



KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA BERBAGAI POLA AGROFORESTRI BERUPA JATI (*Tectona grandis*), SENGON (*Paraserianthes falcataria*) DAN CAMPURAN DI KABUPATEN SLEMAN, YOGYAKARTA

Niken Mustika Rini^{1*}, Suhartini¹

¹Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

*Corresponding author: nikenmustika.2017@student.uny.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh tegakan jati (*Tectona grandis*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan campuran terhadap kondisi faktor fisik-faktor kimia dan faktor klimatik, mengetahui hubungan antara faktor lingkungan dengan tingkat keanekaragaman jenis makrofauna tanah pada pola agroforestri berupa jati (*T. grandis*), sengon (*P. falcataria*), dan campuran di Kabupaten Sleman, Yogyakarta, dan (3) mengetahui tingkat keanekaragaman jenis makrofauna tanah pada pola agroforestri berupa jati (*T. grandis*), sengon (*P. falcataria*), dan campuran di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kuantitatif dengan jenis deskriptif eksploratif. Lokasi penelitian ini berada di Desa Jetisjogopaten, Kapanewon Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dengan menggunakan uji metode *pit fall trap* dan *hand sorting* serta menggunakan teknik analisis data berupa indeks keanekaragaman jenis, indeks kemerataan, indeks kekayaan jenis, indeks dominansi, dan korelasi *pearson*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komposisi tegakan memberikan peningkatan dan dampak yang lebih baik terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Terdapat korelasi positif pada intensitas cahaya dan kelembaban tanah yang menandakan adanya peningkatan yang dapat menaikkan indeks keanekaragaman makrofauna tanah, makrofauna tanah yang ditemukan pada ketiga lahan dengan pola agroforestri terdiri dari 26 spesies, yaitu *Lumbricus terrestris*, *Geotrupes stercorarius*, *Xystrocera festiva*, *Phyllophaga* sp., *Lepidiota stigma*, *Scolopendra* sp., *Tetramorium caespitum*, *Ochetellus* sp., *Solenopsis* spp., *Camponotus pennsylvanicus*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Gryllus assimilis*, *Euborellia* sp., *Forficula auricularia*, *Eurycotis floridana*, *Oxyopes javanus*, *Coptotermes curvignathus*, *Hirudo medicinalis*, *Haemodipsa* sp., *Lymantria dispar dispar*, *Stomoxys calcitrans*, *Geophilus flavus*, *Leptocorisa acuta*, *Dysdercus cingulatus*, *Anoplodesmus saussurii*, dan *Mantis religiosa*. Nilai indeks keanekaragaman dari masing-masing lahan campuran (1,622), sengon (1,501), dan jati (1,312).

Kata kunci: Faktor lingkungan, Keanekaragaman, Lahan agroforestri, Makrofauna tanah.

DIVERSITY OF SOIL MACROFAUNA IN VARIOUS AGROFORESTRIC PATTERNS IN THE FORM OF TEAK (*Tectona grandis*), SENGON (*Paraserianthes falcataria*) AND MIXED IN SLEMAN REGENCY, YOGYAKARTA

Abstract. *The aim of this research is to determine the influence of teak (*Tectona grandis*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), and mixed stands on the condition of physical factors, chemical factors and climatic factors, to determine the relationship between environmental factors and the level of diversity of soil macrofauna types in agroforestry patterns in the form of teak (*T. grandis*), sengon (*P.**

falcataria), and mixed in Sleman Regency, Yogyakarta, and (3) to determine the level of diversity of soil macrofauna types in agroforestry patterns in the form of teak (*T. grandis*), sengon (*P. falcataria*), and mixtures in Sleman Regency, Yogyakarta. This research is research with a quantitative approach with an exploratory descriptive type. The location of this research was in Jetisjogopaten Village, Kapanewon Sleman, Sleman Regency, Yogyakarta using the pitfall trap and hand sorting test methods and using data analysis techniques in the form of species diversity index, evenness index, species richness index, dominance index, and Pearson correlation. The results of this research indicate that stand composition provides an improved and better impact on the physical and chemical properties of the soil. There is a positive correlation in light intensity and soil moisture which indicates an increase that can increase the soil macrofauna diversity index. The soil macrofauna found on the three lands with the agroforestry pattern consists of 26 species, namely *Lumbricus terrestris*, *Geotrupes stercorarius*, *Camponotus pennsylvanicus*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Gryllus assimilis*, *Euborellia sp.*, *Forficula auricularia*, *Eurycotis floridana*, *Oxyopes javanus*, *Coptotermes curvignathus*, *Hirudo medicinalis*, *Haemadipsa sp.*, *Lymantria dispar dispar*, *Stomoxys calcitrans*, *Geophilus flavus*, *Leptocoris acuta*, *Dysdercus cingulatus*, *Anoploidesmus Saussurii*, and *Mantis religiosa*. The diversity index value of each mixed land (1.622), sengon (1.501), and teak (1.312).

