

## IDENTIFIKASIDAN KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH DI PERKEBUNAN JERUK SIAM (*Citrus nobilis*) DI KECAMATAN BAYONGBONG, GARUT

Ardli Swardana<sup>1\*</sup>, Arifin Mansyur<sup>2</sup>, dan Hanny Hidayati Nafi'ah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Garut, Jl. Raya Samarang (Hampor) No. 52A, Mekarwangi, Tarogong Kaler, Garut, West Java, 44151  
Telp. (0262)-544214; Faks. (0262)-544214  
E-Mail: ardli@uniga.ac.id (\*Corresponding author)

Submit: 21-6-2022

Revisi: 15-11-2022

Diterima: 11-1-2023

### ABSTRAK

**Identifikasi Jenis dan Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Perkebunan Jeruk Siam (*Citrus nobilis*) di Kecamatan Bayongbong, Garut.** Keanekaragaman organisme tanah, seperti makrofauna tanah di suatu tempat dipengaruhi oleh kondisi di lingkungan sekitarnya. Kegiatan budidaya yang tidak ramah lingkungan dapat mempengaruhi keseimbangan ekosistem, khususnya dapat menurunkan keberadaan dari makrofauna tanah di tempat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghitung indeks keanekaragaman makrofauna tanah di perkebunan jeruk siam. Penelitian dilakukan Desa Mekarsari, Kecamatan Bayongbong, Kabupaten Garut. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan metode *hand sorting*. Analisis yang digunakan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Wiener. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis makrofauna tanah yang terbagi ke dalam 6 ordo, yaitu Ordo Hymenoptera, Haplotaxida, Orthoptera, Araneae, Coleoptera, dan Sytrotomophora. Hasil analisis indeks keanekaragaman, diperoleh bahwa nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah di lokasi penelitian adalah 1,196. Angka tersebut menunjukkan bahwa keanekaragaman di lokasi penelitian termasuk kategori sedang dan dapat dikatakan kondisi ekosistem cukup stabil.

**Kata kunci:** *hand sorting*, jeruk siam, keanekaragaman, makrofauna, tanah.

### ABSTRACT

**Identification of Species Soil Macrofauna at Siamese citrus plantation (*Citrus nobilis*) Plantation in Bayongbong District, Garut.** Diversity of soil organisms, such as soil macrofauna in a place is influenced by conditions of the environment. Cultivation activities that are not environmentally friendly can affect the balance of the ecosystem, in particular, can reduce the presence of soil macrofauna in the area. This study aims to identify and calculate diversity of soil macrofauna in citrus siam plantations. The research was conducted in Mekarsari Village, Bayongbong District, Garut Regency. The research method used is descriptive quantitative with *hand sorting* method. The analysis used is the Shannon Wiener diversity *ind ex*. The results showed that there were 7 types of soil macrofauna which were divided into 6 orders, namely the Order Hymenoptera, Haplotaxida, Orthoptera, Araneae, Coleoptera, and Sytrotomophora. The results of the analysis of the diversity index, it was found that the value of the diversity index of the soil macrofauna at the study site was 1.196. It shows that the diversity in the research location is in the moderate category and the ecosystem condition is quite stable.

**Keywords:** *Citrus siam*, diversity, *hand sorting*, macrofauna, soil.

### 1. PENDAHULUAN

Tanah memiliki peran salah satunya adalah sebagai habitat dari makhluk hidup di dalamnya yang

berinteraksi juga dengan lingkungan sekitarnya (Wiesmeier, *et al.*, 2019). Organisme tanah disebut juga dengan fauna tanah. Menurut Nurrohman, *et al.*

(2015) dan Sofu, *et al.*, (2020), fauna tanah dibagi menjadi 3 berdasarkan ukuran tubuhnya, yaitu mikrofauna (< 100  $\mu\text{m}$ ), mesofauna (100  $\mu\text{m}$ –2 mm), dan makrofauna tanah (2 mm–20 mm).

Organisme tanah mempunyai peranan penting yang berhubungan dengan sifat biologi dan keseimbangan ekosistem (Widyati, 2013). Terdapat peran sebagai hama, musuh alami (Handayani, 2013), dan juga dekomposer (Wiesmeier, *et al.*, 2019; Filser, *et al.*, 2016). Sebagai dekomposer (Hilwan dan Handayani, 2013), organisme tanah berperan sebagai agen yang meningkatkan kandungan bahan organik tanah dimana keberadaan bahan organik ini mempengaruhi sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Lavelle, *et al.*, 2000; IPCC, 2019).

