



Keanekaragaman Mesofauna Tanah dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Vegetasi Nilam di Berbagai Dosis Biochar dan Pupuk Majemuk NPK

Diversity of Soil Mesofauna and Microorganism Activity on Patchouli Vegetation in Various Dosages of Biochar and NPK Compound Fertilizer

Author(s): Any Kusumastuti^{(1)*}; Wiwik Indrawati⁽¹⁾; Supriyanto⁽¹⁾; Almara Kurniawan⁽¹⁾

⁽¹⁾ Politeknik Negeri Lampung

* Corresponding author: anyk@polinela.ac.id

Submitted: 31 Jul 2022

Accepted: 1 Sep 2022

Published: 30 Sep 2022

ABSTRAK

Mesofauna tanah merupakan fauna tanah yang berperan dalam proses dekomposisi material organik di dalam tanah dan dapat menjadi bioindikator kesuburan tanah. Peningkatan bahan organik seperti biochar pada tanah dapat meningkatkan populasi dan aktivitas mesofauna tanah. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan keanekaragaman mesofauna tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah terbaik pada berbagai dosis biochar, dosis pupuk majemuk NPK, dan interaksi antara biochar dan pupuk majemuk NPK. Penelitian dilaksanakan di lahan perkebunan Politeknik Negeri Lampung dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung, pada Juli 2021 hingga Januari 2022. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) disusun secara split-plot yang terdiri atas dua faktor perlakuan berupa dosis biochar (B0 = tanpa biochar, B1 = 10 ton/ha, dan B2 = 20 ton/ha) dan dosis pupuk majemuk NPK (P0 = tanpa pupuk, P1 = 350 kg/ha, dan P2 = 750 kg/ha), diulang 4 kali. Variabel pengamatan adalah populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, indeks dominasi mesofauna tanah, dan aktivitas mikroorganisme tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dosis biochar 20 ton/ha merupakan perlakuan terbaik terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, indeks dominasi mesofauna tanah, dan aktivitas mikroorganisme tanah. Perlakuan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha merupakan perlakuan terbaik terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, dan indeks dominasi mesofauna tanah, sedangkan pada aktivitas mikroorganisme tanah perlakuan tanpa pupuk majemuk NPK merupakan yang terbaik. Interaksi terbaik kombinasi perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terbaik yaitu pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha.

Kata Kunci:

aktivitas mikroorganisme; biochar; mesofauna tanah; pupuk majemuk NPK

ABSTRACT

Keywords:

biochar;

microorganism activity;

NPK compound fertilizer;

soil mesofauna

Soil mesofauna is a soil fauna that plays a role in the process of decomposition of organic material in the soil and can be a bioindicator of soil fertility. Increasing organic matter such as biochar in the soil can increase the population and activity of soil mesofauna. The research was conducted on the best soil mesofauna diversity and activity of soil microorganisms at various doses of biochar, doses of NPK compound fertilizer, and the interaction between biochar and NPK compound fertilizer. The research was carried out on plantations of Lampung State Polytechnic and Lampung State Polytechnic Analysis Laboratory, from July 2021 to January 2022. The study was designed using a Randomized Block Design (RAK) arranged in a split-plot consisting of two treatment factors in the form of biochar dose (B0 = no biochar, B1 = 10 ton/ha, and B2 = 20 ton/ha) and the dose of compound NPK fertilizer (P0 = no fertilizer, P1 = 350 kg/ha, and P2 = 750 ton/ha), repeated 4 time. Observation variables were soil mesofauna population, soil mesofauna diversity index, soil mesofauna dominance index, and soil microorganism activity. The results showed that the treatment dose of biochar 20 ton/ha was the best treatment for the soil mesofauna population, soil mesofauna diversity index, soil mesofauna dominance index, and soil microorganism activity. The dose treatment of 700 kg/ha NPK compound fertilizer was the best treatment for the soil mesofauna population, soil mesofauna diversity index, and soil mesofauna dominance index, while on soil microorganism activity the treatment without NPK compound fertilizer was the best. The best interaction combination of treatments with various doses of biochar and the best dose of NPK compound fertilizer was at the treatment dose of 20 ton/ha biochar with a dose of 700 kg/ha NPK compound fertilizer.



PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu Negara *megabiodiversity* karena kaya akan keanekaragaman hayati. Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman di antara makhluk hidup yang berasal dari semua sumber daya seperti di daratan, lautan, ekosistem perairan, kompleks ekologis, termasuk juga keanekaragaman dalam spesies, antarspesies, dan ekosistem. Sepuluh persen dari ekosistem alam berupa suaka alam, suaka margasatwa, taman nasional, hutan lindung dan sebagian diperuntukan bagi kepentingan pembudidayaan plasma nutfah (Sastrapradja & Widjaja, 2010).

Tanah merupakan tempat tumbuhnya tanaman yang memiliki sistem kehidupan yang kompleks. Tanah mengandung berbagai jenis organisme yang memiliki beragam fungsi untuk menjalankan proses vital bagi kehidupan. Fauna tanah melaksanakan berbagai metabolisme yang disebut aktivitas biologi tanah. Fauna tanah berperan penting untuk memelihara kesuburan dan produktivitas tanah sehingga memiliki peranan penting dalam perombakan bahan organik dan siklus hara di dalam tanah. Tanah yang subur merupakan tanah yang mengandung berbagai macam fauna tanah, sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa tanah tersebut memiliki sifat fisika dan kimia yang baik. Populasi fauna tanah yang tinggi dan beragam ditemukan pada tanah yang memungkinkan fauna tanah tersebut berkembang dan aktif.

Menurut Iswandi et al. (1995) sifat tanah yang memungkinkan fauna dapat berkembang dengan aktif adalah tersedianya unsur hara yang cukup, pH tanah yang sesuai, aerasi dan drainase yang baik, air yang cukup, dan sumber energi (bahan organik) yang cukup adalah beberapa faktor yang mempengaruhi mikroorganisme tanah dapat tumbuh dan berkembang.

Dalam budidaya tanaman, mesofauna tanah memegang peranan yang penting sebagai bioindikator kesuburan tanah. Mesofauna berperan dalam proses dekomposisi material organik dalam tanah. Selain itu mesofauna juga berperan dalam perbaikan struktur tanah dan translokasi hara. Keberadaan mesofauna tanah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan untuk menunjang kehidupannya. Faktor lingkungan tersebut antara lain, seperti suhu udara, suhu tanah, dan pH tanah. Faktor-faktor tersebut dapat ditimbulkan oleh teknik pengolahan maupun penggunaan tanah tersebut (Ardiyani, 2017).

Mesofauna merupakan bagian dari fauna tanah yang berukuran panjang 100 μm - < 2 mm. *Collembola* (ekor pegas) dan *Acarina* (tungau) merupakan mesofauna yang memiliki peranan penting dalam proses biologi tanah. *Collembola* dan *Acarina* umumnya ditemukan di permukaan tanah dengan kondisi lembab. *Collembola* memakan bakteri, hifa, spora jamur, mendekomposisi bahan organik, hewan atau tanaman hidup. *Acarina* berkontribusi kecil terhadap dekomposisi kimia sisa tanaman walaupun beberapa *Acarina* terkait erat dengan stadium akhir proses dekomposisi (Handayanto & Hairiyah, 2007).

