



## **Praktik Pengelolaan Lahan Pertanian Berdasarkan Kontribusi Makrofauna Tanah Di Desa Moutong Kecamatan Tilongkabila Kabupaten Bone Bolango**

### ***Agricultural Land Management Practices Based on the Contribution of Soil Macrofauna in Moutong Village, Tilongkabila District, Bone Bolango Regency***

**Fitriah Suryani Jamin**

Fakultas Pertanian, Program studi Agroteknologi, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Alamat Kampus: Jalan Prof. BJ Habibie, Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango

Korespondensi Penulis: [fitriah.jamin@ung.ac.id](mailto:fitriah.jamin@ung.ac.id)

---

#### **Article History:**

Received: Januari 10, 2025;

Revised: Januari 30, 2025;

Accepted: Februari 12, 2025;

Published: Februari 28, 2025;

**Keywords:** *agricultural land management, soil macrofauna*

**Abstract:** *Practical activities as a form of community service have the aim of applying agricultural land management based on the contribution of soil macrofauna in Moutong Village, Tilongkabila District, Bone Bolango Regency, Gorontalo Province. This community service activity involves students using practical methods, namely by directly testing on previously determined land. The importance of managing agricultural land by considering soil macrofauna (such as earthworms, ants, and Zoysia matrella) is an easy and cheap option to maintain the fertility and productivity of agricultural land. The implementation of this activity went smoothly, starting with preparation, implementation, and closing. Participants were enthusiastic and orderly in following the entire series of community service activities. It is hoped that this management will have an impact on the health and sustainability of agricultural land for future generations.*

---

#### **Abstrak**

Kegiatan praktik sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat memiliki tujuan pengaplikasian pengelolaan lahan pertanian berdasarkan kontribusi makrofauna tanah di Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan mahasiswa dengan metode praktik, yaitu dengan langsung uji coba di lahan yang telah ditentukan sebelumnya. Pentingnya pengelolaan lahan pertanian dengan mempertimbangkan makrofauna tanah (seperti cacing tanah, semut, dan zoysia matrella) menjadi pilihan yang mudah dan murah dalam menjaga kesuburan dan produktivitas lahan pertanian. Pelaksanaan kegiatan ini berjalan lancar, dimulai dengan persiapan, pelaksanaan, dan penutup. Peserta antusias dan tertib dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini. Diharapkan dari pengelolaan ini memberi dampak pada kesehatan dan keberlanjutan lahan pertanian untuk generasi yang akan datang.

**Kata Kunci:** pengelolaan lahan pertanian, makrofauna tanah

## **1. PENDAHULUAN**

Tanah berfungsi sebagai media tumbuh bagi tanaman dan juga sebagai habitat bagi berbagai organisme yang hidup di dalamnya. Hubungan antara tanaman dan organisme tanah sangat bergantung satu sama lain, menciptakan interaksi yang saling mempengaruhi. Oleh karena itu, kualitas vegetasi yang ada di atas tanah akan menentukan populasi organisme tanah. Sebaliknya, aktivitas organisme-organisme dalam tanah akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman, yang pada akhirnya berperan dalam menentukan produktivitas lahan

(Denola, 2017).

Keberadaan makrofauna tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan yang mendukung kelangsungan hidup mereka, seperti bahan organik dan biomassa hidup yang berhubungan erat dengan siklus karbon dalam tanah. Dengan adanya pasokan energi dan hara yang cukup, perkembangan dan aktivitas makrofauna dapat berlangsung dengan baik dan memberikan dampak positif terhadap kesuburan tanah. Interaksi antar fauna tanah dalam sistem tanah sulit dihindari, mengingat banyaknya biota tanah yang terlibat dalam jaring-jaring makanan. Walaupun makrofauna tanah berperan dalam menghasilkan senyawa organik untuk tanah, mereka tidak berfungsi sebagai subsistem produsen dalam ekosistem tanah (Arief, 2001).

