

## Studi Keanekaragaman Makrofauna Tanah Diurnal Di Area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

**Anggun Wulandari<sup>1\*</sup>, Nia Andriani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Pendidikan Biologi, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

\*Email: [anggun.4w@gmail.com](mailto:anggun.4w@gmail.com)

---

### ABSTRACT

*Soil is a component of the earth's crust comprising various minerals and organic materials. Soil is a good growing medium for plants and a habitat for various organisms such as animals, fungi, and microbes. Macrofauna is a group of large soil-dwelling animals that are part of soil biodiversity and play an important role in improving the physical, chemical, and biological properties of soil. This research aims to describe the types of soil macrofauna, abiotic factors that influence the existence of soil macrofauna, and the value of the soil macrofauna diversity index in the rice fields of Watugaluh Village, Jombang Regency. This research was carried out using the pitfall trap method with 5 plots and 3 repetitions during the day (diurnal). Data from soil macrofauna research found 13 species from the arthropod phylum (Insecta, Arachnida, Malacostraca) and the Mollusca phylum (gastropods) which were dominated by the Insecta class. Abiotic factors that influence the existence of soil macrofauna are temperature with an average of 20.6 °C and pH = 6.5. The diversity index ( $H'$ ) of soil macrofauna animals during the day (diurnal) is in the medium category with an average index value ( $H'$ ) >1.*

**Keywords:** Diversity; Macrofauna; Diurnal; Fields; Watugaluh

### ABSTRAK

*Tanah merupakan salah satu komponen kerak bumi yang terdiri atas berbagai mineral dan bahan organik. Tanah menjadi media tumbuh yang baik bagi tumbuhan dan habitat bagi berbagai macam organisme seperti hewan, jamur, dan mikroba. Makrofauna merupakan kelompok hewan besar penghuni tanah yang merupakan bagian dari biodiversitas tanah yang berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan jenis makrofauna tanah, faktor abiotik yang mempengaruhi keberadaan makrofauna tanah, dan nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode perangkat jebak (pitfall trap) dengan jumlah 5 plot serta 3 kali pengulangan pada waktu siang hari (diurnal). Data hasil penelitian makrofauna tanah yang ditemukan adalah 13 spesies dari filum arthropoda (insecta, arachnida, malacostraca) dan filum mollusca (gastropoda) yang didominasi oleh kelas insecta. Faktor abiotik yang mempengaruhi keberadaan makrofauna tanah adalah suhu dengan rata-rata 20,6 °C dan pH = 6,5. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) hewan makrofauna tanah pada siang hari (diurnal) tergolong kategori sedang dengan nilai indeks ( $H'$ ) rata-rata >1.*

**Kata-kata Kunci:** Keanekaragaman; Makrofauna; Diurnal; Persawahan; Watugaluh

---

### PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati (biological-diversity atau biodiversity) adalah semua makhluk hidup di bumi (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) termasuk keanekaragaman genetik yang dikandungnya dan keanekaragaman ekosistem yang dibentuknya. Keanekaragaman hayati dipandang sebagai suatu pondasi dalam kehidupan manusia karena terkait dengan ekosistem dimana manusia hidup (Samedi, 2015). Keanekaragaman hayati terdiri atas tiga tingkatan yaitu: (i) Keanekaragaman spesies, yaitu keanekaragaman semua spesies makhluk hidup di bumi, termasuk bakteri dan protista serta spesies dari kingdom bersel banyak (tumbuhan, jamur, hewan yang bersel banyak atau multiseluler). (ii)

Keanekaragaman genetik, yaitu variasi genetik dalam satu spesies, baik di antara populasi-populasi yang terpisah secara geografis, maupun di antara individu-individu dalam satu populasi. (iii) Keanekaragaman ekosistem, yaitu komunitas biologi yang berbeda serta asosiasinya dengan lingkungan fisik (ekosistem) masing-masing.

