



## PERBANDINGAN STRUKTUR KOMUNITAS CACING TANAH MEGADRILLI PADA EKOSISTEM ALAMI DAN EKOSISTEM BUATAN

**Regina Jody<sup>1</sup>, Darmi<sup>2\*</sup>, Rizwar<sup>3</sup>, Jarulis<sup>4</sup>, & Risky Hadi Wibowo<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,&5</sup>Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Jalan WR. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371, Indonesia

\*Email: [darmi@unib.ac.id](mailto:darmi@unib.ac.id)

Submit: 08-10-2023; Revised: 29-10-2023; Accepted: 06-11-2023; Published: 30-12-2023

**ABSTRAK:** Cacing tanah merupakan komponen penting dalam ekosistem tanah. Kehadiran cacing tanah pada suatu habitat dapat memperbaiki kualitas tanah, baik dalam sifat fisika, kimia, maupun sifat biologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kepadatan cacing tanah yang ditemukan pada ekosistem alami maupun ekosistem buatan. Penentuan titik lokasi menggunakan metode *Cluster Sampling*, yaitu ekosistem alami dan buatan. Pengambilan sampel menggunakan metode *line transect* sepanjang 100 m sebanyak 20 plot. Metode koleksi cacing tanah menggunakan metode kuadrat dan *hand sorting*. Analisis data meliputi nilai kepadatan, frekuensi, indeks keanekaragaman, dan indeks morisita, sedangkan analisis statistik menggunakan *Independent Sample T-Test* untuk menentukan signifikansi perbedaan kelimpahan cacing tanah pada kedua lokasi. Didapatkan 5 jenis cacing tanah megadrilli yang tergolong dalam 2 kategori ekologi, yaitu epigeik dan endogeik. Pada ekosistem alami terdapat 5 jenis, yaitu *Pheretima capensis* (epigeik), *Pontoscolex corethrus* (endogeik), *Pheretima* sp.1 (epigeik), *Megascolex* sp. (endogeik), dan *Pheretima* sp.2 (epigeik), sedangkan pada ekosistem buatan terdapat 3 jenis, yaitu *Pheretima capensis* (epigeik), *Pontoscolex corethrus* (endogeik), dan *Pheretima* sp.2 (epigeik). Kepadatan cacing tanah megadrilli pada ekosistem alami (567,8 individu/m<sup>2</sup>) lebih tinggi dan signifikan perbedaannya dengan ekosistem buatan (242,5 individu/m<sup>2</sup>). Frekuensi relatif cacing tanah pada ekosistem alami terdapat 3 kategori, yaitu assesori (jarang), konstan (sering), dan absolut (sangat sering), sedangkan pada ekosistem buatan terdapat 2 kategori, yaitu konstan dan absolut. Indeks keanekaragaman cacing tanah pada ekosistem alami cenderung lebih tinggi ( $H'=1,236$ ) dari pada ekosistem buatan ( $H'=0,885$ ). Pola penyebaran cacing tanah megadrilli pada ekosistem alami berpola mengelompok, sedangkan pada ekosistem buatan berpola acak.

**Kata Kunci:** Cacing Tanah Megadrilli, Keanekaragaman, Distribusi, Ekosistem Alami, Ekosistem Buatan.

**ABSTRACT:** Earthworms are an important component of soil ecosystems. The presence of earthworms in a habitat can enhance the quality of the soil, both in its physical, chemical, and biological properties. This research has the purpose to analyze the comparison of earthworm density found in natural ecosystems and artificial ecosystems. The determination of location points is done using the *Cluster Sampling* method, which includes both natural and artificial ecosystems. Sampling is conducted using the *line transect* method along a 100-meter length in 20 plots. The earthworm collection method involves the use of square and *hand sorting* methods. Data analysis includes density values, frequency, diversity index, and the *Morisita* index, as well as statistical analysis using an *independent sample T-Test* to determine the significance of the difference in earthworm abundance between the two locations. Five species of megadrillic earthworms were identified, classified into two ecological categories: epigeic and endogeic. In the natural ecosystem, there were five species, namely *Pheretima capensis* (epigeic), *P. corethrus* (endogeic), *Pheretima* sp.1 (epigeic), *Megascolex* sp. (endogeic), and *Pheretima* sp.2 (epigeic). Meanwhile, in the artificial ecosystem, three species were found, which are *P. capensis* (epigeic), *P. corethrus* (endogeic), and *Pheretima* sp.2 (epigeic). The density of megadrillic earthworms in the natural ecosystem (567.8 individuals/m<sup>2</sup>) is significantly higher compared to the artificial ecosystem (242.5 individuals/m<sup>2</sup>). The relative frequency of earthworms in the natural ecosystem is divided into 3 categories: Rare (Assesory), Common (Constant), and Very Common (Absolute),



whereas in the artificial ecosystem, there are 2 categories: Common (Constant) and Very Common (Absolute). The diversity index of earthworms in the natural ecosystem tends to be higher ( $H' = 1.236$ ) than in the artificial ecosystem ( $H' = 0.885$ ). The distribution pattern of megadrillid earthworms in the natural ecosystem is clustered, while in the artificial ecosystem, it is random.

**Keywords:** Megadrillid Earthworms, Diversity, Distribution, Natural Ecosystem, Artificial Ecosystem.

**How to Cite:** Jody, R., Darmi., Rizwar., Jarulis., & Wibowo, R. H. (2023). Perbandingan Struktur Komunitas Cacing Tanah Megadrilli pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1353-1368. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.9262>



*Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Cacing tanah disebut juga sebagai *ecosystem engineers* (pembangun ekosistem) pada ekosistem tanah. Cacing tanah ikut berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui fragmentasi serasah, membuat liang tanah, dan aktivitas produksi kotorannya, sehingga mampu meningkatkan siklus nutrisi stabilitas agregat tanah, infiltrasi air, dan pertumbuhan tanaman (Coleman *et al.*, 2014). Berdasarkan ukuran tubuhnya, cacing tanah termasuk dalam kelompok makrofauna tanah, karena ukuran tubuhnya  $>2$  mm. Pengelompokan cacing tanah berdasarkan ukuran tubuh, aktivitas, dan fungsinya di tanah, terdiri dari dua kategori, yaitu megadrilli dan mikrodrilli. Megadrilli ditandai dengan ukuran tubuh lebih besar (rata-rata panjang tubuh  $>50$  mm), ikut berperan dalam proses dekomposisi, aerasi, dan drainasi tanah, sedangkan mikrodrilli ditandai dengan ukuran tubuh lebih kecil (panjang 5-15 mm), hidup dilapisan serasah, dan lebih unggul perannya dalam proses dekomposisi. Cacing tanah mikrodrilli termasuk dalam famili *Enchytraidae* (Nurhidayati, 2018).