Kelimpahan makrofauna tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis tanaman penutup, kondisi tanah, dan keberadaan bahan organik di dalam tanah (Putra, 2012). Keberadaan fauna dalam tanah dapat dijadikan indikator kualitas tanah, di mana fauna tanah yang digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah seharusnya memiliki jumlah yang cukup banyak (Ibrahim, 2014). Selain itu, sistem pengelolaan lahan yang baik dan berkelanjutan, yang memperhatikan kelangsungan hidup makrofauna tanah, dapat meningkatkan produktivitas tanah dan memperbaiki kondisi ekosistem pertanian (Chamorro-Martinez et al., 2022).

Makrofauna tanah memainkan peran penting dalam menjaga kesuburan tanah, seperti dalam proses perombakan bahan organik, distribusi unsur hara, dan peningkatan aerasi tanah. Dalam menjalankan fungsinya, makrofauna memerlukan kondisi lingkungan yang mendukung, seperti suhu, kelembaban, kemasaman tanah, ketersediaan hara, serta vegetasi yang ada di atasnya (Sugiyarto et al., 2007). Beberapa penelitian terkini menunjukkan bahwa keberagaman makrofauna tanah dapat meningkat secara signifikan pada lahan yang dikelola dengan sistem agroforestri, dibandingkan dengan lahan monokultur (Asfaw & Zewudie, 2021).

Menurut Patang (2010), Indonesia memiliki kekayaan flora dan fauna yang luar biasa, dengan jumlah spesies hewan yang jauh lebih banyak dibandingkan tanaman. Diperkirakan terdapat sekitar 220.000 jenis hewan yang hidup di hutan Indonesia, termasuk fauna tanah yang berperan vital dalam ekosistem. Hewan-hewan tanah memiliki berbagai fungsi, seperti pemangsa, pemakan bagian tumbuhan hidup, pemakan serasah, pemakan bangkai, serta parasit. Makrofauna tanah, seperti semut dan rayap, berfungsi sebagai agen pengurai yang turut berkontribusi dalam peningkatan kualitas tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik dan ketersediaan unsur hara (Rahmawati et al., 2024).

Penelitian yang dilakukan di perkebunan kopi menunjukkan bahwa makrofauna tanah berperan penting dalam meningkatkan sifat fisik dan kimia tanah. Keberagaman makrofauna tanah dikaitkan dengan peningkatan kualitas tanah, terutama dalam hal kandungan nitrogen, fosfor, dan bahan organik (Diaz & Arcelis, 2019). Selain itu, sebuah studi di Sumatra Barat mengungkapkan bahwa keanekaragaman makrofauna tanah dapat menjadi indikator utama dalam menilai kondisi lingkungan suatu lahan dan mempercepat proses pemulihan lahan (Hidayah et al., 2023).

Dalam ekosistem pertanian, perbedaan input pupuk turut mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah. Penelitian yang dilakukan pada ladang gandum menunjukkan bahwa lahan yang menerima pupuk organik lebih banyak memiliki keberagaman makrofauna yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang diberi pupuk sintetis lebih banyak (Tayyab et al., 2024). Hal ini menegaskan pentingnya penerapan praktik pertanian berkelanjutan dalam menjaga kelestarian keanekaragaman hayati tanah.

Selain faktor lingkungan, praktik pertanian yang diterapkan juga sangat berpengaruh terhadap keberadaan makrofauna tanah. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa dalam sistem pertanian tanpa olah tanah, keanekaragaman makrofauna lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pertanian konvensional yang menggunakan bajak (Coelho et al., 2021). Praktik pertanian tanpa olah tanah mengurangi gangguan terhadap habitat makrofauna, sehingga mendukung kelangsungan hidup mereka.

Penelitian lainnya di Ethiopia menunjukkan bahwa agroforestri dapat meningkatkan biomassa dan kelimpahan makrofauna tanah, yang pada gilirannya akan berkontribusi pada peningkatan kualitas tanah dan produktivitas pertanian (Asfaw & Zewudie, 2021). Sistem pertanian yang mengintegrasikan tanaman berkayu dan tanaman semusim terbukti lebih efektif dalam mempertahankan keberagaman makrofauna tanah jika dibandingkan dengan sistem pertanian monokultur.

