

Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Zona Rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasirbatang Desa Karangsari Kabupaten Kuningan

Ika Karyaningsih¹, Yayan Hendrayana², Iwan Kustiawan³

^{1,2,3}Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan

E-mail : ika_karyaningsih@uniku.ac.id

APA Citation: Karyaningsih, I., Hendrayana, Y., & Kustiawan, I. (2021). Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Zona Rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasir Batang Desa Karangsari Kabupaten Kuningan. Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi, 13(1), 60-67. doi: 10.25134/quagga.v13i1.3521.

Received: 30-09-2020

Accepted: 07-12-2020

Published: 01-01-2021

Abstrak: Blok Pasirbatang adalah wilayah taman nasional gunung ciremai yang aktif untuk direklamasi disamping juga digunakan untuk wisata bumi perkemahan. Keberadaan organisme penghuni tanah berperan sangat besar dalam perbaikan kesuburan tanah tetapi juga menjadi ancaman bagi para pengunjung. Penelitian ini bertujuan mengetahui keanekaragaman makrofauna tanah. Tanah di wilayah buper pasir batang adalah tanah latosol coklat-hingga coklat kemerahan dengan rerata pH normal 6, KTK tinggi, suhu udara mencapai 18-23, sedangkan suhu tanah dapat mencapai 17 C. Makrofauna yang terdapat di Buper Pasir Batang terdiri dari 1 filum arthropoda dengan 10 ordo dan 13 famili. INP terbesar adalah rayap walaupun yang didapati adalah larva dengan jumlah individu larva mencapai 305. Peran makrofauna di dominasi oleh detritivore dan juga ada jenis fauna tanah yang harus diwaspadai sebagai predator. Keanekaragaman makrofauna termasuk dalam kategori sedang dengan distribusi yang relatif merata pada semua lokasi dengan nilai $C < 1$. Untuk rehabilitasi/penanaman perlu adanya input bahan organik tambahan untuk meningkatkan kolonisasi makrofauna tanah sehingga akan dapat meningkatkan peran makrofauna tanah dalam mineralisasi bahan organik. Jenis Makrofauna tanah sebagai predator perlu diwaspadai agar tidak melukai pengunjung buper.

Kata kunci: Tanah, makrofauna tanah, zona rehabilitasi

Abstract: Pasirbatang Block is an area of mount ciremai national park that is active to be reclaimed in addition to also used for campground tours. The existence of soil-dwelling organisms plays a huge role in the improvement of soil fertility but also becomes a threat to visitors. This research aims to find out the various uniformity of soil macrofauna. Soil in the buper area of sand rods is brown-to-brown latosol soil with a normal pH average of 6, high KTK, air temperature reaches 18-23, while the soil temperature can reach 17 C. Macrofauna found in Buper Pasir Batang consist of 1 arthropod phylum with 10 order and 13 families. The largest INP is termites although what is found is the larvae with an individual number of larvae reaching 305. The role of macrofauna is dominated by detritivores and there are also types of soil fauna that must be alerted as predators. Macrofauna diversity belongs to a medium category with a relatively even distribution of all locations with a value of $C < 1$. For rehabilitation / planting there needs to be additional organic material inputs to increase colonization of soil macrofauna so that it will be able to increase the role of soil macrofauna in mineralization of organic material. Types of soil macrofauna as predators need to be vigilant so as not to injure visitors buper.

