OPEN ACCESS

Available online at: http://jrp.faperta.unand.ac.id/index.php/jrp

Jurnal Riset Perkebunan
© The Author(s) 2026.
ISSN (Online): 2828-9285

Distribution Patterns of Soil Mesofauna and Macrofauna in Palm Oil and Rubber Plantations at Tanah Raja Estate, North Sumatera Province, Indonesia

Arif Pratama*, Sakiah

Program Studi Budidaya Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Kota Medan, Sumatera Utara Province, Indonesia

ABSTRACT

Mesofauna and soil macrofauna occur across various spaces an depths. This study aims to analyze the distribution of mesofauna an soil macrofauna and their relationships with soil physical properties i oil palm and rubber plantations at Tanah Raja Plantation, Serdan Bedagai Regency. Sampling was conducted from November t December 2025 using *pitfall traps* and *hand-sorting* at three dept levels (0-20 cm, 20-40 cm, and 40-60 cm), employing a quantitativ comparative approach. The identification results showed that as man as 25 species were found, classified into 4 classes, 9 orders, and 1 families, totaling 115 individuals. In oil palm land, 17 species (6 individuals) were recorded, while in rubber land, 12 species (5 individuals) were recorded. The highest abundance of soil fauna wa concentrated at a surface depth of 0-20 cm and gradually decrease at the next depths in oil palm (27, 24, and 11 individuals). However, i rubber, the numbers were 24, 10, and 19 individuals, resulting in a increase in returns at a depth of 40–60 cm. The diversity index (H') i oil palm land was 2.35 and in rubber was 1.74, both classified in th medium category. The evenness index was high (0.83 and 0.70), an the Simpson dominance index was low (0.11 and 0.29), although th rubber community was dominated by a single species (52.8% c individuals). Rarefied species richness was higher in oil palm (15. species) than in rubber (12 species). Multiple linear regression analysi showed that the variables pH and soil texture were not significantl related to the number of soil fauna individuals (model p = 0.617 although the small number of observations limits this inference.

ARTICLE INFO

Received : July 10, 2026
Revised : August 16, 2026
Accepted : September 28, 2026
Published : September 30, 2026

KEYWORDS

Diversity, fauna, oil palm, rubber, soil

CORRESPONDENCE

Arif Pratama
E-mail: pratamaarif650@gmail.com

LICENSE

The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0).

DOI

10.25077/jrp.7.2.101-112.2026

INTRODUCTION

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, dengan estimasi sekitar 25% spesies di dunia terkandung di dalamnya, sehingga dijuluki sebagai negara *Mega Biodiversity* (Haneda & Asti, 2014). Di dalam ekosistem daratan, tanah tidak hanya berfungsi sebagai media tumbuh dan penyangga fisik tanaman, tetapi juga menjadi habitat bagi berbagai organisme hidup, termasuk kelompok fauna tanah. Biodiversitas fauna tanah merupakan komponen vital yang memegang kendali utama dalam menjaga fungsionalitas ekosistem, khususnya pada sistem perkebunan skala luas seperti kelapa sawit dan karet.

Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok fungsional, di antaranya mikrofauna, mesofauna (berukuran 0,2-2 mm seperti Collembola dan Acarina), serta makrofauna (berukuran 2-20 mm seperti cacing tanah, semut, dan rayap) (Nusroh, 2007). Kelompok mesofauna dan makrofauna ini memainkan peran ekologis yang sangat strategis sebagai agen dekomposisi bahan organik, perombak awal serasah, mineralisasi unsur hara, serta pemelihara struktur agregat tanah melalui peningkatan porositas dan aerasi. Sebagaimana dilaporkan oleh Fataroh dan Haneda (2015), kehadiran fauna tanah secara langsung memengaruhi rasio C/N tanah yang menjadi indikator penting siklus hara. Selain itu, kelompok makrofauna seperti cacing tanah dan rayap bertindak sebagai *ecosystem engineer* yang memperbaiki infiltrasi air dan kesuburan tanah secara berkelanjutan (Nurrohman et al., 2015).

Dalam praktiknya, pengelolaan lanskap perkebunan monokultur seperti perkebunan kelapa sawit dan karet di Sumatera Utara menghadirkan dinamika lingkungan yang berbeda bagi habitat edafon. Perbedaan morfologi tajuk, sistem perakaran, serta kuantitas dan kualitas serasah harian yang jatuh ke permukaan tanah antara tanaman kelapa sawit dan karet menciptakan variasi mikroklimat yang berimplikasi langsung terhadap struktur komunitas fauna tanah. Penelitian terdahulu oleh Panggabean et al. (2024) menunjukkan bahwa aktivitas makro dan mesofauna sangat dipengaruhi oleh penutupan serasah dan topografi lahan pada perkebunan kelapa sawit. Demikian pula Asrina et al. (2024) mengkaji keanekaragaman makrofauna di perkebunan kelapa sawit. Namun demikian, informasi dan data komparatif yang mendalam mengenai distribusi spasial mesofauna dan makrofauna tanah lintas profil kedalaman (0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm) secara spesifik antara perkebunan kelapa sawit dan karet di wilayah Kabupaten Serdang Bedagai, khususnya di areal PTPN IV Regional I Kebun Tanah Raja, masih sangat terbatas (*gap analysis*).

Tanah merupakan bagian dari elemen kerak bumi, terdiri atas berbagai macam mineral dan bahan organik lainnya yang mendukung kehidupan edafon di dalamnya (Sakiah & Harahap, 2023). Distribusi ini ada pada permukaan tanah maupun kedalaman tanah. Fauna tanah merupakan komponen vital dalam menjaga fungsi ekosistem tanah, terutama di sistem pertanian dan perkebunan monokultur (Sakiah, 2021). Memetakan dan membandingkan secara komprehensif distribusi vertikal mesofauna dan makrofauna tanah pada tiga lapisan kedalaman profil tanah di dua komoditas perkebunan utama, yakni kelapa sawit dan karet, serta menganalisis korelasinya dengan karakteristik sifat fisik tanah di Kebun Tanah Raja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi mesofauna dan makrofauna di dalam tanah pada kedua lahan tersebut serta mengetahui hubungan keanekaragaman fauna tanah dengan sifat fisik tanah sebagai dasar pengelolaan perkebunan yang berkelanjutan.