Keberadaan organisme tanah dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Dwiastuti, 2016), salah satunya dipengaruhi oleh banyak sedikitnya bahan organik tanah (Putra, *et al.* 2012). Adanya ketersediaan energi dan sumber makanan akan memberikan dampak positif terhadap keberadaan organisme tanah. Untuk itu, dapat dikatakan bahwa organisme tanah sebagai bioindikator (Swibama, *et al.*, 2010) kesuburan tanah (Rahmawaty, 2004; Handayanto dan Hairiah, 2009).

Salah satu organisme tanah yang mempunyai peran penting di tanah adalah makrofauna tanah (Mabey dan Sundufu, 2018). Makrofauna tanah mempunyai peranan penting sebagai salah satu indikator terkait kualitas lahan (Hani dan Suhaendah, 2019). Untuk keberlangsungan hidupnya, makrofauna tanah memerlukan syarat tertentu (Rousseau *et al.*, 2013). Kondisi lingkungan yang mempengaruhi makrofauna tanah antara lain kondisi iklim, kondisi tanah, keberadaan vegetasi, dan cahaya matahari (Wibowo dan

Slamet, 2014; Castro-Huerta, *et al.*, 2015).

Keberadaan makrofauna tanah salah satunya dipengaruhi oleh kegiatan budidaya tanaman. Salah satu komoditas tanaman yang ada di Garut adalah jeruk siam (*Citrus nobilis*). Jeruk siam merupakan salah satu tanaman buah yang menjadi tanaman andalan Nasional Indonesia (Handayani, 2009). Dikarenakan menjadi salah satu tanaman andalan Nasional Indonesia maka usaha budidaya tanaman ini perlu mendapat perhatian khusus. Selain itu, dari tingkat produksi, budidaya tanaman jeruk di Indonesia dapat dikatakan masih rendah jika dibandingkan dengan negara penghasil jeruk yang lainnya (Saraswati, *et al.*, 2022).

Masih rendahnya produksi jeruk siam ini dapat disebabkan karena kesuburan tanah yang beragam maupun oleh teknik budidaya yang digunakan. Penggunaan bahan kimia seperti pestisida (Yang, *et al.*, 2008), fungisida (Pilling dan Jepson, 2006) dan bahan lainnya dapat mempengaruhi keberadaan organisme tanah di suatu tempat. Lebih jauh lagi disebutkan bahwa kegiatan budidaya atau manajemen lahan dapat mempengaruhi keberadaan dan keberagaman organisme tanah (Dewi, *et al.*, 2008).

Penelitian tentang makrofauna tanah telah banyak dilakukan oleh peneliti lain. Hani dan Suhaendah (2019) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman jenis Shannon dan indeks kekayaan jenis Margalef mempunyai nilai lebih tinggi pada agroforestry mempunyai nilai lebih tinggi jika dibandingkan dengan lahan bekas the. Pada tanaman jeruk, penelitian telah dilakukan oleh Husna *et al.*, (2019) yang mengemukakan bahwa jumlah makrofauna dan mikrofauna tanah ditemukan lebih banyak di kebun jeruk

organik dibandingkan dengan kebun jeruk anorganik.

Berdasarkan atas uraian tersebut, peneliti memfokuskan pada tanaman jeruk jenis jeruk siam (*Citrus nobilis*). Untuk itu, perlu dilakukan penelitian tentang identifikasi jenis dan keanekaragaman makrofauna tanah di perkebunan jeruk siam di Kecamatan Bayongbong, Garut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghitung indeks keanekaragaman makrofauna tanah di perkebunan jeruk siam. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran terhadap keanekaragaman makrofauna tanah pada lokasi perkebunan jeruk siam berdasarkan kondisi saat ini.

## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian berada di Desa Mekarsari, Kecamatan Bayongbong, Kabupaten Garut, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada Bulan Agustus-November 2021.

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol spimen, karung, cangkul, pinset, sekop, pH meter,

alat tulis, kamera, dan aplikasi Google Lens. Bahan yang digunakan antara lain alkohol 76% dan aquades.