Keanekaragaman hayati (biodiversity) merupakan dasar dari munculnya beragam jasa ekosistem (ecosystem services), baik dalam bentuk barang/produk maupun dalam bentuk jasa lingkungan yang sangat diperlukan oleh perikehidupan makhluk hidup, khususnya manusia (Kusmana, 2015). Keanekaragaman hayati dipandang sebagai suatu pondasi dalam kehidupan manusia karena terkait dengan ekosistem dimana manusia hidup. Tanah merupakan salah satu komponen kerak bumi yang terdiri atas berbagai mineral dan bahan organik. Tanah menjadi media tumbuh yang baik bagi tumbuhan dan habitat bagi berbagai macam organisme seperti hewan, jamur, dan mikroba. Sebagai bagian dari ekosistem, tanah tersusun atas faktor abiotik dan biotik. Tanah, tumbuhan, hewan dan seluruh organisme yang hidup didalam tanah terjadi hubungan saling ketergantungan yang sangat erat.

Hewan tanah dapat hidup baik dipermukaan maupun didalam tanah. Makrofauna tanah adalah salah satu bagian dari fauna tanah. Makrofauna tanah memiliki ukuran tubuh >1 cm, lebih spesifiknya memiliki lebar tubuh 2 mm dan 90% spesiesnya dapat dilihat oleh kasat mata. Makrofauna tanah terdiri dari Isopoda, Insecta, Mollusca, Arthropoda, Annelida, Myriapoda dan Vertebrata kecil. Makrofauna tanah yang paling banyak ditemukan di tanah adalah kelompok dari Arthropoda, seperti Insecta, Diplopoda, Arachnida dan Chilopoda. Makrofauna yang terkenal dengan perannya sebagai Ecosystem Engineer (Husamah et al., 2017). Makrofauna tanah mempunyai peran yang sangat penting dalam suatu habitat. Salah satu peran makrofauna tanah adalah menjaga kesuburan tanah melalui bahan organik, distribusi hara, peningkatan aerasi tanah dan sebagainya. Fauna tanah merupakan salah satu komponen ekosistem tanah yang berperan penting dalam proses dekomposer dan penggemburan tanah. Makrofauna tanah sangat besar perannya dalam perombakan materi tumbuhan dan hewan yang mati, pengangkutan materi organik, dari permukaan ke dalam tanah, perbaikan struktur tanah dan proses pembentukan tanah (Husna et al., 2020)

Makrofauna merupakan kelompok yang cukup penting kehadirannya dalam menentukan kualitas tanah (Saputra & Agustina, 2019). Proses dekomposisi dalam tanah tidak akan mampu berjalan cepat bila tidak ditunjang oleh kegiatan fauna tanah termasuk makrofauna (Hasyimuddin et al., 2017). Makrofauna tanah mempunyai peran yang sangat penting dalam suatu habitat. Salah satu peran makrofauna tanah adalah menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik, distribusi hara, peningkatan aerasi tanah, dan sebagainya (Wibowo & Slamet, 2017). Kondisi lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan kelangsungan hidupnya, yaitu : iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) serta cahaya matahari (Wibowo & Slamet, 2014).