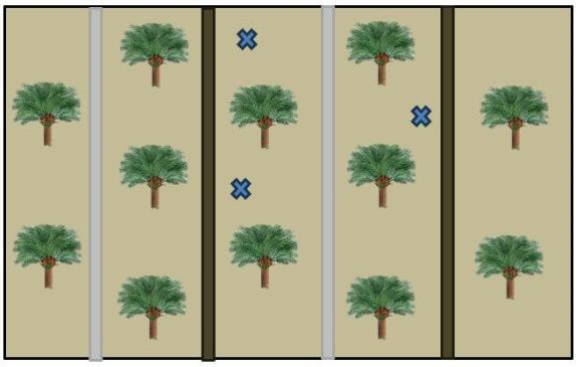
MATERIALS AND METHODS

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Tanah Raja, PT Perkebunan Nusantara IV Regional I, yang secara administratif terletak di Kecamatan Sei Rampah, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, serta berlangsung dari bulan November sampai dengan Desember 2025. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode komparatif untuk membandingkan distribusi serta karakteristik fauna tanah, yakni mesofauna dan makrofauna, pada dua jenis komoditas perkebunan yang berbeda, yaitu tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). Penentuan titik sampel pada masing-masing areal perkebunan dilakukan secara acak terarah (purposive random) pada gawangan mati atau area penumpukan serasah di blok

pengamatan terpilih, dengan pembagian kedalaman profil tanah yang diamati meliputi lapisan 0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm.

Bahan utama yang digunakan dalam pengumpulan sampel di lapangan meliputi alkohol 70% sebagai cairan pengawet, deterjen untuk menurunkan tegangan permukaan cairan perangkap, serta spesimen fauna tanah yang diperoleh dari lokasi penelitian. Peralatan pendukung operasional meliputi botol sampel, seperangkat perangkap *pitfall trap* (terdiri atas gelas plastik dengan diameter atas 9,1 cm, diameter dasar 5,5 cm, dan tinggi 9,2 cm), penutup atau atap terpal plastik, pinset, kamera dokumentasi, kertas label, meteran, cangkul, parang, pH meter tanah, tali plastik, alat tulis, serta mikroskop digital dan kaca preparat untuk keperluan identifikasi spesimen di laboratorium.

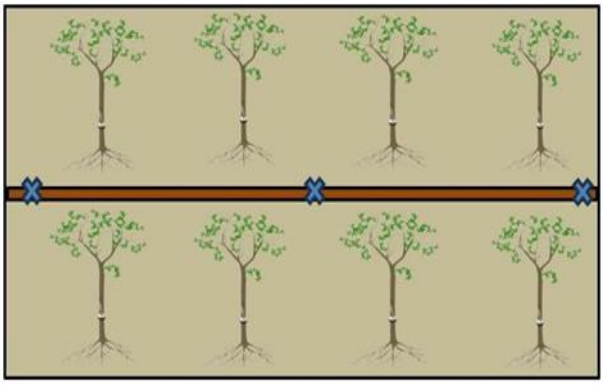
Prosedur pelaksanaan penelitian diawali dengan tahap persiapan yang mencakup pengurusan izin administratif penelitian serta penyiapan seluruh alat dan bahan. Tahap berikutnya adalah survei pendahuluan ke lokasi di Kebun Tanah Raja untuk memperoleh gambaran umum kondisi lapangan melalui observasi dan koordinasi dengan pihak manajemen kebun. Penentuan titik sampel dilakukan secara acak terarah pada gawangan mati atau area penumpukan serasah kelapa sawit dan karet, di mana skema penempatan titik pengamatannya diatur sedemikian rupa (Gambar 1)



Gambar 1. Skema Pengambilan Sampel di Kelapa Sawit

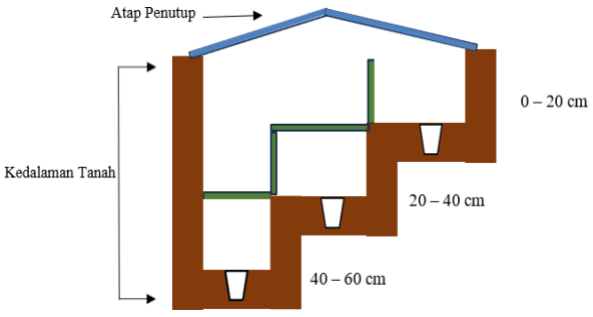
Sementara itu, penentuan titik sampel pada Blok 143 perkebunan karet mengikuti pola sebaran tata letak lapang yang tertera pada Gambar 2.

Pengambilan sampel fauna tanah dilakukan menggunakan kombinasi metode *pitfall trap* (perangkap jebak) dan Metode Sortir Tangan Pemasangan pitfall trap dilakukan dengan menggali lubang tanah sesuai kedalaman target (0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm). Gelas perangkap diisi larutan alkohol 70% dan deterjen lalu ditanam rata dengan permukaan tanah, kemudian diberi naungan atap plastik setinggi 15-20 cm guna menghindari masuknya air hujan. (Gambar 3).



Gambar 2. Skema Pengambilan Sampel di Karet

Perangkap tersebut dibiarkan selama 24 jam pada waktu pemasangan sore hari. Pengambilan sampel dengan *hand sorting* dilakukan secara teliti menggunakan pinset pada takaran volume tanah di setiap titik kedalaman. Seluruh spesimen yang terkumpul dimasukkan ke dalam botol sampel berisi alkohol 70% dan dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi jenisnya hingga tingkat spesies dengan mengacu pada buku kunci determinasi serangga (Borror et al., 1992; Lilies, 1991)



Gambar 3. Perangkap Pitfall Trap

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi jumlah individu, jenis fauna, serta perhitungan indeks ekologi komunitas. Kelimpahan relatif fauna tanah dihitung menggunakan rumus:

$$KR = \left(\frac{n_i}{N}\right) x\ 100\%$$

Di mana ni merupakan jumlah individu setiap spesies dan N adalah jumlah seluruh individu. Indeks dominansi Simpson dihitung menggunakan persamaan:

$$D = \sum \left(\frac{n_{i(n_i-1)}}{N(N-1)}\right)$$

dengan kriteria nilai D < 0,5 menunjukkan dominansi rendah, 0,5 ≤ D ≤ 0,75 dominansi sedang, dan D > 0,75 dominansi tinggi (Odum, 1971). Indeks kemerataan spesies (E) dihitung berdasarkan formula:

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

Di mana H' adalah indeks keanekaragaman dan S adalah jumlah spesies, dengan kriteria kemerataan rendah jika E < 0,4, sedang pada kisaran 0,4 – 0,6, dan tinggi jika E > 0,6 (Odum, 1971). Keanekaragaman jenis fauna tanah dianalisis menggunakan indeks Shannon-Wiener (Margalef, 2004; Husamah et al., 2017):

