0,242	-0,406	-0,146
Y8	-0,686	0,669	-0,668	-0,035	0,631	-0,225	-0,035	0,106	0,673
Y9	-0,345	0,397	-0,397	0,534	-0,336	0,567	0,533	0,118	0,344
Y10	-0,579	0,603	-0,603	0,316	-0,822	0,553	0,316	-0,602	0,596
Y11	-0,649	0,655	-0,645	-0,489	0,061	-0,400	-0,488	-0,208	0,870
Y12	-0,887	0,894	-0,894	-0,063	-0,042	-0,456	-0,063	-0,004	0,870
Y13	0	0	0	-0,418	-0,576	-0,125	-0,418	0,012	-0,020
Y14	-0,265	0,267	-0,267	0,389	-0,955	0,654	0,389	-0,534	0,253
Y15	-0,874	0,870	-0,870	0,338	-0,540	0,479	0,388	-0,699	0,879
Y16	-0,746	0,707	-0,707	-0,070	0,532	-0,216	-0,070	-0,007	0,717
Y17	-0,649	0,655	-0,654	0,722	-0,184	0,668	0,722	-0,236	0,631
Y18	-0,649	0,655	-0,654	0,745	-0,184	0,668	0,746	-0,668	0,674
Y19	-0,211	0,243	-0,242	0,151	-0,433	0,297	0,150	0,237	0,186
Y20	-0,908	0,868	-0,868	0,030	-0,268	0,151	0,030	-0,374	0,866
Y21	-0,575	0,557	-0,557	0,366	0,192	-0,204	-0,178	-0,564	0,598

Keterangan:

Korelasi dengan nilai tertinggi berwarna hitam tebal

Y1: *Oecophylla*, Y2: *Pachycondyla*, Y3: *Pheidole*, Y4: *Ganmtogenys*, Y5: *Camponotus*, Y6: *Drymaplaneta* Y7: *Onthophagus*, Y8: *Reticulitermes*, Y9: *Euborellia*, Y10: *Omalium*, Y11: *Epuraea*, Y12: *Rhynocorus*, Y13: *Enicocephalus*, Y14: *Selonopsis*, Y15: *Latridius*, Y16: *Gryllus*, Y17: *Labidura*, Y18: *Rhynchophorus*, Y19: *Gryllotalpa*, Y20: *Spaeroderma*, Y21: *Pterostichus*.

Hasil uji korelasi selanjutnya terhadap variabel pH, memiliki nilai koefisien terbesar dari genus *Rhynocorus* dengan nilai -0,894 (Tabel 4.6). Korelasi jumlah serangga tanah terhadap pH menunjukkan korelasi negatif, yang artinya peningkatan pH akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah serangga tanah

tersebut pada suatu kawasan. Serangga tanah dapat hidup pada pH asam, pH basa, dan adapula pada tanah asam dan basa. Genus *Rhynocorus* termasuk serangga yang hidup pada pH netral dan sedikit asam, dikarenakan genus *Rhynocorus* bergantung kepada keseimbangan osmotik dan fungsi enzimatik yang optimal, hal ini dapat terganggu oleh perubahan pH lingkungan. Lingkungan dengan pH tinggi dapat mempengaruhi stabilitas dan aktivitas enzim dalam saliva beracun genus *Rhynocorus*, yang penting untuk melumpuhkan dan mencerna mangsa (Singh & Paul, 2002).

Hasil uji korelasi terhadap variabel C-Organik, memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Rhynchophorus* dengan nilai 0,745 (Y18) (Tabel 4.6). Korelasi nilai C-Organik terhadap jumlah serangga tanah menunjukkan korelasi positif, yang dimana peningkatan C-Organik akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah serangga tanah tersebut pada suatu kawasan. Lingkungan dengan kandungan C-Organik tinggi dapat menyediakan substrat yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan larva serangga, karena mengandung nutrisi esensial seperti protein, lemak, dan karbohidrat yang diperlukan selama fase larva (Chinarak *et al.*, 2020). Sunday *et al.* (2021), menambahkan bahwa larva dari genus *Rhynchophorus* memiliki kandungan protein dan lemak yang tinggi, hal ini menandakan dari efisiensi dalam pemanfaatan substrat organik untuk pertumbuhan.

Hasil uji korelasi selanjutnya terhadap variabel N-Total, yang memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Selonopsi* dengan nilai -0,955 (Y14) (Tabel 4.6). Korelasi N-Total terhadap jumlah serangga tanah menunjukkan korelasi negatif, yang dimana peningkatan nilai N-Total akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah serangga tanah tersebut pada suatu kawasan. Populasi genus *Selonopsis*

lebih tinggi di lahan dengan tutupan vegetasi yang lebih sedikit, yang cenderung memiliki kandungan nitrogen tanah yang lebih rendah. Genus *Selonopsis* cenderung memilih habitat dengan kandungan nitrogen yang lebih rendah dikarenakan tingginya kandungan nitrogen dapat mendukung pertumbuhan vegetasi yang lebat, yang mengakibatkan peningkatan kelembaban dan penurunan suhu tanah. Kondisi tersebut kurang optimal bagi genus *Selonopsis* yang cenderung hidup dengan suhu tanah yang lebih tinggi dan kelembaban yang rendah.

Uji korelasi selanjutnya terhadap variabel C/N Nisbah, yang memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Labidura* dan genus *Rhynchophorus* dengan nilai 0,668 (Tabel 4.6). Korelasi C/N Nisbah dengan jumlah serangga tanah menunjukkan korelasi positif, yang dimana peningkatan C/N Nisbah akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah serangga tanah tersebut pada suatu kawasan. Menurut Lavelle & Spain (2001), rasio C/N yang lebih rendah (<30:1) meningkatkan aktivitas mikroba dan serangga tanah yang menjadi bagian dari rantai makanan *Labidura*. Sebaliknya, C/N terlalu tinggi (>40:1) menandakan bahan organik sulit terurai (misalnya, serasah kering), yang tidak menguntungkan bagi predator karena rendahnya mangsa potensial. Serangga tanah yang bersifat detritivor seperti genus *Rhynchophorus* yang termasuk kedalam ordo Coleoptera, maupun predator seperti genus *Labidura* yang termasuk kedalam ordo Dermaptera yang memanfaatkan bahan organik sebagai habitat, sumber makanan, atau tempat berkembang biak dikarenakan habitat dengan C/N tinggi dapat menyediakan kondisi lingkungan yang stabil. Menurut Wardle *et al.*(2004), tanah dengan kandungan bahan organik tinggi dan rasio C/N besar mendukung keragaman

komunitas mikroba dan mesofauna tanah, yang selanjutnya menyediakan sumber energi dan rantai makanan kompleks bagi serangga tanah.

Hasil uji korelasi selanjutnya terhadap variabel bahan organik (BO), yang memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Rhynchophorus* dengan nilai 0,746 (Tabel 4.6). Korelasi bahan organik dengan jumlah serangga tanah menunjukkan korelasi positif, yang artinya peningkatan nilai bahan organik akan berpengaruh terhadap peningkatan serangga tersebut pada suatu kawasan. Menurut Lavelle *et al* (2006), bahwa bahan organik tanah meningkat keragaman dan biomassa fauna tanah melalui penyediaan sumber carbon yang melimpah, peningkatan kelembapan, dan perbaikan struktur tanah. Lingkungan dengan bahan organik tinggi juga memperlambat dekomposisi, yang menciptakan habitat yang lebih stabil.

