



Makrofauna Tanah di Bawah Pohon Jelutung Rawa (*Dyera polyphylla* Miq) Di Kebun Benih Semai (KBS) Universitas Palangka Raya

(Soil macrofauna Under Jelutung Rawa (*Dyera polyphylla* Miq) Tree at The Seed Garden (KBS) University of Palangka Raya)

Hutahaen IY¹, Patricia Erosa Putir^{2*}, Johanna Maria Rotinsulu², Penyang², Setiarno²

¹ Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

² Staf Pengajar Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

* Corresponding Author: patricia@for.upr.ac.id

Sejarah Artikel

Diterima : 10 Juni 2023

Direvisi : 23 Juni 2023

Disetujui : 25 Juni 2023

Kata Kunci (Keywords):

Macrofauna, diversity index, richness index, evenness index.

ABSTRACT

Decomposition of organic matter in the soil is closely related to the presence of soil macrofauna. The better the process of organic matter decomposition, the better the physical and chemical properties of the soil, which, of course, will support soil fertility in a land area. This research aims to determine the presence of soil macrofauna under Jelutung Rawa trees (*Dyera polyphylla* Miq) in the peatland of the Seedling Garden (KBS) at Palangka Raya University. The research method was conducted by sampling soil macrofauna through Hand sorting method at 25 observation points and Pitfall Trap method at 20 observation points. The observed and identified soil macrofauna were examined in the laboratory using identification guidelines and literature on macrofauna types. The data were analyzed using the Shannon-Wiener species diversity index formula, the Margalef species richness index, the Pielou evenness index, and the calculation of species presence frequency. The research findings revealed 24 species, 23 genera, 20 families, 7 classes, and 3 phyla of soil macrofauna, with a total of 3,579 individuals. The values of the species diversity index (H'), species richness index (D_{mg}), evenness index (E), and the frequency of soil macrofauna presence (F) at KBS, Palangka Raya University were as follows: $H' = 2.303325269$ (moderate category), $D_{mg} = 2.810760521$ (moderate category), $E = 0.724759677$ (fairly even category), and frequency of presence, $F = 80\% - 100\%$.

© 2023 Penulis.

Di Publikasikan oleh Jurusan Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya
Artikel ini memiliki akses terbuka di bawah
lisensi:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. Pendahuluan

Kesuburan tanah memegang peranan penting dalam bidang pertanian dan kehutanan. Faktor yang menentukan kesuburan tanah dapat dilihat dari sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Sifat fisik terdiri dari aerasi, struktur, tekstur, kelembapan tanah dan lainnya. Sifat kimia meliputi keasaman tanah, bahan organik dan ketersediaan unsur hara. Sifat biologi terdiri dari kelimpahan dan keberadaan makrofauna tanah.

Berdasarkan ukuran tubuhnya fauna tanah dibagi menjadi tiga kelompok yaitu mikrofauna, mesofauna dan makrofauna. Mikrofauna memiliki ukuran diameter tubuh 0,02-0,2 mm, mesofauna ukuran diameter tubuhnya 0,2-2 mm, nematoda, colembolla dan acarina termasuk dalam kelompok ini, makrofauna berukuran diameter tubuhnya 2-20 mm (Nusroh, 2007; Tribrata *et al.*, 2015)

Makrofauna memiliki peranan sangat penting bagi tanah, yaitu melindungi kandungan unsur hara tanah melalui proses

dekomposisi bahan organik yang telah membusuk pada permukaan tanah, serta merombak unsur nabati di dalam tanah dimana hasilnya akan dikeluarkan melalui proses pembuangan feses. Aktivitas makrofauna akan membantu tahapan pembusukan di dalam tanah (Adianto, 1993).

Apriani *et al* (2022) menyatakan bahwa makrofauna tanah merupakan organisme awal dalam proses fragmentasi serta menyediakan bahan untuk dekomposisi lebih lanjut oleh meso dan mikrofauna tanah. Dekomposisi tanah sangat erat kaitannya dengan keberadaan makrofauna tanah. Semakin baik proses dekomposisi bahan organik tanah tentu semakin baik pula sifat fisik dan kimia tanah, yang pada akhirnya akan menentukan tingkat kesuburan tanah suatu lahan pertanian.