Menurut penelitian yang dilakukan (Suheriyanto, 2013) mesofauna merupakan kelompok organisme yang sensitif terhadap gejala dari perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia. Mesofauna memiliki kemampuan bertahan hidup yang berbeda sesuai dengan kondisi lingkungan dan tanahnya. Bahan organik tanah, pH tanah, dan C-organik tanah merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi jumlah populasi mesofauna di dalam tanah.

Peningkatan bahan organik tanah sangat berpengaruh pada habitat fauna tanah dan aktivitas hidupnya. Sebagai upaya untuk melihat tingkat kesuburan tanah pada vegetasi tanaman nilam dengan

penambahan biochar dan pupuk majemuk NPK melalui pengamatan keanekaragaman mesofauna tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah, diharapkan memberikan dampak yang baik pada tingkat kesuburan tanah.

METODOLOGI

Penelitian ini telah dilaksanakan di lapangan dan laboratorium. Penelitian lapangan dilaksanakan di lahan Politeknik Negeri Lampung. Penelitian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Tanah dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2021 – Januari 2022.

Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) disusun secara split-plot yang terdiri atas dua faktor perlakuan berupa dosis biochar (B_0 = tanpa biochar, B_1 = 10 ton/ha, dan B_2 = 20 ton/ha) dan dosis pupuk majemuk NPK (P_0 = tanpa pupuk, P_1 = 350 kg/ha, dan P_2 = 750 kg/ha), diulang 4 kali. Data dianalisis ragam pada taraf alpha 5%. Apabila berpengaruh nyata dilakukan uji BNT 5%. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, sebagaimana yang dijelaskan berikut ini.

Analisis tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah menggunakan ring sampel dengan kedalaman 0 – 5 cm. Sampel tanah diambil secara acak di 3 titik lokasi penelitian. Tanah yang telah diambil dikompositkan menjadi 100 g, kemudian dimasukkan kedalam plastik dan diberi label. Tanah yang telah diambil kemudian dilakukan analisis di laboratorium yaitu analisis kelimpahan mesofauna tanah menggunakan metode ekologi dari Mueller & Ellenberg (1974) dan Krebs (1989) dan analisis aktivitas mikroorganisme tanah menggunakan metode Verstraete (Anas, 1989).

Analisis kelimpahan mesofauna tanah dilakukan dengan memasukkan 100 gram sampel tanah ke dalam alat *berlese*

atau *tullgren* yang telah dilengkapi saringan dan bola lampu 25 watt. Letakkan 20 ml alkohol 70% dibawah corong penampung alat tersebut dan hidupkan stop kontak alat selama 48 jam, karena pegekstrakan akan berlangsung selama 48 jam. Mesofauna yang ada pada sampel tanah akan bergerak kebawah karena tidak tahan terhadap suhu tinggi. Setelah mesofauna tertampung dalam larutan alkohol, segera pindahkan larutan tersebut ke cawan petri. Amati jenis mesofauna dengan menggunakan mikroskop zeiss, lalu jumlahkan total masing-masing jenis mesofauna tanah. Analisis kelimpahan mesofauna digunakan untuk mengekstrak mesofauna tanah dari sampel tanah penelitian, hasil ekstraksi mesofauna tanah kemudian digunakan untuk menghitung jumlah mesofauna tanah, populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, dan indeks dominasi mesofauna tanah.

Populasi mesofauna tanah (ekor dm^{-3}) yang ditemukan pada setiap sampel ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Populasi Mesofauna (dm}^{-3}\text{)} = \frac{\text{Jumlah mesofauna tanah (ekor)}}{\text{Volume ring sampel (dm}^{-3}\text{)}}$$

Indeks keanekaragaman mesofauna tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shanon Wiener dan Simpson (Odum, 1983) dengan formula sebagai berikut:

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

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman jenis

n_i : Jumlah individu mesofauna tanah jenis ke-i

N : Jumlah seluruh individu mesofauna tanah

Nilai H' berkisar antara 1,5 – 3,5

<1,5 : Keanekaragaman rendah

1,5-3,5 : Keanekaragaman sedang

>3,5 : Keanekaragaman tinggi

Indeks dominasi mesofauna tanah dapat dilakukan uji indeks dominasi dari Krebs (1989) sebagai berikut :

$$C = \sum \left[\left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \right]$$

Keterangan:

C : Indeks dominasi

Ni : Jumlah individu mesofauna tanah jenis ke-i

N : Jumlah seluruh individu mesofauna tanah

Nilai C mendekati 0: Indeks semakin rendah atau didominasi oleh satu jenis mesofauna tanah

Nilai C mendekati 1: Indeks semakin besar atau cenderung didominasi oleh beberapa mesofauna tanah

Pengamatan pada aktivitas mikroorganisme tanah dilakukan dengan menghitung jumlah CO₂-C yang dihasilkan tiap kilogram tanah lembab per-hari (r) inkubasi dengan 4 ulangan, melalui proses titrasi. Pada proses titrasi, reaksi kimia yang diamati meliputi perubahan warna menjadi tidak berwarna (indikator penolptalin) $K_2CO_3 + HCl \rightarrow KCl + KHCO_3$ dan perubahan warna kuning menjadi pink (indikator metal orange) $KHCO_3 + HCl \rightarrow KCl + H_2O + CO_2$. Jumlah CO₂-C yang dihasilkan tiap kilogram tanah lembab per hari (r) diketahui dengan menggunakan rumus:

$$r = \frac{(a - b) \times t \times 120}{n}$$

Keterangan:

a: ml HCl untuk sampel tanah

b: ml HCl untuk control

t : normalitas HCl

n: jumlah hari inkubasi

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui besarnya hubungan faktor lingkungan yang meliputi N-total, C-

organik, analisis pH tanah, suhu tanah, dan kelembaban tanah dengan variabel utama yang meliputi populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, indeks dominasi mesofauna tanah, dan aktivitas mikroorganisme tanah. Uji korelasi dari Supranto (1996) dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Keterangan:

r : Koefisien korelasi

x : Variabel pendukung

y : Populasi fauna tanah

n : Jumlah ulangan

Variabel pengamatan antara lain populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah menggunakan rumus Shanon Wiener dan Simpson, indeks dominasi mesofauna tanah menggunakan uji indeks dominasi dari Krebs (1989) aktivitas mesofauna tanah menggunakan metode Verstraete (Anas, 1989) dan korelasi antara variabel utama (populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, indeks dominasi mesofauna tanah, aktivitas mesofauna tanah) dan variabel pendukung (N-total, C-organik, pH, suhu, dan kelembaban) menggunakan uji korelasi dari Supranto (1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Tanah

Hasil analisis tanah pada lahan penelitian sebelum perlakuan disajikan pada Tabel 1. Penilaian analisis menggunakan kriteria penilaian sifat-sifat kimia tanah yang disarankan oleh Balai Penelitian Tanah (2009).

