

**IDENTIFIKASI MAKROFAUNA DIBAWAH TEGAKAN BALANGERAN
(*Shorea balangeran* Burck) DI KHDTK TUMBANG NUSA
KALIMANTAN TENGAH**

*Identification of Macrofauna Under The Balangeran Step
(Shorea balangeran Burck) at KHDTK Tumbang Nusa Central Kalimantan*

Khusnul Khotimah, Dina Naemah, dan Normela Rachmawati

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. Macrofauna is soil fauna that has a body diameter of 2-20mm. In general, macrofauna plays a major role in the decomposition process, carbon flow, nutrient redistribution, bioturbation and soil formation. This research aims to, Identify types of soil macrofauna in Balangeran stands, Analyze the distribution of soil macrofauna in Balangeran stands, and Calculate the soil macrofauna diversity index in Balangeran stands in KHDTK Tumbang Nusa, Central Kalimantan. This research uses a purposive sampling technique to determine observation points, so that they can be representative conditions to achieve research objectives, then identify the types of soil macrofauna using the Pitfall Trap and Hand Sorting methods as well as measuring soil pH, air humidity and air temperature, and then analyzed using the calculation of the Importance Value Index, Species Diversity Index and Species Evenness Index. This research was conducted under Balangeran stands in KHDTK Tumbang Nusa, Central Kalimantan, Jabiren Raya District, Pulang Pisau Regency, Central Kalimantan Province. The macrofauna found under the Balangeran stand were 17 species from 15 families with a total of 105 individual macrofauna. The level of macrofauna control under the Balangeran stand has the highest types of INP values, namely red ants (18.1%) and spiders (31.76%). The diversity index in soil macrofauna under the Balangeran stand is absolute (medium) with a value of 2.592.

Keywords: Types of macrofauna; Balangeran; Diversity index

ABSTRAK. Makrofauna merupakan fauna tanah yang memiliki diameter tubuh 2-20mm. Secara umum makrofauna berperan besar dalam proses dekomposisi, aliran karbon redistribusi unsur hara, bioturbasi dan pembentukan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk, Mengidentifikasi jenis makrofauna tanah pada tegakan Balangeran, Menganalisa sebaran makrofauna tanah pada tegakan Balangeran, dan Menghitung indeks keragaman makrofauna tanah pada tegakan Balangeran di KHDTK Tumbang Nusa Kalimantan Tengah penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* untuk menentukan titik pengamatan, sehingga dapat mewakili kondisi untuk mencapai tujuan penelitian, kemudian mengidentifikasi jenis makrofauna tanah dengan metode *Pitfall Trap* dan *Hand Sorting* serta mengukur pH tanah, kelembaban udara dan suhu udara, dan kemudian dianalisis menggunakan perhitungan Indeks Nilai Penting, Indeks Keanekaragaman Jenis, dan Indeks Kemerataan Jenis. Penelitian ini dilakukan dibawah tegakan Balangeran di KHDTK Tumbang Nusa Kalimantan Tengah, Kecamatan Jabiren Raya, Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah. Makrofauna yang ditemukan dibawah tegakan Balangeran sebanyak 17 jenis dari 15 famili dengan total 105 individu makrofauna. Tingkat penguasaan makrofauna dibawah tegakan Balangeran memiliki jenis nilai INP tertinggi yaitu Semut merah (18,1%) dan laba-laba (31,76%). Indeks keanekaragaman pada makrofauna tanah dibawah tegakan Balangeran bersifat absolut (sedang) dengan nilai 2,592.

Kata kunci: Jenis makrofauna; Balangeran; Indeks keanekaragaman

Penulis untuk korespondensi, surel: dina_naemah@yahoo.com

PENDAHULUAN

Makrofauna tanah adalah kelompok fauna yang memiliki ukuran tubuh berkisar antara 2-20mm. Mereka memiliki peran

penting dalam ekosistem tanah, terutama dalam proses dekomposisi bahan organik, aliran karbon, redistribusi unsur hara, dan bioturbasi atau penggemburan tanah. Aktivitas makrofauna seperti cacing tanah, semut, dan berbagai jenis serangga tanah

membantu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan produktivitas tanah. Mereka juga dapat berfungsi sebagai bioindikator kesehatan tanah karena sensitivitas mereka terhadap perubahan lingkungan.