Keywords: *Environmental factors, Diversity, Agroforestric land, Macrofauna soil.*

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati merupakan suatu istilah mencakup semua bentuk kehidupan berupa gen, spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme serta ekosistem dan proses-proses ekologi (Sutoyo, 2010). Kabupaten Sleman memiliki berbagai jenis keanekaragaman hayati, salah satu contohnya adalah pohon sengon dan pohon jati. Dalam proses pertumbuhan tanaman tak lepas dari peran fauna tanah sebagai dekomposer alami. Setiap fauna tanah memiliki kebermanfaatan yang beragam, salah satunya adalah sebagai penyubur atau sebagai pengembur tanah.

Fauna tanah sendiri diklasifikasikan berdasarkan ukuran tubuh menjadi tiga kelompok, yaitu: mikrofauna (<0,1 mm), mesofauna (0,1-10 mm), dan makrofauna (>10 mm) (Wild, 1993 dalam Setiawan *et al.*, 2003). Kondisi lingkungan merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kelangsungan hidup makrofauna tanah seperti iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput), serta cahaya matahari (Wibowo dan Slamet, 2017).

Sistem agroforestri akan menekan penggunaannya pada jenis-jenis pohon serba guna dan menentukan asosiasi antara jenis-jenis vegetasi yang ditanam. Menurut De Foresta dan Michon (1997), Agroforestri dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks. Sistem agroforestri sederhana merupakan sistem pertanian dimana pohon yang ditanam secara tumpang-sari dengan tanaman satu atau lebih tanaman semusim, sedangkan sistem agroforestri kompleks merupakan sistem pertanian

dengan berbagai jenis pepohonan baik ditanam secara sengaja atau tumbuh secara alami, sehingga menyerupai hutan.

Menurut Peritika (2010), yang sebelumnya telah melakukan penelitian mengenai keanekaragaman makrofauna tanah pada tiga pola agroforestri pada lahan miring di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah memiliki rata-rata indeks diversitas makrofauna pada permukaan tanah yang didapatkan adalah pola agroforestri campuran (PAC) (0,710), pola agroforestri sengon (PAS) (0,661), dan pola agroforestri jati (0,417). Sedangkan rata-rata indeks diversitas makrofauna yang ada di dalam tanah adalah pola agroforestri campuran (PAC) (0,887), pola agroforestri sengon (PAS) (0,860), dan pola agroforestri jati (0,843). Maka penting dilakukannya penelitian mengenai keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola agroforestri berupa jati (*Tectona grandis*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), dan campuran di Kabupaten Sleman Yogyakarta.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis deskriptif eksploratif.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari-Maret 2021 di tiga lahan pada pola agroforestri lahan sengon (PS), agroforestri lahan jati (PJ), dan agroforestri lahan campuran (PC). Lokasi penelitian ini berada di Desa Jetisjogopaten, Kapanewon Sleman, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.

Target/Subjek Penelitian

Pada masing-masing pola agroforestri campuran (PC), pola agroforestri jati (PJ), dan pola agroforestri sengon (PS) ditentukan titik sampling sebanyak 6 tempat secara acak.

Prosedur Penelitian

Ditentukan titik sampling sebanyak 6 plot secara acak menggunakan metode *Random Sampling*. Tiap plot dibuat dengan ukuran 2x2 m² yang dibatasi menggunakan tali rafia. Pengambilan sampel makrofauna tanah metode *pitfall trap*, yaitu dengan cara memasang perangkat berupa gelas kaca yang telah diisi dengan formalin 4% kemudian ditambah dengan alkohol 70% kurang lebih setengah dari tinggi gelas. Mulut gelas kaca ditanam dan harus sejajar dengan permukaan tanah, akan tetapi gelas kaca diusahakan agar tanah ataupun kotoran

tidak masuk ke dalam gelas yang ditanam. Untuk menghindari masuknya air hujan, kotoran, dan juga seresah daun, maka di atas perangkap gelas dipasang atap berukuran 25 cm x 25 cm setinggi 20 cm. Perangkap ini dipasang selama 24 jam, setelah itu makrofauna yang tertangkap diawetkan dalam alkohol 70% untuk proses identifikasi dan kuantifikasi.

