

Keanekaragaman Makrofauna Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Lahan Penimbunan Sampah Kota Semarang dengan Variasi Kondisi Lingkungan

Arifa Marsanda Widyandini^{1*}, Sri Ngabekti², Amnan Haris³

^{1,2,3}Universitas Negeri Semarang

Jl. Kolonel HR Hadijanto, Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang

Jurnal Riptek

Volume 20 No. 1 (27 – 38)

Tersedia online di:

<http://ripteck.semarangkota.go.id>

Info Artikel:

Diterima: 24 Juli 2025

Disetujui: 9 April 2026

Tersedia online: 31 Juli 2026

Kata Kunci:

Makrofauna Tanah, Bioindikator, Kualitas Tanah

Korespondensi penulis:

*andinamw2@gmail.com

Abstract. Soil macrofauna play an important role in maintaining soil quality and fertility, including through improving aeration, water absorption, and the dispersal and decomposition of organic matter. The presence of macrofauna is also an effective biological indicator to assess soil conditions ecologically. This study aims to assess soil quality based on the diversity of macrofauna species found in landfill areas in Semarang City. The approach used was quantitative method with sampling technique using pitfall trap at three points of observation location. Based on the identification results, 11 species of macrofauna were found with a total of 85 individuals. The diversity index value in diurnal and nocturnal communities showed a medium category, indicating a fairly good species diversity although uneven. The average index values for both time groups were relatively equal, reflecting the stability of the macrofauna community in the two periods of daily activity. Sites with good natural vegetation tended to have higher soil quality, while areas directly exposed to landfill activities showed degraded soil quality due to lack of vegetation cover and high inorganic waste content.

Cara mengutip:

Widyandini, A. M., Ngabekti, S., & Haris, A. (2026). Keanekaragaman Makrofauna Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah di Lahan Penimbunan Sampah Kota Semarang dengan Variasi Kondisi Lingkungan. *Jurnal Riptek*, 20(1), 27–38. <https://ripteck.semarangkota.go.id>

Pendahuluan

Tanah menjadi salah satu fondasi yang menjalankan fungsi penting dalam kehidupan. Sebagai bagian dari permukaan bumi, tanah terbentuk dari mineral hasil pelapukan batuan serta bahan organik sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang membusuk (Arifin et al., 2019). Tanah bukan hanya tempat bagi tumbuhan untuk tumbuh, tetapi juga habitat bagi berbagai organisme, baik yang hidup di dalamnya maupun di permukaannya. Interaksi antara tanah, tumbuhan, dan organisme ini berperan penting dalam menentukan kondisi lingkungan (Simanjuntak, 2020). Tanah dapat berfungsi secara optimal apabila didukung oleh kondisi fisika, kimia, dan biologi yang baik, yang biasanya terlihat dari tingkat kesuburan atau kualitas tanah (Situmeang, 2020). Kualitas tanah sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk aktivitas manusia. Kehidupan manusia tidak lepas dari interaksi dengan lingkungan di sekitarnya. Menurut Hidayah & Suharyo (2018), aktivitas manusia seringkali mengganggu fungsi ekologis tanah yang berdampak pada kerusakan ekosistem, pencemaran lingkungan, dan perubahan penggunaan lahan yang merusak struktur dan kesuburan tanah. Kerusakan ekosistem yang ditimbulkan dari kegiatan manusia diantaranya pencemaran tanah.

Pencemaran tanah merupakan masalah pencemaran lingkungan yang sering dihadapi.

Menurut Fathassabilla & Budianta (2023) salah satu kegiatan yang menjadi penyebab pencemaran tanah adalah pembuangan dan penimbunan sampah. Permasalahan mengenai sampah tidak hanya terjadi di Indonesia saja, melainkan juga di seluruh dunia. Permasalahan pengelolaan sampah menjadi isu kritis yang terus meningkat di berbagai wilayah, termasuk di Kota Semarang. Timbunan sampah kerap memicu efek negatif serius terhadap lingkungan. Tingkat pencemaran yang terjadi dapat diidentifikasi dengan melakukan pengujian kualitas tanah yang dapat diukur melalui berbagai indikator.

Indikator alami yang dapat membantu menentukan tingkat pencemaran atau kesuburan tanah salah satunya adalah keberadaan fauna tanah. Fauna tanah adalah hewan yang hidup di atas maupun di bawah permukaan tanah (Nurrohman et al., 2018). Kesuburan tanah dapat dinilai melalui keberadaan fauna tanah, seperti cacing tanah, semut, atau kumbang, yang menjadi indikator penting kesuburan dan kualitas tanah. Semakin beragam dan melimpah fauna tanah di suatu wilayah, semakin baik pula kondisi tanah dan keseimbangan ekosistemnya. Menurut Susanto & Rahayu (2022) fauna tanah

sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, seperti pencemaran atau gangguan fisik-kimia tanah, sehingga kehadirannya bisa dijadikan tanda awal untuk menilai apakah tanah masih sehat atau sudah terdegradasi. Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah dapat dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu mikrofauna, mesofauna, makrofauna megafauna (Nusroh, 2007).

Menurut Rousseau et al., (2013) makrofauna tanah merupakan indikator yang dapat digunakan untuk menduga kualitas tanah. Makrofauna tanah berperan dalam menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik, distribusi hara dan peningkatan aerasi tanah selain itu juga berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Jamin, 2025) Tahapan pembusukan didalam tanah tidak akan berjalan baik bila tanpa dibantu oleh aktivitas makrofauna tanah. Kehadiran makrofauna tanah dalam tanah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan energi dan sumber makanan di dalam tanah (Emalinda et al., 2025).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa keanekaragaman makrofauna tanah berkaitan erat dengan kondisi lingkungan dan kualitas tanah. Penelitian Nurrohman et al. (2018) menunjukkan bahwa kandungan bahan organik tanah memengaruhi kelimpahan dan ekanekaragaman makrofauna. Hasil penelitian lain juga menunjukkan keberadaan makrofauna tanah dipengaruhi oleh kondisi fisik, kimia dan biologi tanah serta ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi (Husamah & Rahardjanto, 2017).

Kajian mengenai keanekaragaman makrofauna tanah sebagai bioindikator kualitas tanah pada lahan penimbunan sampah aktif, khususnya di Kota Semarang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji keanekaragaman makrofauna tanah pada area penimbunan sampah serta menilai kualitas tanah berdasarkan keanekaragaman sebagai indikator biologi.