Keberadaan makrofauna tanah berkontribusi besar terhadap kesuburan tanah. Mereka melakukan perombakan bahan organik menjadi humus yang kaya akan nutrisi, meningkatkan aerasi tanah, dan membantu dalam distribusi hara yang lebih merata. Aktivitas biologi mereka mencakup berbagai proses yang berhubungan dengan siklus hidup mereka di dalam dan di permukaan tanah. Sebagai contoh, cacing tanah membantu menggemburkan tanah, yang meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap air dan udara, serta memfasilitasi pertumbuhan akar tanaman.

Hutan rawa gambut adalah ekosistem yang sangat unik dan memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Ekosistem ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan, termasuk mencegah banjir di musim hujan dan menjaga kelembaban di musim kering. Namun, hutan rawa gambut sangat rentan terhadap gangguan, terutama kebakaran. Kebakaran vegetasi di hutan rawa gambut merupakan masalah serius di Indonesia, seperti yang terjadi pada tahun 1997/1998 ketika kebakaran besar melanda dan merusak jutaan hektar hutan. Dampak kebakaran tersebut masih dirasakan hingga saat ini, menunjukkan betapa pentingnya upaya konservasi dan perlindungan ekosistem rawa gambut dari gangguan yang dapat mengancam keberlanjutannya.

Tanah rawa gambut memiliki sifat fisik dan kimia yang unik, menjadikannya habitat yang beragam bagi mikroba dan fauna, termasuk makrofauna. Keberadaan mikroba dan makrofauna di lahan gambut sangat dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti kelembaban, pH tanah, dan ketersediaan bahan organik. Makrofauna di ekosistem tanah rawa gambut memainkan peran penting dalam berbagai proses ekosistem, termasuk pergantian tanah, mineralisasi bahan organik, peningkatan sifat fisik dan kimia tanah, peningkatan kandungan hara, dan ketersediaan air. Aktivitas makrofauna seperti cacing tanah dan serangga membantu mengurai bahan organik, memperbaiki struktur tanah, dan mendukung siklus nutrisi, yang semuanya

penting untuk menjaga produktivitas dan kesehatan tanah gambut.

Tanaman Balangeran (*Shorea balangeran* Burck), anggota keluarga Dipterocarpaceae, adalah salah satu spesies yang dapat tumbuh di lahan rawa gambut. Tanaman ini tersebar luas di Sumatra dan Kalimantan, dengan berbagai nama lokal seperti balangiran, kawi kahoi, dan melangir. Balangeran dikenal sebagai spesies yang cepat tumbuh dan mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lahan, termasuk lahan terbuka dan hutan kerangas yang memiliki keasaman tinggi dan rentan terhadap kebakaran. Kemampuan Balangeran untuk tumbuh di lingkungan ekstrem menjadikannya spesies penting untuk restorasi dan konservasi lahan gambut, serta untuk penelitian tentang interaksi antara tanaman dan makrofauna di ekosistem ini.