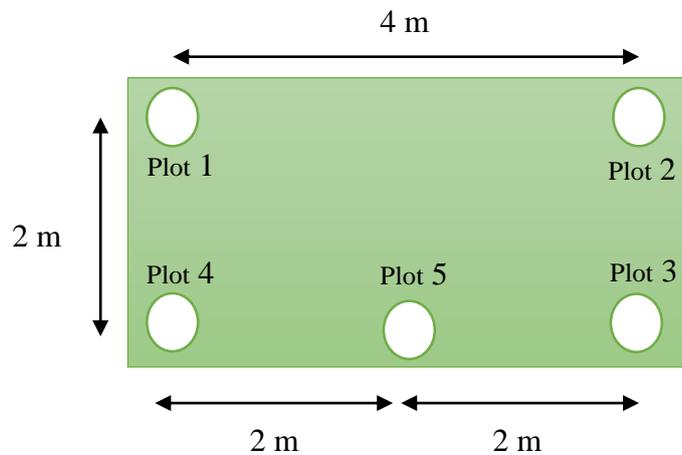
Makrofauna tanah mempunyai peran yang sangat beragam di dalam habitatnya, pada satu sisi makrofauna berperan menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik, distribusi hara, peningkatan aerasi tanah dan sebagainya, tetapi pada sisi lain juga dapat berperan sebagai hama berbagai jenis tanaman budidaya (Irawati et al., 2019). Makrofauna tanah berperan penting dalam meningkatkan kadar bahan organik tanah. Keberadaan makrofauna tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah salah satunya adalah bahan organik tanah. Melimpahnya populasi makro fauna menjadi penanda bahwa tanaman yang tumbuh di atas lahan tersebut memproduksi banyak serasah yang disumbangkan ke dalam tanah sebagai sumber bahan organik, yang selanjutnya akan didekomposisi oleh fungi, bakteri dan aktinomisetes menjadi unsur-unsur hara yang tersedia bagi tanaman (Handayani & Winara, 2020)

Keanekaragaman jenis makrofauna tanah memiliki peran penting dalam kesehatan ekosistem tanah termasuk organisme yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Berdasarkan hasil wawancara dengan ibu Mashitoh salah satu pengelola sawah yang ada di Desa Watugaluh menyatakan bahwa, tingkat kesuburan tanah yang dikelola saat ini masuk kategori subur dikarenakan masih banyak ditemukan beberapa hewan yang berfungsi untuk kesuburan tanah. Selain itu juga ada beberapa faktor yang mempengaruhi kesuburan tanah diantaranya adalah suhu dan pH tanah. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis makrofauna tanah, faktor abiotik dan indeks keanekaragaman makrofauna tanah diurnal di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang.

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perangkap jebak (*pitfall trap*) dengan cara membuat 5 plot jebakan di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang. 4 plot jebakan diletakkan pada setiap sudut persawahan yang berbentuk persegi panjang dan 1 plot diletakkan dibagian

tengah sawah (Gambar 1). Waktu yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data adalah 3 hari (3 ulangan) dengan selang waktu 12 jam yakni pukul 05.30 – 17.30 WIB (diurnal).



**Gambar 1.** Titik Plot Perangkat Jebakan

Pada setiap plot jebakan, data yang diambil adalah jenis makrofauna tanah, faktor abiotik yang diukur adalah suhu dan pH tanah dengan menggunakan termometer dan pH meter. Pada jenis masing – masing makrofauna tanah yang terjebak akan dihitung untuk menentukan indeks keragaman Shannon ( $H'$ ), total individu seluruh general ( $N$ ), jumlah individu setiap spesies ( $P_i$ ), jumlah individu yang terjebak ( $s$ ). Data yang diperoleh kemudian dimasukkan kedalam tabel.

Indeks keanekaragaman dihitung dengan menggunakan rumus indeks keragaman dari (Shannon Wiener, 1963) dalam (Fachrul, 2012) dengan rumus sebagai berikut :

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Keterangan:

$H'$  : indeks keragaman Shannon-Wiener

$P_i$  : jumlah individu suatu spesies/jumlah total seluruh spesies

$N_i$  : jumlah individu spesies ke- $i$

$N$  : jumlah total individu

Angka indeks keragaman tersebut selanjutnya dinilai sebagai berikut :  $H' < 1,0$  = Keanekaragaman rendah;  $1,0 < H' < 3,322$  = keanekaragaman sedang;  $H' > 3,322$  = keanekaragaman tinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