Hasil uji korelasi terhadap variabel fosfor (P), yang memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Latridius* dengan nilai -0,699 (Y15) (Tabel 4.6). Korelasi fosfor (P) terhadap jumlah serangga tanah menunjukkan korelasi negatif, yang dimana peningkatan nilai fosfor akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah serangga tanah tersebut dalam suatu kawasan. Genus *Latridius* merupakan bagian dari famili Latridiidae, yang umumnya ditemukan pada habitat yang lembab dan kaya akan bahan organik, seperti serasah daun dan kayu yang membusuk. Peningkatan kandungan fosfor dalam tanah dapat mempengaruhi komunitas mikroba, termasuk mikrofungi, dengan mnegbah komposisi dan aktivitas serangga tanah. Hal tersebut dapat menjadi faktor penurunan kelimpahan genus *Latridius* di habitat tersebut.

Uji korelasi selanjutnya terhadap variabel X9 atau kalium (K), yang memiliki nilai koefisien tertinggi dari genus *Latridius* dengan nilai 0,879 (Tabel 4.6). Korelasi nilai kalium (K) terhadap jumlah serangga tanah menunjukkan

korelasi positif, yang artinya peningkatan nilai kalium (K) akan berpengaruh terhadap peningkatan jumlah serangga tanah tersebut pada suatu kawasan. Kandungan kalium (K) yang cukup pada tanaman akan berdampak pada terhindarnya tanaman dari kekeringan, penyakit, dan hama. Kandungan kalium (K) yang tinggi dalam tanah dapat mendukung pertumbuhan mikrofungi, sehingga meningkatkan ketersediaan bahan makanan bagi serangga tanah (Subandi, 2011).

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan di agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang dapat diketahui bahwa serangga tanah yang ditemukan di kawasan agroforestri kopi kompleks lebih banyak dari pada serangga tanah yang ditemukan di kawasan agroforestri kopi sederhana. Perbedaan jumlah individu dan genus dari kedua lokasi tersebut disebabkan adanya perbedaan pengolahan lahan. Oleh karena itu, dalam hal ini peranan manusia dibutuhkan untuk mengetahui langkah-langkah yang baik untuk menjaga dan mengelola utamanya lingkungan alam sekitar.

4.6 Hasil Penelitian Keanekaragaman Serangga Tanah pada Kawasan Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks dalam Perspektif Islam

4.6.1 Muamalah Ma'a Allah

Hasil penelitian keanekaragaman serangga tanah menunjukkan hasil bahwa keanekaragaman serangga tanah pada kawasan agroforestri kopi kompleks lebih tinggi dibandingkan dengan agroforestri kopi sederhana. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor perbedaan dalam pengelolaan lahan pada masing-masing agroforestri kopi. Suatu ekosistem dapat dikatakan seimbang apabila tidak terdapat organisme yang mendominasi pada ekosistem tersebut dan jaring-jaring makanan

dapat berjalan dengan normal. Allah SWT berfirman dalam QS Al-Hijr ayat 21, sebagai berikut:

وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنزِلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ﴿٢١﴾

“Dan tidak ada sesuatupun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya dan Kami tidak menurunkan melainkan dengan ukuran yang tertentu”

Menurut tafsir ilmi Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur’an (2010), بِقَدَرٍ artinya dengan ukuran, sedangkan مَّعْلُومٍ berarti diketahui atau ditentukan. Artinya adalah Allah SWT menurunkan segala sesuatu itu kecuali dengan ukuran tertentu, maksudnya ialah Allah SWT menciptakan sesuatu sesuai dengan ukuran atau secara terukur, tidak ada lebih dan tidak ada kurang. Segala ciptaan Allah SWT termasuk pula serangga permukaan tanah diciptakan Allah SWT dengan beraneka ragam jenis dan berbagai jumlah sehingga dapat berinteraksi dengan baik di bumi untuk menjaga keseimbangan ekosistemnya.

Fenomena tersebut merupakan bagian dari tanda-tanda keagungan Allah yang sepatutnya disyukuri oleh manusia, salah satunya dengan menjaga kelestarian ciptaan-Nya. Allah SWT menciptakan alam semesta beserta isinya seperti manusia, hewan, tumbuhan, dan lingkungan dalam keadaan yang seimbang dan harmonis. Oleh karena itu, manusia memiliki kewajiban untuk beriman dan beribadah kepada-Nya sebagai bentuk pengakuan atas nikmat yang telah diberikan, termasuk segala kebutuhan hidup yang telah disediakan. Arief (2023) menyatakan bahwa seluruh unsur kehidupan, seperti manusia dan hewan, dapat saling berinteraksi secara seimbang, terukur, dan berkelanjutan selama ekosistem tetap terjaga dengan baik.

4.6.2 Muamalah Ma'a Alam

Keseimbangan dalam ekosistem dapat dilihat dari kondisi keanekaragamannya. Jika dalam suatu ekosistem, keanekaragamannya rendah maka dapat dilihat bahwa ada yang salah dalam ekosistem tersebut. Allah SWT juga berfirman dalam QS. Al-Mulk ayat 3, sebagai berikut:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفْوُتٍ فَارْجِعِ الْبَصَرَ
هَلْ تَرَى مِنْ فُطُورٍ ﴿٣﴾

“(Dia juga) yang menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu tidak akan melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih ketidakseimbangan sedikit pun. Maka, lihatlah sekali lagi! Adakah kamu melihat suatu cela?”

Menurut Ibnu Katsir (2000), QS Al-Mulk ayat 3 menggambarkan keagungan ciptaan Allah yang menciptakan tujuh langit yang berlapis-lapis secara sempurna dan tanpa cacat. Dalam frasa مَا تَرَى فِي خَلْقِ الرَّحْمَنِ مِنْ تَفْوُتٍ (tidak akan kamu lihat ketidakseimbangan dalam ciptaan Tuhan Yang Maha Pengasih), Ibnu Katsir menjelaskan bahwa yang dimaksud adalah keteraturan, keserasian, dan keseimbangan ciptaan yang diciptakan dengan rapi, tanpa celah atau kecacatan. Ia menafsirkan bahwa تَفْوُتٍ berarti "perbedaan yang tidak pada tempatnya" atau "cacat", yang tidak terdapat dalam sistem ciptaan Allah. فَارْجِعِ الْبَصَرَ (maka lihatlah kembali), Allah menantang manusia untuk mengamati langit berulang-ulang untuk mencari kecacatan, namun tidak akan menemukan "futūr" (retakan, celah, kerusakan). Ini menjadi bukti nyata bahwa ciptaan Allah penuh dengan keseimbangan, keteraturan, dan keindahan, sebagai bentuk kesempurnaan rububiyah-Nya.

Konsep ini sangat erat kaitannya dengan keanekaragaman hayati, karena keanekaragaman makhluk hidup merupakan bagian dari sistem penciptaan yang saling tergantung dan menunjang keseimbangan ekologis. Setiap spesies memiliki fungsi ekologis yang menjaga keseimbangan sistem kehidupan. Dengan demikian, keanekaragaman biologis bukanlah sekadar variasi ciptaan, melainkan wujud dari keteraturan dan keseimbangan sistem Allah dalam penciptaan. Menjaga keanekaragaman berarti juga menjaga keseimbangan ciptaan-Nya, dan pelanggaran terhadapnya dapat mengganggu tatanan yang telah Allah tetapkan. Dalam hal ini, ayat ini mendorong manusia untuk merenungi dan memelihara tatanan alam, yang di dalamnya keanekaragaman hayati memiliki peran penting dalam menjaga keberlangsungan dan keseimbangan ekosistem.

4.6.3 Muamalah Ma'a Annas

Manusia memiliki peranan penting sebagai makhluk yang berakal dalam menjaga sebuah keberlangsungan dan keseimbangan ekosistem. Allah SWT berfirman dalam QS. Ar-Rum ayat 41, sebagai berikut:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”

Menurut tafsir Quraish Shihab (2002), Allah SWT telah memperingatkan kepada manusia untuk tidak berbuat kerusakan di bumi karena akan berdampak buruk kembali pada manusia itu sendiri. Manusia telah dibekali oleh akal dan

pikiran sehingga manusia berkewajiban untuk menjaga bumi dengan sebaik-baiknya dan bertaubat dari kemaksiatan.