Pengambilan sampel makrofauna tanah yang berada di dalam tanah menggunakan metode *hand sorting*, yaitu dengan membuat plot dengan ukuran 25 cm x 25 cm. Tanah di dalam plot tersebut digali sedalam 25 cm, dan diidentifikasi hewan yang ditemukan. Pengamatan vegetasi tumbuhan dilakukan pada setiap stasiun sebanyak 6 plot dibuat dengan ukuran 2x2 m² yang dibatasi menggunakan tali rafia. Vegetasi yang ada dihitung menggunakan rumus indeks nilai penting (INP). Identifikasi makrofauna tanah dilakukan dengan mengacu pada berbagai sumber buku referensi yang berkaitan dengan identifikasi serangga tanah, diantaranya Borror *et al.*, (1992), Jumar (2000), & Suin (2012). Pada masing-masing stasiun juga dilakukan pengukuran beberapa faktor lingkungan abiotik, diantaranya intensitas cahaya matahari, kelembaban relatif udara, suhu udara, suhu tanah, kelembaban tanah, bahan organik tanah, dan pH tanah.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Alat yang digunakan untuk penelitian adalah kantong plastik, pinset, kuas, sekop, seng, saringan, botol perangkap, cawan petri, *lux meter*, higrometer, termometer, termometer tanah, soil tester, nampan plastik, kertas label, alat tulis, kayu, kawat, tali rafia, dan kaca pembesar. Sedangkan bahan yang digunakan untuk penelitian adalah alkohol 70% dan formalin 4%. Teknik pengumpulan data dengan tabulasi data hasil uji menggunakan metode *pit fall trap* dan *hand sorting*.

Teknik Analisis Data

Indeks Keanekaragaman Jenis

Hasil yang diperoleh nantinya akan diolah menggunakan teknik analisis Shannon-Wiener untuk mengetahui keanekaragaman jenis yang ada (Odum, 1993), dengan rumus sebagai berikut:

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

$$P_i = \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

n_i = Jumlah individu famili ke- i

N = Jumlah individu seluruh famili

Indeks Dominansi

Indeks dominansi dapat dihitung dengan menggunakan rumus indeks dominansi dari Simpson (Odum, 1993):

$$D = \sum P_i^2$$

$$\text{Dimana, } P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi Simpson

n_i = Jumlah individu suatu famili

N = Jumlah individu dari seluruh famili

Indeks Kemerataan (E)

Indeks kemerataan (E) dapat dikatakan sebagai keseimbangan yaitu dengan menunjukkan pola persebaran biota atau komposisi individu setiap spesies yang terdapat dalam suatu komunitas. Indeks kemerataan dihitung dengan menggunakan rumus indeks *Evenness* (e) (Magurran, 1988).

$$E = \frac{H'}{H_{Max}} \text{ Dimana, } H' \text{ max adalah } \ln S$$

Keterangan :

E = Indeks kemerataan (nilai antara 0-1)

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah famili makrofauna

Indeks Kekayaan Jenis

Kekayaan jenis pada suatu habitat dapat diketahui dengan menggunakan indeks kekayaan Margalef (1958) dalam Santosa (1995) sebagai berikut:

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln (N_o)}$$

Keterangan:

Dmg = Indeks kekayaan jenis (*indices of species richness*)

S = Jumlah total jenis suatu habitat (*species per habitat*)

No = Jumlah individu pada suatu habitat (individu per habitat)

Korelasi Pearson

Untuk mengetahui hubungan antar variabel pada lingkungan abiotik dengan lingkungan biotik diketahui dengan korelasi Pearson (Arikunto, 2006) sebagai berikut:

$$r = \frac{n \sum xi. yi - \sum xi. yi}{\sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2 - (\sqrt{n \sum yi^2 - (\sum yi)^2})}} \times 100\%$$

Keterangan:

r = Koefisien korelasi

xi = Nilai parameter lingkungan abiotik

yi = Nilai indeks diversitas

n = jumlah ulangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Lokasi Penelitian

Vegetasi paling banyak ada di pola agroforestri sengon dengan 18 jenis, pola agroforestri jati sebanyak 14 jenis, dan pola agroforestri campuran sebanyak 12 jenis. Kerapatan vegetasi di berbagai pola agroforestri disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan Vegetasi Penutup Lantai dan Jenis Tegakan Strata Tiang atau Pohon di Berbagai Lahan Pola Agroforestri

Pola Agroforestri	Jenis Tegakan	Kerapatan Vegetasi Penutup Lantai	Kriteria
PS	<i>Paraserianthes falcataria</i> (Sengon)	114,92%	Sedang
PC	<i>Tectona grandis</i> (Jati)	51,56%	Rendah
	<i>Paraserianthes falcataria</i> (Sengon)	93,77%	Rendah
PJ	<i>Tectona grandis</i> (Jati)	122,63%	Sedang
	<i>Mangifera indica</i> (Mangga)	6,93%	Rendah

Keterangan: PS = Pola Agroforestri Sengon, PC = Pola Agroforestri Campuran, PJ = Pola Agroforestri Jati

Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Lahan Pola Agroforestri

Keanekaragaman makrofauna tanah yang ditemukan pada berbagai lahan pola agroforestri berjumlah 26 spesies dalam 22 famili dan 16 ordo seperti yang tersaji di dalam Tabel 2.