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i$$

Di mana p_i merupakan proporsi spesies ke-i dari total individu, dengan kriteria keanekaragaman rendah (H'< 1), sedang (1 ≤ H'≤ 3), dan tinggi (> 3)H'. Selain parameter biologis, sifat fisik tanah yang diamati meliputi tekstur tanah yang dianalisis secara manual menggunakan metode pembentukan pipa (Soil Survey Staff, 2014), struktur tanah secara visual di lapangan, serta pengukuran tingkat keasaman (pH) tanah menggunakan *soil tester* pada setiap kedalaman pengamatan (0-20 cm, 20-40 cm, dan 40-60 cm). Seluruh data numerik dianalisis secara deskriptif serta diuji menggunakan analisis regresi linear berganda untuk mengetahui hubungan antara sifat fisik tanah dengan jumlah individu fauna tanah. Selain indeks tersebut, dihitung pula indeks kekayaan Margalef, dominansi Berger-Parker, kebalikan indeks Simpson, dan kekayaan spesies terrarefaksi (rarefaksi Hurlbert) untuk menyetarakan jumlah individu antarlahan, serta indeks kemiripan Sørensen dan Jaccard antarlahan. Pada analisis regresi, unit analisis adalah enam nilai rataan (tiga kedalaman pada dua lahan) dengan jumlah individu fauna sebagai variabel respons serta pH dan tekstur tanah (dikodekan secara numerik) sebagai variabel prediktor.

RESULTS AND DISCUSSION

Penelitian dilaksanakan pada dua tegakan di Afdeling III Kebun Tanah Raja, PTPN IV Regional I, yaitu kelapa sawit (Blok 185, tahun tanam 2018) dan karet (Blok 143, tahun tanam 2012). Selisih umur tanaman sekitar enam tahun ini perlu diperhatikan karena memengaruhi penutupan tajuk, akumulasi serasah, dan mikroklimat lantai kebun. Dengan demikian, perbedaan antarlahan yang dibahas di bawah mencerminkan gabungan pengaruh jenis komoditas dan umur tegakan, bukan pengaruh komoditas semata.

Kondisi Iklim pada Periode Pengambilan Sampel

Curah hujan tahunan di lokasi tergolong tinggi dan relatif stabil, yaitu 1.458 mm (124 hari hujan) pada 2023, 1.933 mm (147 hari hujan) pada 2024, dan 1.912 mm (152 hari hujan) pada 2025 (Tabel 1). Pengambilan sampel pada November–Desember 2025 bertepatan dengan peralihan dari bulan yang sangat basah ke bulan yang lebih kering: November 2025 mencatat 327 mm dalam 17 hari hujan, sedangkan Desember turun menjadi 57 mm dalam 11 hari hujan. Kelembapan tanah yang masih memadai pada periode ini kemungkinan mendukung keberadaan fauna tanah, terutama kelompok yang peka terhadap kekeringan seperti Collembola. Susanti et al. (2024) melaporkan bahwa pada perkebunan karet dan kelapa sawit di Jambi, rendahnya kelembapan pada musim kemarau memperburuk dampak alih fungsi hutan

terhadap komunitas invertebrata tanah. Karena pengamatan hanya dilakukan sekali dalam satu musim, hasil penelitian ini merupakan potret sesaat dan belum menggambarkan fluktuasi musiman.

Tabel 1. Curah hujan (MM, mm) dan jumlah hari hujan (HH) di Kebun Tanah Raja, 2023–2025

Bulan	2023		2024		2025	
	MM	HH	MM	HH	MM	HH
Januari	172	11	217	12	109	16
Februari	18	4	51	3	187	7
Maret	67	10	40	9	52	11
April	48	6	41	6	146	7
Mei	71	10	128	10	109	12
Juni	15	3	108	12	131	8
Juli	99	9	79	9	75	7
Agustus	138	11	293	17	180	15
September	84	11	353	17	171	19
Oktober	172	14	257	19	368	22
November	290	16	273	21	**327**	**17**
Desember	284	19	93	12	**57**	**11**
Total	**1.458**	**124**	**1.933**	**147**	**1.912**	**152**
Rerata/bulan	**122**	**10**	**161**	**12**	**159**	**13**

Keterangan: total dijumlahkan dari data bulanan; angka tebal pada November dan Desember 2025 menandai bulan pengambilan sampel.

Komposisi Taksonomi dan Kekayaan Jenis

Secara keseluruhan dikoleksi 115 individu fauna tanah yang tergolong ke dalam 25 spesies, 16 famili, 9 ordo, dan 4 kelas (Tabel 2). Kelas Insecta paling beragam dengan enam ordo, sedangkan Collembola, Malacostraca, dan Clitellata masing-masing diwakili satu ordo. Lahan kelapa sawit menyumbang 62 individu dari 17 spesies, sedangkan lahan karet 53 individu dari 12 spesies. Hanya empat spesies yang ditemukan di kedua lahan, yaitu *Lepidocyrtus sotoi*, *Carpelimus elongatulus*, *Euborellia annulipes*, dan *Megaselia ruficornis*. Sebanyak 13 spesies eksklusif pada kelapa sawit dan delapan spesies eksklusif pada karet, sehingga kemiripan komposisi spesies antarlahan sangat rendah (indeks Sørensen 0,28; indeks Jaccard 0,16).

Berdasarkan ukuran tubuh, mesofauna hanya diwakili oleh Collembola (*L. sotoi*, *Entomobrya nivalis*, dan *E. triangularis*), sedangkan taksa lainnya tergolong makrofauna. Mesofauna menyumbang 22,6% individu di lahan kelapa sawit dan 54,7% di lahan karet (Tabel 3). Tidak ditemukannya Acari, yang bersama Collembola paling banyak dikaji sebagai indikator kualitas tanah (Menta & Remelli, 2020), menunjukkan bahwa kombinasi pitfall trap dan sortir tangan kurang efektif untuk mikroartropoda. Pitfall trap pada dasarnya menggambarkan aktivitas-kepadatan (*activity-density*) taksa yang bergerak aktif, bukan kepadatan populasi sesungguhnya (Hohbein & Conway, 2018). Kelimpahan mesofauna pada penelitian ini karena itu kemungkinan terestimasi terlalu rendah, dan ekstraksi corong Berlese-Tullgren dari sampel tanah utuh sebaiknya diterapkan pada penelitian lanjutan.