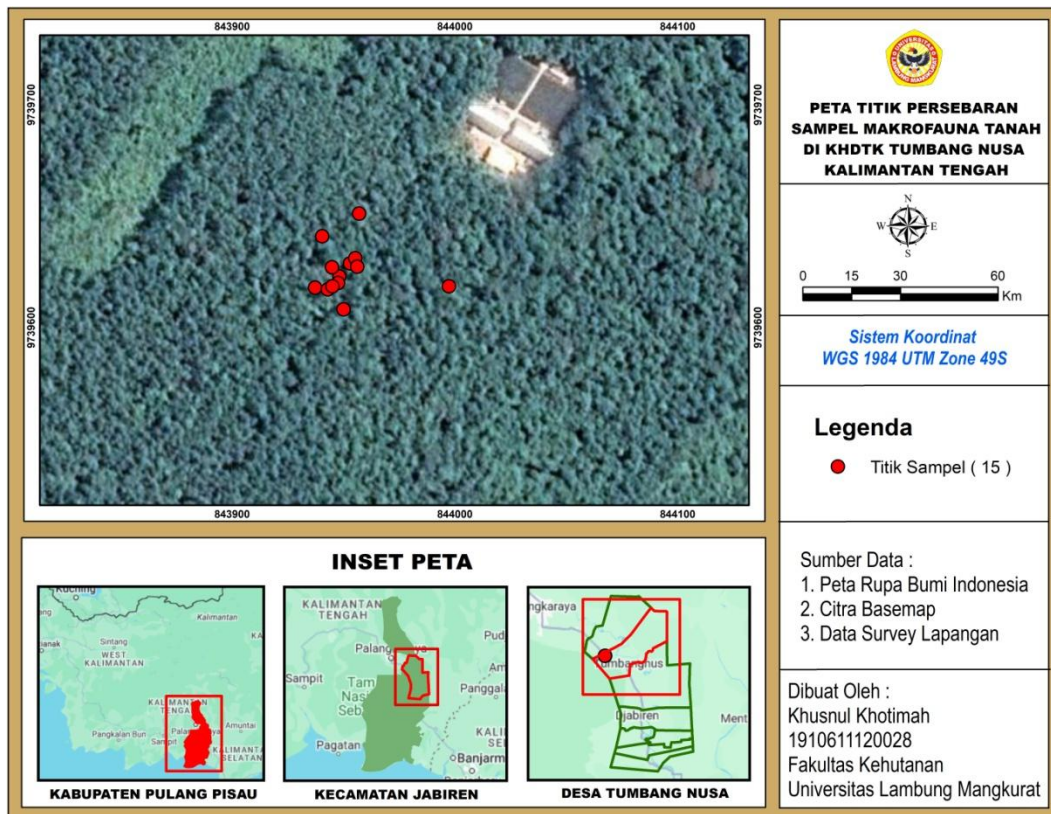
Penelitian tentang jenis-jenis makrofauna tanah pada tegakan Balangeran sangat penting untuk memahami dinamika ekosistem rawa gambut. Mengingat pentingnya peran makrofauna dalam mendukung kesehatan dan produktivitas tanah, penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana spesies tanaman seperti Balangeran berinteraksi dengan makrofauna dan mempengaruhi proses ekosistem. Hasil penelitian dapat digunakan untuk mengembangkan strategi pengelolaan lahan gambut yang lebih efektif, memperbaiki kesehatan tanah, meningkatkan produktivitas tanaman, dan mempromosikan keberlanjutan ekosistem gambut. Penelitian semacam ini juga membantu mengidentifikasi dan melestarikan keanekaragaman hayati makrofauna yang mungkin berperan penting dalam ekosistem tanah rawa gambut.

Berdasarkan pentingnya peranan makrofauna tanah adalah menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik. Maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan fokus identifikasi makrofauna tegakan Balangeran (*Shorea balangeran* Burck) di KHDTK Tumbang Nusa Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Menganalisa sebaran makrofauna tanah pada tegakan Balangeran, 2) Menghitung indeks keragaman makrofauna tanah pada tegakan Balangeran.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan selama ± 2 bulan, terhitung dari bulan Mei - Juli 2023. Pengambilan data makrofauna tanah di bawah tegakan Balangeran bertepatan di KHDTK Tumbang Nusa Kalimantan Tengah meliputi kegiatan persiapan penelitian, pengambilan data, pengolahan data dan analisis serta penyusunan laporan penelitian.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu parang, cangkul, ember, kantong plastic, meteran, pinset *Ph meter* dan *hygrometer*, tali raffia, botol sampel, *tallysheet*, kamera digital, saringan, ATK (Alat Tulis Kertas), dan GPS (*Global Position System*). Sedangkan, bahan penunjang penelitian ini adalah detergen, kotoran sapi, alkohol 70%, dan formalin 4%



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu kegiatan peletakan alat dan pengambilan data secara *purposive sampling*. Dimana metode *purposive sampling* merupakan metode pengambilan data atau sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016). Prosedur selanjutnya yaitu pengambilan data primer dan sekunder, serta pengolahan dan analisis data. Data yang dikumpulkan pada setiap plot pengamatan dengan cara mengambil sampel makrofauna yang terdapat di tanah pada plot penelitian dan analisis makrofauna meliputi kepadatan populasi, kepadatan relatif, frekuensi kehadiran, indeks diversitas, indeks keragaman, indeks similaritas, analisis

korelasi. Pembuatan petak pengamatan dengan ketentuan jarak 10 m.

Analisis yang digunakan dalam mengolah data makrofauna tanah yang didapatkan adalah dengan melalui analisis kuantitatif melalui pengamatan serta analisis terhadap makrofauna tanah yang didapatkan di lapangan ditulis pada tabel untuk mempermudah. Jumlah spesies makrofauna tanah dan jumlah individu masing-masing spesies yang ditemukan dihitung nilai: Kepadatan (K), Kepadatan Relatif (KR), Frekuensi Kehadiran (FK), Indeks

Diversitas/Keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') (Suin, 2002). Hasil identifikasi

kemudian akan dimasukkan kedalam *tallysheet*.