Tabel 1. Hasil analisis tanah pada lahan penelitian

Table 1. Results of soil analysis on research field

Variabel <i>Variable</i>	Nilai <i>Value</i>	Status* <i>Status*</i>
N (%)	0,34	Sedang
P (ppm)	7,17	Rendah
K (mg/100 g tanah)	2,92	Sangat Rendah
C-organik	1,36	Rendah
C/N rasio	3,98	Sangat Rendah
pH tanah	6,3	Agak Masam

Sumber: Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung

Keterangan: (*) = Petunjuk teknis edisi 2 Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Balai Penelitian Tanah (2009)

Tabel 1 merupakan hasil analisis tanah pada lahan penelitian sebelum dilakukan perlakuan yang menunjukkan kandungan unsur hara Nitrogen (N) pada lahan penelitian termasuk status sedang yaitu 0,34. Hasil analisis kandungan hara P termasuk kedalam status rendah yaitu 7,17. Hasil analisis kandungan hara K menunjukkan status sangat rendah yaitu 2,92. Hasil analisis kandungan C-organik termasuk kedalam status rendah yaitu 1,36. Kandungan C/N rasio tanah menunjukkan hasil sangat rendah yaitu 3,98. Hasil analisis pH tanah menunjukkan status agak masam yaitu 6,3. Kandungan hara pada tanah penelitian memiliki kandungan

sedang hingga sangat rendah, sehingga mempengaruhi keberadaan fauna tanah. Menurut Arief (2001), keberadaan mesofauna di dalam tanah tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan (hara) untuk melangsungkan hidupnya.

Analisis Pendahuluan Mesofauna Tanah

Hasil analisis pendahuluan mesofauna tanah di lahan penelitian disajikan pada Tabel 2. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebelum penelitian dimulai. Analisis dilakukan dengan menggunakan alat *Berlese* atau *Tullgreen*.

Tabel 2. Hasil analisis pendahuluan mesofauna tanah

Table 2. Results of preliminary analysis of soil mesofauna

Mesofauna <i>Mesofauna</i>	Jumlah (ekor/dm ³) <i>Quantity (population/dm³)</i>
<i>Acarina</i>	12
<i>Collembola</i>	6
<i>Coleoptera</i>	0
<i>Hymenoptera</i>	0
<i>Symphyla</i>	6
Lain-lain	6

Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis mesofauna tanah yang ditemukan pada lahan sebelum perlakuan menunjukkan jumlah Ordo *Acarina* yaitu sebesar 12 ekor/dm³, ordo *Collembola* yaitu sebesar 6 ekor/dm³, ordo *Symphyla* yaitu sebesar 6 ekor/dm³, dan ordo lainnya yaitu sebesar 6

ekor/dm³. Keberadaan mesofauna tanah pada lahan sebelum perlakuan hanya ditemukan beberapa jenis mesofauna tanah. Hal ini diduga karena kandungan bahan organik di dalam tanah termasuk rendah. Kadar bahan organik dapat dihitung dari kandungan C-organik dengan

rumus: bahan organik (%) = 1,74% x C-organik (%). Bahan organik tanah merupakan sumber energi utama bagi kehidupan biota tanah, khususnya makrofauna dan mesofauna tanah (Suin, 2012). Mesofauna tanah merupakan organisme tanah yang hidup dengan memakan bahan organik yang terdapat di dalam tanah seperti daun-daun dan ranting yang jatuh ke tanah. Apabila tidak ada serasah maka tidak ada ketersediaan makanan bagi mesofauna tanah untuk bertahan hidup. Mesofauna tanah merupakan organisme yang berperan sebagai dekomposer bahan organik (Muli et al., 2016).

Rekapitulasi Hasil Analisis Ragam Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan keanekaragaman mesofauna tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah pada berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam berupa populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman (H'), indeks dominasi (C), dan aktivitas mikroorganisme tanah. Rekapitulasi hasil pengamatan perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil analisis ragam variabel pengamatan

Table 3. Recapitulation of the results of the analysis of observation variables

Perlakuan <i>Treatment</i>	Variabel Pengamatan <i>Observation Variables</i>			
	Populasi mesofauna tanah <i>Soil mesofauna population</i>	Indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') <i>Soil mesofauna diversity index (H')</i>	Indeks dominasi mesofauna tanah (C) <i>Soil mesofauna dominance index (C)</i>	Aktivitas mikroorganisme tanah <i>Soil microorganism activity</i>
Biochar (A)	tn	tn	tn	tn
Pupuk majemuk NPK (B)	*	*	tn	tn
Interaksi AxB	tn	tn	tn	tn

Keterangan: * = nyata, tn = tidak nyata

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan berbagai dosis biochar tidak berpengaruh terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H'), indeks dominasi mesofauna tanah (C), dan aktivitas mikroorganisme tanah. Perlakuan pupuk majemuk NPK berpengaruh terhadap populasi mesofauna tanah dan indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H'), sedangkan pada variabel pengamatan indeks dominasi mesofauna tanah (C) dan aktivitas mikroorganisme tanah tidak berpengaruh. Interaksi berbagai dosis biochar dan pupuk

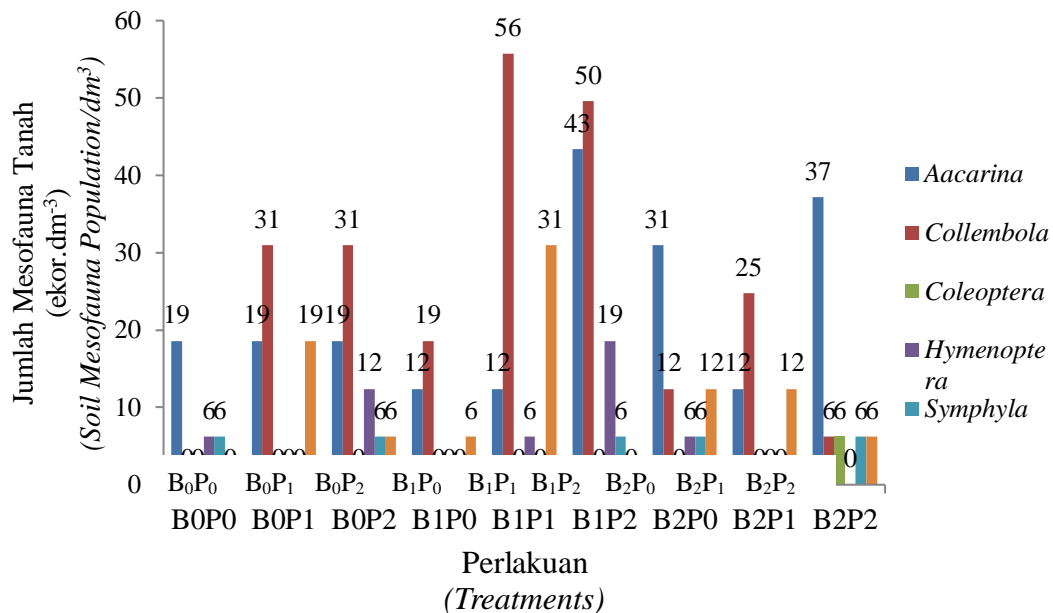
majemuk NPK tidak berpengaruh terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H'), indeks dominasi mesofauna tanah (C), dan aktivitas mikroorganisme tanah.

