

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN SERANGGA BAWAH TANAH
PADA PERKEBUNAN BELIMBING DESA PLAOSAN KECAMATAN
WATES KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

**Oleh:
AHILLA NUR SABILA
NIM. 210602110094**



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

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN SERANGGA BAWAH TANAH
PADA PERKEBUNAN BELIMBING DESA PLAOSAN KECAMATAN
WATES KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

**Oleh:
AHILLA NUR SABILA
NIM. 210602110094**

**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 DAN KEPADATAN SERANGGA BAWAH TANAH
PADA PERKEBUNAN BELIMBING DESA PLAOSAN KECAMATAN
WATES KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

Oleh:
AHILLA NUR SABILA
NIM. 210602110094

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
Tanggal: 12 Juni 2025.....

Pembimbing I



Dr. Dwi Suheriyanto, M.P
NIP.19740325 2003121001

Pembimbing II



Oky Bagas Prasetyo, M.PdI
NIPPPK. 19890113 202321 1 028

Mengetahui,
Ketua program Studi Biologi



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

**KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN SERANGGA BAWAH TANAH
PADA PERKEBUNAN BELIMBING DESA PLAOSAN KECAMATAN
WATES KABUPATEN KEDIRI**

SKRIPSI

**Oleh:
AHILLA NUR SABILA
NIM. 210602110094**

**Telah dipertahankan
Di depan Dewan Penguji skripsi dan dinyatakan diterima
Sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 30 Juni 2025**

Ketua Penguji	: Bayu Agung Prahardika, M.Si NIP. 19900807 201903 1 011
Anggota Penguji I	: Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si NIPPPK. 19870522 202321 1 016
Anggota Penguji II	: Dr. Dwi Suheriyanto, M.P NIP. 19740325 200312 1 001
Anggota Penguji III	: Oky Bagas Prasetyo, M.PdI NIPPPK. 19890113 202321 1 028

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



**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**

Pro.Dr. Evika Sandi Savitri, M.P
NIP. 19740108 200312 2 002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT dengan kemurahan dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kerendahan hati dan kesabaran yang luar biasa.

Keberhasilan dalam pembuatan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari berbagai bantuan pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua saya Bapak Ahmadi dan Ibu Sri Utami dan gelar sarjana saya ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, yang selalu memberikan dukungan penulis berupa moril maupun materil yang tak terhingga serta doa yang tidak ada putusnya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studi sarjana hingga selesai, semoga rahmat Allah SWT selalu mengiringi kehidupanmu yang barokah, senantiasa diberi kesehatan dan panjang umur.
2. Kakak perempuan saya Humaida Shita Ahadini beserta suami, dan Adik perempuan saya Aghits Naura Achmad yang telah memberikan penulis dukungan dan pengingat bagi penulis agar menyelesaikan studi tepat waktu dan telah menghibur penulis disaat penyelesaian skripsi dengan kerandoman tingkahnya.
3. Bapak Dr. Dwi Suheriyanto, M.P dan Bapak Oky Bagas Prasetyo, M.PdI selaku Dosen Pembimbing, Bapak Bayu Agung Prahardika, M.Si dan Bapak Muhammad Asmuni Hasyim, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah membimbing dan memberikan arahan serta ilmu yang sangat bermanfaat.
4. Bapak Kartiko selaku pemilik perkebunan belimbing Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, atas bantuan yang diberikan selama pengambilan data skripsi.
5. Teman-teman Tim Belimbing, Tasya, Elok, dan Shafrina terima kasih untuk selalu ingat kepada penulis dan selalu membersamai penulis apabila penulis salah melangkah.

6. Teman seperjuangan saya, Lintang, Ayu, dan Amel yang selalu kebersamai serta membantu dalam kerumitan dalam menyusun skripsi penulis. Terimakasih sudah menjadi teman yang baik yang selalu memberikan motivasi, arahan dan semangat disaat penulis tidak percaya akan dirinya sendiri dan sempat hilang arah sehingga saat ini penulis dapat menyelesaikan skripsi ini secara tepat waktu supaya dapat wisuda bersama-sama. Semoga Allah membalas segala kebaikan kalian.
7. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, yaitu pemilik nama dari Mohammad Daffa' Alfarizi terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, yang menjadi salah satu penyemangat karena selalu ada dalam suka maupun duka. Berkontribusi dalam penulisan skripsi ini, baik tenaga, waktu, maupun moril kepada penulis. Terima kasih telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal menemani dan mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, memberi semangat untuk pantang menyerah. Semoga Allah selalu memberi keberkahan dalam segala hal yang kita lalui.
8. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for being a giver and trying give more than I receive, I wanna thank me for trying to do more right than wrong, I wanna thank me just being me at all times.*

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahilla Nur Sabila
NIM : 210602110094
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah
Pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan
Wates Kabupaten Kediri

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

Malang, 27 Mei 2025



Ahilla Nur Sabila
NIM. 210602110094

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Ahilla Nur Sabila, Dwi Suheriyanto, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRAK

Serangga sebagai bagian dari lingkungan mempunyai suatu keistimewaan karena serangga merupakan hewan kosmopolit yang keberadaannya tersebar di bumi. Serangga mempunyai peranan yang sangat besar di lingkungan, ada yang keberadaannya menguntungkan manusia dan ada yang merugikan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi genus serangga bawah tanah, mengetahui indeks keanekaragaman, dominansi, indeks kesamaan jenis dari dua lahan, indeks pemerataan, indeks kekayaan, kepadatan jenis, dan kepadatan relatif serangga bawah tanah, mengetahui faktor fisika dan kimia tanah, dan mengetahui korelasi antara faktor fisika dan kimia tanah dengan jumlah genus serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri. Penelitian ini menggunakan metode *hand sorted* (pengambilan serangga menggunakan tangan/sortir tangan) dengan kedalaman sampai 30 cm dan luas 30x30 cm. Pengambilan sampel berada tepat di bawah pohon yang diberi perlakuan pupuk. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan aplikasi past 4.17. Hasil penelitian ditemukan 11 genus serangga bawah tanah dengan indeks keanekaragaman pada perkebunan belimbing anorganik adalah 1,526, sedangkan pada perkebunan belimbing organik adalah 1,891. Indeks dominansi pada perkebunan belimbing anorganik adalah 0,232, sedangkan pada perkebunan belimbing organik adalah 0,195. Nilai indeks pemerataan pada perkebunan belimbing anorganik adalah 0,579, sedangkan pada perkebunan belimbing organik adalah 0,602. Nilai indeks kekayaan jenis pada perkebunan belimbing anorganik adalah 1,73, sedangkan pada perkebunan belimbing organik adalah 1,752. Indeks kesamaan jenis adalah 0,475. Nilai kepadatan serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik sebanyak 39,506 individu/m³, sedangkan pada lahan perkebunan belimbing organik sebanyak 113,580 individu/m³. Sifat fisika dan kimia tanah di perkebunan belimbing anorganik memiliki rata-rata suhu 29°C, kelembaban 69,49%, pH 6,91, C-organik 1,34%, N total 0,1%, C/N rasio 12,94, bahan organik 2,30%, P 14,46 ppm, dan K 0,25 ppm, sedangkan perkebunan belimbing organik memiliki rata-rata suhu 27,5°C, kelembaban 74,68%, pH 7,10, C-organik 1,49%, N total 0,1%, C/N rasio 14,39, bahan organik 2,56%, P 15,72 ppm, dan K 0,31 ppm.

Kata kunci: *hand sorted*, keanekaragaman, serangga

Diversity and Density of Subterranean Insects in Belimbing Plantation of Plaosan Village, Wates District, Kediri Regency

Ahilla Nur Sabila, Dwi Suheriyanto, Oky Bagus Prasetyo

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

ABSTRACT

Insects as part of the environment have a specialty because insects are cosmopolite animals whose existence is spread across the earth. Insects have a very large role in the environment, some of whose existence is beneficial to humans and some are detrimental. The purpose of this research is to identify the genus of underground insects, determine the diversity index, dominance, species similarity index of two fields, evenness index, richness index, species density, and relative density of underground insects, determine soil physical and chemical factors, and determine the correlation between soil physical and chemical factors with the number of underground insect genus found in star fruit plantations Plaosan Village Wates District Kediri Regency. This study used the hand sorted method with a depth of up to 30 cm and an area of 30x30 cm. Sampling is right under the trees treated with fertilizer. The research data were analyzed using the past 4.17 application. The results of the study found 11 genus of underground insects with a diversity index in inorganic star fruit plantations is 1.526, while in organic star fruit plantations is 1.891. The dominance index in inorganic star fruit plantations is 0.232, while in organic star fruit plantations is 0.195. The evenness index value on inorganic star fruit plantations is 0.579, while on organic star fruit plantations is 0.602. The index value of species richness in inorganic star fruit plantations is 1.73, while in organic star fruit plantations is 1.752. The species similarity index was 0.475. The density value of underground insects in inorganic star fruit plantations was 39,506 individuals/m³, while in organic star fruit plantations was 113,580 individuals/m³. Physical and chemical properties of soil in inorganic star fruit plantations have an average temperature of 29°C, humidity of 69.49%, pH 6.91, C-organic 1.34%, total N 0.1%, C/N ratio 12.94, organic matter 2.30%, P 14.46 ppm, and K 0, 25 ppm, while the organic star fruit plantation has an average temperature of 27.5°C, humidity of 74.68%, pH 7.10, C-organic 1.49%, total N 0.1%, C/N ratio 14.39, organic matter 2.56%, P 15.72 ppm, and K 0.31 ppm.

Keywords: *Diversity, insects, hand sorted*

تنوع وكثافة الحشرات تحت الأرض في مزرعة البلنغ في قرية بلاوسان، منطقة واتس، محافظة كيديري

أحيلاً نور سابيللا، دوي سو هيريانتو، أوكي باغاس براسيتيو

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

الملخص

تُعد الحشرات جزءاً مهماً من البيئة لما لها من خصائص فريدة، حيث تُعتبر كائنات كونية (كوزموبوليتية) تنتشر في جميع أنحاء الأرض، وتؤدي أدواراً بيئية متباينة، فمنها ما يعود بالنفع على الإنسان ومنها ما يُسبب الضرر. يهدف هذا البحث إلى تحديد أجناس الحشرات الأرضية، وقياس مؤشرات التنوع الحيوي، والهيمنة، والتشابه النوعي، والتوزيع المتساوي، والغنى النوعي، والكثافة النوعية والنسبية، بالإضافة إلى دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتحليل العلاقة بينها وبين عدد أجناس الحشرات الأرضية المكتشفة في مزرعة فاكهة الليمون في قرية بلاوسان، ناحية واتس، محافظة كيديري. تم استخدام طريقة الفرز اليدوي لجمع العينات من التربة بعمق ٣٠ سم ومساحة ٣٠ × ٣٠ سم، حيث أخذت العينات من أسفل إصدار ٤.١٧. أظهرت PAST الأشجار التي تمت معاملتها بالأسمدة، وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج النتائج وجود ١١ جنساً من الحشرات الأرضية، حيث بلغ مؤشر التنوع الحيوي في المزرعة غير العضوية ١,٥٢٦، وفي العضوية ١,٨٩١، بينما كان مؤشر الهيمنة ٠,٢٣٢ في غير العضوية و ٠,١٩٥ في العضوية. وبلغ مؤشر التوزيع المتساوي ٠,٥٧٩ في غير العضوية و ٠,٦٠٢ في العضوية، أما مؤشر الغنى النوعي فقد بلغ ١,٧٣ و ١,٧٥٢ على التوالي. وبلغ مؤشر التشابه النوعي بين الموقعين ٠,٤٧٥، في حين وصلت كثافة الحشرات الأرضية إلى ٣٩,٥٠٦ فرد/م³ في غير العضوية و ١١٣,٥٨٠ فرد/م³ في العضوية. أما الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، فقد أظهرت أن متوسط درجة الحرارة في المزرعة غير العضوية بلغ ٢٩ م، والرطوبة ٦٩,٤٩٪، ودرجة الحموضة ٦,٩١، والكربون العضوي ١,٣٤٪، ١٢,٩٤، والمواد العضوية ٢,٣٠٪، والفوسفور ١٤,٤٦ جزء في C/N والنيتروجين الكلي ٠,١٪، ونسبة المليون، والبيوتاسيوم ٠,٢٥ جزء في المليون. أما في المزرعة العضوية، فبلغ متوسط درجة الحرارة ٢٧,٥ م، والرطوبة ٧٤,٦٨٪، ودرجة الحموضة ٧,١٠، والكربون العضوي ١,٤٩٪، والنيتروجين الكلي ١٤,٣٩، والمواد العضوية ٢,٥٦٪، والفوسفور ١٥,٧٢ جزء في المليون، C/N ٠,١٪، ونسبة البيوتاسيوم ٠,٣١ جزء في المليون.

الكلمات الأساسية: التنوع الحيوي، الحشرات، الفرز اليدوي

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT. atas limpahan rahmat, taufik serta hidayahnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Semoga kelak kita akan mendapatkan syafaat-Nya dihari kiamat, amin ya rabbal ‘alamin. Besar harapan penulis agar segala sesuatu yang tertulis dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pembacanya.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penulisan skripsi ini karena adanya bantuan moriil dan materiil dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya 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 Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Dwi Suheriyanto M.P, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan saran, masukan dan selalu sabar dalam membimbing sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Oky Bagas Prasetyo, M.Pdl selaku dosen pembimbing skripsi bidang agama yang telah memberikan bimbingan, nasihat dan motivasi sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ahmadi dan Ibu Sri Utami yang sangat banyak berperan dan memberikan do’a dan dukungan baik moriil maupun materiil demi kelancaran dan terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
7. Sanak saudara, teman-teman satu tim skripsi dan teman seangkatan Newcleus ‘21 yang telah memberikan banyak dukungan.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas semua doa’a, bantuan dan dukungannya demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Jazakumullahu khoiron katsiro penulis ucapakan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, semoga Allah SWT. senantiasa membalas semua amal baik mereka dan membrikan balasan yang setimpal amin ya rabbal ‘alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 27 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
الملخص	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	1

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Manfaat Penelitian	11
1.5 Batasan Masalah.....	12

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serangga	13
2.1.1 Deskripsi Umum Serangga bawah Tanah	14
2.1.2 Morfologi Serangga bawah Tanah	17
2.1.3 Klasifikasi Serangga bawah Tanah.....	20
2.2 Manfaat Dan Peranan Serangga.....	32
2.2.1 Serangga yang Menguntungkan Bagi Manusia.....	33
2.2.2 Serangga yang Merugikan Bagi Manusia	36
2.3 Tanaman Belimbing.....	37
2.3.1 Morfologi Tanaman Belimbing.....	38
2.3.2 Klasifikasi Tanaman Belimbing	39
2.4 Teori Keanekaragaman	40
2.4.1 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H').....	40
2.4.2 Indeks Dominansi (C)	40
2.4.3 Indeks Kesamaan Jenis Dari Dua Lahan (Cs).....	41
2.4.4 Indeks Kemerataan	42
2.4.5 Indeks Kekayaan	42
2.5 Teori Kepadatan	43
2.5.1 Kepadatan Jenis.....	43
2.5.2 Kepadatan Relatif.....	43
2.6 Persamaan Korelasi	44

2.7 Deskripsi Lokasi Penelitian	44
2.7.1 Kebun Belimbing Anorganik	44
2.7.2 Kebun Belimbing Organik	45

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	47
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	47
3.3 Alat dan Bahan.....	48
3.3.1 Alat	48
3.3.2 Bahan.....	48
3.4 Objek Penelitian.....	48
3.5 Prosedur Penelitian	48
3.5.1 Observasi.....	48
3.5.2 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel.....	49
3.5.3 Metode Pengambilan Sampel.....	50
3.5.4 Identifikasi Serangga Bawah Tanah.....	53
3.6 Analisis Tanah.....	53
3.6.1 Sifat Fisika Tanah.....	53
3.6.2 Sifat Kimia Tanah.....	53
3.7 Analisis Data.....	54
3.7.1 Analisis Korelasi	54

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.....	56
4.1.1 Jumlah Serangga Bawah Tanah yang Ditemukan pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.....	73
4.1.2 Peranan Serangga Bawah Tanah yang Ditemukan Di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri	74
4.2 Analisis Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (Cs), Indeks Kemerataan (E), dan Indeks Kekayaan	79
4.3 Analisis Kepadatan Jenis dan Kepadatan Relatif Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.....	82
4.4 Analisis Faktor Fisika dan Kimia Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.....	85
4.4.1 Faktor Fisika.....	85
4.4.2 Faktor Kimia	87
4.5 Uji Korelasi Serangga Bawah Tanah dengan Faktor Fisika dan Kimia Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.....	93
4.5.1 Analisis Korelasi Sifat Fisika Tanah dengan Keanekaragaman Serangga Bawah Tanah.....	94

4.5.2 Analisis Korelasi Sifat Kimia Tanah dengan Keanekaragaman Serangga Bawah Tanah.....	95
--	----

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	102
5.2 Saran	103

DAFTAR PUSTAKA.....	104
----------------------------	------------

LAMPIRAN.....	112
----------------------	------------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Perbedaan antara dua stasiun	49
3.2. Hasil pengamatan serangga bawah tanah pada lokasi ke-	53
3.3. Nilai koefisien korelasi	55
4.1. Hasil identifikasi serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri	74
4.2. Peranan serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri	75
4.3. Presentase peranan serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri	76
4.4. Analisis komunitas serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri	79
4.5. Kepadatan genus (K) dan kepadatan relatif (KR) serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik dan organik	82
4.6. Hasil analisis sifat fisika tanah pada perkebunan belimbing anorganik dan organik	85
4.7. Hasil analisis faktor kimia tanah pada perkebunan belimbing desa plaosan kecamatan wates kabupaten kediri	87
4.8. Hasil Analisis korelasi sifat fisika dan kimia tanah dengan keanekaragaman serangga bawah tanah	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Morfologi umum serangga	18
2.2. Ordo Thysanura.....	21
2.3. Ordo Protura.....	22
2.4. Ordo Isoptera.....	23
2.5. Ordo Orthoptera	24
2.6. Ordo Plecoptera.....	25
2.7. Ordo Dermaptera.....	26
2.8. Ordo Tysanoptera.....	27
2.9. Ordo Hemiptera.....	28
2.10. Ordo Coleoptera	29
2.11. Ordo Mecoptera	30
2.12. Ordo Diptera.....	31
2.13. Ordo Hymenoptera.....	31
2.14. Lokasi pengamatan perkebunan belimbing anorganik.....	45
2.15. Lokasi pengamatan perkebunan belimbing organik	46
3.1. Lokasi penelitian	49
3.2. Peta lokasi penelitian.....	50
3.3. Rancangan plot sampel di perkebunan belimbing anorganik	51
3.4. Rancangan plot sampel di perkebunan belimbing organik	52
4.1. Spesimen 1 genus <i>Anoplolepis</i>	56
4.2. Spesimen 2 genus <i>Brachyponera</i>	58
4.3. Spesimen 3 genus <i>Dolichoderus</i>	59
4.4. Spesimen 4 genus <i>Blatta</i>	61
4.5. Spesimen 5 genus <i>Tenebrio</i>	62
4.6. Spesimen 6 genus <i>Heteronychus</i>	64
4.7. Spesimen 7 genus <i>Pterostichus</i>	65
4.8. Spesimen 8 genus <i>Gryllus</i>	67
4.9. Spesimen 9 genus <i>Velarifictorus</i>	68
4.10. Spesimen 10 genus <i>Parisolabis</i>	70
4.11. Spesimen 11 genus <i>Epuraea</i>	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data hasil pengamatan	110
2. Hasil pengamatan faktor fisika dan faktor kimia	112
3. Hasil analisis tanah	112
4. Hasil analisis keanekaragaman serangga bawah tanah PAST 4.17	113
5. Uji T diversity	113
6. Analisis korelasi	114
7. Dokumentasi penelitian	114

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serangga dikenal sebagai Insecta, yang berarti "*insekta*", adalah kelompok utama hewan beruas (*Arthropoda*) dengan tiga pasang kaki (atau enam kaki). Karena itu, mereka juga disebut Hexapoda, yang berarti "berkaki enam". Studi tentang kehidupan serangga disebut entomologi. Jenis serangga termasuk dalam subfilum Uniramia, yang dibagi lagi menjadi 29 ordo: Diptera (misalnya, lalat), Coleoptera (misalnya, kumbang), Hymenoptera (misalnya, semut, lebah, dan tabuhan), dan Lepidoptera (misalnya, kupu-kupu dan ngengat). Kelompok Apterigota terdiri dari 4 ordo karena serangga dewasa tidak memiliki sayap, dan 25 ordo lainnya termasuk dalam kelompok Pterigota karena memiliki sayap. Hewan beruas dengan tingkat adaptasi yang sangat tinggi. Menurut Borror *et al.* (1996), serangga memiliki ukuran yang relatif kecil dan sukses berkolonisasi di Bumi untuk pertama kalinya.

Serangga adalah bagian dari lingkungan karena mereka adalah hewan kosmopolit yang tersebar di seluruh Bumi. Peranannya sangat penting di lingkungan, terkadang menguntungkan manusia tetapi terkadang merugikan. Serangga yang menguntungkan berfungsi sebagai penyerbuk bunga, pengurai bahan organik, bahkan makanan dan minuman, bahan pakaian, perhiasan, dan musuh alami hama. Serangga yang merugikan pada umumnya berfungsi sebagai hama tanaman, merusak bahan bangunan, dan menyebabkan entomophobia (Suheriyanto, 2008).

Serangga dapat merusak tanaman (juga dikenal sebagai hama) dan menjadi sumber vektor penyakit pada manusia. Namun, tidak semua serangga adalah hama atau vektor penyakit. Kebanyakan serangga sangat dibutuhkan dan bermanfaat bagi manusia. Serangga, seperti lebah, kupu-upu, jangkrik, ulat sutera, kumbang, dan semut, membantu manusia menyerbukan tanaman dan menghasilkan produk makanan sehat (Fitri, 2014).

Serangga dapat menyebabkan kerugian secara langsung atau tidak langsung. Jika serangga menyerang tanaman yang dibudidayakan oleh manusia, merusak produk penyimpanan, pakaian, dan makanan, atau jika serangga memanfaatkan tanaman sebagai pakan, tempat meletakkan telur, dan secara tidak langsung berfungsi sebagai penyebab penyakit tanaman, serangga dapat merusak tanaman budidaya. Serangga dapat menyebarkan banyak patogen dari virus, jamur, atau bakteri (Suheriyanto, 2008).

Sesungguhnya, ada keuntungan di balik penciptaan makhluk-makhluk di bumi ini, yang kadang-kadang kita tidak menyadari. Allah SWT membuat berbagai jenis serangga, satu yang baik dan satu yang buruk. Dalam kasus di mana serangga yang menguntungkan berfungsi sebagai predator atau musuh alami, atau sebagian serangga atau hama, contoh serangga yang menguntungkan adalah dari Famili Coccinellidae, sedangkan serangga yang merugikan berfungsi sebagai hama yang menyebabkan kerusakan pada tanaman. Contoh serangga yang merugikan adalah jangkrik, belalang, ulat, kutu, dll. Sebagaimana Firman Allah dalam Surat Taha [20]: 50 sebagai berikut:

قَالَ رَبُّنَا الَّذِي أَعْطَى كُلَّ شَيْءٍ حَلْفَهُ ثُمَّ هَدَى ٥٠

Artinya: “*Dia (Musa) menjawab, “Tuhan kami ialah (Tuhan) yang telah menganugerahkan kepada segala sesuatu bentuk penciptaannya (yang layak), kemudian memberinya petunjuk”* (Q.S Taha [20]: 50).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa, Allah Subhanahu wa Ta'ala memberikan naluri, kodrat alamiah, dan kemampuan dasar kepada seluruh makhluk-Nya, termasuk hewan, agar dapat menjalani kehidupannya masing-masing. Meskipun hewan tidak memiliki akal seperti manusia, mereka tetap dibekali naluri untuk bertahan hidup, seperti mengenali makanan, cara berkembang biak, dan menjalin hubungan dengan makhluk lain (Kemenag, 2012). Salah satu bentuk naluri tersebut adalah kerja sama antar makhluk hidup, baik yang saling menguntungkan maupun hanya menguntungkan salah satu pihak. Dalam kehidupan, makhluk hidup juga harus bersaing untuk mendapatkan makanan dan tempat tinggal. Di sinilah peran serangga menjadi penting, karena beberapa di antaranya dapat menjadi predator alami yang membantu mengendalikan hama. Pemanfaatan musuh alami ini adalah bentuk upaya manusia dalam menggunakan potensi alam secara bijak. Oleh karena itu, manusia memiliki tanggung jawab untuk menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati agar tidak terjadi persaingan yang merugikan antarmakhluk hidup, serta agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga dan setiap makhluk dapat menjalankan perannya dengan baik.