Kerusakan ekosistem merupakan dampak nyata dari aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan, seperti deforestasi, pencemaran, perubahan penggunaan lahan, dan eksploitasi sumber daya alam secara masif. Fenomena ini sejatinya telah diantisipasi dalam ajaran Islam melalui QS. Ar-Rum ayat 41, yang menyatakan bahwa kerusakan di darat dan di laut terjadi akibat ulah tangan manusia. Ayat ini mengandung pesan ekoteologis bahwa manusia bertanggung jawab atas keberlanjutan lingkungan. Dalam konteks ilmu lingkungan, kerusakan tersebut dapat dijelaskan melalui teori gangguan ekosistem, di mana intervensi manusia menyebabkan ketidakseimbangan dalam struktur dan fungsi ekosistem, yang berakibat pada penurunan keanekaragaman hayati dan degradasi kualitas lingkungan. Oleh karena itu, menjadi suatu hal yang penting dalam memperhatikan cara pengelolaan sumber daya alam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Data hasil penelitian diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Serangga tanah yang ditemukan di kawasan agroforestri kopi sederhana sejumlah 17 genus diantaranya *Oeochophylla*, *Pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Drymaplaneta*, *Onthophagus*, *Reticulitermes*, *Euborellia*, *Omalium*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, *Latridius*, *Gryllus*, *Gryllotalpa*, *Sphaeroderma*, dan *Pterostichus*. Serangga tanah yang ditemukan pada kawasan agroforestri kopi kompleks sejumlah 21 genus, diantaranya *Oeochophylla*, *Pachycondyla*, *Pheidole*, *Gnamptogenys*, *Camponotus*, *Drymaplaneta*, *Onthophagus*, *Reticulitermes*, *Euborellia*, *Omalium*, *Epuraea*, *Rhynocorus*, *Enicocephalus*, *Selonopsis*, *Latridius*, *Gryllus*, *Labidura*, *Rhynchophorus*, *Gryllotalpa*, *Sphaeroderma*, dan *Pterostichus*.
2. Terdapat 5 peranan ekologi serangga tanah yang ditemukan, pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks yaitu predator, herbivor, detritivor, dekomposer, dan omnivor. Pada kawasan agroforestri kopi sederhana ditemukan 96 individu predator dengan presentase 45,498%, 25 individu herbivor dengan presentase 11,848%, 19 individu detritivor dengan presentase 9,005%, 68 individu dekomposer dengan presentase 32,227%, dan 3 individu omnivora dengan presentase 1,421%. Pada kawasan agroforestri kopi kompleks ditemukan 145 individu predator dengan presentase 43,544%, 52 individu herbivor dengan presentase 15,615%, 33 individu detritivor dengan

presentase 9,909%, 97 individu dekomposer dengan presentase 29,129%, dan 6 individu omnivor dengan presentase 1,801%.

3. Nilai indeks keanekaragaman pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks yaitu 2,385 kategori sedang dan 2,564 kategori sedang. Nilai indeks dominansi pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks yaitu 0,1419 kategori sedang dan 0,1237 kategori sedang. Dan nilai indeks pemerataan pada kawasan agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks yaitu 0,639 kategori sedang dan 0,6183 kategori sedang.
4. Nilai rata-rata faktor fisika pada kawasan agroforestri kopi sederhana; suhu=26,5°C, dan kelembaban=81,81% . Pada kawasan agroforestri kopi kompleks memiliki nilai rata-rata faktor fisika; suhu=26°C, dan kelembaban=82,22% . Nilai rata-rata faktor kimia pada agroforestri kopi sederhana; pH=6,53, C-Organik=4,54%, N-Total=0,38%, C/N Nisbah=11,67, bahan organik (BO)=7,81%, fosfor (P)=9,18 mg/kg, dan kalium (K)=0,46 mg/kg. Pada kawasan agroforestri kopi kompleks; pH=6,29, C-Organik=4,71%, N-Total=0,38%, C/N Nisbah=12,33%, bahan organik (BO)=8,09%, fosfor (P)=8,75 mg/kg, kalium (K)=0,66 mg/kg.
5. Korelasi positif antara serangga tanah dengan faktor abiotik yaitu genus *Rhynocorus* (kelembapan) sebesar 0,894, genus *Rhynchophorus* (C-Organik) sebesar 0,745, genus *Labidura* dan genus *Rhynchophorus* (C/N Nisbah) sebesar 0,668, genus *Rhynchophorus* (BO) sebesar 0,746, dan genus *Latridius* (K) sebesar 0,879. Korelasi negatif antara serangga tanah dengan faktor abiotik yaitu genus *Rhynocorus* (Suhu) sebesar -0,887, genus *Rhyncoporus* (pH)

sebesar -0,894, genus *Selonopsis* (N-Total) sebesar -0,955, dan genus *Latridius* (P) sebesar -0,699.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian selanjutnya adalah dilakukannya metode jebak untuk memperkaya data yang diperoleh, dilakukan pendataan terkait vegetasi yang ada, dan pendataan terkait ketebalan serasah guna menunjang kelengkapan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Ayedh, H. Y. (2008). Evaluation of date palm cultivars for resistance to red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae). *Scientia Horticulturae*, 118(3), 292–296.
- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 19–31.
- Amin, Muhammad. (2016). Jenis Agroforestri Lahan di Desa Simoro Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi. *Warta Rimba*. 4 (1) 97-104.
- Aminullah, Rizki dan Lagiono. (2020). Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah di Kawasan Wisata Air Terjun Lano Kecamatan Jaro Kabupaten Tabalong. *Jurnal Pendidikan Hayati*. Vol. 6 No. 1 (14-19).
- Arifta, Yoyon. (2016). Pengaruh Variasi Jenis Pupuk Terhadap Keanekaragaman dan Dinamika Populasi Arthropoda Permukaan Tanah (Epifauna) Pada Lahan Pertanian Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum*). *Jurnal Biologi*. 1(8):86-97.
- Arthawidya, Jalu, Endro Sutrisno & Sri Sumiyati. 2017. Analisis Komposisi Terbaik dari Variasi C/N Rasio Menggunakan Limbah Kulit Buah Pisang, Sayuran dan Kotoran Sapi dengan Parameter C-Organik, N-Total, Fosfor, Kalium dan C/N Rasio Menggunakan Metode Vermikomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.6. No.3.
- Az-Zuhaili, W. (2014). *Tafsir al-Munir: Tafsir atas Al-Qur'an yang Agung* (Terj. Abdul Hayyie al-Kattani, Jilid 4). Jakarta: Gema Insani.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). Statistik Kopi Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/publication/2022/11/30/bb965eef3b3c7bbb8e70e9de/statistik-kopi-indonesia-2021.html>. Diakses 25 Agustus 2024
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2019). Luas dan Produksi Kopi Robusta Rakyat Menurut Kecamatan di Kabupaten Malang. <https://malangkab.bps.go.id/id/statistics-table/1/NTUyIzE=/luas-dan-produksi-kopi-robusta-rakyat-menurut-kecamatan-di-kabupaten-malang-2016-2018.html>. Diakses 25 Agustus 2024
- Beutel, Rolf G., Frank Friedtich., Si-Qin Ge., Xing-Ke Yang. (2014). *Insect Morphology And Phylogeny*.
- Bishop, T. R., Robertson, M. P., Rensburg, B. J. van, & Parr, C. L. (2014). Elevation–diversity patterns through space and time: ant communities of the Maloti-Drakensberg Mountains of southern Africa. *Journal of Biogeography*, 41(12), 2256–2268.
- Borror, D. J. Triplehorn, C. A., & Johnson, N.F. (1996). Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi Keenam. Terjemah oleh Soetiyono P. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Chapman, A. D. (2013). *The Insects: Structure and Function* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Chinarak, K., Phasuk, S., & Chaisuekul, C. (2020). Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects. *Scientific Reports*, 10, 1–10.

