

Original Research Paper

## Distribution of Soil Macrofauna Diversity and Abundance Land Used at Moving Agriculture Systems Warmare District, Regency of Manokwari, Province of West Papua

Amin Mbusango<sup>1\*</sup>, Kati Syamsudin Kadang Tola<sup>1</sup>, Samsul Bachri<sup>1</sup>, Ratna Ningsi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat, Indonesia;

<sup>2</sup>Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Papua, Manokwari, Papua Barat, Indonesia;

### Article History

Received : March 25<sup>th</sup>, 2024

Revised : May 01<sup>th</sup>, 2024

Accepted : May 22<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Amin Mbusango,**

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas  
Pertanian, Universitas Papua,  
Manokwari, Papua Barat;  
Email:

[a.mbusango@unipa.ac.id](mailto:a.mbusango@unipa.ac.id)

**Abstract:** Warmare District, Manokwari Regency, West Papua Province is one of the areas where the people still maintain the shifting cultivation system and it has even become one of the local wisdoms in the area. This research aims to examine the diversity and density of soil macrofauna on shifting cultivation land in the Warmare District, Manokwari Regency. The method used in this research is the direct handsorting method in the field and macrofauna identification using a binocular microscope. Data analysis used in this research was cluster analysis with PAST (Powerful Software for Scientific Data Analysis) software version 3.4 and used the Landmarks 3D PCA test to see the relationship between soil macrofauna diversity and land use types. The research results showed that the highest density and diversity of soil macrofauna was shown by the use of forest land with 38 taxa at a depth of 0-10 cm and 37 taxa at a depth of 10-20 cm. Where the high diversity composition of the Shannon-Weaver index is shown by forest land use with a value of 0.94 and is reinforced by the low Simpson index value of 0.30 for forest land use. This is in line with the results of the PCA analysis which shows that macrofauna forest land is compared with monoculture cultivation land and polyculture cultivation land.

**Keywords:** Abundance, diversity, land use, macrofauna, shifting cultivation.

### Pendahuluan

Tanah merupakan kehidupan yang kompleks dalam suatu sistem ekologi. Dimana ekologi tanah terdiri berbagai komponen salah satunya makrofauna tanah yang selalu menjadi indikator untuk menilai kualitas tanah (Sofa *et al.*, 2020). Saat ini tanah telah mengalami banyak degradasi akibat perubahan iklim (Lubbers *et al.*, 2020), hingga berdampak pada kekeringan (Chomel *et al.*, 2019) yang panjang. Perubahan iklim juga dirasakan komunitas makrofauna, baik yang ada di atas permukaan ataupun yang berada di bawah permukaan.

Perubahan iklim yang terjadi saat ini memiliki peranan penting untuk kita memahami karakter ekosistem makrofauna tanah (Nielsen & Ball, 2015). Makrofauna tanah memiliki fungsi penting dalam tanah seperti memperbaiki

struktur, porositas, dan aerasi tanah sehingga mampu menopang pertumbuhan tanaman (Nunes *et al.*, 2020). Aktivitas manusia (Smith *et al.*, 2016), baik secara langsung ataupun tidak langsung akan memberikan kerusakan terhadap tanah, seperti penggunaan pestisida, salinitas, dan erosi akibat pengolahan lahan sehingga didalam penggunaan lahan harus memperhatikan keberadaan makrofauna tanah.

Makrofauna memiliki peran dalam proses perombakan bahan organik, dan stabilisasi agregat tanah, (Nurrohman *et al.*, 2015; Endrik & Rahardjanto, 2018). Keberagaman fungsi fauna tanah dalam melaksanakan berbagai aktivitasnya dalam tanah perlu diketahui. Adanya perkembangan pertanian yang semakin pesat, maka peran makrofauna tanah dalam penggunaan agroekosistem lahan harus dipertimbangkan secara serius. Seperti strategi

pengelolaan lahan, dengan fokus tidak hanya pada hasil dan kualitas biji, tetapi juga pada pemulihan kesuburan tanah. Makrofauna tanah merupakan bagian dari ekosistem lahan yang hidup di tanah baik dipermukaan ataupun didalam tanah. Ekosistem makrofauna tanah Indonesia menempati 25% dari spesies makrofauna global atau dunia (Tanjung *et al.*, 2020). Makrofauna tanah memiliki peran yang sangat penting dalam ekosistem, yaitu menjaga kesuburan tanah melalui perombakan bahan organik, distribusi nutrisi, dan meningkatkan aerasi tanah (Namriah & Kilowasid, 2015).

