

Kelimpahan Fauna Tanah pada Ekosistem Pascabakar Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu, Kalimantan Barat, Indonesia

(Abundance Of Soil Fauna In Post-Burn Ecosystem Of Mentebah, Kapuas Hulu, West Kalimantan, Indonesia)

Endang Sulistyorini¹♥, Rahayu Widyastuti², Sugeng Santoso³

¹Program Studi Agroekoteknologi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang – Banten

²Program Studi Bioteknologi Tanah dan Lingkungan IPB University – Bogor

³Program Studi Proteksi Tanaman IPB University-Bogor

♥Email korespondensi: endang_sulistyorini@untirta.ac.id

Abstract. The forest management system in Kapuas Hulu Regency has been less than optimal so that the area of forest from year to year decreases which results in decreased forest quality. Forest exploitation such as deforestation, increased shifting of the function of forest areas into settlements, plantations, moving trade, and the occurrence of forest fires are serious threats to forest ecosystems, especially the presence of soil fauna and biodiversity loss. Soil fauna is part of the soil ecosystem that maintains the ecosystem through decomposition processes and nutrient cycles. These processes aim to improve and maintain the biological, chemical, and physical properties of the soil. The aim of the study was to identify the abundance of soil fauna and environmental influences on the abundance of soil fauna in secondary forest ecosystems, slash and burn (1 year), young fallow (2-3 years) and old fallow (5-20 years). Soil samples were taken using a 100 m transek method with 10 sampling points at a depth of 0-5 cm. Extraction of soil fauna was done using the berlese funnel heat extractor modification. Identification of the order was carried out with a stereo light microscope. The results showed that each ecosystem has a different abundance and diversity. The largest and lowest abundances of soil fauna are 1,350 and 461 individuals/m² in secondary forest ecosystems and slash and burn. The highest diversity was found in secondary forest and old fallow (1.82;1.95) with moderate diversity categories. The abundance of soil fauna was dominated by the Hexapoda (insecta) and the lowest of the Symphyla.

Keyword: soil fauna; ecosystem; abundance; diversity

Abstrak. Sistem pengelolaan hutan di Kabupaten Kapuas Hulu selama ini kurang optimal sehingga luas hutan dari tahun ke tahun mengalami penurunan yang mengakibatkan kualitas hutan semakin menurun. Eksploitasi hutan seperti penebangan hutan, peningkatan peralihan fungsi kawasan hutan menjadi pemukiman, perkebunan, perladangan berpindah, dan terjadinya kebakaran hutan merupakan ancaman yang serius terhadap ekosistem hutan terutama keberadaan fauna tanah dan hilangnya keanekaragaman hayati. Fauna tanah merupakan bagian dari ekosistem tanah yang menjaga ekosistem melalui proses dekomposisi dan siklus hara. Proses-proses tersebut bertujuan untuk memperbaiki serta mempertahankan sifat biologi, kimia, dan fisik tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi kelimpahan fauna tanah dan pengaruh lingkungan terhadap kelimpahan fauna tanah pada ekosistem hutan sekunder, lahan pascabakar 1 tahun, belukar muda (2-3 tahun) dan belukar tua (5-20 tahun). Sampel tanah diambil dengan menggunakan metode transek sepanjang 100 m dengan 10 titik sampling pada kedalaman 0-5 cm. Ekstraksi fauna tanah dilakukan dengan menggunakan alat modifikasi *Berlese Funnel Heat Extractor*. Identifikasi ordo dilakukan dengan mikroskop cahaya *stereo*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap ekosistem memiliki kelimpahan dan keanekaragaman yang berbeda. Kelimpahan fauna tanah terbesar dan terendah adalah 1.350 dan 461 individu /m² pada ekosistem hutan sekunder dan lahan pascabakar 1 tahun. Keanekaragaman terbesar terdapat pada ekosistem hutan sekunder dan belukar tua (1,82;1,95) dengan kategori keanekaragaman sedang. Kelimpahan fauna tanah didominasi dari kelas Hexapoda (*insecta*) dan terendah dari kelas *Symphyla*.