Keywords: Soil, soil macrofauna, rehabilitation zone

PENDAHULUAN

Fauna tanah merupakan salah satu komponen tanah. Menurut [Setiadi \(1998\)](#) serangga berperan penting di dalam ekosistemnya sebagai perombak bahan organik yang tersedia bagi tumbuhan hijau. Nutrisi tanaman yang berasal dari berbagai residu tanaman akan mengalami proses perombakan sehingga berbentuk humus sebagai sumber nutrisi bagi tanah. Serangga tanah memainkan peranan yang sangat penting dalam pembusukan

zat atau bahan-bahan organik. Fauna tanah merupakan pemakan bahan organik yang membusuk membantu merubah zat-zat organik menjadi zat yang lebih sederhana yang dikembalikan ke tanah, mereka juga bertindak menyingkirkan zat-zat yang tidak sehat dan berbahaya dari lingkungan ([Borror et al., 1992](#)). Peranan tersebut tidak dapat dirasakan langsung oleh manusia tetapi dapat dimanfaatkan setelah melalui jasa biota lainnya. Oleh karena itu, peranan utamanya di dalam ekosistem menjadi

kurang mendapat perhatian. Padahal tanpa kehadiran fauna tanah maka perombakan tumpukan bahan organik di lingkungan berjalan sangat lambat. Sehingga sangatlah penting keberadaan dan peran fauna tanah terutama untuk memperbaiki kondisi tanah sebagai tempat tumbuh tumbuhan, yang selanjutnya akan meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam upaya perbaikan kondisi ekologi suatu wilayah.

Kehidupan fauna tanah sangat tergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat ditentukan oleh keadaan daerah tersebut. Dengan perkataan lain keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis fauna tanah di suatu daerah sangat tergantung dari faktor lingkungan, yaitu lingkungan biotik dan lingkungan abiotik. Fauna tanah merupakan bagian dari ekosistem tanah, oleh karena itu dalam mempelajari ekologi fauna tanah maka faktor fisika-kimia tanah selalu diukur (Suin, 1991). Wilayah zona rehabilitasi tanaman nasional gunung ciremai blok pasir batang desa karangsari merupakan wilayah bekas tambang pasir pada masa lalu yang hingga saat ini masih membutuhkan rehabilitasi yang menyeluruh, oleh sebab itu untuk mendapatkan pengelolaan yang tepat di wilayah ini diperlukan informasi tentang kondisi tanah baik biotik meliputi makrofauna tanah dan abiotiknya terutama sifat fisik dan kimia tanah.

Wilayah Blok Pasirbatang ini pula digunakan sebagai tempat wisata Bumi Perkemahan yang sangat aktif. Hampir setiap hari banyak pengunjung datang ke Buper ini baik masyarakat sekitar kuningan maupun di luar kota kuningan. Di akhir minggu banyak masyarakat yang bertenda atau berkunjung menikmati suasana pegunungan, apalagi dimasa liburan jumlah pengunjung akan semakin banyak. Keamanan pengunjung ini perlu untuk diperhatikan baik dari binatang besar maupun binatang kecil termasuk fauna tanah ini. Keberadaan fauna tanah di pasirbatang perlu diketahui baik jenis, fungsi dan potensinya terutama untuk keamanan pengunjung. Maka keberadaan fauna tanah selain memberikan dampak positif bagi lingkungan juga perlu untuk diwaspadai keberadaannya akan mengganggu

pengunjung bumi perkemahan. Tujuan penelitian ini adalah keanekaragaman makrofauna tanah dan fungsinya di Blok Pasirbatang Taman Nasional Gunung Ciremai. Oleh sebab itu perlu untuk diketahui keanekaragaman jenis makrofauna tanah.