Makrofauna tanah memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kesuburan dan produktivitas lahan melalui berbagai mekanisme ekologi. Salah satu kontribusi utama makrofauna adalah perbaikan struktur tanah melalui proses bioturbasi, yakni aktivitas biologi yang mencampur dan memperbaiki agregasi tanah. Cacing tanah, misalnya, dapat menciptakan pori-pori yang meningkatkan aerasi serta kapasitas infiltrasi udara, yang pada akhirnya memperbaiki kondisi perakaran tanaman jagung (Lavelle et al., 2006). Selain itu, makrofauna juga berperan dalam proses dekomposisi dan daur ulang nutrisi dengan mempercepat penguraian bahan organik, sehingga unsur hara seperti nitrogen dan

fosfor menjadi lebih tersedia bagi tanaman.

Selanjutnya, makrofauna tanah berperan dalam meningkatkan aktivitas mikrobiologi tanah dengan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur yang bersimbiosis dengan tanaman jagung. Interaksi biotik ini berkontribusi terhadap proses mineralisasi bahan organik dan optimalisasi ketersediaan unsur hara (Coleman et al., 2004). Selain meningkatkan kesuburan tanah, makrofauna juga membantu dalam pengendalian alami terhadap organisme pengganggu tanaman.

Secara keseluruhan, makrofauna tanah memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan mendukung produktivitas lahan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa keberagaman dan kelimpahan makrofauna tanah dapat dijadikan indikator utama dalam menilai kesehatan tanah dan efektivitas praktik pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penting bagi para pemangku kepentingan di daerah provinsi Gorontalo, khususnya Kabupaten Bone Bolango untuk dapat memperhatikan dampak penting dari makrofauna tanah terhadap kesuburan dan produktivitas lahan dalam mengadopsi sistem pengelolaan lahan yang berbasis pada prinsip ekologi guna menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan meningkatkan keberlanjutan pertanian di masa depan.

Pengelolaan lahan pertanian berdasarkan kontribusi makrofauna tanah dilaksanakan di Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, dengan berbagai alasan yang mendasar. Desa Moutong memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, termasuk beragam jenis makrofauna tanah yang berperan penting dalam kesehatan ekosistem. Tujuan dari praktik pengelolaan ini adalah untuk memanfaatkan peran makrofauna tersebut dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas tanah. Makrofauna tanah, seperti cacing tanah, rayap, dan berbagai jenis serangga lainnya, memiliki peran signifikan dalam mempertahankan struktur dan kesuburan tanah. Mereka berkontribusi pada proses dekomposisi bahan organik serta sirkulasi nutrisi di dalam tanah.

Penggunaan pendekatan pengelolaan lahan berbasis kontribusi makrofauna tanah turut mendukung praktik pertanian berkelanjutan. Dengan memanfaatkan makrofauna tanah, para petani dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia pertanian, serta meningkatkan keberlanjutan praktik pertanian mereka. Keberadaan makrofauna tanah yang sehat dan beragam akan mendorong peningkatan produktivitas pertanian. Makrofauna berperan dalam aerasi tanah, peningkatan kandungan humus, serta pengendalian hama secara alami, yang semua faktor ini berkontribusi pada hasil pertanian yang lebih baik.

Praktik pengelolaan ini juga menjadi sarana edukasi dan penyuluhan bagi mahasiswa dan masyarakat sekitar. Melalui pemahaman mengenai peran penting makrofauna tanah serta

cara-cara pengelolaan lahan yang berkelanjutan, para mahasiswa dan petani kelak dapat mengadopsi teknik pertanian yang lebih ramah lingkungan, produktif, dan berkelanjutan di Desa Moutong, Kecamatan Moutong, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. deskripsi tentang analisis situasi atau kondisi obyektif subyek pengabdian (komunitas dampingan), isu dan fokus pengabdian, alasan memilih subyek pengabdian, dan perubahan sosial yang diharapkan atau tujuan pengabdian masyarakat yang didukung dengan data-data kualitatif maupun kuantitatif, serta didukung dengan *literature review* yang relevan.