Kepadatan Populasi (K)

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Jenis}}{\text{Luas Plot Pengamatan}}$$

Kepadatan Relatif (KR)

$$KR = \frac{\text{Kepadatan Suatu Jenis}}{\text{Kepadatan Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

Frekuensi (F)

$$F = \frac{\text{Jumlah plot Yang Ditempati Suatu Jenis}}{\text{Jumlah semua plot}}$$

Frekuensi Relatif (FR)

$$FR = \frac{\text{Frekuensi Seluruh Jenis}}{\text{Frekuensi Suatu Jenis}} \times 100$$

Indeks Nilai Penting (INP)

$$INP = KR + FR$$

Suin (2002) menerangkan nilai FK berdasarkan konstansinya sebagai berikut:

Nilai FK = 0-25% :Aksidental (sangat jarang)
 Nilai FK = 25-50% :Assesori (jarang)
 Nilai FK = 50-75% :Konstan (sering)
 Nilai FK = >75% :Absolut (sangat sering)

Indeks Keanekaragaman Spesies (H')

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' = indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener

Ni = jumlah individu spesies ke-1

N = jumlah individu seluruh spesies

Menurut Liunima *et al*, (2022) bahwa penentuan criteria dari nilai perhitungan indeks keanekagaraman *Shannon-Wiener* (H') adalah sebagai berikut:

- Jika $H' \leq 1$ maka tingkat keanekaragaman adalah rendah
- Jika $1 < H' < 3$ maka tingkat keanekaragaman adalah sedang
- Jika $H' \geq 3$ maka tingkat keanekaragaman adalah tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Makrofauna Tanah pada Tegakan Balangeran (S. balangeran Burck)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan Nilai Kepadatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Indeks Nilai Penting (INP) makrofauna tanah pada 15 plot pengamatan di bawah tegakan Balangeran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Nilai Kepadatan Relatif (%), Frekuensi Relatif (%) dan INP Makrofauna Tanah Di Bawah Tegakan Balangeran

No	Jenis Makrofauna	KR (%)	FR (%)	INP (%)
1	Jangkrik	12,38	13,16	25,54
2	Katak	2,86	5,26	8,12
3	Laba-laba	13,33	18,43	31,76
4	Lalat	2,86	2,63	5,49
5	Kaki Seribu Merah	2,86	2,63	5,49
6	Kaki Seribu	2,86	2,63	5,49
7	Kecoa	0,95	7,9	8,85
8	Kecoa pohon	8,57	5,27	13,84
9	Kelulut	7,63	7,89	15,52
10	Kumbang	5,71	7,89	13,6
11	Kumbang birunang	0,96	2,63	3,59
12	Rayap	0,95	2,63	3,58
13	Suruk	3,81	5,26	9,07
14	Semut	14,27	7,9	22,17
15	Semut Merah	18,1	2,63	20,73
16	Tangis tanah	0,95	2,63	3,58
17	Ulat	0,95	2,63	3,58
		100	100	200

Perhitungan nilai kepadatan relatif, frekuensi relatif, dan INP untuk mengetahui dominansi jenis-jenis makrofauna yang ada di bawah tegakan balangeran Tabel 3. Analisis perhitungan makrofauna yang telah dilakukan di lokasi di temukan sebanyak 17 jenis makrofauna yang didominasi oleh jenis semut merah (*Solenopsis* spp) dengan jumlah sebanyak 19 jenis yang ditemukan pada 1 jumlah plot ukur. Semut merah dapat membantu menggali sejumlah besar tanah, yang dapat menyebabkan terangkatnya nutrisi tanah. Penelitian telah menunjukkan bahwa semut memiliki respon terhadap kerusakan habitat akibat kehadiran manusia dalam hutan lindung. Mereka dapat memberikan informasi tentang kekayaan, kelimpahan, keragaman, frekuensi, dan tanggap fungsional terhadap kerusakan antropogenik dalam hutan lindung (Latumahina, *et al* 2015). Berdasarkan hasil perhitungan bahwa tingkat kepadatan paling tinggi yaitu kepadatan relatif 18,1% di tempati oleh semut merah (*Solenopsis* spp),

frekuensi relatif yaitu 18,43% di tempati oleh Laba-laba (*Hololena nedra*), dan dengan nilai penting 31,76% di tempati oleh Laba-laba (*Hololena nedra*).

