KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA BERBAGAI POLA TANAM AGROFORESTRI DI GAPOKTANHUT PUJO MAKMUR KPH PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

(SKRIPSI)

Oleh

Widya Anisa Rachmah
2114151018

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025

ABSTRAK

KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA BERBAGAI POLA TANAM AGROFORESTRI DI GAPOKTANHUT PUJO MAKMUR KPH PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

WIDYA ANISA RACHMAH

Makrofauna tanah berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan menjadi indikator kesehatan tanah. Keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna dipengaruhi oleh kondisi vegetasi penyusun lahan, sehingga pengkajian keanekaragaman makrofauna tanah terhadap pola tanam penyusun lahan penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan, keanekaragaman dan pengaruh makrofauna tanah pada berbagai pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran. Jenis penelitian yang digunakan yaitu deskriptif kuantitatif. Pengambilan data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey dengan teknik purposive sampling untuk menentukan plot. Metode yang digunakan untuk menggumpulkan makrofauna tanah yaitu menggunakan *pitfall trap*. Hasil penelitian menunjukan bahwa kelimpahan dan indeks keanekaragaman tertinggi ditemukan pada pola tanam *Random Mixture* kapulaga sebanyak 507 individu, 15 spesies, 11 famili, 5 ordo, dan 2 kelas dan H' sebesar 1,12. Nilai indeks kemerataan tertinggi ditemukan pada pola tanam *Alley Cropping* sebesar 0,44. Indeks dominansi tertinggi ditemukan pada pola *Alley Cropping* sebesar 0,53. Indeks kesamaan pada pola tanam *Random Mixture* Kapulaga dengan *Alley Cropping* memperoleh nilai tertinggi sebesar 67% berkategori mirip. Hasil analisis korelasi antara kerapatan vegetasi dan kelimpahan makrofauna tanah pada tanam *Random Mixture* Kapulaga berkorelasi positif.

Kata Kunci: Agroforestri, Keanekaragaman, Makrofauna Tanah, Pola Tanam.

ABSTRACT

SOIL MACROFAUNA DIVERSITY IN DIFFERENT AGROFORESTRY CROPPING PATTERN IN GAPOKTANHUT PUJO MAKMUR KPH PESAWARAN LAMPUNG PROVINCE

By

WIDYA ANISA RACHMAH

Soil macrofauna plays an important role in maintaining ecosystem balance and is an indicator of soil health. The diversity and abundance of macrofauna are influenced by the condition of the vegetation that makes up the land, so that the study of macrofauna diversity on the planting patterns that make up the land is important. This study aims to analyze the abundance, diversity and influence of soil macrofauna on various agroforestry planting patterns in Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran. The type of research used is quantitative descriptive. Data collection for this study was carried out using a survey method with a purposive sampling technique to determine the plot. The method used to collect soil macrofauna is using a pitfall trap. The results showed that the highest abundance and diversity index were found in the Random Mixture cardamom planting pattern of 507 individuals, 15 species, 11 families, 5 orders, and 2 classes and H 'of 1.12. The highest evenness index value was found in the Alley Cropping planting pattern of 0.44. The highest dominance index was found in the Alley Cropping pattern of 0.53. The similarity index in the Random Mixture Cardamom planting pattern with Alley Cropping obtained the highest value of 67% in the similar category. The results of the correlation analysis between vegetation density and soil macrofauna abundance in Random Mixture Cardamom planting showed a positive correlation.

Keywords: Agroforestry, Diversity, Soil Macrofauna, Cropping Patterns.

KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA BERBAGAI POLA TANAM AGROFORESTRI DI GAPOKTANHUT PUJO MAKMUR KPH PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG

Oleh

WIDYA ANISA RACHMAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA KEHUTANAN

pada

Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025

Judul	:	**KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA BERBAGAI POLA TANAM AGROFORESTRI DI GAPOKTANHUT PUJO MAKMUR KPH PESAWARAN PROVINSI LAMPUNG**
Nama	:	Widya Anisa Rachmah
Nomor Pokok Mahasiswa	:	2114151018
Program Studi	:	Kehutanan
Fakultas	:	Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.
NIP. 195809231982111001

Machya Kartika Tsani, S.Hut., M.Sc.
NIP. 198809102015042004

2. Ketua Jurusan Kehutanan

Dr. Bainah Sari Dewi, S.Hut., M.P., IPM.
NIP 197310121999032001

Dipindai dengan CamScanner

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S.** .....

Sekretaris : **Machya Kartika Tsani, S.Hut., M.Sc.** .....

Anggota : **Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si.** .....

2. Dekan Fakultas Pertanian

Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Mei 2025**

Dipindai dengan CamScanner

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Widya Anisa Rachmah
NPM	: 2114151018
Jurusan	: Kehutanan
Alamat Rumah	: Desa Tamansari, Kecamatan Gedongtataan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

Menyatakan dengan benar-benarnya dan sungguh-sungguh, bahwa skripsi saya yang berjudul:

"Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Pola Tanam Agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran Provinsi Lampung"

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 25 Mei 2025
Yang membuat penyataan

Widya Anisa Rachmah
NPM 2114151018

Dipindai dengan CamScanner

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Widya Anisa Rachmah, biasa di panggil dengan sebutan Widya, lahir di Tamansari, 13 Agustus 2003. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Sutrisno dan Ibu Neri Yenti. Penulis memiliki adik perempuan bernama Aninda Trisna Murti. Jenjang pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu TK Cempaka pada tahun 2008, SDN 37 Gedongtataan pada tahun 2009-2015, SMPN 22 Pesawaran pada tahun 2015-2018, SMAN 1 Gedongtataan pada tahun 2018-2021. Penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi negeri, tepatnya di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti kegiatan dalam Himpunan Mahaiswa Kehutanan (Himasylva) sebagai anggota dan organisasi seperti UKM-U (Unita Kegiatan Mahasiswa-Universitas) Sains dan Teknologi Universitas Lampung Tahun 2024 sebagai anggota Dana dan Usaha. Pada bulan Januari-Februari 2024 penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) selama 40 hari di Desa Sangkaran Bhakti Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way Kanan. Pada Bulan Juli-Agustus penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) selama 20 hari di Hutan Pendidikan Universitas Gadjah Mada (UGM) yaitu KHDTK Getas Kecamatan Kradenan, Blora, Jawa Tengah dan KHDTK Wanagama, Jawa Tengah. Penulis pernah mengikuti MBKM-Penelitian di BPDAS WSS (Badan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Way Seputih Way Sekampung) pada tahun 2023. Penulis pernah mengikuti Magang Mandiri di UPTD KPH Pesawaran pada tahun 2024.

Pada bidang akademik, penulis aktif melakukan publikasi ilmiah terakreditasi, antara lain: (1) Sebagai ketua penulis dalam artikel berjudul "*Keanekaragaman jenis vegetasi pada pola penanaman agroforestri kapulaga dan non kapulaga di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran*" yang di publikasi dalam Wahana Forestra (2) Sebagai anggota penulis dalam artikel berjudul "*Training on making compost blocks using agroforestry waste for the Pujo Makmur forest farmers group, Pesawaran Regency, Lampung*" yang dipublikasikan dalam Community Empowerment, Vol. 9 No. 4 (2024), hlm. 618-624. (3) Sebagai anggota penulis dalam artikel berjudul "*Meningkatkan ekonomi masyarakat Gapoktan Pujo Makmur melalui pemanfaatan daun tanaman MPTS menjadi produk ecoprint*" yang dipublikasikan dalam Repong damar: Jurnal Pengabdian Kehutanan dan Lingkungan, Vol 2. No. 2 (2023), hlm. 110-110. (4) seabagai anggota penulis dalam artikel berjudul "*Ecotourism management of coastal forest area in small islands, Bandar Lampung City: an internal factor analysis*" yang dipublikasi dalam IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vol. 1282. No. 1 (2023) , hlm. 1-10.

Ku persembahkan Karya Tulis ini dengan rasa bangga untuk kedua orang tuaku
Ayahanda Sutrisno dan Ibunda Neri Yenti
Yang cintanya sunyi namun dalam, seperti akar yang tak terlihat namun menopang seluruh kehidupanku.

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis. Skripsi berjudul "Keanekaragaman Makrofauna di Permukaan Tanah pada Berbagai Pola Tanam Agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran Provinsi Lampung" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kehutanan di Universitas Lampung. Penulis mengucapkan terima kasih banyak kapada semua pihak yang telah terlibat dalam proses pengerjaan skripsi. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Dr Bainah Sari Dewi, S.Hut, M.P. IPM. selaku Ketua Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Sugeng P. Harianto, M.S. selaku pembimbing pertama yang telah membimbing, memberikan arahan, dukungan, nasihat dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Machya Kartika Tsani, S.Hut., M.Sc selaku pembimbing kedua dan pembimbing akademik yang telah membimbing, memberikan arahan, dukungan, nasihat dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. Ceng Asmarahman, S.Hut., M.Si. selaku dosen penguji atas arahan, dukungan, nasihat dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik
6. Seluruh dosen dan tenaga pendidik Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian yang telah membantu selama proses perkuliahan.

7. Pihak KPH Pesawaran yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian
8. Orang tua penulis Bapak Sutrisno dan Ibu Neri Yenti serta adik perempuan penulis yaitu Aninda Trisna Murti yang tidak henti memberikan doa, dukungan, nasihat, arahan, kasih sayang, kesabaran serta dukungan moril maupun material yang selama ini diberikan kepada penulis.
9. Bapak Maryadi dan Ibu Dwi Cahya Ningsih serta Ketua Gapoktanhut maupun masyarakat Pujo Makmur yang mendampingi dan membantu dalam proses pengembilan data penelitian.
10. Danti Maharanti selaku partner seperjuangan yang selalu membersamai, membantu, mendukung dan tempat keluh kesah penulis. Terima kasih atas kerja sama, semangat dan kebersamaan yang telah diberikan sehingga perjalanan dalam menyusun skripsi lebih terasa ringan dan dapat diselesaikan dengan baik.
11. Teman seperbimbingan (Mirza Wistary dan Mohamad Arif Prasetyo) yang telah membantu, mendukung selama penyusunan skripsi. Serta tim Pujo Makmur terutama Muhammad Umar Fadly terima kasih atas waktu serta tenaga yang telah diberikan dan segala bantuan selama proses pengambilan data sehingga penelitian ini berjalan baik.
12. Mba Desta Oktapiani yang telah memberikan arahan, bantuan dan dukungan selama penyusunan skripsi
13. Teman dekat penulis (Kheynad, Imah Surati, Sulindri, Elsa Nadia Almaidah, Afifah Humairoh, Anggun Canita dan Danang Rusdian) yang memberikan dukungan, bantuan dan semangat kepada penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
14. Teman rumah penulis (Lusi Lucmaya, Rima Nurfitria, Liyana Qoyimah, Dewi Nure Kholizah, dan Tita Nur Ayu Setia Ningtyas) yang memberikan dukungan, bantuan, doa, semangat dan sebagai tempat berkeluh kesah penulis
15. Saudara seperjuangan angkatan 2021 (Laboriosa) dan keluarga besar Himasylva Universitas Lampung.

16. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi masih jauh dari kata sempurna dan banyak kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca.

Bandar Lampung, 27 Mei 2025
Penulis,

Widya Anisa Rachmah

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL ..... **vi**
DAFTAR GAMBAR ..... **vii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **viii**

I. PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Tujuan Penelitian 3
1.3. Kerangka Berfikir 4

II. TINJAUAN PUSTKA **6**
2.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian 6
2.2. Makrofauna 7
2.3. Keanekaragaman 8
2.4. Kelimpahan 9
2.5. Agroforestri 9
2.6. Pola Tanam Agroforestri 11
2.6.1. Pola Tanam *Alley Cropping* 11
2.6.2. Pola Tanam *Random Mixture* 12
2.6.3. Pola Tanam *Atress Along Borders* 13
2.6.4. Pola Tanam *Alternate Rows* 13

III. METODE PENELITIAN **15**
3.1. Waktu dan Tempat 15
3.2. Alat dan Bahan 15
3.3. Metode Penelitian 15
3.4. Faktor Lingkungan 17
3.5. Analisis Data 17

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN **22**
4.1. Struktur Komunitas Makrofauna Tanah pada Tiga Pola Tanam di Gapoktanhut Pujo Makmur 22
4.1.1. Struktur Komposisi Makrofauna Tingkatan Kelas 25
4.1.2. Struktur Komposisi Makrofauna Tingkatan Ordo 26
4.1.3. Struktur Komposisi Makrofauna Tingkatan Famili 27
4.1.4. Struktur Komposisi Makrofauna Tingkatan Spesies 28

Halaman

4.2. Analisis Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Tiga Pola Tanam Agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur..... 32
4.3. Faktor Lingkungan Makrofauna Tanah..... 35
4.3.1. Kondisi Vegetasi pada Tiga Pola Tanam Agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur 35
4.3.2. Kondisi Abiotik pada Tiga Pola Tanam Agroforestri 38
4.4. Analisis Korelasi Spearman 40

V. SIMPULAN DAN SARAN..... 43
5.1. Simpulan..... 43
5.2. Saran..... 44

DAFTAR PUSTAKA..... 45
LAMPIRAN..... 55

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Kriteria indeks keanekaragaman jenis	18
2.	Kriteria indeks keseragaman.....	19
3.	Kriteria indeks dominansi.....	20
4.	Kriteria nilai korelasi	20
5.	Struktur komunitas makrofauna tanah pada tiga pola tanam.....	23
6.	Kelas makrofauna tanah pada tiga pola tanam	25
7.	Spesies makrofauna tanah pada pola tanam *Random Mixture Non* Kapulaga	28
8.	Spesies makrofauna tanah pada pola tanam *Random Mixture* Kapulaga	29
9.	Spesies makrofauna tanah pada pola tanam *Alley Cropping*	31
10.	Jenis vegetasi pada tiga pola tanam	35
11.	Kerapatan vegetasi pada tiga pola tanam agroforestri	35
12.	Kondisi abiotik pada tiga pola tanam	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.	Kerangka penelitian keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran	5
2.	Lokasi penelitian	15
3.	Pemasangan trap pada plot pengamatan	16
4.	*Pitfall trap*	17
5.	Struktur komunitas makrofauna tanah pada tiga pola tanam	22
6.	Diagram presentase ordo makrofauna tanah	26
7.	Diagram presentase famili makrofauna tanah	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1.	Dokumentasi jenis makrofauna tanah pada tiga pola tanam	56
2.	Pembuatan plot	62
3.	Pengukuran ketebalan seresah	62
4.	Pembuatan lobang *pitfall trap*	62
5.	Pengisian air sabun dan garam	63
6.	Pengambilan hasil jebakan	63
7.	*Pitfall trap*	63
8.	Pengukuran pH tanah	64
9.	Pengukuran suhu tanah	64
10.	Indentifikasi jenis makrofauna tanah	65
11.	Foto bersama ketua Gapoktanhut Pujo Makmur	65

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gapoktanhut Pujo Makmur berada di Desa Banjaran Kecamatan Padang Cermin. Gapoktanhut Pujo Makmur menerapkan pengelolaan hutan berbasis agroforestri. Agroforestri ini adalah sistem kombinasi pola tanam antara tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian (Anna *et al*., 2024). Agroforestri merupakan pola usahatani yang dapat meningkatkan produktivitas lahan. Sistem agroforestri menghasilkan pepohanan yang berperan penting dalam menyediakan bahan organik, penyerapan unsur hara melalui akar yang dalam, daur ulang bahan organik dan unsur hara melalui seresah, meningkatkan sifat fisik tanah, dan meningkatkan proses biologis dalam tanah (Istikorini *et al*., 2023). Agroforestri merupakan suatu pengelolaan lahan sebagai strategi alternatif bagi masyarakat pada aspek ekologi, ekonomi, dan sosial (Melangga *et al*., 2024).

Masyarakat Gapoktanhut Pujo Makmur menerapkan sistem agroforestri dengan berbagai pola tanam. Pola tanam (*cropping system*) adalah cara yang dapat digunakan dalam meningkatkan pemanfaatan lahan secara optimal (Fitri, 2023). Pola tanam dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pola penanaman merupakan susunan tata telak tanaman selama periode tertentu. Menurut Idris (2019) mengatakan bahwa terdapat empat pola tanam agroforestri yaitu *Atress Along Borders* (bentuk pagar), *Alternate Rows* (bentuk baris), *Alley Cropping* (bentuk lorong). dan *Random Mixture* (bentuk acak). Berdasarkan hasil pra survey diketahui bahwa pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran yaitu *Random Mixture* dan *Alley Cropping*. Adapun pola tanam *Random Mixture* yang diterapkan pada lahan agroforestri berbasis tanaman kapulaga dan tidak ditanami kapulaga. Sehingga sistem agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur dapat dikatakan memiliki bentuk pola tanam *Random*

Mixture Kapulaga, *Random Mixture Non* Kapulaga, dan pola tanam *Alley Cropping*.

Pola tanam *Alley Cropping* merupakan pola tanam lorong. Pola tanam *Alley Cropping* diterapkan pada lahan dengan topografi berlereng untuk mencegah erosi serta mampu menambah produktivitas tanah dan tanaman (Ariani dan Haryati, 2018). Kondisi lanskap yang cenderung lereng menyimpan potensi erosi akibat aliran permukaan dan longsor lahan apabila lahan tidak dikelola dengan baik (Santoso, 2021). *Alley Cropping* memiliki lapisan stratum yang lebih seragam namun sedikit lapisan vertikalnya (Putri *et al*., 2017). Sedangkan Pola tanam *Random Mixture* yaitu pola tanam acak yang sejak awal penanaman tidak ada perencanaan tata letak yang memiliki stratum lebih bervariasi (Bakri, 2021). Pola acak juga memiliki manfaat dalam aspek ekologi yaitu sebagai penaung yang menahan angin dan menyuburkan tanah. Manfaat dalam aspek ekonomi yaitu penambah pendapatan masyarakat. *Random Mixture* pada lahan dilokasi penelitian terbagi menjadi dua yaitu *Random Mixture* Kapulaga dan *Random Mixture Non* Kapulaga. Perbedaannya tersebut terletak pada tumbuhan bawah yaitu Kapulaga sendiri. Kapulaga ditanam di celah-celah tegakan pohon yang ditanam perumpun dengan sistem acak (Pratiwi *et al*., 2017). Perbedaan jenis tanaman penyusun vegetasi akan membentuk mikrohabitat yang mendukung kehidupan makrofauna tanah. Perbedaan tipe vegetasi dapat menghasilkan variasi dalam ketersediaan makanan, perlindungan, serta kondisi lingkungan bagi biota tanah. Perbedaan tipe vegetasi di suatu lahan salah satunya dapat mempengaruhi keanekaragaman serta kelimpahan makrofauna tanah (Hanafiah, 2014).

Makrofauna di permukaan tanah merupakan hewan yang memiliki peran penting dalam proses penguraian bahan organik tanah (Younear *et al*., 2023). Makrofauna menjadi indikator paling sensitif terhadap kondisi lahan (Naimnule *et al.,* 2023). Menurut Swardana *et al*., (2023) makrofauna tanah berperan sebagai dekomposer yang dapat mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Makrofauna tanah banyak ditemukan pada daerah dengan keadaan lembab. Oleh karena itu, keberadaan makrofauna tanah dapat menjadi penduga kualitas lingkungan, terutama kondisi tanah (Wibowo dan Slamet 2017; Hutahean 2023). Hal ini sejalan dengan penelitian Gumay *et al*. (2023) bahwa makrofauna tanah

digunakan sebagai prediktor atau indikator perubahan kualitas lahan karena keberadaan makrofauna tanah sangat bergantung pada faktor biotik dan abiotik di dalam tanah. Faktor biotik yang mempengaruhi antara lain seperti tanaman. Faktor abiotik meliputi faktor fisik dan kimia diantaranya seperti suhu, kelembaban, cahaya matahari, tekstur tanah, struktur tanah, pH, salinitas, kadar bahan organik dan unsur mineral tanah (Nurrohman *et al*., 2018)

Kondisi lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan kelangsungan hidup makrofauna di permukaan tanah. Perbedaan pola tanam yang digunakan mengakibatkan kondisi lingkungan pun berbeda dan jenis tanaman yang berbeda. Tanaman dalam agroforestri menyediakan bahan organik untuk tanah melalui seresah dan dedaunan yang jatuh ke permukaan tanah (Istikorini *et al*., 2023). Bahan organik berfungsi sebagai sumber makanan utama untuk makrofauna tanah, sehingga kandungan bahan organik tanah dapat mempengaruhi keberadaan makrofauna tanah. Maka dengan itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna di permukaan tanah pada setip pola tanam dan untuk mengetahui korelasi antara makrofauna dengan tiga pola tanam (*Alley Cropping*, *Random Mixture* Kapulaga, dan *Random Mixture Non* Kapulaga) pada lahan agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur

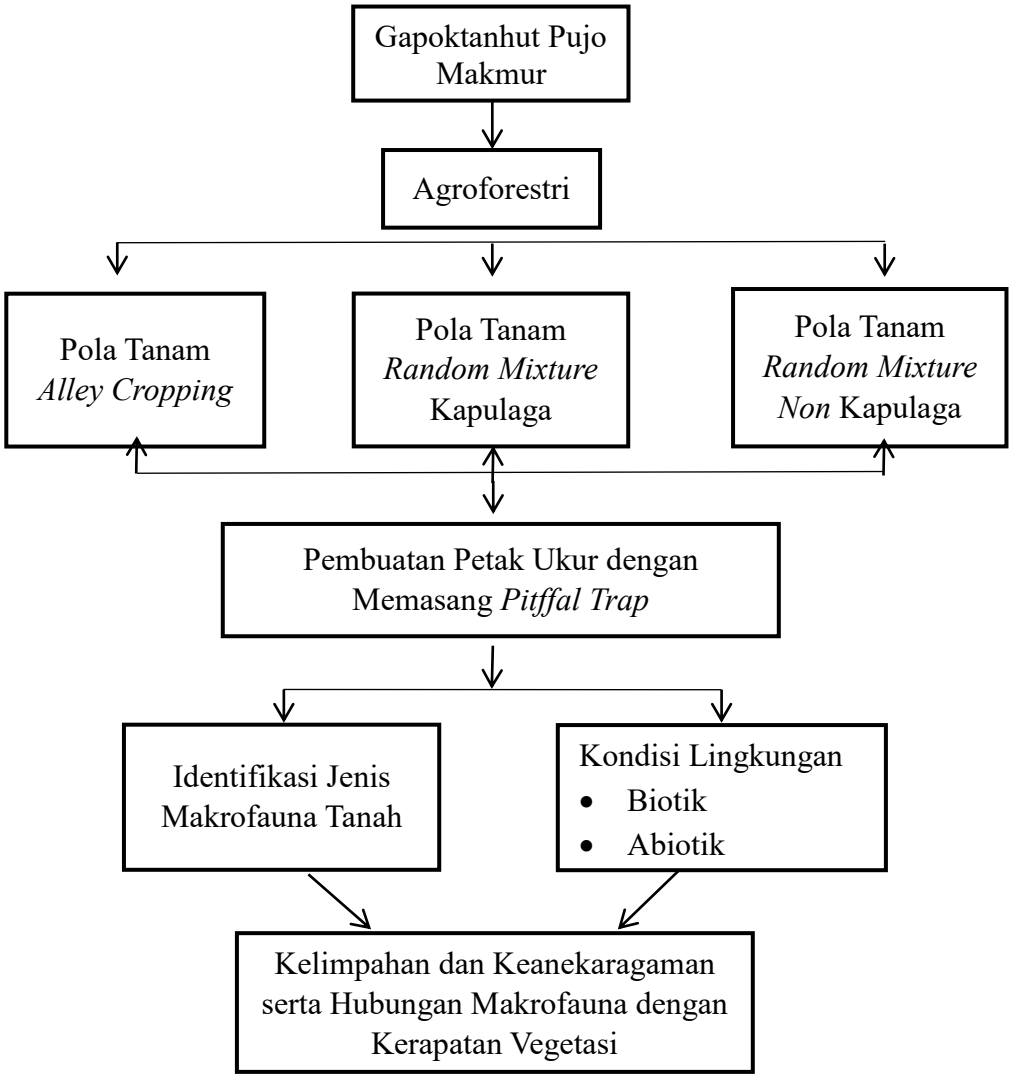
1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur, KPH Pesawaran.
2. Menganalisis pengaruh berbagai jenis pola tanam agroforestri terhadap kelimpahan makrofauna tanah di Gapoktanhut Pujo Makmur, KPH Pesawaran.

1.3. Kerangka Berfikir

Fauna tanah memiliki peran penting dalam proses dekomposisi, aliran karbon, redistribusi unsur hara, siklus unsur hara, bioturbasi, dan pembentukan tanah salah satunya yaitu makrofauna tanah. Peran aktif makrofauna tanah dapat mempertahankan serta meningkatkan produktivitas tanah dengan dukungan faktor lingkungan disekitarnya. Contoh fauna tanah yang termasuk makrofauna tanah adalah cacing, semut, dan rayap (Situmorang dan Afrianti, 2020). Penelitian ini diperlukan untuk mengetahui keberadaan makrofauna di permukaan tanah yang ada di berbagai pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur. Penelitian ini dilakukan menggunakan dengan pemasangan jebakan dengan metode *pitfall trap* untuk mengetahui tingkat keanekaragaman makrofauna yang ada dan untuk mengetahui hubungan makrofauna tanah dengan berbagai pola tanam yang ada pada lahan agroforestri. Adapun kerangka pemikiran penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka penelitian keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola tanam agroforestri di Gapoktanhut Pujo Makmur KPH Pesawaran

II. TINJAUAN PUSTKA

2.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Gapoktanhut Pujo Makmur terletak di Desa Banjaran, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran. Secara geografis Kabupaten Pesawaran terletak pada koordinat 104,92^{o} – 105,34^{o} Bujur Timur, dan 5,12^{o} – 5,84^{o} Lintang Selatan. Batas-batas wilayah adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara = berbatasan dengan Kabupaten Lampung Tengah
- Sebelah Selatan = berbatasan dengan Teluk Lampung Kabupaten Tanggamus
- Sebelah Barat = berbatasan dengan Kabupaten Tanggamus
- Sebelah Timur = berbatasan dengan Kabupaten Lampung Selatan dan Kota Bandar Lampung

Secara administratif Kabupaten Pesawaran memiliki luas 1278,21 Km^2 dan terdapat 11 Kecamatan salah satunya yaitu Kecamatan Padang Cermin (BPS, 2023).

Sedangkan Kecamatan Padang Cermin memiliki batas wilayah adalah sebagai berikut:

- Sebelah utara = Berbatasan dengan Kecamatan Kedondong
- Sebelah Selatan = Berbatasan dengan Kecamatan Punduh Pidada
- Sebelah Barat = Berbatasan dengan Kecamatan Cukuk balak, Kabupaten Tanggamus
- Sebelah Timur = Berbatasan dengan Teluk Lampung

Kecamatan Padang Cermin memiliki luas 172,78 km^2 dan terdapat 11 desa diantaranya yaitu Desa Banjaran (BPS, 2023). Desa Banjaran memiliki luas 2,23 km^2 dengan jumlah penduduk 3 934 jiwa yang terbagi menjadi tujuh Dusun dan 28 RT (BPS, 2022). Desa Banjaran merupakan salah satu Desa di Kecamatan

Padang Cermin yang sebagian besar masyarakatnya bekerja sebagai petani. Masyarakat mengelola lahan hutan dengan memanfaatkan hasil hutan bukan kayu. Lahan hutan tersebut termasuk kedalam hutan lindung register 19 yang membentuk sebuah Gapoktanhut bernama Pujo Makmur. Gapktan pujo makmur merupakan salah satu HKm (Hutan Kemasyarakatan) yang menerapkan pola tanam agroforestri (kombinasi tanaman kehutanan dan tanaman pertanian). Sebagai besar tanaman yang di kehutanan yang ditanam oleh masyarakat yaitu tanaman MPTS (tanaman durian, kemiri, pala, alpukat). Gapoktanhut Pujo Makmur memiliki lima Kelompok Tani Hutan (KTH) diantara yaitu KTH Pujo Makmur, KTH Serumpun Jaya, KTH Citra Tani, KTH Jaya Tani, dan KTH Wono Harjo.

2.2. Makrofauna

Makrofauna merupakan kelompok hewan-hewan besar penghuni tanah yang merupakan bagian dari keanekaragaman tanah yang berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Swardana *et al*., 2023). Makrofauna merupakan indikator yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. Makrofauana lebih banyak ditemukan dengan kondisi lingkungan yang relatif lembab. Kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna sangat tergantung terhadap kondisi lingkungan iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) serta cahaya matahari (Situmorang dan Afrianti, 2020). Makrofauna sangat erat kaitannya dengan dekomposisi bahan organik dalam tanah. Semakin baik dekomposisi bahan organik tanah tentunya akan semakin baik sifat fisik dan kimia tanah yang pada akhirnya menentukan tingkat kesuburan tanah (Apriani *et al*., 2022).

Kelompok makrofauna diantaranya adalah milipida, isopoda, insekta, moluska, arthropoda, annelida dan vertebrata kecil (Maftu'ah *et al*., 2018). Arthropoda, termasuk insekta, diplopoda, arachnida, dan chilopoda, adalah makrofauna yang paling banyak ditemukan di tanah. Makrofauna ini terkenal karena fungsinya sebagai pengatur lingkungan (Husamah *et al*., 2017). Menurut Dewi *et al*. (2013) makrofauna ialah avertebrata yang memiliki ciri-ciri makrofauna adalah sebagai berikut:

- Memiliki ukuran tubuh > 1cm
- Lebar tubuh 2 mm-20 mm
- 90% spesiesnya dapat dilihat dengan mata manusia
- Ditemukan pada kondisi lingkungan yang lembab

Makrofauna berperan penting dalam ekosistem tanah dan siklus hara. Makrofauna dapat menjaga kualitas dan kesuburan tanah melalui proses perombakan bahan organik, distribusi hara, peningkatan aerasi tanah dan sebagainya. Menurut Karyaningsih dan Hendrayana (2020) makrofauna berperan dalam memperbaiki sifat tanah melalui proses immobilisasi dan huminifikasi. Pada proses dekomposisi bahan organik, makrofauna berperan lebih banyak dalam proses fragmentasi serta memberikan mikrohabitat (fasilitas lingkungan) yang lebih baik selama proses dekomposisi lebih lanjut yang dilakukan oleh kelompok mesofauna dan mikrofauna. Sedangkan menurut penelitian Nasirudin dan Susanti (2018) makrofauna berperan sebagai herbivor,dan sebagai predator.