Makrofauna tanah berkontribusi atas transformasi kimia di dalam tanah, meningkatkan pH, total-N, dan C/N rasio (Kilowasid *et al.*, 2020). Peran transformasi makrofauna tanah seperti herbivora, karnivora, dan predator dalam ekosistem tanah, yaitu untuk mengelola siklus hara dalam ekosistem tanah (Melman *et al.*, 2019). Siklus hara adalah salah satu dari banyak peran untuk menentukan kesuburan, kesehatan, dan kualitas tanah pada praktik pertanian. Makrofauna tanah terbukti memberikan dampak terhadap produktivitas pertumbuhan tanaman dan proses tanah lainnya (Groenigen *et al.*, 2014). Pengembangan praktik pertanian harus memperhatikan keberadaan makrofauna tanah, dimana untuk menjaga pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Peran makrofauna tanah untuk manajemen kesuburan, kesehatan, dan kualitas tanah telah banyak didemonstrasikan oleh para ahli (Kihara *et al.*, 2020) sebagai salah satu indikator untuk melihat lahan-lahan pertanian yang berkelanjutan (Menta & Remelli, 2020) berpendapat bahwa makrofauna selain melihat kesuburan tanah tetapi juga sebagai indikator pendekatan holistik, dan kesehatan tanah. Dalam dua dekade terakhir indeks keragaman makrofauna tanah diusulkan bersama metode fisik-kimia sebagai program pemantau bioindikator kualitas tanah (Dahlsjö *et al.*, 2019; Dubey *et al.*, 2020). Peran makrofauna dalam menilai kesuburan, kesehatan dan kualitas tanah harus diedukasikan ke petani tradisional ataupun petani konvensional.

Jumlah petani tradisional saat ini semakin berkurang dimana tergerus dengan perkembangan sistem pertanian konvensional. Petani tradisional yang dimaksud merupakan

petani yang menggunakan sistem bera dan budidaya tradisional yang bergantung terhadap alam. Selama setahun penanaman dilakukan diawal musim penghujan (Dahlström, 2008), dan disela-sela musim digunakan sebagai lahan rumput penggembalaan dan bera (Delgado-Matasa & Pukkala, 2014). Petani tradisional sebagian besar setelah panen melakukan imigrasi ke perkotaan (Kc & Race, 2020) untuk menunggu musim tanam berikutnya. Perkembangan pertanian yang menimbulkan sistem petani tradisional tergerus yakni didorong oleh kebutuhan sosial ekonomi dan perkembangan global yang cepat (Ren *et al.*, 2020).

Perkembangan global memberi dampak terhadap pertanian konvensional yang ikut pesat berkembang, dimana ditandai dengan penggunaan pupuk anorganik, pengelolaan lahan menggunakan alat teknologi, hingga berdampak pada kerusakan lingkungan. Dalam memenuhi kebutuhan pangan (Mwambo *et al.*, 2020; Koncz *et al.*, 2020; Taghizadeh-Mehrjardi *et al.*, 2020) para peneliti mendemonstrasikan agar sistem pertanian agar terus dikembangkan dimana sistem pertanian harus mampu memadukan sistem peternakan, dan pertanian. Sehingga kesuburan, kesehatan, dan kualitas tanah tetap terjaga, serta menimbulkan pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini penting untuk dilaksanakan dan bertujuan untuk melihat keberadaan keragaman dan kelimpahan makrofauna tanah pada lahan sistem ladang berpindah di Distrik Warmare, Kabupaten Manokwari, Papua Barat.

## Bahan dan Metode

### Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Distrik Warmare Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat pada bulan Juli samapai bulan September 2024.

### Prosedur kerja

Metode yang akan digunakan adalah *Tropical Soils Biology and Fertility* (TSBF) yang dikenal dengan metode identifikasi makrofauna (Anderson & Ingram, 1990). Pengambilan sampel tanah untuk pengamatan makrofauna yaitu menggunakan *ring box*

*stainless* dengan ukuran panjang x lebar x tinggi (25 x 25 x 20 cm). Pengambilan sampel tanah makrofauna akan dilakukan dengan metode grid dengan jarak 10 meter, dan jumlah pengambilan sampel berdasarkan luas lahan yang digunakan petani.

Adapun pengamatan makrofauna dilapangan menggunakan *handsortir*, dan ditampung dimedia yang berisikan alkohol kemudian dilanjutkan untuk analisis struktur trofik di dalam laboratorium biodiversitas diamati menggunakan mikroskop binokuler tipe EW10x/20, ukuran tubuh makrofauna 2– 10 mm (Lavelle & Spain, 2003) ; (Anderson & Ingram, 1990). Parameter pengamatan yang dievaluasi meliputi jumlah genus, kerapatan, dan indeks keberagaman pada penggunaan lahan monokultur, lahan kebun campuran dan lahan hutan.