Keberadaan makrofauna tanah pada suatu lahan tergantung pada kondisi lingkungan. Hal ini disebabkan oleh makrofauna memiliki sifat yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. (Hardjowigeno, 1995).

Kebun Benih Semai (KBS) Universitas Palangka Raya merupakan areal yang ditanami jenis asli dan adaptif di daerah rawa gambut, salah satunya adalah jenis jelutung rawa (*Dyera polyphylla* Miq.). Regenerasi tumbuhan jelutung terkendala karena anakan jelutung di alam sulit dijumpai, karena biji jelutung sangat ringan, bersayap dan mudah diterbangkan oleh angin. Tujuan dari budidaya jelutung rawa di KBS adalah untuk menghasilkan benih yang baik dan berkualitas, mengingat bahwa jelutung rawa adalah salah satu jenis tanaman penting penghasil Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di lahan gambut. Menurut Tata HL (2015), Jelutung merupakan salah satu jenis pohon Hutan Rawa yang memiliki nilai ekonomis, memberikan manfaat kayu dan getah. Pertumbuhan tanaman jelutung relatif cepat, sehingga memungkinkan digunakan sebagai jenis rehabilitasi hutan dan lahan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan jenis-jenis makrofauna di bawah tegakan Jelutung Rawa dan juga mengkalkulasi serta

menganalisis indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, indeks pemerataan jenis dan frekuensi ditemukannya jenis.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan di Kebun Benih Semai (KBS) Universitas Palangka Raya untuk pengambilan data, dan di Laboratorium Budidaya Pertanian Universitas Palangka Raya untuk pengamatan dan identifikasi jenis. Waktu yang digunakan untuk penelitian ini yaitu selama 5 (lima) bulan, mulai dari bulan Januari sampai bulan Mei 2023.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain; GPS, Cangkul, Meteran, Pinset, Penggaris, Kamera, Lux-meter, Termometer, Termometer tanah, Termometer-Hygro, Soil tester, Mikroskop stereo, Komputer dan alat tulis, Larutan Alkohol 70%, Deterjen, Plastik hitam, Botol sampel, Gelas plastik, Kertas label, dan Spidol permanen.

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dengan dua cara, yaitu metode *Hand sorting* dan metode *Pitfall Trap* melalui tahapan sebagai berikut; (1) Tahap observasi (survei lokasi) (2) Tahap penentuan titik koordinat untuk membuat plot contoh (3) Penentuan titik-titik pengambilan contoh (4) Pengambilan sampel (5) Identifikasi makrofauna tanah.

Penentuan titik-titik pengambilan contoh pada metode *Hand sorting* dilakukan dengan metode transek. Metode ini dilakukan pada plot contoh yang telah dibuat sebelumnya. Pada setiap jalur penelitian dibuat 2 titik pengamatan dengan 1 titik pengamatan berada di titik perpotongan garis diagonal, sehingga jumlah titik pengamatan pada setiap plot contoh adalah 5 titik. Berdasarkan hal tersebut, jumlah keseluruhan titik pengamatan pada metode ini adalah 25 titik. Masing-masing titik pada satu garis diagonal berjarak 6 meter.

Metode *Pitfall Trap* adalah metode yang dilakukan dengan memasang perangkap. Metode ini dilakukan melalui tahapan berikut; (1) Menentukan tegakan yang akan dipasang perangkap *Pitfall Trap*. Di dalam plot contoh, terdapat 5 jalur tanam tegakan jelutung dengan jarak tanam (3 x 3) m. Tegakan yang dipasangi perangkap adalah tegakan yang berada pada nomor jalur tanam genap dengan jarak satu pohon setiap tegakan yang akan dipasangi perangkap. Jumlah titik pengamatan pada setiap plot adalah empat titik, sehingga total titik pengamatan pada metode ini adalah 20 titik (2) Memasang perangkap berupa gelas plastik yang telah diisi dengan larutan Alkohol 70% ditambah larutan deterjen kurang lebih ¼ gelas perangkap dengan menanam rata dengan permukaan tanah. (3) Memberi penutup pada perangkap *Pitfall Trap* menggunakan potongan seng ukuran (20 x 20) cm dengan ketinggian ±15 cm dari perangkap. (4) menunggu selama 24 jam.

