

**KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH PADA HABITAT HUTAN
HOMOGEN DAN HETEROGEN DI KAWASAN HUTAN PENDIDIKAN DAN
PELATIHAN SISIMENI SANAM, KABUPATEN KUPANG,
NUSA TENGGARA TIMUR**

**MACROFAUNA DIVERSITY OF SOIL IN HOMOGENEOUS AND
HETEROGENEOUS FOREST HABITAT IN THE SISIMENI SANAM EDUCATION
AND TRAINING FOREST AREA, KUPANG REGENCY, EAST NUSA TENGGARA**

Maria M. E. Purnama^{1*)} Nixon Rammang¹⁾ Astin E. Mau¹⁾ Roni H. Sipayung¹⁾

¹⁾Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

*Email: rinipurnama1306@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to determine types of soil macrofauna and analyze the diversity and similarity of soil macrofauna contained in homogeneous and heterogeneous forest habitat. This research has been done in the Sisimani Sanam Education and Training Forest Area, in Silu Village, Fatuleu District, Kupang Regency, East Nusa Tenggara. This research is descriptive quantitative using the exploratory method. Observations were carried out through pitfall trap and hand sorting. The data to be analyzed is related to the diversity index (H') and the Similarity Index (IS). Analysis of data using Microsoft Excel and Past3 applications. The results showed that types of soil macrofauna in Forest Areas Education and Training Sisimani Sanam especially under the stands of forest habitat heterogeneous and homogeneous forest consists of 11 ordo with a total of 1,113 individuals were found. The diversity level of soil macrofauna under heterogeneous and homogeneous forest habitat stands at 1.71063 and 0.55568. The level of similarity between soil macrofauna under heterogeneous forest habitat stands is high with an average value of 62.406%.

Keywords: Diversity, Soil Macrofauna, Heterogeneous, Homogeneous, Sisimani Sanam

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengetahui jenis-jenis makrofauna tanah dan menganalisis keanekaragaman serta kesamaan jenis makrofauna tanah yang terdapat pada habitat hutan homogen dan heterogen. Penelitian ini dilakukan di dalam Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimani Sanam, Khususnya di Desa Silu, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif yang menggunakan metode eksplorasi. Pengambilan sampel makrofauna tanah menggunakan metode *pitfall trap* dan metode *hand sorting*. Data yang akan dianalisis berkaitan dengan Indeks keanekaragaman (H') dan Indeks Kesamaan jenis (IS). Analisis data menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis makrofauna tanah di Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimani Sanam khususnya di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan hutan homogen terdiri atas 11 ordo dengan jumlah individu secara total ditemukan sebanyak 1.113 individu. Tingkat keanekaragaman makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan homogen berturut-turut senilai 1.71063 dan 0.55568. Tingkat kesamaan antara makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan homogen tergolong tinggi dengan nilai rata-rata yaitu sebesar 62,406%.

Kata Kunci : Keanekaragaman, Makrofauna Tanah, Heterogen, Homogen, Sisimani Sanam

PENDAHULUAN

Fauna tanah adalah hewan-hewan yang hidup di atas maupun di bawah permukaan tanah. Menurut Rousseau *et al.* (2013) dalam Wibowo dan Slamet (2017), makrofauna tanah merupakan indikator yang paling sensitif terhadap perubahan dalam penggunaan lahan, sehingga dapat digunakan untuk menduga kualitas lahan. Makrofauna tanah memiliki peranan penting dalam sebuah ekosistem khususnya ekosistem lantai hutan.

Keanekaragaman makrofauna tanah di setiap tempat berbeda-beda. Dalam menjalankan aktivitas hidupnya, makrofauna tanah memerlukan persyaratan tertentu. Kondisi lingkungan merupakan faktor utama yang menentukan kelangsungan hidupnya.

Indonesia merupakan daerah dengan iklim tropis karena memiliki posisi geografis yang sangat menguntungkan, sehingga wajar jika Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dan memiliki berbagai jenis ekosistem hutan. Diantaranya yakni ekosistem hutan homogen dan heterogen.

Kawasan Hutan Diklat Sisimeni Sanam secara keseluruhan telah disahkan sebagai kawasan hutan tetap pada tanggal 25 September 1982 oleh Menteri Pertanian, Direktur Jenderal Kehutanan dengan fungsi sebagai hutan produksi terbatas. Lalu berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.367/Menhut-II/2009 tanggal 23 Juni 2009 sebagian dari Kawasan Hutan Sisimeni Sanam ditetapkan sebagai Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Pendidikan dan Pelatihan Kehutanan Kupang.

Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam ini terdiri dari beberapa kawasan, ada yang berupa kawasan dengan vegetasi hutan heterogen dan juga homogen. Hingga saat ini belum ada penelitian mengenai keanekaragaman makrofauna tanah dan kesamaan makrofauna tanah yang terdapat pada

habitat hutan homogen dan heterogen yang terdapat di kawasan ini.