Kata kunci: ekosistem; fauna tanah; keanekaragaman; kelimpahan

PENDAHULUAN

Keanekaragaman organisme dalam tanah memberikan kontribusi penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Peranan organisme dalam menjaga ekosistem yaitu melalui proses dekomposisi dan siklus hara. Proses-proses tersebut bertujuan untuk

memperbaiki serta mempertahankan sifat biologi, kimia, dan fisik tanah. Namun, berbagai kegiatan budidaya dapat mempengaruhi peranan organisme tanah terhadap suatu ekosistem.

Ekosistem tanah memiliki komponen yang relatif kompleks dan saling berkaitan satu sama lain, yaitu komponen abiotik dan biotik

(Hanafiah, 2005). Komponen abiotik dapat berupa kelembaban, suhu tanah, sinar matahari, unsur hara, bahan organik dan anorganik. Sedangkan komponen biotik dapat berupa fauna tanah, yaitu organisme yang terlibat dalam berbagai proses tanah antara lain; degradasi bahan organik, aliran unsur hara, pengendalian populasi organisme patogen, memperbaiki sifat tanah, dan pencampuran bahan organik tanah (Handayanto & Hairiah, 2007; Samudra et al., 2013).

Fauna tanah merupakan bagian penting dari suatu ekosistem di dalam tanah. Beberapa peranan dari fauna tanah antara lain dalam perbaikan kesuburan tanah yaitu menghancurkan fisik, pemecahan bahan menjadi humus, menggabungkan bahan yang membusuk pada lapisan tanah bagian atas, dan membentuk kemantapan agregat antara bahan organik dan bahan mineral tanah. Selain itu fauna tanah berperan juga pada aliran karbon, redistribusi unsur hara, siklus unsur hara, dan pembentukan struktur tanah (Anderson, 1994).

Kabupaten Kapuas Hulu merupakan Kabupaten yang berada di Provinsi Kalimantan Barat yang memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi, dengan luas wilayah kawasan lindung yang lebih dari 50% (Taman Nasional dan Hutan Lindung), sejak tahun 2003 Kabupaten Kapuas Hulu mendeklarasikan diri sebagai Kabupaten Konservasi melalui SK Bupati Nomor 14 Tahun 2003. Berkaitan dengan meningkatnya isu pengelolaan hutan karena sebagian hutan mengalami degradasi dan deforestasi yang disebabkan oleh *illegal logging*, pembakaran hutan dan perladangan konvensional atau berpindah (Azwar, 2014).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui kelimpahan fauna tanah pada ekosistem pascabakar akibat dari perubahan hutan menjadi non hutan. Menurut Marpaung (2016), keragaman jumlah genus fauna tanah pada tiga tipe ekosistem utuh dan terbakar di Kabupaten Jambi yaitu ekosistem hutan primer utuh 22 genus dan terbakar 11 genus, hutan tanaman industri utuh 20 genus terbakar 10 genus dan perkebunan kelapa sawit utuh 15 genus dan terbakar 9 genus. Sejalan dengan Kaffah 2019, Hasil rerata nilai indeks keanekaragaman menggunakan indeks *Shannon-Wiener* pada lahan bekas kebakaran sebesar 0,578 dan lahan transisi sebesar 0,870 termasuk dalam kategori rendah, sedangkan pada lahan tidak terbakar sebesar 1,259 termasuk dalam kategori sedang. Kelimpahan fauna tanah pada ekosistem paska bakar memiliki perbedaan berdasarkan waktu lamanya pembakaran. Oleh karena itu, masalah yang perlu dikaji pada penelitian ini adalah Kelimpahan fauna tanah pada ekosistem pascabakar (1 tahun), Belukar muda (2-3 tahun) belukar tua (5-20 tahun) dan hutan sekunder.