Berdasarkan fungsi ekologi, cacing tanah dibagi menjadi tiga grup, yaitu epigeik, endogeik, dan anesik. Karakteristik ketiga kelompok cacing tanah tersebut terdapat perbedaan. Cacing epigeik berukuran tubuh rata-rata lebih kecil dan warna cenderung gelap, cacing tanah epigeik banyak ditemukan pada material substrat organik, dikarenakan hidup di lapisan serasah dan mengkonsumsi serasah. Kelompok endogeik memiliki ukuran tubuh bervariasi dengan warna yang pucat, serta hidup dilapisan tanah atas sampai dengan tanah kedalaman 20-30 cm, kelompok ini memakan tanah dan material organik, serta menggali lubang atau membuat liang di dalam tanah. Sedangkan kelompok anesik memiliki ukuran tubuh lebih besar, cacing tanah ini hidup pada lapisan tanah yang lebih dalam dengan mengkonsumsi material organik dan partikel tanah (Winarsih, 2019).

Cacing tanah dapat hidup di berbagai ekosistem terestrial, baik ekosistem alami seperti hutan hujan tropis, maupun ekosistem buatan, seperti lahan pertanian dan perkebunan (Darmi *et al.*, 2021). Kehadiran cacing tanah pada suatu habitat sering tidak merata, tergantung pada faktor lingkungannya, seperti vegetasi, tekstur tanah, dan ketersediaan makanannya (Maulida, 2015). Cacing tanah berperan dalam memperbaiki kualitas tanah, melalui sifat fisika (porositas



dan kelembaban tanah), dan sifat kimia tanah (pH tanah dan kandungan hara), serta sifat biologi tanah, yaitu meningkatkan populasi mikroorganisme yang bermanfaat untuk perbaikan kualitas tanah, sehingga cacing tanah sering disebut sebagai indikator biologis kesuburan tanah.

Beberapa penelitian terdahulu tentang studi populasi cacing tanah antara lain, penelitian Mayasari *et al.* (2019), menunjukkan bahwa kesuburan tanah yang lebih tinggi pada pertanian organik dan sejalan dengan pertumbuhan populasi dan biomassa cacing tanahnya. Hasil penelitian Darmi *et al.* (2013), tentang cacing tanah megadrilli di lahan perkebunan sawit menunjukkan bahwa terdapat dua jenis cacing tanah, yaitu *Pontoscolex corethrurus* dan *Pheretima* sp. kelimpahan populasi cacing tanah berkorelasi negatif dengan strata umur kelapa sawit yang ditanam di tanah mineral. Berbeda halnya dengan penelitian Darmi *et al.* (2014) di lahan gambut, hanya terdapat satu jenis cacing tanah, yaitu *Pontoscolex corethrurus* pada perkebunan kelapa sawit yang strata umurnya berbeda. Penelitian Jayanthi *et al.* (2014), tentang komposisi komunitas cacing tanah pada lahan pertanian organik dan anorganik di Desa Raya, Kecamatan Berastagi, Kabupaten Karo. Hasilnya menunjukkan bahwa kepadatan cacing tanah lebih tinggi pada lahan pertanian organik, karena didukung oleh kualitas tanah yang baik, dari pada pertanian anorganik. Hasil penelitian Darmawan *et al.* (2017) tentang cacing tanah dan kandungan mineral tanah, menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan mengurangi keanekaragaman cacing tanah di kawasan Gunung Gede, Indonesia. Dengan demikian, terjadinya alih fungsi lahan pada kawasan hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan berdampak pada penurunan biodiversitas tanah, termasuk cacing tanah.

Hutan Lindung Bukit Daun, Taba Penanjung, Kabupaten Bengkulu Tengah memiliki luas 22.372 Ha. Berdasarkan peta penutupan lahan, secara umum wilayah kelola KPHL Bukit Daun memiliki tutupan hutan sekunder seluas 47,39%, pertanian lahan kering campuran 42,96%, dan sisanya berupa semak belukar, pemukiman, dan tanah terbuka (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Penyusutan luas dari hutan sangat berdampak pada biodiversitas tanah, alih fungsi lahan di Hutan Lindung Bukit Daun juga mempengaruhi sifat fisika dan kimia tanah, seperti penurunan kadar air tanah, kadar organik tanah, dan meningkatnya suhu tanah karena berkurangnya vegetasi. Konversi Hutan Lindung Bukit Daun menjadi lahan pertanian secara umum berdampak pada penurunan biodiversitas tanah, termasuk komunitas dan aktivitas cacing tanah. Sejauh ini informasi ilmiah tentang komunitas dan aktivitas cacing tanah masih terbatas. Sehubungan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang komunitas cacing tanah pada ekosistem alami dan ekosistem buatan di Hutan Lindung Bukit Daun, Taba Penanjung, Bengkulu Tengah.

## **METODE**

Penelitian ini termasuk kategori penelitian survei dengan pendekatan analisis data ekologi kuantitatif. Pengambilan sampel populasi cacing tanah pada dua tipe ekosistem yang berbeda, yaitu ekosistem alami (hutan sekunder) dan ekosistem buatan (perkebunan kopi). Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2022 sampai Februari 2023 yang bertempat di Hutan Lindung Bukit





digunakan botol koleksi dengan larutan pengawet alkohol 80% (Saraswati *et al.*, 2007), dan sampel siap untuk diidentifikasi menggunakan buku acuan (Stephenson, 1923). Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah Kepadatan (K), Kepadatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR), Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Kemerataan (E), Indeks Dominansi (D), dan Indeks Morisita (Id) dengan menggunakan rumus berikut ini.

### **Kepadatan Populasi (K)**

$$\text{Kepadatan} = \frac{\text{Jumlah individu suatu populasi}}{\text{Jumlah total plot}}$$

(Sumber: Suin, 2012).

### **Kepadatan Relatif (KR)**

$$\text{Kepadatan Relatif} = \frac{\text{Jumlah individu suatu populasi}}{\text{Jumlah total individu seluruh populasi}} \times 100\%$$

(Sumber: Husamah *et al.*, 2017).