Jumlah Mesofauna Tanah Berdasarkan Ordo

Hasil pengamatan jumlah mesofauna tanah pada perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam didapatkan total keseluruhan 613 ekor mesofauna tanah yang terdiri atas 5 kelompok mesofauna

tanah yaitu, ordo *Acarina*, *Collembola*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Symphyla*, dan selebihnya adalah mesofauna tanah yang tidak termasuk kedalam ordo tersebut.

Jumlah mesofauna tanah (ekor/dm³) pada perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah mesofauna tanah (ekor/dm³) pada perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK.

Figure 1. Total soil mesofauna (population/dm³) at various doses of biochar and NPK compound fertilizer.

Keterangan: B₀ = tanpa biochar; B₁ = biochar 10 ton/ha; B₂ = biochar 20 ton/ha; P₀ = tanpa pupuk; P₁ = pupuk 350 kg/ha; P₂ = pupuk 700 kg/ha

Remarks: B₀ = without biochar; B₁ = biochar 10 ton/ha; B₂ = biochar 20 ton/ha; P₀ = without fertilizer; P₁ = NPK 350 kg/ha; P₂ = NPK 700 kg/ha

Gambar 1 menunjukkan terdapat berbagai macam ordo mesofauna tanah (ekor/dm³) yang ditemukan pada perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK. Ordo *Collembola* (ekor pegas) merupakan jenis mesofauna tanah yang paling banyak ditemukan diantara perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK. Jumlah paling tinggi terdapat pada perlakuan biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₁P₁) yaitu sebesar 56 ekor/dm³. Pada perlakuan tanpa biochar dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₀P₀) tidak ditemukan adanya ordo *Collembola*, pada perlakuan tanpa biochar dengan dosis

pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₀P₁) sebanyak 31 ekor/dm³, pada perlakuan tanpa biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sebanyak 31 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₁P₀) sebanyak 19 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₁P₂) sebanyak 50 ekor/dm³.

Pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₂P₀) sebanyak 12 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₂P₁) sebanyak 25 ekor/dm³, dan pada

perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₂P₂) sebanyak 6 ekor/dm³. Ordo *Collembola* sebagian besar hidup di dalam tanah, permukaan tanah, dan serasah yang telah membusuk dengan memakan tumbuhan yang telah hancur, jamur, sisa-sisa hewam, feses dari hewan lain, dan humus (Suhardjono et al., 2012). *Collembola* berperan dalam menghancurkan bahan organik menjadi ukuran lebih kecil dan melakukan dekomposisi (Gobat et al., 2004).

Ordo *Acarina* (tungau) merupakan ordo yang dapat ditemukan di setiap perlakuan. Ordo *Acarina* merupakan mesofauna yang paling melimpah diseluruh dunia, persebarannya luas, dan dapat ditemui di berbagai macam habitat. Jumlah paling tinggi terdapat pada perlakuan biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₁P₂) yaitu sebesar 43 ekor/dm³. Populasi mesofauna tanah dipengaruhi oleh lingkungan. Nilai pH yang terlalu rendah dan terlalu tinggi tidak disukai *Acarina*. Nilai pH tanah yang optimum untuk *Acarina* yaitu 6,2 (Khabir et al., 2014). Menurut Poerwanto et al. (2020), faktor lingkungan yang paling mempengaruhi keberadaan *Acarina* yaitu suhu dan kelembaban.

Ordo *Coleoptera* (kumbang) hanya ditemukan pada perlakuan biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₂P₂) yaitu 6 ekor/dm³. Hal ini diduga karena adanya perubahan vegetasi alami ke vegetasi nilam, sehingga menyebabkan *Coleoptera* tidak menempati ekosistem pertanian nilam. Keanekaragaman *Coleoptera* cenderung akan rendah pada ekosistem yang secara fisik terkendali atau mendapatkan tekanan lingkungan. Peran ordo *Coleoptera* dalam ekosistem adalah sebagai pemakan zat-zat organik yang membusuk, pengurai material organik, dan predator alami (Pathania et al., 2015).

Ordo *Hymenoptera* (semut) ditemukan pada perlakuan tanpa biochar dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₀P₀) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan tanpa biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sebanyak 12 ekor/dm³, pada perlakuan biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₁P₁) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan perlakuan biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₁P₂) sebanyak 19 ekor/dm³, pada perlakuan biochar 20 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₂P₀) sebanyak 6 ekor/dm³. Keberadaan ordo *Hymenoptera* sering ditemukan berkoloni, sarangnya teratur, dan membuat tempat berlindung berbentuk gundukan tanah. Ordo *Hymenoptera* memiliki peranan sebagai dekomposer, penyerbuk, pembuat airator tanah, dan predator (Tawatao, 2014). Keberadaan *Hymenoptera* di dalam ekosistem dapat dipengaruhi oleh kondisi iklim mikro seperti faktor suhu dan kelembaban udara. Menurut (Riyanto, 2007), kisaran suhu 25-33°C merupakan suhu optimal dan toleran bagi aktifitas *Hymenoptera* di daerah tropis.

Ordo *Symphyla* (kelabang) merupakan jenis mesofauna tanah yang keberadaannya cukup rendah. Ordo *Symphyla* ditemukan pada perlakuan tanpa biochar dengan tanpa pupuk majemuk NPK sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan tanpa biochar dengan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan biochar 10 ton/ha dengan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₁P₂) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan biochar 20 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₂P₀) sebanyak 6 ekor/dm³, dan pada perlakuan biochar 20 ton/ha dengan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₂P₂) sebanyak 6 ekor/dm³. Keberadaan Ordo *Symphyla* dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban tanah.

Adapun mesofauna tanah yang belum teridentifikasi atau lain-lain serta keberadaannya tergolong tinggi disetiap perlakuan. Pada perlakuan tanpa biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₀P₁) sebanyak 19 ekor/dm³, pada perlakuan tanpa biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₁P₀) sebanyak 6 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₁P₁) sebanyak 31 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₂P₀) sebanyak 12 ekor/dm³, pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (B₂P₁)

sebanyak 12 ekor/dm³, dan pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₂P₂) sebanyak 6 ekor/dm³.