Serangga bawah tanah memiliki peran penting dalam ekosistem tanah, terutama dalam mendukung keseimbangan lingkungan di area pertanian dan perkebunan. Keberadaan mereka berkontribusi terhadap proses penguraian bahan organik, siklus hara, serta memperbaiki struktur tanah melalui aktivitas penggalian dan pergerakan di dalam tanah (Hadi, 2015). Beberapa jenis juga

berperan sebagai musuh alami organisme pengganggu tanaman, sehingga dapat membantu menekan penggunaan pestisida kimia. Keberadaan dan jenis serangga bawah tanah dapat dijadikan sebagai indikator ekologis untuk menilai kesehatan tanah (Umiyah, 2022).

Serangga bawah tanah dan serangga permukaan tanah berbeda secara mencolok dalam hal habitat serta pola aktivitasnya. Serangga bawah tanah menghabiskan sebagian besar atau seluruh tahapan hidupnya di dalam tanah, baik di lapisan serasah, celah-celah tanah, maupun di sekitar perakaran tanaman (Haneda dkk. 2022). Serangga bawah tanah umumnya memiliki bentuk tubuh dan ciri morfologis yang sesuai dengan kehidupan di bawah tanah, seperti tubuh ramping, kaki yang kuat untuk menggali, dan antena yang relatif pendek. Sementara itu, serangga permukaan tanah lebih aktif di area terbuka, seperti pada permukaan tanah, daun, atau batang tanaman, dan cenderung berinteraksi langsung dengan lingkungan luar (Kamila dkk, 2022).

Kesuburan tanah juga dapat dinilai melalui tingginya kepadatan dan keanekaragaman serangga bawah tanah di suatu daerah (Umiyah, 2022). Serangga bawah tanah memainkan peran penting dalam mempertahankan kesuburan tanah. Dengan menjaga kepadatan dan keanekaragaman serangga bawah tanah yang tinggi, praktik pertanian berkelanjutan dapat membantu menjaga kesuburan tanah dan meningkatkan produktivitas pertanian (Kamsurya dan Botanri, 2022).

Keanekaragaman sangat terkait dengan kestabilan ekosistem. Menurut Suheriyanto (2008), serangga tanah dapat berfungsi sebagai indikator keseimbangan ekosistem. Hal tersebut berarti bahwa jika keanekaragaman

serangga dalam ekosistem tersebut tinggi, maka lingkungan ekosistem dapat dianggap seimbang atau stabil. Tingginya keanekaragaman serangga bawah tanah akan mendukung kelancaran proses jaring-jaring makanan. Sebaliknya, jika keanekaragaman serangga rendah, maka lingkungan ekosistem tersebut akan menjadi tidak seimbang dan rentan (Leksono, 2017).

Menurut Swardana dkk. (2023), keanekaragaman serangga bawah tanah yang tinggi sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem serta jaring-jaring makanan. Serangga bawah tanah berfungsi sebagai produsen, konsumen, dan pengurai. Ketika keanekaragaman serangga rendah, jaring-jaring makanan akan terganggu, dan lingkungan ekosistem menjadi tidak seimbang. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas, hilangnya keanekaragaman hayati, dan kerusakan ekosistem yang lebih lanjut.

Kepadatan populasi merujuk pada jumlah individu dari suatu spesies dalam satuan luas atau volume, yang berfungsi untuk menghitung jumlah spesies tersebut. Oleh karena itu, perhitungan kepadatan populasi perlu diimbangi dengan perhitungan kepadatan relatif untuk membandingkan komunitas, yaitu dengan membandingkan kepadatan suatu jenis dengan kepadatan semua jenis yang ada dalam unit tersebut (Suin, 2003).

Kesuburan tanah berpengaruh pada kepadatan populasi tanaman di suatu area. Tanah yang subur dan kaya akan nutrisi cenderung mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih padat. Sebaliknya, tanah yang kurang subur mungkin tidak dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan kepadatan tinggi. Oleh karena itu, kesuburan tanah menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi

ketersediaan sumber daya dan pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya berdampak pada kepadatan populasi tanaman (Rachman dkk., 2022).

Faktor tersebut menyebabkan serangga bawah tanah memiliki tingkat keanekaragaman dan kepadatan yang bervariasi di setiap lokasi. Perbedaan ini disebabkan oleh perubahan lingkungan yang timbul akibat perlakuan manusia dalam pengelolaan lahan, yang berdampak pada kehadiran, keanekaragaman, dan kepadatan serangga bawah tanah (Leksono, 2017).

Menurut Nopiyanti (2021), perubahan lingkungan dapat dipicu oleh faktor manusia seperti urbanisasi, deforestasi, polusi, dan perubahan penggunaan lahan. Selain itu, faktor alami seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, banjir, dan perubahan iklim juga dapat menyebabkan perubahan tersebut. Kedua faktor ini berkontribusi dalam membentuk kondisi lingkungan saat ini dan mempengaruhi keberlanjutan lingkungan serta kehidupan di masa depan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suheriyanto dkk. (2020) mengenai potensi serangga tanah sebagai bioindikator kualitas tanah pada tanaman jeruk di perkebunan Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang, menemukan sebanyak 20 genus serangga tanah. Kelimpahan serangga tanah tertinggi terdapat pada jeruk konvensional dan semi-organik, dengan genus *Aphaenogaster* (semut) mendominasi. Keanekaragaman serangga tanah pada tanaman jeruk semi-organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman jeruk konvensional. Dalam penelitian ini, genus *Formica* diidentifikasi sebagai bioindikator kualitas tanah pada perkebunan jeruk konvensional, sedangkan pada

perkebunan jeruk semi-organik ditemukan genus *Cyrtopistomus*, *Pangeus*, *Tenebrio*, *Euborellia*, *Allonemobius*, *Stelidota*, *Gryllus*, dan *Chlaenius*.

Penelitian sebelumnya menjadi dasar untuk penelitian ini yang dilakukan di lahan yang berbeda, yaitu pada sistem perkebunan belimbing yang menerapkan sistem pupuk dan pestisida organik dan anorganik di Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati keanekaragaman serangga bawah tanah di kedua jenis perkebunan tersebut. Dengan adanya perbedaan dalam sistem pengelolaan lahan, diduga bahwa faktor fisika dan kimia pada kedua lahan tersebut juga berbeda.

Menurut Basna dkk. (2017), keberadaan serangga bawah tanah dalam ekosistem dipengaruhi oleh faktor-faktor geologi dan ekologi, seperti perbedaan iklim, musim, ketinggian, dan jenis makanan yang tersedia. Hidayat (2022) menambahkan bahwa faktor fisika tanah, termasuk suhu, kelembaban, dan pH, sangat memengaruhi kehidupan serta keanekaragaman serangga bawah tanah. Suhu yang ideal berpengaruh pada aktivitas dan reproduksi serangga, kelembaban yang tepat penting untuk kelangsungan hidup mereka, dan pH tanah berpengaruh terhadap keberadaan serta komposisi spesies serangga bawah tanah. Penelitian mengenai faktor-faktor ini berkontribusi pada upaya melindungi dan mempertahankan serangga bawah tanah yang vital bagi keseimbangan ekosistem.

Untuk mengetahui indeks keanekaragaman dan dominansi serangga bawah tanah di perkebunan belimbing di Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, diperlukan penelitian yang menyeluruh. Data yang akurat untuk daerah tersebut mungkin belum tersedia, sehingga penelitian ini penting untuk dilakukan.

Melalui penelitian ini, dapat dianalisis pengaruh sistem pertanian terhadap keanekaragaman dan dominansi serangga bawah tanah, yang sangat relevan untuk pengelolaan pertanian berkelanjutan. Penelitian mengenai kepadatan dan kepadatan relatif serangga bawah tanah di perkebunan belimbing juga sangat penting untuk memahami dampak sistem pertanian terhadap populasi serangga bawah tanah. Dengan demikian, penelitian ini akan memungkinkan perbandingan tingkat kepadatan serangga bawah tanah antara kedua lahan perkebunan. Kepadatan serangga bawah tanah mencerminkan kondisi ekosistem tersebut. Menurut Anwar dan Cinta (2013), semakin tinggi nilai kepadatan, semakin baik pengelolaan tanah dan tanaman dalam mendukung keberlanjutan budidaya tanaman.

Salah satu buah unggulan nasional Indonesia adalah buah belimbing. Cahyono (2010) menyatakan bahwa Indonesia memiliki banyak varietas belimbing berkualitas tinggi, termasuk Demak Jinggo, Demak Kapur, Sembiring, Wulan, Dewi, dan Siwalan. Menurut Dasgupta dkk. (2013), kandungan gizi buah belimbing manis terdiri dari sejumlah zat yang bermanfaat bagi kesehatan. Indonesia menghadapi tantangan dalam pengembangan buah-buahan. Tantangan ini berasal dari penyediaan benih berkualitas tinggi, proses budidaya, dan perawatan pasca panen (Cahyono, 2010). Serangan hama merupakan hambatan bagi upaya meningkatkan produksi dan kualitas buah di Indonesia, khususnya buah belimbing. Serangan hama dapat memengaruhi produksi buah belimbing secara langsung dengan menyebabkan kerusakan pada buah belimbing atau secara tidak langsung dengan menyebabkan kerusakan pada tanaman belimbing, yang

berdampak pada produksi buah belimbing (DKP, 2012). Lalat buah, penggerek buah, kutu putih, kutu daun, dan ngengat buah adalah hama yang biasa terjadi pada tanaman belimbing (Rukmana, 1996).

Baswarsianti (2017) mengatakan bahwa Jawa Timur adalah salah satu daerah terbesar di Indonesia yang menghasilkan belimbing manis. Namun, data dari Direktorat Jenderal Hortikultura dan Badan Pusat Statistik (2024) menunjukkan bahwa produksi hasil belimbing turun di Jawa Timur. Hal tersebut terlihat dari hasil belimbing pada tahun 2021, yang menghasilkan 75.970 buah, tetapi penurunan sekitar 21,43% menjadi 59.698 pada tahun 2023.

Perkebunan belimbing di Desa Plaosan dilakukan melalui berbagai sistem pengelolaan lahan, termasuk perkebunan dengan menggunakan pupuk dan pestisida organik dan anorganik. Perbedaan antara kedua sistem tersebut terletak pada jenis bahan yang digunakan. Sistem organik merupakan cara pengolahan tanah dan budidaya tanaman menggunakan pupuk dan pestisida organik, sedangkan pada sistem anorganik merupakan cara pengolahan tanah dan budidaya tanaman menggunakan pupuk dan pestisida anorganik dengan tujuan untuk meningkatkan kandungan unsur hara dalam pupuk organik (Pratama dkk., 2023).

Perkebunan belimbing yang berlokasi di Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri belum pernah dilakukan penelitian terkait dengan keanekaragaman dan kepadatan serangga bawah tanah. Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan tersebut, maka diangkatlah penelitian yang berjudul **“Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri”**.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apa saja genus serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri?
2. Berapa Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (C_s), Indeks Kepadatan, Indeks Kemerataan, serta Indeks Kekayaan serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri?
3. Berapa nilai kepadatan jenis dan kepadatan relatif serangga bawah tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri?
4. Berapa nilai faktor fisika dan kimia tanah yang ada di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri?
5. Bagaimana korelasi antara faktor fisika dan kimia tanah dengan serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi genus serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.
2. Untuk mengetahui Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (C_s), Indeks

Kepadatan, Indeks Kemerataan, serta Indeks Kekayaan serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.

3. Mengetahui nilai kepadatan jenis dan kepadatan relatif serangga bawah tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.
4. Untuk mengetahui nilai faktor fisika dan kimia tanah yang ada di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.
5. Untuk mengetahui korelasi antara faktor fisika dan kimia tanah dengan serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada petani tentang keanekaragaman dan kepadatan serangga bawah tanah yang terdapat di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.
2. Memberikan pemahaman kepada petani tentang kondisi kesuburan lahan perkebunan belimbing yang dinilai dari jumlah keanekaragaman serangga tanah.
3. Data yang telah diperoleh dan hasil penelitian yang telah dilakukan diharapkan dapat dimanfaatkan dan dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel serangga bawah tanah hanya dilakukan di kedua Perkebunan Belimbing dengan perlakuan yang setiap lokasinya berbeda milik pak kartiko yang terletak di Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada keanekaragaman dan kepadatan serangga bawah tanah yang ada pada galian *handsorted* dengan kedalaman 10 cm, 20 cm dan 30 cm dengan lebar ukuran (30x30) cm.
3. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2025
4. Faktor fisika dan kimia tanah yang diamati diantaranya adalah suhu tanah, kelembapan tanah, pH tanah, Kalium, N-total, Fosfor, C-organik, Bahan Organik, dan C/N rasio.
5. Identifikasi serangga dilakukan sampai pada tingkat genus menggunakan BugGuide.net.
6. Penelitian dilakukan pada saat tanaman belimbing fase generatif.
7. Penelitian hanya dilakukan pada serangga bawah tanah pada fase dewasa.
8. Parameter yang dihitung hanya pada Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (Cs), Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan, Kepadatan jenis, Kepadatan relatif, dan analisis korelasi serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serangga

Menurut Trisyono (2019), serangga adalah kelompok hewan dengan jumlah spesies terbesar yang melakukan berbagai tugas di lingkungan perkebunan, termasuk penyerbuk, hama ternak dan tanaman pertanian, predator, penyerbuk, parasitoid, dan vektor penyakit. Keberadaan serangga akan dipengaruhi oleh makanan yang tersedia di alam (Alrazik dkk., 2017). Dengan 250.000 spesies, keanekaragaman serangga di Indonesia sangat dihargai (Bappenas, 1993). Terdapat 30–80 juta spesies yang meliputi keseluruhan keanekaragaman serangga di Bumi, yang merupakan 50% dari keseluruhan spesies (Fakhrah, 2016).

Al-Qur'an adalah kitab suci yang diturunkan oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam sebagai pedoman hidup bagi umat Islam. Isi Al-Qur'an mencakup berbagai masalah kehidupan dan menawarkan solusi untuk setiap permasalahan. Sebagai petunjuk bagi umat manusia, Al-Qur'an menyoroti keagungan dan kebenaran penciptaan Allah, serta menjadi bukti adanya penemuan ilmiah, termasuk yang berkaitan dengan serangga.

Allah Subhanahu wa Ta'ala menciptakan segala sesuatu di dunia ini dengan tujuan, sehingga tidak ada yang sia-sia. Setiap ciptaan-Nya memiliki manfaat tersendiri bagi kehidupan. Allah Subhanahu wa Ta'ala berfirman dalam Q.S. Al-Baqarah [2]: 164 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ۚ وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ١٦٤

Artinya: “Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang bahtera yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.”. (Q.S Al-Baqarah [2]: 164)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah Subhanahu wa Ta'ala menciptakan berbagai jenis hewan dengan bentuk, ukuran, warna, dan manfaat yang berbeda-beda, sebagai tanda kebesaran dan keesaan-Nya. Hanya manusia yang mau berpikir yang dapat memahami hal ini (Kemenag, 2012). Karena itu, ayat tersebut bisa menjadi dorongan bagi manusia untuk memanfaatkan hewan, termasuk melalui proses domestikasi yaitu penjinakan hewan dan penyesuaian tumbuhan agar bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu kelompok hewan yang sering luput dari perhatian namun memiliki peran penting adalah serangga bawah tanah. Serangga ini tidak hanya bervariasi dalam bentuk dan ukuran, tetapi juga memiliki manfaat besar, seperti membantu proses penguraian bahan organik di tanah serta menjadi indikator alami kesuburan tanah. Dengan memahami peran penting serangga ini, manusia seharusnya semakin terdorong untuk menjaga dan memanfaatkannya secara bijak sesuai dengan kehendak Allah.

2.1.1 Deskripsi Umum Serangga bawah Tanah

Serangga termasuk dalam filum arthropoda dan termasuk dalam kasta animalia. Artropoda berasal dari bahasa Latin *arthros*, yang berarti sendi, dan *poda*, yang berarti kaki, dan oleh karena itu, sehingga dapat diartikan sebagai hewan dengan anggota badan yang disatukan. Istilah “serangga” atau “hexapod”

berasal dari bahasa latin hexa yang berarti enam dan poda yang berarti kaki. Serangga yang keberlangsungan hidupnya berada di tanah, baik di dalam maupun di atas, disebut serangga tanah (Busnia, 2006).

Serangga bawah tanah memiliki ukuran, bentuk, jumlah sayap, jumlah kaki, dan perilaku adalah beberapa tanda keanekaragaman serangga. Serangga dapat bertahan karena memiliki rangka luar, juga dikenal sebagai eksoskeleton. Tubuh serangga didukung oleh kulitnya yang luar. Serangga kecil sehingga memiliki lebih banyak makanan untuk dimakan dan lebih mudah melawan musuh. Beberapa jenis serangga dapat berfungsi sebagai hama pada tanaman karena kemampuan untuk beradaptasi dengan ekosistemnya, sehingga tanaman menjadi resisten terhadap insektisida (Fakhrah, 2016).

Serangga dapat menjadi herbivor dengan memakan serasah tanaman yang telah mati dan bagian tanaman di atas akar. Sebagai organisme heterotrof, serangga tanah memakan makhluk hidup lain untuk bertahan hidup. Serangga tanah di suatu tempat dapat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber makanan dan energi. Serangga tanah dapat mengurai dan menggabungkan bahan organik di dalam tanah, yang memungkinkan proses berjalan lebih cepat (Anwar dan Cinta, 2013).

Keberadaan serangga bawah tanah dapat dipengaruhi oleh habitat mereka. Kondisi yang ada di suatu wilayah memengaruhi keberadaan serangga tanah dan kepadatan populasi. Faktor-faktor biotik dan abiotik juga memengaruhi populasi serangga. Faktor biotik termasuk tumbuh-tumbuhan dan golongan hewan lainnya; faktor fisik termasuk suhu, kadar air, porositas, dan tekstur tanah; dan faktor

kimia termasuk pH, kadar organik tanah, dan unsur-unsur mineral tanah. Faktor abiotik juga mempengaruhi struktur komunitas serangga tanah di suatu habitat. Selain itu, berbagai organisme akan berinteraksi satu sama lain dalam suatu komunitas. Ini termasuk predasi, kompetisi, mutualisme, parasitisme, amensalisme, neutralisme, dan komensalisme (Hariyanto dkk., 2008).

Berdasarkan tempat tinggalnya, serangga tanah terbagi menjadi tiga kategori: epigeon adalah serangga tanah yang hidup di permukaan tanah pada lapisan tumbuh-tumbuhan; hemieudafon adalah serangga tanah yang hidup pada lapisan organik tanah; dan eudafon adalah serangga tanah yang hidup pada lapisan mineral tanah (Anwar dan Cinta, 2013).

Berdasarkan jenis makanan yang mereka makan, serangga tanah dapat dibagi menjadi lima jenis: 1) Herbivora atau Fitofagus adalah serangga tanah yang memakan bagian tumbuhan (kayu, akar, dan daun), seperti Orthoptera. 2) Omnivora adalah serangga tanah yang memakan hewan dan tumbuhan, seperti Demaptera dan Orthoptera. 3) Karnivora adalah serangga tanah yang memakan predator, seperti Hymenoptera dan Coleoptera. 4) Detrivora atau Saprofag adalah serangga tanah yang memakan benda mati yang telah membusuk, seperti Collembola, Thysanura, dan Diplura. 5) Mycrophytic adalah serangga yang memakan hifa dan spora jamur, seperti Diptera, Coleoptera, dan Hymenoptera (Kramadibrata, 1995).

2.1.2 Morfologi Serangga bawah Tanah

2.1.2.1 Kepala (Caput)

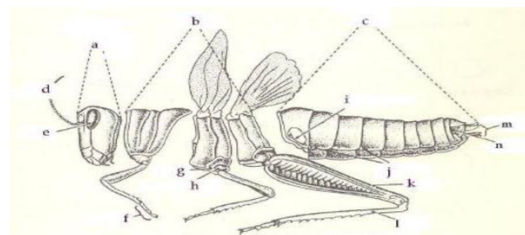
Bagian pertama tubuh serangga adalah kepala. Kepala serangga terdiri dari empat hingga tujuh segmen tubuh, yang berfungsi untuk menerima rangsangan, mengolah data otak, dan mengumpulkan makanan. Mulut, mata, dan antena merupakan bagian kepala serangga (Gambar 2.1) (Borror *et al.*, 1996).

Antena pada serangga terletak di bagian kepala, tepatnya di antara atau di bawah mata majemuk (Gambar 2.1). Struktur ini berfungsi sebagai alat untuk mendeteksi rangsangan dari lingkungan, serta berperan sebagai organ pendengar, pembau, peraba, dan pengecap. Antena serangga memiliki beragam bentuk, yang masing-masing khas pada jenis serangga tertentu. Beberapa jenis bentuk antena tersebut antara lain: (1) Setaseus, berbentuk seperti duri, ditemukan pada capung dan peloncat daun; (2) Filiform, menyerupai benang dengan ruas-ruas silindris yang seragam, terdapat pada kumbang tanah dan kumbang harimau; (3) Moniliform, mirip untaian manik-manik dengan ruas bulat yang sama ukuran; (4) Serrata, berbentuk seperti gergaji dengan tepi menyerupai segitiga, terlihat pada kumbang loncat balik; (5) Pektinat, menyerupai sisir, ramping dan memanjang dengan tonjolan menyamping; (6) Klavat, berbentuk seperti gada, membesar ke arah ujung, ditemukan pada kumbang hitam; (7) Genikulat, berbentuk siku-siku dengan ruas pertama panjang dan ruas berikutnya kecil serta melengkung, tampak pada semut calsid dan kumbang rusa; (8) Plumosa, menyerupai bulu dengan rambut panjang dan ruas yang tampak berkelompok; (9) Aristat, membesar di ujung dengan banyak rambut di sisi atas, terdapat pada lalat rumah dan lalat

syrphid; (10) Stilat, memiliki tonjolan menyerupai jarum halus, terlihat pada lalat perompak dan lalat penyelinap (Borror *et al.*, 1996).

Mata serangga terbagi menjadi dua jenis, yaitu mata tunggal dan mata majemuk, yang berfungsi sebagai organ penglihatan. Mata majemuk, atau mata faset, ditemukan pada serangga dewasa dan terdiri dari ribuan ommatidia. Bayangan yang dihasilkan oleh mata majemuk ini berbentuk mozaik. Sementara itu, mata tunggal berfungsi untuk membedakan intensitas cahaya dan tidak membentuk bayangan (Borror *et al.*, 1996).

Mulut serangga terdiri dari beberapa bagian, yaitu: 1) Mandibula (rahang), yang berfungsi untuk menyobek makanan atau objek, terletak di belakang labrium dan memiliki sklerotisasi yang kuat; 2) Maksila, yang berada di belakang mandibula dan berfungsi untuk menghancurkan makanan; 3) Labium, yang terletak di belakang maksila, terdiri dari bagian pramentum, mentum, dan submentum; 4) Labrum, yang dikenal sebagai bibir atas, terletak di bawah klipeus di sisi anterior kepala dan di bagian mulut lainnya (Suheriyanto, 2008).



Gambar 2.1. Morfologi umum serangga, dicontohkan belalang (Orthoptera)
 (a) kepala, (b) toraks, (c) abdomen, (d) antena, (e) mata, (f) tarsus, (g) koksa, (h) trokhanter, (i) timpanum, (j) spirakel, (k) femur, (l) tibia, (m) ovipositor, (n) serkus (Hadi dkk., 2009).

2.1.2.2 Dada (Toraks)

Toraks pada tubuh serangga terbagi menjadi tiga segmen, di mana setiap segmen memiliki satu pasang kaki. Karena memiliki enam kaki, serangga juga dikenal sebagai hewan heksapoda. Toraks terdiri dari tiga ruas, dengan sepasang tungkai di setiap ruas. Jika serangga memiliki sayap, sayap tersebut terletak pada tungkai kedua dan ketiga, dan biasanya terdapat dua pasang sayap (Suheriyanto, 2008).