TINJAUAN PUSTAKA

Makrofauna Tanah

Organisme yang hidup di dalam tanah disebut fauna tanah. Fauna tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, salah satu pengelompokan yang umum adalah berdasarkan ukuran tubuh, meliputi Mikrofauna, Mesofauna, Makrofauna, dan Megafauna (Syahfitri & Lestari, 2022). Organisme tanah khususnya makrofauna tanah berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dengan menghubungkan aliran energi dan siklus materi di alam. Keberadaan dan aktivitas organisme ini sangat dipengaruhi oleh

faktor lingkungan, seperti kondisi iklim, karakteristik tanah, tutupan vegetasi, serta paparan cahaya matahari (Wasis, 2012). Menurut Husamah & Rahardjanto (2017) hewan tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran tubuhnya menjadi: mikrofauna, mesofauna dan makrofauna. Diantara ketiga kelompok hewan tanah tersebut, makrofauna adalah kelompok yang cukup penting kehadirannya dalam menentukan kualitas tanah. Kehadiran dan pergerakan makrofauna tanah berperan penting dalam meningkatkan aerasi, penyerapan air, struktur tanah, serta penyebaran material organik di dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperkaya keragaman organisme ini guna mendukung kesehatan dan produktivitas ekosistem tanah (Njira & Nabwami, 2013). Pada dasarnya hewan makrofauna tanah terdiri atas Isopoda, Insekta, Annelida, Diplopoda, Arachnida, Chilopoda, Gastropoda dan vertebrata kecil lainnya.

Kualitas Tanah

Kualitas tanah merupakan kemampuan tanah dalam menjalankan fungsinya dan berinteraksi dengan lingkungan di sekitar ekosistem. Menurut Purba et al. (2021) kualitas tanah merupakan kapasitas dari suatu tanah dalam suatu lahan untuk menyediakan fungsi-fungsi yang dibutuhkan manusia atau ekosistem alami dalam waktu yang lama. Kualitas tanah menjadi tolok ukur kemampuan tanah dalam berfungsi atau menjalankan fungsinya secara alami. Menurut Minarsih & Hanudin (2017) kualitas tanah dinilai berdasarkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah atau indikator yang menggambarkan proses penting dalam tanah. Kualitas tanah menentukan kualitas lingkungan, produktivitas tanah, keamanan pangan dan kesehatan manusia yang saling berinteraksi, produktivitas tanah mempengaruhi kemampuan tanah untuk dapat memberikan hasil tanaman dengan baik, tanah yang produktif adalah tanah yang relatif subur dan berkualitas.

Dampak Aktivitas Penimbunan Sampah Terhadap Kualitas Tanah

Aktivitas pembuangan dan penimbunan sampah merupakan salah satu faktor utama yang menyebabkan pencemaran tanah (Fathassabilla & Budianta (2022). Masalah sampah bukan hanya persoalan lokal di Indonesia, namun juga menjadi tantangan global. Sampah plastik merupakan salah satu masalah dunia saat ini yang belum tertangani dengan baik. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil sampah plastik terbesar di dunia, yaitu 9,13 juta ton (Alamsyah & Fadli, 2023). Seiring pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan perubahan gaya hidup serta pola konsumsi

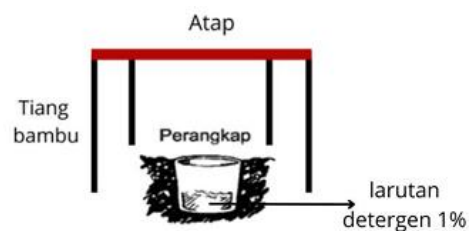
masyarakat, volume sampah yang dihasilkan pun ikut melonjak.

Masalah pengelolaan sampah semakin menjadi perhatian serius di berbagai daerah, termasuk Kota Semarang. Berdasarkan data SIPSN tahun 2024, Kota Semarang menghasilkan sekitar 434 ribu ton sampah dalam setahun, atau rata-rata 1.189 ton per hari. Penimbunan sampah dalam jumlah besar berpotensi mencemari lingkungan, khususnya tanah. Pencemaran tanah terjadi ketika berbagai zat asing seperti bahan kimia buatan, limbah domestik, pestisida, serta mikroorganisme patogen masuk ke dalam tanah dan mengganggu kondisi alamnya (Gusti et al., 2022). Penurunan kualitas tanah akibat akumulasi zat pencemar menjadi salah satu indikator penting yang mengganggu fungsi ekologis tanah. Peningkatan jumlah penduduk serta perubahan gaya hidup dan pola konsumsi masyarakat turut meningkatkan volume sampah, sehingga hal ini sejalan dengan potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Kondisi tersebut juga berdampak pada fauna tanah yang sensitif terhadap perubahan lingkungan, khususnya makrofauna tanah yang dikenal sebagai indikator sensitif terhadap perubahan penggunaan lahan (Pariyanto et al., 2020). Makrofauna tanah juga mencerminkan kondisi bahan organik dan vegetasi suatu wilayah sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator pada area terdampak (Wibowo & Slamet, 2017).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari Februari 2025 hingga Juni 2025. Penelitian ini dilakukan di lahan penimbunan sampah yang terdiri dari kegiatan pengambilan data dan identifikasi makrofauna tanah. Pengambilan data menggunakan metode eksploratif, yaitu pengamatan atau pengambilan sampel langsung dari lokasi penelitian. Penelitian eksploratif merupakan jenis penelitian yang bersifat mendasar dan bertujuan untuk menggali informasi atau data tentang suatu hal yang masih belum banyak diketahui (Evi et al., 2025). Metode ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal kondisi objek penelitian tanpa menguji hipotesis melalui observasi lapangan dan pengambilan sampel secara langsung (Mudjiyanto, 2018, dalam Rahman et al., 2022). Data keragaman makrofauna tanah dikumpulkan melalui metode *pitfall trap*, yaitu perangkap jebak sederhana yang dipasang di beberapa titik pengamatan untuk menangkap organisme tanah yang aktif bergerak di permukaan. (Suin, 2003).



Sumber: Simarmata, 2012

Gambar 1. Ilustrasi Pemasangan Pitfall Trap

Data dianalisis menggunakan indeks keanekaragaman, indeks dominansi, indeks kemerataan dan indeks kesamaan serta uji laboratorium.

Pemilihan Lokasi Sampling

Pemilihan lokasi sampling ditentukan berdasarkan aksesibilitas, kondisi tekstur tanah, perbedaan vegetasi dan kondisi plot yang dianggap dapat mewakili. Lokasi penelitian terdiri dari 3 titik lokasi sebagai berikut:



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Titik 1 dengan koordinat -7.021427, 110.357640 merupakan area dengan tingkat vegetasi alami yang rendah dan berada dalam jarak $\pm 70m$ dengan lokasi penimbunan sampah, baik organik maupun anorganik, sehingga terpapar langsung oleh aktivitas penimbunan sampah.