Populasi Mesofauna Tanah

Hasil rekapitulasi analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan populasi mesofauna tanah pada perlakuan berbagai dosis biochar tidak berpengaruh, namun pada perlakuan dosis pupuk majemuk NPK berpengaruh. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap populasi mesofauna tanah. Rerata pengaruh perlakuan biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap populasi mesofauna tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata pengaruh berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap populasi mesofauna tanah (ekor/dm³)

Table 4. The average effect of various doses of biochar and NPK compound fertilizers on the population of soil mesofauna (population/dm³)

	Perlakuan <i>Treatment</i>	Rerata <i>Average</i>
Biochar <i>Biochar</i>	B ₀ (tanpa biochar)	14,46 a
	B ₁ (biochar 10 ton/ha)	21,68 a
	B ₂ (biochar 20 ton/ha)	14,97 a
Pupuk majemuk NPK <i>NPK compound fertilizer</i>	P ₀ (tanpa pupuk)	11,36 b
	P ₁ (pupuk 350 kg/ha)	18,59 a
	P ₂ (pupuk 700 kg/ha)	21,17 a
	BNT 5%	
	LSD 5%	0,846

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada perhitungan sidik ragam taraf kepercayaan 95 ($\alpha = 5\%$)

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan berbagai dosis biochar dan interaksi antara perlakuan berbagai dosis biochar dengan pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam tidak berpengaruh terhadap populasi mesofauna tanah. Hal ini diduga karena kondisi iklim pada saat pengambilan sampel tanah telah memasuki musim hujan. Kondisi lingkungan seperti suhu tanah, pH tanah, kadar air tanah, dan iklim diatas permukaan tanah menentukan

keberadaan mesofauna tanah pada saat pengambilan sampel (Astanto, 2018). Setiap mesofauna tanah memiliki kemampuan hidup yang berbeda-beda sesuai dengan kondisi lingkungannya, dikarenakan jumlah dan populasi mesofauna tanah di daerah tertentu sangat dipengaruhi oleh keadaan daerah tersebut.

Pada perlakuan dosisi pupuk majemuk NPK menunjukkan bahwa tanpa pemberian pupuk majemuk NPK (P₀)

berpengaruh dengan perlakuan pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (P₁) dan perlakuan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (P₂), sedangkan antara perlakuan pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (P₁) dan perlakuan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (P₂) menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh. Populasi mesofauna tanah terbanyak terdapat pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₁P₂). Hal ini diduga karena kegiatan pemupukan dapat mempengaruhi biomassa serasah sehingga akan berpengaruh terhadap keberadaan mesofauna tanah. Mesofauna tanah sangat sensitif terhadap perubahan iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu, tanah, unsur hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) (Makalew, 2001). Jumlah dan keanekaragaman mesofauna tanah

berbanding lurus dengan lingkungan yang mendukung untuk tumbuh dan berkembangbiak (Sugiyarto et al., 1970).

Indeks Keanekaragaman Mesofauna Tanah

Hasil rekapitulasi analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') pada perlakuan berbagai dosis biochar tidak berpengaruh, namun pada perlakuan dosis pupuk majemuk NPK berpengaruh. Tidak terjadi interaksi antara perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H'). Rerata pengaruh perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata pengaruh berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H')

Table 5. The average effect of various doses of biochar and NPK compound fertilizer on soil mesofauna diversity index (H')

	Perlakuan <i>Treatment</i>	Rerata <i>Average</i>
Biochar <i>Biochar</i>	B ₀ (tanpa biochar)	0,22 a
	B ₁ (biochar 10 ton/ha)	0,23 a
	B ₂ (biochar 20 ton/ha)	0,21 a
Pupuk majemuk NPK <i>NPK compound fertilizer</i>	P ₀ (tanpa pupuk)	0,17 b
	P ₁ (pupuk 350 kg/ha)	0,24 a
	P ₂ (pupuk 700 kg/ha)	0,25 a
	BNT 5%	
	LSD 5%	0,072

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada perhitungan sidik ragam taraf kepercayaan 95 ($\alpha = 5\%$)

Tabel 5 menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman mesofauna tanah pada setiap perlakuan memiliki nilai H' <1,5 atau tergolong rendah. Keanekaragaman mesofauna tanah pada lahan penelitian tidak begitu beranekaragam. Hal ini diduga adanya pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban. Setiap jenis mesofauna

tanah mempunyai kondisi suhu optimum tertentu untuk mendukung pertumbuhannya. Jenis mesofauna *Collembola* dapat berkembang baik pada suhu tanah optimum 30°C (Cahyanto et al., 2004). Kelembaban tanah yang tinggi maupun rendah di dalam tanah akan memberikan efek negatif terhadap kelimpahan dan keberagaman mesofauna

tanah. Mesofauna tanah akan lebih aktif jika berada pada kelembaban tanah yang tinggi (Ibrahim et al., 2014). Menurut Affiati (2011) kelembaban tanah yang tinggi dapat mempengaruhi keanekaragaman mesofauna tanah, semakin tinggi kelembaban tanah maka akan semakin tinggi keanekaragaman mesofauna tanah. Selain itu, perbedaan keanekaragaman jenis mesofauna tanah dipengaruhi oleh keanekaragaman vegetasi, kondisi lingkungan, dan ketebalan serasah pada habitat tersebut (Zayadi et al., 2013). Keanekaragaman jenis mesofauna tanah akan mengalami perubahan dan perbedaan seiring berjalannya waktu dan terjadi ahli fungsi lahan dari kondisi tempat tersebut (Arief, 2001).

Perlakuan dosis pupuk majemuk NPK menunjukkan bahwa tanpa pemberian pupuk majemuk NPK (P₀) berpengaruh dengan perlakuan pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (P₁) dan perlakuan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (P₂), sedangkan antara perlakuan pupuk majemuk NPK 350 kg/ha (P₁) dengan perlakuan pupuk majemuk NPK 700 kg/ha

(P₂) tidak berpengaruh. Hal ini diduga karena kegiatan pemupukan dapat mempengaruhi biomassa serasah sehingga akan berpengaruh terhadap keberadaan mesofauna tanah. Mesofauna tanah sangat sensitif terhadap perubahan iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu, tanah, unsur hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) (Makalew, 2001). Jumlah dan keanekaragaman mesofauna tanah berbanding lurus dengan lingkungan yang mendukung untuk tumbuh dan berkembangbiak (Sugiyarto et al., 1970).

