



Kepadatan Populasi Cacing Tanah (Haplotaxida: Lumbricina) Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah Di Kebun Nusantara PT. Cinquer Agro Nusantara

Lisana Husna Imaniar^{1,*}, Lily Arseliana³, Gres Maretta¹, Andy Darmawan¹, Winati Nurhayu¹, Dian Anggria Sari¹, Muhammad Zulhiyadi Nanda²

¹ Program Studi Biologi, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Lampung, Indonesia

² PT. Cinquer Agro Nusantara, Bangka, Bangka Belitung, Indonesia

*Surel penanggung jawab tulisan: lisana.imaniar@bi.itera.ac.id

Article History

Received: 10 March 2023. Received in revised form: 8 May 2023. Accepted: 22 May 2023

Abstrak. Cacing tanah (Haplotaxida: Lumbricina) merupakan bioindikator kesuburan tanah. Sistem pertanian yang diterapkan pada suatu lahan pertanian dapat mempengaruhi keberadaan cacing tanah pada lahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendeterminasi kepadatan cacing tanah di perkebunan milik PT. Cinquer Agro Nusantara dengan sistem Agroforestri-Organik, Monokultur-Semi organik, Polikultur-Organik, Monokultur-Organik, dan perkebunan milik petani dengan sistem Monokultur-Anorganik. Plot ditentukan dengan metode transek garis dan sampel cacing tanah diambil dengan metode hand sorting. Analisis data dilakukan dengan ANOVA dan Post Hoc T-Test dengan koreksi Bonferroni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan cacing tanah pada perkebunan lada dengan sistem pertanian Agroforestri-Organik, Monokultur-Semi organik, Polikultur-Organik, maupun Monokultur-Organik secara nyata lebih besar daripada perkebunan lada dengan sistem pertanian Monokultur-Anorganik.

Kata Kunci: Cacing tanah, Kepadatan, Sistem Pertanian, Lada

Abstract. Earthworms (Haplotaxida: Lumbricina) are bioindicators of soil fertility. Agricultural systems applied to an agricultural area can affect the presence of earthworms there. This study aims to determine the density of earthworms in plantations owned by PT. Cinquer Agro Nusantara with Agroforestry-Organic, Monoculture-Semiorganic, Polyculture-Organic, Monoculture-Organic, and farmer-owned plantations with Monoculture-Inorganic system. The plot is determined with line transect method and samples of earthworms are taken with hand sorting method. Data analysis was carried out with ANOVA and Post Hoc T-Test with Bonferroni correction. The results showed that the density of earthworms in pepper plantations with Agroforestry-Organic, Monoculture-Semi-organic, Polyculture-Organic, and Monoculture-Organic farming systems is significantly greater than pepper plantations with Monoculture-Inorganic farming system.

Keywords: Earthworms, Density, Agricultural systems, Pepper plantations

1. PENDAHULUAN

Cacing tanah adalah hewan tanah yang telah dikenal bermanfaat untuk kesuburan lahan (Coleman *et al.*, 2018a). Populasi cacing tanah sangat dipengaruhi oleh teknik kultivasi yang digunakan (Mayasari *et al.*, 2019). Cacing tanah menyukai lahan yang cukup basah dan dapat bertahan pada kondisi kering (Coleman *et al.*, 2018a). Kemelimpahannya juga terpengaruh oleh kelembaban tanah dan biomasnya dipengaruhi kondisi pH dan aerasi tanah (Supriyo *et al.*, 2011). Kelimpahan dan total biomasnya di dalam tanah membuat cacing tanah secara ekologis memiliki pengaruh yang sangat besar (Coleman *et al.*, 2018a). Populasi cacing tanah juga dipengaruhi seberapa banyak lahan tersebut digarap atau dibajak (Capowiez *et al.*, 2009; Chan, 2001). Distribusi cacing tanah secara spasial banyak dipengaruhi faktor-faktor yang sesuai dengan preferensinya (Coleman *et al.*, 2018a).