#### Analisis data

Kerapatan, dinyatakan dengan jumlah individu dalam kelompok trofik pada tiap plot pengamatan. Keberagaman, dinyatakan dengan jumlah individu dalam kelompok trofik makrofauna tanah dan indeks keragaman Shannon-wiener pada tiap plot pengamatan. Indeks Shannon-wiener dihitung menggunakan persamaan berikut dengan jumlah individu  $m^{-2}$  dan jumlah takson (*species richness*)  $m^{-2}$ .

$$H' = \sum p_i \ln p_i \quad (1)$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^R P_i^2 \quad (2)$$

Keterangan :  $p_i = n_i/N$

$P_i$  = proporsi spesies kelompok trofik ke I di dalam sampel total

$n_i$  = nilai jumlah trofik individu tiap kelompok untuk tiap spesies

$N$  = total jumlah individu kelompok trofik.

Semua data yang dikumpulkan kemudian dianalisis, biodiversitas biota tanah menggunakan Analisis variansi ANOVA. Untuk membedakan struktur trofik makrofauna tanah dengan jenis vegetasi menggunakan analisis kluster dengan *software* PAST (*Powerful Software For Scientific Data Analysis*) versi 3.4. Hubungan keragaman

makrofauna tanah terhadap jenis penggunaan lahan menggunakan uji *Landmarks* 3D PCA.

## Hasil dan Pembahasan

### Kondisi penggunaan lahan

Penelitian dilaksanakan pada tiga tipe penggunaan lahan di antaranya lahan monokultur, lahan polikultur, dan lahan hutan. Lahan tersebut merupakan lahan masyarakat lokal papua yang dikelola dengan sistem tradisional. Pembukaan lahan tanpa menggunakan sistem mekanisasi, sehingga terlihat banyak tumpukan-tumpukan kayu.



Gambar 1. Contoh gambar pestisida

Gambar 1 merupakan lahan monokultur yang dibudidayakan masyarakat lokal, dengan umur tanaman 8 minggu setelah tanam (MST). Lahan tersebut merupakan lahan kebun jagung yang dibudidayakan dengan sistem tebas bakar dan tanpa olah tanah. Proses pembukaan lahan hingga pasca panen tidak menggunakan mekanisasi, dan penggunaan pupuk serta pengendalian hama tanpa menggunakan pestisida.



Gambar 2. Lahan polikultur

Lahan polikultur (Gambar 2) merupakan tanaman budidaya masyarakat lokal Warmare yang sering dijumpai di lapangan. Biasanya kebun campuran ini dilaksanakan setelah masa

panen tanaman utama yang dibudidayakan di tahun pertama. Tanaman yang ditanam lebih dari satu tanaman pada areal lahan yang sama diantaranya tanam pisang, singkong, ubi jalar, keladi, sereh, jahe, pepaya, dan cabai. Hasil dapat disajikan dalam bentuk tabel angka-angka, grafik, deskripsi verbal, atau gabungan antara ketiganya.



**Gambar 3.** Lahan Hutan

Lahan hutan (gambar 3) merupakan lahan hutan sekunder dimana lahan tersebut pernah dibuka sebagai lahan budidaya pertanian. Namun lahan tersebut sengaja dihutankan dan

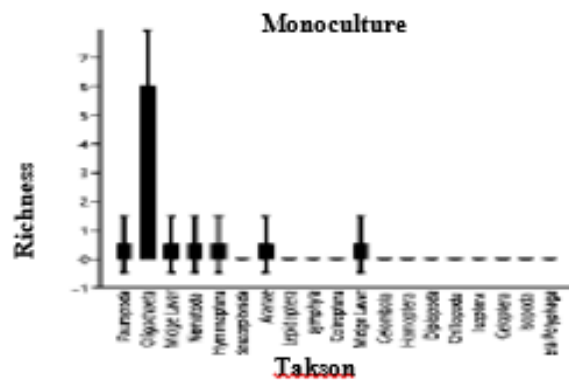
akan dibuka kembali setelah 3 sampai 5 tahun lahan tersebut ditinggalkan. Sistem ini masyarakat mengenyahnya dengan sistem bero artinya lahan tersebut diistirahatkan dan tanpa ditanami tanaman budidaya serta dibiarkan menjadi hutan kembali.

### **Kelimpahan makrofauna tanah pada berbagai penggunaan lahan ladang berpindah di Distrik Warmare**

Data analisis makrofauna tanah pada penggunaan lahan kebun Monokultur, kebun Polikultur serta hutan, yang dipisahkan dua kedalaman 0-10 cm dan 10-20 cm. Nilai keragaman tertinggi ditunjukkan pada penggunaan lahan hutan sebesar 38 (0-10 cm), 37 (10-20 cm), disusul penggunaan lahan kebun polikultur 36 (10-20 cm), 17 (0-10 cm), serta nilai terendah ditunjukkan penggunaan lahan monokultur sebesar 10 (0-10 cm), 8 (10-20 cm). Komposisi rata-rata makrofauna tanah disajikan pada Tabel 1.