Tabel 2. Makrofauna Tanah pada Berbagai Lahan dengan Pola Agroforestri

No	Ordo	Famili	Spesies	Lokal	Permukaan Tanah	Dalam Tanah	Jumlah Individu
1	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus terrestris</i>	Cacing tanah	√	√	1089
2	Coleoptera	Geotrupidae	<i>Geotrupes stercorarius</i>	Kumbang hitam	√		13
3		Cerambycidae	<i>Xystrocera festiva</i>	Kumbang tanduk	√		2
4		Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i> sp.	Kumbang coklat	√	√	21
5			<i>Lepidiota stigma</i>	Uret	√	√	45
6	Scolopendromorpha	Scolopendridae	<i>Scolopendra</i> sp.	Kelabang	√	√	16
7	Hymenoptera	Formicidae	<i>Tetramorium caespitum</i>	Semut coklat pavement	√		1
8			<i>Ochetellus</i>	Semut hitam	√		221
9			<i>Solenopsis</i> spp.	Semut api	√		292
10			<i>Camponotus pennsylvanicus</i>	Semut hitam kayu	√	√	130
11	Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Gangsir tanah	√	√	29
12		Gryllidae	<i>Gryllus assimilis</i>	Jangkrik	√	√	34
13	Dermaptera	Carcinophoridae	<i>Euborellia</i> sp.	Cocopet hitam	√	√	165
14		Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>	Cocopet coklat	√		20
15	Blattodea	Blattidae	<i>Eurycotis floridana</i>	Kecoa hutan	√		14
16	Araneida	Oxyopidae	<i>Oxyopes</i>	Laba-laba	√		2

			<i>javanicus</i>				
17	Isoptera	Rhinotermitidae	<i>Curvignathus</i>	Gonteng	√	√	42
18	Arhynchobdellida	Hirudinidae	<i>Hirudo medicinalis</i>	Lintah	√		2
19		Haemadipsidae	<i>Haemadipsa</i> sp.	Pacet	√	√	8
20	Lepidoptera	Erebidae	<i>Lymantria dispar dispar</i>	Ulat bulu	√		6
21	Diptera	Muscidae	<i>Stomoxys calcitrans</i>	Lalat kandang	√		4
22	Geopilomorpha	Geophilidae	<i>Geophilus flavus</i>	Kelabang kecil	√		1
23	Hemiptera	Coreidae	<i>Leptocorisa acuta</i>	Walang sangit	√		2
24		Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus cingulatus</i>	Bapak pucung	√		19
25	Polydesmida	Paradoxosomatidae	<i>Anoplodesmus saussurii</i>	Kaki seribu	√		5
26	Orthoptera	Mantispidae	<i>Mantis religiosa</i>	Belalang sembah	√		2

Biodiversitas Makrofauna Tanah pada Pola Agroforestri

Pada lahan dengan pola agroforestri campuran ini memiliki vegetasi yang beragam dan banyak, sehingga dapat dijadikan sebagai tempat dan perlindungan hewan tanah dari paparan sinar matahari secara langsung yang menyebabkan keanekaragaman biodiversitas makrofauna yang menghuni pola agroforestri tersebut seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Biodiversitas Makrofauna Tanah pada Pola Agroforestri

Pola Lahan	Jumlah Spesies	Indeks Kekayaan Jenis (Dmg)	Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	Indeks Kemerataan (E)	Indeks Dominansi (C)
PS	22	1,90	1,50	0,61	2,98
PC	22	2,86	1,62	0,62	2,80
PJ	16	1,53	1,31	0,60	2,87

Faktor Lingkungan Abiotik pada Lahan Agroforestri

Fauna tanah merupakan komponen yang paling penting dalam fungsi tanah dan setiap perubahan yang terjadi terhadap sifat-sifat tanah akan mempengaruhi keanekaragaman

makrofauna tanah. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran faktor abiotik di berbagai pola agroforestri seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Faktor Lingkungan Abiotik pada Lahan dengan Pola Agroforestri

Pola	Intensitas Cahaya (Lux)	Kelembaban Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Suhu Tanah (°C)	Kelembaban Tanah (%)	pH
Rata-rata PC	1041,7875	57,8725	29,925	29,23	68,1225	6,535
Rata-rata PS	4140,875	59,2475	30,1875	30,7925	59,9975	6,6575
Rata-rata PJ	2161,375	56,455	30,3725	30,625	68,9575	6,565

Keterangan: PS = Pola Agroforestri Sengon, PC = Pola Agroforestri Campuran, PJ = Pola Agroforestri Jati.