Tungkai pada tubuh serangga memiliki bentuk yang bervariasi sesuai dengan fungsinya, seperti untuk berjalan (pada semut dari keluarga Formicidae), menggali (pada jangkrik dari keluarga Gryllidae), dan menangkap (pada walang sembah dari keluarga Mantidae). Tungkai serangga terdiri dari enam ruas yang bersklerotisasi, yaitu: 1) Koksa, sebagai ruas dasar; 2) Trokanter, yang terletak di bawah koksa; 3) Femur, bagian tungkai pertama yang panjang; 4) Tibia, ruas di bawah femur yang juga panjang; 5) Tarsus, terdiri dari ruas-ruas kecil yang terletak di belakang tibia; 6) Pretarsus, yang merupakan bagian dari kuku atau mirip seta yang berada di ujung tarsus.

Serangga memiliki sayap yang tumbuh dari dinding tubuh, terletak di bagian dorso-lateral antara nota dan pleura. Sayap serangga berjumlah sepasang dan terletak pada ruas metatoraks dan mesotoraks. Sayap ini memiliki pola tertentu yang mempermudah proses identifikasi. Di dalam sayap serangga terdapat rangka dengan struktur berongga, yang menjadi tempat berkumpulnya banyak saraf, hemolimfa, dan trakea (Borror *et al.*, 1996).

2.1.2.3 Perut (Abdomen)

Serangga memiliki 11 ruas abdomen, yang berfungsi untuk reproduksi, ekskresi, dan menampung sistem pencernaan (Borror *et al.*, 1996). Anatomi serangga memiliki ciri-ciri seperti saluran pernapasan, sistem peredaran darah yang terbuka, dan saluran pencernaan yang terdiri dari tiga bagian (Suheriyanto, 2008). Spirakel, yang terletak di dekat membran pleural pada setiap segmen di kedua sisi abdomen, terdapat pada tubuh serangga dewasa. Spirakel berfungsi sebagai penghubung antara sistem respirasi dan lingkungan luar serangga. Anus terletak di ujung abdomen dan berfungsi sebagai saluran pembuangan sisa-sisa pencernaan. Serangga betina memiliki ovipositor yang terletak pada segmen abdomen kedelapan dan kesembilan, berfungsi untuk meletakkan telur (Meyer, 2003).

2.1.3 Klasifikasi Serangga bawah Tanah

Serangga terbagi menjadi dua kelompok besar, Apterygota dan Pterygota, berdasarkan struktur sayap, bagian mulut, metamorfosis, dan bentuk tubuhnya. Apterygota memiliki 4 ordo, dan Pterygota memiliki 20 ordo, dengan 12 ordo yang berfungsi sebagai serangga bawah tanah, seperti ordo Thysanura, ordo Protura, ordo Isoptera, ordo Orthoptera, ordo Plecoptera, ordo Dermaptera, ordo Tysanoptera, ordo Hemiptera, ordo Coleoptera, ordo Mecoptera, ordo Diptera, dan ordo Hymenoptera (Lilies, 1992).

Menurut Borror *et al.* (1996), kriteria klasifikasi serangga bawah tanah adalah sebagai berikut:

1. Ordo Thysanura

Serangga yang berukuran sedang hingga kecil ini biasanya memiliki bentuk memanjang dan agak gepeng, serta dilengkapi dengan struktur seperti ekor di ujung posterior abdomen. Tubuhnya hampir sepenuhnya tertutup oleh sisik-sisik. Bagian mulutnya terdiri dari mandibula. Mata majemuknya kecil dan sangat lebar, terpisah satu sama lain, sementara mata tunggal tidak ditemukan. Tarsi terdiri dari 3 hingga 5 segmen, dan struktur seperti ekor yang ada adalah cerci. Abdomen memiliki 11 ruas, meskipun ruas terakhir sering kali sangat menyusut. Ordo Tysanura terbagi menjadi tiga familia, yaitu Lepidotrichidae, Lepismatidae, dan Necoletiidae. Gambar Ordo Thysanura seperti pada contoh gambar 2.2.

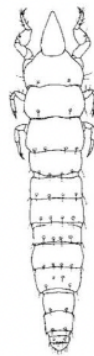


Gambar 2.2. Ordo Thysanura (Timothy, 2005)

2. Ordo Protura

Ordo Protura memiliki tubuh kecil berwarna keputih-putihan, dengan panjang antara 0,6 hingga 1,5 mm. Kepala memiliki bentuk agak konis dan tidak memiliki mata maupun antena. Bagian mulutnya tidak dirancang untuk menggigit,

melainkan digunakan untuk mengeruk partikel makanan yang kemudian dicampur dengan air liur dan dihisap ke dalam mulut. Ordo ini terdiri dari beberapa familia, yaitu Eosentomidae, Protentomidae, dan Acerentomidae. Gambar Ordo Protura seperti pada contoh gambar 2.3.



Gambar 2.3. Ordo Protura (Timothy, 2005)

3. Ordo Isoptera

Kata "Isoptera" berasal dari "iso" yang berarti sama dan "ptera" yang berarti sayap. Isoptera adalah serangga sosial yang memiliki beberapa golongan, yaitu golongan reproduktif, pekerja, dan serdadu. Golongan serdadu memiliki ciri khas kepala yang sangat berskleretisasi, memanjang, hitam, dan besar, yang berfungsi untuk pertahanan. Mandibula mereka sangat panjang, kuat, berkait, dan dimodifikasi untuk memotong. Beberapa genus memiliki kepala yang pendek dan persegi, yang berfungsi untuk menutup pintu masuk ke sarang. Dalam sebuah koloni, golongan pekerja biasanya berjumlah paling banyak. Golongan ini berwarna pucat, memiliki tubuh lunak, dan mulut tipe pengunyah yang digunakan untuk membuat dan memperbaiki sarang. Golongan pekerja juga bertugas

memberi makan dan merawat anggota koloni. Ada beberapa ciri yang membedakan familia, misalnya, keluarga Rhinotermitidae memiliki ubun-ubun dan sayap yang tebal, dengan sisik sayap yang lebih panjang dari pronotum yang datar. Jika sisik sayap depan lebih pendek dari pronotum, mereka termasuk dalam familia Termitidae. Sementara itu, mata tunggal dengan 16 antena yang memiliki kurang dari 21 ruas, atau tanpa mata tunggal, dimasukkan dalam familia Hodotermitidae. Gambar Ordo Isoptera seperti pada contoh gambar 2.4.

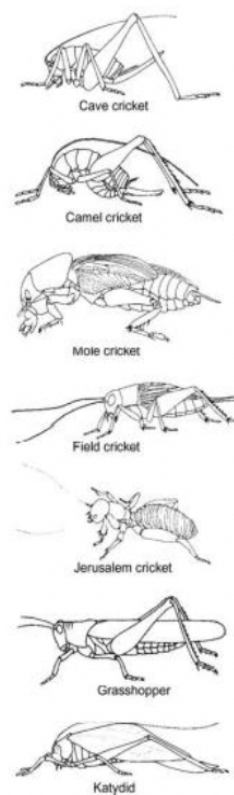


Gambar 2.4. Ordo Isoptera (Timothy, 2005)

4. Ordo Orthoptera

Ordo Orthoptera meliputi serangga yang ada yang bersayap dan ada yang tidak. Serangga yang bersayap biasanya memiliki empat sayap. Sayap-sayap ini memanjang, memiliki banyak rangka, agak tebal, dan disebut tegmina. Sayap belakangnya berselaput tipis, lebar, juga memiliki banyak rangka, dan saat istirahat biasanya terlipat seperti kipas di bawah sayap depan. Tubuhnya

memanjang, dengan cerci yang terbentuk dengan baik, serta antena yang relatif panjang dan terdiri dari banyak ruas. Bagian mulutnya adalah tipe mengunyah. Anggota ordo Orthoptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Grillotalpidae, Tridactylidae, Tetrigidae, Eusmastracidae, dan Acrididae. Gambar Ordo Orthoptera seperti pada contoh gambar 2.5.

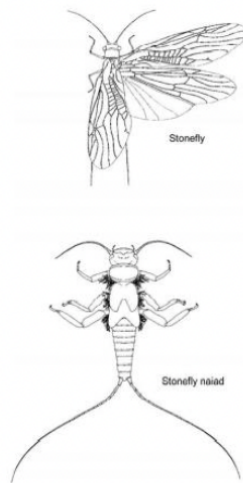


Gambar 2.5. Ordo Orthoptera (Timothy, 2005)

5. Ordo Plecoptera

Serangga yang berukuran medium (kecil) ini memiliki bentuk yang agak gepeng, bertubuh lunak, dan berwarna kelabu, biasanya ditemukan di dekat aliran air yang berbatu. Sayap depannya memanjang, agak sempit, dan sering kali

memiliki rangka sayap yang menyilang. Antena panjang, ramping, dan terdiri dari banyak ruas. Tarsi terdiri dari 3 ruas, dan terdapat cerci yang bisa panjang atau pendek. Bagian mulutnya adalah tipe pengunyah, meskipun pada banyak serangga dewasa, bagian ini sering kali menyusut. Anggota ordo Plecoptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Pteronarcyidae, Capniidae, Leuctridae, dan Perlidae. Gambar Ordo Plecoptera seperti pada contoh gambar 2.6.



Gambar 2.6. Ordo Plecoptera (Timothy, 2005)

6. Ordo Dermaptera

Serangga ini memiliki tubuh yang memanjang, ramping, dan agak gepeng, menyerupai kumbang pengembara, tetapi dengan cerci yang berbentuk seperti apit. Individu dewasa bisa memiliki sayap atau tidak, dengan satu atau dua pasang sayap. Jika bersayap, sayap depan pendek, mirip kulit, tanpa rangka sayap, sedangkan sayap belakang berselaput tipis dan membulat. Serangga ini menangkap mangsa menggunakan forcep yang diarahkan ke mulut dengan cara melengkungkan abdomen di atas kepala. Mereka aktif pada malam hari.

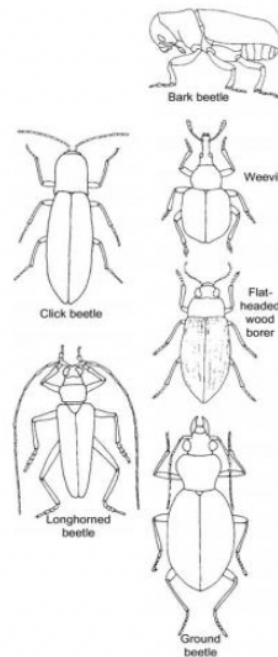
Pembagian familia didasarkan pada perbedaan antena. Anggota ordo Dermaptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Forficulidae, Chelisochidae, Labiidae, dan Labiduridae. Gambar Ordo Dermaptera seperti pada contoh gambar 2.7.



Gambar 2.7. Ordo Dermaptera (Timothy, 2005)

7. Ordo Coleoptera

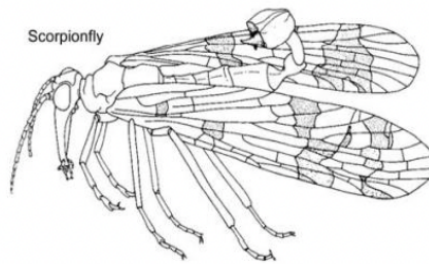
Coleoptera berasal dari kata "coleo," yang berarti selubung, dan "ptera," yang berarti sayap. Serangga ini memiliki 4 sayap, dengan pasangan sayap depan yang tebal seperti kulit atau keras dan rapuh, biasanya bertemu dalam satu garis lurus di bawah tengah punggung dan menutupi sayap belakang. Pembagian familia terdiri dari 19 berdasarkan perbedaan elytra, antena, tungkai, dan ukuran tubuh. Anggota ordo Coleoptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Carabidae, Staphylinidae, Silphidae, dan Scarabaeidae. Gambar Ordo Coleoptera seperti pada contoh gambar 2.8.



Gambar 2.8. Ordo Coleoptera (Timothy, 2005)

8. Ordo Mecoptera

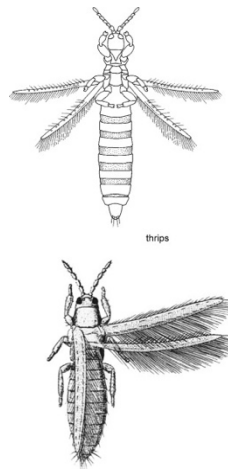
Ordo Mecoptera berasal dari kata "meco," yang berarti panjang, dan "ptera," yang berarti sayap. Serangga ini memiliki tubuh ramping dengan ukuran yang bervariasi. Kepala mereka panjang, dengan alat mulut penggigit yang memanjang ke bawah berbentuk seperti paruh. Sayapnya panjang, sempit, dan menyerupai selaput, sementara larvanya memiliki bentuk, ukuran, dan susunan yang mirip dengan ulat. Alat kelamin jantan menyerupai capit pada kala jengking dan terletak di ujung abdomen. Ciri pembeda antara familia adalah pada tungkai dan sayap. Anggota ordo Mecoptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Bittacidae, Boreidae, Meropeidae, Panorpidae, dan Panorpididae. Gambar Ordo Mesoptera seperti pada contoh gambar 2.9.



Gambar 2.9. Ordo Mecoptera (Timothy, 2005)

9. Ordo Tysanoptera

Serangga dari Ordo Thysanoptera adalah serangga yang sangat kecil dan dapat berfungsi sebagai hama, vektor virus tanaman, atau predator. Serangga ini dikenal dengan nama umum "Trips," dengan panjang tubuh rata-rata sekitar 1,5 mm. Sebagian besar spesies dalam ordo ini berperan sebagai hama pada berbagai jenis tanaman. Mereka memiliki perilaku makan yang meliputi memarut dan menghisap, yang menyebabkan kerusakan pada jaringan tanaman. Kerusakan ini dapat terlihat pada kulit buah jeruk, paprika, alpukat, dan mangga, serta pucuk daun yang mengeriting dan tampak berwarna keperakan, seperti pada tanaman cabai dan kentang (Sartiami, 2008). Gambar Ordo Tysanoptera seperti pada contoh gambar 2.10.



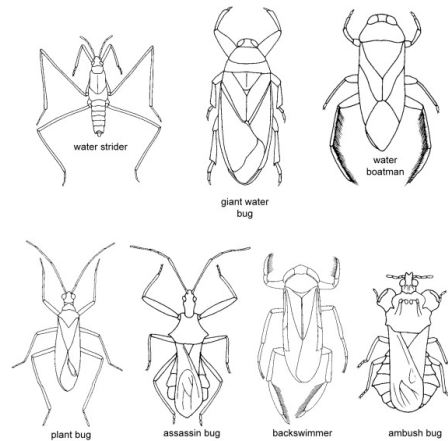
Gambar 2.10. Ordo Tysanoptera (Timothy, 2005)

10. Ordo Hemiptera

"Hemi" berarti "setengah" dan "pteron" berarti "sayap." Beberapa jenis serangga dari ordo ini adalah pemakan tumbuhan dan juga predator yang menghisap tubuh serangga lainnya. Serangga ini memiliki ukuran tubuh yang besar, dengan sayap depan yang dimodifikasi; setengah bagian pangkalnya menebal, sedangkan sebagian lainnya mirip selaput, dan sayap belakangnya tampak seperti selaput tipis. Tipe mulutnya adalah menusuk dan menghisap, terdiri dari moncong (rostrum) yang dilengkapi dengan stylet untuk membantu proses penghisapan. Perkembangan hidup ordo ini melalui tiga stadium, yaitu telur > nimfa > imago. Stadium nimfa dan imago adalah fase yang dapat merusak tanaman (Hidayat, 2000).

Ciri umum ordo Hemiptera meliputi ukuran tubuh yang bervariasi dari kecil hingga besar, dan hampir semuanya memiliki sayap. Sayap depan mereka tebal di bagian pangkal, sementara sayap belakang berbentuk membran. Serangga ini dapat ditemukan di berbagai habitat, baik di darat maupun di air. Ketika

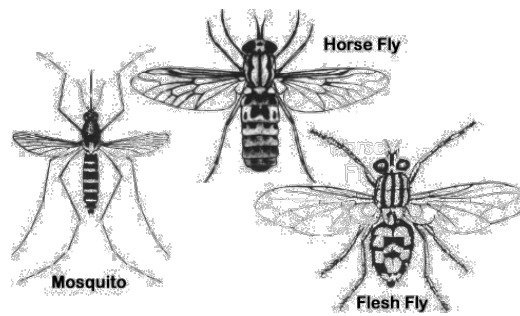
terganggu, ordo ini akan mengeluarkan bau yang tidak sedap dan dapat bertahan hidup cukup lama tanpa makanan (Pracaya, 2004). Gambar Ordo Hemiptera seperti pada contoh gambar 2.11.



Gambar 2.11. Ordo Hemiptera (Timothy, 2005)

11. Ordo Diptera

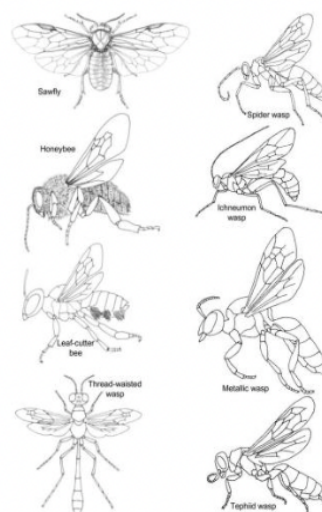
Ordo Diptera berasal dari kata "di," yang berarti dua, dan "ptera," yang berarti sayap. Ukuran tubuh serangga dalam ordo ini bervariasi dan memiliki sepasang sayap di depan, sementara sayap belakangnya mengalami reduksi dan berfungsi sebagai alat keseimbangan. Larva serangga ini tidak memiliki kaki, memiliki kepala kecil, serta tubuh yang halus dan tipis. Mulutnya bertipe penghisap, dengan variasi struktur mulut yang berfungsi sebagai penusuk dan penyerap. Pembagian familia didasarkan pada perbedaan sayap dan antena. Anggota ordo Diptera terbagi menjadi beberapa familia, yaitu Nymphomyiidae, Tricoceridae, Tanyderidae, Xylophagidae, dan Tipulidae. Gambar Ordo Diptera seperti pada contoh gambar 2.12.



Gambar 2.12. Ordo Diptera (Timothy, 2005)

12. Ordo Hymenoptera

Hymenoptera berasal dari kata "hymeno," yang berarti selaput, dan "ptera," yang berarti sayap. Ukuran tubuh serangga dalam ordo ini bervariasi, dan mereka memiliki dua pasang sayap berselaput, dengan vena yang sedikit atau hampir tidak ada pada spesies yang lebih kecil. Sayap depan lebih lebar dibandingkan dengan sayap belakang. Antena terdiri dari 10 ruas atau lebih, dan mulutnya bertipe penggigit serta penghisap. Gambar Ordo Hymenoptera seperti pada contoh gambar 2.13.



Gambar 2.13. Ordo Hymenoptera (Timothy, 2005)

2.2 Manfaat Dan Peranan Serangga

Serangga tanah adalah kelompok hewan yang hidup di dalam tanah. Al-Qur'an, sebagai kitab suci, mengandung banyak ayat yang menjelaskan tentang penciptaan hewan, termasuk serangga. Salah satu ayat yang membahas serangga tanah adalah mengenai semut, yang terdapat dalam surat An-Nur ayat 45 dan berbunyi:

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ
٤٥

Artinya: “Allah menciptakan semua jenis hewan dari air. Sebagian berjalan dengan perutnya, sebagian berjalan dengan dua kaki, dan sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sesungguhnya Allah Mahakuasa atas segala sesuatu”. (Q.S An-Nur ayat 45)

Ayat tersebut menjelaskan kepada manusia untuk menggali pengetahuan dan perjalanan yang terkandung dalam Al-Qur'an. Semua makhluk Allah yang hidup di bumi, seperti tumbuhan, manusia, dan hewan, tersusun dari unsur-unsur yang kompleks. Susunan yang kompleks ini selalu teratur dan rapi, tanpa ada yang tidak teratur, termasuk serangga tanah (Shihab, 2005). Menurut Latumahina (2015), keberadaan semut dapat digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem dan memberikan gambaran mengenai keberadaan organisme lain. Semut juga dapat berfungsi sebagai bioindikator karena jumlahnya yang banyak dan sensitivitasnya terhadap perubahan lingkungan.

Serangga memiliki jumlah yang sangat besar dan memainkan peran penting dalam suatu ekosistem. Peran tersebut mencakup predasi, parasitisme, dekomposisi, herbivori, dan penyerbukan. Menurut Borror *et al.* (1996), serangga

tanah berfungsi sebagai pemakan tumbuhan (dengan banyak anggotanya), parasitoid (serangga yang hidup sebagai parasit pada serangga lain), predator atau pemangsa, serta sebagai penyebar bibit penyakit tertentu.

Sari (2014) mengemukakan bahwa peran utama serangga tanah dalam ekosistem adalah sebagai pengurai bahan organik yang tersedia untuk tumbuhan hijau. Nutrisi tanaman yang berasal dari berbagai residu tumbuhan akan melalui proses dekomposisi, menghasilkan humus yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi tanah. Di samping itu, beberapa jenis serangga tanah dapat digunakan sebagai indikator kesuburan tanah.

2.2.1 Serangga yang Menguntungkan Bagi Manusia

Serangga memiliki berbagai peran positif dalam kehidupan, antara lain sebagai pengurai atau dekomposer, bioindikator lingkungan, penyerbuk (pollinator), parasitoid (musuh alami), dan predator. Mereka juga memberikan manfaat di bidang kesehatan dan menghasilkan bahan-bahan yang berguna bagi kehidupan manusia. Berikut adalah peran positif serangga (Meilin dan Nasamsir, 2016):

1. Serangga Berperan Sebagai Pollinator

Serangga yang berperan sebagai penyerbuk (pollinator) antara lain adalah kupu-kupu dan lebah. Lebah membantu dalam proses penyerbukan bunga tanpa menimbulkan kerugian bagi tanaman. Dibandingkan dengan angin atau serangga lainnya, lebah memiliki peran yang sangat penting dalam penyerbukan. Penelitian menunjukkan bahwa keberadaan lebah di sekitar area pertanaman bunga dapat meningkatkan hasil produksi. Salah satu organ yang dimiliki lebah adalah

proboscis, yang menyerupai belalai gajah dan digunakan untuk mengambil nektar. Kelebihan proboscis adalah kemampuannya untuk mengisap cairan nektar dari bunga. Lebah dapat mengumpulkan nektar dan serbuk sari dari pagi hingga sore hari, dan mereka membutuhkan serbuk sari sebagai sumber lemak dan protein.

2. Serangga Berperan Sebagai Pengurai Atau Decomposer

Serangga berperan sebagai pengurai atau dekomposer dengan memakan bahan makanan yang sudah membusuk, sehingga unsur hara dalam tanah dapat kembali dan membuat tanah menjadi subur. Salah satu contoh dekomposer adalah rayap. Meskipun rayap adalah organisme pemakan bahan organik seperti kayu, perubahan habitat mereka akibat aktivitas manusia telah menjadikan rayap sebagai serangga hama yang merugikan. Salah satu dampak negatif dari kehadiran rayap adalah mereka dapat menjadi hama pada tanaman karet, dengan serangan yang biasanya terjadi pada akar dan batang, yang menyebabkan kerusakan pada bagian-bagian tersebut. Kerusakan ini dapat merusak jaringan pada pohon karet. Namun, di sisi lain, rayap juga memberikan dampak positif, seperti berfungsi sebagai indikator keseimbangan tanah.

3. Serangga Berperan Sebagai Predator Dan Parasitoid

Serangga yang berperan sebagai predator dan parasitoid hidup dengan cara memakan serangga lain, baik dengan mengonsumsi seluruh organ tubuh maupun sebagian dari organ tersebut. Predator dan parasitoid berbeda dalam cara mereka memakan serangga dan pola hidupnya. Predator umumnya memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dan lebih kuat dibandingkan dengan mangsanya. Peran predator dan parasitoid antara lain sebagai agen pengendalian hayati dalam ekosistem.

Salah satu contoh predator adalah semut, yang juga mengonsumsi bahan organik yang terdapat di tanah.

4. Serangga Berperan Sebagai Bioindicator Lingkungan

Serangga yang berfungsi sebagai bioindikator lingkungan memiliki sifat responsif atau sensitif terhadap perubahan yang terjadi dalam suatu ekosistem. Salah satu metode untuk mendeteksi pencemaran di ekosistem perairan adalah dengan mengamati jumlah serangga air yang ada di sana. Ordo seperti Ephemeroptera, Diptera, Trichoptera, dan Plecoptera adalah contoh serangga yang bermanfaat untuk menentukan apakah suatu ekosistem telah tercemar atau masih dalam kondisi alami, karena beberapa ordo tersebut tidak dapat bertahan hidup di lingkungan yang tercemar.