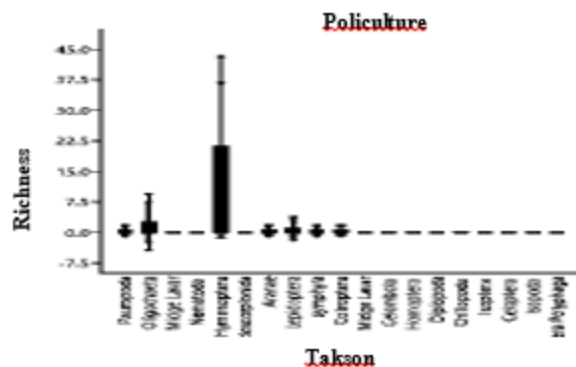
**Tabel 1.** Komposisi rata-rata keragaman dan kepadatan makrofauna pada berbagai penggunaan lahan di Distrik Warmare

Takson	Rata-rata Fauna Tanah pada penggunaan Lahan berbeda					
	Monokultur		Polikultur		Hutan	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Aranae	-	1	-	1	1	-
Celombola	-	-	-	-	-	-
Celomtera Polyphaga	-	-	-	-	1	-
Celoptera	-	-	-	-	-	-
Chillopoda	-	-	-	-	9	1
Coleoptera	-	-	1	-	-	-
Diplopoda	-	-	-	-	5	4
Homoptera	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	1	-	13	29	10	5
Isopoda	-	-	-	-	3	-
Isoptera	-	-	-	-	-	4
Lepidoptera	-	-	2	-	-	-
Midge Lavar	1	-	-	-	-	-
Midge Lavar	1	-	-	-	-	-
Nematoda	1	-	-	-	-	-
Oligochaeta	5	7	-	5	9	23
Pauropoda	1	-	-	1	-	-
Pseudoscorplonida	-	-	-	-	-	-
Symphylan	-	-	1	-	-	-
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>37</b>



**Gambar 4.** Rata-rata Individu Makrofauna Pada Penggunaan Lahan Monokultur

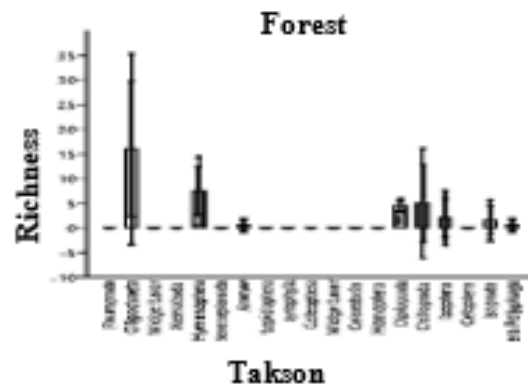
Gambar 4. Rata-rata individu makrofauna pada penggunaan lahan kebun monokultur di Distrik Warmare menunjukkan jumlah takson Oligochaeta yang dominan dikedalaman 0-10 cm, yaitu berjumlah 5 individu dan kedalaman 10-20 cm berjumlah 7 individu. Dari pengelompokan makrofauna yang ditemukan di kebun Monokultur. Cacing merupakan makrofauna yang dominan dari 21 takson yang ditemukan. Hal tersebut menunjukkan bahwa jumlah kepadatan makrofauna pada lahan monokultur berjumlah 18 individu. Makrofauna tanah yang memiliki jumlah tertinggi yaitu Cacing sebanyak 12 individu, sedangkan makrofauna terendah yaitu Pauropoda, Midge larva, Nematoda, Hymenoptera dan Araneae rata-rata sebanyak 1 individu.



**Gambar 5.** Rata-rata Individu Makrofauna pada Penggunaan Lahan Polikultur

Spesies cacing termasuk golongan “daur

ulang” sebab mereka dapat menguraikan zat-zat yang sudah mati menjadi sesuatu yang sangat bermanfaat bagi kelangsungan kehidupan dalam sebuah ekosistem. Rata-rata individu makrofauna pada penggunaan lahan polikultur (Gambar 5) menunjukkan bahwa Hymenoptera dengan jumlah kepadatan takson 13 ditemukan pada kedalaman 0-10 cm, dan 29 individu dikedalaman 10-20 cm. Hymenoptera ditemukan dominan dilahan polikulture yang ditanamin pisang, singkong, ubi jalar, keladi, serei, jahe, pepaya, dan cabai. Selain takson hymenoptera yang mendominasi disusul Oligochaeta (5) Lepidoptera (2), dan Pauropoda (1), Araneae (1), symphylan (1), dan Coleoptera (1).