2.3. Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah suatu variasi jenis yang berada di suatu ekosistem. Keanekaragaman dapat dinyatakan dengan indeks keanekaragaman. Indeks keanekaragaman memiliki tujuan untuk mengetahui berapa banyak jenis yang ada dalam komunitas tertentu yang ada di suatu waktu (Nasirusin dan Susanti, 2018). Keanekaragaman dapat ditentukan dengan karakteristik habitatnya (Saipul *et al*., 2023). Keanekaragaman spesies dapat dipengaruhi oleh jenis dan komposisi vegetasi yang beragam. Keanekaragaman makrofauna disebabkan karena adanya bahan organik tanah yang berasal dari serasah atau sisa-sisah tanaman dari vegetasi bawah yang dimanfaatkan sebagais sumber makanannya. Hal ini dapat diartikan bahwa ketersediaan pangan yang beragam dapat meningkatkan beragamnnya makrofauna disuatu habitat (Karyaningsih dan Hendrayana, 2020). Keanekaragaman makrofauna dalam ekosistem tanah pun sangat terkait dengan pertumbuhan tanaman (Nurrohman *et al*., 2015). Analisis keragaman dapat diketahui salah satunya dengan indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*. Indeks keanekaragaman merupakan penggambaran untuk membantu menganalisis data tentang jumlah jenis individu dan banyaknya jumlah jenis yang ada di suatu

wilayah secara matematis. Keanekaragaman dapat menciptakan kesatabilan dan keseimbangan dalam ekosistem (Ferdiansyah *et al*., 2024). Analisis keanekaragaman jenis merupakan wawasan yang mendasar untuk mengukur keanekaragaman suatu komunitas. Analisis keanekaragaman jenis merupakan cara yang sangat sederhana untuk mendeskripsikan kelimpahan dalam suatu populasi (Rozak *et al*., 2020).

2.4. Kelimpahan

Kelimpahan merupakan pengukuran sederhana untuk mengetahui jumlah spesies (Gurning *et al*., 2020). Kelimpahan adalah banyaknya individu yang berada di suatu komunitas (Sodiq dan Arisandi, 2020). Kelimpahan adalah salah satu indikator yang dapat mengetahui kepadatan individu dalam suatu kawasan (Wulandari dan Kuntjoro, 2019). Kelimpahan adalah pengukuran sederhana jumlah spesies yang ada di suatu komunitas (Gurning *et al*., 2020). Kelimpahan makrofauna dengan jumlah individu spesies yang tinggi dapat menyebabkan keanekaragaman jenis melimpah. Suatu komunitas mempunyai kompleksitas yang tinggi apabila terjadi interaksi antar spesies yang tinggi. Kelimpahan makrofauna tanah berkaitan erat pada suatu komunitas yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Interaksi spesies dengan lingkungannya melibatkan transfer energi/jaring makanan, predasi, kompetisi serta pembagian relung yang lebih kompleks secara teoritis (Sembiring, 2020). Kelimpahan makrofauna tanah sangat bergantung dengan ketersediaan sumber makanan yang ada (Handayani *et al*., 2020). Umumnya kelimpahan makrofauna disebebkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah tanaman penutup tanah (Febriyanti, 2016). Faktor lain yang dapat mempengaruhi kelimpahan makrofauna yaitu suhu, kerapatan tajuk dan pH Tanah (Wibowo *et al*., 2020).

2.5. Agroforestri

Agroforestri adalah salah satu sistem pemanfaatan lahan yang menggunakan interaksi tanaman pertanian dan kehutanan (Anna *et al*., 2024). Sistem agroforestri merupakan suatu cara pengelolaan tanaman hutan berkombinasi dengan tanaman pertanian dengan harapan bisa meningkatkan ekonomi

masyarakat dan tetap menjaga kelestarian hutan secara berkelanjutan (Surnayanti *et al*., 2022). Agroforestri dikenal sebagai kebun campur yang terdapat dari komponen tanaman tahunan dan semusim. Sistem agroforestri diterapkan dengan kombinasi tanaman kehutanan seperti jati, kemiri, waru dll., tanaman pertanian seperti kakao, cengkeh, pala, dan kapulaga (Melangga *et al*., 2024).

Agroforestri sudah dikenalkan sejak berabad-abad lamanya. Agroforestri dikembangkan pada berbagai kondisi dan jenis lahan dengan bermacam pola kombinasi tanaman. Sistem agroforestri dapat dikatakan apabila memenuhi dua unsur yaitu aspek pertanian (agro) dan aspek kehutanan (*Forestry*) (Widiyanto, 2013). Agroforestri terbentuk karena berbagai latar belakang sesuai dengan kondisi tempat dan kebiasaan masyarakat setempat. Di Indonesia agroforestri berawal dari kebun yang ada dipekarangan rumah berasal dari sejarah panjang. Agroforestri berawal dari penanaman campur tanaman kayu dengan tanaman semusim yang berada di pekarangan rumah. Tahun 1989 agroforestri sudah di adopsi oleh masyarakat Pulau Jawa. Pada masa gencarnya transmigrasi, Pulau Jawa mampu mengidupi masyarakatnya yang padat dengan luasan yang tidak terlalu besar, hal ini dikarenakan adanya keberhasilan pertanian secara intensif dan efisien pada lahan yang terbatas. Sistem agroforestri dapat berjalan secara optimal tergantung dengan interaksi antar komponen penyusunnya seperti menanam tanaman pioneer yang dapat membantu dalam penyuburan tanah dan sebagai penaung. Selain itu aspek silvikultur sangat penting dalam keberhasilan sistem agroforestri terutama saat awal pengelolaan. Hal yang perlu diperhatikan dalam aspek silvikultur seperti jarak tanam, penentuan pola tanam dan penyiangan (Pieter, 2021).

Agroforestri dapat mengatasi kemiskinan dan kelaparan serta memiliki dampak positif yang mampu menyediakan sebuah jasa lingkungan, mitigasi perubahan iklim, dan konservasi sumber daya alam. Agroforestri menjadi jalan keluar dalam pengelolaan hutan berkelanjutan yang menerapkan teknik silvikultur. Agroforestri dapat mengatasi laju deforestasi, degradasi hutan, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Octavia *et al*., 2023). Menurut Ary Widiyanto (2013) agroforestri memili dua fungsi utama yaitu:

1. Fungsi sosial dan ekonomi. Agroforestri dapat memberikan manfaat ekonomi bagi kesejahteraan masyarakat seperti menjadi pendapatan tambahan yang berasal dari lahan agroforestri yang memiliki luasan terbatas namun mendapatkan hasil yang optimal serta pada aspek sosial sebagai pemberdayaan masyarakat setempat hutan (Wahda, 2024).
2. Fungsi Lingkungan, agroforestri merupakan sebuah sistem yang memiliki fungsi terhadap hidrologi, konservasi dan ekologi. Agroforestri dapat mencegah terjadinya erosi tanah dengan adanya strata tajuk, cadangan air pada tanah, pengikat karbon yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, dan sebagai tempat hidup atau habitatnya flora dan fauna dari berbagai gangguan (Widiyanto, 2013).

2.6. Pola Tanam Agroforestri

Pola tanam (*Cropping patten*) merupakan susunan tata letak dari tanaman pada sebidang tanah. Pola tanam diterapkan guna mengoptimalkan pemanfaatan lahan (Setiawan, 2009). Pola tanam digunakan untuk landasan dalam meningkatkan produktivitas lahan. Pola tanam merupakan ilustrasi dalam rencana penanaman dari berbagai jenis tanaman yang ingin tanam disuatu lahan. Pola tata tanam merupakan berbagaimacam tanaman yang ingin ditanam dalam luasan lahan. Pola tanam yang digunakan akan berbeda dari suatu daerah, karena karakteristik suatu tempat berbeda. Faktor yang mempengaruhi pola tanam diantaranya yaitu ketersediaan air dan jenis tanah (Dewi *et al*., 2023). Terdapat beberapa jenis pola tanam diantaranya yaitu pola tanam *Alley Cropping*, *Random Mixture, Atress Along Borders*, dan *Alternate Rows*

2.6.1. Pola Tanam *Alley Cropping*

Pola tanam *Alley Cropping* atau pola tanam lorong adalah teknik pola tanam konservasi vegetatif yang mampu mencegah erosi dan limpasan, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, aktivitas biologi tanah serta dapat mempertahankan dan meningkatkan produksi tanaman (Ariani, 2018; Santoso *et al*, 2021). Pola tanam *Alley Cropping* merupakan pola dengan ditanam tanaman pertanian seperti Kapulaga di tengah atau diantara pepohonan. Biasanya larikan pohon ditanam

dengan membujur ke timur atau barat agar tanaman mendapat sinar matahari pada pagi dan sore hari secara penuh. Pola *Alley Cropping* berbentuk menyerupai lorang goa apabila dilihat dari samping (Naharuddin, 2018). *Alley Cropping* dapat dikatakan sebagai pola penanaman tanaman dengan jarak yang lebar diantara barisan pohon. Kombinasi tanaman pohon dalam pola *Alley Cropping* memiliki manfaat yang beragam pada hasil produksi dan ekologis. Sistem *Alley Cropping* banyak digunakan pada lahan kritis sebagai konservasi lahan tersebut. Penerapan sisrem *Alley Cropping* dapat membuat kesuburan tanah dan ketersediaan air menjadi baik karena dapat mendukung pengendalian banjir, irigasi pertanian, dll (Mawardati *et al*., 2023). Penanaman *Alley Cropping* dimana tanaman pangan ditanam pada lorong di antara deretan tanaman pagar. Menurut Ariani *et al*. (2018) tanaman pagar dijadikanya mulsa bagi tanaman lorong dan diharapkan dapat memberi hara terutama nitrogen bagi tanaman lorong. terdapat persyaratan untuk digunakan sebagai tanaman pagar diantaranya yaitu:

- Dapat bertunas kembali secara cepat apabila terjadi pemangkasan
- Tanaman hijau
- Tanaman yang dapat mengikat nitrogen dari udara
- Tidak memiliki persaingan yang tinggi terhadap tanaman lorong
- Tanaman yang tidak mengeluarkan zat beracun
- Tanaman yang memiliki manfaat ganda seperti untuk unsur hara tanah, dapat digunakan sebagai pakan ternak, dan hasil hutan bukan kayu yang dapat dimanfaatkan petani

2.6.2. Pola Tanam *Random Mixture*

Pola tanam *Random Mixture* berasal dari turun temurun dari orang tua kepada petani saat ini. Pola tanam *Random Mixture* sering ditemukan pada pertanian tradisional, pohon-pohon berasal dari regenerasi alami seperti anakan ataupun trubusan (Idris *et al*., 2019). Pola tanam *Random Mixture* dapat meminimalisir *over* populasi hama dan penyakit. kerusakan dapat dikendalikan karena tanaman disutau lahan memiliki jenis yang berbeda beda sehingga hama dan penyakit tidak berfokus pada satu jenis tanaman (Leunufna *et al*., 2023). Pola tanam *Random Mixture* merupakan pola tanam pertanian dan kehutanan dengan

sistem acak, atau tanaman ditanam tidak diatur atau dengan jarak tanam. Pola acak ini terjadi karena pada saat awal penanaman tidak ada perencanaan tata letak tanaman satu dengan tanaman lainnya. Penanaman pohon dilakukan tidak sistematis disuatu lahan agroforestri (Yulistyarini, 2013).