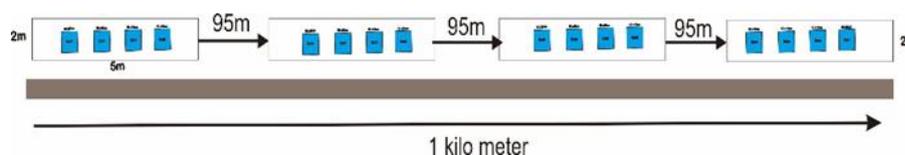
METODOLOGI PENELITIAN

1. Pengambilan data

Tempat penelitian adalah di wilayah zona rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasirbatang Desa Karangsari Kecamatan Darma Kabupaten Kuningan. Pengamatan dilakukan dengan membuat jalur sepanjang 1 km melintasi bumi perkemahan, kemudian dibuat plot berukuran 5x2 m dengan jarak antar plot 95 m sehingga terdapat 10 plot contoh. Setiap plot dibuat 4 subplot yang bertindak juga sebagai ulangan. Petak sub plot dibuat dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 15 cm. Lapisan tanah setebal 15 cm pada sub plot juga dipindahkan kedalam trashbag bening yang lain secara cepat. Seluruh makrofauna tanah yang berada di serasah dan di dalam tanah selanjutnya dikumpulkan secara *handsorting* method (pengumpulan menggunakan tangan) yang dibantu dengan pinset. Hewan tanah yang terambil dimasukkan dalam tabung plastik berisi alkohol 70%. Hewan yang telah dimasukkan kedalam alkohol 70% selanjutnya difoto dan dideskripsikan dan diidentifikasi.

Seluruh makrofauna tanah yang tertangkap dari serasah dan bahan tanah diidentifikasi diusahakan sampai tingkat famili menggunakan beberapa buku seperti Pengenalan Pelajaran Serangga (Borror et al., 1996) dan sumber-sumber lain. Identifikasi ini akan dilaksanakan di Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan.

Pada setiap titik sampling makrofauna tanah juga dilakukan pengukuran beberapa variabel faktor lingkungan, yaitu: penetrasi cahaya, kelembaban udara, suhu udara, suhu tanah, kelembaban tanah, pH tanah, produksi serasah sengon dan keragaman vegetasi bawah. Pengukuran variabel faktor lingkungan dilakukan pada siang hari antara pukul 12.00 sampai dengan 14.00.



2. Analisis Data

Analisis tanah yang dilakukan antara lain sifat tanah fisik meliputi struktur tanah, tekstur tanah, suhu, kelembaban, porositas. Sedangkan sifat kimia tanah meliputi pH, C/N rasio, KTK tanah. Pada makrofauna tanah dihitung untuk mengetahui nilai penting spesies yang ditemukan yaitu indeks nilai pentingnya berdasarkan kepadatan relatif dan frekuensi relatifnya, selanjutnya Index keanekaragaman shanon-wiener (H'), Indeks kemerataan (E), dan Indeks kekayaan (Dmg),

- a. Index keanekaragaman shanon-wiener (diversity indeks) (Ludwig and Reynolds, 1988)

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H' = indeks keanekaragaman shanon-wiener

$p_i = n_i/N$

n_i = jumlah individu jenis ke i

N = jumlah individu seluruh jenis

Kriteria :

$H' < 1,5$: keanekaragaman rendah

$H' 1,5 - 3,5$: keanekaragaman sedang

$H' > 1,5$: keanekaragaman tinggi

- b. Indeks kemerataan (eveness) (Ludwig and Reynolds, 1988)

$$E = H' / \ln S$$

Keterangan :

E = indeks kemerataan (eveness)

S = jumlah spesies (n_1, n_2, n_3, \dots)

Kriteria :

$E < 0,3$: kemerataan rendah

$E 0,3 - 0,6$: kemerataan sedang

$E > 0,6$: kemerataan tinggi

- c. Indeks kekayaan (richness)

$$Dmg = S - 1 / \ln N$$

Keterangan :

Dmg = Richness (indeks kekayaan)

S = jumlah spesies

N = total individu pada lokasi pengambilan sampel

Kriteria :