### **Frekuensi Relatif (FR)**

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Jumlah plot yang didapat suatu populasi}}{\text{Jumlah total Plot}} \times 100\%$$

(Sumber: Suin, 2012).

### **Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener**

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

(Sumber: Odum, 1993).

### **Indeks Kemerataan**

$$E = \frac{H'}{H'_{\text{maks}}}$$

(Sumber: Soegiarto, 1994).

### **Indeks Dominansi**

$$D = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2$$

(Sumber: Soegiarto, 1994).

### **Indeks Morisita**

$$Id = n \left( \frac{\sum x^2 - N}{N(N-1)} \right)$$

#### **Keterangan:**

Id < 1 : Pola merata;

Id 1 : Pola acak; dan

Id > 1 : Pola kelompok.

(Sumber: Soegiarto, 1994).



Untuk mengetahui distribusinya acak atau tidak, maka dilanjutkan dengan uji *Chi Square* dengan rumus berikut ini.

$$\text{Chi Square } (X^2) = \frac{n \sum x^2}{N} - N$$

Nilai  $X^2$  hitung dibandingkan dengan nilai  $X^2$  tabel pada level signifikansi 95% ( $\alpha = 0,05$ ) dan nilai  $df = n-1$ . Bila nilai  $X^2$  hitung lebih kecil dari  $X^2$  tabel, maka hasilnya tidak berbeda signifikan, yang berarti distribusinya berpola acak. Untuk membandingkan kepadatan cacing tanah di dua lokasi penelitian, dianalisis secara statistik menggunakan *Independent Sample T-Test*, dan sebelumnya dilakukan uji normalitas pada data kepadatan. Analisis ini menggunakan aplikasi SPSS V26.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter pada penelitian ini terdiri dari jenis dan tipe ekologi cacing tanah, kepadatan, kepadatan relatif, frekuensi relatif, keanekaragaman, dan pola distribusi cacing tanah.

### Jenis dan Tipe Ekologi Cacing Tanah

Pada Tabel 1, dapat dilihat jenis dan tipe ekologi cacing tanah pada kedua tipe ekosistem. Secara keseluruhan jenis cacing tanah yang didapatkan ada 5 spesies, yaitu *Pheretima capensis*, *Pontoscolex corethrurus*, *Pheretima* sp.1, *Megascolex* sp., *Pheretima* sp.2, dan kelima spesies tersebut di dapatkan pada ekosistem alami. Pada ekosistem buatan didapatkan 3 spesies, yaitu *Pheretima capensis*, *Pontoscolex corethrurus*, dan *Pheretima* sp.2.

**Tabel 1. Jenis, Tipe Ekologi, dan Kehadiran Cacing Tanah pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

No.	Spesies	Tipe Ekologi	Ekosistem Alami	Ekosistem Buatan
1	<i>Pheretima capensis</i>	Epigeik	✓	✓
2	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	Endogeik	✓	✓
3	<i>Pheretima</i> sp.1	Epigeik	✓	-
4	<i>Megascolex</i> sp.	Endogeik	✓	-
5	<i>Pheretima</i> sp.2	Epigeik	✓	✓
Jumlah Spesies			5	3

#### Keterangan:

(✓) : Ada; dan

(-) : Tidak ada.

Pada penelitian ini, genus *Pheretima* lebih banyak ragam jenisnya dari pada genus lainnya. Menurut Ratnawati *et al.* (2019), genus *Pheretima* yang tergolong dalam famili *Megascolecidae* merupakan genus cacing tanah yang mayoritas ditemukan di Indonesia. Nilawati *et al.* (2014), juga menemukan genus *Pheretima* di ekosistem alami Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat. Penelitian Firmansyah *et al.* (2017), juga mendapatkan genus *Pheretima* pada ekosistem alami Kawasan Hutan Desa Mega Timur Kecamatan Sungai Ambawang.



Jumlah jenis cacing tanah yang didapatkan pada penelitian ini lebih banyak dibanding dengan penelitian terdahulu, baik pada ekosistem alami maupun ekosistem buatan. Pada penelitian Darmi *et al.* (2013), yang juga pada lahan monokultur (perkebunan sawit) dengan pH tanah rata-rata 4,0 mendapatkan 2 jenis cacing tanah, yaitu *Pontoscolex corethrurus* dan *Pheretima* sp. Pada penelitian Firmansyah *et al.* (2017), juga mendapatkan 2 jenis cacing tanah, yaitu yaitu *Pontoscolex corethrurus* dan *Pheretima* sp. Pada ekosistem alami Kawasan Hutan, Desa Mega Timur, Kecamatan Sungai Ambawang dengan kondisi pH tanah 3,18. Adanya perbedaan jumlah jenis tersebut, erat kaitannya dengan perbedaan kondisi habitat, terutama dalam hal pH tanah dan vegetasi. Kemungkinan ragam vegetasi, baik vegetasi pohon ataupun vegetasi dasar yang tinggi pada ekosistem alami (hutan sekunder) dan ekosistem buatan (perkebunan kopi), serta pH yang mendekati netral, sehingga lebih banyak jenis cacing tanah yang ditemukan pada penelitian ini.

Pada ekosistem alami di dapatkan 5 jenis cacing tanah, sedangkan pada ekosistem buatan hanya didapatkan 3 jenis. Lebih beragamnya jenis cacing yang didapat pada ekosistem alami, erat kaitannya dengan kondisi ekosistem alami yang merupakan kawasan hutan sekunder, dan banyak terdapat berbagai macam vegetasi dan ketersediaannya juga lebih banyak dengan rata-rata kadar organik total yaitu 83,5%, sedangkan di ekosistem buatan, kadar organik 58,7% (Tabel 3), kondisi ini merupakan faktor pendukung tingginya keragaman jenis cacing pada lokasi ekosistem alami. Selain itu, ekosistem alami juga memiliki kanopi-kanopi yang cukup rapat, sehingga rata-rata suhu tanah lebih rendah dari pada ekosistem buatan, dan kelembaban tanah cenderung lebih tinggi dari pada ekosistem buatan (Tabel 3). Penelitian Dwiastuti *et al.* (2018), menunjukkan bahwa kehadiran cacing tanah lebih tinggi pada lingkungan yang teduh dan lembab, karena cacing tanah lebih menyukai hidup pada tanah yang memiliki kadar air yang cukup tinggi dan hasil penelitian juga menunjukkan, bahwa jenis cacing tanah di hutan sekunder lebih banyak.