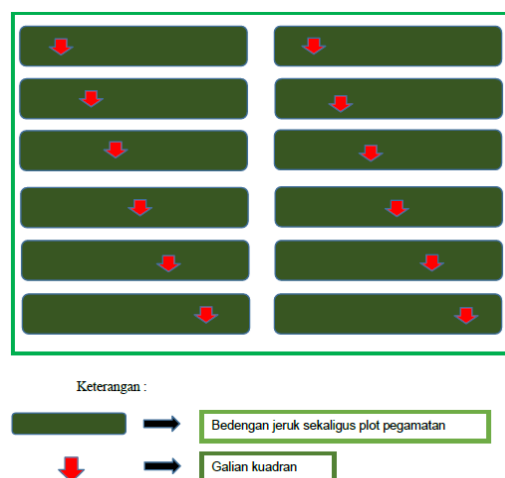
### 2.3. Metode

Metode di dalam penelitian ini menggunakan metode observasi lapang yang bersifat kuantitatif deskriptif. Paramater yang diamati adalah identifikasi ordo dan jenis dan indeks keanekaragaman makrofauna tanah.

Identifikasi ordo dan jenis dilakukan dengan cara observasi di lapangan secara dengan cara eksplorasi. Metode pengumpulan data di lapangan menggunakan metode *hand sorting*.

Metode *hand sorting* ini dilakukan dengan cara pembuatan kuadran yang memiliki ukuran 50 cm x 50 cm. Selanjutnya di dalam kuadran ini dilakukan penggalian tanah dengan kedalaman 15 cm. Makrofauna yang berada di dalam galian tanah tersebut kemudian diidentifikasi jenis dan ordonya serta dihitung menggunakan indeks keanekaragaman jenis.

Lokasi penelitian memiliki luasan 800 m<sup>2</sup> yang dibagi menjadi 12 plot. Setiap plot dibuat kuadran. Pola pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola pengambilan sampel.

Perhitungan keanekaragaman jenis menggunakan indeks Shannon Wiener .

indeks dilakukan sebagai berikut: (Elhayati *et al.* 2017)

$$H' = - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right) \left( \ln \frac{n_i}{N} \right) \quad (1)$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman jenis

n<sub>i</sub> = Jumlah individu dari seluruh jenis

N = Total individu dari seluruh jenis

Hasil indeks keanekaragaman yang telah didapatkan, kemudian dikategorikan menurut kriteria sesuai dengan Tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria Indeks Shannon Wiener.

No	Index	Kriteria
1	H' < 1,0	Rendah
2	1,0 < H' < 3,32	Sedang
3	H' > 3,32	Tinggi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Identifikasi Makrofauna Tanah

Kegiatan identifikasi makrofauna tanah diharapkan dapat diketahui ordo sampai dengan jenis dari makrofauna tanah yang hidup di lokasi penelitian. Berdasarkan hasil identifikasi, makrofauna tanah yang ada di lokasi perkebunan jeruk siam disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa di lokasi penelitian ditemukan 6 Ordo dengan jumlah spesies sebanyak 7 spesies. Ordo yang ditemukan adalah Hymenoptera, Haplotaxida, Orthoptera, Araneae, Coleoptera, dan Sytromotophora. Adapun jenis spesies yang ditemukan adalah semut hitam (*Lasius niger*), cacing tanah (*Lumbricus terrestris*), anjing tanah (*Grylotalpa* sp.), jangkrik (*Tarbinskiellus portentosus*), laba-laba (*Araneus diadematus*), kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros* L.), dan bekicot (*Achatina fulica*).

Dari ordo yang ditemukan di lokasi penelitian, ordo terbanyak yang ditemukan adalah Hymenoptera dengan

jenis spesies semut hitam yang ditemukan sebanyak 770 ekor. Hal ini dikarenakan habitat hidup semut hitam dapat hidup di permukaan tanah yang ditemukan banyak rumput dan serasah dan ditemukan juga di pohon-pohon dan ranting pohon yang berongga. Keberadaan semut pada ekosistem dapat meningkatkan pori makro dan meningkatkan infiltrasi tanah (Cerdà, *et al.*, 2009). Peningkatan pori makro ini menyebabkan pori mikro berkurang, sehingga kelembaban tanah akan menurun. Hal ini sesuai dengan syarat hidup semut yang lebih suka pada kondisi tanah yang kelembabannya rendah (Lisnawati, *et al.*, 2014).