Tabel 2. Kelimpahan individu setiap spesies fauna tanah pada tiga kedalaman di lahan kelapa sawit dan karet

Spesies	Famili	Kelapa sawit				Karet			
		0–20	20–40	40–60	Σ	0–20	20–40	40–60	Σ
Kelas Insecta – Ordo Hymenoptera									
Aphaenogaster longiceps	Formicidae	7	3	–	**10**	–	–	–	–
Odontoponera denticulata	Formicidae	1	–	–	**1**	–	–	–	–
Odontomachus sp.	Formicidae	–	2	–	**2**	–	–	–	–
Anoplolepis gracilipes	Formicidae	–	1	1	**2**	–	–	–	–
Cardiocondyla sp.	Formicidae	1	–	–	**1**	–	–	–	–
Oecophylla smaragdina	Formicidae	–	–	–	–	1	–	–	**1**
Telenomus sp.	Scelionidae	1	–	–	**1**	–	–	–	–
Trichopria sp.	Diapriidae	–	–	1	**1**	–	–	–	–
Kelas Insecta – Ordo Coleoptera									
Carpelimus elongatulus	Staphylinidae	3	5	7	**15**	–	–	2	**2**
Alphitobius diaperinus	Tenebrionidae	1	–	–	**1**	–	–	–	–
Dinoderus minutus	Bostrichidae	–	–	–	–	–	–	1	**1**
Stelidota geminata	Nitidulidae	–	–	–	–	–	1	–	**1**
Kelas Insecta – Ordo Dermaptera									
Euborellia annulipes	Anisolabididae	1	3	1	**5**	2	–	2	**4**
Kelas Insecta – Ordo Orthoptera									
Gryllus assimilis	Gryllidae	4	1	–	**5**	–	–	–	–
Acheta domesticus	Gryllidae	–	–	–	–	3	–	1	**4**
Carinate locust	Acrididae	–	–	–	–	2	–	–	**2**
Kelas Insecta – Ordo Diptera									
Drosophila suzukii	Drosophilidae	1	–	–	**1**	–	–	–	–
Megaselia ruficornis	Phoridae	–	1	–	**1**	2	1	2	**5**
Dohrniphora cornuta	Phoridae	–	–	–	–	–	–	2	**2**
Kelas Insecta – Ordo Hemiptera									
Cimex lectularius	Cimicidae	–	–	1	**1**	–	–	–	–
Kelas Collembola (Ordo Entomobryomorpha)									

Spesies	Famili	Kelapa sawit				Karet			
		0–20	20–40	40–60	Σ	0–20	20–40	40–60	Σ
Lepidocyrtus sotoi	Entomobryidae	6	–	–	**6**	11	8	9	**28**
Entomobrya nivalis	Entomobryidae	–	8	–	**8**	–	–	–	**–**
Entomobrya triangularis	Entomobryidae	–	–	–	**–**	1	–	–	**1**
Kelas Malacostraca (Ordo Amphipoda)									
Gammarus fasciatus	Gammaridae	1	–	–	**1**	–	–	–	**–**
Kelas Clitellata (Ordo Crassiclitellata)									
Lumbricus terrestris	Lumbricidae	–	–	–	**–**	2	–	–	**2**
Total individu		**27**	**24**	**11**	**62**	**24**	**10**	**19**	**53**
Jumlah spesies		**11**	**8**	**5**	**17**	**8**	**3**	**7**	**12**

Keterangan: Σ = jumlah individu pada ketiga kedalaman; – = tidak ditemukan. Nama spesies mengikuti hasil identifikasi penulis (lihat pembahasan tentang taksa yang memerlukan verifikasi).

Tabel 3. Komposisi individu fauna tanah menurut kelompok taksonomi di lahan kelapa sawit dan karet

Kelompok taksonomi	Kelapa sawit		Karet	
	n	%	n	%
Collembola (mesofauna)	14	22,6	29	54,7
Hymenoptera – Formicidae	16	25,8	1	1,9
Hymenoptera – nonsemut (Scelionidae, Diapriidae)	2	3,2	0	0,0
Coleoptera	16	25,8	4	7,5
Orthoptera	5	8,1	6	11,3
Dermaptera	5	8,1	4	7,5
Diptera	2	3,2	7	13,2
Hemiptera	1	1,6	0	0,0
Amphipoda	1	1,6	0	0,0
Clitellata	0	0,0	2	3,8
Total	**62**	**100,0**	**53**	**100,0**

Komposisi kelompok taksonomi berbeda tajam antarlahan (Tabel 3). Di kelapa sawit, individu relatif tersebar pada Hymenoptera (29,0%, di antaranya 25,8% semut), Coleoptera (25,8%), dan Collembola (22,6%). Di karet, Collembola mencapai 54,7% individu, sedangkan Hymenoptera hanya 1,9% (satu individu *Oecophylla smaragdina*). Kelapa sawit memuat tujuh spesies Hymenoptera, yaitu lima semut dan dua tawon kecil dari famili Scelionidae dan Diapriidae yang umumnya bersifat parasitoid, berbanding satu spesies di karet.

Dominansi Collembola pada karet sejalan dengan statusnya sebagai kelompok mesofauna yang melimpah dan peka terhadap perubahan kondisi tanah (Menta & Remelli, 2020). Di Sumatra, komposisi spesies dan sifat fungsional Collembola berbeda antarsistem penggunaan lahan, dan penurunan kekayaan jenis serta kepadatan Collembola serasah akibat alih fungsi hutan dikaitkan dengan memburuknya lapisan serasah di karet dan terlebih lagi di kelapa sawit (Susanti et al., 2021). Kecenderungan tersebut searah dengan temuan penelitian ini, yaitu Collembola lebih banyak di karet daripada di kelapa sawit. Selain itu, pH dan kadar air tanah dilaporkan sebagai faktor lingkungan yang penting bagi komposisi Collembola (Susanti et al., 2021), sehingga kombinasi tanah bertekstur liat dan pH 4,5–4,7 pada lahan karet dalam penelitian ini dapat menjadi salah satu penjelasan. Hubungan tersebut belum dapat diuji secara memadai dengan rancangan yang ada (lihat bagian hubungan dengan sifat fisik tanah).