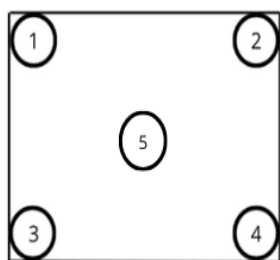
Titik 2 dengan koordinat -7.022460, 110.359110 memiliki vegetasi alami dengan kerapatan sedang dan berada dalam jarak $\pm 120m$ zona terdampak langsung oleh aktivitas penimbunan sampah. Lokasi ini terletak di bagian pinggir area penimbunan, dengan kondisi sampah yang sudah mulai mengalami pengeringan.

Titik 3 dengan koordinat -7.022887, 110.359804 menunjukkan tingkat vegetasi alami yang cukup tinggi dan tidak terdampak langsung. Berjarak $\pm 200m$ dari lokasi penimbunan sampah utama dan tidak terdapat tumpukan sampah,

ditemukan beberapa sampah anorganik terlihat tertutup tanah dan telah ditumbuhi rerumputan di sekitarnya.

Penentuan Plot Pengamatan

Penentuan lokasi plot dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling, yaitu pemilihan lokasi secara sengaja berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Pengamatan dilakukan pada tiga titik penelitian berukuran 1 meter × 1 meter yang dipilih untuk mewakili variasi kondisi lingkungan yang berbeda, seperti perbedaan vegetasi, kondisi tekstur tanah dan aksesibilitas lokasi. Pada masing-masing titik, diletakkan lima perangkap jebak (*Pitfall trap*) di setiap sudut dan di tengah. Dengan demikian, total jumlah *Pitfall trap* yang digunakan dalam seluruh pengamatan adalah sebanyak 15 buah. Disetiap perangkap *Pitfall Trap* diberi larutan detergen 1% dengan komposisi 10 ml detergen per 1 L air, bertujuan untuk mengurangi tegangan air sehingga makrofauna yang terjebak di dalam perangkap tidak dapat naik ke permukaan air (Tanjung et al., 2018)



Gambar 3. Titik Penempatan *Pitfall Trap*

Metode Analisis Data

Analisis Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Indeks keanekaragaman dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

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

atau

$$(1)$$

$$H' = - \sum (n_i / N) \times \ln(n_i / N)$$

Keterangan :

H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i = proporsi spesies ke i didalam sampel total $\left(\frac{n_i}{N}\right)$

n_i = jumlah individu jenis i

N = jumlah total individu dari seluruh jenis

Besarnya nilai H' didefinisikan sebagai berikut:

$H' < 1$ = Keanekaragaman rendah

$1 < H' < 3$ = Keanekaragaman sedang

$H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi

Analisis Indeks Dominansi Simpson

Untuk mengetahui spesies apa yang paling dominan dalam suatu populasi, digunakanlah Indeks Dominansi Simpson sebagai berikut:

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

Keterangan:

D = dominansi

n_i = jumlah individu jenis i

N = jumlah total individu dari seluruh jenis

Nilai indeks berkisar antara 0-1

$D \approx 0$, tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas dalam keadaan stabil

$D \approx 1$, terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya atau struktur komunitas labil, karena terjadi tekanan ekologis

Analisis Indeks Kemerataan Jenis

Menurut Fachrul (2007) nilai kemerataan jenis dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H' \text{ maks}} \text{ atau } \frac{H'}{\ln \ln s} \quad (3)$$

Keterangan:

E = indeks kemerataan

H' = indeks keanekaragaman Shannon Wiener

$H' \text{ maks} = \ln s$

s = jumlah jenis yang ditemukan

Nilai indeks berkisar antara 0-1

$E \approx 0$, kemerataan antara spesies rendah, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing masing spesies sangat jauh berbeda

$E \approx 1$, kemerataan antara spesies relatif rata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama

Analisis Indeks Kemerataan Jenis

Perhitungan indeks ini memberikan gambaran seberapa besar spesies yang ditemukan di satu lokasi juga terdapat di lokasi lainnya, yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan :

IS = indeks kesamaan

A = jumlah jenis yang ada di luar lahan penelitian

B = jumlah jenis yang ada di dalam lahan penelitian

C= jumlah jenis yang sama yang ada di kedua lahan penelitian

Kriteria kesamaan komunitas (IS) :

- 1 - 30% : Kategori rendah
 31- 60% : Kategori sedang
 61- 91% : Kategori tinggi
 > 91% : Kategori sangat tinggi

Kriteria Penilaian C-Organik dan N-Total

Kandungan nitrogen total (N-total) dan karbon organik (C-organik) merupakan dua parameter penting dalam penilaian kualitas tanah

Tabel 1. Kriteria Penilaian C-Organik

Kriteria Penilaian C-Organik	
Nilai	Kriteria Penilaian
< 1,0	Sangat rendah
1,0 – 2,0	Rendah
2,0 – 3,3	Sedang
3,3 – 5,0	Tinggi
> 5,0	Sangat tinggi

Tabel 2. Kriteria Penilaian N-Total

Kriteria Penilaian N-Total	
Nilai	Kriteria Penilaian
< 0,1	Sangat rendah
0,1 – 0,2	Rendah
0,2 – 0,5	Sedang
0,5 – 0,75	Tinggi
>0,75	Sangat tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Makrofauna yang ditemukan dan telah dilakukan indentifikasi selama penelitian berlangsung pada tiga titik lokasi penelitian secara spesifik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Keanekaragaman Spesies Makrofauna

No	Nama Spesies	Jumlah Individu Tiap Titik						Jumlah Total Individu
		Titik 1		Titik 2		Titik 3		
		D	N	D	N	D	N	
1	<i>Dolichoderus thoracicus</i>	6	5	8	7	4	2	32
2	<i>Odontomachus bauri</i>	1	2	-	-	-	1	4
3	<i>Teleogryllus mitratus</i>	1	1	-	2	1	-	5
4	<i>Musca domestica</i>	1	-	1	2	2	-	6
5	<i>Orthomorpha coarctata</i>	-	-	-	-	1	3	4
6	<i>Trichorhina sp</i>	-	2	-	2	2	4	10
7	<i>Lycosa pseudoannulata</i>	-	-	-	-	-	1	1
8	<i>Hogna radiata</i>	1	-	1	-	1	2	5
9	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	-	-	-	2	4	-	6
10	<i>Chrysomya megacephala</i>	-	-	-	-	1	-	1
11	<i>Bemisia tabaci</i>	3	-	2	2	4	-	11
Jumlah Total (N)		13	10	12	17	20	13	85
Indeks Keanekaragaman (H')		1,48	1,22	0,98	1,62	2,02	1,67	
Indeks Kemerataan (E)		0,62	0,50	0,40	0,67	0,84	0,69	
Indeks Dominansi (D)		0,28	0,34	0,48	0,23	0,15	0,20	