$Dmg < 3,5$: kekayaan jenis rendah

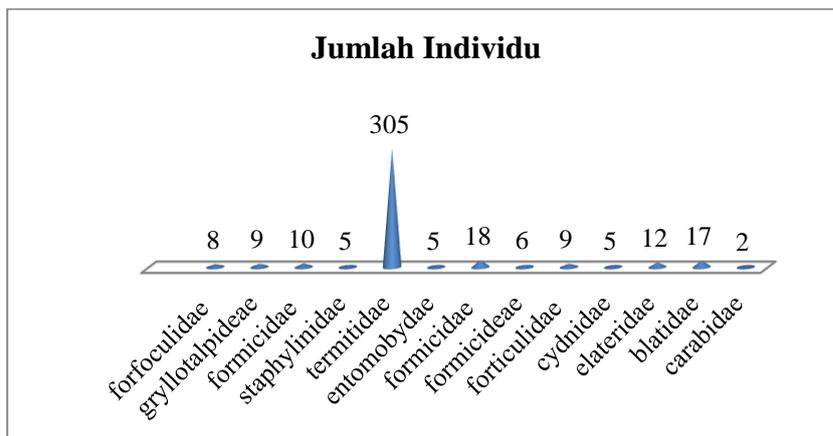
$Dmg 3,5 - 5$: kekayaan jenis sedang

$Dmg > 5$: kekayaan jenis tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Biodiversitas dan Peran Makrofauna Tanah

Kelimpahan dan komposisi makrofauna dari wilayah buper pasir batang desa karangsari terdiri dari 10 ordo, 13 famili dan 411 individu, ditemukan dalam bentuk individu dewasa maupun dalam bentuk larva. Kelimpahan makrofauna rayap ditemukan dalam jumlah terbesar, berada tepat dibawah permukaan serasah. Kelimpahan makrofauna tanah diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sehingga faktor lingkungan tanah perlu diperhatikan. Perubahan pada lingkungan akan berdampak pada keberadaan makrofauna tanah baik secara langsung maupun tidak langsung. Keberadaan daun pinus yang relatif sulit terurai menyebabkan tertumpuknya serasah pinus sehingga kondisi lingkungan relatif lebih lembab dan mendorong kolonisasi makrofauna yang berfungsi sebagai dekomposer lebih banyak dari pada makrofauna jenis yang lain. Tingginya kelimpahan makrofauna tanah pada tegakan pinus yang memiliki tegakan yang rapat juga karena tegakan yang rapat menyebabkan sinar matahari yang masuk dalam tegakan lebih sedikit dan tanah lebih lembab. Kualitas dan kuantitas makanan yang cukup akan meningkatkan jumlah individu makrofauna di dalam tanah.



Gambar1. Jumlah individu yang ditemukan

Berbagai jenis organisme tanah yang umumnya termasuk anggota invertebrata telah banyak dilaporkan memegang peranan penting dalam proses-proses penting dalam ekosistem terutama di daerah tropis (Lavelle et. al 1994). Dijelaskan bahwa makrofauna tanah (fauna>2mm) merupakan bagian dari biodiversitas tanah yang berperan penting dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah melalui proses immobilisasi dan

humifikasi. Dalam proses dekomposisi bahan organik, makrofauna tanah lebih banyak berperan dalam proses fragmentasi (comminusi) serta memberikan fasilitas lingkungan (mikro habitat) yang lebih baik dalam proses dekomposisi lebih lanjut dari yang dilakukan oleh kelompok mesofauna dan mikrofauna tanah serta berbagai jenis bakteri dan fungi.



Gambar 2. Jenis Fakrofauna yang ditemukan

Hasil perhitungan nilai indeks diversitas yang disajikan dalam tabel 1 menunjukkan bahwa keanekaragaman makrofauna pada tegakan pinus di buper pasir batang desa karangsari adalah (H') 1,176 dengan kategori rendah; nilai kekayaan jenis (DMg) sebesar 1,994 juga menunjukkan kategori rendah, nilai kemerataan/eveness (E) sebesar 1.99 termasuk kategori sedang dan nilai C sebesar 0,55 yang menunjukkan makrofauna penyebarannya

cukup merata. Menurut Sembel (2010) keanekaragaman fauna tanah dipengaruhi oleh variasi makanan yang tersedia di lingkungan. Menurut Wibowo (2014) Keanekaragaman makrofauna pada tanaman agathis lebih besar daripada makrofauna yang terdapat pada tegakan pinus. Hal ini diduga karena jumlah serasah yang berada pada tegakan pinus lebih sedikit dan lebih jarang ditemukan tumbuhan bawah disekitar tegakan sehingga ketersediaan

bahan makanan untuk makrofauna menjadi lebih sedikit.