- Dembilio, Ó., & Jaques, J. A. (2014). Biology and management of the red palm weevil: *Rhynchophorus ferrugineus*. *Agricultural and Forest Entomology*, 16(4), 285–299.
- Erawati, Virgo Dan Kahono. (2010). Keanekaragaman dan Kelimpahan Belalang dan Kerabatnya (Orthoptera) Pada Dua Ekosistem Pengunungan di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak. *Jurnal Entomol Indonesia*. Vol. 7 No. 2
- Eriwianna, Ana Rita., Mochamad Hadi, dan Rully Rahardian. 2020. Kelimpahan dan Keragaman Serangga Opt (Organisme Pengganggu Tanaman) dan Musuh Alaminya Pada Tanaman Jagung Dan Padi Dengan Sistem Rotasi Tanaman. *Bioma*. 22(1): 59-69.
- Erniyani, K., Wahyuni, S. dan Pu'u, Y.M.S.W. (2010). Struktur Komunitas Mesofauna Tanah Perombak Bahan Organik Pada Vegetasi Kopi Dan Kakao. *Agrica*, 3(1), 1- 8.
- Fahruni. (2017). Karakteristik Lahan Agroforestri. *Jurnal Daun*. Vol 4 No. 1 (1-6).
- Falahudin, I, Pane, R.E dan Mawar, E. (2015). Identifikasi Serangga Ordo Coleoptera Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus*) Di Desa Tirta Mulya Kecamatan Makarti Jaya kabupaten Banyuasin II. *Jurnal Biota* Vol. 1, No. 1.
- Farah, A. (2012). *Coffee Constituents in Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*. First Edition. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.
- Fernandes, Jose Antonio Marin., & Christiane weirauch. (2016). Chapter 4 the Unique-Headed Bugs (Enicocephalomorpha). True, Bugs (Heteroptera) of the neotropics, *Entomology in focus*.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Sage Publications.
- Fischer, G, & Fisher, B. L. (2013). A revision of Pheidole Westwood (Hymenoptera: Formicidae) in The Islands of The Southeast Indian Ocean and Designation of a Neotype for the Invasive *Pheidole megacephala*. *Zootaxa*. 3683(4):301-356.
- Fisher, Brian L., & Stefan P. Cover. (2007). *Ants of North America (A Guide to The Genera)*. London: University of California Press.
- Foresta, Hubert De. and G. Michon. (1997). *The agroforest alternative to imperatagrassland: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability*. *Agroforestry Systems*. 36: 105-120
- Garrity, D. P. (2004). Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems*, 61–62(1–3), 5–17.
- Gullan, P. J., & Cranston, P. S. (2014). *The Insects: An Outline of Entomology* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Habibi, M. (2017). *Peran Rayap dalam Proses Dekomposisi dan Daur Ulang Hara di Ekosistem Hutan Tropis*. Yogyakarta: Universitas Gajdah Mada Press.
- Hadi, H.M., Udi, T., Rully, R. (2009). *Biologi Insekta Entomologi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Hairiah, K., Rahayu, S., van Noordwijk, M., & Cadisch, G. (2006). *Agroforestri untuk Pengelolaan Kesuburan Tanah*. ICRAF Southeast Asia.
- Hairiah, Kurniatun., Mustofa Agung Sardjono, dan Sambas Sabarnurdin. (2003). *Pengantar Agroforestri*. Bogor: World Agroforestry Centre Southeast Asia Regional Office.

- Hakim, Luchman. (2021). *Agroforestri Kopi: Mendorong Tanaman Hayati Dan Wisata Kopi*. Malang: Media Nusa Creative.
- Hanafiah, K.A. (2005). *Biologi Tanah (Ekologi dan Mikrobiologi Tanah)*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Hasyimuddin, Syahribulan, & Andi A.U. (2017). Peran Ekologis Serangga Tanah di Perkebunan Patallasang Kecamatan Patallasang Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Biology for Life*. Vol 1:70-78.
- Hidayat, Purnama & Soemartono Sosromarsono. (2009). Filogeni Ordo Serangga
- Hiwot, H. (2011). Growth And Physiological Response Of Two *Coffea Arabica* L. Population Under High And Low Irradiance. *Thesis*. Addis Ababa University. Hoboken, New Jersey.
- Hodar, J.A., Zamora, R., and Castro, J. (2021). Climate Warming and Changes in The Abundance of Predatory Arthropods in a Mediterranean Montane Ecosystem. *Global Ecology and Conservation*. 25
- Husamah, Abdulkadir Rahardjanto Dan Atok Miftachul Huda. (2017). *Ekologi Hewan Tanah (Teori Dan Praktik)*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Husamah, Fatchur Rohman dan Hedi Sutomo. (2016). Struktur Komunitas Collembola pada Tiga Tipe Habitat Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu. *Bioedukasi*. Vol. 9 No. 1 (45-50).
- Husamah, Fatchur Rohman, & Hedi Sutomo. (2015). Pengaruh C-Organik dan Kadar Air terhadap Jumlah Jenis dan Jumlah Individu Collembola Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Kota Batu. *Symbion*. ISBN: 978-602-72412-0-6. Hal 392-410.
- Ibnu Katsir. (2000). *Tafsir Ibnu Katsir* (Terj. M. Abdul Ghoffar & Abu Ihsan al-Atsari, Jilid 6). Bogor: Pustaka Ibnu Katsir. (Asli diterbitkan abad ke-14 M / abad ke-8 H).
- Ilham. (2018). Strategi Pengembangan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea Canaphora*) di Kecamatan Sinjai Borong Kabupaten Sinjai. *Jurnal Edukasi*. Vol. 1 No.2.
- Imam, H. 2014. Keanekaragaman Serangga dan Laba-Laba pada Pertanaman Padi Organik dan Konvensional. *Jurnal HPT*. 2(2):1-9.
- International Coffe Organization. (2019). Coffe Data Base 2019. Online. [Http://www.internationalcoffeorganization.org](http://www.internationalcoffeorganization.org). Diakses 25 Februari 2025.
- Israyanti. (2013). Perbandingan Karakteristik Kimia Antara Kopi Luwak dan Kopi Biasa dari Jenis Arabika dan Robusta Secara Kuantitatif. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.
- Jalaluddin al-Mahalli & Jalaluddin al-Suyuthi. (2005). *Tafsir al-Jalalayn*. Beirut: Dar al-Kutub al-'Ilmiyyah.
- Jumar. (2000). *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Pt Renika Cipta.
- Khamis, H. F., Rwegasira, G., & Mohamed, S. A. (2013). Integrated management of *Rhynchophorus ferrugineus*: A review. *Journal of Insect Science*, 13(1), 122.
- Kinasih, Ida., Tri Cahyanto dan Zhia Rizki Ardian. (2017). Perbedaan Keanekaragaman dan Komposisi Serangga Permukaan Tanah Pada Beberapa Zonasi di Hutan Gunung Geulis Sumedang. Volume X (2) : 19-31.