Seluruh makrofauna tanah yang ditemukan diidentifikasi di laboratorium menggunakan mikroskop stereo (Meiji Techno Emz-5). Hasil pengamatan berupa gambar spesimen menjadi informasi untuk mengidentifikasi setiap jenisnya. Identifikasi dilakukan dengan mencocokkan hasil gambar spesimen dengan kunci determinasi yang memiliki ciri-ciri yang sama dengan gambar spesimen, kemudian menentukan klasifikasinya mulai dari kingdom sampai spesies (kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus dan spesies). Buku yang digunakan ialah Buku Pengenalan Pelajaran Serangga (Borror *et al.*, 1996) dan Buku Kunci Determinasi Serangga (Lilies, 1991).

2.4. Analisa Data

Data yang didapat, dianalisis menggunakan analisis indeks kekayaan spesies Margalef, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, indeks kemerataan Pielou, dan frekuensi ditemukannya spesies. Analisis data dilaksanakan dengan menggunakan software Microsoft Excel.

2.4.1. Indeks Keanekaragaman Jenis

Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener merupakan nilai yang mengkombinasikan antara kekayaan jenis dan pemerataan jenis (Ludwig dan Reynolds, 1998). Rumus Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener adalah sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener

n_i = jumlah individu spesies ke- i

N = jumlah individu seluruh spesies

S = jumlah spesies

\ln = logaritma natural

Kriteria untuk Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener yang dimodifikasi oleh Suana dan Haryono (2007) sebagai berikut:

Nilai $H' < 1$ berarti keanekaragaman sangat rendah

Nilai $1 < H' < 2$ berarti keanekaragaman rendah

Nilai $2 < H' < 3$ berarti keanekaragaman sedang

Nilai $3 < H' < 5$ berarti keanekaragaman tinggi

Nilai $H' > 5$ berarti keanekaragaman sangat tinggi

2.4.2. Indeks Kekayaan Jenis

Indeks kekayaan jenis Margalef digunakan untuk mengetahui kekayaan jenis berdasarkan jumlah jenis pada suatu ekosistem (Ludwig dan Reynolds, 1998). Rumus indeks kekayaan jenis Margalef adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

D_{mg} = indeks kekayaan jenis Margalef

S = jumlah jenis yang ditemukan

N = jumlah individu seluruh jenis

\ln = logaritma natural

Kriteria untuk indeks kekayaan jenis Margalef adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Jenis-jenis Makrofauna Tanah yang Ditemukan di KBS Universitas Palangka Raya

Filum	Kelas	Ordo	Famili	Genus	Jenis	Jumlah Individu				
Arthropoda	Diplopoda	Spirostrepsida	Spirostreptidae	<i>Spirostreptus</i>	<i>Spirostreptus</i> sp.	6				
		Insecta	Mantodea	Mantidae	<i>Mantis</i>	<i>Mantis religiosa</i>	10			
	Coleoptera		Carabidae	Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>Calosoma scrutator</i>	65			
			Gyrinidae	Gyrinidae	<i>Dineutus</i>	<i>Dineutus americanus</i>	54			
			Hidrophilidae	Hidrophilidae	Hidrophilidae	<i>Hidrophilus</i>	<i>Hidrophilus triangularis</i>	55		
				Orthoptera	Gryllotalpidae	Gryllotalpidae	<i>Allonemobius</i>	<i>Allonemobius fasciatus</i>	110	
					Gryllinae	Gryllinae	<i>Gryllus</i>	<i>Gryllus pennsylvanicus</i>	60	
			Hymenoptera	Formicidae	Gryllidae	Gryllidae	<i>Oecanthus</i>	<i>Oecanthus quadrimaculatus</i>	107	
					Acrididae	Acrididae	<i>Melanoplus</i>	<i>Oxya chinensis</i>	52	
					Formicidae	Formicidae	Formicidae	<i>Tetraminium</i>	<i>Tetraminium immigrants</i>	19
						Formicidae	Formicidae	<i>Lasius</i>	<i>Lasius emarginatus</i>	564
						Formicidae	Formicidae	<i>Formica</i>	<i>Formica reflexa</i>	583
	Diptera		Agromyzydae	Agromyzydae	Agromyzydae	<i>Anoplolepis</i>	<i>Anoplolepis gracilipes</i>	681		
						<i>Liriomyza</i>	<i>Liriomyza chinensis</i>	780		
	Myriopoda		Polydesmida	Cryptodesmidae	Cryptodesmidae	<i>Circulocryptus</i>	<i>Circulocryptus javanicus</i>	8		
	Arachnida		Araneida	Lycosidae	Lycosidae	<i>Lycosa</i>	<i>Lycosa pseudoannulata</i>	12		
				Araneidae	Araneidae	<i>Cyclosa</i>	<i>Cyclosa</i> sp.	20		
			Araneae	Ctenizidae	Ctenizidae	<i>Theraphosidae</i>	<i>Theraphosidae</i> sp.	30		
				Loxoscellidae	Loxoscellidae	<i>Loxosceles</i>	<i>Loxosceles reclusa</i>	20		
		Cylisticidae		Cylisticidae	<i>Cylisricus</i>	<i>Cylisricus convexus</i> De Geer	39			
Malacostrata	Isopoda	Isopoda	Isopoda	Isopoda	72					
Annelida	Oligochaeta	Torreselae	Lumbricidae	<i>Lumbricus</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>	195				
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Subulinae	<i>Subulina</i>	<i>Subulina octona</i>	19				
			Bradybaenidae	<i>Bradybaena</i>	<i>Bradybaena similaris</i>	18				