5. Serangga Berperan Sebagai Penghasil Bahan-Bahan yang Berguna bagi Manusia

Lebah madu adalah salah satu contoh serangga yang berkontribusi dalam menghasilkan bahan-bahan yang bermanfaat bagi kehidupan. Lebah madu mampu memproduksi madu dan juga berfungsi sebagai penyerbuk. Di samping itu, ulat sutera dapat menghasilkan lak (*Laccifer lacca*). Belalang juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber lauk pauk karena kandungan gizinya yang melimpah.

6. Serangga Dapat Digunakan Dalam Bidang Kesehatan

Jerawat dapat diatasi dengan memanfaatkan telur belalang. Selain itu, belalang memiliki sifat kering dan panas, sehingga dapat digunakan untuk membantu menurunkan berat badan. Belalang juga berperan dalam penyembuhan

berbagai kondisi, seperti penyakit kuning, sesak napas, infeksi sum-sum tulang, dan kejang.

2.2.2 Serangga yang Merugikan Bagi Manusia

Serangga dapat memberikan dampak negatif dalam kehidupan manusia. Kehadiran serangga sering kali menyebabkan kerusakan pada tanaman akibat serangan hama dan penyebaran penyakit. Contoh serangga yang merugikan termasuk ulat grayak, walang sangit, dan wereng. Selain itu, kupu-kupu yang meletakkan telur di atas daun akan menetas menjadi ulat yang memakan bagian-bagian tertentu dari tanaman. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian bagi petani dan tanaman mereka. Beberapa dampak negatif serangga terhadap manusia antara lain adalah sebagai berikut (Meilin dan Nasamsir, 2016):

1. Serangga Sebagai Pemakan Tumbuhan atau Fitofag

Serangga yang memakan tumbuhan dapat merugikan petani dengan mengonsumsi berbagai bagian tanaman, seperti akar, batang, daun, dan buah. Belalang dan ulat grayak adalah contoh hama yang merugikan bagi petani, sementara hama wereng dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman padi. Serangga pemakan tumbuhan memiliki berbagai habitat, termasuk hidup di dalam tanah, di permukaan tanaman, di dalam jaringan tanaman dengan cara mengorok, serta membentuk puru atau mengorek.

2. Serangga Sebagai Vector Virus pada Tanaman

Penyakit yang disebabkan oleh virus dapat menyerang berbagai tanaman, termasuk kacang-kacangan, ketimun, tomat, cabai, padi, tembakau, dan pisang, yang dibawa oleh vektor serangga. Ketika serangga yang membawa virus

menempel pada tanaman dan mengisap bagian tanaman, virus dapat tertular ke tanaman yang sehat, menyebabkan infeksi. Salah satu contoh virus adalah virus mosaik ketimun (Cucumber Mosaic Virus/CMV), yang dapat menyebabkan gejala mosaik pada ketimun. Selain itu, *Ferrisia virgata* (kutu putih) juga berfungsi sebagai vektor penyakit yang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil.

3. Serangga Sebagai Sumber Penyakit pada Manusia

Sebagian besar penyakit dan kematian pada manusia disebabkan oleh serangga. Negara-negara berkembang juga mengalami dampak serius dari penyakit yang ditularkan oleh serangga, yang menyebabkan beban keuangan yang berat, sehingga mereka kesulitan mengatasinya dan berakibat pada penurunan perekonomian. Serangga yang membawa bakteri, virus, dan parasit di tubuhnya dapat menularkannya kepada manusia melalui gigitan atau tusukan. Contoh yang jelas adalah nyamuk dari genus *Anopheles*, yang menyebabkan penyakit malaria dan berkontribusi pada kematian. Penyakit tifus juga dapat ditularkan oleh caplak, kutu pengisap, dan tungau.

2.3 Tanaman Belimbing

Buah belimbing (*Averrhoa carambola*) adalah buah yang dikenal luas di kalangan masyarakat Indonesia. Buah ini memiliki berbagai sebutan, seperti belimbing amis (Sunda), blimbing legi (Jawa), bainang sulapa (Makasar), dan balireng (Bugis) (Wiryowidagdo & Sitanggang, 2002). Belimbing banyak tumbuh di berbagai daerah, terutama di Demak, dan sering dikonsumsi oleh masyarakat. Mengonsumsi buah yang segar dan kaya akan vitamin, mineral, serat, dan air

dapat membantu melancarkan sekresi saliva, yang berfungsi sebagai pembersih alami gigi, sehingga dapat mencegah karies gigi (Mandalika dkk., 2014).

Menurut Arisandi & Yovita (2005), tumbuhan belimbing memiliki berbagai efek farmakologis, termasuk antiradang usus, antimalaria, antirematik, analgesik, peluruh liur, diuretik, serta kemampuan untuk menghilangkan panas dan melembutkan kulit. Secara visual, bagian dari buah belimbing dapat digunakan sebagai obat untuk mengatasi tekanan darah tinggi, menurunkan kadar kolesterol, mencegah kanker, memperlancar pencernaan, mengobati batuk, serta berfungsi sebagai peluruh air kencing, peluruh lemak, dan untuk radang usus serta influenza (Sukadana, 2009). Buah belimbing diketahui mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, dan saponin, di mana flavonoid kemungkinan merupakan kandungan utama. Efek farmakologis dari buah belimbing (*Averrhoa carambola*) mungkin disebabkan oleh salah satu atau kombinasi dari beberapa senyawa kimia yang terdapat di dalamnya, seperti flavonoid, alkaloid, saponin, protein, lemak, kalsium, fosfor, zat besi, serta vitamin A, B1, dan C (Wiryowidagdo & Sitanggang, 2002).

2.3.1 Morfologi Tanaman Belimbing

Tanaman belimbing (*Averrhoa carambola*) dapat berupa semak, perdu, atau pohon dengan tinggi antara 5 hingga 12 meter. Daun belimbing memiliki ciri-ciri daun yang tersebar dan majemuk, dengan daun menyirip ganjil. Anak daun berbentuk bulat telur memanjang dan meruncing, serta semakin besar ke arah poros. Ciri-ciri bunga belimbing adalah bunga yang muncul di ketiak daun yang masih ada atau di kayu tua yang sudah rontok. Malai bunga terdapat pada ranting

yang langsing, terkadang juga muncul di ketiak daun yang telah rontok, dan kebanyakan malai bunga berkumpul rapat dengan panjang 1,5 hingga 7,5 cm, berwarna merah ungu. Buahnya berbentuk kotak atau buni, dengan buah buni yang bulat memanjang, memiliki lima rusuk yang tajam, berwarna kuning muda, dan panjangnya antara 4 hingga 13 cm. Bakal buah berbentuk persegi lima atau berlekuk lima, dengan tangkai putik yang juga berjumlah lima (Manda dkk., 2012).

2.3.2 Klasifikasi Tanaman Belimbing

Klasifikasi tanaman belimbing menurut Dasgupta dkk (2013) adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Division</i>	: Angiospermae
<i>Class</i>	: Eudicotyledonae
<i>Order</i>	: Sapindales
<i>Family</i>	: Oxalidaceae
<i>Genus</i>	: <i>Averrhoa</i>
<i>Species</i>	: <i>Averrhoa carambola</i>

2.4 Teori Keanekaragaman

2.4.1 Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengukur jumlah keanekaragaman spesies atau kelimpahan spesies dalam suatu komunitas (Rizali, 2002). Rumus untuk menghitung indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') adalah sebagai berikut (Suheriyanto, 2008):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i = -\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman Shannor-Winner

$p_i = n_i/N$

n_i = jumlah individu jenis ke-i

n = jumlah total individu semua jenis

Kriteria indeks keanekeragaman Shannor-Winner adalah sebagai berikut (Leksono, 2007):

$H' < 1$ = keanekaragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$ = keanekaragaman jenis sedang

$H' > 3$ = keanekaragaman jenis tinggi

2.4.2 Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi mengindikasikan apakah ada spesies yang mendominasi spesies lainnya dalam suatu komunitas. Rumus untuk menghitung indeks dominansi adalah sebagai berikut (Somerfield *et al.*, 2008):

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

Keterangan:

C = indeks dominansi

n_i = jumlah total individu dari satu jenis

N = jumlah total individu

Indeks dominansi memiliki nilai kisaran yaitu sebagai berikut (Hoek *et al.*, 2014):

$0.0 < C < 0.50$ = indeks dominansi rendah

$0.50 < C < 0.75$ = indeks dominansi sedang

$0.75 < C < 1.00$ = indeks dominansi tinggi

2.4.3 Indeks Kesamaan Jenis Dari Dua Lahan (C_s)

Indeks kesamaan antara dua lahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus indeks kesamaan (C_s) berdasarkan metode Sorensen. Jika setiap unit sampel memiliki jumlah individu yang sama untuk setiap spesies, maka indeks kesamaan akan mencapai nilai tertinggi dan menunjukkan tingkat homogenitas yang maksimum. Berikut adalah perhitungannya:

$$C_s = \frac{2j}{a + b}$$

Keterangan:

a = jumlah spesies di lahan a

b = jumlah spesies di lahan b

j = total paling sedikit spesies yang mempunyai kesamaan dari kedua lahan

Nilai indeks Sorensen dianggap rendah jika kurang dari 50%, sementara jika nilainya lebih besar dari 50%, maka kesamaan dianggap tinggi (Hadi, 2015).

2.4.4 Indeks Kemerataan

Komponen kedua dari keanekaragaman spesies adalah distribusi seragam spesies. Indeks kemerataan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut, yang diturunkan dari prinsip-prinsip tersebut:

$$e = - \sum \left(\frac{P_i \ln p_i}{\ln s} \right)$$

Keterangan: S = jumlah spesies pada populasi Shanon

Nilai kemerataan yang lebih besar dari 0,75 menunjukkan penyebaran jenis yang merata, sedangkan nilai kemerataan antara 0,50 hingga 0,75 menunjukkan penyebaran yang cukup merata. Nilai kemerataan di bawah 0,50 mengindikasikan penyebaran jenis yang tidak merata (Krebs, 1998).

2.4.5 Indeks Kekayaan

Fitur utama dari keanekaragaman spesies adalah kekayaan spesies. Menurut Subekti (2012), rumus Margalef dapat digunakan untuk menghitung indeks kekayaan jenis dengan cara berikut:

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

Keterangan:

S = jumlah dari semua spesies

N = jumlah dari semua individu

Menurut Subekti (2012), nilai indeks kekayaan yang lebih besar dari 4 menunjukkan bahwa indeks kekayaan dalam kategori baik. Sementara itu, indeks kekayaan dengan nilai antara 2,5 hingga 4,0 menunjukkan kategori moderat atau sedang, dan nilai di bawah 2,5 menunjukkan indeks kekayaan yang buruk.

2.5 Teori Kepadatan

Kepadatan serangga tanah dinyatakan dalam berbagai bentuk, seperti per satuan luas, per satuan penangkapan, per satuan volume, biomassa per unit contoh, dan dalam bentuk jumlah total. Untuk menghitung produktivitas, dapat dilakukan dengan menghitung kepadatan populasi (Suin, 2003).

2.5.1 Kepadatan Jenis

Kepadatan jenis merujuk pada jumlah individu per satuan luas atau volume. Rumus untuk menghitung kepadatan jenis adalah sebagai berikut (Suin, 2003):

$$K \text{ jenis A} = \frac{\text{Jumlah individu jenis A}}{\text{Volume}}$$

K = Kepadatan jenis (individu/m³)

2.5.2 Kepadatan Relatif

Perhitungan kepadatan relatif dilakukan dengan membandingkan kepadatan suatu jenis dengan kepadatan total semua jenis. Hasil kepadatan relatif dinyatakan dalam bentuk persentase. Rumus untuk menghitung kepadatan relatif adalah sebagai berikut (Suin, 2003):

$$KR \text{ jenis} = \frac{K \text{ jenis A}}{\text{Jumlah K semua jenis}} \times 100\%$$

KR = Kepadatan Relatif (%)

Kepadatan relatif (KR) dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Jika A merupakan jenis serangga tanah yang memberikan manfaat bagi tanaman, maka semakin tinggi nilai K/KR menunjukkan bahwa pengelolaan tanaman dan tanah berkontribusi pada keberlanjutan budidaya tanaman.
2. Jika A termasuk jenis serangga tanah yang merugikan dalam sistem pertanian, maka semakin tinggi nilai K/KR menunjukkan bahwa pengelolaan tanaman dan

tanah dapat menjadi tidak menguntungkan secara ekologis, sehingga pada batas tertentu dapat mengancam keseimbangan dalam budidaya tanaman.

2.6 Persamaan Korelasi

Persamaan korelasi adalah metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk mengukur tingkat keterkaitan antara beberapa sifat (Sungkawa, 2013). Simbol untuk nilai koefisien korelasi adalah r , yang nilainya tidak kurang dari -1 dan tidak lebih dari 1 ($-1 \leq r \leq 1$) (Riduwan & Sunarto, 2011). Koefisien korelasi dapat bernilai positif (+) atau negatif (-). Nilai positif (+) menunjukkan adanya hubungan linear searah, sedangkan nilai negatif (-) menunjukkan hubungan linear berlawanan. Nilai nol (0) pada koefisien korelasi menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara kedua karakter tersebut. Korelasi Pearson dinyatakan dengan rumus berikut (Sugiyono, 2008):

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

Keterangan:

r = koefisien korelasi

n = jumlah pengamatan

x = variable bebas

y = variable tak bebas

2.7 Deskripsi Lokasi Penelitian

2.7.1 Kebun Belimbing Anorganik

Kebun belimbing anorganik memiliki luas 2600 m². Lokasi geografis perkebunan belimbing pertama yaitu 7°53'21.5" S, 112°07'18.4" E. Perkebunan

ini ditanami satu jenis tanaman belimbing yaitu belimbing Bangkok merah (*Averrhoa carambola*) yang telah berusia 17 tahun. Pemupukan pada lahan ini menggunakan jenis pupuk NPK dengan kandungan Natrium yang lebih tinggi dan dicampur dengan pupuk urea. Tanaman belimbing diterapkan pemangkasan setiap akan dilakukan pengairan. Hasil panen pada lahan anorganik berkisar 3-5 ton per 3 bulan.



Gambar 2.14. Lokasi pengamatan perkebunan belimbing anorganik (Dokumentasi Pribadi, 2024)

2.7.2 Kebun Belimbing Organik

Kebun belimbing organik memiliki luas sekitar 2400 m². Lokasi perkebunan belimbing kedua yaitu 7°53'44.7" S, 112°07'24.1" E. Perkebunan ini ditanami satu jenis tanaman belimbing yaitu belimbing filipin yang telah berusia 9 tahun. Pemupukan pada lahan ini menggunakan jenis pupuk kompos dengan kotoran kambing, ayam, dan sapi lalu difermentasi. Tanaman belimbing diterapkan pemangkasan setiap akan dilakukan pengairan. Hasil panen pada lahan organik berkisar 3-5 ton per 3 bulan.



**Gambar 2.15. Lokasi pengamatan perkebunan belimbing organik
(Dokumentasi Pribadi, 2024)**

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Teknik eksploratif digunakan untuk mengumpulkan data melalui pengamatan langsung dan pengambilan sampel dari lokasi yang diamati. Beberapa parameter keanekaragaman yang dihitung dalam pengamatan ini meliputi Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (C_s), Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan, serta Kepadatan Jenis dan Kepadatan relatif. Dalam penelitian ini, penghitungan nilai korelasi berfungsi sebagai parameter untuk menilai hubungan antara keanekaragaman serangga bawah tanah dan faktor abiotik.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2024 - Juni 2025 berlokasi di kebun belimbing milik Bapak Kartiko di Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Pengamatan dan identifikasi serangga bawah tanah dilakukan di Laboratorium Optik Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman pangan dan Hortikultura Bedali-Lawang (PATPH) Kabupaten Malang.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Beberapa alat yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian antara lain: lempak, alas, cetok, nampan, tali rafia, botol koleksi (flakon), kuas kecil, pinset, penggaris, alat tulis, plastik, kertas label, kamera, termohigrometer, mikroskop stereo komputer, cawan petri, termometer tanah, pH tanah, soil tester, lux meter, Avenza, QGIS, GPS (*Global Position System*).

3.3.2 Bahan

Beberapa bahan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian antara lain: spesimen serangga bawah tanah, sampel tanah, dan alkohol (kadar 70%).

3.4 Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua jenis serangga bawah tanah yang ditemukan saat *handsorted*.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Observasi

Observasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian yang terdapat di perkebunan belimbing di Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri, observasi ini berguna sebagai gambaran untuk menentukan teknik/metode pengambilan sampel. Data-data kedua titik penelitian dikumpulkan untuk pemasangan transek dan penentuan titik *handsorted* sesuai lokasi yang digunakan.

3.5.2 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

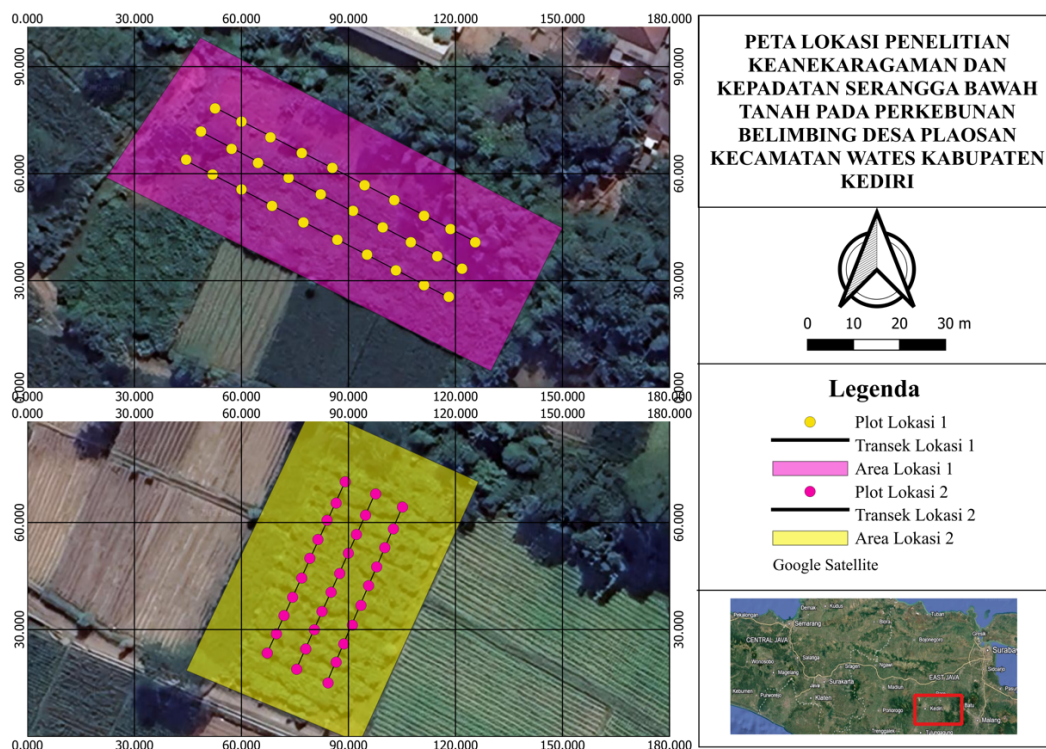
Berdasarkan hasil observasi, maka penentuan lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi dua lokasi, yaitu lokasi satu merupakan kawasan kebun belimbing anorganik dan lokasi dua merupakan kawasan kebun belimbing organik. Perbedaan kedua stasiun dapat dilihat melalui tabel 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel dan gambaran lokasi pengambilan sampel digambarkan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2.

Tabel 3.1. Keterangan Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Keterangan	Stasiun 1	Stasiun 2
Varietas	Belimbing bangkok merah	Belimbing filipin
Titik Koordinat	7°53'21.5" S, 112°07'18.4" E	7°53'44.7" S, 112°07'24.1" E
Umur Tanaman	17 tahun	9 tahun
Jarak Antar Tanam	3 meter	4 meter
Luasan	2.300 m ²	2.400 m ²
Perlakuan	Pupuk NPK (kandungan N nya lebih tinggi dan dicampur dengan urea)	Pupuk Organik (kotoran kambing yang difermentasi)
Pestisida	Pestisida kimia yang mempunyai kandungan dimentoat	Daun sirih, srikaya, sereh merah, daun cengkeh, tembakau, yang diberi gadung, di cacah halus dan di rendam selama 10 hari



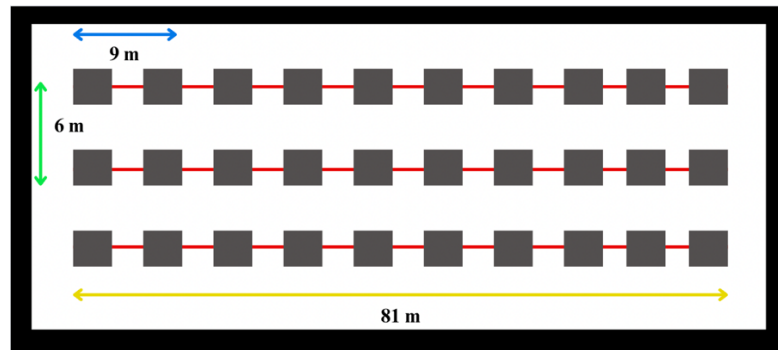
Gambar 3.1. Lokasi penelitian (a) lokasi satu, (b) lokasi dua (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 3.2. Peta lokasi penelitian

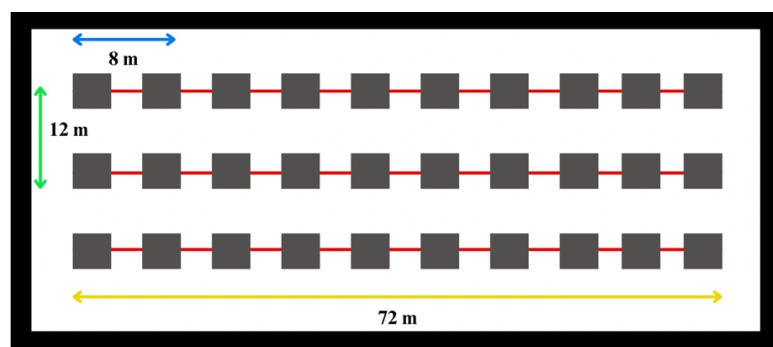
3.5.3 Metode Pengambilan Sampel

Penentuan plot dilakukan dengan metode transek menyesuaikan dengan keadaan lahan. Perkebunan belimbing anorganik menggunakan tiga garis transek dengan jumlah 10 plot pada satu garis transek (Gambar 3.3) Jarak setiap transek yaitu 6 m. Pembuatan plot dilakukan dengan jarak 9 m antar plot dengan total plot sebanyak 30 buah. Pengambilan sampel dilakukan pada tiap plot yang berada di bawah naungan pohon belimbing tepatnya kurang dari 1 meter, dengan fokus pada area tanah yang telah diperlakukan dengan pemberian pupuk, sehingga titik yang digunakan pada perkebunan belimbing anorganik sebanyak 30 buah.



Gambar 3.3. Rancangan Plot Sampel di Perkebunan Belimbing Anorganik (Desain Pribadi, 2025)

Perkebunan belimbing organik menggunakan tiga garis transek dengan jumlah 10 plot pada satu garis transek. Jarak antar transek yaitu 12 m. Pembuatan plot dilakukan dengan jarak 8 m antar plot dengan total pembuatan plot yaitu sebanyak 30 buah (Gambar 3.4). Pengambilan sampel dilakukan pada tiap plot yang berada di bawah naungan pohon belimbing tepatnya kurang dari 1 meter, dengan fokus pada area tanah yang telah diperlakukan dengan pemberian pupuk, sehingga titik yang digunakan pada perkebunan belimbing organik sebanyak 30 buah.