Tabel 1. Nilai Biodiversitas makrofauna tanah pada tegakan pinus

Keterangan	Nilai	Kategori
H'	1,176	Rendah
DMg	1,994	Rendah
E	1,99	Sedang
C	0,55	merata

Meningkatnya keanekaragaman makrofauna di dalam tanah dengan meningkatnya kandungan bahan organik tanah dan dominasi vegetasi bawah disebabkan oleh karena bahan organik tanah maupun sisa-sisa tanaman dari vegetasi bawah dapat dimanfaatkan oleh makrofauna didalam tanah sebagai bahan makanannya. Semakin banyak tersedia bahan makanan maka semakin beragam pula makrofauna yang dapat eksis di habitat tersebut. Disamping itu, keberadaan bahan organik tanah dan vegetasi bawah dapat memberikan kondisi mikrohabitat lebih baik untuk menunjang kehidupan berbagai jenis organisme tanah termasuk makrofauna di dalamnya. Keanekaragaman yang telah dianalisis pada penelitian ini adalah nilai kekayaan jenis (DMg), nilai keanekaragaman (H'), Kemerataan (E) dan C. Kekayaan spesies (richness) makrofauna tanah mengacu pada banyaknya spesies yang ditemukan pada suatu ekosistem. Jumlah total spesies dalam suatu

komunitas tergantung pada ukuran sampel dan waktu.

Setiap makrofauna tanah memiliki peran dan fungsi yang berbeda-beda sehingga dalam daur hidupnya kan memperbaiki kondisi tanah dan lingkungan yang ada di sekitarnya. Peran makrofauna tanah yang ditemukan di lokasi penelitian seperti ditunjukkan pada tabel 2. Makrofauna yang berperan sebagai herbivora terdapat 4 famili yaitu: Gryllotalpidae, Stephylinidae, Cydnidae, dan Elateridae. Makrofauna yang berperan sebagai predator terdapat 3 ordo dan 3 famili atau suku yaitu: Formicidae, Forticulidae dan Carabidae. Sedangkan 3 famili bertindak sebagai dekomposer yaitu: Termitidae, Entomobydae dan Blatidae. Jumlah individu terbanyak makrofauna tanah berperan sebagai dekomposer. Peran makrofauna tanah berdasar jumlah famili dan jumlah individu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Peran makrofauna tanah buper pasir batang desa karangsari

No.	Ordo	Famili	Peran
1.	dermaptera	forfoculidae	Predator
2.	orthoptera	gryllotalpidae	herbivora
3.	hymeneoptera	formicidae	predator
4.	coleoptera	staphylinidae	herbivora
5.	blattodea	termitidae	dekomposer
6.	colembola	entomobydae	dekomposer
7.	hymeneoptera	formicidae	predator
8.	hymeneoptera	formicidae	predator
9.	dermaptera	forticulidae	predator
10.	hemiptera	cydnidae	herbivora
11.	coleoptera	elateridae	herbivora
12.	blattodea	blatidae	dekomposer
13.	gleoptera	carabidae	predator

Frekuensi adalah menunjukkan seringnya makrofauna tanah yang ditemukan di plot penelitian. Data frekuensi makrofauna dengan nilai frekuensi relatif tertinggi adalah pada famili termitidae. Kerapatan menunjukkan besarnya jumlah individu pada plot penelitian. Data kerapatan terbesar adalah pada famili termitidae sebesar 0,742. Berdasar nilai kerapatan relatif dan frekuensi relatif ini sehingga nilai indeks nilai penting makrofauna tanah tertinggi adalah famili termitidae sebesar 0,854 ditemukan dalam bentuk larva dan rayap tanah dewasa.