D < 2,5 : Tingkat kekayaan jenis rendah
 2,5 > D > 5 : Tingkat kekayaan jenis sedang
 D > 5 : Tingkat kekayaan jenis tinggi

2.4.3. Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan Pielou menunjukkan derajat kemerataan kelimpahan setiap jenis (Ludwig dan Reynolds, 1998). Rumus indeks kemerataan Pielou adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

- E = indeks kemerataan Pielou
 - H' = Indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener
 - S = jumlah spesies yang ditemukan
- Kriteria kemerataan jenis ditetapkan sebagai berikut (Pielou, 1977):
- 0,00 – 0,23 : tidak merata
 - 0,26 – 0,50 : kurang merata
 - 0,51 – 0,75 : cukup merata
 - 0,76 – 0,95 : hampir merata
 - 0,96 – 1,00 : merata

2.4.4. Frekuensi ditemukannya Makrofauna Tanah

Frekuensi menunjukkan tingkat keseringan makrofauna tanah tertentu ditemukan pada suatu lokasi tertentu (Nusroh, 2007). Frekuensi ditemukannya makrofauna tanah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = \frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{jumlah seluruh plot penelitian}} \times 100$$

3. Hasil dan Pembahasan

Jenis makrofauna tanah yang ditemukan di KBS Universitas Palangka Raya secara keseluruhan disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan data pada Tabel 1, makrofauna tanah terbanyak yang ditemukan adalah dari genus *Anoplolepis* (*Anoplolepis gracilepis*) sebanyak 780 individu, diikuti oleh genus *Formica* (*Formica reflexa*) sebanyak 681 individu, genus *Lasius* (*Lasius emarginatus*) sebanyak 583 individu, genus *Tetraminium* (*Tetraminium immigrant*) sebanyak 564 individu dan jenis lain relatif lebih sedikit. Secara keseluruhan makrofauna yang ditemukan di bawah pohon Jelutung rawa (*Dyera polyphylla* Miq) di KBS Universitas Palangka Raya adalah 3 filum, 7 kelas, 12 ordo, 20 famili, 23 genus, 24 jenis dan 3.579 individu. Berdasarkan pengamatan di lapangan, performa tanaman Jelutung rawa