- Kingsolver, J.G., Diamond, S.E., and Buckley, L.B. (2013). Heat Stress and The Fitness Consequences of Climate Change for Terrestrial Ectotherms. *Fungsional Ecology*. 27 (6). 1415-1423.
- Kramadibrata, K. (1995). *Serangga dan peranannya dalam ekosistem*. Bandung: Penerbit ITB.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological methodology* (2nd ed.). Menlo Park, CA: Benjamin/Cummings.
- Krebs, J.C. (1978). *Ecology The Experimental Analisis Of Distribution and Abundance*. New York: Harper and Row, Publisher.
- Kuncoro, S., Lilik., Joko N., Rudiati E. M. (2018). Kinetika Reaksi Penurunan Kafein dan Asam Klorogenat Biji Kopi Robusta melalui Pengukusan Sistem Tertutup. *Agritech*. 38(1): 105-111.
- Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. 2010. *Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. Jakarta.
- Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. 2012. *Hewan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. Jakarta.
- Latumahina, F. S., Musyafa, Sumardi, & Putra, N. S. (2013). Kelimpahan jenis semut di areal pemukiman hutan lindung Sirimau, Kota Ambon. *Jurnal Biota*, 18(2), 67–74.
- Lavelle, P., & Spain, A. V. (2001). *Soil Ecology*. Springer.
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., & Rossi, J.-P. (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 42(Suppl. 1), S3–S15.
- Leksono, A. S. (2017). *Ekologi Arthropoda*. Ub Press. Malang.
- Lilies, S.C, Dan Siwi, S.S. (1991). *Kunci Determinasi Serangga (Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu)*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
- Ma'arif, Samsul., Ni Made Suartini, & I Ketut Ginantra. 2014. Diversitas Serangga Permukaan Tanah pada Pertanian Holtikultura Organik di Banjar Titigalar, Desa Bangli, Kecamatan Baituriti, Kabupaten Tabanan-Bali. *Jurnal Biologi*. XVIII (1):28-32.
- Macgown, Joseph. A., and James K. Wetterer. (2012). *Geographic Spread of Gnaptogenys Triangularis (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae)*. Hindawi Publishing Corporation (Psyche). 1(1).
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Mantiquilla, Junaldo A., J.A.M Basilio., Reynaldo G. Abad., and Cyrose Suzie Silvosa Millado. (2016). Potential Pollinators of Nipa Palm (*Nypa Fruiticans* Wurmmb.). *Asia Life Sciences*. 25(1):453-474.
- Mashaly, Ashraf Mohamed Ali. 2010. Monomorium Ant's Trail Pheromones: Glandular Source, Optimal Concentration, Longevity, and Specificity. *Journal Of Asia-Pasific Entomology*. 13(1):23-26
- Mayrowani, Henry dan Ashari. (2011). Pengembangan Agroforestri untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Pemberdayaan Petani Sekitar Hutan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. Vol 29 No. 2 (83-98).
- Meilin, Araz dan Nasamsir. (2016). Serangga dan Peranannya dalam Bidang Pertanian dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*. Vol.1. No.1: 18-28.
- Mulyani, A., Agus, F., & Rachman, A. (2017). Konservasi Tanah dan Air pada Lahan Pertanian. *Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian*.

- Nahlunnisa, Hafizah, Ervival A.M Zuhud, dan Yanto Santosa. (2016). Keanekaragaman Spesies Tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (Nkt) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*. Vol 21. No.1 (91-98).
- Najiyati, S. dan Danarti. (2009). *Kopi: Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Neuman, W. L. (2014). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches* (7th ed.). Pearson Education Limited.
- Nurdiansyah, Yanuar., Iron Wardana., Muhammad Tajuddin, dan Nuril Ilmi Al Islami. (2017). Menentukan Bibit Kopi yang Cocok Ditanam di Kecamatan Sumberjambe Kabupaten Jember Menggunakan Metode Forward Chaining. *Informatics Journal*. Vol 2 No.3 (148-153).
- Nurrohman, Endrik, Abdulkadir Rahardjanto, dan Sri Wahyuni. (2018). Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik dan *Organophosfat* Tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma Cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen*. Volume 4 No.1.
- Nursafitri, Titik Helen. (2021). Keanekaragaman Serangga Tanah di Perkebunan Jeruk Semi Organik dan Anorganik Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Penerjemah: Tjahyono Samingan. Gadjah Mada University Press (UGM). Yogyakarta
- Olivi, Rafin, Rommy Qurniati, dan Firdasari. (2015). Kontribusi Agroforestri Terhadap Pendapatan Petani di Desa Sukoharjo 1 Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Sylva Lestari*. Vol 3 No. 2 (1-12).
- Palm, C. A., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G., & Giller, K. E. (2001). Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: Application of an organic resource database. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 83(1–2), 27–42.
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R., & Van der Voort, M. E. (1996). Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 46(8), 598–608.
- Pratita, Dian Galuh. (2021). Comparative Advantage and Export Performance of Indonesia and Vietnam Coffee to the US Market during 2001-2019. *Agriekonomika*. Vol 10, No 2
- Prawoto, Adi. (2008). Hasil Kopi dan Siklus Hara Mineral dari Pola Tanaman Kopi dengan Beberapa Spesies Tanaman Kayu Industri. *Pelita Perkebunan*. 24 (1).
- Price, P. W., Denno, R. F., Eubanks, M. D., Finke, D. L., & Kaplan, I. (2011). *Insect Ecology: Behavior, Populations and Communities*. Cambridge University Press.
- Punuindoong, S., Sinolungan, M. T., & Rondonuwu, J. J. (2021). Kajian Nitrogen, Fosfor, Kalium Dan C-Organik Pada Tanah Berpasir Pertanaman Kelapa Desa Ranoketang Atas. *Soil Environmental*, 21(3), 6-11.
- Rahardjo, Pudji. (2012). *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Rahardjo, Puji. (2017). *Berkebun Kopi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ridianingsih, Dwi Swasti., Pujiastuti., Sulifah Aprilia Hariani. (2017). Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Pos Rowobendo Ngagelan

- Taman Nasional Alas Purwo Kabupaten Banyuwangi. *Biokspereimen*. Vol 3 No. 2 (20-29).
- Riskananda, Muhammad Naufal. (2022). Kepadatan dan Keanekaragaman Serangga Tanah pada Agroforstri Kopi Kompleks dan Sederhana di Desa Srimulyo Kecamatan Dampit Kabupaten Malang. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Rizal, Slamet Rifanjani, dan Kartikawati. (2020). Keanekaragaman Jenis Semut (Formicidae) di Kawasan Hutan Gunung Selindung Desa Twi Mentibar Kecamatan Selakau Kabupaten Sambas. *Jurnal Hutan Lestari*. 8(2): 278-285.
- Roth, Louis M. (1999). Descriptions of new taxa, redescriptions, and records of cockroaches, mostly from Malaysia and Indonesia (Dictyoptera: Blattaria). *Oriental Insects*. 33 (1): 109-185.
- Rusyana, Adun. (2018). *Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik)*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Samsiyah, Muftikhatul Bidri. (2022). Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Tanah di Agroforestri Kopi Sederhana dan Kompleks Desa Tambaksari Kecamatan Purwodadi Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang
- Saputra, E. 2008. *Kopi*. Harmoni, Yogyakarta.
- Sari, M. (2015). Identifikasi Serangga Dekomposer di Permukaan Tanah Hutan Tropis Dataran Rendah (Studi Kasus di Arboretum dan Kompleks Kampus UNILAK dengan Luas 9,2 Ha). *Bio Lectura*. 2(2): 140-149
- Satta, A dkk., (1998). *Insect Pollination Of Sulla (H Edysarum Coronarium L.) and Its Effect On Seed Production In A Mediterranean Environment*. Ciheam – Options Mediterraneennes.
- Schowalter, T.D., (2011). *Insect Ecology An Ecosystem Approach 3th Edition*. Academic Press.
- Semionenkov, O.I., & Shavrin, Alexey. (2022). *Omaliium gildenkovi* (Coleoptera: Staphylinidae: Omaliinae,) a New Species from The Central Part of European Russia. *Southern scientific centre*. 18(1):3-8.
- Shihab, M.Q. (2002). *Tafsir Al-Misbah; Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Volume 10. Jakarta: Lentera Hati.
- Singh, S., Paul, A. V. N., Dureja, P., & Singh, A. K. (2002). Kairomones of two host insects and their impact on the egg parasitoids, *Trichogramma brasiliensis* (Ashmead) and *Trichogramma exiguum*. *Indian Journal of Entomology*, 64(1), 96–106.
- Sitorus, J. S. (2017). Penentuan Kadar Fosfor sebagai P₂O₅ Total pada Pupuk Anorganik Padat dengan Metode Spektrofotometer Visible. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Sobari, I., Sakiroh, & E. H. Purwanto. (2012). Pengaruh jenis tanaman penayang terhadap pertumbuhan dan persentase tanaman berbuah pada kopi arabika varietas Kartika 1. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri* 3 (3): 217-222.