#### 1. Jenis Makrofauna Tanah di Area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Jenis makrofauna tanah yang ditemukan di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang pada siang hari (diurnal) terdiri dari 13 jenis diantaranya kumbang tanah (*Carabidae*) dengan rata-rata 11,518; kepik pembunuh (*Rhinicoris fuscipes*) dengan rata-rata 0,732; semut hitam (*Lasius niger*) dengan rata-rata 8,596; semut merah (*Formica yessensis*) dengan rata-rata 2,13; laba-laba (*Araneus diadematus*) dengan rata-rata 0,264; caplak (*Ixodida*) dengan rata-rata 0,332; kepiting sawah (*Parathelphusa convexa*) dengan rata-rata 1,13; semut rangrang (*Oecophylla*) dengan rata-rata 0,332; siput (*Lymnaea rubiginosa*) dengan rata-rata 0,132; kumbang kutu (*Sytoma sp.*) dengan rata-rata 0,198; bapak pucung (*Dysdercus cingulatus*) dengan rata-rata 0,198; semut api (*Solenopsis*) dengan rata-rata 0,464; dan bekicot (*Acatina fulica*) dengan rata-rata 0,066 seperti pada Tabel.1

**Tabel 1** Jumlah Rata – Rata Makrofauna Tanah Diurnal di area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

NO.	Nama	Rata – Rata Makrofauna Tanah					Jumlah Rata-Rata
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	
1.	Kumbang Tanah	17,33	12,33	10	13,3	4,6	11,518

NO.	Nama	Rata – Rata Makrofauna Tanah					Jumlah Rata-Rata
		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	
2.	Kepik Pembunuh	2,66	1	0	0	0	0,732
3.	Semut Hitam	10,66	6,33	17,33	7	1,66	8,596
4.	Semut Merah	4,33	1,66	0,33	4	0,33	2,13
5.	Laba – Laba	0,33	0	0,66	0	0,33	0,264
6.	Caplak	0,33	0	0	1,33	0	0,332
7.	Kepiting Sawah	1	1,66	1,33	1	0,66	1,13
8.	Semut Rangrang	0	0,33	1,33	0	0	0,332
9.	Siput	0	0,33	0	0,33	0	0,132
10.	Kumbang Kutu	0	0,33	0,66	0	0	0,198
11.	Bapak Pucung	0	0,33	0	0	0,66	0,198
12.	Semut Api	0	0	1,66	0	0,66	0,464
13.	Bekicot	0	0	0	0,33	0	0,066

## 2. Faktor Abiotik yang Mempengaruhi Keanekaragaman Makrofauna Tanah Diurnal di Area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Faktor lingkungan mempengaruhi keberadaan suatu hewan yang menempati suatu ekosistem tertentu dan sangat menentukan struktur komunitas hewan tanah. Pada penelitian ini faktor abiotik yang diukur berupa suhu dan pH tanah. Data pengukuran dari hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengukuran Suhu di area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Plot	Ulangan			Rata – Rata
	1	2	3	
1	20 °C	21 °C	21 °C	20,6
2	20 °C	21 °C	21 °C	20,6
3	20 °C	21 °C	21 °C	20,6
4	20 °C	21 °C	21 °C	20,6
5	20 °C	21 °C	21 °C	20,6

Hasil pengukuran faktor abiotik suhu di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa suhu rata – rata pada siang hari (diurnal) pada semua plot yaitu 20,6°C

**Tabel 3.** Data Hasil Pengukuran pH tanah di area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Plot					Rata - Rata
1	2	3	4	5	
6,5	6,7	6,4	6,2	6,7	6,5

Hasil pengukuran pH tanah di plot 1 rata-rata memiliki pH (6,5), plot 2 (6,7), plot 3 (6,4), plot 4 (6,2), plot 5 (6,7) dengan jumlah rata – rata pH semua plot adalah 6,5.

## 3. Indeks Keanekaragaman (H') Makrofauna Tanah Diurnal di Area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Hasil penelitian yang dilakukan di area Persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang indeks keanekaragaman (H') makrofauna tanah adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.** Data Hasil Indeks Keanekaragaman (H') Makrofauna Tanah Diurnal di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang

Plot	Total Individu	Jumlah Jenis Spesies	H'	Indikator
1	110	7	1,34	Sedang
2	73	9	1,42	Sedang
3	106	7	1,35	Sedang
4	82	7	1,35	Sedang
5	28	8	1,57	Sedang

Hasil indeks keanekaragaman makrofauna tanah diurnal di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang menunjukkan bahwa plot 1 terdapat 110 hewan yang ditemukan dengan jumlah jenis spesiesnya adalah 7 dengan indeks (H') 1,34 yang berarti tingkat keanekaragamannya tergolong sedang.