Pestisida, pupuk anorganik, dan cemaran logam berat Pb pada tanah mempengaruhi panjang dan bobot cacing tanah (Mufaddila & Budijastuti, 2021). Cacing tanah sangat sensitif terhadap keberadaan pestisida (Araneda *et al.*, 2016). Dampak pestisida pada cacing tanah tidak hanya ditemukan pada satu sisi kehidupannya, namun menyebar hingga ke semua level organisasi dari molekul hingga populasi (Pelosi *et al.*, 2014). Pupuk organik diketahui memberi pengaruh baik terhadap faktor fisik dan kima tanah sehingga mampu meningkatkan kepadatan dan biomassa cacing tanah (López-Hernández, 2012) serta memberi efek toksisitas yang beragam pada cacing tanah (Shruthi *et al.*, 2017).

Cacing tanah dapat digunakan sebagai indikator pertanian ramah lingkungan (Subowo & Purwani, 2013), monitoring perubahan lahan dan keberlanjutan lahan pertanian (Fang *et al.*, 1999). Fakta penelitian menunjukkan bahwa sistem pertanian yang diterapkan pada suatu lahan memberi pengaruh terhadap keberadaan cacing tanah di lahan tersebut. Selain itu, penelitian tersebut menunjukkan bahwa cacing tanah memiliki potensi yang besar sebagai bioindikator lahan.

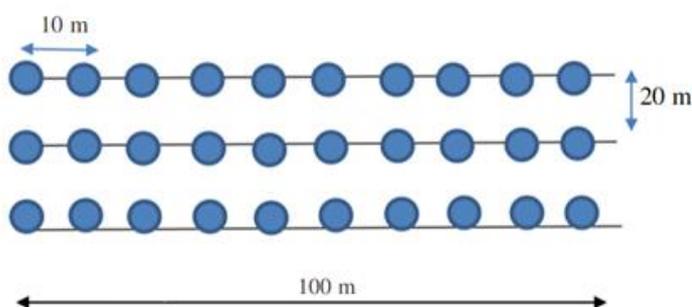
Kebun nusantara milik PT Cinquer Agro Nusantara di Bangka merupakan perkebunan budidaya tanaman lada (*Piper nigrum*). Sistem budidaya yang digunakan adalah konvensional yang menggunakan berbagai jenis pupuk anorganik. Tahun 2019/2020, sistem konvensional tersebut diubah menjadi sistem budidaya regeneratif dengan memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai komposnya. Hal tersebut dilatarbelakangi oleh banyaknya permasalahan-permasalahan yang dihadapi dengan

menggunakan sistem budidaya konvensional, seperti biaya operasional yang tinggi, hasil panen yang semakin menurun, banyaknya serangan hama dan penyakit, kerusakan kesehatan dan fungsi tanah, serta tanaman yang tidak tahan kering (Nugraha, *personal communication*, 13 Oktober 2022).

Sistem pertanian organik yang diterapkan PT Cinquer Agro Nusantara adalah sistem Agroforestri-Organik, Monokultur-Semi organik, Polikultur-Organik, dan Monokultur-Organik, sedangkan ladang petani konvensional menggunakan sistem Monokultur-Anorganik. Perbedaan kualitas tanah pada penerapan beberapa macam sistem pertanian di PT Cinquer Agro Nusantara maupun di ladang konvensional belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeterminasi kepadatan cacing tanah di perkebunan lada milik PT Cinquer Agro Nusantara dengan sistem Agroforestri-Organik, Monokultur-Semi organik, Polikultur-Organik, Monokultur-Organik, dan perkebunan milik petani dengan sistem Monokultur-Anorganik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Oktober sampai November 2022. Lima stasiun penelitian dibedakan berdasarkan sistem pertaniannya. Empat stasiun berada di perkebunan lada milik PT Cinquer Agro Nusantara, yaitu Monokultur-Semi organik, Monokultur-Organik, Agroforestri-Organik dan Polikultur-Organik, sedangkan stasiun Monokultur-Anorganik berada di perkebunan lada konvensional milik petani. Luas lahan perkebunan lada pada setiap stasiun penelitian memiliki luas wilayah ± 1 ha. Plot pengambilan sampel ditentukan dengan metode garis transek sepanjang 100 meter sebanyak 3 garis per stasiun dengan jarak antar garis 20 meter. Titik plot ditentukan sebanyak 10 titik di setiap garis transek dengan jarak 10 meter (Nisa *et al.*, 2020).