**Gambar 6.** Rata-rata Individu Makrofauna pada Penggunaan Lahan Hutan

Oligochaeta merupakan total makrofauna tanah yang dominan yang ditemukan pada posisi lahan hutan ada 32 individu, yaitu hymenoptera sebanyak 15 individu, chilopoda sebanyak 10 individu, diplopoda sebanyak 9 individu, isopoda ada 3 individu, polyphaga ada 1 individu, dan Araneae ada 1 individu. Menurut (Kudureti *et al.*, 2023) menyatakan bahwa cacing tanah membantu dalam menguraikan bahan organik didalam tanah, membantu pengangkutan sejumlah lapisan tanah dari bahan organik dan memperbaiki struktur tanah. Aktivitas cacing tanah dapat merombak bahan organik tanaman menjadi mineral dan sebagian tersimpan sebagai bahan organik tanah.

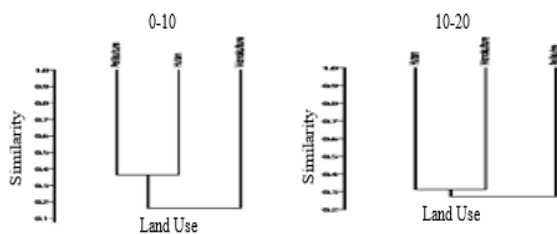
**Indeks keragaman dan kelimpahan makrofauna tanah pada berbagai penggunaan lahan ladang berpindah di distrik warmare**

Berdasarkan analisis keragaman indeks Shannon-Weaner dan indeks Simpson nilai keragaman tertinggi ditunjukkan pada penggunaan lahan hutan, Hal ini ditunjukkan dengan nilai Shannon – Weaner (0,94) dan nilai Simpson rendah (0,30). Artinya jika analisis Shannon-Weaner tinggi dan Simpson rendah mengindikasikan keragaman di penggunaan

lahan tersebut tinggi. Hal ini di perkuat dengan jumlah total takson yang diketemukan sebanyak 7 spesies pada kedalaman 0-10 cm dan sebanyak 5 spesies pada kedalaman 10-20 cm. Komposisi keragaman indeks Shannon -Weaner dan indeks Simpson makrofauna tanah disajikan pada Tabel 2.

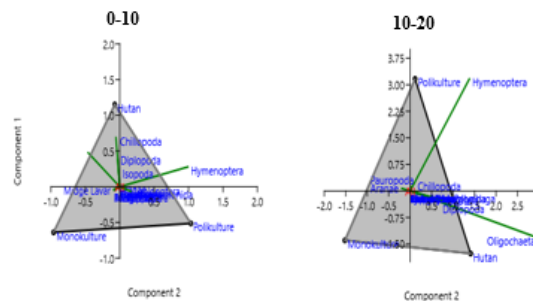
**Tabel 2.** Komposisi keragaman indeks Shannon -Weaner dan indeks Simpson makrofauna pada berbagai penggunaan lahan di Distrik Warmare

Penggunaan Lahan	Kedalaman (cm)	Keragaman		Jumlah Takson
		Indeks Shannon-Weaner	Indeks Simpson	
Monokultur	0-10	0,30	0,64	6
	10-20	0,00	0,50	2
Polikultur	0-10	0,29	0,48	4
	10-20	0,22	0,34	4
Hutan	0-10	0,94	0,30	7
	10-20	0,56	0,67	5



**Gambar 7.** Analisis Klaster Makrofauna Tanah pada Penggunaan Lahan Berbeda

Analisis klaster makrofauna tanah terhadap penggunaan lahan pada kedalaman 0-10 cm menunjukkan bahwa kebun monokultur terpisah dengan kebun polikultur dan hutan. Umur tanaman pada lahan monokultur 8 minggu setelah tanam (MST), sehingga memiliki kemiripan dengan kebun polikultur dan hutan 0,15. Penggunaan lahan polikultur dan hutan memiliki kemiripan yang sama berkisar 0,35. Namun pada kedalaman 10-20 cm berdasarkan analisis cluster yang ditampilkan dengan gambar 2 dendrogram menunjukkan kemiripan yang tidak berbedah jauh. Kebun polikultur memiliki, monokultur dan hutan berkisar 0,2 sampai 0,3. Artinya di kedalaman 10-20 cm keragaman berdasarkan uji klaster pada setiap penggunaan lahan tidak memiliki perbedaan yang signifikan.



**Gambar 8.** Sebaran keragaman Makrofauna tana terhadap Penggunaan Lahan

### Sebaran keragaman makrofauna tanah terhadap penggunaan lahan

Hasil Principal Components Analysis (PCA) menunjukkan bahwa sebaran keragaman makrofauna tanah pada kedalaman 0-10 cm lahan hutan memiliki dominansi seperti chilopoda dan diplopoda. Hymenoptera telah mendominasi pada penggunaan lahan polikultur, sedangkan makrofauna yang mendekati titik nol artinya memiliki sebaran yang sama disetiap penggunaan lahan. Hasil Principal Components Analysis (PCA) di kedalaman 10-20 cm menunjukkan bahwa sebaran keragaman makrofauna tanah pada penggunaan lahan polikulture masih

didominasi takson *hymenoptera*. Dipenggunaan lahan hutan didominasi oleh *Oligochaeta*, sedangkan pada lahan monokultur memiliki sebaran dominasi yang sama.