Indeks Keragaman Makrofauna Tanah pada Tegakan Balangeran (*S. balangeran Burck*)

Keanekaragaman jenis makrofauna ditunjukkan oleh banyaknya jenis organisme yang membentuk komunitas di kawasan tertentu. Suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman yang tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis begitu juga sebaliknya (Odum, 1993). Hal tersebut dikuatkan oleh Sugiyarto (2005) bahwa suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Nilai indeks keragaman makrofauna tanah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Keanekaragaman Makrofauna Tanah

No	Jenis Makrofauna	$-(ni/N)$	$-(\ln(ni/N))$	$-(ni/N \times \ln(ni/N))$
1	Jangkrik	0,1277	2,05807	0,26282
2	Katak	0,0406	3,20399	0,13008
3	Laba-laba	0,1588	1,84011	0,29221
4	Lalat	0,02745	3,59539	0,09869
5	Kaki Seribu Merah	0,02745	3,59539	0,09869
6	Kaki Seribu	0,02745	3,59539	0,09869
7	Kecoa	0,04425	3,1179	0,13797
8	Kecoa pohon	0,0692	2,67075	0,18482
9	Kelulut	0,0776	2,55619	0,19836
10	Kumbang	0,068	2,68825	0,1828
11	Kumbang birunang	0,01795	4,02017	0,07216
12	Rayap	0,0179	4,02295	0,07201
13	Suruk	0,04535	3,09335	0,14028
14	Semut	0,11085	2,19958	0,24382
15	Semut Merah	0,10365	2,26674	0,23495
16	Tangis tanah	0,0179	4,02295	0,07201
17	Ulat	0,0179	4,02295	0,07201
Nilai Keanekaragaman Jenis				2,59238

Keterangan:

ni/N : INP suatu jenis/ Total INP seluruh spesies

$\ln(ni/N)$: $\ln(\text{INP suatu jenis/ Total INP seluruh spesies})$

$ni/N \times \ln(ni/N)$: $\text{INP suatu jenis/ Total INP seluruh spesies} \times \ln(\text{INP suatu jenis/ Total INP seluruh spesies})$

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan hasil indeks *shannon wiener* sebesar 2,592. Berdasarkan nilai tersebut maka makrofauna tanah di bawah tegakan Balangeran termasuk dalam kategori sedang, yang dimana menurut *shannon-wiener* dalam Suin (2002). $1 \leq H' \leq 3$ menunjukkan keanekaragaman sedang. Hal ini disebabkan areal tegakan Balangeran yang sangat luas dan kaya akan nutrisi dan lembab. Hal ini sesuai dengan isi yang menyebutkan bahwa suatu spesies makrofauna mengkolonisasi daerah geografis yang baru tanpa diikuti oleh perkembangan musuh alami mereka, musuh alami terbunuh oleh aplikasi pemancing seperti kotoran sapi atau habitat yang di tempati oleh makrofauna dan musuh alami dimodifikasi sehingga sangat sesuai untuk makrofauna tersebut (Karyaningsih dan Hendrayana, 2021).

Menurut Wibowo dan Slamet (2017), keanekaragaman makrofauna tanah sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas makanan yang tersedia di lingkungan mereka. Beberapa faktor penting yang mempengaruhi ketersediaan makanan ini antara lain jumlah tanaman inang yang sesuai, kerapatan tanaman inang, umur tanaman inang, dan komposisi tegakan vegetasi di sekitar. Tanaman inang yang melimpah dan sesuai dengan kebutuhan

makrofauna akan meningkatkan keanekaragaman dan kelimpahan makrofauna di suatu area. Selain itu, kerapatan dan umur tanaman juga memainkan peran penting dalam menentukan keanekaragaman makrofauna, karena tanaman yang lebih tua dan lebih padat biasanya menyediakan lebih banyak sumber makanan dan habitat bagi makrofauna.

Leksono (2007), yang dikutip oleh Aria (2017), menambahkan bahwa faktor-faktor lingkungan abiotik juga memiliki pengaruh besar terhadap keanekaragaman makrofauna tanah. Faktor abiotik dapat dibagi menjadi faktor fisik dan kimia. Faktor fisik meliputi suhu, kadar air, porositas, dan tekstur tanah. Suhu dan kadar air yang sesuai sangat penting untuk kelangsungan hidup makrofauna, karena banyak dari mereka memerlukan kondisi kelembaban tertentu untuk berkembang. Porositas dan tekstur tanah juga berperan dalam menyediakan habitat yang cocok bagi makrofauna, karena tanah yang lebih porous dan memiliki tekstur yang sesuai dapat mendukung pergerakan dan aktivitas makrofauna.