METODE

Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling* yaitu pada lahan yang dianggap representatif yang dipengaruhi oleh pembukaan lahan dengan pembakaran pada 1 tahun pascabakar, 2-3 tahun pascabakar (belukar muda), 5-20 tahun pascabakar (belukar tua) dan hutan sekunder. Sampel tanah lokasi penelitian berada di Kecamatan Mentebah, Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat (Tabel 1).

Tabel 1. Koordinat dan ketinggian ekosistem pascabakar

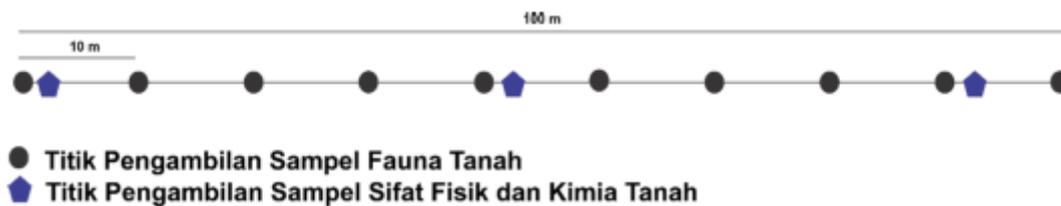
No.	Ekosistem	Koordinat		Ketinggian (mdpl)
		Lintang	Meridian	
1	Lahan Pascabakar (1 tahun)	0.49149	112.80401	44-58
2	Belukar Muda (2-3 tahun)	0.59175	112.80326	47-58
3	Belukar Tua (5-20 Tahun)	0.52020	112.81932	54-69
4	Hutan Sekunder	0.52013	112.81719	58-63

Keterangan: m dpl : meter dari permukaan laut

Alat yang digunakan adalah *Berlese Funnel Extractor* dengan modifikasi, kain blacu, label, termometer, Global Positioning System (GPS) kamera, penggaris, meteran, botol sentrifus ukuran 45- 50 ml, saringan < 0.2 mm, mikroskop stereo, cawan petri, kuas, pinset, microtube 2 ml, alat tulis, buku penuntun klasifikasi Arthropoda.

Bahan utama yang digunakan adalah alkohol konsentrasi 70% dan 96%. Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis karakteristik tanah mengacu pada metode gravimetri (kadar air), *Walkey & Black* (C-organik), dan *Kjeldahl* (N-total). Pengambilan contoh tanah dengan metode transek lurus 10

kali ulangan dengan jarak setiap ulangan adalah 10 m pada tipe penggunaan lahan (Gambar 1). Metode transek adalah pengambilan contoh pada suatu areal yang ditetapkan secara garis lurus dengan jarak antara titik-titik yang telah ditetapkan dan digunakan pada areal pengamatan yang relatif luas dan mempunyai agroekosistem relatif homogen (Balitbangtan, 2007). Pengambilan contoh tanah diawali dengan membersihkan vegetasi yang menutupi titik pengambilan contoh, kemudian contoh tanah diambil berdasarkan ukuran 20 x 20 cm² dengan kedalaman 5 cm (gambar 2).



Gambar 1. Metode Transek pengambilan contoh tanah

Sampel tanah dimasukkan ke dalam kantung blacu secara terpisah setelah sebelumnya telah dilakukan pengukuran suhu tanah. Suhu tanah diukur dengan menggunakan termometer tanah yang dimasukkan ke dalam tanah sedalam 5-10 cm hingga hasil pengukuran stabil. Contoh tanah pada kantung blacu dipindahkan ke dalam kotak sampel ekstraksi.