Hubungan Indeks Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Faktor Lingkungan

Dalam hasil penelitian ini memiliki nilai yang bersifat positif dan juga nilai bersifat negatif. Adanya tanda positif maka artinya peningkatan variabel satu akan diikuti oleh peningkatan variabel yang lain. Sedangkan tanda negatif maka artinya peningkatan variabel yang satu akan diikuti oleh penurunan variabel yang lain (Rahmawanto, 2008). Hasil analisis korelasi indeks keanekaragaman makrofauna dengan faktor lingkungan disajikan di Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Korelasi Hubungan antara Indeks Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Faktor Lingkungan

No	Faktor Lingkungan	Nilai Korelasi Pearson		
		PS	PC	PJ
1	Intensitas cahaya	0,939	0,627	0,675
2	Kelembaban udara	-0,560	0,443	-0,778
3	Suhu udara	0,896	-0,512	0,309
4	Suhu tanah	0,396	-0,553	0,170
5	Kelembaban tanah	0,745	0,886	0,104
6	pH	-0,522	-0,935	0,270

Kandungan Kimia Tanah Terhadap Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Bahan organik tanah sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah. Semakin tinggi kandungan bahan organik, maka akan semakin beraneka ragam fauna tanah yang terdapat dalam suatu ekosistem tersebut (Suin, 2012). Adapun hasil kandungan kimia tanah pada berbagai pola agroforestri disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Kandungan Kimia Tanah dari Ketiga Lahan dengan Pola Agroforestri pada Awal Penelitian

No	Lahan	Awal Penelitian			Akhir Penelitian		
		Karbon Organik (%)		Rata-rata	Karbon Organik (%)		Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2		Ulangan 1	Ulangan 2	
		1	Jati	1,5601	1,7551	1,6576	1,7771
2	Sengon	2,4285	2,5202	2,47435	2,8723	2,9091	2,8907
3	Campuran	1,9887	2,1170	2,05285	2,3724	2,4673	2,41985

No	Lahan	Nitrogen (%)			Rata-rata		
		Nitrogen (%)		Rata-rata	Nitrogen (%)		Rata-rata
		Ulangan 1	Ulangan 2		Ulangan 1	Ulangan 2	
		1	Jati	0,3762	0,3580	0,3671	1,0863
2	Sengon	0,6150	0,6529	0,63395	1,4093	1,4305	1,4199
3	Campuran	0,5610	0,5876	0,5743	1,1790	1,1959	1,18745

Pembahasan

Lokasi Penelitian

Nilai kerapatan ditentukan oleh banyak sedikitnya vegetasi penutup lantai dan beragamnya vegetasi yang bersangkutan. Pohon sengon dan jati memiliki kekhasan yang berbeda yang dapat dilihat dari daunnya. Daun pada pohon jati akan gugur disaat musim kemarau, dimana hal ini akan menjadikan banyak serasah yang menumpuk di permukaan tanah dan menjadikan intensitas cahaya matahari lebih banyak masuk ke permukaan tanah. Sedangkan untuk daun pada pohon sengon, pada saat musim kemarau justru akan tetap tumbuh seperti biasa dan dapat bertahan hidup. Kondisi vegetasi yang beragam secara tidak langsung akan mempengaruhi tingkat keanekaragaman makrofauna tanah melalui penyediaan serasah.

Biodiversitas Makrofauna Tanah pada Pola Agroforestri

Lahan yang baik adalah lahan yang memiliki cakupan dan kandungan unsur hara yang bagus serta memiliki kandungan bahan organik yang mencukupi. Dalam hal ini ketiga lahan dengan pola agroforestri baik sengon, campuran, maupun jati memiliki kategori keanekaragaman sedang, dikarenakan nilai H' berada di antara 1 hingga 3. Nilai indeks kekayaan jenis dalam hal ini ketiga lahan memiliki nilai yang berbeda, untuk lahan sengon dan jati memiliki kategori indeks kekayaan yang rendah dikarenakan memiliki nilai di bawah 2,5. Sedangkan untuk lahan campuran memiliki kategori indeks kekayaan sedang, dikarenakan memiliki nilai antara 2,5 hingga 4. Dengan demikian lahan dengan pola agroforestri campuran (PC) memiliki kekayaan jenis pada setiap spesies dalam setiap komunitasnya. Semakin banyak jumlah jenis yang ditemukan dalam suatu tempat, maka indeks kekayaan jenis juga akan semakin besar.

Indeks kemerataan berfungsi untuk mengetahui kemerataan setiap jenis dalam setiap komunitas yang ada di sekitar. Hasil tertinggi pada lahan campuran 0,62, selanjutnya lahan sengon 0,61, dan yang terendah adalah lahan jati 0,60. Pada ketiga lahan baik sengon, campuran, maupun jati memiliki nilai yang cukup merata, dikarenakan memiliki nilai antara 0,5 sampai dengan 0,75. Nilai indeks kemerataan dapat dianalisis bahwa pada lahan pola agroforestri ini memiliki penyebaran individu cukup merata atau cukup stabil. Jika hasil dari nilai kemerataan ini memiliki nilai yang merata, maka keberadaan setiap spesies yang ditemukan dapat dikatakan stabil, begitu pula sebaliknya. Nilai dominansi ketiga lahan tersebut memiliki kategori tinggi, dikarenakan memiliki nilai di atas 1,0. Semakin besar nilai indeks dominansi (C), maka semakin besar pula kecenderungan adanya jenis tertentu yang dapat mendominasi pada suatu wilayah tersebut. Semakin kecil nilai indeks keanekaragaman (H') maka indeks kemerataan (E) juga akan semakin kecil, yang menandakan adanya dominansi suatu jenis terhadap jenis yang lainnya. Nilai keanekaragaman makrofauna tanah memiliki nilai dominansi tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa makrofauna tanah mendominasi lahan dengan pola agroforestri.