Gambar 1. Rancangan plot pengambilan sampel

Alat dan bahan yang digunakan adalah cangkul, sekop, meteran, kotak plastik, botol sampel, sarung tangan, alat tulis, kamera, dan aquades. Sampel tanah diambil

dari bagian *top soil* pada ukuran 25 cm x 25 cm x 30 cm (Suin, 2012). Cacing dipisahkan dari sampel tanah dengan metode *hand sorting* (Coleman *et al.*, 2018b). Cacing tanah dicuci dengan aquades untuk memudahkan penghitungan dan dihitung jumlahnya. Kepadatan cacing tanah dinyatakan dalam bentuk jumlah atau biomassa per satuan luas atau volume atau penangkapan (Suin, 2012). Kepadatan cacing tanah dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kepadatan per satuan luas} = \frac{\text{jumlah individu}}{\text{luas plot (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

$$\text{Kepadatan per satuan volume} = \frac{\text{jumlah individu}}{\text{volume plot (m}^3\text{)}} \quad (2)$$

Rerata kepadatan cacing tanah setiap titik *sampling* dianalisis dengan ANOVA untuk mendeksripsikan beda nyata berdasarkan sistem pertanian. Jika terdapat beda nyata, dilakukan uji lanjut (*Post Hoc*) dengan *Independent T-Test* dan koreksi *alpha* menggunakan metode Bonferroni untuk melihat di mana beda nyata tersebut muncul.

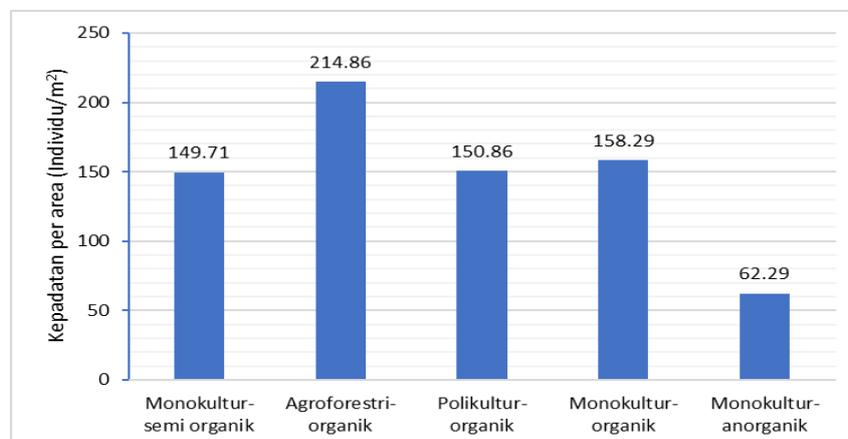
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kepadatan cacing tanah per satuan luas

Hasil perhitungan dan analisis ANOVA kepadatan cacing tanah per satuan luas disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 1. Kepadatan cacing tanah per satuan luas

Sistem pertanian	Jumlah individu	Kepadatan per m ²
Monokultur-semi organik	262	149,71
Agroforestri-organik	376	214,86
Polikultur-organik	264	150,86
Monokultur-organik	277	158,29
Monokultur-anorganik	109	62,29



Gambar 2. Kepadatan populasi cacing tanah per m²

Kepadatan cacing tanah tertinggi ada pada lahan Agroforestri-Organik sebesar 214,86 individu/m² dan terendah ada pada lahan Monokultur-Anorganik sebesar 62,29 individu/m². Hasil analisis dengan ANOVA yang dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan adanya beda nyata kepadatan cacing tanah per satuan luas di antara sistem-sistem pertanian tersebut.

Sebelum dilakukan analisis lebih lanjut (*post hoc*), level signifikansi diolah terlebih dahulu dengan metode Bonferroni untuk meminimalkan galat tipe 1. Nilai alpha yang didapatkan untuk uji *post hoc* adalah **0,005**. Hasil koreksi Bonferroni ini digunakan pada setiap uji *post hoc* dalam penelitian ini.

Tabel 2. Analisis kepadatan cacing tanah per luas area dengan ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	334054,4	4	83513,6	8,220321979	0,0000057915*	2,438739218
Within Groups	1371520	135	10159,40741			
Total	1705574,4	139				

Ket: *Signifikan pada level 5%

Selanjutnya dilakukan uji *post hoc* dengan *independent t-test* yang hasilnya disajikan pada Tabel 3. Terlihat bahwa beda nyata muncul antara sistem pertanian konvensional dengan keempat sistem pertanian organik. Sedangkan di antara sesama sistem pertanian organik tidak terdeteksi adanya beda nyata. Sehingga dari hasil analisis kepadatan cacing tanah per luasan area, dapat dikatakan bahwa penerapan sistem pertanian anorganik memberikan dampak negatif pada kepadatan cacing tanah per luasan area plot di lahan perkebunan lada.