Proses ekstraksi berlangsung selama tujuh hari dengan peningkatan suhu yang

bertahap yaitu 30, 40, dan 45°C, setelah proses ekstraksi selesai, hasil ekstraksi dipindahkan ke dalam botol sentrifus berisi alkohol 96% untuk diidentifikasi. Hasil ekstraksi diklasifikasikan berdasarkan (Borror *et al.*, 1996). Proses identifikasi berlangsung di bawah mikroskop *stereo* dan pemindahan fauna tanah dilakukan secara hati-hati dengan menggunakan kuas dan pinset ke dalam *microtube* atau *cryotube* berisi alkohol 96% sebagai pengawetan fauna tanah.



Gambar 2. Skema pengambilan contoh tanah

Penghitungan fauna tanah dilakukan selama kegiatan proses identifikasi. Kelimpahan fauna tanah dihitung berdasarkan persamaan (Meyer, 1996) --- (1):

$$\frac{IS}{A} = I.m^{-2}$$

Keterangan: IS = rerata jumlah individu per sampel; I = populasi individu/m²; A = luas permukaan tempat penampung dalam cm² (nilai dikonversi ke dalam m²)

Keanekaragaman fauna tanah dihitung berdasarkan *Shannon's Diversity Index* (Magurran, 2004) --- (2):

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

Keterangan:

H = Shannon diversity index; $p_i = n_i/N$; n_i = Jumlah individu genus ke-I; N = Total jumlah individu s = Total jumlah genus dalam contoh

Nilai H' diklasifikasikan berdasarkan Magurran (1987) :

< 1.5 = *low diversity*
1.5 – 3.5 = *medium diversity*
> 3.5 = *high diversity*

Data pendukung faktor lingkungan yang diperoleh dari hasil laboratorium adalah C-organik (metode *Walkey & Black*), N-total (*Kjeldahl*), kadar air tanah (metode gravimetri), dan derajat keasaman (pH H₂O)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Fauna Tanah

Kelimpahan fauna tanah menunjukkan hasil bervariasi pada setiap ekosistem. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 6 kelas yang berbeda (Tabel 1). Hasil yang bervariasi dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan, antara lain: iklim (curah hujan, suhu, kelembaban), tanah (aerasi, serasah, kemasaman, kelembaban, suhu, unsur hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput, belukar, dan penutupan lahan lainnya) (Hakim et al., 1988; Wallwork, 1970; Wild, 1993). Jenis Fauna tanah yang dominan ditemukan pada 4 lokasi penelitian adalah dari kelas Hexapoda sebesar 2.022 individu/m² dan kelas Arachnida (Laba-laba) sebesar 1.519 individu/m². Sedangkan jenis fauna tanah yang terendah ditemukan adalah kelas Symphyla sebesar 11 individu/m². Kelas Hexapoda dibagi menjadi beberapa ordo (Borror et al., 1996).

Dari hasil penelitian terdapat beberapa ordo dari kelas Hexapoda yang ditemukan yaitu Blattodea, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diptera, Diplura, Hemiptera,

Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Protura, Psocoptera, Thysanoptera dan Zoraptera. Kelas Hexapoda terbesar ditemukan pada lahan pascabakar 5-20 tahun dibandingkan dengan hutan sekunder dan terendah pada lahan pascabakar 1 tahun. Hal ini disebabkan karena pada lahan pascabakar 5-20 tahun memiliki C-Organik dan kadar air yang tinggi dibandingkan dengan hutan sekunder (Tabel 3). Kandungan C-Organik dan kadar air yang tinggi sangat mempengaruhi kelimpahan ordo Collembola dari kelas Hexapoda. Kelimpahan Collembola tanah meningkat dengan semakin bertambahnya kadar air tanah. Ordo Collembola merupakan kelompok hexapoda yang memiliki kelimpahan tertinggi pada ekosistem belukar tua dan hutan sekunder. Penelitian Broza & Izhaki (1997), Coleman & Rieseke (2006) menyatakan bahwa kelompok Acari dan Collembola (mikroarthropoda) memiliki kelimpahan tertinggi setelah kebakaran di tanah hutan Mediterania di Israel. Kelas Arachnida yang ditemukan dari hasil penelitian adalah ordo Acari, Araneae, Pseudoscorpionidae dan Schizomida.