Makrofauna Tanah yang Dominan

Dominasi suatu makrofauna tanah disebabkan oleh kemampuan hewan dalam beradaptasi terhadap lingkungannya sehingga dapat mempertahankan hidup dalam suatu habitat. Meskipun sudah didapatkan hewan dominan dari kedua metode yang ada, hewan yang ada di dalam tanah juga ada yang ditemukan pada permukaan tanah seperti halnya adalah

cacing tanah. Untuk fauna yang ada di dalam tanah yang juga ditemukan di permukaan tanah seperti uret, kecoa hutan, gonteng, dan juga gangsir tanah. Makrofauna tanah yang ada di dalam tanah yang paling dominan diantara yang lainnya adalah *Lumbricus terrestris*. Cacing tanah mampu mempertahankan produktivitas tanah secara langsung melalui respirasi dan mineralisasi maupun melalui interaksinya dengan mikroorganisme tanah yang menentukan immobilisasi, pelepasan dan penyimpanan unsur hara, dinamika air, serta kandungan bahan organik yang ada di dalam tanah (Levelle *et al.*, 1994) dalam (Arief, 2001). Makrofauna tanah yang ada di permukaan tanah yang paling dominan diantara yang lainnya adalah semut dan cocopet.

Faktor Lingkungan Abiotik pada Lahan Agroforestri

Intensitas cahaya berpengaruh terhadap kehadiran makrofauna tanah, semakin tinggi nilai intensitas cahaya yang masuk, maka populasi makrofauna tanah nantinya cenderung akan menurun (Sugiyarto *et al.*, 2007). Hal ini sesuai dengan data yang didapatkan yaitu pada lahan sengon memiliki nilai intensitas cahaya matahari yang paling tinggi sebesar 4140,875 namun memiliki nilai keanekaragaman makrofauna yang rendah sebesar 1,50. Kelimpahan makrofauna tanah yang didapat sangat sedikit pada lahan sengon yang disebabkan oleh kurangnya vegetasi dan kurang beragamnya vegetasi yang berperan dalam menghalangi cahaya langsung masuk ke permukaan tanah.

Kelembaban udara dapat dikatakan semakin tinggi apabila intensitas cahaya matahari semakin rendah (Sulandjari *et al.*, 2005). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kelembaban udara dapat berupa suhu, udara, tekanan udara, pergerakan angin, sinar matahari, musim, vegetasi dan juga ketersediaan air. Suhu memiliki peranan yang penting dalam pertumbuhan dan persebaran hewan tanah. Semakin tinggi suhu udara yang ada, maka semakin tinggi pula tingkat penguapan air. Sulandjari *et al.*, (2005) menyatakan bahwa semakin rendah intensitas cahaya matahari maka suhu udara semakin rendah pula.

Suhu tanah juga dapat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, semakin rendah intensitas cahaya matahari, maka suhu tanah semakin rendah (Sulandjari *et al.*, 2005). Suin (2012) mengatakan bahwa suhu tanah juga merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan akan kehadiran dan kepadatan makrofauna tanah, dengan demikian suhu tanah akan sangat menentukan tingkat dekomposisi material bahan organik tanah. Kelembaban tanah menunjukkan pengaruh terhadap keberadaan dan keragaman makrofauna tanah. Suin (2012) menyatakan bahwa kepadatan dan keragaman makrofauna tanah sangat tergantung pada kadar air, jika keadaan tanah memiliki kadar air yang rendah maka keberadaan dan kepadatan

hewan tanah juga akan rendah. pH tanah adalah suatu standar pengukuran tingkat keasaman atau kebasahan pada suatu lahan. Nurrohman *et al.*, (2015) menyatakan bahwa sebagian besar hewan tanah menyukai pH berkisar antara 6-7 karena ketersediaan unsur hara yang cukup tinggi. pH dapat dikaitkan dengan nilai dan kandungan bahan organik pada tanah yang diuji.

Hubungan Indeks Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Faktor Lingkungan

Dari hasil analisis uji korelasi antara intensitas cahaya matahari dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai positif. Keanekaragaman makrofauna tanah tergantung dari intensitas cahaya matahari yang ada. Analisis uji korelasi antara kelembaban udara dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai negatif. Kelembaban udara akan menurunkan indeks keanekaragaman makrofauna tanah, hal tersebut sesuai dengan pendapat Terjadinya perubahan suhu dari panas ke dingin atau bahkan sebaliknya sangat berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup yang ada di ekosistem. Dari hasil analisis uji korelasi antara suhu udara dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai negatif.