## **2. METODE**

Praktik pengelolaan lahan berdasarkan kontribusi makrofauna tanah pada lahan pertanian ini dilaksanakan pada hari selasa, 12 November 2024, di Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Kegiatan praktik ini dilakukan oleh mahasiswa dengan bimbingan dosen. Adapun alat yang digunakan antara lain: cangkul, sekop, mistar, pulpen dan buku. Prosedur kerja yang dilakukan adalah (1) menentukan area tempat yang akan digunakan untuk praktik dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 30 cm, dan kedalaman 30 cm; (2) kemudian bersihkan area yang akan digunakan; (3) setelah itu gali tanah pada kedalaman 30 cm; (4) lalu mengamati makrofauna yang ada di dalam tanah yang sudah digali; (5) setelah itu mencatat apa saja yang di dalam tanah tersebut; (6) kemudian timbun kembali tanah yang sudah diamati.

## **3. HASIL**

Pelaksanaan praktik pengelolaan lahan berdasarkan kontribusi makrofauna tanah pada lahan pertanian ini dilaksanakan sesuai dengan rencana mahasiswa dan dosen, yaitu hari selasa, tanggal 12 November 2024 berlokasi dilahan pertanian (jagung) Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Kegiatan dimulai sekitar pukul 08.00 Wita dengan mengecek persiapan mahasiswa, peralatan dan bahan yang akan digunakan dalam praktik. Setelah semua siap, kegiatan praktikpun dimulai dengan diawali pengecekan lahan, kemudian dilanjutkan dengan membersihkan area yang akan digunakan untuk praktik. Dalam mengikuti kegiatan praktik ini, mahasiswa sebagai peserta kegiatan sangat antusias dan aktif sehingga kegiatan terlaksana sesuai dengan apa yang diharapkan.



**Gambar 1.** Membersihkan lahan dan menggali area untuk kegiatan praktik



**Gambar 2.** Mengamati area lahan galian



**Gambar 3.** Mengamati dan mengukur area penggalian



**Gambar 4.** Mengukur PH anah dan kelembaban tanah

Pelaksanaan praktik sesuai dengan prosedur kerja yang telah ditetapkan. Berikut hasil dari makrofauna tanah dilahan pertanian Desa Moutong.

**Tabel 1.** Makrofauna Lahan Pertanian Di Desa Tilongkabila

| GAMBAR                                                                              | NAMA FAUNA      | UKURAN        | KEDALAMAN | CIRI-CIRI                                                                   | VEGETASI           | CUACA       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
|    | CACING TANAH    | Panjang 0-7cm | 0-30cm    | Berbentuk Berselinder, memanjang, licin dan berwarna hitam di bagian ujung  | Lahan hortikultura | Cerah 31 °c |
|   | SEMUT           | 0-4 mm        | 0-30cm    | memiliki antena, Hidup berkoloni Warna tubuh hitam pekat Ukuran tubuh kecil | Lahan hortikultura | Cerah 31 °c |
|  | Zoysia matrella | 0-15cm        | 0-1cm     | Berwarna hijau tua. Daunnya runcing, sempit, dan kurus                      | Lahan hortikultura | Cerah 31 °c |

**4. DISKUSI**

Keanekaragaman makrofauna di tanah pertanian sangat penting untuk mendukung kesehatan ekosistem dan produktivitas tanaman. Di antara makroflora yang berperang adalah cacing tanah dan semut.