Kelompok Arachnida yang paling banyak ditemukan adalah Acarina (Wallwork, 1970). Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh lingkungan yang menyusun habitat baik biotik maupun abiotik (Hamdani, 2015). Faktor lingkungan abiotik dapat berupa suhu udara, keasaman tanah (pH tanah) dan kelembaban udara. Faktor lingkungan biotik berupa strata vegetasi, ketebalan serasah dan kerapatan tajuk.

Lahan pascabakar 1 tahun memiliki kelimpahan fauna tanah terendah yaitu 461 individu/m², penurunan jumlah fauna tanah disebabkan karena berpindahnya fauna tanah pada saat terjadinya pembakaran. (Fuller, 1991) menyatakan bahwa pada umumnya pengaruh pembakaran hutan pada fauna tanah berubah setiap saat dikarenakan fauna tanah mati dan melakukan migrasi atau bertahan hidup pada lingkungan yang baru dengan keragaman makanan yang berbeda. Malmström et al. (2009); dan Gongalsky & Persson (2013) menyatakan tingkat pemulihan adaptasi untuk fauna tanah sekitar 35% untuk makrofauna

dan mesofauna yang telah diamati tujuh tahun setelah pembakaran hutan di Boreal setelah kebakaran dan 30-40% 5-10 tahun Skandinavia.

Tabel 2. Jumlah Individu/m² pada ekosistem pascabakar

Kelas	Ekosistem (waktu pembakaran)			
	Individu/m ²			
	Lahan Pascabakar (1 tahun)	Belukar muda (2-3 tahun)	Belukar tua (5-20 tahun)	Hutan Sekunder
Arachnida	274	339	302	604
Chilopoda	0	6	5	10
Diplopoda	0	13	5	3
Hexapoda	187	335	796	704
Malacostraca	0	3	18	26
Symphyla	0	3	5	3
Jumlah	461	699	1131	1350

Keanekaragaman Fauna Tanah

Hasil pengamatan Keragaman fauna tanah di ekosistem pascabakar dengan menggunakan *Shannon's Diversity Index* menunjukkan nilai indek keanekaragaman Fauna tanah di ekosistem hutan sekunder, lahan pascabakar 1 tahun, belukar muda dan belukar tua berturut-turut adalah 1,82; 1,41; 1,66 dan 1,95 (Tabel 2). Menurut Suwondo (2002), apabila nilai indeks keanekaragamannya lebih dari 3 maka laju

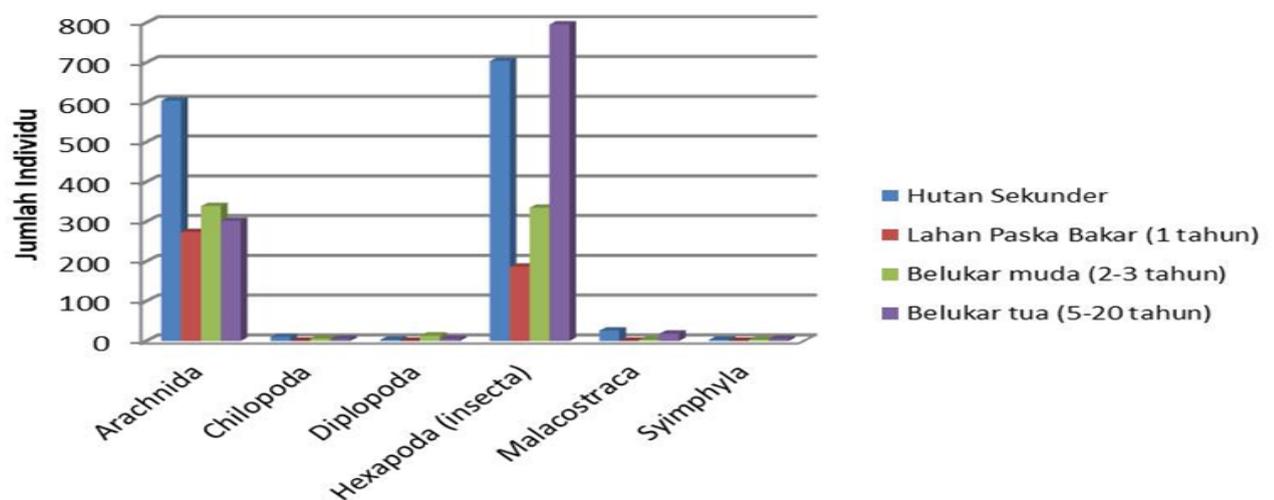
dekomposisi yang terjadi tinggi, apabila nilai indeks keanekaragamannya antara 1-3 maka laju dekomposisi yang terjadi sedang dan bila nilai indeks keanekaragamannya kurang dari 1 maka laju dekomposisi yang terjadi rendah. Hubungan yang terjadi antara laju dekomposisi dengan indeks keanekaragaman yang terjadi pada hasil penelitian ini berkisar 1,41-1,95 berarti terdapat hubungan antara laju dekomposisi dengan indeks keanekaragaman fauna tanah yang sedang.