Indeks Dominasi Mesofauna Tanah

Hasil rekapitulasi analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan indeks dominasi mesofauna tanah (C) pada perlakuan berbagai dosis biochar, dosis pupuk majemuk NPK, dan interaksi antara perlakuan berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam menunjukkan hasil tidak berpengaruh. Rerata indeks dominasi mesofauna tanah (C) terhadap berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK pada vegetasi nilam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata pengaruh berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap indeks dominasi mesofauna tanah (C)

Table 6. The average effect of various doses of biochar and NPK compound fertilizers on the soil mesofauna dominance index (C)

	Perlakuan <i>Treatment</i>	Rerata <i>Average</i>
Biochar <i>Biochar</i>	B ₀ (tanpa biochar)	0,01 a
	B ₁ (biochar 10 ton/ha)	0,03 a
	B ₂ (biochar 20 ton/ha)	0,01 a
Pupuk majemuk NPK <i>NPK compound fertilizer</i>	P ₀ (tanpa pupuk)	0,01 a
	P ₁ (pupuk 350 kg/ha)	0,02 a
	P ₂ (pupuk 700 kg/ha)	0,03 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada perhitungan sidik ragam taraf kepercayaan 95 ($\alpha = 5\%$)

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai indeks dominasi (C) mesofauna tanah pada masing-masing perlakuan mendekati nilai 0, hal ini berarti indeks dominasi pada

masing-masing perlakuan tergolong rendah atau tidak terdapat satu jenis mesofauna tanah yang mendominasi. Hasil indeks dominasi yang semakin kecil

menunjukkan komposisi fauna tanah semakin seimbang. Nilai indeks dominasi mendekati 0,5 menunjukkan populasi masing-masing fauna tanah dalam keadaan seimbang. Jika nilai dominasi mendekati 1 artinya komunitas terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya, sebaliknya apabila nilai indeks dominasi 0 artinya dalam komunitas tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya (Herlinda et al., 2017).

Aktivitas Mikroorganisme Tanah

Hasil rekapitulasi analisis ragam (Tabel 3) menunjukkan aktivitas mikroorganisme tanah pada perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK tidak berpengaruh. Tidak terjadi interaksi secara nyata antara perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap aktivitas mikroorganisme tanah. Rerata pengaruh perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terhadap aktivitas mikroorganisme tanah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Rerata pengaruh berbagai dosis biochar dan pupuk majemuk NPK terhadap aktivitas mikroorganisme tanah

Table 7. The average effect of various doses of biochar and NPK compound fertilizer on soil microorganism activity

	Perlakuan <i>Treatment</i>	Rerata <i>Average</i>
Biochar <i>Biochar</i>	B ₀ (tanpa biochar)	1,59 a
	B ₁ (biochar 10 ton/ha)	1,93 a
	B ₂ (biochar 20 ton/ha)	1,74 a
Pupuk majemuk NPK <i>NPK compound fertilizer</i>	P ₀ (tanpa pupuk)	1,96 a
	P ₁ (pupuk 350 kg/ha)	1,70 a
	P ₂ (pupuk 700 kg/ha)	1,60 a

Keterangan: Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan antar perlakuan tidak berbeda nyata pada perhitungan sidik ragam taraf kepercayaan 95 ($\alpha = 5\%$)

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai aktivitas mikroorganisme tanah tertinggi ditemukan pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₁P₀) sebesar 2,27, sedangkan aktivitas mikroorganisme tanah paling rendah ditemukan pada perlakuan tanpa dosis biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sebesar 1,37. Hal ini diduga karena ketersediaan bahan organik pada perlakuan dosis biochar 10 ton/ha dengan tanpa pupuk majemuk NPK (B₁P₀) lebih besar dari pada perlakuan tanpa dosis biochar dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha (B₀P₂) sehingga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Menurut Sumawinata et al. (2014), aktivitas mikroorganisme tanah dipengaruhi oleh

beberapa faktor seperti ketersediaan makanan, kelembaban tanah, suhu tanah, kadar air, dan campur tangan manusia. Aktivitas mikroorganisme tanah bergantung pada jumlah dan kualitas bahan organik, faktor fisik, kimia, dan iklim mikro yang ada di dalam subsistem tanah (Swift et al., 1979). Keberadaan dan aktivitas mikroorganisme tanah dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah (Njira & Nabwami, 2013). Selain itu mesofauna tanah berperan dalam proses humifikasi, pelepasan hara, dan ikut bertanggung jawab terhadap pemeliharaan struktur tanah.

Korelasi Sifat Tanah (N-total, C-organik, pH, Suhu, dan Kelembaban) Terhadap Populasi Mesofauna Tanah, Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominasi, dan Aktivitas Mikroorganisme Tanah

Hasil analisis korelasi beberapa sifat tanah (N-total, C-organik, pH, suhu, dan kelembaban) terhadap populasi mesofauna, indeks keanekaragaman, indeks dominasi, dan aktivitas

mikroorganisme tanah (Tabel 36-75, Lampiran), menunjukkan hubungan yang tidak berpengaruh. Ringkasan hasil analisis korelasi beberapa sifat tanah (N-total, C-organik, pH, suhu, dan kelembaban) terhadap populasi mesofauna, indeks keanekaragaman, indeks dominasi, dan aktivitas mikroorganisme tanah disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Ringkasan hasil analisis korelasi beberapa sifat tanah (N-total, C-organik, pH, suhu, dan kelembaban) terhadap populasi mesofauna, indeks keanekaragaman, indeks dominasi, dan aktivitas mikroorganisme tanah

Table 8. Summary of correlation analysis results of several soil properties (N-total, C-organic, pH, temperature, and humidity) on mesofauna populations, diversity index, dominance index, and soil microorganism activity

Variabel <i>Variable</i>	Nilai R <i>R Value</i>			
	Populasi mesofauna tanah <i>Soil mesofauna population</i>	Indeks keanekaragaman mesofauna Tanah (H') <i>Soil mesofauna diversity index (H')</i>	Indeks dominasi mesofauna tanah (C) <i>Soil mesofauna dominance index (C)</i>	Aktivitas mikroorganisme tanah <i>Soil microorganism activity</i>
N-total	0,11 ^{tn}	0,04 ^{tn}	0,11 ^{tn}	0,07 ^{tn}
C-organik	0,15 ^{tn}	0,29 ^{tn}	0,11 ^{tn}	0,17 ^{tn}
pH	0,17 ^{tn}	0,42 ^{tn}	0,13 ^{tn}	0,31 ^{tn}
Suhu	0,03 ^{tn}	0,05 ^{tn}	0,04 ^{tn}	0,21 ^{tn}
Kelembaban	0,28 ^{tn}	0,38 ^{tn}	0,29 ^{tn}	0,07 ^{tn}

Keterangan: tn = tidak nyata, * = nyata.

Remarks: tn = non-significant, * = Significant

Tabel 8 menunjukkan bahwa hubungan antara populasi mesofauna tanah dengan kandungan N-total tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,11, hal ini menunjukkan bahwa hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara populasi mesofauna tanah dengan C-organik tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,15, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara populasi mesofauna tanah dengan pH tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,17, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan

sangat rendah. Hubungan antara populasi mesofauna tanah dengan suhu tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,03, hal ini menunjukkan hubungan populasi mesofauna tanah dengan suhu tanah yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara populasi mesofauna tanah dengan kelembaban tanah menunjukkan hasil yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,28. Hal ini menunjukkan hubungan populasi mesofauna tanah dengan populasi mesofauna tanah yang searah dan rendah.