Rendahnya keragaman jenis cacing megadrilli pada ekosistem buatan berkaitan dengan kondisinya yang merupakan kawasan perkebunan dengan jenis vegetasi yang terbatas dan cenderung monokultur, sehingga ketersediaan bahan organik juga kurang beragam dan berdampak pada kehadiran jenis cacing pada lokasi tersebut. Cacing tanah sebagai organisme *heterotroph* sangat bergantung dengan keragaman dan ketersediaan bahan organik sebagai sumber makanannya. Kondisi abiotik tanah pada ekosistem buatan, seperti kadar organik dan kelembaban yang lebih rendah, dan suhu lebih tinggi dibanding dengan ekosistem alami juga turut menentukan kehadiran cacing tanah pada ekosistem buatan (Tabel 3). Sehubungan dengan hal itu, Falco *et al.* (2015), juga menyatakan bahwa intensitas penggunaan lahan juga mempengaruhi kehadiran cacing tanah di lahan perkebunan. Hal ini dapat dilihat pada hasil penelitian ini, bahwa keberadaan cacing tanah yang ditemukan pada ekosistem buatan cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan ekosistem alami.

Pada kedua lokasi penelitian didapatkan 2 kelompok cacing tanah berdasarkan tipe ekologi, yaitu kelompok epigeik (*Peripatopsis capensis*, *Pheretima* sp.1, dan *Pheretima* sp.2) dan kelompok endogeik (*Pontoscolex*



*corethrurus*, dan *Megascolex* sp.). Cacing epigeik merupakan kelompok yang berada pada lapisan permukaan tanah dan berperan dalam memakan sampah organik yang masih kasar, serta sejumlah sampah yang belum terurai pada permukaan tanah (Winarsih, 2019), sedangkan cacing endogeik merupakan kelompok cacing berada pada lapisan tanah yang lebih dalam (30 cm) dan banyak material organik dan dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah (Zulkarnain, 2019). Penelitian Dewi & Senge (2015), menyatakan cacing tanah endogeik memiliki kemampuan beradaptasi tinggi, sehingga dapat ditemukan di berbagai tipe ekosistem maupun pada ekosistem yang tidak menguntungkan. Dengan demikian, kedua lokasi memiliki cacing tanah dengan tipe ekologi yang sama, akan tetapi ragam jenis cacing tanah dari tiga kelompok ekologi tersebut lebih beragam di lokasi hutan alami dari pada ekosistem buatan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah lebih baik pada ekosistem hutan sekunder, karena didukung oleh komunitas cacing tanah yang beragam, baik dari aspek ekologi maupun ragam jenis atau spesies cacing tanahnya.

### **Kepadatan dan Kepadatan Relatif Cacing Tanah**

Kepadatan dan kepadatan relatif cacing tanah pada kedua lokasi penelitian menunjukkan hasil yang berbeda, seperti terlihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Kepadatan (Individu/m<sup>2</sup>), dan Kepadatan Relatif (%) Cacing Tanah pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

No.	Spesies	Ekosistem Alami		Ekosistem Buatan	
		K	KR	K	KR
1	<i>Pheretima capensis</i>	242.0	42.620	126.0	51.945
2	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	207.0	36.461	100.5	41.419
3	<i>Pheretima</i> sp.1	52.7	9.286	0	0
4	<i>Megascolex</i> sp.	5.6	0.978	0	0
5	<i>Pheretima</i> sp.2	60.5	10.655	16.1	6.636
Total		567.8 <sup>a</sup>	100	242.5 <sup>b</sup>	100

#### **Keterangan:**

K : Kepadatan; dan

KR : Kepadatan Relatif.

Notasi a dan b pada total kepadatan menunjukkan perbedaan signifikan analisis *Independent Sample T-Test*.

Pada lokasi ekosistem alami memiliki kepadatan yang lebih tinggi (567,8 ind/m<sup>2</sup>) dibandingkan dengan lokasi ekosistem buatan (242,5 ind/m<sup>2</sup>), dan hasil ini juga didukung dengan analisis *Independent Sample T-Test* yang menunjukkan bahwa kepadatan cacing tanah kedua lokasi memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai  $p < 0,05$  (sig 0,00). Tingginya kepadatan pada ekosistem alami berkaitan dengan kondisi abiotik lebih mendukung kehidupan cacing tanah, seperti kondisi suhu tanah lebih menguntungkan di lokasi ekosistem alami (Tabel 3). Sehubungan dengan hal tersebut, Huda (2016), juga menyatakan bahwa suhu tanah optimum untuk pertumbuhan dan reproduksi cacing tanah, yaitu 16<sup>0</sup>C untuk pertumbuhan cacing tanah suhu tanah yang ideal, yaitu 15-25<sup>0</sup>C. Fitri *et al.* (2015), juga menyatakan bahwa cacing tanah lebih menyukai kondisi tanah yang lembab atau kadar air tanahnya cenderung tinggi, karena faktor kelembaban tanah dapat mempengaruhi aktivitas pergerakan cacing tanah dan mencegah kondisi dehidrasi tubuh cacing. Begitu juga halnya dengan ketersediaan bahan organik





tanah, seperti dinyatakan oleh Jayanthi *et al.* (2014), kelimpahan populasi cacing tanah sangat rendah di pengaruhi dengan ketersediaan bahan organik tanah yang rendah. Dari uraian di atas, dapat dinyatakan bahwa ekosistem alami memiliki kondisi optimum tersebut bagi kehidupan cacing tanah, seperti terlihat pada Tabel 3.

Cacing tanah *Pheretima capensis* dan *Pontoscolex corethrurus* merupakan spesies cacing tanah yang memiliki kepadatan tergolong tinggi pada kedua lokasi. Kepadatan *Pheretima capensis* yang tinggi pada kedua lokasi, karena cacing tanah tersebut merupakan cacing epigeik yang lebih suka hidup pada tumpukan material organik atau serasah, dan sangat baik dalam proses penguraian material organik, hal ini erat kaitannya dengan ketersediaan material organik pada ekosistem alami dan buatan yang cukup untuk mendukung kehidupan cacing *Pheretima capensis*. Hasil ini juga didukung oleh hasil penelitian Mastuki (2015), bahwa *Pheretima capensis* kepadatannya yang lebih dominan pada empat lokasi (lahan rumput, semak, pertanian, dan sumuk) di area kampus Universitas Jember. Cacing tanah *Pontoscolex corethrurus* juga memiliki kepadatan yang tinggi, karena spesies cacing tanah ini dapat beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan (kosmopolit). Wawan & Harahap (2021), menyatakan cacing dari genus *Pontoscolex* merupakan kelas cacing endogeik dengan toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan yang berbeda, sehingga cacing tanah jenis *Pontoscolex corethrurus* juga memiliki kepadatan yang tinggi pada kedua lokasi, baik pada ekosistem alami ataupun ekosistem buatan.