Tabel 2. Nilai *Shannon Diversity Index*

Ekosistem	Nilai <i>Shannon Diversity Index</i>
Hutan sekunder	1,82
Lahan pascabakar (1-2 tahun)	1,41
Belukar muda (2-3 tahun)	1,66
Belukar tua (5-20 tahun)	1,95

Nilai keragaman lahan pascabakar berkisar 1.41 yang berarti keragaman fauna tanah pada ekosistem tersebut rendah sedangkan pada nilai keragaman ekosistem belukar tua dan hutan sekunder memiliki nilai keragaman sedang yaitu 1,95 dan 1,82 yang

berarti bahwa laju dekomposisi pada belukar tua dan hutan sekunder sedang. Hal ini sesuai dengan penelitian Sugiyarto & Setyaningsih (2007) yang menyatakan bahwa laju dekomposisi berkorelasi positif dengan indeks diversitas fauna tanah.



Gambar 1. Jumlah individu pada ekosistem pascabakar

Wibowo & Rizqiyah (2014) menyatakan bahwa kelimpahan fauna tanah pada tegakan yang rapat lebih tinggi daripada tegakan jarang. Hal ini menunjukkan tutupan tajuk yang lebih rapat, menyebabkan sinar matahari yang masuk ke dalam tegakan sedikit dan menjadikan tanah lebih lembab sehingga proses dekomposisi serasah lebih lambat dan kelimpahan fauna tanah juga akan meningkat. Nilai keanekaragaman dapat mendefinisikan kemampuan fauna tanah dalam menghadapi gangguan terhadap aktivitas organisme maupun perubahan lingkungan pada suatu ekosistem (Haneda & Sirait, 2012).

Kondisi Lingkungan

Kelimpahan fauna tanah di ekosistem hutan dipengaruhi oleh berbagai jenis gangguan salah satunya adalah pengaruh pembakaran, yang dapat memengaruhi kondisi lingkungan, biomassa dan fungsi ekosistem (Peterson et al., 1998). Aktivitas deforestasi yang berupa penebangan, pembakaran, atau perladangan dapat mengubah komposisi fauna tanah, kelimpahan fauna tanah, proporsi dan sebaran fauna tanah yang selanjutnya berpengaruh pada dinamika evolusi CO₂ (Bengtsson et al., 2000). Parameter tanah yang dianalisis dalam penelitian ini adalah pH tanah, C-Organik, N Total, C/N dan kadar air. (Tabel 3). Dari hasil penelitian ekosistem pascabakar 1 tahun,

belukar muda, belukar tua dan hutan sekunder memiliki pH berkisar 4,97 ; 5,07 dengan kecenderungan masam. Kandungan C-Organik paling tinggi pada ekosistem belukar tua dan hutan sekunder berturut-turut 4,72 ; 3,67 % sedangkan terendah pada ekosistem lahan pascabakar 1 tahun 1,38%. Kandungan C-Organik yang tinggi berpengaruh terhadap kelimpahan fauna tanah hal ini disebabkan karena C-Organik berbanding lurus dengan kandungan bahan organik sesuai dengan pernyataan Setyorini (2005), bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah akan meningkatkan kadar C organik tanah.