Gambar 3.4. Rancangan Plot Sampel di Perkebunan Belimbing Organik (Desain Pribadi, 2025)

Keterangan:

 : garis transek

 : bentuk plot

 : jarak antar plot

 : jarak antar transek

 : panjang garis transek

Pengambilan sampel dilakukan pada pukul 07.00-11.00 WIB dengan kedalaman penggalian bertahap, yaitu pada kedalaman 10 cm, 20 cm, hingga mencapai 30 cm, dengan luas area pengambilan sampel sebesar 30x30 cm. Sampel diambil tepat di bawah pohon yang telah diberi perlakuan pemupukan, dengan jarak pengambilan kurang dari 1 meter dari batang pohon dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas penangkapan serangga, memantau dampak pupuk terhadap populasi serangga tanah, dan memahami interaksi ekosistem yang terjadi akibat perubahan kondisi tanah dan ketersediaan sumber makanan. Pengambilan sampel menggunakan *handshorted* dilakukan dengan menggunakan alat lempak. Penyortiran serangga bawah tanah dilakukan dengan metode sortir tangan (*Hand Sorting Method*) pada setiap sampel tanah yang sudah diambil. Kemudian sampel tanah diangkat dan dilakukan pengamatan secara langsung di dalam nampan. Setelah itu, spesies di letakkan dalam botol koleksi yang berisi alkohol 70% untuk selanjutnya dilakukan identifikasi.

Pengambilan sampel ini dilakukan pada dua lokasi yang berbeda, yaitu lokasi satu merupakan kawasan kebun belimbing anorganik dan lokasi dua merupakan kawasan kebun belimbing organik. Jarak antara stasiun satu dan dua

kurang lebih satu kilometer. Sampel tanah dimasukkan di wadah plastik dan dibawa ke Laboratorium Tanah, UPT PATPH, Lawang.

Pengamatan hasil identifikasi serangga bawah tanah dimasukkan pada tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2. Hasil pengamatan serangga bawah tanah pada lokasi ke-

No	Spesimen	Stasiun ke-					
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	Plot n
1.	Genus 1						
2.	Genus 2						
3.	Genus 3						
4.	Genus 4						
5.	Genus 5						
Jumlah individu							

3.5.4 Identifikasi Serangga Bawah Tanah

Serangga bawah tanah hasil pengamatan diamati di bawah mikroskop stereo dan selanjutnya diidentifikasi menggunakan BugGuide.net. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus.

3.6 Analisis Tanah

3.6.1 Sifat Fisika Tanah

Analisis sifat fisika tanah meliputi parameter suhu tanah dan kelembaban tanah. Parameter tersebut dilakukan langsung di lapangan yaitu di dalam tanah dengan pengukuran pada setiap plot. Adapun suhu dan kelembaban diukur menggunakan *soil tester* di setiap lokasi pengamatan.

3.6.2 Sifat Kimia Tanah

Sampel tanah diambil secara acak sebanyak 3 ulangan dari setiap lokasi penelitian. Sampel tanah tersebut kemudian disimpan dalam kantong plastik untuk

dilakukan analisa di Laboratorium UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman dan Hortikultura Lawang Kabupaten Malang. Adapun yang di analisis meliputi pH, Kalium, N-total, P (fosfor), C-organik, dan C/N rasio.

3.7 Analisis Data

Data hasil pengamatan dihitung dengan Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (C_s), Indeks Kemerataan, Indeks Kekayaan, serta Kepadatan Jenis dan Kepadatan Relatif. Selanjutnya, koefisien korelasi dari jumlah genus dan faktor abiotik dianalisis dengan aplikasi software PAST 4.17.

3.7.1 Analisis Korelasi

Perhitungan analisis korelasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan linear antara variabel satu dengan variabel yang lain yaitu pada jumlah genus dengan faktor abiotik yang meliputi suhu, kelembapan, pH, C-organik, N-total, C/N, P (fosfor), dan K (kalium) dari sampel tanah. Perhitungan analisis korelasi ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi past 4.17.

Koefisien korelasi sederhana memiliki lambang (r) yang menunjukkan adanya kekuatan atau ukuran hubungan linear antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y). Nilai $r = -1$ = korelasi negatif sempurna (arah hubungan antara x dan y adalah negatif dan sangat kuat), $r = 0$ menunjukkan tidak ada korelasi, $r = 1$ menunjukkan korelasi sangat kuat dan memiliki arah positif. Nilai r dapat dijelaskan dalam tabel 3.3 berikut (Sugiyono, 2008):

Tabel 3.3. Nilai koefisien korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,00	Sangat kuat
0,60 – 0,79	Kuat
0,40 – 0,59	Cukup kuat
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat rendah

(Sugiyono, 2008)

spesimen memiliki panjang tubuh antara 2,3 dan 3,2 mm. Habitus memanjang, subparalel, agak gepeng; warna tubuh, kaki, dan antena biasanya kekuningan atau merah-coklat; pronotum dan elytra sering pucat lateral; dan klub antena biasanya gelap yang merupakan ciri dari ordo coleoptera. Elytra memiliki variasi gelap; mereka dapat memiliki pola gelap yang lebih luas, tidak teratur tetapi simetris, atau mereka dapat memiliki bintik hitam bulat di sepertiga apikal. Ciri khas family nitidulidae adalah elitra yang tidak menutupi seluruh abdomen, sehingga ujung perut terlihat dari atas. Antena memiliki panjang 1,5 kali lebarnya.

Kepala Genus *Epuraea* memiliki tanda baca subcircular yang jelas, menusuk kira-kira seukuran ommatidia, terpisah oleh 0,5–0,6 kali diameternya, dan disela dengan mikro pahatan tipis. Tusukan pada pronotum dan elytra sedikit lebih besar, tetapi keduanya memiliki pahatan mikro yang sama dan jarak yang cukup jauh di antara mereka. Pronotum berukuran 1,45-1,65 kali lebih lebar dan terletak di sepertiga basal, menyempit ke arah sudut belakang yang menonjol, dan tepi anteriornya lebar dengan emarginasi trapesium yang dalam. Apeks elytral membulat lebar. Metaventrit dengan emarginasi tepi belakang berbentuk V lebar. Oleh karena itu, spesimen tersebut dimasukkan ke dalam genus *Epuraea* (Pentinsari, 2019).

Menurut Bugguide.net (2025), *Epuraea* diklasifikasikan sebagai berikut:

Phylum : Arthropoda

Class : Insecta

Order : Coleoptera

Family : Nitidulidae

Genus : *Epuraea*

4.1.1 Jumlah Serangga Bawah Tanah yang Ditemukan pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Hasil identifikasi serangga bawah tanah yang terdapat di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri, beserta peranannya dalam ekosistem terdapat dalam Tabel 4.1 Serangga bawah tanah yang ditemukan pada kedua lokasi terdiri dari 5 ordo (Hymenoptera, Blattoidea, Coleoptera, Orthoptera, Dermaptera) dan terdiri dari 8 famili (Formicidae, Blattidae, Tenebrionidae, Dynastidae, Carabidae, Gryllidae, Anisolabididae, Nitidulidae).

Terdapat 11 genus yang ditemukan di kedua lokasi (*Anoplolepis*, *Brachyponera*, *Dolichoderus*, *Blatta*, *Tenebrio*, *Heteronychus*, *Pterostichus*, *Gryllus*, *Velarifictorus*, *Parisolabis*, dan *Epuraea*) yang mana pada lahan penelitian perkebunan belimbing anorganik ditemukan 9 genus dan ditemukan 11 pada lahan perkebunan belimbing organik. Jumlah individu serangga bawah tanah yang ditemukan pada perkebunan belimbing anorganik sebanyak 102 dan sebanyak 301 individu pada perkebunan belimbing organik (Tabel 4.1) dengan jumlah individu terbanyak pada genus *Dolichoderus* sebanyak 92 individu. Sebanyak 32 individu dari genus yang sama yaitu *Dolichoderus* ditemukan terbanyak pada perkebunan belimbing anorganik. Hasil identifikasi disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Ordo	Famili	Genus	Literatur
Hymenoptera	Formicidae	<i>Anoplolepis</i>	BugGuide.net
		<i>Brachyponera</i>	BugGuide.net
		<i>Dolichoderus</i>	BugGuide.net
Blattoidea	Blattidae	<i>Blatta</i>	BugGuide.net
Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Tenebrio</i>	BugGuide.net
	Dynastidae	<i>Heteronychus</i>	BugGuide.net
	Carabidae	<i>Pterostichus</i>	BugGuide.net
	Nitidulidae	<i>Epuraea</i>	BugGuide.net
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gryllus</i>	BugGuide.net
Dermaptera	Anisolabididae	<i>Velarifictorus</i>	BugGuide.net
Coleoptera	Nitidulidae	<i>Parisolabis</i>	BugGuide.net

Jumlah individu di area perkebunan belimbing di organik cukup banyak karena area ini menggunakan pupuk alami yaitu kompos yang terbuat dari kotoran kambing, ayam, dan sapi yang difermentasi. Kotoran tersebut masih mengandung unsur hara penting yang dibutuhkan oleh serangga detritivor. Di sisi lain, penggunaan pupuk sintetis dapat menyebabkan kematian serangga yang tidak resisten. Menurut Taradhipa, dkk (2019), setiap spesies serangga tanah memiliki tingkat toleransi, kepekaan, dan kemampuan beradaptasi yang berbeda terhadap kondisi yang terus berubah.

4.1.2 Peranan Serangga Bawah Tanah yang Ditemukan Di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Serangga bawah tanah memiliki berbagai macam peran dalam lingkungannya. Peran serangga bawah tanah yang telah ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri yaitu sebagai

detritivor, predator, herbivora, dan dekomposer (Tabel 4.2). Sebanyak 9 genus memiliki peran sebagai detritivor, 5 genus memiliki peran sebagai predator, 3 genus memiliki peran sebagai herbivor, dan 1 genus berperan sebagai dekomposer.

Tabel 4.2 Peranan serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Genus	Anorganik	Organik	Peran	Literatur
<i>Anoplolepis</i>	25	47	Dekomposer	A,B
<i>Brachyponera</i>	26	74	Predator	A,B
<i>Dolichoderus</i>	32	92	Predator	A,B
<i>Blatta</i>	1	12	Detritivor	A,B
<i>Tenebrio</i>	0	11	Detritivor	A,B
<i>Heteronychus</i>	2	7	Herbivor	A,B
<i>Pterostichus</i>	2	9	Predator	A,B
<i>Gryllus</i>	0	6	Detritivor	A,B
<i>Velarifictorus</i>	6	31	Detritivor	A,B
<i>Parisolabis</i>	7	11	Predator	A,B
<i>Epuraea</i>	1	1	Detritivor	A,B

Keterangan:

A : Borror *et al.*, (1996)

B : BugGuide.Net. (2025)

Jumlah individu di area perkebunan belimbing di organik cukup banyak karena area ini menggunakan pupuk alami yaitu kompos yang terbuat dari kotoran kambing, ayam, dan sapi yang difermentasi. Kotoran tersebut masih mengandung unsur hara penting yang dibutuhkan oleh serangga detritivor. Di sisi lain, penggunaan pupuk sintetis dapat menyebabkan kematian serangga yang tidak resisten. Menurut Taradhipa, dkk (2019), setiap spesies serangga tanah memiliki tingkat toleransi, kepekaan, dan kemampuan beradaptasi yang berbeda terhadap kondisi yang terus berubah.

Serangga bawah tanah yang ditemukan pada perkebunan belimbing Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri memiliki empat peran bagi ekosistem yaitu sebagai serangga predator, detritivor, herbivor, dan dekomposer. Peran terbanyak dari serangga bawah tanah pada perkebunan anorganik dan organik yaitu sebagai predator. Berdasarkan jumlah individu serangga bawah tanah yang ditemukan pada kebun belimbing anorganik, sebanyak 59,8% berperan sebagai predator, 13,73% berperan sebagai detritivor, 1,96% berperan sebagai herbivor, dan 24,51% berperan sebagai dekomposer, sedangkan pada kebun belimbing organik, sebanyak 58,47% berperan sebagai predator, 23,59% berperan sebagai detritivor, 2,33% berperan sebagai herbivor, dan 15,61% berperan sebagai dekomposer (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Presentase peranan serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Peranan	Anorganik		Organik	
	Jumlah individu	Presentase (%)	Jumlah individu	Presentase (%)
Predator	61	59,8	176	58,47
Detritivor	14	13,73	71	23,59
Herbivor	2	1,96	7	2,33
Dekomposer	25	24,51	47	15,61
Jumlah	102	100	301	100

Berbagai peranan serangga bawah tanah yang teridentifikasi meliputi predator, detritivor, herbivor, dan dekomposer. Di antara peranan tersebut, serangga bawah tanah sebagai detritivor paling banyak ditemukan, dengan 5 genus yang terdaftar: *Blatta*, *Tenebrio*, *Gryllus*, *Velarifictorus*, *Epuraea*. Presentase serangga bawah tanah yang berperan sebagai detritivor pada

perkebunan belimbing organik adalah sebanyak 13,73%, sedangkan pada perkebunan belimbing organik sebanyak 23,59%. Menurut Yang dan Claudio (2014), detritivor memainkan peran penting dalam mempercepat dekomposisi tanah dengan bantuan serangga bawah tanah dan mesofauna lainnya. Proses ini mencakup interaksi fisik seperti penghancuran material organik, pencernaan dalam saluran pencernaan hewan tanah, penguburan, serta keterlibatan mikroorganisme tanah dalam pemrosesan lebih lanjut. Detritivor sendiri merupakan organisme yang memakan sisa-sisa tumbuhan atau hewan yang telah mati dan mengalami pembusukan (Muhibbuddin, 2020).

Serangga bawah tanah yang berperan sebagai predator mencakup empat genus, yaitu *Brachyponera*, *Dolichoderus*, *Pterostichus*, dan *Parisolabis*. Presentase serangga bawah tanah yang berperan sebagai predator pada perkebunan belimbing anorganik adalah sebanyak 59,8%, sedangkan pada perkebunan belimbing organik sebanyak 58,47%. Kelompok predator menunjukkan persentase tertinggi karena mereka tergolong organisme yang sangat adaptif, memiliki kemampuan jelajah yang luas, serta mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan. Baik pada lahan organik yang relatif alami maupun pada lahan anorganik yang terpapar zat kimia, predator tetap mendominasi berkat ketersediaan mangsa serta kemampuan ekologisnya dalam menjaga kestabilan populasi organisme di dalam tanah. Serangga predator ini memiliki fungsi utama sebagai pemangsa serangga lain. Penerapan serangga predator dalam mengurangi jumlah hama dikenal sebagai metode pengendalian hayati atau biocontrol (Sri, 2017).

Genus serangga bawah tanah yang berfungsi sebagai herbivora yaitu, *Heteronychus*. Presentase serangga bawah tanah yang berperan sebagai herbivor pada perkebunan belimbing anorganik adalah sebanyak 1,96%, sedangkan pada perkebunan belimbing organik sebanyak 2,33%. Keberadaan serangga herbivora sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem hutan. Mereka berkontribusi terhadap produksi hijauan melalui fotosintesis, berperan dalam daur ulang unsur hara, mendukung proses suksesi ekologis pada hutan yang telah tua, serta memengaruhi pola penyebaran dan jumlah pohon yang tumbuh (Paramita, 2017).

Pada perkebunan belimbing, serangga bawah tanah yang berperan sebagai dekomposer berasal dari genus *Anoplolepis*. Presentase serangga bawah tanah yang berperan sebagai dekomposer pada perkebunan belimbing anorganik adalah sebanyak 24,51%, sedangkan pada perkebunan belimbing organik sebanyak 15,61%. Serangga ini berfungsi dengan menguraikan tanaman yang telah tua, sehingga nutrisi yang terkandung di dalamnya kembali ke tanah dan berkontribusi terhadap peningkatan kesuburan tanah (Meilin dan Nasamsir, 2016).

Perbedaan distribusi presentase peranan serangga bawah tanah antara lahan anorganik dan organik mencerminkan dampak perlakuan lahan terhadap komunitas tanah. Pada lahan anorganik, penggunaan pestisida dan pupuk kimia menyebabkan dominasi oleh predator. Sebaliknya, lahan organik dengan pengelolaan alami menciptakan lingkungan tanah yang lebih stabil dan mendukung keberagaman fungsi ekologis serangga, sehingga distribusi peranannya lebih merata.

4.2 Analisis Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi (C), Indeks Kesamaan Jenis dari Dua Lahan (C_s), Indeks Kemerataan (E), dan Indeks Kekayaan

Hasil identifikasi serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing di Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri menunjukkan bahwa ditemukan 11 genus, 8 famili, dan 6 ordo. Berdasarkan serangga bawah tanah yang ditemukan, selanjutnya ditentukan analisis data serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing (Tabel 4.4). Analisis data yang digunakan yaitu indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C), indeks kesamaan jenis dari dua lahan (C_s), indeks kemerataan (E), dan indeks kekayaan.

Tabel 4.4 Analisis komunitas serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

No.	Variabel	Anorganik	Organik
1.	Jumlah Individu	102	301
2.	Jumlah Genus	9	11
3.	Jumlah Famili	6	8
4.	Jumlah Ordo	5	6
5.	Indeks Keanekaragaman (H')	1,526*	1,891*
6.	Indeks Dominansi (C)	0,232	0,195
7.	Indeks Kesamaan Jenis (C_s)	0,475	
8.	Indeks Kemerataan (E)	0,579	0,602
9.	Indeks Kekayaan	1,73	1,752

Keterangan: (*) Uji T dengan P value 0,01 menunjukkan berbeda nyata

Mengacu pada data Tabel 4.4, nilai indeks keanekaragaman (H') serangga bawah tanah di perkebunan belimbing anorganik tercatat sebesar 1,526, lebih rendah dibandingkan dengan organik yang mencapai 1,891. Selisih nilai keanekaragaman ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan dalam sistem pengelolaan perkebunan, yang berdampak pada jumlah individu serangga yang

ditemukan. Kondisi tersebut turut mendukung tingginya nilai indeks keanekaragaman (H') serangga bawah tanah di lokasi tersebut.

Penemuan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Suheriyanto, dkk (2020), yang mengungkapkan bahwa tingginya jumlah genus serangga pada lahan pertanian organik disebabkan oleh ketersediaan bahan organik yang memadai untuk menunjang kehidupan serangga tanah. Di sisi lain, sistem pertanian anorganik yang mengandalkan pestisida dan pupuk kimia cenderung menghasilkan jumlah genus yang lebih sedikit. Keberadaan serangga bawah tanah sangat dipengaruhi oleh kualitas tanah dan kadar bahan organik di dalamnya. Bolly dan Gabriel (2022) menambahkan bahwa bahan organik tanah berkontribusi dalam meningkatkan aktivitas mikroba, yang kemudian menyediakan nutrisi penting bagi organisme tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Hasil uji T terhadap indeks keanekaragaman menunjukkan nilai P sebesar 0,01, yang mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam keanekaragaman serangga bawah tanah antara kedua lokasi perkebunan belimbing. Greenland *et al.* (2016) menyatakan bahwa jika nilai $P > 0,05$, maka perbedaan yang diamati dianggap tidak signifikan secara statistik. Nilai p pada uji t yang ditampilkan dalam Tabel 4.3 sebesar 0,01 mendukung kesimpulan bahwa keanekaragaman jenis serangga bawah tanah di kedua lokasi menunjukkan perbedaan yang nyata.

Indeks dominansi (C) serangga bawah tanah di anorganik tercatat sebesar 0,232, sementara di organik nilainya sebesar 0,195. Kedua nilai tersebut termasuk

dalam kategori dominansi rendah. Chaidir dkk. (2023) menyatakan bahwa nilai indeks C yang berada pada rentang $0 < C \leq 0,5$ diklasifikasikan sebagai dominansi rendah. Rendahnya nilai dominansi ini mengindikasikan bahwa tidak terdapat spesies serangga yang secara signifikan mendominasi di area pengamatan.

Nilai tersebut mengindikasikan bahwa dominansi spesies serangga bawah tanah di perkebunan belimbing organik lebih rendah dibandingkan dengan anorganik. Odum (1993) menyatakan bahwa spesies yang mendominasi dalam suatu komunitas adalah yang memberikan kontribusi terbesar terhadap produktivitas komunitas tersebut. Keanekaragaman yang tinggi cenderung menurunkan tingkat dominansi, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai indeks keanekaragaman, maka nilai indeks dominansi akan semakin rendah.

Nilai indeks kesamaan jenis (C_s) antara anorganik dan 2 pada perkebunan belimbing sebesar 0,475, yang mencerminkan tingkat kesamaan yang rendah di kedua lokasi tersebut. Perbedaan habitat antara kedua wilayah kemungkinan menjadi penyebab utama perbedaan yang ditemukan. Perbedaan kondisi lahan juga tampak di lapangan, di mana kedua lokasi memiliki tingkat naungan yang tidak sama. Rahmi dkk. (2020) menyebutkan bahwa indeks kesamaan komunitas (C_s) berada dalam rentang 0 sampai 1, dan semakin mendekati angka 1, semakin tinggi tingkat kesamaan antar individu dalam komunitas tersebut. Di sisi lain, menurut Achmad dan Muhammad (2021), perbedaan dalam komposisi genus antara kedua lokasi bisa disebabkan oleh variasi penggunaan pupuk dan pestisida kimia, serta perbedaan faktor lingkungan abiotik lainnya.

Indeks kemerataan (E) serangga bawah tanah di perkebunan belimbing anorganik tercatat sebesar 0,579, lebih rendah dibandingkan organik yang memiliki nilai 0,602. Perbedaan nilai kemerataan ini dapat dipengaruhi oleh adanya dominansi spesies tertentu serta variasi jumlah individu serangga yang ditemukan. Dalam beberapa kasus, terdapat jenis serangga yang hanya muncul dalam jumlah sangat sedikit, misalnya satu atau dua individu saja (Tomayahu, 2015).

Nilai indeks kekayaan serangga bawah tanah di anorganik pada perkebunan belimbing adalah 1,73, sementara di organik lebih tinggi, yaitu 21,752. Indeks kekayaan yang lebih besar di organik menunjukkan keberagaman jenis serangga yang lebih banyak dibandingkan anorganik. Hal ini kemungkinan terjadi karena jumlah serta variasi jenis serangga yang ditemukan lebih banyak, mengingat indeks kekayaan mencerminkan total jenis yang ada dalam sebuah komunitas.

4.3 Analisis Kepadatan Jenis dan Kepadatan Relatif Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Analisis terhadap kepadatan genus (K) dan kepadatan relatif (KR) serangga bawah tanah di perkebunan belimbing yang berlokasi di Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, diperlukan guna memperoleh pemahaman mengenai sebaran serta tingkat produktivitas serangga bawah tanah pada kedua lokasi tersebut. Adapun kajian tabelnya sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kepadatan genus (K) dan kepadatan relatif (KR) serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik dan organik

No.	Genus	Anorganik		Organik	
		K(m)	KR(%)	K (m)	KR(%)
1	<i>Anoplolepis</i>	30,864	24,510	58,025	15,615
2	<i>Brachyponera</i>	32,099	25,490	91,358	24,585
3	<i>Dolichoderus</i>	39,506	31,373	113,580	30,565
4	<i>Blatta</i>	1,235	0,980	14,815	3,987
5	<i>Tenebrio</i>	0,000	0,000	13,580	3,654
6	<i>Heteronychus</i>	2,469	1,961	8,642	2,326
7	<i>Pterostichus</i>	2,469	1,961	11,111	2,990
8	<i>Gryllus</i>	7,407	5,882	38,272	10,299
9	<i>Velarifictorus</i>	8,642	6,863	13,580	3,654
10	<i>Parisolabis</i>	1,235	0,980	1,235	0,332
11	<i>Epuraea</i>	0,000	0,000	7,407	1,993
TOTAL		125,926	100,000	371,605	100,000

Berdasarkan hasil analisis kepadatan serangga bawah tanah yang disajikan dalam Tabel 4.5, ditemukan sebanyak 9 genus serangga pada anorganik dan 11 genus serangga pada organik. Di lahan anorganik, genus *Dolichoderus* menunjukkan kepadatan tertinggi, yaitu sebesar 39,506 individu/m³, dengan kepadatan relatif mencapai 31,373%. Adapun di lahan organik, genus *Dolichoderus* juga mencatat nilai kepadatan tertinggi sebesar 113,580 individu/m³ dan kepadatan relatif 30,565%. Genus tersebut termasuk dalam famili semut yang umum ditemukan di habitat sekitar dan berpotensi sebagai bioindikator lingkungan.

Genus *Dolichoderus* memiliki nilai tertinggi pada kedua lokasi, hal tersebut terjadi karena genus *dolichoderus* merupakan genus dengan jumlah individu terbanyak yang ditemukan secara konsisten pada kedua tipe lahan. Genus *Dolichoderus* mendominasi di kedua lokasi penelitian karena memiliki daur hidup

yang relatif panjang, struktur koloni yang stabil, serta perilaku mencari makan (*foraging*) yang fleksibel dan mudah beradaptasi. Kemampuan genus *dolichoderus* untuk menyesuaikan diri terhadap berbagai kondisi habitat tanah, baik di lahan yang dikelola secara anorganik maupun yang dikelola secara organik, turut mendukung keberadaan mereka sebagai genus dengan jumlah individu terbanyak di antara genus lainnya.