Variabel kelembaban tanah memiliki nilai koefisiensi determinasi

paling tinggi yaitu sebesar 0,28. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban tanah akan diikuti oleh meningkatnya populasi mesofauna tanah begitu pula sebaliknya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Affiati, 2011) yang menyatakan bahwa kelembaban tanah yang tinggi dapat mempengaruhi keanekaragaman mesofauna tanah, semakin tinggi kelembaban tanah maka akan semakin tinggi keanekaragaman mesofauna tanah. Peningkatan keanekaragaman akan diikuti oleh meningkatkan populasi mesofauna yang ada di dalam tanah. Variabel paling rendah terdapat pada suhu tanah dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,03. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan suhu tanah akan diikuti oleh peningkatan populasi mesofauna tanah begitu juga sebaliknya. Kehadiran dan kepadatan populasi mesofauna tanah sangat ditentukan oleh faktor lingkungan, salah satunya adalah suhu tanah. Peningkatan suhu dengan kelembaban tanah dapat mempengaruhi fisiologi organisme tanah dalam beraktivitas dan berkembang biak di dalam tanah sehingga akan berpengaruh terhadap populasi mesofauna tanah.

Hubungan antara indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan kandungan N-total tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,04, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan C-organik tanah menunjukkan hasil yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,29, hal ini menunjukkan hubungan searah dan rendah. Hubungan antara indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan pH tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,42, hal ini menunjukkan bahwa

hubungan yang searah dan sedang. Hubungan antara indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan suhu tanah menunjukkan hubungan yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,05, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan kelembaban tanah menunjukkan sifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,38, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan rendah.

Variabel indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') dengan pH tanah menunjukkan nilai koefisiensi determinasi paling tinggi sebesar 0,42. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah akan diikuti peningkatan indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') begitu pula sebaliknya dengan batas toleransi yaitu pada pH 6-8. Hal ini diduga karena tiap mesofauna tanah memiliki pH optimumnya masing-masing untuk keberlangsungan hidupnya, contohnya mesofauna tanah jenis *Collembola* dan *Acarina* yang lebih optimum hidup di pH yang bersifat masam antara pH 4,5-5,5 (Cahyanto et al., 2004). Variabel paling rendah terdapat pada N-total tanah dengan nilai koefisiensi determinasi sebesar 0,04. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan N-total tanah akan diikuti oleh peningkatan indeks keanekaragaman mesofauna tanah (H') begitu juga sebaliknya. Hal ini diduga berhubungan dengan peranan mesofauna tanah dalam mendekomposisi bahan organik yang ada di dalam tanah untuk melepaskan nitrogen sebagai bagian dari siklus hara. Selain itu kandungan nitrogen yang rendah di dalam tanah kurang mendukung bagi keberlangsungan hidup fauna tanah termasuk mesofauna tanah.

Hubungan antara indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan kandungan N-total tanah bersifat linier positif dengan

koefisiensi determinasi sebesar 0,11, hal ini menunjukkan bahwa hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan C-organik tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,11, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan pH tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,13, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan suhu tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,04, hal ini menunjukkan hubungan indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan suhu tanah yang searah dan sangat rendah. Hubungan antara indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan kelembaban tanah menunjukkan hasil yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,29. Hal ini menunjukkan hubungan populasi mesofauna tanah dengan populasi mesofauna tanah yang searah dan rendah.

Variabel indeks dominasi mesofauna tanah (C) dengan kelembaban tanah menunjukkan nilai koefisiensi determinasi paling tinggi sebesar 0,29. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban akan diikuti peningkatan indeks dominasi mesofauna tanah (C) begitu pula sebaliknya. Kelimpahan mesofauna tanah berpengaruh secara langsung terhadap dominasi mesofauna tanah. Kelembaban tanah akan mempengaruhi ketersediaan bahan organik tanah yang merupakan sumber energi bagi mesofauna tanah yang membatasi aktivitas dan ruang gerak mesofauna tanah. Apabila ketersediaan sumber energi mesofauna tanah mengalami kekurangan dalam waktu yang panjang, maka mesofauna tanah bisa melakukan migrasi atau bahkan kematian, sehingga akan mempengaruhi dominasi

mesofauna yang ada di dalam tanah (Kinasih et al., 2017). Variabel paling rendah terdapat pada suhu tanah dengan nilai koefisiensi determinasi sebesar 0,04. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan suhu tanah akan diikuti oleh peningkatan indeks dominasi mesofauna tanah (C) begitu juga sebaliknya. Peningkatan suhu tanah akan diikuti dengan peningkatan dominasi dan diversitas mesofauna tanah. Suhu tanah sangat bergantung pada suhu udara dan fluktuasinya lebih rendah dari suhu udara. Fluktuasi yang rendah pada suhu tanah dimanfaatkan oleh beberapa mesofauna tanah untuk tetap menjaga suhu tubuhnya pada kisaran optimum (Sandjaya, 2009).

Hubungan antara aktivitas mikroorganisme tanah dengan kandungan N-total tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,07, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sangat rendah. Hubungan aktivitas mikroorganisme tanah dengan C-organik tanah menunjukkan hasil yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,17, hal ini menunjukkan hubungan searah dan rendah. Hubungan antara aktivitas mikroorganisme tanah dengan pH tanah bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,31, hal ini menunjukkan bahwa hubungan yang searah dan sedang. Hubungan antara aktivitas mikroorganisme tanah dengan suhu tanah menunjukkan hubungan yang bersifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,21, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan sedang. Hubungan antara aktivitas mikroorganisme tanah dengan kelembaban tanah menunjukkan sifat linier positif dengan koefisiensi determinasi sebesar 0,07, hal ini menunjukkan hubungan yang searah dan rendah.

Variabel pH tanah memiliki nilai koefisiensi determinasi paling tinggi yaitu sebesar 0,31. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah

akan diikuti oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme tanah begitu pula sebaliknya dengan batas toleransi yaitu pada pH 6-8. Pada penelitian ini diduga mesofauna yang banyak terindikasi adalah mesofauna indifferen atau mesofauna tanah yang hidup pada pH tanah masam maupun basa (Cahyanto et al., 2004). Mesofauna tanah yang paling banyak ditemukan adalah mesofauna tanah dari jenis *Collembola* dan *Acarina* yang dominan berada pada areal masam. Peranan mesofauna tanah di tanah areal masam lebih baik dibandingkan dengan kondisi tanah netral maupun agak masam. Peranan mesofauna tanah tersebut berhubungan erat dengan banyaknya aktivitas mikroorganisme tanah.

Variabel paling rendah terdapat pada N-total tanah dan kelembaban tanah dengan koefisien determinasi sebesar 0,07. Nilai positifnya menunjukkan bahwa peningkatan N-total tanah dan kelembaban tanah akan diikuti oleh peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah begitu juga sebaliknya. Ketersediaan nitrogen di dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme tanah termasuk mesofauna tanah. Ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah akan meningkatkan perkembangan dan aktivitas mikroorganisme tanah (Hilwan & Handayani, 2013). Menurut penelitian yang dilakukan Cahyanto et al. (2004) kelembaban tanah yang tinggi akan mempengaruhi populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah yang berada di areal tersebut. Semakin tinggi populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah di suatu areal maka aktivitas mikroorganisme tanah akan meningkat.