Penelitian [Sugiyarto \(2000\)](#) menunjukkan bahwa keanekaragaman makrofauna permukaan tanah lebih tinggi dibanding makrofauna di dalam tanah. Tingginya keanekaragaman makrofauna permukaan tanah disebabkan oleh lebih tersedianya berbagai bahan organik tanaman yang berasal dari tegakan pinus maupun vegetasi bawahnya. Dan keberadaan makrofauna di permukaan tanah mungkin bersifat sementara, temporal dan periodik. Sedangkan di dalam tanah kemungkinan kebanyakan makrofauna bersifat permanen.

Pengamatan yang dilakukan menunjukkan adanya makrofauna yang berperan sebagai predator, hal ini perlu diwaspadai terutama untuk para pengunjung buper Pasirbatang.sanya Fauna predator biasanya mengandung racun di dalam tubuhnya yang berfungsi melumpuhkan musuh-musuhnya. Racun ini berpotensi memberikan rasa tidak nyaman pada pengunjung dari tingkat terendah hanya berupa gatal kemerahan hingga rasa keracunan yang dapat menyebabkan kematian. Seperti tomcat adalah serangga berbahaya dengan tubuh berukuran seperti nyamuk ini memiliki warna belang kuning dan hitam pada tubuhnya. Serangga ini menjadi

populer di masyarakat karena gigitannya yang bisa bikin iritasi di kulit, menimbulkan rasa terbakar selama beberapa jam, serta kemerahan pada kulit dan bahkan menyebabkan lepuhan-lepuhan kulit berisi nanah jika terkena gigitannya.

Tomcat biasanya muncul dengan gerakan merayap. Mengapa demikian? Karena hewan ini menyembunyikan sayapnya ketika berjalan merayap dan akhirnya terlihat lebih seperti semut. Jika terganggu maka akan meningkatkan porsi racun di perut tomcat seperti kalajengking. Tomcat melakukan hal tersebut guna menakut-nakuti musuh. Cairan tersebut adalah cairan hemolim atau racun "aederin". Tomcat secara otomatis akan melepaskan cairan racun ketika terkena kontak atau bertabrakan dengan kulit manusia. Tomcat juga akan mengeluarkan cairan racun tersebut pada benda-benda seperti pakaian, handuk, atau benda lainnya. Nah, jika terkena seprei, handuk dan peralatan yang diduga terkena racun tomcat harus segera dicuci.

b. Hubungan Faktor Lingkungan dengan Keanekaragaman Makrofauna di Tanah Hutan Buper Pasir Barang Desa Karangsari

Analisis Abiotik tanah wilayah bumi perkemahan Pasir Batang Desa karangsari adalah Kondisi ketebalan serasah dibawah tegakan pinus sebesar 5,2 cm dengan pH tanah mendekati normal sebesar 5,8 hal ini masih dalam ambang pertumbuhan makrofauna walaupun agak lebih bersifat asam. Kelembaban tanah mencapai 68,87%. temperatur tanah sebesar 17 °C dan temperatur udara mencapai 17,5 °C. Jenis tanah termasuk latosol coklat hingga latosol coklat kemerahan, KTK relatif tinggi dengan C-organik sebesar 5 yang termasuk kategori sedang.

Tabel 3. Analisis abiotik tanah buper Pasir Batang desa Karangsari

Parameter	Nilai
Ketebalan serasah	5,2 (cm)
pH tanah	5,8
Kelembaban tanah	68,87 %
Temperatur tanah	17,5 C
Temperatir udara	19
Jenis tanah	Latosol coklat-latosol coklat kemerahan
KTK	Tinggi
C- organik	5 (sedang)