### Pembahasan

Analisis kelimpahan makrofauna tanah menunjukkan bahwa di penggunaan lahan hutan menampilkan nilai dengan kelimpahan yang tertinggi. Hal ini menggambarkan bahwa lahan hutan menunjukkan kondisi lahan yang homogen (Vasconcelos *et al.*, 2020) sehingga kebutuhan sumber makanan makrofauna tanah bervariasi dan tercukupi (Daggers *et al.*, 2020) Berbeda halnya pada penggunaan lahan monokultur dan polikultur yang memiliki nilai terendah. Kelimpahan makrofauna pada lahan monokultur dan polikulture didominasi takson tertentu. Pada penggunaan lahan monokultur didominasi takson oligochaeta atau cacing tanah. Takson cacing tanah diduga bahwa sumber energi yang dihasilkan oleh tanaman monokultur jagung sangat cocok untuk kebutuhan ekosistemnya (Al-Maliki *et al.*, 2021) Sedangkan pada lahan polikultur didominasi oleh takson hymenoptera.

Berbeda halnya dengan penggunaan lahan hutan yang memiliki kelimpahan yang bervariasi. Kelimpahan makrofauna tanah tertinggi ditunjukkan takson Oligochaeta, disusul takson Hymenoptera, Chilopoda, diplopoda dan isopoda. Adanya takson yang memiliki kelimpahan seimbang artinya kesediaan sumber makanan sangat tercukupi untuk keberlanjutan hidupnya. Hal ini diperkuat dengan hasil analisis indeks keragaman dan kelimpahan makrofauna tanah berdasarkan uji shannon-weaner dan Simpson menunjukkan bahwa pada lahan hutan memiliki keragaman dan kelimpahan yang tinggi.

Analisis sebaran keragaman makrofauna tanah terhadap penggunaan lahan kedalaman 0-10 cm berdasarkan uji PCA lahan hutan didominasi oleh chilopoda dan diplopoda, sedangkan hymenoptera memiliki keragaman yang sama antara penggunaan lahan hutan dan lahan polikultur. Takson chilopoda dan diplopoda serta hymenoptera kebutuhan sumber makan tercukupi. Selain sumber makanan ruang pori tanah pada lahan hutan sangat bervariasi,

sehingga memungkinkan pori tanah sebagai rumah untuk berkembang.

Penelitian Caló *et al.*, (2022) menyatakan bahwa di penggunaan lahan hutan memiliki kondisi kelembaban tanah cukup terjaga sehingga untuk keberlangsungan komunitas makrofauna tanah berjalan dengan baik. Namun pada penggunaan lahan polikultur di kedalaman 10-20 cm, takson hymenoptera terlihat dominan. Hal ini diduga di lahan polikultur pada kedalaman 10-20 cm, senyawa karbon yang dihasilkan oleh tanaman merupakan sumber energi bagi takson makrofauna hymenoptera. Hymenopter memiliki peran sebagai pendaur ulang bahan organik dan bioturbansi tanah (Jiang *et al.*, 2018), sehingga tanah pada subsoil ikut terangkat keatas. Sedangkan pada lahan hutan didominasi oleh takson makrofauna oligochaeta. Oligochaeta memiliki pergerakan secara vertikal dan horizontal hingga kedalaman 30 sampai 40 cm (Coleman *et al.*, 2004).

### Kesimpulan

Praktek budidaya pada sistem pertanian ladang berpindah, memberikan dampak terhadap sebaran keragaman dan kelimpahan makrofauna tanah di Distrik Warmare Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. Keragaman dan kepadatan makrofauna tanah tertinggi ditunjukkan pada penggunaan lahan hutan. Dimana Komposisi keragaman indeks Shannon-weaner tinggi diperlihatkan oleh penggunaan lahan hutan dengan nilai 0,94 dan diperkuat dengan rendahnya nilai indeks Simpson 0,30 pada penggunaan lahan hutan. Hal tersebut seiring dengan hasil analisis PCA yang menampilkan bahwa lahan hutan makrofauna dibandingkan dengan lahan perladangan monokultur dan perladangan polikultur. Hal ini diduga pada lahan hutan memiliki bahan organik yang tinggi sehingga dapat mempengaruhi kepadatan makrofauna tanah, artinya hubungan bahan organik dan makrofauna tanah memiliki hubungan korelasi yang baik.