Pada penelitian ini juga, diukur beberapa faktor abiotik sebagai data pendukung. Pada Tabel 3 dapat dilihat nilai rata-rata suhu tanah, pH, kadar air tanah, dan kadar organik tanah menunjukkan perbedaan antara ekosistem alami dan ekosistem buatan.

**Tabel 3. Faktor Abiotik pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

No.	Faktor Abiotik	Ekosistem Alami ( $\bar{X} \pm SD$ )	Ekosistem Buatan ( $\bar{X} \pm SD$ )
1	Suhu Tanah ( $^{\circ}C$ )	$25.5 \pm 0.43$	$27 \pm 0.91$
2	pH Tanah	$6.7 \pm 0.10$	$6.5 \pm 0.10$
3	Kadar Air Tanah (%)	$39.0 \pm 0.85$	$36.8 \pm 0.75$
4	Kadar Organik Tanah (%)	$83.5 \pm 11.52$	$58.7 \pm 12.00$

Pada ekosistem buatan tidak ditemukannya spesies *Pheretima* sp.1 dan *Megascolex* sp. Tidak terdapatnya kedua jenis tersebut pada ekosistem buatan berkaitan dengan kondisi abiotik tanah, terutama ketersediaan material organik. Pada Tabel 3, tampak bahwa kadar organik pada ekosistem buatan lebih rendah, yaitu 58,7% dari ekosistem alami. Menurut Frazão *et al.* (2019), kepadatan *Pheretima* sp. yang tinggi pada ekosistem alami diduga terkait dengan tingginya jumlah kadar organik yang tersedia pada suatu habitat dan tingkat konsumsi serasah oleh cacing *Pheretima* juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti suhu dan kelembaban. Tidak ditemukannya spesies *Pheretima* sp.1 dan *Megascolex* sp. kemungkinan ada kaitan dengan keberadaan vegetasi. Menurut Chandini *et al.* (2021), cacing tanah *Megascolex* sp. dapat ditemukan pada berbagai habitat, kecuali pada perkebunan mangga dengan budidaya anorganik,



hal ini kemungkinan juga yang menyebabkan tidak ditemukannya kedua spesies tersebut, karena pada ekosistem buatan tidak memiliki vegetasi yang beragam (monokultur), dan kondisi suhunya kurang cocok untuk kehidupan dan aktivitas cacing tanah tersebut.

### Frekuensi Relatif Cacing Tanah

Frekuensi relatif merupakan indikator tingkat kehadiran suatu organisme pada suatu habitat. Pada kedua lokasi terdapat 3 kategori frekuensi relatif, yaitu assesori (jarang), konstan (sering), dan absolut (sangat sering), seperti terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Frekuensi Relatif (FR) Cacing Tanah pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

No.	Spesies	Ekosistem Alami		Ekosistem Buatan	
		FR (%)	Ket	FR (%)	Ket
1	<i>Pheretima capensis</i>	100	Absolut	100	Absolut
2	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	100	Absolut	100	Absolut
3	<i>Pheretima</i> sp.1	80	Absolut	-	-
4	<i>Megascolex</i> sp.	25	Assesori	-	-
5	<i>Pheretima</i> sp.2	75	Konstan	55	Konstan
Total		380		255	

**Keterangan:**

FR 25% - 50% = Assesori;

FR 50% - 75% = Konstan; dan

FR >75% = Absolut.

Pada ekosistem alami (hutan sekunder) terdapat 3 jenis cacing tanah termasuk kategori absolut (*Pheretima capensis*, *Pontoscolex corethrurus*, *Pheretima* sp.1), 1 jenis kategori assesori (*Megascolex* sp.), dan 1 jenis kategori konstan (*Pheretima* sp.2). Pada ekosistem buatan (perkebunan kopi) didapatkan 2 jenis cacing tanah termasuk kategori absolut (*Pheretima capensis* dan *Pontoscolex corethrurus*), dan 1 jenis kategori konstan (*Pheretima* sp.2). Perbedaan frekuensi relatif atau tingkat kehadiran tersebut dikarenakan kepadatan cacing tanah yang juga bervariasi pada kedua lokasi. Nilai kepadatan berkaitan dengan frekuensi relatif, dimana cacing yang memiliki kepadatan yang tinggi sering juga memiliki frekuensi relatif tinggi atau tingkat kehadiran yang juga tinggi.

Perbedaan kehadiran cacing tanah pada kedua lokasi disebabkan oleh kondisi abiotik dan sistem penanaman dari suatu lahan. Hasil penelitian dari Syahputra *et al.* (2017), melaporkan bahwa penanaman sistem monokultur sangat kurang menguntungkan, baik bagi tanaman maupun biota tanah yang menyebabkan kurang seimbangnya unsur hara pada suatu lahan, sehingga kehadiran dari biota tanah juga ikut menurun. Hmar & Ramanujam (2014), melaporkan bahwa perkembangbiakan cacing tanah dan kehadirannya juga dipengaruhi oleh kadar air tanah yang cenderung tinggi, bersama dengan faktor lain, seperti suhu dan ketersediaan serasah. *Pheretima capensis* dan *Pontoscolex corethrurus* tergolong absolut, karena kondisi dari ekosistem alami dan ekosistem buatan sangat cocok untuk kehidupannya. Quadratullah *et al.* (2013), juga menyatakan bahwa jenis *Pontoscolex corethrurus* paling umum dijumpai dan memiliki daya adaptasi dan toleransi yang luas terhadap berbagai kondisi lingkungan. Sedangkan *Pheretima* sp.1 juga tergolong absolut, karena



berdasarkan penelitian yang dilakukan Firmansyah *et al.* (2017), cacing *Pheretima* sp. banyak ditemukan di kawasan hutan yang terdapat berbagai macam vegetasi dan tumpukan serasah dengan ketebalan 2-5 cm. Muksin & Anasaga (2021), distribusi bahan organik sangat berpengaruh terhadap keberadaan cacing tanah, karena merupakan sumber makanan yang baik bagi cacing tanah, karena kandungan karbohidrat yang relatif tinggi. Hasil pengukuran faktor abiotik menunjukkan bahwa pada ekosistem alami (hutan sekunder) nilai kadar organik 83,5%, kemungkinan dengan kondisi tersebut cukup mendukung kehidupan cacing *Pheretima* sp.1, sehingga kehadirannya termasuk kategori absolut (sangat sering).