2.6.3. Pola Tanam *Atress Along Borders*

Pola tanam *Atress Along Borders* adalah praktik agroforestri yang mengintegrasikan pohon atau tanaman keras dengan tanaman semusim di perbatasan lahan. Teknik ini dirancang untuk memanfaatkan ruang dengan efisien, melindungi tanaman dari erosi angin, serta meningkatkan kualitas tanah melalui peran vegetasi pohon yang menjaga kelembapan tanah dan menambah bahan organik. Pohon-pohon yang ditanam di sepanjang perbatasan lahan juga berfungsi sebagai pelindung mikroklimat, menciptakan lingkungan yang lebih stabil bagi tanaman semusim dan mengurangi tekanan dari perubahan suhu ekstrem. Pola *atress along borders* meningkatkan produktivitas jangka panjang dengan cara mengintegrasikan fungsi ekologis, seperti peningkatan biodiversitas lokal dan pengendalian alami hama. Pola *atress along borders* sebagai tambahan, penanaman pohon di tepi perbatasan dapat memberikan nilai ekonomi tambahan melalui hasil sekunder. Model penanaman dimana vegetasi pohon ditanami mengelilingi batas luasan lahan, hal tersebut dilaksanakan dengan pertimbangan bahwa sebelumnya sudah ada tanaman pokok masyarakat yang sudah ditanam di lahan tersebut (Syaifudin, 2020).

2.6.4. Pola Tanam *Alternate Rows*

Pola tanam *Alternate Rows* adalah metode penanaman yang mengatur tanaman dalam baris-baris berselang, yaitu menanam dua jenis tanaman secara bergantian pada setiap baris. Teknik ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan, meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi, dan mengurangi kompetisi antar tanaman. Selain itu, pola ini dapat meminimalkan risiko kerusakan akibat hama dan penyakit, karena keberadaan tanaman yang berbeda dalam satu area dapat menghambat penyebaran organisme pengganggu. Pola

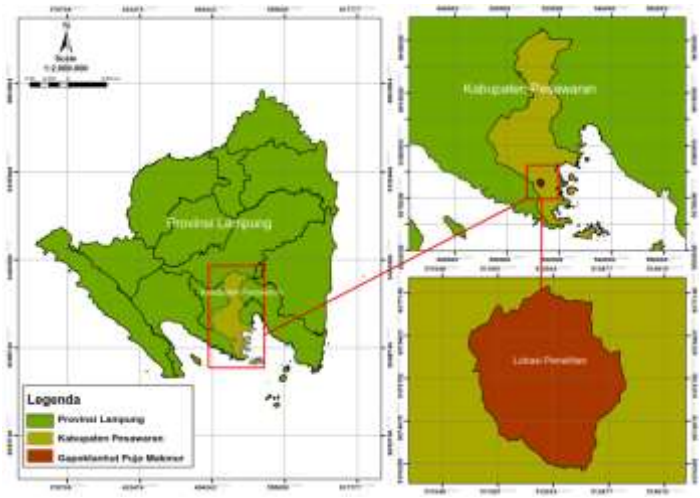
tanam ini sering diterapkan pada tanaman seperti jagung dan kacang-kacangan, di mana satu tanaman menyediakan naungan atau dukungan bagi tanaman lainnya. Selain manfaat agronomis, pola tanam *Alternate Rows* juga mendukung keberlanjutan lingkungan. Dengan menggunakan teknik ini, keanekaragaman hayati dalam lahan pertanian dapat meningkat, sehingga memperbaiki kesehatan ekosistem tanah. Pola ini juga dapat mengurangi erosi tanah dan meningkatkan penyerapan air, karena susunan tanaman yang bervariasi membantu mempertahankan struktur tanah (Rachman *et al*., 2022).

Pola tanam *Alternate Rows* memiliki hubungan signifikan dengan keanekaragaman dan aktivitas serangga tanah. Dengan menanam dua jenis tanaman secara berselang, pola ini menciptakan habitat mikro yang lebih beragam, yang mendukung populasi serangga tanah seperti predator alami, pemakan bahan organik, dan penyerbuk. Keberadaan tanaman yang berbeda dapat menyediakan sumber makanan dan tempat berlindung yang lebih bervariasi bagi serangga tanah, sehingga meningkatkan keseimbangan ekosistem lahan pertanian. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pola tanam ini dapat mengurangi populasi serangga hama tanah, karena tanaman pendamping dapat bertindak sebagai tanaman pengalih (*trap crop*) atau menghasilkan senyawa alelopati yang menghambat hama. Penelitian oleh Gupta *et al*. (2021) menunjukkan bahwa pola tanam *Alternate Rows* dapat meningkatkan keberadaan serangga tanah hingga 30%, sehingga berkontribusi pada pengendalian hama secara alami dan memperbaiki kesehatan tanah.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2024 di Gapoktanhut Pujo Makmur, KPH Pesawaran. Lokasi Penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

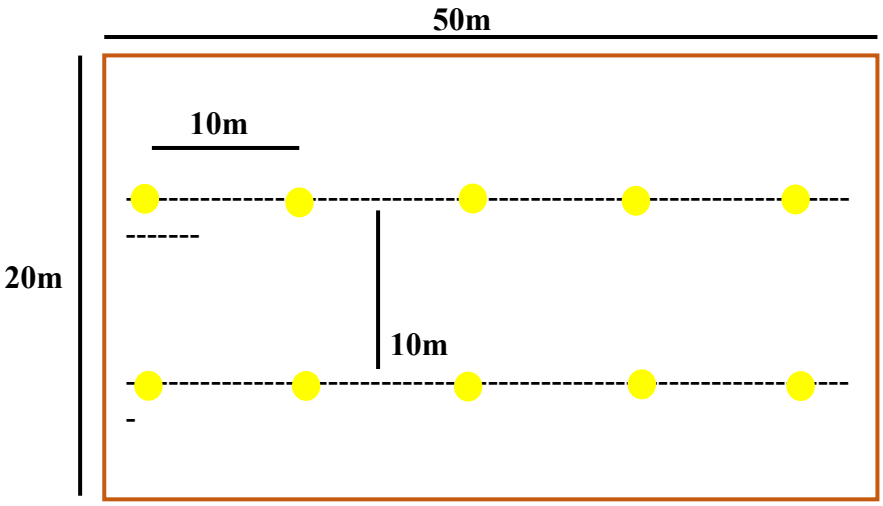
3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu, cetok, kotak pensil, cawan petri, pinset, saringan, pH meter, *moisture meter*, penggaris, *handphone* dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian yaitu gelas, plastik klip, alkohol 70%, larutan garam, dan larutan deterjen.

3.3. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu deskriptif-kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survei dengan teknik purposive sampling untuk menentukan plot. Jebakan *pitfaall trap* penempatannya ditentukan dengan

jalur transek. Data yang dikumpulkan berupa data primer yang diperoleh dengan pengamatan diplot secara langsung seperti pengambilan sampel makrofauna di permukaan tanah, pengukuran suhu tanah, kelembaban tanah, dan tebal seresah. Metode yang digunakan dalam mengumpulkan makrofauna di permukaan tanah yaitu *pitfall trap*. Pengambilan sampel menggunakan metode *pitfall trap* dilakukan dengan membuat plot sebanyak lima buah yang berukuran 50x20m setiap plotnya. Setiap plot terbagi menjadi dua baris sejajar sepanjang 50 meter dengan jarak 10 meter. Masing-masing baris, di pasang 5 buah trap dengan jarak antar trap 10 meter, sehingga total terdapat 10 titik trap per plot (Gambar 3). Cara pengambilan sampel makrofauna dengan metode *pitfall trap* yaitu dengan menggali tanah dengan kedalaman mencapai ± 10 cm dan diameter ± 5 cm atau menyesuaikan gelas perangkap setelah itu letakan perangkap dalam lobang yang berisi air deterjen sebanyak ±20% dari tinggi gelas. Posisi mulut perangkap harus sejajar dengan permukaan tanah dan diamkan selama 24 jam (Gambar 4). Setelah itu cek makrofauna tanah yang terjebak dan dimasukan kedalam plastik klip yang kemudian dipindahkan kedalam wadah yang berisi alkohol 70% untuk diawetkan, kemudian dilakukan identifikasi di laboratorium (Sulistyorini, 2023).