Lebih banyaknya semut di kelapa sawit dapat berkaitan dengan ketersediaan tumpukan pelepah dan serasah di gawangan mati, yang menjadi tempat bersarang dan mencari makan. Dugaan ini sejalan dengan laporan bahwa semut dan cacing tanah mendominasi makrofauna pada areal kelapa sawit TBM III yang tertutup sisa tanaman (Panggabean et al., 2024). Semut pada penelitian ini juga ditemukan hingga kedalaman 20–60 cm (*Aphaenogaster longiceps*, *Odontomachus* sp., dan *Anoplolepis gracilipes*), yang konsisten dengan keberadaan semut bawah tanah (*subterranean*) dan semut pencari makan di permukaan tanah di Sumatra Barat (Alvareza et al., 2020; Herwina et al., 2018). Komunitas semut pada kebun sawit rakyat juga dipengaruhi oleh ekosistem hutan di sekitarnya (Yaherwandi et al., 2019), sehingga kontras semut antara kedua tegakan dapat pula mencerminkan perbedaan lanskap sekitar blok yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Beberapa temuan berbeda dari penelitian sebelumnya. Cacing tanah, yang bersama semut mendominasi makrofauna kelapa sawit TBM III pada Panggabean et al. (2024), tidak ditemukan di kelapa sawit dalam penelitian ini dan hanya dijumpai dua individu (*Lumbricus terrestris*) di karet. Pariyanto dan Destriani (2021) melaporkan 358 individu makrofauna dari enam kelas pada perkebunan karet di Seluma, termasuk semut, kaki seribu, jangkrik, dan cacing tanah, sedangkan

penelitian ini hanya memperoleh 53 individu di karet tanpa kaki seribu dan dengan semut yang sangat sedikit. Perbedaan metode pengambilan contoh dan upaya sampling harus dipertimbangkan sebelum membandingkan angka-angka tersebut. Rendahnya jumlah cacing tanah dan kaki seribu pada penelitian ini juga dapat berkaitan dengan keterbatasan pitfall trap untuk fauna yang kurang aktif di permukaan tanah.

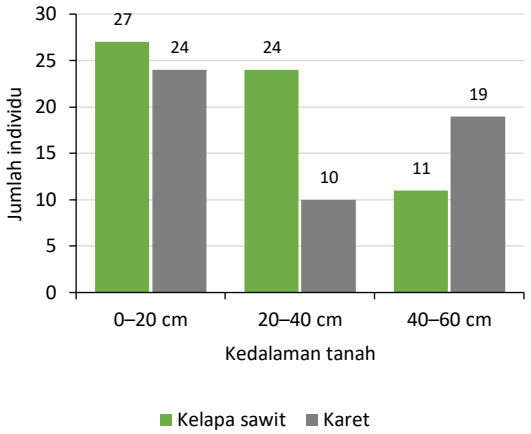
Distribusi Vertikal Fauna Tanah

Total individu menurun dari 51 individu (44,3%) pada kedalaman 0–20 cm menjadi 34 individu (29,6%) pada 20–40 cm dan 30 individu (26,1%) pada 40–60 cm (Tabel 4, Gambar 4). Penurunan bertahap hanya terlihat pada kelapa sawit (27, 24, dan 11 individu, atau 43,5%, 38,7%, dan 17,7%), yang diikuti penurunan jumlah spesies (11, 8, dan 5) dan indeks keanekaragaman H’ (2,07; 1,82; 1,16). Pada karet polanya tidak monoton: 24 individu pada 0–20 cm turun menjadi 10 individu pada 20–40 cm, kemudian naik kembali menjadi 19 individu pada 40–60 cm. Jumlah spesies karet mengikuti pola yang sama (8, 3, dan 7).

Penurunan kelimpahan dan kekayaan jenis menurut kedalaman sesuai dengan pola umum bahwa lapisan atas menerima masukan serasah, bahan organik, dan akar halus paling banyak sehingga menyediakan sumber pakan dan ruang hidup bagi fauna tanah. Pada profil tanah yang dalam, sebaran Collembola di bawah 30 cm lebih ditentukan oleh biomassa akar dan kandungan karbon organik daripada oleh kedalaman itu sendiri (Potapov et al., 2017). Temuan tersebut memberi penjelasan yang masuk akal bagi peningkatan kembali jumlah individu pada 40–60 cm di karet, misalnya karena sebaran akar atau bahan organik di lapisan itu. Namun, biomassa akar dan karbon organik tidak diukur pada penelitian ini sehingga penjelasan tersebut tetap berupa hipotesis.

Tabel 4. Jumlah individu (N), jumlah spesies (S), indeks keanekaragaman (H’), dan kemerataan (E) menurut kedalaman tanah

Kedalaman (cm)	Kelapa sawit				Karet			
	N	S	H’	E	N	S	H’	E
0–20	27	11	2,07	0,86	24	8	1,71	0,82
20–40	24	8	1,82	0,87	10	3	0,64	0,58
40–60	11	5	1,16	0,72	19	7	1,61	0,83
Total	**62**	**17**	**2,35**	**0,83**	**53**	**12**	**1,74**	**0,70**



Gambar 4. Jumlah individu fauna tanah pada tiga kedalaman di lahan kelapa sawit dan karet

Peningkatan di lapisan 40–60 cm pada karet hampir seluruhnya berasal dari *L. sotoi* (9 individu), anggota Entomobryidae yang pada umumnya dikenal sebagai Collembola penghuni serasah dan permukaan tanah. Kehadirannya di lapisan dalam patut ditafsirkan hati-hati. Pitfall trap yang ditanam di dasar lubang galian sedalam 40–60 cm terbuka terhadap jatuhnya individu dari permukaan atau dinding lubang, sehingga kehadiran taksa epigeik di lapisan dalam dapat merupakan artefak metode. Lebih dari separuh kasus kehadiran spesies pada 40–60 cm (tujuh dari 12) melibatkan spesies yang juga tercatat pada lapisan di atasnya. Penurunan bertahap pada kelapa sawit karena itu lebih dapat diandalkan sebagai gambaran distribusi vertikal daripada pola karet. Penelitian lanjutan perlu memisahkan lapisan secara tegas, misalnya melalui contoh tanah berinti per kedalaman yang diekstraksi di laboratorium, untuk memastikan bahwa individu berasal dari lapisan yang dimaksud.