- Subandi, H.M. (2011). *Budidaya Tanaman Perkebunan (Bagian Tanaman Kopi)*. Bandung: Gunung Djati Press.
- Suheriyanto, D. (2008). *Ekologi Serangga*. UIN Malang Press. Malang.
- Suin, N.M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suin, Nurdin Muhammad. (2003). *Ekologi Hewan Tanah*. Cetakan kedua. Bumi Sulaeman, Suparto, dan Eviati. 2005. *Petunjuk teknis: Analisis kimia tanah, tanaman air dan pupuk*. Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sumiarti. (2011). *Hama-Hama Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sunday, J. M., Bates, A. E., & Dulvy, N. K. (2011). Global analysis of thermal tolerance and latitude in ectotherms. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1713), 1823–1830.
- Supriadi, H., & Dibyo P. (2015). Prospek Pengembangan Agroforestri Berbasis Kopi di Indonesia. (Prespektif). 15(2). 135-150
- Suryani, Erna dan Ai Dariah. (2012). Peningkatan Produktifitas Tanah Melalui Sistem Agroforestri. *Jurnal Suberdaya Lahan*. Vol 6 NO. 2 (101-109).
- Taradipha, Muhammad Rezzafiqrullah Rehan., Siti Badriyah Rushayati, dan Noor Farikhah Haneda. (2019). Karakteristik Lingkungan Terhadap Komunitas Serangga. *Journal Of Natural Resources and Environmental Management*. 9(2) : 394-404.
- Tjatjo, Nurmasita T., Muhammad Basir, dan Husain Umar. (2015). Karakteristik Pola Agroforestri Masyarakat di Sekitar Hutan Desa Namo Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. Vol 4 No. 3 (55-64).
- Triplehorn, Charles A., And Norman F. Johnson. (2004). *Study Of Insects; 7th Edition*.
- Triyogo, A., Priyono S., Widyastuti S. M., Aldino D. B. & Isnaeni F. Z. (2017). Kelimpahan dan Struktur Tingkat Trofik Serangga pada Tingkat Perkembangan Agroforestri yang Berbeda di Nglanggeran Gunungkidul Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 11: 239-248.
- Tscharntke, T., Clough, Y., Bhagwat, S. A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., ... & Wanger, T. C. (2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes—a review. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 619–629.
- UK Beetles. (2025). *Sphaeroderma* Stephens, 1831. <https://www.ukbeetles.co.uk/sphaeroderma-spp>. Diakses pada 12 April 2025.
- Umiyah, Roisatul. (2022). Keanekaragaman Serangga Tanah pada Agroforestri Kopi Sederhana dan Agroforestri Kopi Kompleks di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang. *Skripsi*. Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Umrani, Ramesh dan C.K. Jain. (2010). *Agroforestry System and Practices*. Delhi: Mehra Offset Press.
- Untung, K. (2006). *Konsep Pengendalian Hama Terpadu*. Yogyakarta: Ugm Press
- Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setälä, H., Van der Putten, W. H., & Wall, D. H. (2004). Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304(5677), 1629–1633.

- Widyastuti, R., Supriyadi, H., & Yanuwiadi, B. (2020). Keanekaragaman serangga tanah pada sistem agroforestri. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 85–92.
- Wulandari, Christine. (2011). *Agroforestry: Kesejahteraan Masyarakat dan Konservasi Sumberdaya Alam*. Bandar Lampung: Penerbit Universitas Lampung.
- Xu, J., Agustin M., Jun H., & Ian D. (2013). *An Agroforestri Guide for Field Practitioners*. The World Agroforestri Centre. World Agroforestri Centre (ICRAF).
- Yanik, E., & Unlu, L. (2011). Influences of temperature and humidity on the life history parameters and prey consumption of *Anthocoris minki* Dohrn (Heteroptera: Anthocoridae). *Applied Entomology and Zoology*, 46(2), 177–184.
- Yuliani, Y., Samsul K., & Nafisah H. (2017). Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah Pada Beberapa Tipe Habitat di Lawe Cimanok Kecamatan Kluet Timur Kabupaten aceh Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 15(1): 208-215.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil penelitian

Tabel 1. Jumlah spesimen yang ditemukan di kawasan agroforestri kopi sederhana

No	Genus	Trasek 1										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	0	0	0	1	0	3	0	0	0	1	5
2	<i>Pachycondyla</i>	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	5
3	<i>Pheidole</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	<i>Gnamptogenys</i>	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0	5
5	<i>Camponotus</i>	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	7
6	<i>Drymaplaneta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
7	<i>Onthophagus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
8	<i>Reticulitermes</i>	0	0	13	0	0	9	1	0	10	0	33
9	<i>Euborellia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Omalium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Epuraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Rhynocorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Enicocephalus</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
14	<i>Selonopsis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
15	<i>Latridius</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
16	<i>Gryllus</i>	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	4
17	<i>Labidura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Sphaeroderma</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	<i>Pterostichus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Total</i>											71	

No	Genus	Trasek 2										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	3	0	0	0	1	1	0	0	2	1	8
2	<i>Pachycondyla</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	4
3	<i>Pheidole</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	4
4	<i>Gnamptogenys</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
5	<i>Camponotus</i>	0	0	0	0	0	5	0	4	0	0	9
6	<i>Drymaplaneta</i>	1	0	0	0	1	0	0	2	0	0	4
7	<i>Onthophagus</i>	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5
8	<i>Reticulitermes</i>	0	0	0	0	18	0	0	2	0	0	20
9	<i>Euborellia</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
10	<i>Omalium</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2

11	<i>Epuraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Rhynocorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Enicocephalus</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3
14	<i>Selonopsis</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
15	<i>Latridius</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3
16	<i>Gryllus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
17	<i>Labidura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
20	<i>Sphaeroderma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Pterostichus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>											73	

No	Genus	Trasek 3										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	4
2	<i>Pachycondyla</i>	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	4
3	<i>Pheidole</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4
4	<i>Gnamptogenys</i>	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	6
5	<i>Camponotus</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3
6	<i>Drymaplaneta</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3
7	<i>Onthophagus</i>	0	1	1	0	0	2	0	0	1	0	5
8	<i>Reticulitermes</i>	0	0	0	0	0	0	13	0	2	0	15
9	<i>Euborellia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10	<i>Omalium</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
11	<i>Epuraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Rhynocorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Enicocephalus</i>	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	4
14	<i>Selonopsis</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	5
15	<i>Latridius</i>	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	5
16	<i>Gryllus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
17	<i>Labidura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
20	<i>Sphaeroderma</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
21	<i>Pterostichus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>											67	

Tabel 2. Jumlah spesimen yang ditemukan dikawasan agroforestri kopi kompleks

No	Genus	Trasek 1										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	0	0	5	0	0	4	1	0	0	0	10
2	<i>Pachycondyla</i>	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	4
3	<i>Pheidole</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	4
4	<i>Gnamptogenys</i>	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	5
5	<i>Camponotus</i>	0	0	0	0	8	0	2	0	1	4	15
6	<i>Drymaplaneta</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
7	<i>Onthophagus</i>	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	4
8	<i>Reticulitermes</i>	14	0	0	0	0	4	0	0	15	0	33
9	<i>Euborellia</i>	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3
10	<i>Omalium</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3
11	<i>Epuraea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Rhynocorus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
13	<i>Enicocephalus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
14	<i>Selonopsis</i>	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4
15	<i>Latridius</i>	0	3	0	0	1	0	0	1	0	2	7
16	<i>Gryllus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	4
17	<i>Labidura</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
20	<i>Sphaeroderma</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
21	<i>Pterostichus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Total</i>												114