Fauna tanah memerlukan persyaratan tertentu untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Struktur dan komposisi makrofauna tanah sangat tergantung pada kondisi lingkungannya. Makrofauna tanah lebih menyukai keadaan lembab dan masam lemah sampai netral ([Notohadiprawiro, 1998](#)). [Makalew \(2001\)](#) menjelaskan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktifitas organisme tanah yaitu: iklim (curah hujan dan suhu), tanah (keasaman, kelembaban, suhu tanah, hara) dan vegetasi (hutan, padang rumput), serta cahaya matahari. Kehidupan organisme tidak sendiri, tetapi berinteraksi dengan faktor lainnya. Seperti faktor fisika dan faktor kimia dari lingkungan tempatnya hidup. Adanya interaksi sangat menentukan penyebaran dan kepadatan hewan tersebut ([Suin, 2003](#)). Makrofauna tanah akan melimpah pada habitat yang mampu menyediakan faktor-faktor yang dapat mendukung kehidupan makrofauna tanah seperti ketersediaan makanan, suhu yang optimal dan ada atau tidaknya predator/musuh. Suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, sehingga suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Suhu tanah yang terdapat dalam plot pengamatan berkisar 17- 20 °C, kondisi ini memungkinkan untuk pertumbuhan makrofauna secara optimal. Bahan organik tanaman merupakan sumber energi utama bagi kehidupan biota tanah, khususnya makrofauna tanah ([Suin, 2003](#)) sehingga jenis dan komposisi bahan organik tanaman menentukan kepadatannya. Menurut [Priyadarshini \(1999\)](#) bahan organik tanaman akan mempengaruhi tata udara di dalam tanah dengan adanya pori tanah karena adanya aktifitas biota tanah.

SIMPULAN

Tanah di wilayah buper pasir batang adalah tanah latosol coklat-hingga coklat kemerahan dengan rerata pH normal 6, KTK tinggi, suhu udara mencapai 18-23, sedangkan suhu tanah dapat mencapai 17 °C.

Makrofauna yang terdapat di buper pasir batang terdiri dari 1 filum arthropoda dengan 10 ordo dan 13 famili. INP terbesar adalah rayap walaupun yang didapati adalah larva dengan jumlah individu larva mencapai 305. Peran

makrofauna di dominasi oleh detritivore walaupun ada jenis yang harus diwaspadai sebagai predator. Keanekaragaman makrofauna termasuk dalam kategori sedang dengan distribusi yang relatif merata pada semua lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Universitas Kuningan atas dukungan pendanaan penelitian, Pengelola Buper Pasirbatang Desa Karang Sari dan Civitas Akademika Fakultas Kehutanan Universitas Kuningan.

REFERENSI

- Borror D.J, Charles A.T, and Norman F.J. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Partosoedjono S, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *An Introduction to the Study of Insect*.
- Lavelle, P., et.al. 1994. The relationship between soil macrofauna and tropical soil fertility. In Woomer, P.L. Swift (eds) *the botanical manageman of tropical soil fertility*. Chichester: John wiley & son.
- Makalew, A.D.N. 2001. *Keanekaragaman Biota Tanah Pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT)*. Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana/S3.
- Notohadiprawiro, T. 1998. *Tanah dan Lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Priyadarshini, R. 1999. "Estimasi modal C (C - stock) Masukan bahan organik dan hubungannya dengan jumlah individu cacing tanah pada sistem wanatani". Thesis. Malang: Program Pasca Sarjana UNIBRAW.
- Sembel., D, T. 2010. *Pengendalian Hayati-Hama-hama Serangga Tropis dan Gulma*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Setiadi, Y. 1998. *Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kehutanan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antara Universitas Bioteknologi Bogor IPB.

- Sugiyarto. 2000. Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai umur tegakan sengon di RPH jatirejo kabupaten kediri. *Biodiversitas*. Vol 1 No 2 hal 47-53.
- Suin., N. M. 1991. Perbandingan Komunitas Hewan Permukaan Tanah antara Ladang dan Hutan di Bukit Pinang, Pinang, Padang. Universitas Andalas, Padang.
- Suin., N. M. 2003. *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wibowo, C., Wardatur Rizkiyah. 2014. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan Di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika* 05 (1 april 2014): 43-48.