Struktur Komunitas dan Indeks Keanekaragaman

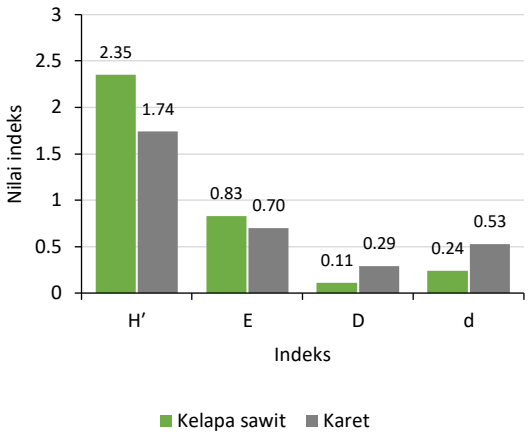
Indeks Shannon-Wiener (H') yang dihitung dari data kelimpahan spesies pada Tabel 2 adalah 2,35 pada kelapa sawit dan 1,74 pada karet; keduanya masuk kategori sedang ($1 \leq H' \leq 3$). Kemerataan (E) tergolong tinggi pada kedua lahan (0,83 dan 0,70), dan indeks dominansi Simpson tergolong rendah (0,11 dan 0,29) (Tabel 5, Gambar 5). Setelah disetarakan pada 53 individu melalui rarefaksi, kekayaan spesies kelapa sawit (sekitar 15,7 spesies) tetap lebih tinggi daripada karet (12 spesies). Selisih kekayaan jenis ini dengan demikian tidak semata-mata akibat perbedaan jumlah individu (62 dan 53).

Tabel 5. Indeks struktur komunitas fauna tanah di lahan kelapa sawit dan karet

Parameter	Kelapa sawit	Karet
Jumlah individu (N)	62	53
Jumlah spesies (S)	17	12
S terrarefaksi pada n = 53	15,7	12,0
Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')	2,355	1,744
Kemerataan (E = H'/ln S)	0,831	0,702
Dominansi Simpson (D)	0,114	0,293
Kebalikan Simpson ($1/\Sigma p_i^2$)	7,8	3,3
Kekayaan Margalef (R)	3,88	2,77
Berger-Parker (d)	0,24	0,53
Spesies terbanyak	*C. elongatulus* (24,2%)	*L. sotoi* (52,8%)
Kategori H' / E / D	Sedang / Tinggi / Rendah	Sedang / Tinggi / Rendah

Keterangan: $D = \Sigma\, n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$; kategori mengikuti kriteria pada bagian Bahan dan Metode.

Meskipun kategorinya sama, struktur kedua komunitas berbeda. Di karet, satu spesies (*L. sotoi*) menyumbang 52,8% individu (d = 0,53), sedangkan di kelapa sawit spesies terbanyak (*C. elongatulus*) hanya 24,2%. Kebalikan indeks Simpson yang hanya 3,3 pada karet, dibandingkan 7,8 pada kelapa sawit, menunjukkan bahwa komunitas karet efektif bertumpu pada sekitar tiga spesies. Kategori baku indeks (Odum, 1971) dengan demikian kurang peka membedakan komunitas pada kisaran nilai yang sempit, dan perbandingan sebaiknya disertai indeks pelengkap serta rarefaksi seperti pada Tabel 5.



Gambar 5. Perbandingan indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dominansi Simpson (D), dan Berger-Parker (d) fauna tanah pada kedua lahan

Kategori sedang pada kedua lahan tidak serta-merta menunjukkan komunitas yang stabil karena stabilitas membutuhkan data temporal yang tidak tersedia pada penelitian ini. Komunitas fauna tanah yang berkembang baik umumnya ditemukan pada tanah dengan bahan organik memadai dan gangguan rendah (Menta & Remelli, 2020), tetapi tanpa data bahan organik penelitian ini tidak dapat memastikan bahwa kelapa sawit memiliki kualitas biologis tanah yang lebih baik daripada karet. Perbedaan komposisi komunitas kedua kebun sejalan dengan temuan bahwa alih fungsi hutan mengubah basis energi jaring makanan tanah, yaitu kelapa sawit memperkuat jalur energi berbasis tumbuhan dan menurunkan jalur bakteri, sedangkan karet menurunkan jalur energi berbasis mikoriza arbuskula (Susanti et al., 2019). Penelitian ini tidak mengukur jalur energi, sehingga kaitan tersebut masih bersifat dugaan. Penelitian terdahulu pada kelapa sawit (Asrina et al., 2024; Panggabean et al., 2024) dan karet (Pariyanto & Destriani, 2021) umumnya dilakukan pada satu jenis komoditas. Oleh karna itu, pengolahan lahan kelapa sawit dan karet yang berkelanjutan, mempertahankan populasi dan keanekaragaman makrofauna dalam konservasi tanah dan produktivitas jangka panjang dalam sistem usahatani perkebunan modern (Guntoro, 2022).

Peran Fungsional dan Taksa yang Memerlukan Verifikasi

Secara fungsional, komunitas yang tercatat mencakup pemakan serasah, jamur, dan bahan organik (misalnya Collembola dan Phoridae), predator (Staphylinidae, semut, dan *Euborellia annulipes*), serta taksa yang berperan dalam perombakan bahan organik secara umum (Menta & Remelli, 2020). *E. annulipes*, yang ditemukan di kedua lahan dan hingga kedalaman 40–60 cm, dikenal sebagai predator serangga hama (Nonci, 2005; Nonci et al., 2019), sehingga kehadirannya mengindikasikan potensi pengendalian hayati alami di lantai kebun. *Dinoderus minutus*, yang hanya ditemukan pada 40–60 cm di karet, dikenal sebagai kumbang bubuk bambu (Rulliaty & Lelana, 2010); kehadirannya kemungkinan terkait bahan kayu atau sisa perakaran yang melapuk, walaupun hal ini belum diuji.

Cimex lectularius adalah ektoparasit penghisap darah (Hadi & Soviana, 2010), *Gammarus fasciatus* termasuk amfipoda perairan tawar, *Lumbricus terrestris* merupakan cacing tanah yang dikenal dari wilayah beriklim sedang, dan *Alphitobius diaperinus* adalah hama yang pengendaliannya banyak dikaji pada kandang dan simpanan (Subekti & Cahyaningrum, 2022). Kehadiran taksa tersebut perlu diperlakukan sebagai identifikasi sementara (morfospesies) sampai dikonfirmasi oleh taksonom atau penanda molekuler seperti *DNA barcoding*, karena identifikasi yang bertumpu pada kunci determinasi dan basis data GBIF berisiko menyamakan spesies lokal dengan kerabat yang tersebar di tempat lain. Hal yang sama berlaku bagi spesies lain dalam Tabel 2. Hingga verifikasi dilakukan, perbandingan jumlah spesies antarlahan sebaiknya dibaca terutama pada tingkat famili atau ordo.