Tabel 2. Indeks Kemerataan Jenis dan Kalkulasi Frekuensi Ditemukannya Jenis

Famili	Genus	Jenis	Jumlah Individu					Jumlah Individu per Jenis
			PI	PII	PIII	PIV	PV	
Spirostreptidae	<i>Spirostreptus</i>	<i>Spirostreptus</i> sp.	2	1	1	2	-	6
Mantidae	<i>Mantis</i>	<i>Mantis religiosa</i>	-	5	2	2	1	10
Carabidae	<i>Calosoma</i>	<i>Calosoma scrutator</i>	18	10	21	14	2	65
Gyrinidae	<i>Dineutus</i>	<i>Dineutus americanus</i>	15	22	5	4	8	54
Hidrophilidae	<i>Hidrophilus</i>	<i>Hidrophilus triangularis</i>	18	17	6	12	2	55
Gryllotalpidae	<i>Allonemobius</i>	<i>Allonemobius fasciatus</i>	37	31	23	14	5	110
Gryllinae	<i>Gryllus</i>	<i>Gryllus pennsylvanicus</i>	17	12	19	4	8	60
		<i>Gryllus assimilis</i>	46	36	9	6	10	107
Gryllidae	<i>Oecanthus</i>	<i>Oecanthus quadrimaculatus</i>	11	15	18	6	2	52
Acrididae	<i>Melanoplus</i>	<i>Oxya chinensis</i>	6	2	5	2	4	19
Formicidae	<i>Tetraminium</i>	<i>Tetraminium immigrants</i>	124	55	131	208	46	564
		<i>Lasius</i>	116	125	134	145	63	583
		<i>Formica</i>	205	70	144	117	145	681
		<i>Anoplolepis</i>	292	202	140	74	72	780
Cryptodesmidae	<i>Circulocryptus</i>	<i>Circulocryptus javanicus</i>	6	1	3	2	-	12
Lycosidae	<i>Lycosa</i>	<i>Lycosa pseudoannulata</i>	7	5	2	-	6	20
Araneidae	<i>Cyclosa</i>	<i>Cyclosa</i> sp.	7	8	5	8	2	30
Ctenizidae	<i>Theraphosidae</i>	<i>Theraphosidae</i> sp.	5	4	4	5	2	20
Loxoscellidae	<i>Loxosceles</i>	<i>Loxosceles reclusa</i>	11	9	14	2	3	39
Cylistidae	<i>Cylisricus</i>	<i>Cylisricus convexus</i> De Geer	19	21	21	11	-	72
Lumbricidae	<i>Lumbricus</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>	47	29	51	15	53	195
Subulinae	<i>Subulina</i>	<i>Subulina octona</i>	4	-	6	7	2	19
Bradybaenidae	<i>Bradybaena</i>	<i>Bradybaena similaris</i>	4	3	2	9	-	18
Agromyzydae	<i>Liriomyza</i>	<i>Liriomyza chinensis</i>	1	3	2	-	2	8
Jumlah seluruh Individu							3579	
Indeks Keanekaragaman Jenis							2,303325269	
Indeks Kekayaan Jenis							2,810760521	
Indeks Kemerataan							0,724759677	
Frekuensi							93%	

sangat baik, pertumbuhan tanaman nampak optimal, sehingga diduga pertumbuhan yang baik tersebut juga didukung oleh keberadaan makrofauna tanah yang cukup beragam. Makrofauna tanah yang ditemukan dapat dikatakan sebagai bioindikator kesuburan tanah tempat Jelutung rawa tumbuh.

Wulandari *et al* (2007) menyatakan bahwa keragaman makrofauna tanah disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh makrofauna sebagai sumber makanannya, semakin tinggi ketersediaan bahan organik, semakin tinggi jumlah makrofauna yang ada di dalam tanah. Makrofauna tanah lebih banyak ditemukan pada daerah dengan keadaan lembab dan kondisi tanah yang memiliki tingkat kemasaman lemah sampai netral, oleh karena itu keberadaan makrofauna tanah dapat menjadi penduga kualitas lingkungan terutama kondisi tanah (Notohadiprawiro, 1998 dalam Sugiyarto dkk., 2007).

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa indeks keanekaragaman jenis