Keterangan:

D: Diurnal

N: Nokturnal

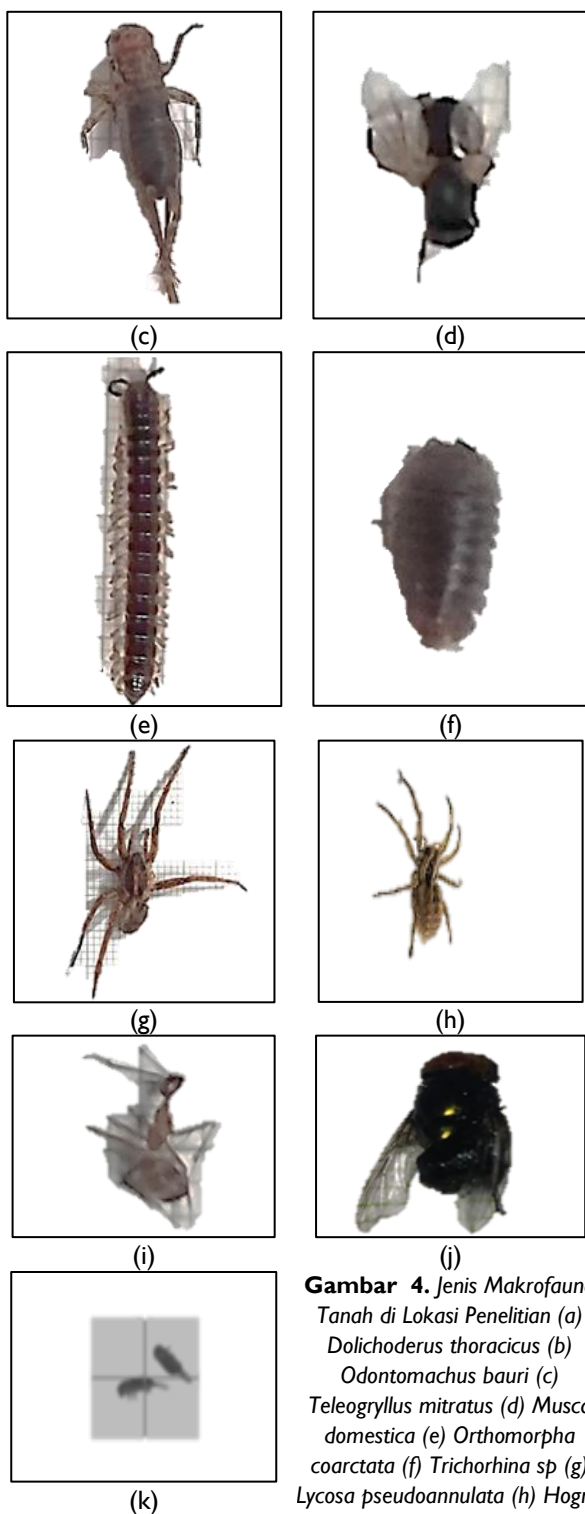
Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa hasil identifikasi makrofauna tanah ditemukan sebanyak 11 spesies makrofauna tanah dengan total keseluruhan sebanyak 85 individu. Visualisasi masing-masing spesies makrofauna disajikan pada Gambar 4.



(a)



(b)



Gambar 4. Jenis Makrofauna Tanah di Lokasi Penelitian (a) *Dolichoderus thoracicus* (b) *Odontomachus bauri* (c) *Teleogryllus mitratus* (d) *Musca domestica* (e) *Orthomorpha coarctata* (f) *Trichorhina sp* (g) *Lycosa pseudoannulata* (h) *Hogna radiata* (i) *Anoplolepis gracilipes* (j) *Chrysomya megacephala* (k) *Bemisia tabaci*

Nilai indeks keanekaragaman makrofauna diurnal dan nokturnal masuk kedalam kategori sedang karena nilai indeks berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Nilai indeks makrofauna tanah di tiga titik lokasi penelitian untuk diurnal berada pada rentang nilai 0,98-2,02 sedangkan untuk nokturnal berada pada rentang nilai 1,22-1,67. Menurut Edrus & Hadi (2020) nilai indeks keanekaragaman yang cukup

tinggi ini dipengaruhi oleh nilai pemerataan yang tinggi dan nilai dominansi yang rendah. Perbandingan nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah untuk diurnal dan nokturnal apabila dirata-rata adalah 1,49 : 1,50. Hal ini menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman di tiga titik pada waktu diurnal dan nokturnal tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan cenderung sama.

Nilai indeks keanekaragaman (H') makrofauna diurnal dan nokturnal menunjukkan variasi yang cukup signifikan pada ketiga titik pengamatan. Secara umum, keanekaragaman makrofauna diurnal cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan nokturnal di dua dari tiga lokasi pengamatan, yaitu pada titik 1 dan titik 3. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas makrofauna yang muncul pada siang hari cenderung lebih beragam dan merata. Menurut Hanum et al., (2021) hal ini disebabkan karena aktivitas hewan diurnal lebih tinggi di siang hari, dimana banyak spesies mengalami puncak aktivitas biologisnya pada waktu yang terang. Namun terdapat spesies yang ditemukan pada waktu diurnal dan nokturnal yaitu spesies *Dolichoderus thoracicus*.

Spesies *Dolichoderus thoracicus* merupakan makrofauna yang paling banyak ditemukan pada lokasi penelitian, dengan total jumlah individu mencapai 32 ekor. *Dolichoderus thoracicus* merupakan jenis semut berwarna hitam dengan panjang tubuh sekitar 10 mm. Spesies ini tergolong ke dalam kelompok serangga predator karena memiliki karakteristik aktif dan kuat, sehingga mampu memangsa serangga yang berukuran lebih kecil dan lemah. Menurut Abdullah et al., (2020) semut termasuk dalam kelompok fauna yang dapat berperan sebagai indikator hayati, yakni sebagai alat pemantau terhadap perubahan kualitas lingkungan. Pernyataan ini sejalan dengan pendapat Riyanto (2007) yang menyatakan bahwa semut memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan karena kemampuannya dalam membantu proses penguraian bahan organik. Tingginya jumlah individu *Dolichoderus thoracicus* yang ditemukan mengindikasikan bahwa spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi serta peran penting sebagai bioindikator kualitas tanah.