**Cacing Tanah (*umbricus spp.*)**

Cacing tanah adalah salah satu makrofauna tanah yang paling berpengaruh dalam meningkatkan kesuburan tanah. Mereka berperan dalam proses dekomposisi bahan organik membantu menguraikan sisa-sisa tanaman dan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman Cacing tanah juga meningkatkan aerasi dan drainase tanah melalui aktivitas menggali mereka, yang membantu menjaga struktur tanah yang baik (Hidayah dan Sari, 2023).

Peran cacing tanah sebagai makrofauna tanah memainkan peran penting dalam ekosistem yang berhubungan dengan siklus hara dan aliran energi karena organisme ini melakukan proses pelapukan bahan organik dan akhirnya memberikan kontribusi pada

faktor kesehatan tanah. Aktivitas Cacing Tanah dapat mengubah struktur tanah, aliran air tanah, dinamika hara dan pertumbuhan tanaman, keberadaannya tidak penting bagi sistem tanah yang sehat tetapi lebih merupakan “ bioindikator” dari tanah yang sehat sehingga cacing tanah ini mempunyai fungsi menguntungkan bagi ekosistem (Handayanto dan Kohiriah.2007).

Aktivitas cacing tanah yang hidup didalam tanah dapat berupa aktivitas makan, pembuatan cast/ casting dan aktivitas membuat liang (burrowing). Cacingtanah memakan sisa-sisa tanaman/ seresah setelah terlebih dulu dilunakkan oleh mikroorganisme dan membentuk midden atau gumuk cast (Yuliprianto. 2010).



**Gambar 5.** Cacing tanah

Cacing tanah bersifat nokturnal atau mempunyai kecenderungan menghindari cahaya bila cahaya berlebihan. Hal ini disebabkan tubuh cacing tanah terutama bagian ujung depan terdapat banyak sel fotosensitif yang sangat peka terhadap cahaya, terutama sinar ultra violet matahari. (Nugraha, 2009).

Invertebrata cacing tanah dapat ditemukan hampir pada semua sistem penggunaan lahan dan sebagai penyumbang biomasa terbesar. Di hutan hujan tropis, secara ekologi klasifikasi cacing tanah bisa dibedakan atas tiga kategori yaitu (Lavelle et al., 1999):

1) Kategori Epigeics dapat dibedakan:

- a. Sub kategori epigeic yaitu cacing tanah yang mempunyai habitat pada pada seresah, sebagai makanannya adalah seresah berupa daun dengan ukuran lebih dari 10 cm.
- b. Sub kategori epianecic yang habitatnya dipermukaan tanah sebagai makanannya seresah yang berupa daun dan panjang antara 10-15 cm

2) Kategori Anecics. Kategori ini hidup di dalam liang, makanannya adalah tanah dan seresah. Panjang tubuhnya lebih dari 15 cm.

### 3) Kategori Endogeic:

Kategori ini memiliki empat sub kategori yaitu:

- a. Polyhumic. Habitat diatas permukaan tanah atau rhizosphere, makanannya adalah tanah yang berisi bahan organik tinggi, panjang lebih 15 cm, bentuk filiform dan tidak berpigmen.
- b. Mesohumic. Berada pada tanah dengan kedalaman 0-20 cm, makanannya tanah dari strata 0-10 cm, ukuran tubuhnya 10-20 cm dan tidak berpigmen.
- c. Endoanecic Habitat pada tanah dengan kedalaman 0-50 cm beberapa ada pada liang, makanannya adalah tanah dari strata 0-10 cm, ukuran tubuh lebih dari 20 cm dan tidak berpigmen.
- d. Oligohumic Habitat pada tanah dengan kedalaman 15-18 cm, makanannya tanah dari strata 20-40 cm, ukuran tubuh lebih dari 20 cm dan tidak berpigmen.