Plot 2 terdapat 73 hewan makrofauna tanah dan jumlah spesies 9 dengan indeks ( $H'$ ) 1,42 yang tergolong kategori sedang. Plot 3 ditemukan 106 total individu hewan makrofauna tanah dan jumlah spesiesnya 7 dengan indeks ( $H'$ ) 1,35 dalam kategori sedang. Plot 4 ditemukan sebanyak 82 individu dengan jumlah spesiesnya 7 serta indeks ( $H'$ ) 1,35 dalam kategori sedang. Plot 5 ditemukan individu sebanyak 28 dengan jumlah spesiesnya 8 dan indeks ( $H'$ ) 1,57 masuk dalam kategori sedang. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) plot 1, 2, 3, 4, dan 5 terindikasi sedang dengan plot yang memiliki indeks paling tinggi yakni dengan nilai indeks ( $H'$ ) 1,57 pada plot 5.

### **Pembahasan**

Hasil penelitian yang dilakukan pada keanekaragaman makrofauna tanah diurnal di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang menunjukkan bahwa jumlah spesies yang diperoleh cukup banyak dengan komposisi jumlah individu yang beragam. Jenis spesies makrofauna tanah yang ditemukan di siang hari (diurnal) sebanyak 13 jenis spesies diantaranya filum arthropoda yang meliputi kelas insecta (kumbang tanah, kepik pembunuh, semut hitam, semut merah, semut rangrang, kumbang kutu, bapak pucung, semut api), arachnida (laba-laba, caplak), malacostraca (kepiting sawah) dan filum mollusca yang meliputi kelas gastropoda (siput, bekicot), dimana makrofauna tanah ini didominasi oleh kelas insecta sebanyak 8 spesies, hal ini sesuai dengan Arlen (2020) yang menyatakan bahwa makrofauna tanah dari kelas Insecta memiliki persebaran yang luas dan sering kali ditemukan di bawah permukaan tanah. Serangga mempunyai ciri-ciri tubuh terbungkus kitin, dan kerangka tubuh terdapat di luar sehingga serangga dapat beradaptasi baik dengan lingkungan.

Selain filum Arthropoda, ditemukan juga filum Mollusca dari kelas gastropoda. Keberadaan mollusca dapat dipengaruhi oleh tanaman naungan dimana naungan dapat berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang masuk dan dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban tanah, intensitas cahaya (Gumay et al., 2023). Mollusca berperan dalam menjaga ekosistem tanah. Perannya adalah memakan daun. Daun akhirnya melepaskan bahan organik dari pengenceran ke permukaan tanah, membuatnya tersedia untuk organisme lain seperti cacing tanah dan mikroba tanah lainnya di sisinya. Tubuh mereka mengandung air dan mikroba yang secara otomatis membantu menyebarkan mikroba di sepanjang jalan yang mereka lalui. Mollusca dapat hidup di tempat lembab (Fitriani, 2016).

Tanah merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam mempengaruhi perkembangan organisme tanah. Tanah menyediakan bahan makanan yang dibutuhkan makrofauna tanah sekaligus tempat berinteraksi dengan individu lain dalam ekosistem. Selain tanah sebagai faktor fisik utama, beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi dan kelimpahan makrofauna tanah adalah suhu dan pH tanah. Suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Secara tidak langsung terdapat hubungan kepadatan organisme tanah dan suhu, bila dekomposisi material tanah lebih cepat maka vegetasi lebih subur dan mengundang serangga untuk datang (Wibowo & Alby, 2020).