Menurut Suin (2012), suhu tanah merupakan faktor yang penting dalam menentukan keberadaan makrofauna tanah, karena dapat membantu laju dekomposisi bahan organik tanah. Dari hasil analisis uji korelasi antara suhu tanah dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai negatif. Kelembaban ini akan mempengaruhi perkembangbiakan jamur dan bakteri. Jamur dan bakteri akan membantu proses dekomposisi tanah. Dari hasil analisis uji korelasi antara kelembaban tanah dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai positif.

pH tanah memiliki pengaruh secara langsung pada tubuh fauna tanah, sehingga pada suatu lahan tertentu yang mempunyai pH terlalu masam atau terlalu basa jarang sekali terdapat hewan-hewan tanah. Dari hasil analisis uji korelasi antara pH dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah memiliki korelasi yang bernilai negatif. Korelasi pearson dari berbagai faktor lingkungan berupa intensitas cahaya matahari, suhu udara, suhu tanah, kelembaban tanah, kelembaban udara, dan juga pH dengan tingkat keanekaragaman makrofauna tanah dapat dikatakan bahwa memiliki hubungan yang selaras, searah atau sesuai antara kenyataan pada lingkungan dengan teori yang ada.

Kandungan Kimia Tanah Terhadap Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Menurut Pusat Penelitian Tanah Bogor (2009), C-organik di tanah menggambarkan

nilai tanah, dimana nilai bahan-bahan organik dikatakan sangat rendah apabila <1%; rendah apabila 1-1,9%; sedang apabila 2,0-3,0%; tinggi 3,0-5,0; dan sangat tinggi >5%. Kenaikan nilai dapat dikarenakan dari banyaknya serasah yang jatuh ke permukaan tanah dan terjadi pembusukan secara alami dan mengalami dekomposisi yang melibatkan peran mikroorganisme seperti bakteri dan juga fungi. Kesuburan tanah berasal dari ketersediaan C-organik tanah, rendahnya ketersediaan hara akan menjadikan rendahnya kesuburan tanah, sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik menentukan ketersediaan unsur hara dalam proses penyuburan tanah.

Pusat Penelitian Tanah (1983) menyatakan beberapa kategori dalam nilai kandungan N dalam tanah, <0,1 dikatakan bahwa nilai kandungan nitrogen sangat rendah, 0,1-0,2 dikatakan rendah, 0,21-0,5 dikatakan sedang, 0,51-0,75 dikatakan tinggi, dan >0,75 nilai kandungan nitrogen dikatakan sangat tinggi. Kenaikan nilai pada nitrogen ini dapat disebabkan oleh hewan makrofauna tanah dan juga mikroorganisme yang setiap harinya membantu proses dekomposisi tanah. Sumber utama nitrogen dalam tanah adalah bahan organik yang dapat beberapa sisa tanaman, hewan, dan juga kompos. Dalam hal ini nitrogen pada lahan dengan pola agroforestri sengon memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan pola jati dan pola campuran. Hal ini dikarenakan tanaman pohon dari jenis legum dapat berperan penting sebagai sumber nitrogen bagi tanah. Menurut Orwa *et al.*, (2009), sengon merupakan tanaman legum yang melalui jatuhnya serasah dan rantingnya mampu memberikan masukan N, bahan organik serta berbagai mineral bagi lapisan permukaan tanah.

Fungsi Makrofauna Tanah bagi Ekosistem

Kebanyakan dari makrofauna tanah memiliki peran sebagai dekomposer yang baik, diantaranya adalah fauna dari ordo Haplotaxida, Coleoptera, Blattodea, Isoptera, Diptera, Polydesmida, dan Orthoptera. Hewan dekomposer atau pengurai adalah makhluk hidup atau organisme yang memperoleh energi dengan cara menguraikan sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Pengaruh kehadiran fauna sebagai dekomposer terhadap tumbuhan tanaman antara lain, dapat mengatur kelimpahan dan komposisi mikroba tanah, mengatur proses pelepasan unsur-unsur hara dan pertukarannya, mengatur kompetisi antara tumbuhan, dan sebagai redistribusi bahan organik dan juga hara tanah (Borror *et al.*, 1992).

Dari jumlah serangga yang diperoleh terdapat interaksi yang dominan antara hewan dengan ordo Hymenoptera, Lepidoptera, Dermaptera, dan Orthoptera. Interaksi serangga dengan peranan sebagai predator dan hama tanaman tersebut banyak dijumpai dikarenakan banyak gulma yang ada di lahan tersebut. Semakin banyak gulma yang tumbuh maka semakin

banyak pula hewan pemakan tumbuhan (hama) yang nantinya akan berkembangbiak dengan baik. Banyaknya gulma dan juga vegetasi bawah yang ada menjadikannya banyak serasah yang ada di permukaan tanah. Makrofauna yang telah ditemukan jumlahnya tidak merata, dan rata-rata dari makrofauna tanah tersebut memiliki peranan di alam sebagai hama. Peranan makrofauna tanah yang lainnya adalah sebagai predator atau predasi. Ordo yang memiliki peranan tersebut adalah Coleoptera, Scolopendromorpha, Hymenoptera, Dermaptera, Araneidae, dan Geophilomorpha. Predasi adalah salah satu bentuk interaksi antara pemangsa dengan hewan yang nantinya akan dimangsa. Interaksi antara fauna tanah ini sangat penting karena hewan predator tidak dapat bertahan hidup apabila tidak memangsa. Predator memiliki peran sebagai pengontrol populasi mangsa.