Tabel 3. Analisis Post-Hoc kepadatan cacing tanah per luas area dengan T Test

Groups	P-value (T test)
Monokultur-Semi organik vs Agroforestri-Organik	0,031472861
Monokultur-Semi organik vs Polikultur-Organik	0,969331103
Monokultur-Semi organik vs Monokultur-Organik	0,752463595
Monokultur-Semi organik vs Monokultur-Anorganik	0,002554231*
Agroforestri-Organik vs Polikultur-Organik	0,027545846
Agroforestri-Organik vs Monokultur-Organik	0,031133282
Agroforestri-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,000000304*
Polikultur-Organik vs Monokultur-Organik	0,773422827
Polikultur-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,001358376*
Monokultur-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,000129906*

Ket: * Signifikan pada level 0,5%

Hasil temuan pada penelitian ini sejalan dengan penelitian-penelitian lain yang telah dipublikasikan. Kepadatan cacing tanah pada sistem pertanian organik lebih tinggi daripada sistem pertanian anorganik (Jayanthi *et al.*, 2018). Penerapan sistem agroforestri dapat meningkatkan kepadatan cacing tanah dibandingkan sistem monokultur (Hairiah *et al.*, 2004). Sistem pertanian semi-organik juga memiliki jumlah individu cacing tanah yang lebih banyak dibandingkan dengan sistem anorganik (Rodiyah, 2022). Sistem polikultur memberikan hasil lebih baik dalam menjaga kondisi kimia tanah sesuai dengan preferensi cacing tanah dari pada sistem monokultur (Lele *et al.*, 2021). Penggunaan pestisida pada lahan Monokultur-Anorganik dapat memberi pengaruh negatif pada keberadaan cacing tanah. Menurut Tribrata *et al.*, (2015) kelimpahan cacing tanah pada lahan monokultur yang terpapar pestisida lebih rendah dibandingkan lahan yang tidak terpapar pestisida.

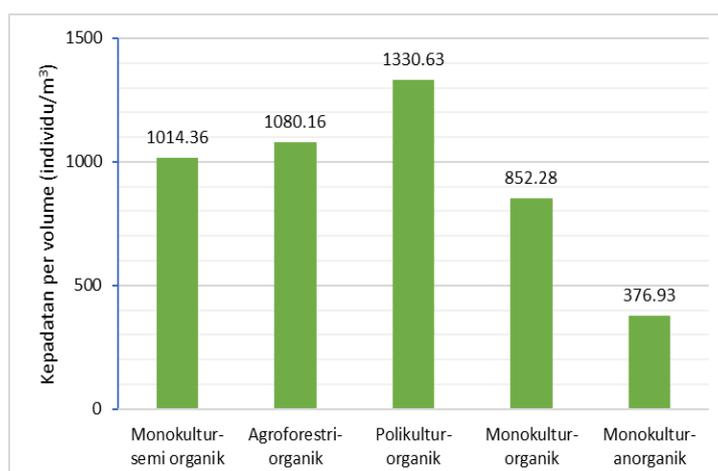
Hal yang patut menjadi perhatian adalah, pada saat pengambilan sampel, didapatkan fakta bahwa lapisan *top soil* pada lokasi penelitian sangat bervariasi. Hanya ada beberapa titik plot yang mencapai kedalaman 30 cm. Sehingga penulis berpendapat bahwa tidak cukup jika analisis kepadatan cacing tanah dilakukan dengan hanya mempertimbangkan luas plot saja, namun juga harus memasukkan faktor kedalaman pada perhitungannya. Oleh karena itu dilakukan perhitungan data kepadatan per satuan volume yang diikuti analisis dengan ANOVA dan uji post hoc.