Kepadatan jenis merepresentasikan banyaknya individu dari suatu genus dalam setiap satuan luas atau volume sampel, sedangkan kepadatan relatif menunjukkan proporsi jumlah individu genus tertentu dibandingkan dengan total seluruh individu dari semua genus yang ada. Oleh karena itu, dominasi jumlah individu genus *dolichoderus* secara langsung menghasilkan nilai kepadatan jenis dan kepadatan relatif yang paling tinggi secara perhitungan. Semut dikenal sebagai indikator hayati yang baik dalam kondisi lingkungan yang tidak stabil karena kepekaannya terhadap perubahan lingkungan (Susilawati dan Gusti, 2020).

Genus *Epuraea* menunjukkan persentase terendah di lahan organik dan tidak ditemukan di lahan anorganik, karena keberlangsungan siklus hidupnya sangat tergantung pada keberadaan bahan organik yang membusuk serta habitat yang terbatas di lapisan permukaan tanah. Jenis ini cenderung peka terhadap keberadaan pestisida dan kurang mampu bersaing dalam lingkungan tanah yang telah didominasi oleh predator lain yang memiliki kemampuan adaptasi lebih baik. Oleh karena itu, keberadaan genus *epuraea* dapat menjadi indikator bahwa kondisi lingkungan di lokasi penelitian belum sepenuhnya mendukung bagi kelompok serangga saprofitik yang memiliki kebutuhan habitat khusus.

Jumlah genus serangga bawah tanah yang ditemukan di perkebunan belimbing lahan organik lebih banyak dibandingkan dengan lahan anorganik. Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi dalam sistem pemupukan dan penggunaan pestisida di masing-masing lokasi. Penggunaan pupuk dan pestisida kimia di lahan anorganik menyebabkan berkurangnya kepadatan serangga. Nurrohman dkk. (2018) menjelaskan bahwa kandungan bahan kimia di dalam tanah dapat memengaruhi populasi serangga, dan keanekaragaman serangga bawah tanah cenderung meningkat seiring dengan tingginya kadar bahan organik. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Suheriyanto dkk. (2020), yang menyebutkan bahwa sistem pertanian organik cenderung mendukung keberadaan lebih banyak spesies serangga karena tidak menggunakan pestisida. Sebaliknya, sistem pertanian anorganik yang menerapkan pupuk dan insektisida kimia secara intensif dapat mengurangi jumlah spesies serangga bawah tanah dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

4.4 Analisis Faktor Fisika dan Kimia Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

4.4.1 Faktor Fisika

Analisis terhadap karakteristik fisik tanah, yang mencakup suhu dan kelembaban di perkebunan belimbing yang terletak di Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri, disajikan dalam Tabel 4.6. Berdasarkan data dalam tabel tersebut, perbedaan suhu tanah antara kedua lokasi tidak terlalu mencolok, yakni 29 °C di lahan anorganik dan 27,5 °C di lahan organik. Selain nilai rata-rata, tabel 4.6 juga menyajikan nilai standar deviasi (SD) untuk masing-masing

parameter fisika tanah pada kedua perlakuan. Standar deviasi menunjukkan sejauh mana variasi atau penyebaran data dari nilai rata-rata. Semakin kecil nilai SD maka semakin homogen atau konsisten hasil pengukurannya. Secara umum, fauna tanah tergolong dalam kelompok mesofil, yaitu organisme yang dapat hidup dalam rentang suhu tanah antara 10 °C hingga 40 °C (Husamah, 2017).

Tabel 4.6 Hasil analisis sifat fisika tanah pada perkebunan belimbing anorganik dan organik

Sifat fisika tanah	Anorganik	Organik
Suhu Tanah (°C)	29,1 ± 0,12	27,5 ± 0,78
Kelembaban Tanah (%)	69,49 ± 1,35	74,68 ± 1,58

Suhu tanah di perkebunan belimbing pada lahan anorganik tercatat 29,1°C, sedangkan di lahan organik sebesar 27,5°C. Kedua suhu tersebut masih berada dalam kisaran ideal untuk menunjang perkembangan serangga bawah tanah. Rendon *et al.*, (2006) menyatakan bahwa suhu suatu ekosistem dipengaruhi oleh faktor cuaca; pada musim hujan, keberadaan awan dapat menghalangi masuknya sinar matahari, sehingga menurunkan jumlah panas yang diterima oleh lingkungan. Sementara itu, Jumar (2000) menyebutkan bahwa serangga memiliki ambang suhu tertentu untuk dapat bertahan hidup, yaitu suhu minimum 15°C, suhu optimal 25°C, dan suhu maksimum 45°C. Suhu tanah merupakan salah satu elemen penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan serta perkembangan serangga. Selain itu, menurut Rachmasari dkk. (2016), suhu lingkungan berkaitan erat dengan proses metabolisme dan respirasi serangga, yang pada akhirnya berdampak pada kecepatan pertumbuhan dan perkembangan mereka.

Kelembaban tanah di lahan anorganik tercatat sebesar 69,49%, sementara di lahan organik mencapai 74,68%. Kelembaban tanah antara 60–80% merupakan rentang yang umum dan ideal untuk menunjang aktivitas dan keanekaragaman serangga bawah tanah (Haneda dkk., 2022). Setiawati dkk. (2021) menyatakan bahwa kelembaban tanah sangat berperan dalam mendukung kelangsungan hidup serangga, karena kondisi tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan serangga mengalami dehidrasi. Oleh sebab itu, tingkat kelembaban tanah turut memengaruhi jumlah serangga yang dapat hidup di suatu wilayah. Perbedaan kelembaban ini mengindikasikan bahwa lahan organik, dengan tingkat kelembaban yang lebih tinggi, kemungkinan menyediakan lingkungan yang lebih sesuai bagi serangga bawah tanah, sehingga jumlah populasinya lebih besar. Kamila dkk. (2022) juga menekankan bahwa serangga cenderung memilih habitat yang lembap, karena kondisi tersebut berkaitan erat dengan aktivitas nitrifikasi dalam tanah.

4.4.2 Faktor Kimia

Penelitian ini mengevaluasi beberapa parameter kimia tanah, antara lain pH, kandungan karbon organik (C-organik), total nitrogen (N total), perbandingan C/N, bahan organik, serta kadar fosfor (P) dan kalium (K). Selain nilai rata-rata, tabel 4.7 juga menyajikan nilai standar deviasi (SD) untuk masing-masing parameter kimia tanah pada kedua perlakuan. Standar deviasi menunjukkan sejauh mana variasi atau penyebaran data dari nilai rata-rata. Semakin kecil nilai SD maka semakin homogen atau konsisten hasil pengukurannya. Informasi hasil

analisis unsur kimia tanah pada lahan perkebunan belimbing dengan sistem anorganik dan organik ditampilkan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil analisis faktor kimia tanah pada perkebunan belimbing desa plaosan kecamatan wates kabupaten kediri

No.	Faktor Kimia	Anorganik		Organik	
		Nilai	Ket.*	Nilai	Ket.*
1	pH	$6,91 \pm 0,14$	Sedang	$7,10 \pm 0,31$	Sedang
2	C-Organik (%)	$1,34 \pm 0,06$	Rendah	$1,49 \pm 0,02$	Rendah
3	N-Total (%)	$0,10 \pm 0,0009$	Rendah	$0,10 \pm 0,0004$	Rendah
4	C/N rasio	$12,94 \pm 0,6$	Sedang	$14,39 \pm 0,1$	Sedang
5	Bahan Organik (%)	$2,30 \pm 0,1$	-	$2,56 \pm 0,03$	-
6	Fosfor (ppm)	$14,46 \pm 2$	Sedang	$15,72 \pm 1$	Tinggi
7	Kalium (ppm)	$0,25 \pm 0,03$	Rendah	$0,31 \pm 0,02$	Sedang

Keterangan:

* : laboratorium UPT PATPH, Lawang (2025)

Hasil uji kimia tanah menunjukkan bahwa pH tanah di perkebunan belimbing anorganik adalah 6,91, sedangkan di organik mencapai 7,1. Kedua nilai ini termasuk dalam kategori pH yang sedang. Menurut Haneda dkk. (2022), tanah dengan pH netral hingga sedikit asam (sekitar 6–7) cenderung memiliki keanekaragaman fauna tanah yang lebih tinggi dibanding tanah yang terlalu asam atau basa. Tingkat keasaman tanah sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup serangga yang hidup di permukaan maupun di dalam tanah. Menurut Haneda dkk. (2022), pH tanah memengaruhi kelangsungan hidup serangga bawah tanah karena nilai pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat berakibat fatal bagi mereka. Selain itu, keberadaan serasah juga memengaruhi pH

tanah, sebab selama proses penguraian, serasah menghasilkan senyawa asam organik (Hardiansyah dan Noorhidayati, 2020). Suin (2003) mengemukakan bahwa serangga dapat dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan preferensi pH tanah, yaitu asidofil yang menyukai kondisi asam, kalsinofil yang lebih menyukai kondisi basa, serta kelompok indifferen yang dapat bertahan hidup dalam kedua kondisi tersebut.

Hasil analisis kandungan karbon organik (C-organik) pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan bahwa pada anorganik memiliki nilai sebesar 1,34%, sedangkan organik mencapai 1,49%. Kedua nilai tersebut tergolong rendah. Kandungan C-organik tanah yang berada di kisaran 1,5% hingga 3,5% merupakan kondisi yang mendukung habitat fauna tanah termasuk serangga, karena menunjukkan keberadaan bahan organik yang cukup untuk menunjang kehidupan makrofauna (Haneda dkk, 2022). Perbedaan kadar C-organik di antara kedua lokasi ini kemungkinan dipengaruhi oleh variasi kondisi serasah di masing-masing perkebunan. Nurrohman dkk. (2018) menyebutkan bahwa jenis dan komposisi serasah sangat berhubungan dengan keberadaan fauna tanah, karena serasah tersebut akan terurai menjadi bahan organik. Rendahnya kadar C-organik di kedua lahan dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik tanah, yang mungkin dipengaruhi oleh perbedaan dalam penggunaan pupuk. Yuniarti dkk (2019) menyatakan bahwa dosis pupuk yang digunakan dapat memengaruhi kadar bahan organik tanah, dimana penambahan bahan organik akan meningkatkan kadar C-organik di tanah.

Analisis kandungan nitrogen total (N-total) pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan nilai yang sama, yaitu 0,10%, di kedua lokasi. Nilai ini dikategorikan rendah. Tanah dengan kadar nitrogen total 0,2–0,5% termasuk kategori sedang hingga tinggi dan mampu mendukung aktivitas fauna tanah, termasuk serangga bawah tanah, melalui peningkatan aktivitas mikroorganisme dan dekomposisi bahan organik (Haneda dkk, 2022). Kandungan nitrogen di tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Putra dkk. (2022) menjelaskan bahwa pada tanah yang bersifat asam, proses nitrifikasi tidak berlangsung dengan efektif, sehingga mengurangi ketersediaan nitrogen. Selain itu, menurut Setiawati dkk. (2020), rendahnya kandungan nitrogen juga disebabkan oleh hasil proses mineralisasi, di mana mikroba mengubah nitrogen menjadi nitrit (NO_2^-), N_2O , dan N_2 yang kemudian hilang akibat proses volatiliasi.

Hasil analisis rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan nilai 12,94% di anorganik dan 14,39% di organik, yang termasuk dalam kategori sedang. Rasio C/N antara 10–20 menunjukkan dekomposisi bahan organik yang stabil dan ketersediaan nitrogen yang cukup, sehingga mendukung produktivitas mikroorganisme dan keberlangsungan hidup fauna tanah, termasuk serangga bawah tanah (Haneda, dkk. 2022). Rasio C/N pada perkebunan belimbing dengan pengelolaan organik lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan belimbing anorganik. Di perkebunan belimbing anorganik, rasio C/N yang lebih rendah memungkinkan serangga di bawah tanah memanfaatkan nutrisi secara lebih optimal karena bahan organik sudah terurai dengan baik oleh aktivitas mikroba tanah. Saputra dan Syahrul (2021)

menyebutkan bahwa rasio C/N yang tinggi menandakan proses penguraian bahan organik di tanah berlangsung lambat. Kondisi rasio C/N yang tinggi menyebabkan mikroorganisme kekurangan nitrogen untuk memenuhi kebutuhan metabolisme mereka.

Analisis kandungan bahan organik pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan nilai sebesar 2,30% di anorganik dan 2,56% di organik, dengan organik memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi. Tanah dengan kadar bahan organik 2–5% menunjukkan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan keanekaragaman fauna tanah, termasuk serangga bawah tanah (Haneda, dkk 2022). Penurunan bahan organik di tanah dapat terjadi ketika penambahan bahan organik berlangsung lebih lambat dibandingkan dengan proses perombakan seperti dekomposisi dan mineralisasi (Kamsurya dan Samin, 2022). Faktor lain yang memengaruhi perbedaan kadar bahan organik adalah variasi komposisi serasah. Menurut Naharuddin dkk. (2020), tingginya kandungan bahan organik di perkebunan biasanya disebabkan oleh jumlah serasah yang lebih banyak, sehingga proses penguraiannya dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah.

Analisis kandungan fosfor pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan nilai 14,46 ppm di anorganik dan 15,72 ppm di organik, dengan kandungan fosfor di organik lebih tinggi. Anorganik masuk dalam kategori sedang, sedangkan organik tergolong tinggi. Ketersediaan fosfor yang mencukupi (antara 10–30 ppm) mendukung proses dekomposisi dan keberagaman organisme tanah secara tidak langsung, termasuk populasi serangga bawah tanah yang tergantung pada

sistem tersebut (Brady & Weil, 2008). Zainuddin dkk (2019) menjelaskan bahwa kandungan bahan organik tanah berperan dalam ketersediaan unsur fosfor; tanah yang memiliki bahan organik lebih tinggi cenderung memiliki daya serap fosfor yang lebih rendah karena bahan organik memengaruhi fosfor melalui proses mineralisasi. Peningkatan fosfor dalam tanah dapat dicapai dengan menambah bahan organik, karena selama dekomposisi bahan organik menghasilkan asam humat dan asam fulvat yang mengikat kation polivalen, sehingga fosfor dapat dilepaskan ke tanah dan lebih mudah diserap tanaman (Subaedah dkk., 2022).

Analisis kandungan kalium pada lahan perkebunan belimbing menunjukkan nilai 0,25 ppm di anorganik dan 0,31 ppm di organik. Kandungan kalium di organik lebih tinggi dibandingkan dengan anorganik, di mana anorganik termasuk kategori rendah sedangkan organik masuk kategori sedang. Ketersediaan kalium dalam kisaran 0,2–0,5 ppm dianggap cukup untuk menunjang pertumbuhan tanaman dan mikroorganisme tanah yang secara tidak langsung menjadi penentu keseimbangan ekosistem fauna tanah, termasuk serangga bawah tanah (Brady & Weil, 2008). Menurut Trisnawati dkk (2022), kekurangan kalium dalam tanah dapat diatasi dengan pemberian pupuk kalium serta penyesuaian pH tanah. Penambahan pupuk kalium tidak hanya meningkatkan kadar kalium tetapi juga memperkaya bahan organik yang mengandung unsur kalium, sehingga kandungan kalium dalam tanah dapat meningkat.

4.5 Uji Korelasi Serangga Bawah Tanah dengan Faktor Fisika dan Kimia Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

Hubungan antara sifat fisika dan kimia tanah dengan keanekaragaman serangga bawah tanah sangat penting untuk memahami pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan serangga tersebut, serta untuk mengetahui apakah terdapat hubungan positif atau negatif antara faktor abiotik tertentu dengan keanekaragaman serangga bawah tanah. Sifat fisika yang dikaji meliputi suhu dan kelembaban tanah, sedangkan sifat kimia yang dianalisis mencakup pH tanah, kandungan karbon organik, total nitrogen, rasio C/N, bahan organik, serta kadar fosfor dan kalium. Hasil korelasi antara faktor fisika dan kimia tanah dengan keanekaragaman serangga di bawah tanah dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Analisis korelasi sifat fisika dan kimia tanah dengan keanekaragaman serangga bawah tanah

Genus	Faktor Fisika dan Kimia Tanah								
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
X1	-0,84098	0,77362	0,3844	0,67738	0	0,66513	0,67372	0,11208	0,67146
X2	-0,87327	0,88353	0,38846	0,81464	-0,11967	0,81371	0,8112	0,36846	0,6398
X3	-0,7936	0,79835	0,25711	0,75917	0,036682	0,74166	0,75608	0,23897	0,70795
X4	-0,62884	0,75082	0,27215	0,87198	0,19104	0,83394	0,87139	0,33014	0,87878
X5	-0,76722	0,80694	0,3621	0,83496	0,04	0,81476	0,83336	0,28709	0,78
X6	-0,84855	0,7022	0,48381	0,58343	-0,23355	0,59817	0,58159	0,063833	0,4671
X7	-0,75307	0,64783	0,45019	0,62239	-0,11094	0,62185	0,62228	0,03641	0,58244
X8	-0,85692	0,80449	0,61024	0,72164	-0,06536	0,71515	0,71836	0,17306	0,68631
X9	-0,36471	0,23444	-0,31323	0,16399	0,19365	0,14028	0,16233	-0,26589	0,32275
X10	-0,22063	0,24007	0,031408	0,14728	-0,79057	0,23452	0,14814	0,60093	-0,5534
X11	-0,48431	0,5711	0,12639	0,77073	0,19365	0,73311	0,77348	0,18754	0,80687

Keterangan:

Angka tebal menunjukkan nilai tertinggi, X1= *Anoplolepis*, X2= *Brachyponera*, X3= *Dolichoderus*, X4= *Blatta*, X5= *Tenebrio*, X6= *Heteronychus*, X7= *Pterostichus*, X8= *Gryllus*, X9= *Velarifictorus*, X10= *Parisolabis*, X11=

Epuraea., Y1=Suhu, Y2=Kelembaban, Y3=PH, Y4=C%, Y5=N%, Y6=C/N, Y7=BO%, Y8=P, Y9=K

4.5.1 Analisis Korelasi Sifat Fisika Tanah dengan jumlah genus Serangga Bawah Tanah

Hasil analisis korelasi antara suhu tanah dengan jumlah genus serangga bawah tanah menunjukkan nilai tertinggi pada genus *Brachyponera*, yaitu sebesar -0,87327. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan negatif antara suhu tanah dengan keanekaragaman serangga bawah tanah, di mana jumlah individu genus *Brachyponera* berkurang seiring dengan kenaikan suhu tanah. Suhu memengaruhi keberadaan serangga bawah tanah karena berperan dalam metabolisme mereka. Setiap jenis serangga memiliki tingkat toleransi dan kemampuan adaptasi yang berbeda terhadap kondisi lingkungannya. Beberapa genus serangga justru lebih aktif mencari makanan pada suhu yang lebih rendah. Menurut Taradipha dkk. (2019), suhu tubuh serangga sangat bergantung pada suhu lingkungan karena serangga termasuk hewan poikiloterm. Suhu juga memengaruhi aktivitas makan, pertumbuhan, dan reproduksi serangga bawah tanah. Kenaikan suhu akan mempercepat metabolisme serangga, sehingga mereka dapat menyelesaikan siklus perkembangan lebih cepat (Agastya dkk, 2020).

Hasil analisis korelasi antara kelembaban tanah dengan jumlah genus serangga bawah tanah menunjukkan nilai tertinggi pada genus *Brachyponera*, yaitu sebesar 0,8835. Ini menandakan adanya hubungan positif antara kelembaban tanah dengan jumlah serangga genus *Brachyponera*, di mana semakin tinggi kelembaban tanah, semakin banyak individu dari genus tersebut yang ditemukan.

Temuan ini sesuai dengan data dari lahan perkebunan belimbing di anorganik yang memiliki kelembaban tanah (Tabel 4.6) dan jumlah genus yang lebih sedikit dibandingkan dengan organik, yang memiliki kelembaban tanah lebih tinggi (Tabel 4.4). Menurut Jumar (2000), kelembaban tanah yang ideal bagi serangga di habitat tertentu berkisar antara 73% hingga 100%.

4.5.2 Analisis Korelasi Sifat Kimia Tanah dengan jumlah genus Serangga Bawah Tanah

Hasil analisis korelasi antara jumlah genus serangga bawah tanah dengan faktor kimia pH tanah menunjukkan nilai tertinggi pada genus *Parisolabis*, yaitu sebesar 0,0314. Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara pH tanah dengan keanekaragaman serangga bawah tanah, di mana peningkatan pH tanah sejalan dengan bertambahnya jumlah individu genus *Parisolabis*. Tingkat keasaman tanah (pH) sangat berperan penting bagi kelangsungan hidup makrofauna tanah, karena populasi makrofauna dipengaruhi oleh kondisi pH tanah (Nasirudin dan Ambar, 2018).

Hasil analisis korelasi antara serangga bawah tanah dan kandungan karbon organik (C-organik) menunjukkan nilai sebesar 0,87198 pada genus *Blatta*. Hal ini menandakan adanya hubungan positif, di mana peningkatan kadar C-organik di dalam tanah diikuti dengan bertambahnya jumlah individu serangga bawah tanah. Data pada Tabel 4.7 memperlihatkan bahwa kandungan C-organik di lahan perkebunan belimbing anorganik lebih rendah dibandingkan organik, dan jumlah serangga yang ditemukan di anorganik juga lebih sedikit. Menurut Triyogo dkk. (2017), serangga bawah tanah berperan sebagai pengurai bahan organik yang

sangat memengaruhi ketersediaan nutrisi dalam tanah. Semakin tinggi kadar C-organik, kualitas tanah menjadi lebih baik.

Hasil analisis korelasi antara serangga bawah tanah dan kandungan nitrogen total (N-total) menunjukkan nilai tertinggi sebesar -0,7905 pada genus *Parisolabis*, sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.8. Korelasi ini mengindikasikan hubungan negatif, di mana peningkatan kadar N-total di tanah diikuti oleh berkurangnya jumlah serangga bawah tanah. Namun, kandungan N-total di kedua lokasi lahan masih tergolong rendah, sehingga populasi serangga bawah tanah juga relatif sedikit. Menurut Untung (2010), kondisi tanah yang semakin asam dapat memengaruhi kadar nitrogen di dalam tanah. Nitrogen tanah memiliki rentang normal antara 0,21 hingga 0,5%. Kelebihan nitrogen justru dapat merusak struktur tanah dan memberikan dampak negatif terhadap ekosistem tanah, termasuk fauna tanah.

Hasil uji korelasi pada parameter rasio C/N (Tabel 4.8) menunjukkan hubungan positif dengan genus *Blatta* sebesar 0,8339. Ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi rasio C/N dalam tanah, semakin banyak jumlah serangga yang ditemukan. Temuan ini sesuai dengan data di lahan perkebunan belimbing anorganik, yang memiliki rasio C/N sebesar 12,94 dan jumlah individu sebanyak 1, yang lebih sedikit dibandingkan dengan organik yang memiliki 7 individu dengan rasio C/N sebesar 14,39 (Tabel 4.7). Menurut Nopsagiarti dkk. (2020), kelebihan karbon (rasio C/N yang terlalu tinggi) dengan ketersediaan nitrogen yang terbatas dapat membatasi pertumbuhan serangga tanah. Cakir & Makineei (2013) juga menyatakan bahwa tingginya kandungan karbon dan nitrogen, serta

rasio C/N yang tinggi, mencerminkan masuknya unsur hara dalam jumlah besar, meskipun proses dekomposisi berlangsung secara lambat. Selain itu, rasio C/N dalam tanah dapat menggambarkan hubungan langsung antara massa tanah dan populasi organisme yang ada di dalamnya.

Analisis korelasi antara genus serangga bawah tanah dengan parameter bahan organik (BO) menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,8713 pada genus *Blatta* (Tabel 4.8). Hal ini mengindikasikan adanya hubungan positif, yaitu semakin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah, semakin banyak jumlah serangga bawah tanah yang ditemukan. Data ini konsisten dengan temuan di lahan perkebunan belimbing anorganik, yang memiliki kandungan bahan organik sebesar 2,30 (Tabel 4.7) dan jumlah serangga bawah tanah yang lebih sedikit. Kandungan bahan organik tersebut lebih rendah dibandingkan dengan organik yang memiliki nilai 2,56 (Tabel 4.7), di mana jumlah serangga yang ditemukan lebih banyak. Menurut Suin (2003), bahan organik berperan penting dalam menentukan kepadatan populasi organisme tanah; semakin tinggi kadar bahan organik, semakin beragam pula ekosistem tanah yang terbentuk.