### Ucapan Terima Kasih

Peneliti sampaikan terimakasih kepada Kemendikbudristekdikti melalui LP2M Universitas Papua yang telah memberikan dana

hibah penelitian dosen pemula, sehingga peneliti bisa menyelesaikan penelitian. Terimakasih disampaikan kepada masyarakat Warmare dan kepada mahasiswa Ilmu Tanah Universitas Papua yang telah membatu Tim peneliti di lapangan hingga penelitian ini bisa berjalan dengan baik.

## Referensi

- Al-Maliki, S., Al-Taey, D. K. A., & Al-Mammori, H. Z. (2021). Earthworms and eco-consequences: Considerations to soil biological indicators and plant function: A review. *Acta Ecologica Sinica*, 41(6), 512–523.  
<https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.02.003>
- Anderson, J. M., & Ingram, J. S. I. (1990). Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods. *The Journal of Ecology*, 78(2), 547.  
<https://doi.org/10.2307/2261129>
- Caló, L. O., Winckler Caldeira, M. V., Figueira da Silva, C., Camara, R., Castro, K. C., Santana de Lima, S., Pereira, M. G., & Maria de Aquino, A. (2022). Epigeal fauna and edaphic properties as possible soil quality indicators in forest restoration areas in Espírito Santo, Brazil. *Acta Oecologica*, 117, 103870.  
<https://doi.org/10.1016/j.actao.2022.103870>
- Chomel, M., Baggs, E. M., Lavalley, J. M., Caruso, T., Alvarez, N., Francisco, S., Vries, F. T. De, Rhymes, J. M., Emmerson, M. C., Bardgett, R. D., & Johnson, D. (2019). Drought decreases incorporation of recent plant photosynthate into soil food webs regardless of their trophic complexity. *Global Change Biology*, 25, 3549–3561.  
<https://doi.org/10.1111/gcb.14754>
- Coleman, D. C., Crossley, Jr., D. A., & Paul, F. Hendrix. (2004). *Second Edition Fundamentals of Soil Ecology*.
- Daggers, T. D., van Oevelen, D., Herman, P. M. J., Boschker, H. T. S., & van der Wal, D. (2020). Spatial variability in macrofaunal diet composition and grazing pressure on microphytobenthos in intertidal areas. *Limnology and Oceanography*, 65(11), 2819–2834.  
<https://doi.org/10.1002/lno.11554>
- Dahlsjö, C. A. L., Stiblik, P., Jaklová, J., Zídek, M., Wicman, J., Bohdan, H., & Jakub, L. (2019). The local impact of macrofauna and land - use intensity on soil nutrient concentration and exchangeability in lowland tropical Peru. *Wiley Biotropica*, 00, 1–10.  
<https://doi.org/10.1111/btp.12676>
- Dahlström, A. (2008). Biodiversity and Traditional Land Use in South-Central Sweden: The Significance of Management Timing. *Environment and History*, 14(385–403).  
<https://doi.org/10.3197/096734008X333572>
- Delgado-Matasa, C., & Pukkala, T. (2014). Optimisation of the traditional land-use system in the Angolan highlands using linear programming. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(2), 138–148.  
<https://doi.org/10.1080/13504509.2013.863238>
- Dubey, R. K., Dubey, P. K., Chaurasia, R., Singh, H. B., & Abhilash, P. C. (2020). Sustainable agronomic practices for enhancing the soil quality and yield of *Cicer arietinum* L. under diverse agroecosystems. *Journal of Environmental Management*, 262(110284), 1–12.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110284>
- Endrik Nurrohman, Abdulkadir Rahardjanto, S. W. (2018). Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah Dengan Kandungan C-Organik Dan Organophosfat Tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma Cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 1.
- Groenigen, J. W. van, Lubbers, I. M., Vos, H. M. J., Brown, G. G., Deyn, G. B. De, & Groenigen, K. J. van. (2014). Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Scientific Reports*, 4(6365), 1–7.  
<https://doi.org/10.1038/srep06365>
- Jiang, Y., Ma, N., Chen, Z., & Xie, H. (2018). Soil macrofauna assemblage composition