Spesies makrofauna paling rendah yang ditemukan adalah spesies *Lycosa pseudoannulata* dan *Chrysomya megacephala* masing-masing spesies hanya ditemukan sebanyak satu individu. Makrofauna tanah lain yang ditemukan dan berhasil diidentifikasi seperti *Odontomachus bauri* sebanyak 4 individu, *Teleogryllus mitratus* sebanyak 5 individu, *Musca domestica* sebanyak 6 individu, *Orthomorpha coarctata* sebanyak 4 individu, *Trichorhina sp*

sebanyak 10 individu, *Hogna radiata* sebanyak 5 individu, *Anoplolepis gracilipes* sebanyak 6 individu, dan *Bemisia tabaci* sebanyak 11 individu. Seluruh data hasil identifikasi kemudian dianalisis lebih lanjut, yaitu dengan dilakukan perhitungan setelah indeks keanekaragaman (H'), indeks kemerataan (E), indeks dominansi (D) dan indeks kesamaan. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, diperoleh hasil indeks keanekaragaman (H') makrofauna tanah pada tiga titik lokasi penelitian. Indeks keanekaragaman pada titik 1 untuk makrofauna diurnal adalah sebesar 1,48 sedangkan untuk makrofauna nokturnal adalah sebesar 1,22 dengan total sebanyak 23 individu. Titik 3 memiliki total individu paling sedikit dibandingkan dengan dua titik lainnya.

Pada titik 1, terdapat beberapa jenis spesies yang cukup beragam dan relatif tersebar, namun masih ada spesies yang mendominasi. Spesies dengan jumlah individu tertinggi pada titik ini adalah *Dolichoderus thoracicus* yang merupakan spesies semut dengan total 11 individu. Tingginya kehadiran semut *Dolichoderus thoracicus* dapat dikaitkan dengan kondisi yang terjadi di lapangan yang mendukung, area ini ditemukan banyak sampah baik organik maupun anorganik, termasuk salah satu yang cukup banyak ditemui adalah sisa makan ringan dan sampah organik basah seperti buah busuk. Keberadaan sisa makanan ringan dan sampah organik ini menarik berbagai jenis makrofauna, seperti semut yang dikenal sebagai predator. Oleh karena itu semut hitam menjadi kelompok yang paling dominan ditemukan dititik ini. Menurut penelitian oleh Setianingsih et al., (2017) sisa makanan akan menarik perhatian semut, terutama bila makanan tersebut mengandung gula.

Indeks keanekaragaman pada titik 2 untuk makrofauna diurnal adalah sebesar 0,98 sedangkan untuk makrofauna nokturnal adalah sebesar 1,62 dengan total ditemukan 29 individu. Nilai indeks keanekaragaman makrofauna diurnal masuk kedalam kategori rendah karena nilai $H' < 1$, sedangkan nilai indeks makrofauna nokturnal memiliki nilai yang lebih tinggi dan masuk kedalam kategori sedang karena nilai indeks berada dalam rentang $1 < H' < 3$. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa hewan nokturnal lebih banyak dan lebih beragam dibandingkan dengan hewan diurnalnya. Makrofauna tanah yang aktif di malam hari atau nokturnal seperti *Teleogryllus mitratus* atau jangkrik. Menurut Utami & Ramli (2022) jangkrik sebagai hewan nokturnal akan lebih aktif di malam hari. Menurut Afifah et al., (2020) keberadaan hewan nokturnal sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fisik atau faktor abiotik yang menjadi bagian penting dari suatu ekosistem. Faktor-faktor seperti suhu udara, tingkat pencahayaan,

kelembaban, serta curah hujan memiliki peran besar dalam menentukan aktivitas dan distribusi dari hewan nokturnal.

Titik 3 menjadi lokasi dengan jumlah individu makrofauna tanah paling tinggi, yaitu sebanyak 33 individu. Nilai indeks keanekaragaman (H') tertinggi juga diperoleh pada titik ini, yaitu 2,02 untuk hewan diurnal dan 1,67 untuk hewan nokturnal. Nilai ini berada pada kategori keanekaragaman sedang yang cenderung tinggi, mendekati angka maksimum pada angka 3. Artinya, komunitas makrofauna di titik ini cukup seimbang dan beragam. Tidak terdapat satu spesies yang benar-benar mendominasi, melainkan distribusi yang relatif merata di antara beberapa spesies. *Dolichoderus thoracicus* tetap ditemukan dalam jumlah tinggi dengan 11 individu. Semut ini ditemukan hampir merata di seluruh titik baik pada waktu siang maupun malam, dengan total 32 individu.

Hasil analisis indeks kemerataan (E) dan dominansi (D) pada ketiga titik menunjukkan perbedaan struktur komunitas makrofauna tanah yang mencerminkan kondisi lingkungan masing-masing. Titik 1, yang terletak paling dekat dengan area penimbunan sampah aktif, menunjukkan kemerataan sedang dan dominansi rendah namun komunitas nokturnalnya cenderung kurang seimbang karena sebaran individu antar spesies yang tidak merata. Titik 2 menunjukkan ketidakseimbangan komunitas diurnal dengan kemerataan rendah dan dominansi sedang yang mengindikasikan dominasi oleh spesies *Dolichoderus thoracicus*, sementara komunitas nokturnalnya lebih stabil. Titik 3 memiliki kondisi komunitas paling seimbang dan stabil, tercermin dari kemerataan tinggi dan dominansi rendah, didukung oleh keberadaan vegetasi yang lebih banyak dan jarak yang lebih jauh dari area penimbunan, sehingga memberikan lingkungan yang lebih mendukung bagi keberagaman makrofauna tanah. Selain indeks kemerataan dan indeks dominansi, dilakukan pula analisis pada indeks kesamaan.

Tabel 4. Indeks Kesamaan Makrofauna Diurnal

Titik Penelitian	Titik 1	Titik 2
Titik 1		
Titik 2	80 %	
Titik 3	66 %	61 %

Tabel 5. Indeks Kesamaan Makrofauna Nokturnal

Titik Penelitian	Titik 1	Titik 2
Titik 1		
Titik 2	60 %	
Titik 3	60 %	33 %

Indeks kesamaan digunakan untuk menggambarkan tingkat kemiripan komunitas spesies antar lokasi atau habitat yang berbeda. Dalam penelitian ini, indeks kesamaan makrofauna dihitung pada tiga titik penelitian, baik untuk makrofauna diurnal maupun nokturnal. Berdasarkan hasil pada Tabel 4, nilai indeks kesamaan makrofauna diurnal antara titik 1 dan titik 2 mencapai 80%, antara Titik 1 dan titik 3 sebesar 66%, serta antara titik 2 dan titik 3 sebesar 61%. Ketiga nilai tersebut termasuk dalam kategori tinggi. Menurut Adelina et al., (2016) nilai indeks lebih dari atau sama dengan 60% dikategorikan sebagai tingkat kesamaan yang tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Bando et al., (2016) bahwa semakin tinggi nilai indeks kesamaan jenis, maka semakin tinggi pula tingkat kemiripan antara komunitas yang dibandingkan, sedangkan nilai indeks kesamaan di bawah 50% menunjukkan rendahnya kesamaan spesies. Artinya, sebagian besar spesies makrofauna yang ditemukan di satu lokasi juga ditemukan di lokasi lainnya.