KESIMPULAN

1. Perlakuan dosis biochar 20 ton/ha merupakan perlakuan terbaik terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah,

indeks dominasi mesofauna tanah, dan aktivitas mikroorganisme tanah.

2. Perlakuan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha merupakan perlakuan terbaik terhadap populasi mesofauna tanah, indeks keanekaragaman mesofauna tanah, dan indeks dominasi mesofauna tanah, sedangkan pada aktivitas mikroorganisme tanah perlakuan tanpa pupuk majemuk NPK merupakan yang terbaik.
3. Interaksi terbaik kombinasi perlakuan berbagai dosis biochar dan dosis pupuk majemuk NPK terbaik yaitu pada perlakuan dosis biochar 20 ton/ha dengan dosis pupuk majemuk NPK 700 kg/ha.

DAFTAR PUSTAKA

Affiati, S. N. (2011). *Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah pada Lahan Penambangan Pasir di Kawasan Lereng Gunung Merapi, Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten* [Universitas Sebelas Maret].

Anas, I. (1989). *Biologi Tanah dalam Praktek*. Institut Pertanian Bogor.


Ardiyani, N. P. (2017). *Populasi dan Keanekaragaman Mesofauna Tanah dan Serasah pada Berbagai Jenis Vegetasi dan Kemiringan Lereng di Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung* [Universitas Lampung].


Arief, A. (2001). *Hutan & Kehutanan*. Penerbit Kanisius.


Astanto, D. (2018). *Populasi, Indeks Keanekaragaman, dan Indeks Dominasi Mesofauna Tanah Serta Korelasinya Dengan Faktor Lingkungan Pada Berbagai Vegetasi Tanaman Perkebunan* [Politeknik Negeri Lampung].


- Balai Penelitian Tanah. (2009). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah.
- Cahyanto, M., Sugiyarto, & Edwi, M. (2004). Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah pada Berbagai Tanaman Sela di Hutan Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) RPH Jatirejo Kediri. *Jurnal BioSMART*, 6(1), 57–64.
- Gobat, J. M., Aragno, M., Matthey, W., & Sarma, V. A. K. (2004). *The Living Soil: Fundamentals of Soil Science and Soil Biology*. Science Publishers.
- Handayanto, E., & Hairiyah, K. (2007). *Biologi Tanah*. Pustaka Adipura.
- Herlinda, S., Waluyo, W., Estuningsih, S. P., & Irsan, C. (2017). Perbandingan keanekaragaman spesies dan kelimpahan arthropoda predator penghuni tanah di sawah lebak yang diaplikasi dan tanpa aplikasi insektisida. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 5(2), 96.
- Hilwan, I., & Handayani, E. P. (2013). Keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah pada areal bekas tambang timah di Kabupaten Belitung Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 4(1), 35–41.
- Ibrahim, H., Hudha, A. M., & Rahardjanto, A. (2014). Keanekaragaman Mesofauna Tanah Daerah Pertanian Apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah. *Seminar Nasional XI Biologi, Sains, Lingkungan Dan Pembelajarannya*, 581–587.
- Iswandi, A., Santosa, D. A., & Widyastuti, R. (1995). Penggunaan Ciri Mikroorganisme dalam Mengevaluasi Degradasi Tanah. *Kongres Nasional VI HITI*.
- Khabir, Z. H., Nejad, K. H. I., Moghaddam, M., Khanjani, M., & Zargaran, M. R. (2014). Species richness of oribatid mites (acari: oribatida) in Range Lands of West Azerbaijan Province, Iran. *Persian Journal of Acarology*, 3(4), 293–309.
- Kinasih, I., Tri, C., & Zhia, R. A. (2017). Perbedaan Keanekaragaman Dan Komposisi Dari Serangga Permukaan Tanah Pada Beberapa Zonasi Di Hutan Gunung Geulis Sumedang. *Jurnal Istek*, 03(1), 19–32.
- Krebs, C. J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper & Row. <https://books.google.co.id/books?id=ZZbuAAAAMAAJ>
- Makalew, A. D. N. (2001). *Keanekaragaman biota tanah pada agroekosistem tanpa olah tanah (TOT)*.
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley.
- Muli, R., Irsan, C., & Suheryanto, S. (2016). Komunitas Arthropoda Tanah Di Kawasan Sumur Minyak Bumi Di Desa Mangunjaya, Kecamatan Babat Toman, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(1), 1.
- Njira, K. O. W., & Nabwami, J. (2013). Soil management practices that improve soil health: elucidating their implications on biological indicators. *Journal of Animal & Plant Sciences*,


18(2), 2750–2760.


 Pathania, M., Chandel, R. S., Verma, K., & Mehta, P. (2015). Diversity and population dynamics of phytophagous scarabaeid beetles (Coleoptera Scarabaeidae) in different landscapes of Himachal Pradesh, India. *Arthropods*, 4(2), 46–68.


 Poerwanto, S. H., Handiani, A., & Windyaraini, D. H. (2020). KEANEKARAGAMAN ACARINA DI PUSAT INOVASI AGRO TEKNOLOGI MANGUNAN. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(1), 62–71.

 Riyanto. (2007). Kepadatan, Pola Distribusi dan Peranan Semut pada Tanaman di Sekitar Lingkungan Tempat Tinggal. *Jurnal Penelitian Sains*, 10(2), 241–253.

 Sandjaya, A. (2009). *Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai jenis tegakan di Alas Kethu, kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah* [Universitas Sebelas Maret].


 Sastrapradja, S. D., & Widjaja, E. A. (2010). *Keanekaragaman Hayati Pertanian Menjamin Kedaulatan Pangan*. LIPI Press.


 Sugiyarto, Pujo, Ma., & Miati, N. S. (1970). Relationship of Mesofauna Bioiversity and Undergrowth Vegetations in Jobolarangan Forest. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 2(2), 140–145.

 Suhardjono, Y. R., Deharveng, L., & Bedos, A. (2012). *Biologi Ekologi Klasifikasi Collembola (Ekor pegas)*. Vegamedia.


 Suheriyanto, D. (2013). KEANEKARAGAMAN FAUNA


TANAH DI TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU SEBAGAI BIOINDIKATOR TANAH BERSULFUR TINGGI. *SAINSTIS*, 1(2), 29–38.


 Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah*. Bumi Aksara.

 Sumawinata, B., Djajakirana, G., Suwardi, & Darmawan. (2014). *Carbon Dynamics in Tropical Peatland Planted Forests: One Year Research Findings in Sumatra, Indonesia. 1st Edition*. IPB Press.

 Supranto. (1996). *Statistik: Teori dan Aplikasi*. eRLANGGA.

 Swift, M. J., Heal, O. W., & Anderson, J. M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell.

 Tawatao, N. B. (2014). *Basic Biology and Ecology of Ants*.

 Zayadi, H., Hakim, L., & Setyo Leksono, A. (2013). Composition and Diversity of Soil Arthropods of Rajegwesi Meru Betiri National Park. *Journal of Tropical Life Science*, 3(3), 166–171.