SIMPULAN

Komposisi tegakan memberikan peningkatan yang lebih baik terhadap sifat fisik dan kimia tanah yang ditunjukkan dengan lahan pola agroforestri jati lebih baik pada sifat fisik tanah, yaitu intensitas cahaya, kelembaban tanah, suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara, dan pH tanah, serta pada sifat kimia tanah kadar bahan organik tanah berupa C dan N. Terdapat korelasi positif antara intensitas cahaya dan kelembaban tanah dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah dan korelasi negatif antara kelembaban udara, suhu udara, suhu tanah, dan pH dengan indeks keanekaragaman makrofauna tanah. Makrofauna tanah yang ditemukan pada ketiga lahan dengan pola agroforestri terdiri dari 26 spesies, yaitu *Lumbricus terrestris*, *Geotrupes stercorarius*, *Xystrocera festiva*, *Phyllophaga* sp., *Lepidiota stigma*, *Scolopendra* sp., *Tetramorium caespitum*, *Ochetellus*, *Solenopsis* spp., *Camponotus pennsylvanicus*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Gryllus assimilis*, *Euborelia* sp., *Forficula auricularia*, *Eurycotis floridana*, *Oxyopes javanus*, *Coptotermes curvignathus*, *Hirudo medicinalis*, *Haemodipsa* sp., *Lymantria dispar dispar*, *Stomoxys calcitrans*, *Geophilus flavus*, *Leptocorisa acuta*, *Dysdercus cingulatus*, *Anoplodesmus saussurii*, dan *Mantis religiosa* dengan nilai indeks keanekaragaman dari ketiga lahan termasuk kategori sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. (2001). *Hutan dan kehutanan*. Jakarta: Penerbit Kanisius.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Borror D.J., Triplehorn, C.A., & Johnson, N.F. (1992). *Introduction to the study of insects*. Massachusetts, US: Cengage Learning.
- De Foresta, H., & Michon, G. (1997). The agroforest alternative to imperata grasslands: When smallholder agriculture and forestry reach sustainability. *Journal of Agroforestry* Volume 10, No 1, 2024, pp. 15-30

- Systems*, 36 (1997) 105-120.
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, US: Princeton University Press.
- Nurrohman, E., Rahardjanto, A., & Wahyuni, S. (2015). Keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai bioindikator kesuburan tanah dan sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1 (2), 197-208.
- Odum, E.P. (1993). *Dasar-dasar ekologi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Agroforestry tree database: A tree reference and selection guide version 4.0*. Kenya: Cifor-Icraf.
- Peritika, M. Z. (2010). *Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai pola agroforestri lahan miring di Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah*. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Pusat Penelitian Tanah. (1983). *Jenis dan macam tanah di Indonesia untuk keperluan survei dan pemetaan tanah daerah transmigrasi*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah.
- Rahmawanto. (2008). *Keanekaragaman makrofauna tanah pada lahan perkebunan salak pondoh di kawasan Lereng Gunung Merapi*. Surakarta: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret.
- Santosa, Y. (1995). *Pelatihan teknik pengukuran dan monitoring biodiversity di hutan tropika Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Setiawan, Y., Sugiyarto, & Wiryanto. (2003). Hubungan mikro dan makrofauna tanah dengan kandungan botani. *Jurnal Biosmart*, 5 (2), 134-137.
- Sugiyarto, E.M., Mahajoeno, E., Sugito, Y., Handayanto, E., & Agustina, L. (2007). Preferensi berbagai jenis makrofauna tanah terhadap sisa bahan organik tanaman pada intensitas cahaya berbeda. *Jurnal Biodiversitas*. 7 (4), 96-100.
- Suin, M.N., (2012). *Ekologi hewan tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sulandjari, P., Wisnubroto, S., & Indradewa, D. (2005). Hubungan iklim mikro dengan pertumbuhan dan hasil Pule Pandak (*Rauwolfia serpentina* Benth). *Jurnal Agrosains*, 7 (2), 71-76.
- Sutoyo. (2010). Keanekaragaman hayati Indonesia: Suatu tinjauan masalah dan pemecahannya. *Jurnal Buana Sains*, 10, 101-106.
- Wibowo, C., & Slamet, S.A. (2017). Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai tipe tegakan di areal bekas tambang silika di Holcim Educational Forest, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 8 (1), 26.