No	Genus	Trasek 2										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	1	4	0	0	0	4	0	0	3	0	12
2	<i>Pachycondyla</i>	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4
3	<i>Pheidole</i>	0	3	0	0	0	0	1	0	0	1	5
4	<i>Gnamptogenys</i>	0	0	3	0	0	0	0	1	1	0	5
5	<i>Camponotus</i>	4	0	0	0	3	0	0	1	4	0	12
6	<i>Drymaplaneta</i>	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	5
7	<i>Onthophagus</i>	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	4
8	<i>Reticulitermes</i>	2	0	0	18	0	0	7	5	0	0	32
9	<i>Euborellia</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3
10	<i>Omalium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
11	<i>Epuraea</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
12	<i>Rhynocorus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
13	<i>Enicocephalus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	4

14	<i>Selonopsis</i>	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4
15	<i>Latridius</i>	0	0	0	2	0	0	1	0	0	3	6
16	<i>Gryllus</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4
17	<i>Labidura</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
20	<i>Sphaeroderma</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4
21	<i>Pterostichus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Total</i>											115	

No	Genus	Trasek 3										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	<i>Oecophylla</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	1	5	10
2	<i>Pachycondyla</i>	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
3	<i>Pheidole</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	4
4	<i>Gnamptogenys</i>	1	0	0	0	0	0	1	3	0	0	5
5	<i>Camponotus</i>	0	0	3	0	2	0	1	0	1	3	10
6	<i>Drymaplaneta</i>	0	0	1	1	0	0	2	0	0	1	5
7	<i>Onthophagus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4
8	<i>Reticulitermes</i>	0	0	21	0	0	0	0	0	9	2	32
9	<i>Euborellia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Omalium</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
11	<i>Epuraea</i>	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4
12	<i>Rhynocorus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
13	<i>Enicocephalus</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3
14	<i>Selonopsis</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
15	<i>Latridius</i>	2	0	0	3	0	0	1	0	0	1	7
16	<i>Gryllus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	4
17	<i>Labidura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Rhynchophorus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19	<i>Gryllotalpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Sphaeroderma</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	3
21	<i>Pterostichus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Total</i>											104	

Tabel 3. Hasil pengamatan faktor fisika tanah

AKS				
Variabel	Transek			Rata-Rata
	1	2	3	
Suhu	27	26,3	26,1	26,46667
Kelembaban	81,11	81,21	81,24	81,18667

AKK				
Variabel	Trasek			Rata-Rata
	1	2	3	
Suhu	26,3	26	25,8	26,03333
Kelembaban	82,35	82,22	82,11	82,22667

LAMPIRAN 2. Hasil uji indeks dan T diversity dari aplikasi past 4.03

Alpha diversity indices

	AKS	AKK
Taxa_S	17	21
Individuals	211	333
Dominance_D	0,1419	0,1237
Simpson_1-D	0,8581	0,8763
Shannon_H	2,385	2,564
Evenness_e^H/S	0,639	0,6183
Brillouin	2,243	2,443
Menhinick	1,17	1,151
Margalef	2,99	3,443
Equitability_J	0,8419	0,8421
Fisher_alpha	4,359	4,979
Berger-Parker	0,3223	0,2913
Chao-1	17	21

Diversity t tests

Shannon index

AKS		AKK	
H:	2,3854	H:	2,5638
Variance:	0,0045538	Variance:	0,0032213
t	-2,0233		
df:	467,02		
p(same):	0,043615		

Simpson index

D:	0,14193	D:	0,12368
Variance:	0,00030324	Variance:	0,00014998
t	0,85728		
df:	408,08		
p(same):	0,39179		

LAMPIRAN 3. Hasil Korelasi Serangga Tanah

1. Korelasi serangga tanah dengan faktor fisika

	<i>Oecophylla</i>	<i>Polyrhynchops</i>	<i>Phedole</i>	<i>Gnampigen</i>	<i>Camponotus</i>	<i>Dryinipalmet</i>	<i>Orthopagus</i>	<i>Reticuliterme</i>	<i>Euborella</i>	<i>Omalium</i>	<i>Epona</i>	<i>Rhynconus</i>	<i>Entecephale</i>	<i>Sciomyz</i>	<i>Latidius</i>	<i>Gryllus</i>	<i>Labidra</i>	<i>Rhynchophor</i>	<i>Gryllotalpa</i>	<i>Sphaerodem</i>	<i>Pterostichus</i>	<i>Suhu</i>	<i>Ketebalan</i>
<i>Oecophylla</i>	0,6154	-0,5954	0,6254	-0,2451	0,6234	0,7542	-0,1042	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761
<i>Polyrhynchops</i>	0,6254	-0,5954	0,6254	-0,2451	0,6234	0,7542	-0,1042	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761
<i>Phedole</i>	0,6254	-0,2451	0,6234	0,7542	-0,1042	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Gnampigen</i>	0,6234	0,7542	-0,1042	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Camponotus</i>	0,7542	-0,1042	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Dryinipalmet</i>	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Orthopagus</i>	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Reticuliterme</i>	0,5787	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Euborella</i>	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Omalium</i>	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Epona</i>	0,8035	0,5182	0,5768	0,8883	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Rhynconus</i>	0,7155	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Entecephale</i>	0,1175	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Sciomyz</i>	0,6469	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Latidius</i>	0,5703	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Gryllus</i>	0,5768	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Labidra</i>	0,4207	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Rhynchophor</i>	0,4924	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Gryllotalpa</i>	0,6491	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Sphaerodem</i>	0,7121	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Pterostichus</i>	0,8182	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Suhu</i>	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761
<i>Ketebalan</i>	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761	0,6761