Gambar 3. Pemasangan trap pada plot pengamatan

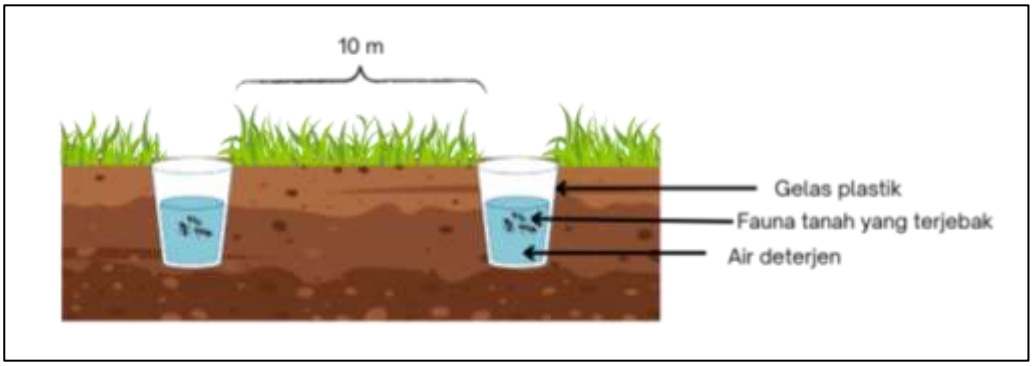
Keterangan:

: Jebakan/ trap

: Plot pengambilan sampel

----- : Garis pemotong kontur

— : Jarak antar jebak



Gambar 4. *Pitfall trap*

3.4. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan merupakan kondisi yang mempengaruhi keberadaan makrofauna disuatu lokasi. Untuk mengetahui kondisi lingkungan dapat diketahui dengan mengukur faktor abiotik seperti sifat fisik diantaranya mengukur kelembaban tanah dengan alat *moisture meter* yang ujung sensor *moisture meter* ditancapkan ke dalam tanah pada masing-masing kedalaman yaitu 10 cm atau 20 cm. Mengukur suhu udara dengan higrometer, dan intensitas cahaya matahari dengan lux meter. Pengukuran sifat kimiawi diantaranya yaitu pH tanah diukur dengan pH meter dan pengambilan bahan organik tanah dan C-organik. Selain itu mengidentifikasi jenis dan keragaman vegetasi di lahan agroforestri tersebut.

3.5. Analisis Data

Hasil data yang didapatkan di lapangan selanjutnya dianalisis mengggunakan berbagai rumus, diantaranya sebagai berikut:

a. Indeks Kelimpahan

Kelimpahan makrofauna dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Sirait *et al*., 2018):

$$KR = \frac{n_i}{n} \times 100\ \%$$

Keterangan:

KR : Kelimpahan Relatif

n_i : Jumlah individu pada spesies-i

n : Jumlah individu

b. Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman makrofauna dan vegetasi dapat dihitung menggunakan rumus *Shannon-Wiener* (Sirait *et al*., 2018).

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} (pi)(Ln\ pi)$$

Keterangan:

H : Indeks keanekaragaman Shannon

Pi : Perbandingan jumlah individu spesies i dengan total jumlah individu di komunitas.

Besarnya indeks keanekaragaman jenis menurut *Shannon Wienner* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria indeks keanekaragaman jenis

No.	Koefisien	Kriteria
1	H' < 1	Rendah
2	1 < H' < 3	Sedang
3	H' > 3	Tinggi

c. Indeks Similaritas Sorensen

Indeks similaritas sorensen digunakan unruk mengetahui kesamaan spesies makrofauna yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Tarigas *et al*., 2020)

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan:

IS : Indeks Kesamaan

C : Jumlah spesies yang sama dan terdapat pada kedua komunitas

A : Jumlah spesies dalam komunitas A

B : Jumlah spesies dalam komunitas B

Tabel 2. Kriteria Indeks Similatitas Sorensen (Tarigas *et al*., 2020)

No.	Koefisien	Kriteria
1	>25	Sangat tidak mirip
2	25%-50%	Tidak mirip
	50%-75%	Mirip
3	75-100%	Sangat mirip

d. Indeks Kemerataan (E)

Indeks kemerataan dapat menunjukan tingkat kemerataan dari jumlah individu makrofauna di permukaan tanah. Kemerataan makrofauna dapat dihitung dengan rumus *Evennes-indeks* (Odum, 1993).

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

Keterangan:

E : Indeks kemerataan spesies

H’ : Indeks keanekaragaman spesies

S : Jumlah spesies pada satu lokasi (lahan)

Kriteria indeks keseragaman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria indeks keseragaman

No.	Koefisien	Kriteria
1	0,00 < E < 0,50	Rendah
2	0,50 < E < 0,75	Sedang
3	0,75 < E < 1,00	Tinggi

e. Dominansi

Dominansi bisa dihitung dengan rumus *Dominance of Simpson* (Odum, 1993):

$$C = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{ni}{N}\right]^2$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi

Ni : Jumlah individu setiap jenis

N : Jumlah total individu

Kriteria Indeks Dominansi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria indeks dominansi

No.	Koefisien	Kriteria
1	0,00 < C < 0,50	Rendah
2	0,50 < C < 0,75	Sedang
3	0,75 < C < 1,0	Tinggi

f. Uji Korelasi

Untuk mengetahui hubungan anatar dua variabel yaitu kerapatan vegetasi dengan makrofauna di permukaan tanah maka dilakukan uji korelasi Spearman menggunakan aplikasi SPSS (Miftahuddin *et al*., 2021).

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2 - \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}$$

Dasar pengambilan keputusan

- Jika nilai signifikansi < 0,05, maka berkolerasi
- Jika nilai signifikansi > 0,05, maka tidak berkolerasi

Kriteria nilai korelasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 5. Kriteria derajat hubungan nilai korelasi

No.	Koefisien	Kriteria
1	0,00-0,19	Tidak ada korelasi
2	0,20-0,39	Korelasi lemah
3	0,40-0,59	Korelasi sedang
4	0,60-0,79	Korelasi kuat
5	0,80-1,00	Korelasi sempurna

g. Kerapatan Vegetasi

Kerapatan vegetasi (ind/ha) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Husna *et al*., 2024):

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas plot contoh}}$$

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasrkan hasil yang diperoleh dari penelitian dapat disimpulkan sebagai beriku:

1. Kelimpahan makrofauna dipermukaan tanah pada pola tanam *Random Mixture non* Kapulaga memperoleh 225 individu,12 spesies, 5 famili, 4 ordo, dan 1 kelas. Pola tanam *Random Mixture* Kapulaga memperoleh 507 individu, 15 spesies, 11 famili, 5 ordo, dan 2 kelas. Pola tanam *Alley Cropping* mendapatkan 215 individu, 12 spesies, 6 famili, 3 ordo, dan 2 kelas. Pola tanam *Random Mixture Non* Kapulaga memperoleh indeks keanekaragaman sebesar 1,05 (Sedang), indeks kemerataan 0,42 (sedang), Indeks dominansi 0,51 (sedang). Pola tanam *Random Mixture* Kapulaga memperoleh indeks keanekaragaman sebesar 1,12 (sedang), indeks kemerataan 0,41 (sedang), indeks dominansi 0,50 (Sedang). Pola tanam *Alley Cropping* memperoleh indeks keanekaragaman sebesar 1,09 (sedang). Indeks kemerataan 0,44 (sedang), indeks dominansi 0,53 (sedang). Indeks kesamaan komunitas yang diperoleh dari ketiga pola tanam sebesar 0,31.
2. Pola tanam *Random Mixture* Kapulaga memiliki hubungan antara kerapatan vegetasi dengan kelimpahan makrofauna dengan hasil sebesar 0,005. Pola tanam *Random Mixture Non* Kapulaga dan *Alley Cropping* tidak memiliki hubungan dengan hasil sebesar 0,172 dan 0,188. Derajat hubungan yang didapat dari ketiga pola tanam yaitu berhubungan positif. Artinya semakin tinggi kerapatan vegetasi maka semakin tinggi pula kelimpahan yang di temukan di setiap pola tanam.

5.2. Saran

Makrofauna memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan tanah dan ekosistem. Disarankan agar dilakukan sosialisasi kepada petani mengenai manfaat makrofauna serta praktik pertanian yang ramah lingkungan untuk menjaga kelestariannya.

DAFTAR PUSTAKA

Andini, S. W., Prasetyo, Y., dan Sukmono, A. 2018. Analisis sebaran vegetasi dengan citra satelit sentinel menggunakan metode NDVI dan segmentasi. *Jurnal Geodesi Undip*. *7*(1): 14-24.

Anna, A. J., Satria, B., Insusanty, E., dan Prastyaningsih, S. R. 2024. Potensi pengembangan agroforestri berbasis tanaman buah di Kecamatan Tandun Kabupaten Rokan Hulu. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*. *19*(1): 1–13. https://doi.org/10.31849/forestra.v19i1.13324

Aphrodyanti, L., Apriani, R. R., Mulyawan, R., Ellya, H., Studi, P., Tanaman, P., Pertanian, F., Lambung, U., Agroekoteknologi, P. S., Pertanian, F., Lambung, U., Peternakan, P. S., Pertanian, F., dan Lambung, U. 2024. Keanekaragaman makrofauna tanah pada pertanaman kacang nagara dengan aplikasi mulsa eceng gondok. *Jurnal Agrotek UMMAT*. 11(4): 350–365.

Ahmad, S. W., Asrina, A., Jamili, J., Mukhsar, M., & Rudia, L. O. A. P. 2024. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Areal Perkebunan Kelapa Sawit Di Kecamatan Besulutu, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*. 11(1): 136-146.

Ariani, R., dan Haryati, U. 2018. Sistem *alley cropping*: analisis SWOT dan strategi implementasinya di Lahan Kering DAS Hulu. *J. Sumberd. Lahan*. *12*: 13-31.

Ashari, F., Yamani, A., dan Peran, B. 2024. Keanekaragaman jenis makrofauna tanah di taman hutan hujan tropis indonesia (TH2TI) Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteae*. 07(6): 896–903.

Asrina, Ahmad, S. W., Jamili, Mukhsar, dan Rudia, L. O. A. P. 2024. Keanekaragaman makrofauna tanah pada areal perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Besulutu, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian Biologi*. 11(1): 136–146.

Astuti, D. S., dan Ruslan, dan. 2019. Analisis tingkat kemiripan orthoptera menggunakan indeks sorensen dan dendogram di Hutan Bromo Karanganyar Jawa Tengah, Indonesia. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi.* 5(1): 39–47. https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v5i1.7990

Bakri, A. W. 2021. Karakteristik Sistem Agroforestri Pada Program Hutan Kemasyarakatan Desa Betao Riase, Kecamatan Pitu Riawa, Kabupaten Sidenreng Rappang. *Doctoral dissertation*. Universitas Hasanuddin

Basna, M., Koneri, R., dan Papu, A. 2017. Distribusi dan diversitas serangga tanah di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 6(1): 36. https://doi.org/10.35799/jm.6.1.2017.16082

Bulan, F. H. S., Afriyansyah, B., Apriyadi, R., dan Henri, H. 2024. Keanekaragaman semut (*Hymenoptera: formicidae*) di Bukit Nenek, Taman Wisata Alam Gunung Permisan, Bangka Selatan. *Agrifor*. 23(1): 1-18.