*Megascolex* sp. pada ekosistem alami jarang ditemukan (assesori) dan pada ekosistem buatan tidak ditemukannya cacing tanah *Megascolex* sp. Penelitian Jayanthi *et al.* (2014), menyatakan bawah cacing *Megascolex* sp. sangat sensitif terhadap kualitas tanah, sehingga tidak ditemukan pada lahan pertanian anorganik, karena sistem pengelolaannya menggunakan pupuk kimia. Dari kedua lokasi penelitian, hasil analisis faktor abiotik yang didapatkan, lokasi ekosistem alami masih memiliki kualitas yang baik, sehingga cacing tanah *Megascolex* sp. dapat hidup dan beraktivitas pada ekosistem tersebut dibandingkan dengan ekosistem buatan.

Cacing tanah *Pheretima* sp.2 memiliki kehadiran yang konstan (sering), baik pada ekosistem alami maupun ekosistem buatan. Cacing tanah *Pheretima* sp. merupakan cacing tanah yang tergolong tipe epigeik dan cenderung banyak ditemukan diberbagai ekosistem terrestrial (Goto & Sudo, 2018). Dari hasil penelitian ini juga menunjukkan, bahwa kehadiran *Pheretima* sp. dengan kategori konstan pada kedua lokasi (ekosistem alami dan ekosistem buatan).

### **Keanekaragaman dan Pola Distribusi Cacing Tanah**

Hasil analisis indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, dan indeks dominansi cacing tanah pada ekosistem alami dan ekosistem buatan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Indeks Keanekaragaman Cacing Tanah pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

Lokasi	H'	E	D
Ekosistem Alami	1.236	0.768	0.666
Ekosistem Buatan	0.885	0.806	0.555

#### **Keterangan:**

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener;

E = Indeks Kemerataan; dan

D = Indeks Dominansi.

Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener cacing tanah pada ekosistem alami H'=1,236 dan ekosistem buatan H'=0,885. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman cacing tanah pada ekosistem alami cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem buatan. Hal ini dapat diartikan bahwa kondisi ekosistem alami tergolong lebih stabil dibandingkan dengan ekosistem buatan.

Tingginya nilai indek keanekaragaman pada ekosistem alami juga didukung dengan nilai kemerataan yang juga tinggi, dan nilai dominansi yang cenderung lebih rendah. Kemerataan cacing tanah pada kedua lokasi tergolong



tinggi ( $E > 0,6$ ) dan nilai dominansi  $< 1$  yang berarti terdapat dominansi yang rendah. Menurut Husamah *et al.* (2017), tinggi rendahnya pemerataan jenis suatu komunitas tidak hanya dipengaruhi oleh faktor pembatas, tetapi juga ditentukan dari jumlah jenis, kepadatan, dan proporsi masing-masing jenis dalam suatu komunitas. Pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa semakin tinggi indeks keanekaragaman ( $H'$ ), maka indeks pemerataan ( $E'$ ) makin rendah atau makin mendekati 0, dan berbanding terbalik terhadap indeks dominansi ( $D$ ).

Keanekaragaman yang tinggi pada ekosistem alami kemungkinan disebabkan karena kondisi dari ekosistem alami yang berupa hutan sekunder memiliki heterogenitas yang tinggi, sehingga abiotik pada ekosistem alami masih tergolong baik dan cocok untuk kehidupan cacing tanah. Sedangkan ekosistem buatan yang merupakan perubahan alih fungsi hutan menjadi perkebunan kopi dengan sistem penanaman monokultur, menyebabkan perubahan dari berbagai kondisi abiotik yang ada pada lokasi tersebut dan berdampak pada keanekaragaman biota tanah, khususnya cacing tanah. Penelitian Thounaojam & Thingbaijam (2020), menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies yang tinggi disebabkan oleh tutupan tajuk yang lebih banyak, dan jenis serasah yang bervariasi, sehingga mendukung keberadaan komunitas cacing pada suatu habitat. Berdasarkan hasil nilai indeks morisita, didapatkan pola penyebaran cacing tanah pada ekosistem alami dan ekosistem buatan, seperti terlihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Pola Distribusi Cacing Tanah pada Ekosistem Alami dan Ekosistem Buatan.**

No.	Spesies	Indeks Morisita (Id)		Indeks Morisita (Id)	
		I	Pola Penyebaran	II	Pola Penyebaran
1	<i>Pheretima capensis</i>	1.19	Mengelompok	1.04	Acak
2	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	1.14	Mengelompok	1.01	Acak
3	<i>Pheretima</i> sp.1	1.31	Mengelompok		
4	<i>Megascolex</i> sp.	3.55	Mengelompok		
5	<i>Pheretima</i> sp.2	1.74	Mengelompok	1.48	Mengelompok

**Keterangan:**

- Lokasi I : Ekosistem Alami;
- Lokasi II : Ekosistem Buatan;
- Id =1 : Pola Acak; dan
- Id > 1 : Pola Mengelompok.

Pola penyebaran cacing tanah pada penelitian ini menggunakan analisis indeks morisita dan penetapan pola penyebaran juga sudah dilengkapi dengan analisis *Chi Square*. Pada ketentuan hasil uji *Chi Square*, yaitu bila nilai  $X^2$  hitung lebih kecil dari  $X^2$  tabel, maka diartikan pola penyebarannya acak atau tidak berbeda nyata dengan pola acak. Pada Table 6, dapat dilihat bahwa pola penyebaran semua jenis cacing tanah pada ekosistem alami berpola mengelompok, sedangkan pada ekosistem buatan, sebagian besar berpola acak dan sebagian kecil mengelompok.

Pola penyebaran mengelompok pada cacing tanah *Pheretima capensis*, *Pontoscolex corethrurus*, *Pheretima* sp.1, *Megascolex* sp., dan *Pheretima* sp.2. di ekosistem alami berkaitan dengan kondisi abiotik tanah, termasuk juga ketersediaan sebaran bahan organik tanah. Hal ini didukung dengan kondisi lingkungan pada ekosistem alami ditempat yang memiliki kadar organik dan



kadar air tanah yang tinggi. Menurut Basna *et al.* (2017), secara umum pola mengelompok banyak terjadi di alam dan berkaitan dengan kondisi habitat yang disukai, baik secara fisik ataupun kimia tanah. Lowe *et al.* (2013), juga mengemukakan bahwa penyebaran cacing tanah berhubungan dengan faktor lingkungan, termasuk faktor makanan.