Ordo kedua yang banyak ditemukan adalah Haplotaxida dengan jenis spesies adalah cacing tanah yang ditemukan sebanyak 221 ekor. Hal ini dikarenakan lokasi penelitian banyak terdapat gulma, sehingga kelembaban tanah tinggi. Selain itu, kondisi pH di lokasi penelitian adalah 5, dimana angka ini cukup sesuai bagi habitat cacing tanah. Hal ini sesuai dengan Nurrohman, *et al.*, (2015) bahwa keberadaan makrofauna tanah dipengaruhi oleh sifat

kimia tanah, salah satunya adalah kemasaman tanah. Selain itu, diperkuat juga oleh Firmansyah, *et al.*, (2014) yang menyebutkan bahwa cacing tanah menyukai habitat dengan tanah yang lembab dan kaya akan bahan organik dengan kisaran pH 5,0-8,0. Tidak berbeda jauh, Maftu'ah dan Susanti (2009)

menyebutkan bahwa cacing tanah suka pada kondisi tanah pada pH netral.

Ordo Orthoptera ditemukan di lokasi penelitian dengan jenis spesies anjing tanah dan jangkrik. Di lokasi penelitian ditemukan jenis makrofauna tanah ini sebagai hama.

**Tabel 2.** Hasil identifikasi makrofauna tanah di perkebunan jeruk siam.

No	Ordo	Spesies	Nama	Jumlah
1	Hymenoptera	<i>Lasius niger</i>	Semut hitam	770
2	Haplotaxida	<i>Lumbricus terrostris</i>	Cacing tanah	221
3	Orthoptera	<i>Grylotalpa sp.</i>	Anjing tanah	89
4		<i>Tarbinskiellus portentosus</i>	Jangkrik	47
5	Araneae	<i>Araneus diadematus</i>	Laba-laba	65
6	Coleoptera	<i>Oryctes rhinoceros L.</i>	Kumbang tanduk	39
7	Sytromotophora	<i>Achatina fulica</i>	Bekicot	30
Jumlah				1.261

Kedua jenis makrofauna ini memakan daun muda dan gulma. Selain Ordo Orthoptera, ditemukan juga jenis hama dari Ordo Coleoptera dengan jenis spesies kumbang tanduk dan Ordo Sytromotophora dengan jenis spesies bekicot.

Ordo Araneae ditemukan di lokasi penelitian mempunyai peran sebagai pemangsa atau predator. Kehadiran laba-laba sebagai predator ini dapat berperan sebagai agen pengendali alami untuk menekan populasi hama (Thalib, *et al.*, 2002).

### 3.2. Indeks Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Keanekaragaman di suatu lokasi dapat diketahui dengan menghitung indeks keanekaragamannya. Salah satu metode untuk menghitung indeks keanekaragaman dapat dilakukan dengan menggunakan indeks Shannon Wiener. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Indeks keanekaragaman makrofauna Tanah di lokasi penelitian.

No	Ordo	ni	ni/N	ln ni/N	H'
1	Hymenoptera	770	0,611	-0,493	0,301
2	Haplotaxida	221	0,175	-1,741	0,305
3	Orthoptera	136	0,108	-2,227	0,240
4	Araneae	65	0,052	-2,965	0,153
5	Coleoptera	39	0,031	-3,476	0,108
6	Sytromotophora	30	0,024	-3,738	0,089
Jumlah (N)					1,196

Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman di lokasi penelitian adalah 1,196. Menurut

kategorinya (pada Tabel 1), nilai tersebut termasuk ke dalam kategori indeks

keanekaragaman sedang ( $1,0 < H' < 3,32$ ).

Angka perhitungan indeks keanekaragaman yang tergolong sedang ini dikarenakan kondisi lokasi penelitian yang banyak gulma dan serasahnya. Adanya gulma di lokasi penelitian dapat menjadi sumber makanan bagi makrofauna tanah tersebut serta dapat mempengaruhi kondisi iklim mikro di lokasi penelitian. Dengan adanya kondisi yang heterogen di lokasi penelitian tersebut maka makrofauna tanah dapat menjalankan fungsi ekosistem (Filser, *et al.*, 2016; Husna, *et al.*, 2020), aliran energi dan rantai makanan (Culliney, 2013).