Bahan organik tanah merupakan sumber makanan yang dibutuhkan oleh fauna tanah. Dimana terdapat bahan organik yang tinggi maka fauna tanah juga akan melimpah. Kandungan N total pada lahan pascabakar memiliki kriteria sangat rendah yaitu < 0,1% sedangkan belukar muda, hutan sekunder, dan belukar tua memiliki kriteria rendah yaitu kisaran 0,1% - 0,22 %. Stevenson (1986) menyatakan agar terjadi mineralisasi, kandungan N suatu bahan organik harus lebih dari nilai kritis 1,5% sampai 2,5 %, dibawah nilai kritis tersebut akan terjadi imobilisasi. Menurut Suntoro (2002), nilai kritis untuk rasio C/N agar dapat segera terdekomposisi adalah kurang dari 20%. Praktek pembakaran dengan tujuan pembukaan lahan yang akan digunakan untuk perladangan akan mengakibatkan punahnya fauna tanah

sehingga akan mengakibatkan proses humifikasi dan dekomposisi menjadi terhenti. Kandungan N atau nisbah C/N dinyatakan sebagai faktor kimia penting yang menentukan kecepatan dekomposisi dan mineralisasi N bahan organik atau sisa tanaman. Laju dekomposisi dipengaruhi salah satunya oleh suhu tanah, laju dekomposisi

cepat apabila berada pada kondisi iklim yang panas dan sebaliknya laju dekomposisi akan lambat apabila berada pada kondisi dingin. C/N pada semua tipe penggunaan lahan memiliki kriteria tinggi yaitu 16-25 hingga sangat tinggi yaitu >25. Kriteria sifat kimia tanah merujuk pada Balai Penelitian Tanah tahun 2006.

Tabel 3. Karakteristik kondisi lingkungan ekosistem pascabakar

Ekosistem	pH	C-Organik (%)	N Total (%)	C/N (%)	Kadar Air
Hutan Sekunder	5,07	3,67	0,10	35,56	16,60
Lahan Paska Bakar	5,04	1,38	0,07	20,02	3,80
Belukar muda	5,04	3,03	0,10	30,29	12,80
Belukar tua	4,97	4,72	0,22	21,32	18,96

SIMPULAN

Kelimpahan populasi fauna tanah tertinggi terdapat pada ekosistem Hutan sekunder dan belukar tua (1.350 dan 1.130 individu/m²), sedangkan kelimpahan terendah terdapat di ekosistem lahan pasca terbakar (461 individu/m²). Nilai keragaman fauna tanah tertinggi terdapat pada hutan sekunder dan belukar tua (1,82 dan 1,95) dengan indeks keragaman sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. M. (1994). *Functional Attributes of Biodiversity in Land Use System*. In: D.J. Greenland and I. Szabolcs (eds). *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International.
- Azwar, W. (2014). *Rencana Pengelolaan Jangka Panjang 2015 - 2024 Kesatuan Pengelolaan Hutan Produksi Model Kabupaten Kapuas Hulu Provinsi Kalimantan Barat*. 1496042136RPHJP_KPH_Kapuas_Hulu.pdf (menlhk.go.id)
- Balitbangtan. (2007). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Bengtsson, J., Nilsson, S. G., Franc, A., & Menozzi, P. (2000). Biodiversity,

disturbance, ecosystem function and management of European forests. *For. Ecol. Manag.*, 132, 39–50.