Pola penyebaran cacing tanah pada ekosistem buatan cenderung mengalami perubahan atau berbeda dengan ekosistem alami, yaitu dari pola mengelompok cenderung berubah menjadi acak. Pada lokasi ekosistem buatan terdapat 2 jenis cacing tanah yang berpola penyebaran acak, yaitu pada jenis *Pheretima capensis* dan *Pontoscolex corethrurus*. Umumnya penyebaran pola acak jarang ditemukan di alam, tetapi biasanya terjadi pada lingkungan dengan kondisi keseragaman tinggi, seperti pada ekosistem buatan yang merupakan suatu kawasan monokultur, sehingga memiliki kemungkinan untuk memiliki pola penyebaran acak. Cacing tanah jenis *Pheretima capensis* dan *Pontoscolex corethrurus* juga merupakan jenis cacing tanah yang dapat hidup pada berbagai kondisi lingkungan, walaupun lingkungan tersebut sudah memiliki struktur tanah yang berubah, seperti alih fungsi hutan menjadi perkebunan dan memiliki kepadatan yang cenderung tinggi pada lokasi perkebunan kopi, dimana kondisi lingkungannya masih cocok, seperti kadar air, kadar organik, dan pH tanah.

## SIMPULAN

Hasil penelitian tentang perbandingan struktur komunitas cacing tanah megadrilli pada ekosistem alami dan ekosistem buatan didapatkan 5 jenis cacing tanah megadrilli yang tergolong dalam 2 kategori ekologi, yaitu epigeik dan endogenik. Pada ekosistem alami terdapat 5 jenis, yaitu *Pheretima capensis* (epigeik), *Pontoscolex corethrurus* (endogeik), *Pheretima* sp.1 (epigeik), *Megascolex* sp. (endogeik), dan *Pheretima* sp.2 (epigeik), sedangkan pada ekosistem buatan terdapat 3 jenis, yaitu *Pheretima capensis* (epigeik), *Pontoscolex corethrurus* (endogeik), dan *Pheretima* sp.2 (epigeik). Kepadatan cacing tanah megadrilli pada ekosistem alami (567,8 individu/m<sup>2</sup>) lebih tinggi dan signifikan perbedaannya dengan ekosistem buatan (242,5 individu/m<sup>2</sup>). Frekuensi relatif cacing tanah pada ekosistem alami terdapat 3 kategori, yaitu assesori (jarang), konstan (sering), dan absolut (sangat sering), sedangkan pada ekosistem buatan terdapat 2 kategori, yaitu konstan dan absolut. Indeks keanekaragaman cacing tanah pada ekosistem alami cenderung lebih tinggi ( $H' = 1,236$ ) dari pada ekosistem buatan ( $H' = 0,885$ ). Pola penyebaran cacing tanah megadrilli pada ekosistem alami berpola mengelompok, sedangkan pada ekosistem buatan sebagian besar berpola acak.

## SARAN

Perlu adanya pengayaan vegetasi pada lahan monokultur agar dapat meningkatkan biodiversitas tanah, seperti sistem tumpang sari dan pengayaan vegetasi dasar, sehingga fungsi biodiversitas tanah dapat berjalan dengan baik dalam menjaga keseimbangan ekosistem.



---

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Dosen Pembimbing Dr. Darmi, M.S., Prof. Dr. Drs. Rizwar, M.S., Dr. Jarulis, S.Si., M.Si., dan Dr. Risky Hadi Wibowo, S.Si., M.Si., yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran untuk penelitian dan penulisan artikel.

## DAFTAR RUJUKAN

- Basna, M., Koneri, R., & Papu, A. (2017). Distribusi dan Diversitas Serangga Tanah di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 6(1), 36-42. <https://doi.org/10.35799/jm.6.1.2017.16082>
- Chandini, P. K., Jayasooryan, K. K., Gayathri, O. S., Mathew, S., & Sivalingam, R. (2021). An Assessment of Earthworm Population Density of Different Habitat Types in a Mango Cultivation Region of Palakkad District, Western Ghats. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 9(4), 585-590. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.33677>
- Coleman, D. C., Zhang, W., & Fu, S. (2014). *Toward a Holistic Approach to Soils and Plant Growth*. Berlin: Springer.
- Darmawan, A., Atmowidi, T., Manalu, W., & Suryobroto, B. (2017). Land-Use Change on Mount Gede, Indonesia, Reduced Native Earthworm Populations and Diversity. *Australian Journal of Zoology*, 65(4), 217-225. <https://doi.org/10.1071/ZO17028>
- Darmi., Budianta, D., Sabaruddin., & Ridho, M. R. (2014). Abundance and Distribution Pattern of Earthworm in Peatland Planted with Different Age of Oil Palm Plantation in District of Seluma, Bengkulu Province. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary*, 1(22), 492-503.
- Darmi., Rizwar., & Helmiyetti. (2021). Abundance and Distribution Patterns of Megadrilli Earthworms at Different Altitude in Kabawetan Tea Plantation, Bengkulu. In *Proceedings of the 3rd KOBICongress, International and National Conferences* (pp. 124-128). Bengkulu, Indonesia: Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Bengkulu.
- Darmi., Yardiansyah, D., & Rizwar. (2013). Populasi Cacing Tanah Megadrilli di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit dengan Strata Umur Tegakan yang Berbeda. In *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung* (pp. 167-172). Lampung, Indonesia: Universitas Lampung.
- Dewi, W. S., & Senge, M. (2015). Earthworm Diversity and Ecosystem Services Under Threat. *Reviews in Agricultural Science*, 3(1), 25-35. <https://doi.org/10.7831/ras.3.25>
- Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang KPHL Unit III Bukit Daun Provinsi Bengkulu*. Bengkulu: Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Bengkulu.
- Dwiastuti, S., Widoretno, S., & Karyanto, P. (2018). Identifikasi Cacing Tanah dan Interaksinya dengan Lingkungan Lahan Berkapur. *Biogenesis*, 14(2), 23-28. <http://dx.doi.org/10.31258/biogenesis.14.2.23-28>