Data pada Tabel 5. menunjukkan bahwa indeks kesamaan makrofauna nokturnal memiliki pola yang

berbeda. Nilai indeks kesamaan antara titik 1 dan titik 2 adalah 60%, dan antara titik 1 dan titik 3 juga 60%, yang keduanya tergolong dalam kategori tinggi. Namun, nilai indeks kesamaan antara titik 2 dan titik 3 hanya 33%, yang tergolong dalam kategori rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat kemiripan spesies makrofauna nokturnal antara titik 1 dengan dua titik lainnya, terdapat perbedaan yang cukup signifikan dalam komposisi spesies antara titik 2 dan titik 3. Dari perbandingan kedua tabel, dapat disimpulkan bahwa komunitas makrofauna diurnal memiliki tingkat kesamaan spesies yang lebih homogen antar titik dibandingkan komunitas makrofauna nokturnal. Hal ini menunjukkan bahwa makrofauna yang aktif pada siang hari memiliki jenis-jenis spesies yang lebih mirip antar titik, sedangkan makrofauna yang aktif pada malam hari memiliki perbedaan jenis spesies yang lebih beragam di setiap titik.

Kualitas Tanah

Kualitas tanah dilakukan uji berdasarkan parameter fisika dan kimia disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Fisika Tanah

Titik Penelitian	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Ketinggian Tempat (mdpl)
Titik 1	27,9 - 30,0	65%	600 - 700	122
Titik 2	27,4 - 29,5	70%	500 - 600	178
Titik 3	32,2 - 32,5	50%	600 - 700	126

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui bahwa kondisi lingkungan di setiap titik memiliki kondisi yang bervariasi. Hal ini dapat dipengaruhi karena adanya perbedaan karakteristik di tiap zona. Berdasarkan Tabel 6, dapat dijelaskan bahwa suhu tanah di tiga titik penelitian berkisar antara 27,4 – 32,5 °C yang menunjukkan bahwa suhu tersebut termasuk kedalam suhu yang normal. Suhu yang terlalu dingin atau panas dapat mengurangi aktivitas makrofauna, sementara cuaca lembab atau setelah hujan bisa meningkatkan jumlah makrofauna yang bergerak di tanah (Adelliasari & Juneli, 2025). Menurut Wirayanti et al., (2013), suhu yang digemari oleh fauna tanah berkisar antara 20 - 30°C. Suin (2012) menjelaskan bahwa suhu tanah merupakan faktor yang menentukan kehadiran dan kelimpahan fauna tanah. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Jumar (2000) bahwa organisme tanah menjalankan aktifitas dan berkembang biak dengan suhu berkisar antara 15°C-40°C.

Nurnasari & Djumali (2010) menjelaskan bahwa suhu, kelembaban, intensitas cahaya, serta ketinggian suatu lokasi memiliki hubungan yang saling

memengaruhi. Umumnya, semakin rendah suhu udara, semakin tinggi suatu tempat dan kelembaban akan cenderung meningkat. Titik 1 merupakan lokasi yang paling dekat dengan pusat penimbunan sampah. Lokasi ini memiliki vegetasi alami yang sangat minim, dan tanahnya sebagian besar tertutup oleh sampah, baik organik maupun anorganik. Kondisi ini menyebabkan intensitas sinar matahari ke permukaan tanah sangat terbatas.

Secara umum, semakin tinggi suatu lokasi, suhu cenderung menurun dan kelembaban meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan bahwa titik 2 dengan titik tertinggi memiliki kelembaban yang paling tinggi pula. Dengan melihat keempat parameter lingkungan fisik yaitu suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan ketinggian tempat, dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan di tiap titik bervariasi dan memiliki peran penting dalam membentuk struktur komunitas makrofauna tanah. Kombinasi suhu ideal dan kelembaban sedang seperti yang terlihat di titik 3 dapat menciptakan kondisi yang optimal bagi keberagaman spesies. Selain itu, juga dilakukan analisis pada tekstur 3 fraksi tanah yaitu, fraksi pasir, debu dan lempung.

Tabel 7. Parameter Tekstur Tanah

Titik Penelitian	Tekstur Tanah (3 Fraksi)		
	Pasir (%)	Debu (%)	Lempung (%)
Titik 1	3,38 %	10,44 %	86,16 %
Titik 2	12,37%	32,68%	54,93%
Titik 3	3,33 %	57,47 %	39,19 %

Tekstur tanah merupakan salah satu karakter fisik tanah, tekstur tanah turut memengaruhi aktivitas organisme tanah, ketersediaan unsur hara, serta proses dekomposisi bahan organik secara alami (Mustawa et al., 2017). Analisis tekstur tanah menunjukkan bahwa titik 1 didominasi oleh fraksi liat/lempung sebesar 86,16%, dengan kandungan debu dan pasir yang rendah. Tekstur liat memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menahan air, namun sirkulasi udaranya rendah sehingga kurang ideal bagi organisme tanah yang memerlukan oksigen. Selain itu, permukaan tanah yang tertutup sampah anorganik turut menghambat penguapan, menyebabkan kelembaban tanah tetap tinggi. Titik 2 memiliki komposisi fraksi yang lebih seimbang, yaitu liat 54,93%, debu 32,68%, dan pasir 12,37%. Sementara itu, titik 3 didominasi oleh fraksi debu sebesar 57,47%, dengan fraksi liat 39,19%. Tekstur berdebu lempung ini memiliki struktur yang gembur dan pori-pori tanah yang seimbang, memungkinkan udara masuk dengan cukup baik serta mampu menahan air secukupnya. Karakteristik ini mendukung lingkungan yang sesuai untuk aktivitas makrofauna tanah.