3.2 Kepadatan cacing tanah per satuan volume

Hasil perhitungan dan analisis kepadatan cacing tanah per satuan volume disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

Tabel 4. Kepadatan cacing tanah per satuan volume

Sistem pertanian	Jumlah individu	Kepadatan per m ³
Monokultur-semi organik	262	1014,36
Agroforestri-organik	376	1080,16
Polikultur-organik	264	1330,63
Monokultur-organik	277	852,28
Monokultur-anorganik	109	376,93



Gambar 4. Kepadatan populasi cacing tanah per m³

Kepadatan tinggi diperoleh pada lahan Polikultur-Organik sebesar 1330,63 individu/m³ dan terendah pada lahan Monokultur-Anorganik sebesar 376,93 individu/m³. Hasil analisis data dengan ANOVA yang dapat dilihat pada Tabel 5 menunjukkan adanya beda nyata kepadatan cacing tanah per satuan volume di antara sistem-sistem pertanian tersebut.

Tabel 5. Analisis kepadatan cacing tanah per volume dengan ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	14058510,26	4	3514627,565	6,422612102	0,0000922088*	2,438739218
Within Groups	73875662,07	135	547227,1265			
Total	87934172,33	139				

Ket: *Signifikan pada level 5%

Selanjutnya dilakukan uji post hoc dengan independent t-test yang hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Post-Hoc kepadatan cacing tanah per volume dengan T Test

Groups	P-value (T test)
Monokultur-Semi organik vs Agroforestri-Organik	0,758253514
Monokultur-Semi organik vs Polikultur-Organik	0,226613529
Monokultur-Semi organik vs Monokultur-Organik	0,418089618
Monokultur-Semi organik vs Monokultur-Anorganik	0,003423795*
Agroforestri-Organik vs Polikultur-Organik	0,258870818
Agroforestri-Organik vs Monokultur-Organik	0,117498492
Agroforestri-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,000028133*
Polikultur-Organik vs Monokultur-Organik	0,025234922*
Polikultur-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,000038543*
Monokultur-Organik vs Monokultur-Anorganik	0,000721679*

Ket: * Signifikan pada level 0,5%

Beda nyata muncul antara sistem pertanian konvensional dengan keempat sistem pertanian organik. Hal ini sejalan dengan hasil yang didapat dari analisis kepadatan cacing tanah per luasan area, sehingga dapat dikatakan penerapan sistem pertanian anorganik juga menimbulkan dampak negatif pada kepadatan cacing tanah per volume top soil di lahan perkebunan lada.

Hal yang menarik adalah, dari hasil analisis kepadatan cacing tanah per volume top soil tersebut, terlihat adanya beda nyata antara sistem Polikultur-Organik dan Monokultur-Organik, meskipun di antara Polikultur-Organik dan kedua sistem organik lainnya tidak terdeteksi adanya beda nyata. Jika dilihat dari nilai kepadatan cacing tanah per volume, data Monokultur-Organik berada di urutan ke-4. Dapat dikatakan bahwa kepadatan cacing tanah per m³ sistem pertanian ini hanya lebih baik daripada sistem Monokultur-Anorganik namun tidak sebaik tiga sistem pertanian organik lainnya. Oleh karena itu, meskipun sistem Monokultur-Organik juga dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kepadatan cacing tanah pada perkebunan lada, namun penulis tidak merekomendasikannya jika sistem organik lainnya (Agroforestri-Organik, Monokultur-Semi organik, dan Polikultur-Organik) masih memungkinkan untuk dilakukan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kepadatan populasi cacing tanah pada perkebunan lada dengan sistem pertanian Monokultur-Semi organik sebesar 149,71 individu/m² dan 1014,36 individu/m³, Agroforestri-Organik sebesar 214,86 individu/m² dan 1080,16 individu/m³, Polikultur-Organik sebesar 150,86 individu/m² dan 1330,63 individu/m³, maupun Monokultur-Organik sebesar 158,29 individu/m² dan 852,28 individu/m³ lebih besar secara signifikan daripada perkebunan dengan sistem pertanian Monokultur-Anorganik sebesar 62,29 individu/m² dan 376,93 individu/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Araneda, A. D., Undurraga, P., Lopez, D., Saez, K., & Barra, R. (2016). Use of earthworms as a pesticide exposure indicator in soils under conventional and organic management. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76(3): 356–362. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392016000300014>
- Capowiez, Y., Cadoux, S., Bouchant, P., Ruy, S., Roger-Estrade, J., Richard, G., & Boizard, H. (2009). The effect of tillage type and cropping system on earthworm