- Falco, L. B., Sandler, R., Momo, F., Ciocco, C. D., Saravia, L., & Coviella, C. (2015). Earthworm Assemblages in Different Intensity of Agricultural Uses and Their Relation to Edaphic Variables. *PeerJ*, 979(1), 1-18. <https://doi.org/10.7717/peerj.979>
- Firmansyah., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2017). Struktur Komunitas Cacing Tanah (Kelas *Oligochaeta*) di Kawasan Hutan Desa Mega Timur Kecamatan Sungai Ambawang. *Protobiont : Jurnal Elektronik Biologi*, 6(2), 108-117. <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v6i2.20823>
- Fitri, N., Nida, Q., & Mulyono, S. (2015). Populasi Cacing Tanah di Kawasan Ujung Seurudong Desa Sawang Ba'u Kecamatan Sawang Kabupaten Aceh Selatan. In *Prosiding Seminar Nasional Biotik* (pp. 187-189). Aceh, Indonesia: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Frazão, J., de Goede, R. G. M., Capowiez, Y., & Pulleman, M. M. (2019). Soil Structure Formation and Organic Matter Distribution as Affected by Earthworm Species Interactions and Crop Residue Placement. *Geoderma*, 338(1), 453-463. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.033>
- Goto, Y., & Sudo, M. (2018). Uptake and Elimination Kinetics of Trifluralin and Pendimethalin in *Pheretima* spp. and *Eisenia* spp. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(13), 12352-12360. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1483-7>
- Hmar, L., & Ramanujam, S. N. (2014). Earthworm Cast Production and Physico-Chemical Properties in Two Agroforestry Systems of Mizoram (India). *Tropical Ecology*, 55(1), 77-86.
- Huda, S. (2016). Memonitor Kelembapan Tanah dan Suhu pada Budidaya Cacing Tanah Menggunakan Arduino Uno. *Dissertation*. University of Muhammadiyah Malang.
- Husamah., Rahardjanto, A., & Hudha, A. M. (2017). *Ekologi Hewan Tanah*. Malang: UMM Press.
- Jayanthi, S., Widhiastuti, R., & Jumilawaty, E. (2014). Komposisi Komunitas Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Organik dan Anorganik di Desa Raya Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo. *Biotik : Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 2(1), 1-9. <https://doi.org/10.22373/biotik.v2i1.228>
- Lowe, C. N., Butt, K. R., & Sherman, R. L. (2014). *Chapter 20 - Current and Potential Benefits of Mass Earthworm Culture*. Cambridge: Academic Press.
- Mastuki, A. A. H. C. (2015). Distribusi dan Kepadatan Populasi Cacing Tanah di Berbagai Lahan dalam Area Kampus Universitas Jember. *Tesis*. Universitas Jember.
- Maulida, A. A. A. (2015). *Budidaya Cacing Tanah Unggul Ala Adam Cacing*. Jakarta: PT. AgroMedia Pustaka.
- Mayasari, A. T., Kesumadewi, A. A. I., & Kartini, N. L. (2019). Populasi, Biomassa, dan Jenis Cacing Tanah pada Lahan Sayuran Organik dan Konvensional di Bedugul. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 9(1), 13-22. <https://doi.org/10.24843/ajoas.2019.v09.i01.p02>



- Muksin., & Anasaga, A. J. P. (2021). Hubungan Populasi Cacing Tanah terhadap C-Organik dan N-Total di Lahan Budidaya Hortikultura dan Monokultur Tanaman Kopi di Desa Nduaria Kecamatan Kelimutu. *Agrica : Journal of Sustainable Drayland Agriculture*, 14(1), 32-46. <https://doi.org/10.37478/agr.v14i1.1007>
- Nilawati, S., Dahelmi., & Nurdin, J. (2014). Jenis-jenis Cacing Tanah (*Oligochaeta*) yang Terdapat di Kawasan Cagar Alam Lembah Anai Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(2), 87-91. <https://doi.org/10.25077/jbioua.3.2.%25p.2014>
- Nurhidayati. (2018). *Biodiversitas Cacing Tanah Spesies dan Dampak Cacing Tanah pada Lahan Tebu (Edisi Revisi)*. Malang: Intimedia.
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Qudratullah, H., Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2013). Keanekaragaman Cacing Tanah (*Oligochaeta*) pada Tiga Tipe Habitat di Kecamatan Pontianak Kota. *Protobiont : Jurnal Elektronik Biologi*, 2(2), 56-62. <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v2i2.2741>
- Ratnawati, S., Handayani, N. S. N., & Trijoko. (2019). Species Diversity of Earthworm in the Field of Biology Gadjah Mada University. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 7(2), 126-135. <https://doi.org/10.25077/jbioua.7.2.126-135.2019>
- Saraswati, R., Husen, E., & Simanungkalit, R. D. M. (2007). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Palembang: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Soegianto, A. (1994). *Ekologi Kuantitatif Metode Analisis Populasi dan Komunitas*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Stephenson, J. (1923). The Fauna of British India, Ceylon, and Burma (*Oligochaeta*). *Science*, 61(1568), 67-68. <https://doi.org/10.1126/science.61.1568.67.c>
- Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Syahputra, N., Mawardati., & Suryadi. (2017). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Petani Memilih Pola Tanam pada Tanaman Perkebunan di Desa Paya Palas Kecamatan Ranto Peureulak Kabupaten Aceh Timur. *AgriFo : Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, 2(1), 41-50.
- Thounaojam, R. S., & Thingbaijam, B. S. (2020). Biodiversity of Ecologically Important Earthworms in Subtropical Forest Ecosystems of East and West Imphal Districts of Manipur. *Journal of Environmental Biology*, 41(4), 951-956. [https://doi.org/10.22438/jeb/4\(SI\)/MS\\_1914](https://doi.org/10.22438/jeb/4(SI)/MS_1914)
- Wawan., & Harahap, F. S. (2021). Identifikasi Jenis dan Kepadatan Populasi Cacing Tanah di Bawah Tegakan Kelapa Sawit pada Berbagai Jenis Tanah Mineral. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 10(1), 36-47.
- Winarsih, S. (2019). *Budidaya Cacing Tanah*. Tangerang: Loka Aksara.
- Zulkarnain, M. (2019). Rancang Bangun Sistem Kontrol Kelembapan Media pada Budidaya Cacing Tanah. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 9(4), 31-35. <https://doi.org/10.33795/jartel.v9i4.152>