Analisis korelasi dengan parameter fosfor menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,6009 pada genus *Parisolabis*. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan positif, di mana peningkatan kandungan fosfor dalam tanah diikuti oleh bertambahnya jumlah individu genus *Parisolabis*. Temuan ini sejalan dengan data yang menunjukkan bahwa genus *Parisolabis* lebih banyak dijumpai di lahan perkebunan belimbing organik, yang memiliki kandungan fosfor lebih tinggi dibandingkan anorganik. Menurut Lubis (2015), tanah yang kaya fosfor

cenderung mendukung populasi serangga bawah tanah yang lebih banyak, karena unsur fosfor di tanah berasal dari bahan organik yang merupakan sisa tanaman.

Hasil analisis korelasi terhadap parameter kalium menunjukkan nilai tertinggi sebesar 0,8787 pada genus *Blatta* (Tabel 4.8). Hal ini mengindikasikan adanya hubungan positif, di mana peningkatan kadar kalium dalam tanah berbanding lurus dengan jumlah individu genus *Blatta* yang ditemukan. Data penelitian mendukung hal ini, dengan kandungan kalium di lahan perkebunan belimbing organik sebesar 0,31 yang terkait dengan ditemukannya 12 individu genus *Blatta*. Sedangkan di anorganik, dengan kandungan kalium 0,25 (Tabel 4.7), jumlah individu genus *Blatta* yang ditemukan adalah 1.

Kalium memiliki peran penting dalam tanah. Menurut Punuindoong dkk. (2018), kalium berkontribusi pada peningkatan kesuburan dan produktivitas tanah serta berfungsi sebagai katalisator bagi unsur-unsur lain di dalam tanah. Dengan meningkatnya kadar kalium, maka nutrisi dan sumber makanan bagi organisme tanah, termasuk serangga bawah tanah, juga semakin melimpah. Hal ini menunjukkan bahwa kadar kalium (K) di lokasi penelitian masih memadai untuk mendukung kehidupan serangga bawah tanah.

Semut termasuk serangga sosial yang memiliki berbagai fungsi ekologis di lahan perkebunan, antara lain membantu proses penyerbukan tanaman, mempercepat dekomposisi bahan organik, memangsa serangga pengganggu, serta berperan sebagai agen pengendali hama alami. Allah Subhanahu wata'ala berfirman dalam Q.S. An-Naml [27]: 18 yang berbunyi:

حَتَّىٰ إِذَا أَتَوْا عَلَىٰ وَادِ النَّمْلِ قَالَتْ نَمْلَةٌ يَا أَيُّهَا النَّمْلُ ادْخُلُوا مَسْكِنَكُمْ لَا يَحْطِمَنَّكُمْ سُلَيْمٌ
وَجُنُودُهُ وَهُمْ لَا يَشْعُرُونَ ١٨

Artinya: “hingga ketika sampai di lembah semut, ratu semut berkata, “Wahai para semut, masuklah ke dalam sarangmu agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan bala tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadarinya” (Q.S An-Naml [27]: 18).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa semua makhluk hidup, termasuk semut, memiliki cara berkomunikasi yang unik dengan sesamanya, bahkan dengan makhluk lain. Semut, misalnya, diketahui menggunakan sistem komunikasi kimiawi seperti feromon—zat berbau yang dikeluarkan dari tubuh dan diterima oleh semut lain melalui penciuman atau sentuhan, yang kemudian menimbulkan reaksi tertentu (Kemenag, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa semut bukan hanya makhluk kecil yang hidup berkelompok, tetapi juga memiliki sistem sosial dan komunikasi yang kompleks. Kemampuan inilah yang mendukung peran penting mereka di ekosistem perkebunan. Sebagai serangga sosial, semut memiliki berbagai fungsi ekologis, seperti membantu penyerbukan tanaman, mempercepat penguraian bahan organik, memangsa serangga pengganggu, dan menjadi agen pengendali hama alami.

Semut merupakan jenis serangga sosial yang berperan sebagai pengurai bahan organik dan juga dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai efek penggunaan pestisida di area perkebunan. Kehidupan semut berlangsung secara berkelompok dengan sistem sosial yang teratur dan pembagian tugas yang jelas. Dalam satu koloni, terdapat tiga tingkatan kasta utama, yaitu ratu sebagai kasta pertama, prajurit sebagai kasta kedua, dan semut pekerja sebagai kasta ketiga (Matlock and Crush, 2002).

Allah Subhanahu wa Ta'ala menciptakan langit, bumi, dan segala isinya untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dan makhluk lainnya. Serangga adalah salah satu contoh ciptaan-Nya yang beragam dan indah. Serangga mampu bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan karena setiap ciptaan Allah memiliki peran yang unik. Allah Subhanahu wata'ala berfirman dalam Q.S Ali-Imron [3]: 190-191 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ ۱۹۰ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ۚ ۱۹۱

Artinya “Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka.” (Q.S Ali-Imron [3]: 190-191)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa setiap makhluk ciptaan Allah, termasuk serangga yang sering dianggap tidak penting, sebenarnya memiliki peran dan manfaat tertentu. Orang yang berpikir akan menyadari keindahan dan keteraturan ciptaan-Nya, serta mengambil pelajaran dari alam semesta sambil terus mengingat Allah (Kemenag, 2012). Oleh karena itu, manusia seharusnya semakin terdorong untuk mempelajari semua makhluk, sekecil apa pun, karena semuanya pasti memiliki manfaat. Bahkan mikroba yang sangat kecil pun telah terbukti memberikan banyak kegunaan, seperti dalam pembuatan obat. Namun demikian, dalam pertanian modern, seperti di kebun belimbing anorganik, penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang berlebihan justru merusak keseimbangan alam

dan diduga menyebabkan berkurangnya jumlah serta keberagaman serangga bawah tanah yang penting bagi ekosistem.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah Pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan, Kecamatan Wates, Kabupaten Kediri adalah sebagai berikut:

1. Genus serangga bawah tanah yang ditemukan di Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri pada lahan anorganik dan lahan organik antara lain terdapat 11 genus antara lain *Anoplolepis*, *Brachyponera*, *Dolichoderus*, *Blatta*, *Tenebrio*, *Heteronychus*, *Pterostichus*, *Gryllus*, *Velarifictorus*, *Parisolabis*, dan *Epuraea*.
2. Indeks keanekaragaman (H') serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik bernilai 2,116, sedangkan pada perkebunan belimbing organik bernilai 2,47. Indeks dominansi (C) serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik bernilai 0,155, sedangkan pada perkebunan belimbing organik bernilai 0,114. Indeks kemerataan (E) serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing anorganik bernilai 0,592, sedangkan pada perkebunan belimbing organik bernilai 0,657. Indeks kekayaan jenis (DMg) pada perkebunan belimbing anorganik bernilai 2,667, sedangkan pada perkebunan belimbing organik bernilai 2,813. Indeks kesamaan komunitas (Cs) serangga bawah tanah pada perkebunan belimbing di kedua lokasi bernilai 0,475.
3. Nilai kepadatan jenis dan kepadatan relatif serangga bawah tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri

yaitu menunjukkan nilai 39,506 individu/m³, dengan kepadatan relatif mencapai 31,373% pada lahan anorganik dan 113,580 individu/m³ dan kepadatan relatif 30,565% pada lahan organik.

4. Sifat fisika tanah pada perkebunan belimbing anorganik memiliki rata-rata nilai yaitu pada suhu tanah 29,1°C dan kelembaban tanah 69,49%, sedangkan di perkebunan belimbing organik memiliki rata-rata nilai pada suhu tanah 27,5°C dan kelembaban tanah 74,68%. Sifat kimia tanah perkebunan belimbing anorganik memiliki rata-rata nilai yaitu pada pH tanah 6,91, C-Organik 1,34%, N-total 0,10%, C/N rasio 12,94, bahan organik 2,30%, fosfor (P) 14,46 ppm, dan kalium (K) 0,25 ppm, sedangkan di perkebunan belimbing organik memiliki rata-rata nilai yaitu pada pH tanah 7,10, C-Organik 1,49%, N-total 0,10%, C/N rasio 14,39, bahan organik 2,56%, fosfor (P) 15,72 ppm, dan kalium (K) 0,31 ppm.
5. Analisis korelasi keanekaragaman serangga bawah tanah dengan sifat fisika dan kimia tanah pada perkebunan belimbing pada anorganik dan organik memiliki korelasi pada genus *Brachyponera*, *Blatta*, dan *Parisolabis*.

5.2 Saran

Penelitian ini dilaksanakan pada musim hujan, sehingga untuk penelitian berikutnya disarankan dilakukan pada musim yang berbeda dengan menggunakan jenis perangkat yang berbeda pula. Dengan begitu, hasil dari penelitian ini dapat berfungsi sebagai pembandingan dalam analisis pada penelitian selanjutnya dan diharapkan mampu memberikan identifikasi serangga yang lebih rinci hingga ke tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 3*. Bogor: Pustaka Imam Asy-syafi'i.
- Achmad, A., & Muhammad, B. 2021. *Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Komposisi Komunitas Serangga*. Yogyakarta: Penerbit Ilmu Alam.
- Agastya, I Made Indra, Reza Prakoso Dwi Julianto & Marwoto. 2020. Pengaruh Pemanasan Global terhadap Intensitas Serangan Kutu Kebul (*Bemisia tabacci Genn*) dan Cara Pengendaliannya pada Tanaman Kedelai. *Buana Sains*. 20(1):99-110.
- Alrazik, Muhammad Uksim., Jahidin dan Damhuri. 2017. Keanekaragaman Serangga (Insecta) Subkelas Pterygota di Hutan Nang-nang Papalia. *J. Amphibi*.
- Anwar, Ea Kosman dan R. Cinta Badia Ginting. 2013. *Mengenal Fauna Tanah dan Cara Identifikasinya*. Jakarta: IAA Press.
- Arisandi, Y., dan Yovita, A., 2005, *Khasiat Tanaman Obat, Edisi I*, Pustaka Buku Murah, Jakarta
- BAPPENAS. 1993. *Biodiversity Action Plan for Indonesia*. Jakarta: BAPPENAS.
- Basna, Mailani., Roni Koneri, dan Adelfia Papu. 2017. Distribusi dan Diversitas Serangga Tanah di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 6(1): 36-42.
- Baswarsiati. 2017. Karakteristik, Penciri dan Keunggulan Belimbing Varietas Karangsari sebagai Varietas Unggul Asal Jawa Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian "AGRIKA"*, Volume 11 Nomor 2.
- Billens. 2016. Struktur Pretarsus Dalam Kaitannya dengan Kemampuan Memanjat Disemut *Brachyponera ennaarensis* dan *Dacetonarmigerum*. *Jurnal Ilmu Biologi*. Universitas raja Saudi.
- Bolly, Yovita Yasintha & Gabriel Otan Apelabi. 2022. Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah Sawah sebagai Upaya Penilaian Kesuburan Tanah di Desa Magepanda Kecamatan Magepanda Kabupaten Sikka. *Agrica: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*. 15(1):26-32.
- Borrer, D.J., Triphelorn, C.A., Johnson, N.F., 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga, Edisi Keenam*, Penerjemah Soetiyono Partosoedjono. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Brady, N.C. dan Weil, R.R. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. Edisi ke-14. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- BugGuide.net. 2024. Identification, Image, & Information for Insect, Spider & their Kind for the United States & Canada. Canada <http://bugguide.net/.com>.
- BugGuide.net. 2025. Identification, Image, & Information for Insect, Spider & their Kind for the United States & Canada. Canada <http://bugguide.net/.com>.
- Busnia, M. 2006. *Entomologi*. Padang: Andalas University Press.
- Cahyono, B. 2010. *Cara Sukses Berkebun Belimbing Manis*. Pustaka Mina. Jakarta.

- Cakir, H. dan Makineei. 2013 'Adherence to enhanced recovery after surgery and length of stay after colonic resection', *Colorectal Disease*, 15(8), pp. 1019– 1025. doi: 10.1111/codi.12200.
- Chaidir, Diki Muhamad, Rita Fitriani & Ari Hardian. 2023. Identifikasi dan Analisis Keanekaragaman Insekta di Gunung Galunggung Tasikmalaya. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 8(1):81-90.
- C. Von, Jack. 2011. The Statue of Phyllophaga Cribosa (Le Conte) (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences. Biodiversity Heritage Library*. V 36-37.
- Dasgupta, P., Chakranorty, P., dan Bala, N.N. 2013. *Averrhoa carambola*: An Updated Review. *IJPRR* 2(7):54-63.
- Direktorat Jenderal Hortikultura, & Badan Pusat Statistik. 2024. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/06/09/03847c5743d8b6cd3f08ab76/statistik-hortikultura-2022.html>
- DKP (Dinas Kelautan dan Pertanian). 2012. *Pest List Tanaman Belimbing di DKI Jakarta*. Dinas Kelautan dan Pertanian. Jakarta.
- Ekarini. 2018. Profil Morfometri Kecoa Americana dan Blatta Orientalis di Daerah Cawang. *Bunga Rampai Saintifika FK UKI*. Nomor 6
- Fakhrah. 2016. Inventarisasi Insekta Permukaan Tanah di Gampong Krueng Simpo Kecamatan Juli Kabupaten Bireuen. *Jurnal Pendidikan Almuslim*. 4(1): 48-52.
- Fitri Yamusannih, 2014. "Inventarisasi Serangga Yang Berasosiasi Dengan Beberapa Tumbuhan Penghasil Bunga Di Kebun Kelapa Sawit Kampung Bener, Kecamatan Pantai Cermin, Kab. Serdang Bedagai, Propinsi Sumatera Utara". *Skripsi(S1) Universitas Medan Area*. Tersedia [Online] : <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/10551>. (Diakses pada 1 November 2024).
- Greenland, Sander *et al.* 2016. Statistical Tests, P Values, Confidence Intervals, and Power: A Guide to Misinterpretations. *Eur J Epidemiol*. 31:337–350.
- Hadi. 2015. Keragaman arthropoda tanah pada ekosistem sawah organik dan sawah anorganik. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. Volume 1, Nomor 7.
- Hadi, U, K., 2009. *Pengenalan Arthropoda dan Biologi Serangga*, Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan.
- Haneda, Noor Farikhah, dkk. 2022. Keanekaragaman Serangga Tanah di Tegakan Kenanga (*Cananga odorata (Lam.) Hook.f. & Thomson*) dengan Perlakuan Pemupukan. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 13(3):191-197.
- Hardiansyah & Noorhidayati. 2020. Inevntarisasi Serangga Tanah di Taman Wisata Alam Gunung Tunak Kabupaten Lombok Tengah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*. 8(1):126-135.
- Hariyanto, Sucipto., Bambang Irawan dan Thin Soedarti. 2008. *Teori dan Pratik Ekologi*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Hoek, E., Carter, T.G., Diedrichs, M.S. 2014. *Quantification of Geological Strength Index Chart*. *Proceedings of 47th Geomechanic Symposium*: San Fransisco.
- Hidayat, I.R. 2000. *Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Universitas Brawijaya. Usaha Nasional.

- Hidayat, A. N. 2022. Keanekaragaman Serangga Tanah Pada Habitat Terganggu dan Habitat Alami di Taman Wisata Alam Lembah Harau Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. *semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id*. <https://doi.org/10.24036/proseminasbio/vol2/431>
- Husamah, A. R. 2017. *Ekologi Hewan Tanah (Teori dan Praktik)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ibnu Katsir. 2005. *Tafsir Ibnu Katsir Juz 1*, Terj. Bahrhun Abu Bakar. Bandung: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Iman. 2014. Keanekaragaman Serangga dan Laba-laba pada Pertanaman Padi Organik dan Konvensional. *Jurnal Hpt* .Vol.2 No.2
- Iman, A. N. 2014. Kesesuaian Lahan untuk Perencanaan Rehabilitasi Mangrove dengan Pendekatan Analisis Elevasi di Kuri Caddi, Kabupaten Maros. Universitas Hasanuddin.
- J, Timothy. 2005. *Insect Collection and Identification*. Elsevier: Academic press.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: PT Renika Cipta.
- Kamila, Aryediatami Naura, Zuraidah, Jihan Nabila, Elita Agustina & Ade Niar. 2022. Serangga Permukaan Tanah Padang Rumput di Kawasan Danau Laut Tawar Desa Waq Toweren Kabupaten Aceh Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 10(2):140-145.
- Kamsurya, M.Y., dan S. Botanri. 2022. "Peran Bahan Organik dalam Mempertahankan dan Perbaikan Kesuburan Tanah Pertanian". Dalam *Jurnal Agrohut*, 13(1). Hal. 25-34. DOI: <https://doi.org/10.51135/agh.v13i1.121>.
- Ketz, 2013. *A Contribution to Species delimitation and Taxonomy of North American Entomobrya*: (Collembola: Entomobryidae).
- Kim, 2013. A Taxonomic Study on the Burrowing Cricket Genus *Velarifictorus* with Morphologically Resembled Genus *Lepidogryllus* (Orthoptera: Gryllidae: Gryllinae) in Korea. *Animal Systematics Evolution and Diversity*. Vol. 29 No.4.
- Kramadibrata. I. 1995. *Ekologi Hewan*. Bandung: ITB Press.
- Krebs, Charles J. 1998. *Ecological Methodology. Second edition*. Addison-Welsey Educational Publisher. Boston.
- Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. 2012. *Hewan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains*. Lajnah Penthasihan Mushaf Al-Qur'an. Jakarta.
- Lakis, 2008. The Seasonal Natural History of The Ant (*Dolichoderus mariae*) in Northern Florida. *Journal of Insect Science*. Vol.9. No. 2
- Latumahina, F.S. 2015. Pengaruh Alih Fungsi Lahan Terhadap Keanekaragaman Semut Alam Hutan Lindung Gunung Nona Ambon. *Jurnal Agroforestri* 6(1): 18-22.
- Lee, Chow-Yang & Chin-Cheng Scotty Yang. 2022. Biology, Ecology, and Management of the Invasive Longlegged Ant, *Anoplolepis gracilipes*. *Annual Review of Entomology*. 67:43-63.
- Leksono, A.S. 2007. *Ekologi: Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Leksono, Amin Setyo. 2017. *Ekologi Arthropoda*. Malang: Ub Press.
- Lilies, S.C. 1992. *Kunci Determinasi Serangga*. Yogyakarta: Kanisius.

- Lin, 1991. Identification of food volatiles attractive to *Glischrochilus quadrisignatus* and *Glischrochilus fasciatus* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of Chemical Ecology*. 2469–2480
- Lubis, S.C. 2015. *Pengendalian Hama Terpadu*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
- Manda, H., Vyas, K., Pandya, A., & Singhal, G. 2012. A complete review on: *Averrhoa carambola*. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 1(1), 17–33.
- Mandalika, V. S. 2014. Perubahan Fraksi Fosfor Lambat Tersedia Pada Tanah Tergenang Yang Diameliorasi Bahan Organik. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Matlock, R. B. Jr. and R. D. Cruz. 2002. An Inventory of Parasitic Hymenoptera in Banana Plantation Under Two Pesticide Regime. *Agric Ecosyst and Environ*, 93:147-164.
- Meilin, Araz dan Nasamsir. 2016. Serangga dan Perannya dalam Bidang Pertanian dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*. Vol. 1, No.1. Hal. 19-25.
- Mesa, Michael Jay. 2023. Morphological Characteristics of Cave and Surface-Dwelling Ants (Hymenoptera: Formicidae) in Putting Buhangin, Prosperidad, Agusan Del Sur. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*. 2(3):1175-1188.
- Meyer, J.R., 2003. ENT 425, *Department on Entomology*, NC State University, <http://www.cals.ncs.edu/course/ent425>.
- Muhibbuddin, F. 2020. Karakteristik Lingkungan Terhadap Komunitas Serangga. *Journal Of Natural Resources And Environmental Management*, 9(2), 394–404.
- Naharuddin, Indah Sari, Herman Harijanto & Abdul Wahid. 2020. Sifat Fisik Tanah pada Lahan Agroforestri dan Hutan Lahan Kering Sekunder di Sub Das Wuno, Das Palu. *Jurnal Pertanian Terpadu*. 8(2):189-200.
- Nasirudin, Mohamad & Ambar Susanti. 2018. Hubungan Kandungan Kimia Tanah terhadap Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Perkebunan Apel Semiorganik dan Anorganik. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi, dan Terapan*. 3(2):5-11.
- Nopiyanti, W. K. 2021. Efektivitas Media Pembelajaran Google Classroom Terhadap Literasi Sains Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Perubahan Dan Pelestarian Lingkungan Hidup (Studi Eksperimen di kelas X MIPA SMAN 4 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2021/2022) - Repositori Universitas Siliwangi. Retrieved August 29, 2023, from <http://repositori.unsil.ac.id/4458/>
- Nopsagiarti, T. .2020. Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Pulut (*Zea Mays Ceratina Kulesh*) Terhadap Pemberian Pupuk Petroganik Dan Pupuk TSP. *Jurnal Green Swarnadwipa*. Vol. 9 No. 1.
- Nurrohman, Endrik, Abdulkadir Rahardjanto & Sri Wahyuni. 2018. Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik dan Organophosfat Tanah di Perkebunan Coklat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen*. 4(1):1-10.

- Odum, E. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. UGM Press. Yogyakarta.
- Oliever. 1997. Ergopeptine Alkaloids and Neotyphodium lolii-Mediated Resistance in Perennial Ryegrass Against Adult Heteronychus arator (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*. Volume 90. Issue 5
- Paramita S., 2017. Analisis Keragaman Jenis Serangga Predator pada Tanaman Padi di Areal Persawahan Kelurahan Tamalenrea Kota Makassar. *Jurnal Biologi Makassar*. Vol 2. No. 1.
- Pentinsari, 2019. DNA barcodes Reveal 63 Overlooked Species of Canadian Beetles (Insecta, Coleoptera). *Zoo Keys*.894: 53-150.
- Ponto, Steva Olviyanti., Anderson Kumenaung dan Patrick Wauran. 2015. Analisis Korelasi Sektor Pertanian terhadap Tingkat Kemiskinan di Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*. Volume 15, No. 04.
- Pracaya. 2004. *Hama dan Penyakit Tanaman*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Pramono dan Siswanto E. 2007. *Budidaya Apel Organik*. Sumatera Barat: Temu Pakar Pertanian Buah.
- Pratama, Amsyah., Miseri Roesian Afany., & Muhammad Kundarto. 2023. Pengaruh Praktik Pertanian Organik dan Anorganik Terhadap Beberapa Sifat Tanah di Lereng Selatan Gunung Merapi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 1. No.1.
- Punuindoong, S., Kumolontang, W. J., & Kawulusan, R. I. 2017. Respon Tanaman Bayam (Amaranthus tricolor L.) Terhadap Pemberian Berbagai Jenis Pupuk Organik Pada Tanah Marginal, (1): 6-7.
- Putra, Dimas Ariansyah et al. 2022. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N oleh Tanaman Padi Sawah di Kelurahan Ujung Bandar, Kecamatan Rantau Selatan, Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Pertanian Agros*. 24(1):387-391.
- Qurthubi, Imam al., Muhammad Ibrahim al Hifnawi. 2007. *Tafsir al Qurthubi Jilid 1*. Jakarta: Putaka Azzam.
- Rachman A., Irawan I., dan Suastika I. W. 2022. Indikator Kualitas Tanah pada Lahan Bekas Penambangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1).
- Rachmasari, Ovy Dwi., Wahyu Prihanto dan Roro Eko Susetyarini. 2016. Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah di Arboretum Sumber Brantas Batu-Malang sebagai Dasar Pembuatan Sumber Belajar Flipchart. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. Volume 2, Nomor 2. P-ISSN: 2442; e-ISSN: 2527-6204.
- Rahmi, Diana, Ameilia Zuliyanti Siregar & Suzanna Fitriany Sitepu. 2020. Keanekaragaman Serangga di Pertanaman Kecombrang (Etlingera elatior Jack) pada Zona Penyangga Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. *Jurnal Agrifor*. 19(2):191-200.
- Rendon, et al., 2006. When studying the effect of light on herbivory, should one consider temperature? The case of Epimecis hortaria F. (Lepidoptera: Geometridae) feeding on Lindera benzoin L. (Lauraceae). *Environmental Entomology*, 35 (3), 600-606.