- communities, macroporosity and water infiltration. *Soil and Tillage Research*, 105(2): 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.09.002>
- Chan, K. Y. (2001). An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity — implications for functioning in soils. *Soil and Tillage Research*, 57(4): 179–191. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(00\)00173-2](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(00)00173-2)
- Coleman, D. C., Callaham, M. A., & Crossley, D. A. (2018a). Chapter 4 - Secondary Production: Activities of Heterotrophic Organisms—The Soil Fauna. In D. C. Coleman, M. A. Callaham, & D. A. Crossley (Eds.), *Fundamentals of Soil Ecology (Third Edition)* (pp. 77–171). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805251-8.00004-1>
- Coleman, D. C., Callaham, M. A., & Crossley, D. A. (2018b). Chapter 9 - Laboratory and Field Exercises in Soil Ecology. In D. C. Coleman, M. A. Callaham, & D. A. Crossley (Eds.), *Fundamentals of Soil Ecology (Third Edition)* (pp. 283–312). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805251-8.00009-0>
- Fang, P., Wu, W. liang, Xu, Q., Jiahai, H., Han, C., & Paoletti, M. G. (1999). Assessing Bioindication with Earthworms in An Intensively Farmed Rural Landscape (Yuanqiao and Daqiao Villages in Qianjiang Municipality, Located in Hubei Province, Subtropical China). *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18(3): 429–455. <https://doi.org/10.1080/07352689991309324>
- Hairiah, K., Suprayogo, D., Widiyanto, B., Suhara, E., Mardiasuning, A., Widodo, R. H., Prayogo, C., & Rahayu, S. (2004). Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. *Agrivita*, 26(1): 68–80
- Jayanthi, S., Widhiastuti, R., & Jumilawaty, E. (2018). 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>
- Lele, O. K., Panjaitan, F. J., Taopan, R. A., & Rofita, D. (2021). Dampak Perbedaan Pola Budidaya Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) terhadap Sifat Kimia dan Populasi Cacing Tanah di Desa Komba-Manggarai Timur. *Agrikultura*, 32(1): 7. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i1.29781>
- López-Hernández, D. (2012). Earthworm Populations in Savannas of the Orinoco Basin. A Review of Studies in Long-Term Agricultural-Managed and Protected Ecosystems. *Agriculture*, 2(2): 87–108. <https://doi.org/10.3390/agriculture2020087>
- 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. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2019.v09.i01.p02>
- Mufaddila, R. A., & Budijastuti, W. (2021). Kepadatan, Indeks Dominansi, dan Morfometri Cacing Tanah di Lingkungan Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dalam Tanah di Kota Surabaya Barat. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2): 115–121. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p115-121>

- Nisa, H., Santoso, H., & Laili, S. (2020). Keanekaragaman dan Kepadatan Populasi Cacing Tanah di Perkebunan Jeruk Organik Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 6(1):40–45.
- Pelosi, C., Barot, S., Capowiez, Y., Hedde, M., & Vandenbulcke, F. (2014). Pesticides and earthworms. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(1): 199–228. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0151-z>
- Rodiyah, A. (2022). *Keanekaragaman dan kepadatan cacing tanah di perkebunan jeruk semi organik dan anorganik Dusun Kasin Desa Sepanjang Kecamatan Gondanglegi Kabupaten Malang* [Undergraduate Thesis]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Shruthi, N., Biradar, A., & Muzammil, S. (2017). Toxic effect of inorganic fertilizers to earthworms (*Eudrilus eugeniae*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(6): 1135–1137.
- Subowo, G., & Purwani, J. (2013). Pemberdayaan Sumber Daya Hayati Tanah Mendukung Pengembangan Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 32(4): 173–179. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/1267>.
- Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. PT Bumi Aksara.
- Supriyo, H., Musyafa, M., Figyantika, A., & Gamayanti, S. (2011). Kelimpahan Cacing Tanah pada Beberapa Jenis Tegakan Pohon di Wanagama I. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 15(2): 205–211.
- Tribrata, Y., Siahaan, R., Pelealu, J. J., & Mambu, S. M. (2015). Kepadatan Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Tomat Terpapar Pestisida di Desa Ampreng, Kecamatan Langowan Barat - Provinsi Sulawesi Utara. *JURNAL BIOS LOGOS*, 5(1). <https://doi.org/10.35799/jbl.5.1.2015.7045>.