Suhu pada lokasi pengamatan berkisar 20-21°C dengan suhu rata-rata 20,6 °C. Menurut Asrina et al. (2024), umumnya suhu yang efektif bagi perkembangan fauna tanah adalah 15°C (suhu minimum), 25°C (suhu optimum) dan 45°C (suhu maksimum) yang mana kondisi ini memungkinkan untuk pertumbuhan makrofauna tanah. Berdasarkan kisaran suhu pada lokasi penelitian masih tergolong ideal untuk kelangsungan hidup makrofauna tanah. Wibowo & Slamet (2017) menyatakan bahwa populasi makrofauna tanah dipengaruhi oleh suhu dimana suhu tanah menentukan keberadaan makrofauna tanah karena dapat membantu laju dekomposisi bahan organik tanah.

Derajat keasaman tanah yang terukur dari tiap plot berkisar antara 6,2 – 6,7. Adapun nilai pH tanah dapat berubah-ubah. Ini disebabkan karena pengaruh lingkungan yang berupa introduksi bahan-bahan tertentu ke dalam tanah sebagai akibat dari aktivitas alam yang berupa hujan, letusan gunung berapi, pasang surut dan sebagainya. Disamping itu pH tanah juga dipengaruhi oleh kegiatan aktivitas manusia dalam mengolah tanah seperti pemupukan, pemberian kapur dan insektisida. pH netral adalah 7, pH masam < 7, pH basa > 7. Keberadaan makrofauna tanah tergantung pada pH tanah (Nasirudin & Susanti, 2018). Makrofauna tanah cenderung memilih hidup ditanah dengan kandungan pH yang bersifat netral. Rata-rata pH pada plot penelitian adalah 6,5 (agak asam), hal ini sesuai dengan Suin (2012) yang menemukan bahwa fauna tanah umumnya lebih menyukai pH netral hingga sedikit asam untuk pertumbuhan dan perkembangan makrofauna tanah. Salah satu alasannya adalah serasah bahan organik tanah tersedia sepenuhnya pada pH tersebut (Handayanto dan Hairiah, 2009). Menurut Sugiyarto et al., (2007), makrofauna tanah lebih banyak ditemukan pada tanah dengan kondisi tanah lembab, sedikit masam hingga netral. pH tanah memiliki kontribusi besar dalam menentukan penyerapan unsur hara oleh tanaman dan dapat membuat tanah memiliki pori-pori yang cukup, dimana peredaran udara didalam tanah dapat berfungsi dengan baik.

Hasil indeks keanekaragaman makrofauna tanah di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang pada siang hari (diurnal) pada tiap – tiap plot menunjukkan bahwa rata – rata indeks keanekaragamannya berada ditingkat sedang dengan nilai indeks keanekaragaman  $>1$ . Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi vegetasi dan produktivitas tanaman di area persawahan, jumlah serasah organik yang tersedia dan faktor abiotik yang mendukung sehingga makrofauna tanah dapat mencari sumber makanan dan tempat perlindungan. Keberadaan makrofauna tanah dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: (1) kelembaban tanah; (2) suhu; (3) tingkat keasaman (pH) tanah; serta (4) kandungan bahan organik dalam tanah (Juliansyah, 2016; Kinasih, Cahyanto, & Ardian, 2017).