Cresensia, K., Tuaputty, H., Salmanu, S. I. A., dan Latupeirissa4, L. N. 2024. Keanekaragaman jenis-jenis laba-laba (arachnida) di hutan petuanan desa rumah tiga kota ambon dan implementasinya sebagai bahan ajar mata kuliah zoologi invertebrata. *Biopendix*. 11(1): 58–67.

Dewi, R. K., Suliansyah, I., Anwar, A., Syarif, A., dan Suryani, N. 2023. Inventarisasi pola tanam di antara tegakan kelapa di Kabupaten Padang Pariaman. *Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan*. *17*(4): 2924-2941.

Dewi, W. S., Handayani, P., dan Sumani, S. 2013. Keragaman dan layanan ekologi makrofauna epigeik pada pertanaman wortel (*Daucus carota* L.) yang diberi berbagai imbangan pupuk organik dan anorganik. *Doctoral dissertation*. Sebelas Maret University.

Ekawati, I., Henny Dianawati, S.P., M. ., Dr. Ir. Herni Sudarwati, M., Isdiantoni, S.P., M. ., dan Fawaid, S. 2020. *Alley Cropping* (1st ed.).

Erfandari, O., Hamdani, dan Wahyuningsih, E. 2024. Efficacy of some essential oils that have the potential as vegetable feromones in Heterogeneous Croping Using The Trap Meth. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(4): 239–243.

Fahad, S., Chavan, S. B., Chichaghare, A. R., Uthappa, A. R., Kumar, M., Kakade, V., Pradhan, A., Jinger, D., Rawale, G., Yadav, D. K., Kumar, V., Farooq, T. H., Ali, B., Sawant, A. V., Saud, S., Chen, S., dan Poczai, P. 2022. Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance. *Sustainability (Switzerland)*. *14*(22): 1–25.

Febriyanti, E. 2019. Keanekaragaman dan Kelimpahan Semut (*Hymenoptera: formicidae*) Pada Top Soil Lahan Pertanaman Kedelai. *Skripsi*. Universitas Brawijaya.

Ferdiansyah, I. R., Hermita, N., Fatmawaty, A. A., dan Saylendra, A. 2024. Peran serangga tanah dalam budidaya talas beneng di Karangtanjung. *JIA : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*. 9(2): 114–125. https://doi.org/10.37149/jia.v9i2.1157

Fitri, F. 2023. Manajemen Pola Tanam Tumpang Sari Untuk Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Desa Cenning Kecamatan Malangke Barat Kabupaten Luwu Utara. *Skripsi*. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Palopo.

Ginting, H. M. B., dan Lazuardi. 2024. Keanekaragaman dan kelimpahan serangga tanaman gaharu (*Aquilaria mallacensis* Lamk .) di Desa Silue Lue Kecamatan Namorambe Kabupaten Deli Serdang. *Biogenic:Jurnal Ilmiah Biologi.* 02(02): 33–47.

Gumay L., R., A., Lalita, E., S dan Baharuddin 2023. Keanekaragaman makrofauna tanah di bawah naungan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* blume) di Hutan Sekunder Senaru Lombok Utara. *Journal of Soil Quality and Management*. *2*(1): 67-73.

Gupta, R., Sharma, P., dan Meena, R. 2021. Impact of Alternate Rows Planting on Soil Invertebrates Diversity and Function. *Soil Ecology and Management*. 15(3): 201-210.

Gurning, L. F. P., Nuraini, R. A. T., dan Suryono, S. 2020. Kelimpahan fitoplankton penyebab harmful algal bloom di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Marine Research*. *9*(3): 251-260.

Hanafiah, K.A., 2014. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Edisi 1 Cetakan 7*. RajawaliPers, Jakarta

Haneda, N. F., Puspadewi, C. A., Rusniarsyah, L., dan Mulyani, Y. A. 2022. Keanekaragaman serangga tanah di tegakan kenanga (*Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. dan Thomson) dengan perlakuan pemupukan. *Journal of Tropical Silviculture*. 13(03): 191-197.

Haneda, N. F., Anggarawati, S. H., dan Arsita, L. 2024. Keanekaragaman makrofauna tanah di berbagai ekosistem di Tahura Sultan Thaha Syaifuddin Jambi. *Journal of Tropical Silviculture*. 15(03): 222-227.

Handayani, W., dan Winara, A. 2020. Keanekaragaman makrofauna tanah pada beberapa penggunaan lahan gambut. *Jurnal Agroforestri Indonesia*. *3*(2): 77-88.

Hasyimuddin, Syahribulan, dan Usman, A. A. 2017. Peran ekologis serangga tanah di Perkebunan Patallassang Kecamatan Patallassang Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life*. 1(10): 70–78.

Hayani, R. N., Pramayudi, N., Tanaman, D. P., Pertanian, F., dan Kuala, U. S. 2024. Struktur komunitas serangga permukaan tanah pada perkebunan kakao dengan kemiringan lahan yang berbeda di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 9(2): 339–352.

Herlinda, S., Dewi, R., Adam, T., Suwandi, S., dan Wijaya, A. 2015. Struktur komunitas laba-laba di ekosistem padi ratun: pengaruh aplikasi Beauveria bassiana (Balsamo). *Jurnal Entomologi Indonesia*. *12*(2): 91-91.

Hidayah, A., dan Marlina, D. 2022. Aplikasi insecta crochet pada knee length dress. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga. Teknobuga*. 10(1): 44–53.

Husamah, Rahardjanto, A., dan Hudha, A 2017. *Ekologi Hewar tanah (Teori dan Praktik)*. Malang: UMM Press

Hutahean, I. Y., Putir, P. E., Rotinsulu, J. M., Penyang, P., Setiarno, S. 2023. Makrofauna tanah di bawah pohon jelutung rawa (*Dyera polyphylla* Miq) di Kebun Benih Semai (KBS) Universitas Palangka Raya. *Hutan Tropika*. *18*(1): 162-168.

Husna, K., Anhar, A., dan Muslih, A. M. 2023. Inventarisasi jenis dan kerapatan vegetasi pada tegakan hutan dan agroforestri kopi di KPH Wilayah II, Aceh Tengah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 8(4): 1141-1152.

Idris, A. I. 2019. Pola dan motivasi agroforestry serta kontribusinya terhadap pendapatan petani hutan rakyat di Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*. *11*(2): 92. https://doi.org/10.24259/jhm.v11i2.8177

Istikorini, Y., Firmansyah, M. A., Rusniarsyah, L., Shodiq, I., Azzahra, T. A., Latifah, I. 2023. Pelatihan pembuatan pupuk hayati pada sistem agroforestri berbasis kopi di Desa Garahan, Jember, Jawa Timur. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. *9*(2): 191-198.

Istomo, I., danSusanti, C. 2023. Pengaruh kualitas tempat tumbuh terhadap pertumbuhan cemara udang (*Casuarina equisetifolia* L.) di Pantai Cemara Tuban:. *Hutan Tropika*. 18(2): 236-243.

Juliarni dan Rambe, T. R. 2024. Keanekaragaman makrofauna tanah pada perkebunan kelapa sawit dengan usia berbeda. *Jurnal Agroradix*. 8(1): 121–129.

Kamisah, K., dan Kartika, T. 2024. Analisis penentuan c-organik pada sampel tanah secara spektrofotometer UV-Vis. *Indobiosains*. 6(2): 74–80. https://doi.org/10.31851/indobiosains.v6i2.16308

Karyaningsih, I., dan Hendrayana, Y. 2021. Keanekaragaman makrofauna tanah di zona rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasirbatang Desa Karangsari Kabupaten Kuningan. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*. *13*(1): 60-67.

Latumahina, F. S., Musyafa, M., Sumardi, S., dan Putra, N. S. 2014. Kelimpahan dan keragaman semut dalam Hutan Lindung Sirimau Ambon. *Biospecies*. 7(2): 53–58. https://doi.org/10.22437/biospecies.v7i2.1755

Leunufna, H. M., M.A. Wattimena, C., dan Sahureka, M. 2023. Pola tanam agroforestry dusung di Negeri Leahari Kecamatan Leitimur Selatanan Kota Ambon. *Agricultural Engineering Innovation Journal*. *1*(2): 139–149. https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.728

Maftu'ah, E., Alwi, M., dan Willis, M. 2018. Potensi makrofauna tanah sebagai bioindikator kualitas tanah gambut. *Bioscientiae*. *2*(1): 1-14

Mawardati, M., Rosnina, R., Nurdin, M. Y., Rahman, A., Martina, M., dan Riani, R. 2023. Optimalisasi pemanfaatan lahan sub-optimal Desa Cot Keumuneng dengan sistem *alley-cropping* tanaman porang dan kacang tanah. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*. *2*(1): 137-148.

Meilina, D., Setyawati, T. R., dan Yanti, A. H. 2017. Ragam Jenis Semut (*Hymenoptera: formicidae*) di Lahan Gambut Alami dan Perkebunan Sawit di Kecamatan Sungai Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*, 6(3): 68-74.

Melangga, E. J., Wulandari, R., dan Pribadi, H. 2024. Identifikasi pola agroforestri rakyat di Dataran Tinggi Pamona Kabupaten Poso. *Advances In Social Humanities Research*. *2*(3): 407-414.

Miftahuddin, M., Sitanggang, A. P., dan Setiawan, I. 2021. Analisis hubungan antara kelembaban relatif dengan beberapa variabel iklim dengan pendekatan korelasi pearson di Samudera Hindia. *Jurnal Siger Matematika*, 25-33.

Mu'amalah, D. N., Nasirudin, M., dan Na'im, A. 2024. Keanekaragaman serangga pada pertanaman kacang panjang (*Vigna sinensis* L) di Desa Sumberarum Kecamatan Ngraho Kabupaten Bojonegoro. *Agriovet*. 6(2): 130–144.

Muslih, A. M., dan Basri, H. 2024. Pengaruh kerapatan vegetasi terhadap iklim mikro pada objek wisata dalam Kawasan Taman Wisata Alam Pulau Weh Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 9(2): 388–398.

Naharuddin, N. 2018. Sistem pertanian konservasi pola agroforestri dan hubungannya dengan tingkat erosi di Wilayah Sub-DAS Wuno, Das Palu, Sulawesi Tengah. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*. 6(3): 183-192.

Naimnule, L., Halek, E. F. 2023. Identifikasi makrofauna sebagai bioindikator kesuburan tanah Hutan Lindung Oeluan Kabupaten Timor Tengah Utara. *Innovative: Journal Of Social Science Research*. *3*(2): 10595-10603.