Borrer, D. J., Triplehort, C. A., & Johnson, N. F. (1996). *Pengenalan Pelajaran Serangga. Edisi ke-6. Terjemahan Soetiyono Partosoedjono*. Gadjah Mada University Press.

Broza, M., & Izhaki, I. (1997). Post-Fire Arthropod Assemblages in Mediterranean Forest Soils in Israel. *International Journal of Wildland Fire*, 7(4), 317. <https://doi.org/10.1071/WF9970317>

Coleman, T. W., & Rieske, L. K. (2006). Arthropod response to prescription burning at the soil–litter interface in oak–pine forests. *Forest Ecology and Management*, 233(1), 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.06.001>

Fuller, M. (1991). *Forest Fire*. John Wiley and Sons Inc. Canada.

Gongalsky, K. B., & Persson, T. (2013). Recovery of soil macrofauna after wildfires in boreal forests. *Soil Biol. Biochem*, 57, 182–191.

Hakim, N., Yusuf, N. M., Lubis, A. M., Sutopo, G. N., Amin, M. D., Go, B. H., & Bailey, H. (1988). *Dasar-Dasar Ilmu*

- Tanah*. Universitas Lampung.
- Hamdani, M. (2015). *Pola Sebaran Collembola Permukaan Tanah Pada Empat tipe Ekosistem Yang Berbeda [skripsi]*. Institut Pertanian Bogor.
- Hanafiah, K. A. (2005). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada.
- Handayanto, E., & Hairiah, K. (2007). *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Pustaka Adipura.
- Haneda, N. F., & Sirait, B. A. (2012). Keanekaragaman fauna tanah dan peranannya terhadap laju dekomposisi serasah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Silviculture Tropika*, 3(3), 161–167.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwill Publishing.
- Malmström, A., Persson, T., Ahlström, K., Gongalsky, K. B., & Bengtsson, J. (2009). Dynamics of soil meso- and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. *Appl. Soil Ecol.*, 43, 61–74.
- Marpaung, D. R. (2016). *Dampak Kebakaran Hutan Dan Lahan Terhadap Keanekaragaman Fauna Tanah Di Beberapa Ekosistem Provinsi Jambi. [Skripsi]*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Meyer, E. (1996). *Endogenic Macrofauna, In Schimer FRO, Kandeler & R Margesin (EDS). Methods in Soil Biology*. Springer-Verlag.
- Peterson, G., Allen, C. R., & Holling, C. S. (1998). Ecological resilience, biodiversity, and scale. *Ecosystems*, 1, 6–18.
- Samudra, F. B., Munifatul, I., & Hartuti, P. (2013). Kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda tanah di lahan sayuran organik. *Urban Farming*.
- Setyorini, D. (2005). Pupuk organik tingkatkan produksi tanaman. *Warta Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 27, 13–15.
- Stevenson, F. J. (1986). *Cycles of soil carbon. Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Micronutrients. In: Handayanto E, Hairiah K. 2009, Biologi Tanah*. Pustaka Adipura.
- Sugiyarto, & Setyaningsih, M. P. (2007). Hubungan antara dekomposisi dan pelepasan nitrogen sisa tanaman dengan diversitas makrofauna tanah. *Buana Sains*, 7(1), 43–50.
- Suwondo. (2002). Komposisi dan keanekaragaman mikroarthropoda pada tanah sebagai indikator karakteristik biologi pada tanah gambut. *Jurnal Natur Indonesia*, 4(2), 112–186.
- Wallwork, J. A. (1970). *Ecology of Soil Animals*. McGraw-Hill.
- Wibowo, C., & Rizqiyah, W. (2014). Diversity of Soil Macrofauna on Various Stand Types in Gunung Walat University Forest, Sukabumi, West Java. *Journal of Silvicultural Tropic*, 5(1), 43–48.
- Wild, A. (1993). *Soils and The Environment: An Introduction*. Cambridge University Press.