- and functional groups in no-tillage with corn stover mulch agroecosystems in a mollisol area of northeastern China. *Applied Soil Ecology*, 128, 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.04.006>
- Kc, B., & Race, D. (2020). Outmigration and Land-Use Change : A Case Study. *Land*, 9(2), 1–19.
- Kihara, J., Bolo, P., Kinyua, M., Nyawira, S. S., & Sommer, R. (2020). Soil health and ecosystem services : Lessons from sub-Saharan Africa ( SSA ). *Geoderma*, 370, 114342. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114342>
- Kilowasid, L. M. H., Sanjaya, M. F., Rakian, T. C., Alam, S., Djafar, M. K., & Muliddin. (2020). Vermireactor Shape. *Unila*, 25(2), 1–10. <https://doi.org/10.5400/jts.2019.v25i2.1>
- Koncz, N. K., Béri, B., Deák, B., Kelemen, A., Tóth, K., Kiss, R., Radócz, S., Migléc, T., Tóthmérész, B., & Orsolya. (2020). Meat production and maintaining biodiversity : Grazing by traditional breeds and crossbred beef cattle in marshes and grasslands. *Applied Vegetation Science*, 23, 139–148. <https://doi.org/10.1111/avsc.12475>
- Kudureti, A., Zhao, S., Zhakyp, D., & Tian, C. (2023). Responses of soil fauna community under changing environmental conditions. *Journal of Arid Land*, 15(5), 620–636. <https://doi.org/10.1007/s40333-023-0009-4>
- Lavelle, P., & Spain, A. v. (2003). *Soil Ecology* (secon edit). Kluwer Academic Publishers.
- Lubbers, I. M., Berg, M. P., Deyn, G. B. De, Putten, W. H. Van Der, & Groenigen, J. W. Van. (2020). Soil fauna diversity increases CO<sub>2</sub> but suppresses N<sub>2</sub>O emissions from soil. *Global Change Biology*, 26, 1886–1898. <https://doi.org/10.1111/gcb.14860>
- Melman, D. A., Kelly, C., Schneekloth, J., Calderón, F., & Fonte, S. J. (2019). Tillage and residue management drive rapid changes in soil macrofauna communities and soil properties in a semiarid cropping system of Eastern Colorado. *Applied Soil Ecology*, 143, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.05.022>
- Menta, C., & Remelli, S. (2020). Soil Health and Arthropods : From Complex System to Worthwhile Investigation. *Insect*, 11(54), 1–21.
- Mwamboa, F. M., Fürstb, C., Nyarkoc, B. K., Borgemeistera, C., & Martius, C. (2020). Land Use Policy Maize production and environmental costs : Resource evaluation and strategic land use planning for food security in northern Ghana by means of coupled emergy and data envelopment analysis. *Land Use Policy*, 95(104490), 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104490>
- Namriah, & Kilowasid, L. M. H. (2015). Local Soil Fertility Management on Small-Scale Farming Systems for Sustainable Agriculture. *Rightslink*, 110009, 1–5. <https://doi.org/10.1063/1.4930780>
- Nielsen, U. N., & Ball, B. A. (2015). Impacts of altered precipitation regimes on soil communities and biogeochemistry in arid and semi-arid ecosystems. *Global Change Biology*, 21, 1407–1421. <https://doi.org/10.1111/gcb.12789>
- Nunes, M. R., Karlen, D. L., Veum, K. S., Moorman, T. B., & Cambardella, C. A. (2020). Biological soil health indicators respond to tillage intensity : A US meta-analysis. *Geoderma*, 369, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114335>
- Nurrohman, E., Rahardjanto, A., Wahyuni, S., & Nurrohman, E. (2015). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Kawasan Perkebunan Coklat (Theobroma Cacao L. ) Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah Dan Sumber Belajar Biologi. *Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2), 197–208.
- Ren, W., Banger, K., Tao, B., Yang, J., Huang, Y., & Tian, H. (2020). Global pattern and change of cropland soil organic carbon during 1901-2010 : Roles of climate , atmospheric chemistry , land use and management. *Geography and Sustainability Journal*, 1, 59–69.

- <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.03.001>
- Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocka, J., Harper, R., Pan, G., West, P. C., Clark, J. M., Adhya, T., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P., Cotrufo, M. F., Elliott, J. A., McDowell, R. I. C., Griffiths, R. I., Asakawa, S., Bondeau, A., In, Atulk. J., Pugh, T. A. M. (2016). Global change pressures on soils from land use and management. *Global Change Biology*, 22, 1008–1028. <https://doi.org/10.1111/gcb.13068>
- Sofo, A., Mininni, A. N., & Ricciuti, P. (2020). Soil Macrofauna: A key Factor for Increasing Soil Fertility and Promoting Sustainable Soil Use in Fruit. *Agronomy*, 10(456), 1–20. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040456>
- Taghizadeh-Mehrjardi, R., Nabiollahi, K., Rasoli, L., Kerry, R., & Scholten, T. (2020). Land Suitability Assessment and Agricultural Production Sustainability Using Machine Learning Models. *Agronomy*, 10(573), 1–20.
- Tanjung, D. R., Alfian, A., Winarno, J., Retno, R., & Sumani, S. (2020). Relation of macrofauna diversity and chemical soil properties in rice field ecosystem , Dukuhseti district , Pati regency , Indonesia. *African Journal of Agricultural Research*, 15(2), 240–247. <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.14219>
- Vasconcelos, W. L. F. de, Rodrigues, D. de M., Silva, R. O. C., & Alfaia, S. S. (2020). Diversity and abundance of soil macrofauna in three land use systems in eastern Amazonia. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 44. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20190136>