Tabel 8. Parameter Kimia Tanah

Titik Penelitian	pH	Kandungan N-Total	Kandungan C-Organik
Titik 1	7-8	0,00194	0,49992
Titik 2	7-8	0,00227	3,15750
Titik 3	7-8	0,00187	4,20759

Berdasarkan hasil analisis, parameter kimia tanah pada ketiga titik lokasi menunjukkan kisaran nilai pH, yaitu antara 7 hingga 7,5; yang termasuk dalam kategori netral. Tanah dengan pH netral umumnya mendukung aktivitas mikroba dan organisme tanah lainnya, karena ketersediaan unsur hara tidak terlalu terganggu oleh kondisi asam maupun basa (ATrisnawati et al., 2022). pH tanah sangat memengaruhi ketersediaan kandungan N (nitrogen), dimana apabila pH rendah maka akan menghambat proses dekomposisi oleh organisme tanah. Pada titik 1, kandungan C-Organik sebesar 0,49992%, termasuk dalam kategori sangat rendah berdasarkan klasifikasi Departemen Pertanian (1983) yang menyatakan bahwa nilai di bawah 1,0% tergolong sangat rendah. Rendahnya kadar C-

organik ini dapat disebabkan oleh minimnya input bahan organik, tingginya aktivitas manusia, serta permukaan tanah yang tertutup sampah anorganik sehingga menghambat penumpukan dan dekomposisi bahan organik alami (Elly & Maitimu, 2025). Kandungan N-Total di titik ini sebesar 0,00194%, yang juga termasuk dalam kategori sangat rendah (<0,1%). Hal ini mengindikasikan bahwa pasokan nitrogen dalam tanah sebagai unsur penting bagi pertumbuhan makhluk hidup tergolong terbatas. Pada titik 2 menunjukkan bahwa meskipun bahan organik cukup tinggi, ketersediaan nitrogen sebagai unsur hara utama belum sepenuhnya tersedia dalam bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh organisme tanah. Pada titik 3, kandungan C-Organik adalah yang tertinggi yaitu 4,20759%, dikategorikan sebagai tinggi. Tingginya kandungan karbon organik ini berkorelasi dengan kondisi lingkungan yang relatif stabil, banyaknya vegetasi alami seperti rerumputan (Susetyo et al., 2025)

Berdasarkan hasil identifikasi pada tiga titik lokasi penelitian, ditemukan sebanyak 11 spesies makrofauna tanah dengan total 85 individu. Spesies *Dolichoderus thoracicus* merupakan spesies paling dominan dengan jumlah 32 individu, tersebar hampir merata di seluruh titik. Keanekaragaman makrofauna secara umum berada dalam kategori sedang, ditunjukkan oleh nilai indeks keanekaragaman (H') yang berkisar antara 0,98 hingga 2,02. Titik 3 menjadi lokasi dengan nilai keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dan jumlah individu tertinggi, serta indeks dominansi (D) yang paling rendah, menandakan komunitas makrofauna yang paling stabil dan seimbang. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik lingkungan pada titik 3 yang relatif lebih alami. Secara fisik, titik 3 memiliki suhu yang masih berada dalam batas toleransi makrofauna tanah, intensitas cahaya cukup dan kelembaban tanah yang sedang. Vegetasi yang lebih merata di area ini turut mendukung kestabilan lingkungan bagi makrofauna. Selain itu, parameter kimia tanah di titik 3 menunjukkan kandungan C-organik yang tinggi yang mengindikasikan ketersediaan bahan organik sebagai sumber energi makrofauna.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait keanekaragaman makrofauna tanah pada tiga titik lokasi penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil identifikasi makrofauna tanah, baik diurnal maupun nokturnal termasuk ke dalam kategori sedang. Kategori ini menunjukkan bahwa kondisi keanekaragaman makrofauna tanah berada pada

kondisi yang cukup stabil, namun belum optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa lingkungan tanah masih mampu mendukung kehidupan organisme, tetapi telah mengalami tekanan akibat aktivitas penimbunan sampah.

Tanah dengan tingkat vegetasi alami yang cukup tinggi dan tidak terdampak langsung oleh aktivitas penimbunan sampah memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi serta lingkungan fisik yang lebih stabil, sehingga lebih mendukung kehidupan makrofauna. Sebaliknya, area yang terpapar langsung oleh aktivitas penimbunan sampah menunjukkan kualitas tanah yang lebih rendah akibat minimnya vegetasi dan dominasi sampah anorganik. Kondisi ini menguatkan bahwa kualitas tanah berperan penting dalam menentukan keanekaragaman dan distribusi makrofauna tanah sebagai bioindikator kualitas lingkungan.

Saran

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah titik dan pengulangan sampling yang terbatas, serta parameter kualitas tanah yang belum mencakup seluruh aspek. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambah jumlah titik dan pengulangan pengambilan sampel, serta memperluas parameter kualitas tanah agar hasil yang diperoleh lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Trisnawati, H.D. Beja, & J. J. (2022). *Analisis Status Kesuburan Tanah pada Kebun Petani Desa Ladogahar Kecamatan Nita Kab Sikka*. 1(2), 68–80.
- Adelina, M., P. Harianto, S., & Nurcahyani, N. (2016). Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Rakyat Pekon Kelungu Kecamatan Kotaagung Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari*, 4(2), 51–60. <https://doi.org/10.23960/jsl2451-60>
- Adelliasari, Fitri Juneli, R. D. (2025). Distribusi Semut Hitam (Hymenoptera; Formicidae) di Hutan Sekunder Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Sains*, 2(1), 48–53.
- Alamsyah, R., & Fadli, S. A. (2023). Kondisi Sampah Plastik di Pantai Desa Pattongko Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(2), 208–213. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.208-213>
- Arifin, M., Putri, N. D., Sandrawati, A., & Harryanto, R. (2019). Pengaruh Posisi Lereng terhadap Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Inceptisols di Jatinangor. *SoilREns*, 16(2), 37–44. <https://doi.org/10.24198/soilrens.v16i2.20858>
- Bando, Hi, Arman, Siahaan, Ratna, dan Langoy, L.D., M. (2016). Keanekaragaman Vegetasi Riparian di Sungai Tewalen, Riparian Vegetation Diversity of Tewalen River, South Minahasa Regency- North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Sains*, 16(1), 8–11. <https://media.neliti.com/media/publications/288248-keanekaragaman-vegetasi-riparian-di-sung-4e1f17c5.pdf>
- Edrus, I. N., & Hadi, T. A. (2020). Di Perairan Pesisir Kendari Sulawesi Tenggara Community Structures of Reef-Fishes in the Adjacent Kendari's Reef Waters, Southeast Sulawesi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2), 59–73 (Indonesian).
- Emalinda Oktanis, Rahayu Clara, & Sandi Nofrita. (2025). Revegetasi Lahan Bekas Tambang Batu Bara dengan Beberapa Jenis Tanaman Dan Pengaruhnya Terhadap Makro Fauna Tanah Sawahlunto Sumatera Barat The Revegetation of Abandoned Coal Mine Land with Diverse Plant Species and Their Effects on Sawahlunto, West Sumat. *Jurnal Agrium*, 22(2), 183.
- Evi, T., Gai, A. M., Fauza, M., & Hatchi, I. (2025). *Metode Penelitian Kualitatif Dan Kuantitatif Teknik dan Strategi dalam Mengolah Data* (Vol. 32, Issue 3). PT Media Penerbit Indonesia.
- Ghaida Fathassabilla, A., & Budianta, W. (2023). Pencemaran Tanah Oleh Pb dan Cd di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo, Kota Surakarta. *Kurvatek*, 8(1), 81–92. <https://doi.org/10.33579/krvtek.v8i1.3919>
- H.Hanum, A.Najli, & N.Falah. (2021). Kemiripan Serangga Permukaan Tanah Diurnal dan Nocturnal di Kawasan Kampus UIN Ar-Raniry Banda Aceh. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1(April), 152–156.
- Hidayah, Z., & Suharyo, O. S. (2018). Analisa Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 11(1), 19. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v11i1.4120>
- Husamah, Abdulkadir Rahardjanto, A. M. H. (2017). *Ekologi Hewan Tanah (Teori dan Praktek*.
- Jamin, F. S. (2025). Praktik Pengelolaan Lahan