3. Korelasi serangga tanah dengan faktor kimia (P dan K)

	Oecophylla	Pachynonychia	Pheidole	Gnamptogen	Camponotus	Drymaplanet	Onthophagus	Reticuliterme	Euborella	Omalium	Eurusa	Rhynocorus	Enticocephalus	Selenopsis	Latridius	Gryllus	Labidura	Rhynchophor	Glycidalpa	Sphaeroderem	Pterostichus	P	K	
Oecophylla																								
Pachynonychia	-0,30594																							
Pheidole	0,62454	-0,69437																						
Gnamptogen	0,62454	-0,69437	0																					
Camponotus	0,62454	-0,69437	0	-0,046029																				
Drymaplanet	0,75142	-0,78335	0,76553	-0,22396	0,34645																			
Onthophagus	0,10432	-0,47583	0,69751	0,025507	-0,30353	0,28991																		
Reticuliterme	0,5787	0,039936	-0,21184	0,064224	0,7031	0,10428	-0,28662	0,27291	0,04381	0,47923	-0,26013	0,53111	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035
Euborella	0,8035	0	0,63719	-0,22136	0,6322	0,23962	0,27291	0,04381	0,47923	-0,26013	0,53111	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537
Omalium	0,51082	-0,78335	0,9207	0,22396	0,29315	0,68336	0,70407	-0,1877	0,47923	-0,26013	0,53111	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537
Eurusa	0,57368	-0,75378	0,34993	0,12157	0,23146	0,78954	-0,08924	0,40755	-0,26013	0,53111	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537	0,23537
Rhynocorus	0,8883	-0,3873	0,97161	0,16609	0,69175	0,6742	-0,12386	0,58775	0,53111	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537	0,23537	0,23537
Enticocephalus	0,07155	-0,33535	0,65465	0,22743	-0,37889	0,55391	0,67393	-0,53654	0,16222	0,53936	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537	0,23537	0,23537
Selenopsis	0,17175	-0,46291	0,82143	0,3474	0,01811	0,32233	0,84436	-0,48066	0,53099	0,86451	0,08641	0,29881	0,65465	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537	0,23537	0,23537	0,23537
Latridius	0,64069	-0,73378	0,69786	0,3879	0,53083	0,55111	0,28694	0,27095	0,34586	0,66603	0,698	0,70065	0,2132	0,62808	0,16609	0,30382	-0,82229	0,012923	-0,020035	0,23537	0,23537	0,23537	0,23537	0,23537
Gryllus	0,53703	0	-0,18898	0,26261	0,625	0,1066	-0,77703	0,97823	0	-0,1066	0,46291	0,63246	-0,43301	-0,37796	0,36927	0,5898	0,83376	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291
Labidura	0,57368	0	0,34993	0,12157	0,81009	0	-0,08924	0,46793	0,7804	0,39477	-0,14286	0,58554	-0,26726	0,34993	0,5898	0,83376	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291	0,46291
Rhynchophor	0,4207	-0,37796	0,17466	0,12157	0,68437	0	-0,08924	0,46793	0,26013	0,39477	0,14286	0,29277	-0,5342	0,17466	0,68376	0,46291	0,71429	0,71429	0,71429	0,71429	0,71429	0,71429	0,71429	0,71429
Glycidalpa	0,43824	0	0,71302	-0,045038	0,27869	0,36564	0,43309	-0,18454	0,67376	0,51189	-0,15878	0,54333	0,94909	0,482	0,2532	-0,1715	0,47633	0,47633	0,47633	0,47633	0,47633	0,47633	0,47633	0,47633
Sphaeroderem	0,6401	-0,4267	0,53039	0,57382	0,48238	0,48617	-0,07037	0,48904	0,345	0,63576	0,584	0,88752	0,30382	0,4641	0,84308	0,61394	0,584	0,406	0,39108	0,39108	0,39108	0,39108	0,39108	0,39108
Pterostichus	0,27121	-0,32163	-0,19852	0,17241	0,50881	-0,05589	-0,43362	0,65539	-0,22136	0,05589	0,3647	0,16609	-0,82229	-0,24815	0,48488	0,65653	0,3647	0,83376	0,83376	0,83376	0,83376	0,83376	0,83376	0,83376
P	0,05101	0,57113	-0,2672	-0,55304	-0,015855	0,0063629	-0,40819	0,10001	0,11845	-0,60289	-0,20866	-0,0047189	0,012923	-0,3544	-0,69983	-0,0074612	-0,23659	-0,66832	0,23736	-0,37464	-0,5648	-0,5648	-0,5648	-0,5648
K	0,84958	-0,995	0,30715	0,21567	0,77355	0,58693	-0,14605	0,67226	0,34451	0,5968	0,67467	0,87056	-0,020035	0,25557	0,87991	0,71716	0,63183	0,67467	0,66638	0,59842	0,59842	0,59842	0,59842	0,59842

LAMPIRAN 4. Dokumentasi kegiatan



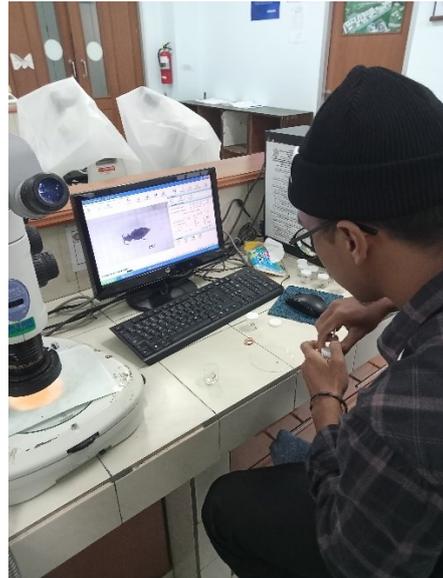
A



B



C



D

Gambar dokumentasi. A. pembuatan petak ukur/plot, B. pengambilan spesimen dan identifikasi sementara, C. pengukuran data faktor abiotik, D. pengamatan dan identifikasi di laboraorium optik

LAMPIRAN 5. Lampiran hasil lab tanah



LAPORAN HASIL ANALISA TANAH
LABORATORIUM TANAH DAN AIR UPT PENGEMBANGAN AGRIBISNIS TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA
Jl. Raya Dr. Cipto 17 Telp/Fax: (0341) 426855 PO. BOX. 103 Bedali Kec. Lawang 65201 Website: <https://lptah.porterian.jahimprov.go.id>

Pemilik sampel: Mukhammad Mahmidan Falansyah
 Instansi/Universitas: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

NO	Asal Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik			BO %	P2O5 Olsen ppm	Larut Asam Ac pH 7.1 N (me) K	KA
		H2O	KGL	% C	% N	C/N				
1	An. Mukhammad Mahmidan F	-	-	4,28	0,41	10	7,36	9,60	0,46	-
2	Sederhana 1	-	-	4,67	0,38	12	8,03	9,60	0,45	
3	Sederhana 2	-	-	4,67	0,35	13	8,03	8,35	0,46	
4	Sederhana 3	-	-	5,59	0,37	15	9,61	8,31	0,66	
5	Kompleks 1	-	-	4,24	0,38	11	7,29	9,60	0,65	
6	Kompleks 2	-	-	4,29	0,38	11	7,38	8,35	0,67	
	Kompleks 3	-	-							
	Rendah Sekali	< 4,0	< 2,5	< 1,0	< 0,1	< 5		< 5	< 0,1	
	Rendah	4,1 – 5,5	2,6 – 4,0	1,1 – 2,0	0,11 – 0,2	5 – 10		5 – 10	0,1 – 0,3	
	Sedang	5,6 – 7,7	4,1 – 6,0	2,1 – 3,0	0,21 – 0,5	11 – 15		11 – 15	0,4 – 0,5	
	Tinggi	7,6 – 8	6,1 – 6,5	3,1 – 5,0	0,51 – 0,75	16 – 25		16 – 20	0,6 – 1,0	
	Tinggi Sekali	> 8	> 6,5	> 5,0	> 0,75	> 25		> 20	> 1,0	

Sidoarjo, 21 April 2025

KASI PRODUKSI



SLAMET, S.P.
NIP. 19730817 200003 1 014



Pih. ANALISIS TANAH



AMIRUL IDAYANI, S.P.
NIP. 19940925 202012 2 018

LAMPIRAN 6. Bukti Konsultasi



KEMENTERIAN AGAMA
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
 Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax (0341) 572533
 Website: <http://www.uin-malang.ac.id> Email: info@uin-malang.ac.id

JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 18620060
 Nama : MUHAMMAD MAHMIDAN FATANSYAH
 Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jurusan : BIOLOGI
 Dosen Pembimbing 1 : Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si
 Dosen Pembimbing 2 : MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si
 Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Keekaragaman Serangga Tanah di Agroforestri Kopi Desa Selorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	23 Agustus 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan pergantian judul	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	26 Agustus 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan Bab I	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	30 Agustus 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan Revisi Bab I	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	02 September 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan Bab III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	09 September 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan revisi Bab III	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	29 Oktober 2024	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan Bab II	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	08 November 2024	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan integrasi bab 1 dan bab 2	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	29 Mei 2025	Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si	Bimbingan BAB IV-V	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	03 Juni 2025	MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si	Bimbingan Integrasi	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
 Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

MUHAMMAD ASMUNI HASYIM, M.Si

Malang, _____
 Dosen Pembimbing 1

Prof. Dr. RETNO SUSILOWATI, M.Si



Sandi Savitri, M.P

LAMPIRAN 7. Bukti Cek Plagiasi



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 Skripsi

Nama : Muhammad Mahmud Fatansyah
NIM : 18620060
Judul : KEANEHARAGAMAN SERANGGA TANAH DI KAWASAN
AGROFORESTRI SEDERHANA DAN KOMPLEKS DESA
SELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG

No	Tim Cek Plagiasi	Tgl Cek	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc			
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc			
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	4-6-2015	222	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc			



Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi,

Prof. Dr. Eulka Sandi Savitri, M.P

NIP. 721018 200312 2 002