Nangaro, R. A., Tamod, Z. E., dan Titah, T. 2021. Analisis kandungan bahan organik tanah di Kebun Tradisional Desa Sereh Kabupaten Kepulauan Talaud. *Cocos*. 1(1): 1–17.

Nasirudin, M., dan Susanti, A. 2018. Hubungan kandungan kimia tanah terhadap keanekaragaman makrofauna tanah pada perkebunan apel semi organik dan anorganik. *Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan*. *3*(02): 5-11.

Niether, W., Armengot, L., Andres, C., Schneider, M., dan Gerold, G. 2018. Shade trees and tree pruning alter throughfall and microclimate in cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems. *Annals of Forest Science*. *75*(2).

Nisa, Z., Pramayudi, N., dan Hasnah, H. 2024. Komparasi keanekaragaman arthropoda permukaan tanah pada dua lokasi ekosistem tembakau yang berbeda di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 9(2): 321–338.

Nugroho, A. D. 2018. Komunitas laba-laba (Ordo: Araneae) permukaan tanah di Hutan Sokokembang, Pekalongan, Jawa Tengah. *Jurnal Agriculture*. 1(3): 56–63.

Nuraida, D., Arbiyanti Rosyida, S. Z., Ayu Widyawati, N., Winda Sari, K., dan Iwan Fanani, M. R. 2022. Analisis vegetasi tumbuhan herba di Kawasan Hutan Krawak. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya (JBdanP*). 9(2): 96–104. https://doi.org/10.29407/jbp.v9i2.18417

Nurrohman, E., Rahardjanto, A., dan Wahyuni, S. 2015. Keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* l.) sebagai bioindikator kesuburan tanah dan sumber belajar biologi. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*. *1*(2).

Nurrohman, E., Rahardjanto, A., dan Wahyuni, S. 2018. Studi hubungan keanekaragaman makrofauna tanah dengan kandungan c-organik dan organophosfat tanah di perkebunan cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*. 4(1): 1–10. https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.5923

Octavia, D., Wijayanto, N., Budi, S. W., Suharti, S., dan Batubara, I. 2023. Agroforestri garut dan Kapulaga berbasis sengon (*Falcataria moluccana*) untuk peningkatan produktivitas lahan Hutan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. *20*(2): 75-90.

Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Diterjemahkan oleh T. Samingan.Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Pariyanto, P., Riastuti, R. D., dan Nurzorifah, M. 2019. Keanekaragaman insekta yang terdapat di hutan pendidikan dan pelatihan Universitas Muhammadiyah Bengkulu. B*ioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*. 2(2): 70–92. https://doi.org/10.31539/bioedusains.v2i2.855

Peritika, M. Z. 2010. *Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola agroforestri lahan miring di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah*. Jurusan

Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta. 1–124.

Pieter, L. A. G. 2021. Isu kunci dalam riset agroforestri kompleks di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke- VIII*, 174–181.

Pratiwi, I. A., Sunartomo, A. F., dan Suciati, L. P. 2017. Penerapan berbagai pola agroforestri hutan rakyat di kabupaten lumajang dan potensi pendapatannya. *Seminar Nasional Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Jember*. 499–510.

Purnomo, A. S., Laili, S., dan Zayadi, H. 2022. Persepsi masyarakat tentang agroforestri di Desa Sumberejo Poncokusumo Malang. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*. 7(2): 9–14. https://doi.org/10.33474/e-jbst.v7i2.313

Purwadi, P., Hidayat, R., Sasongko, P. E., 2023. Pendampingan kelompok tani "agro makmur lestari" dalam pembibitan Kapulaga (*Elletria cardamomum*) di Lahan Agroforestri Desa Karangan, Kecamatan Bareng. *Jurnal Pengabdian*. 6(3):874–879.

Putri, A. K. 2017. Kapasitas Infiltrasi Pada Berbagai Pola Tanam Agroforestry Di Hutan Rakyat Desa Nglanggeran, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunungkidul. *Doctoral dissertation*. Universitas Gadjah Mada.

Putri, D. F. A., Kusuma, Z., dan Arisoesilaningsih, E. 2017. Kajian diversitas makrofauna dan mesofauna tanah pada sawah padi semiorganik dan konvensional di Kabupaten Malang, Jawa. *Jurnal Kesehatan dan Sains*. (1):, 1–8.

Putriyani, R., Saylendra, A., Putri, W. E., dan Sulistyorini, E. 2024. Keanekaragaman serangga di Kebun Teh PTPN VIII di Goalpara Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Budidaya Pertanian*. 20(1): 54–63.

Rachman, A., Sutrisno, D., dan Handoko, T. 2022. "Optimizing Land Productivity Through Alternate Rows Planting Patterns." *Sustainable Agriculture Practices.* 18(4): 123-132.

Tarigas, M. T., Apriansyah, A., & Safitri, I. 2020. Struktur komunitas mikroalga epifit berasosiasi pada Sargassum sp. di Perairan Desa Sepempang Kabupaten Natuna. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 3(2): 61-68.

Rizqiyah, N. I., Priyono, B., dan Dewi, N. K. 2017. Distribusi vertikal dan keanekaragaman makrofauna tanah di Kawasan Dieng Nur. *Life Science*. 6(2): 40–48.

Rosalina, F., dan Maipauw, N. J. 2019. Sifat kimia tanah pada beberapa tipe vegetasi. *Median*. 11(1): 1–9.

Rozak, A. H., Astutik, S., Mutaqien, Z., Sulistyawati, E., dan Widyatmoko, D. 2020. Efektivitas penggunaan tiga indeks keanekaragaman pohon dalam analisis komunitas hutan: studi kasus di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Indonesia. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. *17*(1): 35-47

Santoso, T., Machya, K. T., dan Riniarti, M. 2021. Penggunaan citra DEMNAS untuk desain pola tanam alley *cropping* pada lahan garapan anggota KPPH Talang Mulya Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*. *5*(1): 33-40.

Sembiring, A. K. 2020. Kelimpahan dan keragaman macrofauna di Taman Hutan Raya Sultan Syarif Hasyim. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. *16*(2): 100-107.

Setiawan, E. 2009. Kearifan lokal pola tanam tumpangsari di Jawa Timur. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. *2*(2): 79-88.

Sirait, M., Rahmatia, F., & Pattulloh, P. 2018. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks dominansi fitoplankton di Sungai Ciliwung Jakarta. *Jurnal Kelautan:Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 11(1):7-5 .

Siriyah, S. L. 2017. Keanekaragaman dan dominansi jenis semut (Formicidae) di Hutan Musim Taman Nasional Baluran Jawa Timur. Biota : *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 1(2): 85–90. https://doi.org/10.24002/biota.v1i2.995

Siska, F., dan Damsir 2022. Produktivitas serasah avicennia marina dan rhizophora apiculata di Cagar Alam Pulau Dua Banten. *Bio Sains: Jurnal Ilmiah Biologi*. 2(1): 1–7.

Situmorang, V. H., dan Afrianti, S. 2020. Keanekaragaman makrofauna tanah pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) PT. Cinta Raja. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 8(3): 176–184.

Sodiq, A. Q., dan Arisandi, A. 2020. Identifikasi dan kelimpahan makroalga di Pantai Selatan Gunungkidul. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*. *1*(3): 325-330.

Sugiyarto, dan Setyaningsih, M. 2007. Hubungan antara dekomposisi dan pelepasan nitrogen sisa tanaman dengan diversitas makrofauna tanah. *Buana Sains.* 7(1): 43–50.

Sulistyorini, E., Laila, A., Jiedny, A. Z. 2023. Identifikasi arthropoda pada lahan daun bawang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. *25*(1): 1-6.

Surgandi, R., Kartika, W. D., dan Agus Subagyo Departemen. 2020. Keanekaragaman kumbang (Coleoptera) di Kawasan Wisata Alam Danau Tangkas, Provinsi Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 8(1): 36–41. https://doi.org/10.25077/jbioua.12.2.114-121.2024

Swardana, A., Mansyur, A., Nafi'ah, H. H. 2023. Identifikasi dan keanekaragaman makrofauna tanah di Perkebunan Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) di Kecamatan Bayongbong, Garut. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*. *22*(1): 93-100.

Tsani, M. K., Santoso, T., Safe'i, R., dan Jalal, A. 2022. Kerapatan jenis tanaman dan pemeliharaan lahan agroforestri di HKM Maju Jaya Desa Hujung, Lampung Barat. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil: Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan dan Pertanian*. *6*(2). 149-158.

Wahda, Yofanda Ridho, A. 2024. Sistem Pola Agroforestri dan Manfaat Ekonomi di Lembaga Pengelola Hutan Nagari Kambang Timur Kecamatan Lengayang Kabupaten Pesisir Selatan. *Doctoral dissertation*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Wibowo, C. Slamet, S.,A. 2017. Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai tipe tegangan di areal bekas tambang silika di *Holcim educational forest*, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 1(8): 26-34.

Wibowo, C., dan Alby, M. F. 2020. Keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna tanah pada tiga tegakan berbeda di Hutan Pendidikan Gunung Walat. *Journal of Tropical Silviculture*. *11*(1): 25-31.

Widiyanto, A. 2013. Agroforestry dan peranannya dalam mempertahankan fungsi hidrologi dan konservasi. *National Graduate Institute fot Policy Studies. Tokyo. Japan*.

Wulandari, A., dan Andriani, N. 2024. Studi keanekaragaman makrofauna tanah diurnal di Area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang. *EPIC: Exact Papers in Compilation*. 6(4): 32–28.

Wulandari, C. 2011. Agroforestry: Kesejahteraan masyarakat dan konservasi sumberdaya alam.

Wulandari, E. Y., dan Kuntjoro, S. 2019. Keanekaragaman dan kelimpahan jenis burung di Kawasan Cagar Alam Besowo Gadungan dan sekitarnya Kabupaten Kediri Jawa Timur. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. *1*(1): 18-25.

Younear, R., Pujawati, E. D., Yamani, A. 2023. Keanekaragaman makrofauna tanah di perkebunan karet (*Hevea brasiliensis*) di Desa Labuhan Kecamatan Batang Alai Selatan Kabupaten Hulu Sungai Tengah. *Jurnal Sylva Scienteae*. *6*(3): 442-451.

Yulistyarini, T. 2013. Agroforestri Kopi Dan Pengaruhnya Terhadap Layanan Ekosistem Di Daerah Resapan. *Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013*, 242–379.