## **SIMPULAN**

Jenis makrofauna tanah yang ditemukan di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang pada siang hari (diurnal) terdiri dari 13 spesies 2 filum dan 4 kelas. Spesies yang terbanyak ditemukan adalah filum arthropoda pada kelas insecta. Hasil pengukuran suhu dan pH tanah pada saat siang hari (diurnal) mempunyai suhu rata – rata  $20,6^{\circ}\text{C}$  dan pH rata – rata 6,5. Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) hewan makrofauna tanah pada siang hari (diurnal) pada plot 1-5 termasuk dalam kategori sedang dengan nilai indeks ( $H'$ ) rata-rata  $>1$ . Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan juga analisis tanah secara kimia untuk mengetahui unsur dan pengaruh terhadap makrofauna yang berinteraksi didalam tanah.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Arlen, H. J. (2020). Makrofauna Tanah Sebagai Bioindikator Pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit. [Disertasi], Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, 11 (1), 136-146.
- Fachrul, MF. (2012). *Metode samplingbioekologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Fitriani. 2016. Keanekaragaman Arthropoda pada Ekosistem Tanaman Padi dengan Aplikasi Pestisida. *Agrovital* Volume 1, Nomor 1, November 2016 E-ISSN : 2541-7460 P-ISSN : 2541-7452.
- Gumay, L.R.A., Sosilawati, L.E., Baharudin. (2023). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Bawah Naungan Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) Di Hutan Sekunder Senaru Lombok Utara. *Journal of Soil Quality and Management (JSQM)*, 2(1), 67-73.
- Handayani, W., & Winara, A. (2020). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Gambut (Diversity Of Soil Macrofauna On Several Land Use On Peatlands). *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 3 (2), 77 – 88.
- Handayanto, E., dan K. Hairiah. 2009. *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Adiputra.
- Hasyimuddin, Syahribulan & Usman, A. A., (2017). Peran Ekologis Serangga Tanah di Perkebunan Patallasang Kecamatan Patallasang Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life*. Universitas Alauddin, Makassar, 70–78
- Husamah, Rahardjanto, A., & Hudha, A. M. (2017). *Ekologi Hewan Tanah*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Husna I., Hindun, I., Chamisijatun, L., Permana, T. I., & Husamah, H. (2020). *Keanekaragaman Makro dan Mikrofauna Tanah pada Kebun Jeruk Manis (Citrus sinensis L.) Organik dan Anorganik di Desa Punten Kecamatan Bumiaji Kota Batu*. *Prosiding Seminar Nasional V*, Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang, Publikasi online 5 Maret 2020.

- Irawati, J., Hidayah, W. N., Nisa', I., & Wulandari, A. (2019). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Diurnal pada Ketinggian 1200 Mdpl di Gunung Buthak. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin*, 2(1), 291–294. Retrieved from <https://ejournal.unwaha.ac.id/index.php/snami/article/view/703>
- Juliansyah, A. (2016). Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai tipe tegakan di areal hutan tanaman RPH pandantoyo, KPH kediri. Institut Pertanian Bogor.
- Kinasih, I., Cahyanto, T., & Ardian, Z. R. (2017). Perbedaan Keanekaragaman dan Komposisi dari Serangga Permukaan Tanah pada Beberapa Zonasi di Hutan Gunung Geulis Sumedang. *Jurnal ISTEK*, 10(2), 19–32.
- Kusmana, C., Hikmat, A. (2015). Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 5(2), 187–98.
- Nasirudin, M., Susanti, A. (2018). Hubungan Kandungan Kimia Tanah Terhadap Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Perkebunan Apel Semi Organik Dan Anorganik. *Edubiotik*, 3 (2), 5-11.
- Samedi. (2015). Konservasi Keanekaragaman Hayati di Indonesia: Rekomendasi Perbaikan Undang-Undang Konservasi. *Jurnal Hukum Lingkungan*, 2(2), 1-28.
- Saputra, A., & Agustina, P. (2019). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Universitas Sebelas Maret. *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek) Ke-4*, 4 (1), 323 – 327.
- Sugiyarto, et al. (2007). Preferensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik tanaman pada intensitas cahaya yang berbeda. *Biodiversitas*.7(4):96-100.
- Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. Cetakan IV. Jakarta: Bumi Aksara dan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati ITB.
- Wibowo, C., & 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.
- Wibowo, C. & Slamet, S.A. (2014). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan Di Areal Bekas Tambang Silika Di Holcim Educational Forest, Sukabumi, Jawa Barat. Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5 (1), 43-48. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.26-34>
- Wibowo, C., & Slamet, S. A. (2017). Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Tipe Tegakan di Areal Bekas Tambang Silika di Holcim Educational Forest, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 08(1), 26–34.