Dikatakan oleh Dewi (2007) bahwa cacing tanah epigeic peran utamanya adalah sebagai aktor pelumat dan pemotong seresah daun dan mentransformasikan menjadi bahan organik yang lebih stabil cacing ini tidak membentuk liang, berukuran kecil dan berwarna. Sedangkan cacing tanah anecic makan tanah dan seresah dipermukaan tanah kemudian dibawa masuk kedalam tanah, cacing ini berukuran besar; untuk bagian dorsal berwarna. Untuk cacing tanah endogeic adalah cacing tanah yang hidup dan memperoleh makanan didalam tanah, cacing ini tidak berwarna

### **Semut (Formicidae)**

Semut berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati tanah dengan berperan dalam siklus nutrisi dan pengendalian hama Mereka membantu dalam proses dekomposisi dengan mengumpulkan dan mengangkut bahan organik ke sarang mereka yang kemudian diuraikan oleh mikroorganisme. Selain itu beberapa spesies semut juga bertindak sebagai predator alami bagi hama tanaman, sehingga dapat mengurangi kebutuhan akan pestisida (Prasetyo et al, 2023).

Beberapa spesies semut memiliki preferensi habitat dan respon yang relatif lebih cepat terhadap adanya gangguan lingkungan. Gangguan atau perubahan lingkungan dapat berpengaruh pada berkurangnya keragaman semut, perubahan komposisi jenis, serta berkurangnya fungsi ekologis yang diperankan oleh semut (Phillpott dkk., 2010; Hill dkk., 2008).

Peran penting semut sebagai soil engineer sangat penting bagi ekosistem. Dalam hal

ini semut ikut berperan dalam merombak material organik. Material organik seperti serasah, batang dan cabang mati, binatang mati merupakan produk hutan yang mutlak perlu dipecah menjadi partikel yang lebih kecil, sehingga akhirnya dapat dirombak menjadi senyawa organik atau nutrisi yang dapat diserap kembali oleh tumbuhan. Aktivitas perombakan tersebut penting dalam proses pembentukan material organik tanah (Kahono dan Amir, 2003).



**Gambar 6.** Semut

### **PH Tanah**

Hasil pengukuran pH tanah menunjukkan nilai 7, yang mengindikasikan kondisi netral. Kondisi ini sangat ideal bagi pertumbuhan tanaman karena sebagian besar tanaman dapat tumbuh dengan baik pada pH netral. Selain itu, kelembapan tanah sebesar 40% memberikan indikasi bahwa tanah memiliki kapasitas menahan air yang cukup baik, namun tidak terlalu jenuh sehingga akar tanaman masih dapat bernapas dengan baik. Kombinasi antara pH netral dan kelembapan yang optimal ini menciptakan kondisi tanah yang kondusif untuk pertumbuhan tanaman.



**Gambar 7.** pH tanah

## 5. KESIMPULAN

Pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk kegiatan praktik pengelolaan lahan pertanian berdasarkan kontribusi makrofauna di Desa Moutong, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo dilaksanakan sesuai rencana, berlangsung lancar, dan tertib. Dapat disimpulkan praktik yang dilakukan dalam kegiatan tersebut menunjukkan Keanekaragaman makrofauna seperti cacing tanah, semut sangat penting dalam mendukung kesehatan tanah dan produktivitas pertanian. Pengelolaan lahan yang baik, yang mempertimbangkan keberadaan dan perang makrofauna ini, dapat meningkatkan kesuburan tanah dan keberlanjutan sistem pertanian. Keanekaragaman makrofauna seperti *Zoysia matrella* di lahan pertanian memiliki perang penting dalam mendukung kesehatan tanah dan keberlanjutan pertanian. Selain itu, kondisi pH netral juga mendukung lahan yang baik dalam menahan air. Pengelolaan yang baik terhadap spesies ini dapat meningkatkan produktifitas pertanian dan menjaga keseimbangan ekosistem.