ditemukannya makrofauna tanah yang ditemukan di KBS Universitas Palangka Raya memiliki nilai sebesar $H' = 2,30332526$. Berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wiener yang dimodifikasi oleh Suana dan Haryono (2007), di mana nilai $2 < H' < 3$ berarti keanekaragaman sedang, maka nilai indeks keanekaragaman tersebut termasuk dalam kategori sedang. Indeks kekayaan jenis memiliki nilai sebesar $Dmg = 2,810760521$. Berdasarkan kriteria indeks kekayaan jenis Margalef, di mana $2,5 > D > 5$ berarti tingkat kekayaan jenis sedang, maka nilai kekayaan jenis tersebut termasuk dalam kategori sedang. Indeks kemerataan jenis memiliki nilai sebesar $E = 0,724759677$. Berdasarkan kriteria kemerataan jenis Pielou, di mana nilai $0,51 - 0,75$ berarti cukup merata, maka nilai indeks kemerataan tersebut termasuk dalam kategori cukup merata.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Makrofauna tanah yang ditemukan di KBS Universitas Palangka Raya terdiri dari 3 filum, 7 kelas, 12 ordo, 20 famili, 23 genus dan 24 jenis. Jenis yang paling banyak ditemukan adalah *Anoplolepis gracilipes* dan jenis yang terendah adalah *Spirostreptus* sp.
2. Nilai indeks keanekaragaman jenis adalah $H' = 2,303325269$ termasuk ke dalam kategori sedang, indeks kekayaan jenis $D_{mg} = 2,810760521$ g termasuk ke dalam kategori sedang, indeks pemerataan jenis $E = 0,724759677$ termasuk dalam kategori cukup merata, dan frekuensi ditemukannya makrofauna tanah di KBS Universitas Palangka Raya $F = 80\% - 100\%$.

Daftar Pustaka

- Adianto. 1983. Biologi Pertanian. Penerbit Alumni Bandung.
- Apriani R.R., U. Santoso, R. Mulyawan dan H. Ellya. 2022. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Beberapa Variasi Vegetasi Lahan Penelitian Agroteknologi Universitas Lambung Mangkurat. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Jurnal of Agriculture Science)* Vol.20(1):84-92
- Borror D. J., C. A. Triplehorn & N. F. Johnson. 1996. Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi Keenam. Partosoedjono S, penerjemah; Brotowidjoyo MD, editor. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to The Study of Insects*.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Imawan, H. 2015. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Vegetasi Pohon Pinus (*Pinus merkusii*) di Kesatuan Pemangkuhan Hutan (KPH) Wisata Alam Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang (Doctoral Dissertation, University of Muhammadiyah Malang).
- Lilies, C. 1991. Kunci Determinasi Serangga. Kanisius. Yogyakarta, 223
- Ludwig, J.A., & J. F. Reynolds. 1998. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. Wiley-Interscience Pub. New York
- Margalef, R. 1958. *Temporal Succession & Spatial Heterogeneity in Phytoplankton* In A. A. Buzzati-Traverso (ed), *Perspective in Marine Biology*. Univ. California Press. 323-359.
- Nusroh, Z. 2007. Studi Diversitas Makrofauna Tanah di Bawah beberapa Tanaman Palawija yang Berbeda di Lahan Kering pada saat Musim Penghujan. *Jurnal Penelitian UNS: Surakarta*
- Pielou, E. C. (1977). *Mathematical Ecology*. [2d ed.].
- Suana, I.W. & H. Haryanto. 2007. Keanekaragaman Laba-laba pada Ekosistem Sawah Monokultur dan Polikultur di Pulau Lombok. *Jurnal Biologi FMIPA UNUD*. Denpasar. Vol.11(1).
- Shannon, C.E. 1958. *A Mathematical Theory of Communication*. *Journal the Bell System Technical* 27: 379-523.
- Sugiyarto, S. 2000. *Diversity of Soil Macrofauna at Different Stages of the Age of Sengon's Stand in Jatirejo, Kediri*. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 1(2).
- Sugiyarto, M. Effendi, E. Mahajoeno, Y. Sugiti, E. Handayanto, L. Agustina. 2007. Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah Terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Biodiversitas* 7(6) pp: 96-100
- Tata, H. L., M. Sofiyuddin., E. Mulyoutami., & A. Perdana. 2015. Jelutung Rawa: Teknik Budidaya dan Prospek Ekonominya. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program, Bogor
- Tribrata, Y., R. Siahaan, J.J. Pelealu dan S.M. Mambu. 2015. Kepadatan Cacing Tanah pada Lahan Pertanian Tomat Terpapar Pestisida, Di Desa Ampreng Kecamatan Langowan Barat Provinsi Sulawesi Utara. *J. Bios Logos* 5(1):1-4

Wulandari S., M. Sugiyarto dan Wiryanto. 2007.
Pengaruh Keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah terhadap dekomposisi bahan organik tanaman di bawah tegakan Sengon (*Praslerianthes falcataria*)
Bioteknologi 4(1);20-27.