Sifat Fisik Tanah dan Hubungannya dengan Fauna Tanah

Kedua tegakan berstruktur gumpal bersudut (*blocky*), tetapi berbeda dalam tekstur dan kemasaman (Tabel 6). Tanah kelapa sawit bertekstur lempung berpasir pada 0–20 cm dan lempung berliat pada 20–60 cm, sedangkan tanah karet bertekstur liat berpasir pada 0–20 cm dan liat pada 20–60 cm. Tanah pada kedua lahan tergolong masam di semua kedalaman, dengan pH 4,7–4,8 (rata-rata 4,77) pada kelapa sawit dan 4,5–4,7 (rata-rata 4,60) pada karet.

Tabel 6. Karakteristik sifat fisik tanah di kedua lahan

Kedalaman (cm)	Kelapa sawit		Karet	
	Tekstur	pH	Tekstur	pH
0–20	Lempung berpasir	4,8	Liat berpasir	4,5
20–40	Lempung berliat	4,8	Liat	4,6
40–60	Lempung berliat	4,7	Liat	4,7
Rerata pH		**4,77**		**4,60**
Struktur	Gumpal bersudut (*blocky*)		Gumpal bersudut (*blocky*)	

Analisis regresi linear berganda tidak menunjukkan pengaruh nyata pH dan tekstur tanah terhadap jumlah individu fauna (Tabel 7). Model secara keseluruhan tidak signifikan (F = 0,569; p = 0,617), dengan koefisien determinasi 0,275 dan R^2 terkoreksi negatif (−0,208). Koefisien pH (−12,286; p = 0,757) dan tekstur (−3,457; p = 0,369) bertanda negatif, tetapi tidak berbeda nyata dari nol.

Tabel 7. Hasil analisis regresi linear berganda berdasarkan data rataan

Komponen	Nilai
Unit analisis regresi	6 nilai rataan (3 kedalaman × 2 lahan)
Jumlah titik sampel lapangan	18
Persamaan regresi	$Y = 86{,}129 - 12{,}286X_1 - 3{,}457X_2$
R / R^2	0,525 / 0,275
R^2 terkoreksi	−0,208
F hitung	0,569
Signifikansi model (p)	0,617
Koefisien pH (X_1); p	−12,286; 0,757
Koefisien tekstur (X_2); p	−3,457; 0,369

Keterangan: X_1 = pH tanah; X_2 = tekstur tanah (dikodekan secara numerik); Y = jumlah individu fauna teramati.

Hasil ini tidak dapat ditafsirkan sebagai bukti bahwa pH dan tekstur tanah tidak berpengaruh. Analisis hanya memakai enam nilai rataan dengan dua prediktor sehingga derajat bebas galat hanya tiga dan daya uji sangat rendah. Rentang pH sempit (4,5–4,8), tekstur saling berkaitan dengan jenis lahan dan kedalaman, dan variabel responsnya adalah jumlah individu, bukan indeks

keanekaragaman yang menjadi sasaran penelitian. Ketiadaan signifikansi statistik tidak membuktikan ketiadaan pengaruh (Amrhein et al., 2019). Penelitian lanjutan sebaiknya menjadikan 18 titik sampel sebagai unit analisis dalam model linear umum dengan sebaran Poisson atau binomial negatif, atau memakai analisis multivariat pada data komunitas. Pengukuran kadar air, bahan organik, rasio C/N, dan biomassa akar juga perlu dilakukan karena variabel-variabel tersebut dilaporkan berkaitan dengan komunitas Collembola di perkebunan Sumatra (Susanti et al., 2021, 2024).

Implikasi dan Keterbatasan

Sebanyak 44,3% individu terkonsentrasi pada 0–20 cm, sehingga menjaga lapisan serasah dan tanah atas, misalnya dengan mempertahankan tumpukan pelepah dan serasah di gawangan mati, merupakan langkah praktis untuk mendukung fauna tanah pada kedua komoditas. Komunitas kelapa sawit lebih kaya dan lebih merata serta memuat semut, predator, dan tawon kecil yang berpotensi parasitoid, sedangkan komunitas karet bertumpu pada satu spesies Collembola sehingga berpotensi lebih rentan terhadap perubahan kondisi mikro. Kesimpulan ini bersifat sementara karena beberapa keterbatasan, yaitu pengamatan tunggal pada satu musim, tiga ulangan per kedalaman dengan total 115 individu, umur tegakan yang berbeda, penempatan titik secara terarah pada area penumpukan serasah, ketiadaan Acari, dan identifikasi spesies yang memerlukan verifikasi. Dengan memperhatikan keterbatasan tersebut, hasil penelitian ini lebih tepat dipandang sebagai data dasar untuk penelitian lanjutan daripada bukti perbedaan kesehatan tanah antara kedua komoditas.

CONCLUSIONS

1. Distribusi mesofauna dan makrofauna tanah di Kebun Tanah Raja pada perkebunan kelapa sawit dan karet menunjukkan bahwa ditemukan sebanyak 25 spesies yang tergolong ke dalam 4 kelas, 9 ordo, dan 16 famili dengan total keseluruhan 115 individu. Kedalaman 0-20 cm merupakan lapisan dengan konsentrasi fauna terbanyak (44,3% dari total individu). Penurunan bertahap pada kedalaman 20-40 cm dan 40-60 cm hanya terjadi pada kelapa sawit (27, 24, dan 11 individu), sedangkan pada karet jumlah individu turun pada 20-40 cm (10 individu) lalu meningkat kembali pada 40-60 cm (19 individu).
2. Perbandingan antar-lahan menunjukkan bahwa perkebunan kelapa sawit memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi (17 spesies, 62 individu; setara 15,7 spesies setelah rarefaksi) dibandingkan perkebunan karet (12 spesies, 53 individu). *Carpelimus elongatulus* merupakan spesies terbanyak di kelapa sawit (24,2%), sedangkan *Lepidocyrtus sotoi* mendominasi karet (52,8%). Hanya empat spesies yang ditemukan di kedua lahan (indeks Sørensen 0,28).
3. Struktur komunitas fauna tanah pada kedua lahan tergolong sedang dengan indeks keanekaragaman (H') 2,35 pada kelapa sawit dan 1,74 pada karet, indeks kemerataan (E) tinggi (0,83 dan 0,70), serta indeks dominansi (D) rendah (0,11 dan 0,29). Namun, komunitas karet bertumpu pada satu spesies (indeks Berger-Parker 0,53), dan karena pengamatan hanya dilakukan sekali, kondisi ini belum dapat disimpulkan sebagai komunitas yang stabil.
4. Tingkat keasaman tanah (pH 4,5–4,8) dan tekstur tanah tidak berhubungan nyata secara statistik dengan jumlah individu fauna tanah (p model = 0,617). Namun, analisis hanya memakai enam nilai rataan dengan rentang pH yang sempit, sehingga hubungan tersebut perlu diuji lebih lanjut dengan jumlah ulangan yang lebih besar serta pengukuran kadar air dan bahan organik tanah.

ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada manajemen PT Perkebunan Nusantara IV Regional I, khususnya pimpinan dan staf di Kebun Tanah Raja, atas izin, dukungan operasional, dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian di lapangan. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI) Medan atas dukungan fasilitas laboratorium, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu secara material maupun non-material hingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

REFERENCE

Alvareza, M., Nugraha, F. A. D., & Leilani, I. (2020). Diversity of ground-foraging ants (Hymenoptera: Formicidae) in Bukit Kasang and Lubuk Bonta, Padang Pariaman District, West Sumatra. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*.

Amrhein, V., Greenland, S., & McShane, B. (2019). Scientists rise up against statistical significance. *Nature*, *567*(7748), 305–307. https://doi.org/10.1038/d41586-019-00857-9

Asrina, Ahmad, S. W., Jamili, Mukhsar, & 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.

Fataroh, A., & Haneda, N. F. (2015). Peranan fauna tanah terhadap dekomposisi serasah. *Jurnal Silvikultur Tropika*.

Guntoro. (2022). *Manajemen pengolahan tanah dan tanaman perkebunan berkelanjutan.* Lintas Media.

Hadi, U. K., & Soviana, S. (2010). *Ektoparasit: Pengenalan, identifikasi, dan pengendaliannya*. IPB Press.

Haneda, N. F., & Asti, W. (2014). Keanekaragaman fauna tanah dan perannya terhadap laju dekomposisi serasah karet (*Hevea brasiliensis*) di Kebun Percobaan Cibodas-Ciampea Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*.

Herwina, H., Satria, R., & Dahelmi. (2018). Subterranean ant species diversity (Hymenoptera: Formicidae) in Educational and Biological Research Forest of Universitas Andalas, Indonesia. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *6*(5), 1384–1389.

Hohbein, R. R., & Conway, C. J. (2018). Pitfall traps: A review of methods for estimating arthropod abundance. *Wildlife Society Bulletin*, *42*(4), 597–606. https://doi.org/10.1002/wsb.928

Husamah, Rahardjanto, A., & Hudha, A. (2017). *Ekologi hewan tanah (teori dan praktik)*. UMM Press.

Manalu, C. J. (2021). Populasi mesofauna tanah sebagai bioindikator kesuburan tanah pada lahan padi sawah organik. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Teknologi*, *1*(1).

Menta, C., & Remelli, S. (2020). Soil health and arthropods: From complex system to worthwhile investigation. *Insects*, *11*(1), Article 54. https://doi.org/10.3390/insects11010054

Nonci, N. (2005). Biology and intrinsic growth rate of earwig (*Euborellia annulata*). *Indonesian Journal of Agricultural Science*, *6*(1), 24–30.

Nonci, N., Kalqutny, S. H., Mirsam, H., Muis, A., Azrai, M., & Aqil, M. (2019). *Pengenalan fall armyworm (Spodoptera frugiperda) hama baru pada tanaman jagung di Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Nurrohman, E., Rahardjanto, A., & Wahyuni, S. (2015). Keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai bioindikator kesuburan tanah dan sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, *1*(2), 197–208.

Nusroh, Z. (2007). Studi diversitas makrofauna tanah di bawah beberapa tanaman palawija yang berbeda di lahan kering pada saat musim penghujan. *Jurnal Penelitian UNS*.

Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology* (3rd ed.). W. B. Saunders.

Panggabean, B. F., Septyani, I. A. P., Dalimunthe, B. A., & Saragih, S. H. Y. (2024). Identifikasi keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah di PTPN III pada fase pertumbuhan TBM III. *Jurnal Pertanian Agros*, *26*(1), 109–114. https://doi.org/10.37159/jpa.v26i1.4233

Pariyanto, & Destriani. (2021). Keanekaragaman makrofauna tanah di perkebunan karet Kecamatan Talo Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu. *Jurnal Kependidikan*, *1*, 21–30.

Potapov, A. M., Goncharov, A. A., Semenina, E. E., Korotkevich, A. Y., Tsurikov, S. M., Rozanova, O. L., Anichkin, A. E., Zuev, A. G., Samoylova, E. S., Semenyuk, I. I., Yevdokimov, I. V., & Tiunov, A. V. (2017). Arthropods in the subsoil: Abundance and vertical distribution as related to soil organic matter, microbial biomass and plant roots. *European Journal of Soil Biology*, *82*, 88–97. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2017.09.001

Sakiah. (2021). *Peran bioindicator fauna tanah dalam menilai kesehatan lahan pertanian*. ITSI Press.

Sakiah, & Harahap, R. (2023). *Sifat fisik dan kimia tanah mineral di perkebunan sumatera.* Pustaka Agronomi.

Soil Survey Staff. (2014). *Keys to soil taxonomy* (12th ed.). USDA-Natural Resources Conservation Service.

Subekti, N., & Cahyaningrum, S. H. (2022). Effective control of *Alphitobius diaperinus* using natural bioinsecticides. *Journal of Tropical Life Science*, *12*(2).

Susanti, W. I., Bartels, T., Krashevska, V., Widyastuti, R., Deharveng, L., Scheu, S., & Potapov, A. M. (2021). Conversion of rainforest into oil palm and rubber plantations affects the functional composition of litter and soil Collembola. *Ecology and Evolution*, *11*(15), 10686–10708. https://doi.org/10.1002/ece3.7881

Susanti, W. I., Krashevska, V., Widyastuti, R., Stiegler, C., Gunawan, D., Scheu, S., & Potapov, A. M. (2024). Seasonal fluctuations of litter and soil Collembola and their drivers in rainforest and plantation systems. *PeerJ*, *12*, Article e17125. https://doi.org/10.7717/peerj.17125

Susanti, W. I., Pollierer, M. M., Widyastuti, R., Scheu, S., & Potapov, A. (2019). Conversion of rainforest to oil palm and rubber plantations alters energy channels in soil food webs. *Ecology and Evolution*, *9*(16), 9027–9039. https://doi.org/10.1002/ece3.5449

Yaherwandi, Herwina, H., Busniah, M., & Satria, R. (2019). The influence of forest ecosystems on ant communities in smallholder oil palm plantations at Dharmasraya Regency, West Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *347*, Article 012104. https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012104