#### 4. KESIMPULAN

Makrofauna tanah yang ditemukan di lokasi penelitian terbagi menjadi 6 ordo, yaitu Ordo Hymenoptera, Haplotaxida, Orthoptera, Araneae, Coleoptera, dan Sytrotomophora. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrofauna tanah di lokasi penelitian sebesar 1,196 dengan kategori sedang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cerdà, A., Jurgensen, M.F., & Bodí, M.B. (2009). Effects of ants on water and soil losses from organically-managed citrus orchards in Eastern Spain. *Biologia*. 64: 527–531. <https://doi.org/10.2478/s11756-009-0114-7>.
- Castro-Huerta, R. A., Falco, L. B., Sandler, R. V., & Coviella, C. E. (2015). Differential contribution of soil biota groups to plant litter decomposition as mediated by soil use. *PeerJ*, 1–14. <https://doi.org/10.7717/peerj.826>
- Culliney, T.W. (2013). Role of arthropods in maintaining soil fertility. *Agriculture*. 3: 629–659. <https://doi.org/10.3390/agriculture3040629>
- Dewi, W. S., Handayani, P., & Sumani. (2008). Keragaman dan layanan ekologi makrofauna epigeik pada pertanaman wortel. *Sains Tanah*, 5(II), 113–120. <http://dx.doi.org/10.15608%2Fstjs.sa.v5i2.74>
- Dwiastuti, S. (2016). Kajian tentang kontribusi cacing tanah dan perannya terhadap lingkungan kaitannya dengan kualitas tanah. *Prosiding Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 9(1), 448–451.
- Elhayati, N., Hariri, A.M., Wibowo, L., & Fitriana, Y. (2017). Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Pertanaman Ubikayu (*Manihot utilissima* Pohl.) Setelah Perlakuan Olah Tanah dan Pengelolaan Gulma. *J. Agrotek Tropika*. 5(3):158-164. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v5i3.1823>
- Filser, J., Faber, J.H., Tiunov, A.V., Lijbert Brussaard, L., Frouz, J., De Deyn, G., Uvarov, A. V., Berg, M.P., Lavelle, P., Loreau, M.; *et al.* (2016). Soil Fauna: Key to new carbons models. *Soil*. 2: 565-682. <https://doi.org/10.5194/soil-2-565-2016>
- Firmansyah, M.A., Suparman, harmini, Wigena, I., dan Subowo. (2014). Karakterisasi populasi dan potensi cacing tanah untuk pakan ternak dari tepi Sungai Kahayan Barito. *Berita Biologi*. 13(3): 333-341. DOI: [10.14203/beritabiologi.v13i3.677](https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v13i3.677)
- Handayani. (2009). Prospek pengembangan tanaman jeruk