- Pertanian Berdasarkan Kontribusi Makrofauna Tanah di Desa Moutong Kecamatan Tilongkabila Kabupaten Bone Bolango. *Solusi Bersama: Jurnal Pengabdian dan Kesejahteraan Masyarakat*, 2(1), 160–171.
- Minarsih, S., & Hanudin, E. (2017). Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3 ISBN: 978-602-60782-2-3 Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu Ke-3 ISBN: 978-602-60782-2-3. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Peternakan Terpadu*, 215–226.
- Mustawa, M., Abdullah, S., & Putra, G. M. . (2017). Analisis Efisiensi Irigasi Tetes pada Berbagai Tekstur Tanah. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* (pp. 408–421).
- Njira, K. O; Nabwami, J. (2013). *Soil Management Practices that Improve Soil Health Indicators*, Njira et al, 2013. 18(2), 2750–2760.
- Nurnasari, E., & Djumali, . (2010). Pengaruh Kondisi Ketinggian Tempat Terhadap Produksi dan Mutu Tembakau Temanggung. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 2(2), 45. <https://doi.org/10.21082/bultas.v2n2.2010.4> 5-59
- Nurrohman, E., Rahardjanto, A., & 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>
- Pariyanto, P., Sulaiman, E., & Ihdana, B. (2020). Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Perkebunan Kopi Desa Batu Kalung Kecamatan Muara Kemumu Kabupaten Kepahiang. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 2(2), 44–51. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i2.885>
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih., Junaedi, A. S., Gunawan, B., Junairiah, Firgiyanto, R., & A. (2021). Tanah dan Nutrisi Tanaman. In *Yayasan Kita Menulis*.
- Rahman, Hadianti, Y., Musthafa, B., Yugafiati, R., & Nugraha, T. (2022). Student Response on Reading Comprehension Learning Through the Zoom Cloud Meetings Application. *Proceedings of the Fifth International Conference on Language, Literature, Culture, and Education (ICOLLITE 2021)*, 595(Icollite), 578–583. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211119.090>
- Riyanto. (2007). Kepadatan, Pola Distribusi dan Peranan Semut pada Tanaman di Sekitar Lingkungan Tempat Tinggal. In *Jurnal Penelitian Sains* (pp. 241–253). <https://doi.org/https://doi.org/10.56064/jps.v10i2.445>
- Rousseau, L., Fonte, S. J., Téllez, O., Van Der Hoek, R., & Lavelle, P. (2013). Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, 27, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.11.020>
- Setianingsih, I., Ridha, M. R., Hidayat, S., & Andiarsa, D. (2017). Semut sebagai vektor mekanik bakteri di dalam gedung Balai Litbang P2B2 Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan: studi pendahuluan. *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases*, 3(2), 42–49. <https://doi.org/10.22435/jhecds.v3i2.1791>
- Simanjuntak, F. N. (2020). Kehidupan Sehat dan Sejahtera Melalui Olah Tanah Berbasis Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, 1(2), 6–11. <https://doi.org/10.55448/ems.v1i2.9>
- Situmeang, Y. P. (2020). Biochar Bambu Perbaiki Kualitas Tanah dan Hasil Jagung. In *Hukum Perumahan*.
- Susanto, S., & Rahayu, A. P. (2022). Komunitas Makrofauna Tanah pada Lahan Bekas TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas. *Sainteks*, 18(2), 169. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v18i2.12731>
- Susetyo, Y. A., Sigar, A. D., Simanjuntak, B. H., Wijaya, A., & Banjarnahor, D. (2025). Hubungan Praktik Budidaya di Berbagai Perkebunan di Sub-Daerah Aliran Sungai Tuntang Provinsi Jawa Tengah terhadap Karbon Organik Tanah Relationship of Cultivation Practices in Various Plantations in the Tuntang River Sub-Watershed , Central Java Province. *Agrium*, 28(2), 150–165.
- Syahfitri, J., & Lestari, D. (2022). Keanekaragaman

- Makrofauna Tanah di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit PT Agrical Bengkulu Utara. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 14(1), 59–66.
<https://doi.org/10.25134/quagga.v14i1.5053>
- T.Abdullah, I.D. Daud, & Kartini. (2020). Bioma : jurnal biologi makassar. *Jurnal Biologi Makasar*, 5(1), 47–59.
- Utami, K. A., & Ramli, M. (2022). Analisis Perilaku Jangkrik (*Gryllus bimaculatus*) Pada Simulasi Efek Polusi Cahaya. *Proceeding Biology Education Conference*, 19(1), 75–78.
- Wasis, B. (2012). Soil Properties in Natural Forest Destruction and Conversion to Agricultural Land, in Gunung Leuser National Park, North Sumatera Province. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 18(3), 206–212.
<https://doi.org/10.7226/jtfm.18.3.206>
- Wibowo, C., & Slamet, S. A. (2017). Soil Macrofauna Diversity on Various Types of Stands in Silicas' Post-Mining Land in Holcim Educational Forest. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1), 26–34.
- Widia Gusti, Noni Noviana, Rita Sartika, Lia Anggraini, Andika Pradipta, & Henny Johan. (2022). Studi Pencemaran Tanah sebagai Bahan Pengayaan Topik Teknologi Ramah Lingkungan untuk Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4), 1252–1258.
<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i4.783>