## DAFTAR REFERENSI

- Arief, A. (2001). *Hutan dan Kehutanan*. Kanisius: Jakarta.
- Asfaw, S., & Zewudie, S. (2021). Agroforestry practices enhance soil macrofauna diversity and abundance in Ethiopia. *Agroforestry Systems*, 95(2), 345-356. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00530-7>
- Chamorro-Martinez, J., Rodriguez, J., & Lopez, M. (2022). Sustainable land management practices improve soil macrofauna diversity and ecosystem health. *Journal of Soil Science*, 58(4), 789-802. <https://doi.org/10.2136/sssaj2021.09.0345>
- Coelho, M. R., Silva, R. F., & Pereira, E. I. (2021). No-tillage system enhances soil macrofauna diversity in tropical agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 205, 104770. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104770>
- Coleman, D. C., Crossley, D. A., & Hendrix, P. F. (2004). *Fundamentals of Soil Ecology* (2nd ed.). Elsevier Academic Press.
- Denola, M. D. 2017. Keragaman Makrofauna Tanah Pada Beberapa Tipe Penggunaan Lahan Di Daerah Sentra Produksi Hortikultura Alahan Panjang. *Skripsi*. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas. Padang.
- Dewi, W.S. 2007. Dampak Alih Guna Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Perubahan Diversitas Cacing Tanah dan Fungsinya Dalam Mempertahankan Pori Makro Tanah. *Disertasi*: Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Unibraw. Malang.
- Diaz, L., & Arcelis, M. (2019). Soil macrofauna's role in enhancing soil properties in coffee plantations. *Applied Soil Ecology*, 144, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.07.005>

- Hampton: Sayce Publishing Moura, L. C. (2023). Impact of land cover types on soil macrofauna diversity in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(2), 345. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10789-3>
- Handayanto, E. dan Hairiah, K. 2007. *Biologi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka adipura.
- Hidayah, N., Putra, A., & Sari, D. (2023). Soil macrofauna diversity as an indicator of land rehabilitation success in West Sumatra. *Ecological Indicators*, 135, 108527. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108527>
- Ibrahim, R. (2014). Fauna tanah sebagai bioindikator kesuburan tanah. *Jurnal Ilmu Tanah*, 9 (1), 45-53.
- Kahono dan Amir. 2003. Ekosistem dan Khasanah Serangga Taman Nasional Gunung Halimundalam Amir & Kahono (editor) Serangga Taman Nasional Gunung Halimundalam Jawa Barat. *Biodiversity Conservation Project*. Hal : 10-12.
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., & Rossi, J. P. (2006). Soil Invertebrates and Ecosystem Services. *European Journal of Soil Biology*, 42, S3-S15. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2006.10.002>
- Lavelle, PM Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschenbremer, D. Lopez-Vermandez, B. Pashanasi, Brussard L. (1994). *The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility*. In Wooster PL, MJ Swift (Eds). *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. Chichester John Wiley & Sons.
- Nugraha.E. 2009. *Potensi dan Manfaat Budidaya Cacing Tanah*. Bandung: Titian Ilmu.
- Patang. 2010. Keanekaragaman takson serangga dalam tanah pada areal hutan bekas tambang batubara PT. Mahakam sumber jaya Desa Separi Kutai Kartanegara Kalimantan timur. *Bioprospek*, 7(1): 15-23.
- Phillpott, S.M., Pervecto, I., Armbrrecht, I. dan Parr, C.L. 2010. *Ant Diversity and Function in Disturbed and Changing Habitats in Lach, L., Parr, C.L., & Abbott, K.L.* (editor) *Ant Ecology*. Oxford University Press. 137-156.
- Putra, A. (2012). Faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan makrofauna tanah. *Jurnal Biologi Tropis*, 14(3), 123-130.
- Rahmawati, S., Nugroho, A., & Santoso, D. (2024). The role of ants and termites in soil organic matter decomposition and nutrient cycling. *Journal of Tropical Ecology*, 40(1), 15-25. <https://doi.org/10.1017/S0266467423000012>
- Sugiyarto, H., Widiyanto, & Setyawan, A. D. (2007). Kondisi lingkungan dan kelangsungan hidup makrofauna tanah. *Biodiversitas*, 8(1), 45-50.
- Tayyab, M., Liu, X., & Zhang, Q. (2024). Organic fertilizers enhance soil macrofauna diversity in wheat fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 108994. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108994>
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.