- siam (*Citrus nobilis*) berwawasan agribisnis di kecamatan bolano lambunu kabupaten Parigi Moutong *J. Agroland*. 16(3). 245-250. ISSN : 0854 – 641X.
- Handayanto dan Hairiah. 2009. *Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat Cetakan ke 2*. Yogyakarta: Pustaka Adipura.
- Hani, A. & Suhaendah, E. (2019). Diversity of soil macrofauna and its role on soil fertility in Manglid agroforestry. *Indonesian Journal of Forestry Research*. 6(1):61-68. DOI: 10.20886/ijfr.2019.6.1.61-68
- Hilwan, I., & Handayani, E. P. (2013). Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah pada Areal Bekas Tambang Timah di Kabupaten Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka-Belitung. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 4(1): 35–41. ISSN: 2086-8227
- Husna I., Hindun, I., Chamisijatin, L., Permana, T. I., & Husamah, H. 2020. Keanekaragaman Makro dan Mikrofauna Tanah pada Kebun Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Organik dan Anorganik di Desa Puntan Kecamatan Bumiaji Kota Batu. *Prosiding Seminar Nasional V 2019*. Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang.
- IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. *Climate Change and Land*; IPCC: Geneva, Switzerland. Tersedia pada: <https://www.ipcc.ch/srccl-report-download-page/>.
- Lavelle, P., Barros, E., Blanchart, E., Brown, G., Desjardins, T., Mariani, L., & Rossi, J.P. (2001). Soil organic matter management in the tropics: why feeding the soil macro-fauna? *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 61:53-61. <https://doi.org/10.1023/A:1013368715742>
- Lisnawati, Y., Suprijo, H., & Poedjarahajoe, E. (2014). Hubungan kedekatan ekologis antara fauna tanah dengan karakteristik tanah gambut yang didrainase untuk HTI *Acacia crassicarpa*. *J. Manusia dan Lingkungan*. 21(2):170–8. <https://doi.org/10.22146/jml.18541>
- Mabey, P.T. & Sundufu, A.J. (2018). Impact of land use system on soil macrofauna diversity and abundance in Njala, Sierra Leone. *International Journal of Advance Research (IJAR)*.6(5): 488-493. <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/7056>.
- Maftu'ah, E. & Susanti, M. A. (2009). Komunitas cacing tanah pada beberapa penggunaan lahan gambut di Kalimantan Tengah. *Berita Biologi*, 9(4), 371–378. DOI: 10.14203/beritabiologi.v9i4.2007
- Nurrohman, E., Abdulkadir R. & Sri W. (2015). Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Kebun Coklat (*Theobroma cacao* L.) Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah dan Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2), 197-208. DOI: <https://doi.org/10.22219/jpbi.v1i2.3331>
- Pilling, E.D., & Jepson, P.C. (2006). Synergism between EBI fungicides and a pyrethroid insecticide in the honeybee (*Apis mellifera*). *Pestic Sci*. 39: 293-297.
- Putra, M., Wawan, & Wardati. (2012).

- Makrofauna Tanah pada Ultisol di bawah tegakan berbagai umur kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Repository Universitas Riau.
- Rahmawaty. (2004). Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit. USU Repository. 1-17.
- Rousseau L., Fonte S.J., Tellez O., Hoek R.V.D., Lavelle P. (2013). Soil macrofauna as indicator of soil quality and land use impact in smallholder agroecosystems of western nicaragua. *Ecological Indicators*. 27:71-82. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.11.020>
- Saraswati, A.P., Sutopo, & Kurniawan, S. (2022). Pengaruh Bentuk dan Dosis Pupuk Organik terhadap sifat kimia tanah, kandungan hara makro daun, douran pertumbuhan vegetatif bibit jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 9(1): 29-36. doi: 10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.4.
- Sofa, A., Mininni, A. N., & Ricciuti, P. (2020). Soil Macrofauna: A key Factor for Increasing Soil Fertility and Promoting Sustainable Soil Use in Fruit Orchard Agrosystems. *Agronomy*. 10(456): 1-20. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040456>.
- Swibama, I. G., Putra, D., Susilo, F. X., Hairiah, K., & Suprayogo, D. (2010). No Title. *J. HPT Tropika*, 10(1), 20–28.
- Thalib R., Effendi, & Herlinda, S. (2002). Struktur Komunitas dan Potensi Artropoda Predator Hama Padi Penghuni Ekosistem Sawah Dataran Tinggi Daerah Lahat, Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalies Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya dan Peringatan Hari Pangan Sedunia*. Palembang, 7-8 Oktober 2002.
- Wibowo, C. & Slamet, S.A. (2014). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan Di Areal Bekas Tambang Silika Di Holcim Educational Forest, Sukabumi, Jawa Barat. Bogor. *Jurnal Silviculture Tropika*, 5 (1), 43-48. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.1.26-34>
- Widyati, E. (2013). The Importance of Functional Diversity of Soil Organisms to Land Productivity. *Tekno Hutan Tanaman*, 6(1), 29–37. <https://doi.org/10.1007/s13762-020-02762-5>
- Wiesmeier, M., Urbanski, L., Hobley, E., Lang, B., von Lützw, M., Marin-Spiotta, E., van Wesemael, B., Rabot, E., Ließ, M., García-Franco, N., *et al.* (2019). Soil organic carbon storage as a key function of soils—A review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma*. 333: 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.07.026>
- Yang, E.C., Chuang, Y.C., Chen, Y.L., & Chang, L.H. (2008). Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *J Econ Entomol*. 101:1743-1748. DOI: 10.1603/0022-0493-101.6.1743