Faktor kimia lingkungan juga menentukan struktur komunitas makrofauna tanah. Kandungan nutrisi dan pH tanah

adalah beberapa contoh faktor kimia yang mempengaruhi keanekaragaman makrofauna. Tanah yang kaya akan nutrisi dan memiliki pH yang sesuai cenderung mendukung keanekaragaman makrofauna yang lebih tinggi. Selain itu, interaksi antara faktor-faktor fisik dan kimia lingkungan juga dapat mempengaruhi bagaimana makrofauna beradaptasi dan bertahan di suatu habitat. Dengan memahami faktor-faktor ini, kita dapat mengelola habitat dan ekosistem tanah secara lebih efektif untuk mendukung keanekaragaman dan kesejahteraan makrofauna tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Makrofauna yang ditemukan di bawah tegakan Balangeran berjumlah 17 jenis yang termasuk kedalam 15 famili. Tingkat kepadatan paling tinggi yaitu kepadatan relatif 31,76% di tempati oleh Laba-laba (*Hololena nedra*), jangkrik (*Gryllus bimaculatus*) dengan kepadatan relative 25,54%, dan Semut (*Tapinoma sessile*) dengan kepadatan relatif 22,17%. Indeks keanekaragaman pada makrofauna tanah dibawah tegakan Balangeran bersifat absolut (sedang) dengan nilai 2,592.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka diharapkan dapat menambah wawasan tentang makrofauna tanah pada areal tanaman Balangeran, selain itu perlu dilakukan penelitian lanjutan perbandingan dengan pohon yang satu famili.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh Masyarakat dan Pihak KHDTK Tumbang Nusa Kalimantan Tengah yang telah memberikan izin dan memfasilitasi penulis dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Aria, M. 2017. Keragaman Makrofauna Tanah Di Bawah Tegakan Tanaman Karet (*Havea brasiliensis* Muell. Arg) Di Lahan Gambut yang Ditumbuhi dan tidak Ditumbuhi *Mucuna bracteata*. *Jurnal Jom Faperta*. 4 (1).

BPK Banjarbaru. 2005. *Deskripsi KHDTK Tumbang Nusa*. Kalimantan Tengah

Karyaningsih, I., & Hendrayana, Y. 2021. Keanekaragaman makrofauna tanah di zona rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasirbatang Desa Karangsari Kabupaten Kuningan. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 13(1), 60-67.

Latumahina, F., Musyafa, M., Sumardi, S., & Putra, N. S. 2015. Respon Semut Terhadap Kerusakan Antropogenik Dalam Hutan Lindung Sirimau Ambon (Ants Response to Damage Anthropogenic in Sirimau Forest Ambon). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(2), 169-178.

Liunima, V., Banilodu, L., & Semiun, C. G. 2022. Edubiotik: Jurnal Pendidikan, Biologi dan Terapan. *ecosystems*, 7(02), 81-90.

Naemah, D., Rachmawati, N., & Pujawati, E. D. (2020). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Hutan Rawa Gambut Di Kabupaten Banjar. *Jurnal Hutan Tropis*, 8(3), 298-305.

Rachmawati, N., Susilawati, S., & Prihatiningtyas, E. (2019). Pengolahan sampah organik menjadi kompos untuk mendukung kampung pro iklim. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary*, 4(2).

Sugiyarto. 2000. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Umur Tegakan Sengondi RPH Jatirejo, Kabupaten Kediri. *Jurnal Penelitian UNS*: Surakarta.

Sugiyarto., M. Efendi., E. Mahajoeno., Y. Sugiti, E. Handayanto, dan L. Agustina. 2007. Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah Terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman Pada Intensitas Cahaya yang Berbeda. *Biodiversitas*, 7(4): 96-100.

Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan RdanD*. Bandung: Alfabeta.

Suin, N. M. 2002. *Metode Ekologi Edisi 2*. Penerbit Universitas Andalas. Padang. 2003. *Ekologi Populasi*. Universitas Andalas. Padang.

- 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. *Journal of Tropical Silviculture*, 8(1), 26-34.