- Resh, Vincent. H dan Ring T. Carde. 2003. *Enzycklopedia of Insects. Elsevier Science (USA):* Academic Press
- Riduwan dan Sunarto, 2011. *Pengantar Statistika untuk Penelitian: Pendidikan, Sosial, Komunikasi, Ekonomi dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Rizali, A., D. Bukhori dan H. Triwidodo. 2002. Keanekaragaman Serangga pada Lahan Persawahan-Tepaian Hutan Indikator untuk Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Penelitian* Juni 2002. Vol 9 (2).
- Rukmana R. 1996. *Budidaya Belimbing*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ruslan, H. 2009. Komposisi dan Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah pada Habitat Hutan Homogen dan Heterogen di Pusat Pendidikan Konservasi Alam (Ppka) Bodogol, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Vis Vitalis*, Vol. 02 No. 1, Maret 2009.
- Saeed, 2016. Genus *Coccinella* (Coccinellidae: Coleoptera) from District Buner Khyber Pakhtunkhwa Pakistan. *Entomology, Ornithology & Herpetology: Current Research*. Vol.4. Issues 5.
- Saputra, Renaldi Sambo Ek & Syahrul Kurniawan. 2021. Degradasi Karbon, Nitrogen, dan Fosfor Tanah Pasca Kebakaran Lahan di Kebun Kelapa Sawit, Provinsi Lampung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 8(2):333- 340.
- Sari, Martala. 2014. Identifikasi Serangga Dekomposer di Permukaan Tanah Hutan Tropis Dataran Rendah (Studi Kasus di Arboretum dan Komplek Kampus UNILAK dengan Luas 9,2 Ha). *Bio Lectura*. Vol. 02 No. 03.
- Sartiami D. 2008. Kunci identifikasi Ordo Thysanoptera pada Tanaman Pangan dan Hortikultura. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 13:103–110.
- Setiawati, Dina, Yunita Wardianti & Mareta Widiya. 2021. Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah di Kawasan Bukit Gatan Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*. 3(2):65-70.
- Setiawati, Mieke Rochimi, Betty Natalie Fitriatin, Pujawati Suryatmana & Tualar Simarmata. 2020. Aplikasi Pupuk Hayati dan Azolla untuk Mengurangi Dosis Pupuk Anorganik dan Meningkatkan N, P, C Organik Tanah, dan N, P Tanaman, serta Hasil Padi Sawah. *Jurnal Agroekoteknologi*. 12(1):63-76.
- Shi, Hongliang. 2016. The genus *pterostichus* in China II; the subgenus *Circinatus* Sciaky, a Species Revision and phylogeny (Carabidae, Pterostichini). *Zoo Keys*. 536: 1-92.
- Shihab, M. Quraish. 2005. *Tafsir Al-Misbah ; Pesan, Kesan dan Keserasian Al Al-Quran*. Volume. 11 Jakarta: Lentera Hati.
- Shultz, 2018. A guide to the identification of the terrestrial Isopoda of Maryland, U.S.A. (Crustacea). *Zookeys*. 207-228. Rawas Utara. *Jurnal Biologi*.
- Somerfield, P. J., Clarke, K. R., and Warwick, R. M. 2008. *Simpson Index*. Elsevier.
- Sri E. 2017. Analisis Keragaman Jenis Serangga Predator Pada Tanaman Padi Di Areal Persawahan Kelurahan Tamalanrea Kota Makassar. *Jurnal Biologi Makassar* Vol. 2 No. 2.
- Steinmen. 1989. *Lieferung 105 Dermaptera, Catadermaptera II*. Ge Gruyter

- Subaedah, St., Netty & Maimunah Nonci. 2022. Peningkatan Ketersediaan Hara Fosfor dengan Pemberian Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada Tanah yang Diinokulasi Mikoriza. *Jurnal Galung Tropika*. 11(2):114-123.
- Subekti, 2012. *Keanekaragaman Jenis Serangga Di Hutan Tinjomoyo Kota Semarang Jawa Tengah*. Vol 2. No. 1.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suheriyanto, Dwi. 2008. *Ekologi Serangga*. Malang: UIN-Malang Press.
- Suheriyanto, D., Lutfiyah, A., Widiensyah, D. D., Farhan, M., & Izzah, A. 2020. The potency of soil insect as soil quality bioindicators in citrus plantations Poncokusumo District, Malang regency. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 7(4), 144-151.
- Suin, Nurdin Muhammad. 2003. *Ekologi Hewan Tanah*. Cetakan kedua. Bumi Aksara. Jakarta.
- Sukadana, I. M. 2009. Senyawa Antibakteri Golongan Flavonoid Dari Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola L.*). Universitas Stuttgart, 109–116.
- Sungkawa, I. 2013. Penerapan Analisis Regresi dan Korelasi dalam Menentukan Arah Hubungan antara Dua Faktor Kualitatif pada Tabel Kontingensi. *Journal of Mathematics and Statistic*. 13(1): 33-41.
- Susilawati dan Gusti Indriati. 2020. Pengaruh Agroekosistem Pertanaman Kopi terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Semut (Formicidae). *Journal of Industrial and Beverage Crops*. 7(1): 9-18.
- Swardana, A., Mansyur, A., & Nafi'ah, H. H. (2023). Identifikasi Dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Perkebunan Jeruk Siam (Citrus Nobilis) Di Kecamatan Bayongbong, GARUT. *Jurnal Agrifor*, 22(1), 93. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v22i1.6373>
- Taradhipa, M. R. R., Rushayati, S. B., & Haneda, N. F. (2019). Karakteristik Lingkungan Terhadap Komunitas Serangga. *Journal Of Natural Resources And Environmental Management*, 9(2), 394–404.
- Tomayahu, Evawani. 2015. Keanekaragaman dan Kemerataan Serangga pada Areal Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum L.*) setelah Berbagai Metode Aplikasi Insektisida. *Agrologia*. 4(1):53-59.
- Trisnawati, Agustina, Henderikus Darwin Beja & Julianus Jeksen. 2022. Analisis Status Kesuburan Tanah pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kabupaten Sikka. *Jurnal Locus Penelitian & Pengabdian*. 1(2):68-80.
- Triyogo, Ananto dkk. 2017. Kelimpahan dan Struktur Tingkat Trofik Serangga pada Tingkat Perkembangan Agroforestri yang Berbeda di Nglanggeran Gunungkidul Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. Vol.11.
- Trisyono, Y. Andi. 2019. *Insektisida Pengganggu Pertumbuhan dan Perkembangan Serangga*. Yogyakarta: UGM Press.
- Umiyah, R. (2022). Keanekaragaman serangga tanah pada agroforestri kopi sederhana dan agroforestri kopi kompleks di Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang Etheses of Maulana Malik Ibrahim State Islamic

- University. UIN Malang E Theses. Retrieved October 12, 2023, from <http://etheses.uin-malang.ac.id/43392/>
- Untung Kasumbogo. 2010. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu (edisi kedua)* Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- William. 2016. Taxonomic revision and phylogeny of the ant genus *Prenolepis* (Hymenoptera: Formicidae). *Article. Zootaxa*. 4200 (2).
- Wiryowidagdo, S., dan Sitanggang, M., 2002. *Tanaman Obat untuk Penyakit Jantung, Darah Tinggi, dan Kolesterol*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Yang & Claudio, D. 2014. Serangga Dan Peranannya Dalam Bidang Pertanian Dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*, 1(1), 18–28.
- Yuniarti, Anni, Maya Damayani & Dina Mustika Nur. 2019. Efek Pupuk Organik dan Pupuk N, P, K terhadap C-Organik, N-Total, C/N, Serapan N, serta Hasil Padi Hitam (*Oryza sativa* L. indica) pada Iceptisols. *Jurnal Pertanian Presisi*. 3(2):90-105.
- Zainuddin, Zuraida & Yadi Jufri. 2019. Evaluasi Ketersediaan Unsur Hara Fosfor (P) pada Lahan Sawah Intensif Kecamatan Sukamakmur Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 4(4):603-609.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pengamatan

Tabel 1. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing anorganik transek 1

No	Genus	Transek 1										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	0	0	1	2	1	1	2	2	1	0	10
2	brachyponera	0	1	0	1	2	1	2	1	1	0	9
3	dolichoderus	1	2	2	2	1	0	1	1	2	2	14
4	blatta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	tenebrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	heteronychus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7	pterostichus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
8	gryllus	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
9	velarifictorus	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
10	parisolabis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	epuraea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah												41

Tabel 2. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing anorganik transek 2

No	Genus	Transek 2										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	8
2	brachyponera	2	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
3	dolichoderus	0	1	2	2	1	1	0	1	1	1	10
4	blatta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	tenebrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	heteronychus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	pterostichus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
8	gryllus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
9	velarifictorus	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
10	parisolabis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
11	epuraea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah												35

Tabel 3. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing anorganik transek 3

No	Genus	Transek 3										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	0	1	0	1	2	1	1	1	0	0	7
2	brachyponera	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	7
3	dolichoderus	0	0	1	1	2	1	1	2	0	0	8
4	blatta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
5	tenebrio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	heteronychus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	pterostichus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	gryllus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
9	velarifictorus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	parisolabis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	epuraea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah												26

Tabel 4. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing organik transek 1

No	Genus	Transek 1										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	1	1	2	2	3	1	2	2	2	1	17
2	brachyponera	2	2	3	4	4	3	2	1	2	2	25
3	dolichoderus	2	3	4	3	3	5	2	2	3	3	30
4	blatta	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4
5	tenebrio	0	0	0	1	0	0	2	0	1	0	4
6	heteronychus	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3
7	pterostichus	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
8	gryllus	1	1	2	2	1	0	1	2	2	2	14
9	velarifictorus	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
10	parisolabis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	epuraea	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
		Jumlah										106

Tabel 5. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing organik transek 2

No	Genus	Transek 2										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1	15
2	brachyponera	2	2	2	4	4	5	2	2	1	2	26
3	dolichoderus	2	3	3	4	4	2	3	4	3	3	31
5	blatta	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3
6	tenebrio	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
8	heteronychus	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
9	pterostichus	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
12	gryllus	1	1	2	1	0	0	0	1	1	1	8
13	velarifictorus	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	4
14	parisolabis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
15	epuraea	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		Jumlah										96

Tabel 6. Jumlah spesimen di perkebunan belimbing organik transek 3

No	Genus	Transek 3										Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	anoplolepis	1	1	1	2	2	1	3	2	1	1	15
2	brachyponera	2	2	3	4	2	1	4	3	1	1	23
3	dolichoderus	2	4	3	4	2	3	2	4	4	3	31
5	blatta	0	1	0	1	0	1	0	0	2	0	5
6	tenebrio	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4
8	heteronychus	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
9	pterostichus	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
12	gryllus	1	1	0	0	1	0	2	2	1	1	9
13	velarifictorus	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	4
14	parisolabis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	epuraea	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
		Jumlah										99

Lampiran 2. Hasil pengamatan faktor fisika dan faktor kimia

Contoh tanah		Suhu (°C)	Kelembaban (%)
Anorganik	Transek 1	29,24	67,68
	Transek 2	28,98	69,87
	Transek 3	29,25	70,92
Organik	Transek 1	26,89	75,16
	Transek 2	27,12	76,32
	Transek 3	28,65	72,55

Lampiran 3. Hasil analisis 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 Bedal Kec. Lawang 65201 Website: <https://pgh.pertanian.jatimprov.go.id>

Pemilik sampel: Anilla Nur Sabila
 Instansi/Universitas: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

NO	Asal Contoh Tanah	pH Larut		Bahan Organik				BO	P205 Oken	Land Asam Ac pH 7.1 N (me)	KA	Tekstur			Keterangan
		NO	KCL	% C	% N	C/N	%					K	Pasir	Debu	
1	Lokasi 1 Transek 1	6.71		1.25	0.104	12.02	2.15	11.62	0.25						
2	Lokasi 1 Transek 2	6.97		1.37	0.102	13.43	2.36	16.01	0.20						
3	Lokasi 1 Transek 3	7.06		1.39	0.104	13.37	2.39	15.74	0.29						
4	Lokasi 2 Transek 1	7.50		1.46	0.103	14.17	2.51	14.49	0.31						
5	Lokasi 2 Transek 2	7.06		1.49	0.103	14.47	2.56	17.11	0.29						
6	Lokasi 2 Transek 3	6.73		1.51	0.104	14.52	2.60	15.67	0.34						
	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 - 7.5	4.1 - 6.0	2.1 - 3.0	0.21 - 0.5	11 - 15	11 - 15	0.4 - 0.5							
	Tinggi	7.6 - 9	6.1 - 6.5	3.1 - 5.0	0.51 - 0.75	16 - 25	16 - 25	0.6 - 1.0							
	Tinggi sekali	> 9	> 6.5	> 5.0	> 0.75	> 25	> 25	> 1.0							

KASI PRODUKSI



SLAMET, SP
 Peneliti Tk. 1
 NIP. 19730817 200003 1 014



Sidoarjo, 14 Maret 2025

ANALIS TANAH



AMIRUL IQBAL B.P.
 Peneliti Muda
 NIP. 19940925 202012 2 018

Lampiran 4. Hasil analisis keanekaragaman serangga bawah tanah PAST

4.17

	anorganik	organik
Taxa_S	9	11
Individuals	102	301
Dominance_D	0.2326	0.195
Simpson_1-D	0.7674	0.805
Shannon_H	1.652	1.891
Evenness_e^H/S	0.5798	0.6024
Brillouin	1.526	1.821
Menhinick	0.8911	0.634
Margalef	1.73	1.752
Equitability_J	0.7519	0.7886
Fisher_alpha	2.38	2.242
Berger-Parker	0.3137	0.3056
Chao-1	9.99	11
iChao-1	9.99	11
ACE	10.8	11.38
Squares	9.932	11.19

Lampiran 5. Uji T diversity

Shannon index			
anorganik		organik	
H'	1.6521	H'	1.891
Variance:	0.0066915	Variance:	0.0024917
t	-2.4932		
df:	183.48		
p(same):	0.013545		
Simpson index			
D'	0.2326	D'	0.19495
Variance:	0.00036871	Variance:	0.00014273
t	1.6648		
df:	186.77		
p(same):	0.097633		

Lampiran 6. Analisis korelasi

	suhu	kelembab	pH	%C	%N	C/N	BO%	P	K	anoplolep	brachypor	dolichode	blatta	tenebrio	heteronyx	pterostict	gryllus	velarificto	parisolabi	epuraea
suhu		-0,9111	-0,725	-0,6335	0,33168	-0,5605	-0,626	-0,3322	-0,4049	-0,841	-0,8733	-0,7936	-0,5288	-0,7672	-0,8486	-0,7531	-0,8569	-0,3647	-0,2206	-0,4843
kelembab	-0,9111		0,62857	0,86154	-0,2166	0,87168	0,85503	0,62636	0,57557	0,77362	0,88353	0,79835	0,75082	0,80694	0,7022	0,64783	0,80449	0,23444	0,24007	0,5711
pH	-0,725	0,62857		0,35589	-0,4143	0,39595	0,34941	0,2557	0,15608	0,3844	0,38846	0,25711	0,27215	0,3621	0,48381	0,45019	0,61024	-0,3132	0,03141	0,12639
%C	-0,6335	0,86154	0,35589		-0,1101	0,99389	0,99989	0,74849	0,68169	0,67738	0,81464	0,75917	0,87198	0,83496	0,58343	0,62239	0,72164	0,16399	0,14728	0,77073
%N	0,33168	-0,2166	-0,4143	-0,1101		-0,219	-0,1134	-0,4205	0,6	0	-0,1197	0,03668	0,19104	0,04	-0,2336	-0,1109	-0,0654	0,19365	-0,7906	0,19365
C/N	-0,6605	0,87168	0,39595	0,99389	-0,219		0,99408	0,78266	0,60236	0,66513	0,81371	0,74166	0,83394	0,81476	0,59817	0,62185	0,71515	0,14028	0,23452	0,73311
BO%	-0,626	0,85503	0,34941	0,99989	-0,1134	0,99408		0,74917	0,67803	0,67372	0,8112	0,75608	0,87139	0,83336	0,58159	0,62228	0,71836	0,16233	0,14814	0,77348
P	-0,3322	0,62636	0,2557	0,74849	-0,4205	0,78266	0,74917		0,1457	0,11208	0,36846	0,23897	0,33014	0,28709	0,06383	0,03641	0,17306	-0,2659	0,60093	0,18754
K	-0,4049	0,57557	0,15608	0,68169	0,6	0,60236	0,67803	0,1457		0,67146	0,6398	0,70795	0,87878	0,78	0,4671	0,58244	0,68631	0,32275	-0,5534	0,80687
anoplolep	-0,841	0,77362	0,3844	0,67738	0	0,66513	0,67372	0,11208	0,67146		0,96212	0,97663	0,87004	0,95755	0,95455	0,93924	0,94456	0,6784	-0,0923	0,82916
brachypor	-0,8733	0,88353	0,38846	0,81464	-0,1197	0,81371	0,8112	0,36846	0,6398	0,96212		0,9813	0,87933	0,9574	0,903	0,86809	0,90408	0,60611	0,11644	0,80221
dolichode	-0,7936	0,75082	0,25711	0,75917	0,03668	0,74166	0,75608	0,23897	0,70795	0,97663	0,9813		0,90258	0,96546	0,89096	0,87493	0,88592	0,71033	-0,0116	0,8524
blatta	-0,6288	0,75082	0,27215	0,87198	0,19104	0,83394	0,87139	0,33014	0,87878	0,87004	0,87933	0,90258		0,97048	0,7585	0,83716	0,87721	0,44394	-0,2417	0,96186
tenebrio	-0,7672	0,80694	0,3621	0,83496	0,04	0,81476	0,83336	0,28709	0,78	0,95755	0,9574	0,96546	0,97048		0,88749	0,9208	0,9445	0,54222	-0,1265	0,92952
heteronyx	-0,8486	0,7022	0,48381	0,58343	-0,2336	0,59817	0,58159	0,06383	0,4671	0,95455	0,903	0,89096	0,7585	0,88749		0,97163	0,93502	0,60302	#####	0,75378
pterostict	-0,7531	0,64783	0,45019	0,62239	-0,1109	0,62185	0,62228	0,03641	0,58244	0,93924	0,86809	0,87493	0,83716	0,9208	0,97163		0,95628	0,53709	-0,1754	0,85934
gryllus	-0,8569	0,80449	0,61024	0,72164	-0,0654	0,71515	0,71836	0,17306	0,68631	0,94456	0,80408	0,88592	0,87721	0,9445	0,93502	0,95628		0,41137	-0,1809	0,82274
velarificto	-0,3647	0,23444	-0,3132	0,16399	0,19365	0,14028	0,16233	-0,2659	0,32275	0,6784	0,60611	0,71033	0,44394	0,54222	0,60302	0,53709	0,41137		1,70E-17	0,5
parisolabi	-0,2206	0,24007	0,03141	0,14728	-0,7906	0,23452	0,14814	0,60093	-0,5534	-0,0923	0,11644	-0,0116	-0,2417	-0,1265	#####	-0,1754	-0,1809	1,70E-17		-0,3062
epuraea	-0,4843	0,5711	0,12639	0,77073	0,19365	0,73311	0,77348	0,18754	0,80687	0,82916	0,80221	0,8524	0,96186	0,92952	0,75378	0,85934	0,82274	0,5		

Lampiran 7. Dokumentasi penelitian



A



B



C



D

Gambar Dokumentasi: A. persiapan alat & bahan B. proses penggalian tanah C. Pencarian serangga dengan metode sortir tangan (*Hand Sorting Method*) D. Foto bersama Pak Kartiko (pemilik kebun belimbing).



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 : 210602110094
Nama : AHILLA NUR SABILA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.
Dosen Pembimbing 2 : OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN SERANGGA BAWAH TANAH PADA PERKEBUNAN BELIMBING DESA PLAOSAN KECAMATAN WATES KABUPATEN KEDIRI

IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	13 September 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Konsultasi Tema Penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
2	18 September 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Pembentukan tim skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
3	20 September 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Penentuan Lokasi Penelitian	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
4	27 September 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Teknik Penulisan Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
5	04 Oktober 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Teknis Lay Out Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
6	01 November 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Revisi Proposal Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
7	13 November 2024	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Bimbingan Integrasi bab 1, 2, dan 3	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
8	15 November 2024	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	ACC Proposal Skripsi	Ganjil 2024/2025	Sudah Dikoreksi
9	10 Februari 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Bimbingan Lokasi Penelitian	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
10	10 Maret 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Bimbingan Foto Pengamatan dan Literatur	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
11	17 Maret 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Bimbingan BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
12	07 Mei 2025	Dr. DWI SUHERIYANTO,S.Si, M.P.	Bimbingan Final Skripsi	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi
13	27 Mei 2025	OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI	Bimbingan Integrasi BAB IV	Genap 2024/2025	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

OKY BAGAS PRASETYO,M.PdI



Malang, _____

Dosen Pembimbing 1

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



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

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

Form Checklist Plagiasi

Nama : Ahilla Nur Sabila

NIM : 210602110094

Judul : Keanekaragaman dan Kepadatan Serangga Bawah Tanah pada Perkebunan Belimbing Desa Plaosan Kecamatan Wates Kabupaten Kediri.

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si	15	
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc		

Mengetahui,
Ketua Program Studi Biologi

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



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Malang 65141 Telp./Faks (0341) 518931
Website: <http://biologi.um-malang.ac.id> Email: biologi@um-malang.ac.id

KARTU
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : AHILLA NUR SAGILA
NIM : 210602110094
Pembimbing Skripsi : Dr. DWI SUHERIJANTO, M.P.
Judul Skripsi : Keanekaragaman dan kepadatan serangga
hewan Tanah pada perkebunan belimbing pada musim
kecamatan Wates Kabupaten Kediri



No	Tanggal	Judul Seminar Proposal Skripsi	TTD. Dosen Pembimbing
1	12-11-2019	Keanekaragaman serangga pemangsa tanah pada Agave- liti tepi jalan dan kompos tanaman paku di kebun	
2	13-11-2019	Keanekaragaman makrobenetis di kebun rondo pecan an pujan Kabupaten Malang	
3	14-11-2019	Keanekaragaman serangga pemangsa tanah pada perkebunan kopi di Desa Sumber Rejo kec. Purabaya kab. Ponorogo	
4	19-11-2019	Keanekaragaman Insekta tanah di perkebunan kopi di Desa Sumber Rejo Kecamatan Purabaya Kabupaten Ponorogo	
5	15-11-2019	Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah di perkebunan Kopi Desa Sumber Rejo Kecamatan Purabaya kab. Ponorogo	
6	15-11-2019	Keanekaragaman dan kepadatan serangga hewan tanah di perkebunan kopi Desa Sumber Rejo Kecamatan Purabaya kab. Ponorogo	
7	29-11-2024	Keanekaragaman dan Kepadatan Filoponikton di Perikanan Sungai Lesti Kabupaten Malang	
8	29-11-2024	Diversity of Herpetofauna in Cobun Sadang, Pujon District Malang Regency	
9	29-11-2024	Keanekaragaman dan Kepadatan Makrobenetis di Perikanan Sungai Lesti, Kabupaten Malang	
10	29-11-2024	Keanekaragaman Herpetofauna di Cobun Grogogan Selo Kec. Pujon, Kab. Malang	
11	17-12-2024	Keanekaragaman makrobenetis di sungai Dem kecamatan Wates Kabupaten Malang	
12	24-02-2025	Keanekaragaman jenis Herpetofauna di kawasan kebun Sukoharjo Desa Pujon Kecamatan Pujon Kabupaten Malang	
13	24-02-2025	Keanekaragaman Herpetofauna di kawasan kebun Kedondong Desa Sukoharjo kec. Pujon kab. Malang	
14	06-02-2025	Keanekaragaman dan Kepadatan Zooplankton di Perikanan Platu Sungai Lesti, Kecamatan Grogogan	
15	06-02-2025	Keanekaragaman Herpetofauna di kawasan Wates Kecamatan Pujon Kabupaten Malang	

Pembimbing Skripsi

Dr. Dwi Suherijanto M.P.
NIP. 19140315 2003121001



Ketua Program Studi Biologi

Ketua Program Studi Biologi
NIP. 19141018 200312 2012

Keterangan:

- Tanda tangan dosen pembimbing asli, kartu hilang wajib mengikuti seminar dari awal