Oleh karena itu, penulis merasa perlu untuk melakukan penelitian tentang “Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Habitat Hutan Homogen dan Heterogen Di Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur”

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung selama 2 bulan yang dimulai pada bulan Maret hingga April 2019. Berlokasi di Penelitian ini akan dilaksanakan di dalam Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam. Khususnya di Kawasan Hutan Homogen dan Heterogen, Desa Silu, Kecamatan Fatuleu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.

Metode Penelitian

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif yang menggunakan metode eksplorasi, yaitu dengan mengadakan kegiatan pengumpulan, pengamatan dan menganalisis jenis makrofauna tanah secara langsung di lapangan dan juga di dalam laboratorium. Parameter yang dianalisis untuk makrofauna tanah adalah Indeks keanekaragaman (H') dari Shannon-Wiener dan Nilai Indeks Kesamaan atau Similaritas Sorensen.

Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu dilakukan secara sengaja sesuai dengan persyaratan sampel yang diperlukan. Metode pengambilan sampel menggunakan metode *Pitfall trap* (perangkap jebak) dan *Hand sorting* (sortir tangan). Sampel dalam penelitian ini adalah makrofauna yang berhasil didapat di habitat hutan homogen dan hutan heterogen di dalam Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimeni Sanam. Perhitungan jumlah plot sampel menggunakan rumus besar sampel eksperimental dari Freeder.

Penelitian ini menggunakan 4 stasiun sehingga diperoleh jumlah plot untuk tiap stasiun ≥ 6 , sehingga total sampel yang diamati sebanyak 24 sampel. Setiap stasiun dibuat 1 transek dengan jarak antar plot sampel adalah 10 m. Pengambilan sampel hanya dilakukan sekali untuk tiap plot di tiap stasiunnya. Makrofauna yang didapat dari metode *Pitfall trap* dan *Hand Sorting* dibersihkan dan diidentifikasi menggunakan beberapa referensi yaitu buku Pengenalan Pelajaran Serangga karya Borror *et al.* (1992), buku Ekologi Hewan Tanah Karya Suin (2012) serta laman *Bugguide.net* oleh Vandyk (2011), kemudian setelah diidentifikasi akan di hitung berdasarkan jenisnya.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*, adapun analisis yang dilakukan antara lain:

Indeks Keanekaragaman Shannon-Weiner

$$H' = - \sum [Pi \ln Pi] \text{ dengan } Pi = \frac{(ni)}{n}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Weiner

Pi = Proporsi dari tiap jenis i

ni = Jumlah individu jenis ke- i

n = Jumlah individu seluruh jenis

\ln = logaritma natural

Indeks Similaritas Sorensen (IS)

$$IS = \frac{2C}{2C + A + B} \times 100\%$$

Keterangan:

IS = Indeks Kesamaan

C = Jumlah jenis yang sama dan terdapat pada kedua komunitas

A = Jumlah jenis di dalam komunitas A

B = Jumlah jenis di dalam komunitas B

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Makrofauna Tanah

Hasil perhitungan jumlah jenis makrofauna tanah di Kawasan Hutan Pendidikan dan

Pelatihan Sisimeni Sanam khususnya di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan hutan homogen secara total ditemukan sebanyak 1.113 individu.

Pada Tabel 1. di bawah ini dapat dilihat jenis dan jumlah makrofauna tanah yang telah diidentifikasi. Berdasarkan tegakan, maka untuk sampel makrofauna tanah di bawah tegakan jenis hutan heterogen ditemukan sebanyak 383 individu yang terdiri dari filum Arthropoda. Filum ini terdiri atas 4 Kelas yaitu Insecta, Chilopoda, Arachnida dan Diplopoda. Dari keempat kelas ini ditemukan 11 ordo. Adapun untuk sampel makrofauna tanah di bawah tegakan jenis hutan homogen ditemukan sebanyak 730 individu dalam satu filum yaitu Arthropoda. Filum Arthropoda terdiri atas 2 Kelas yaitu Insecta, dan Arachnida. Dari filum ini ditemukan sebanyak 6 jenis ordo.

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa terdapat 6 ordo yang sama, baik yang ditemukan di bawah tegakan habitat hutan heterogen maupun homogen, diantaranya ordo Blattodea/Blattaria, Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera, dan Aranae. Namun terdapat 5 ordo yang hanya ditemukan di bawah tegakan habitat hutan heterogen, seperti ordo Diptera, Isoptera, Lepidoptera, Chilopoda dan Diplopoda.

Jumlah individu terbanyak dari keseluruhan jenis di temukan di bawah tegakan habitat hutan homogen pada stasiun 1 dengan jumlah 706 individu, selanjutnya di bawah tegakan habitat hutan heterogen pada stasiun 1 dengan jumlah 266 individu, disusul dengan habitat yang sama pada stasiun 2 dengan jumlah 117 individu dan jumlah individu makrofauna tanah yang paling sedikit ditemukan yaitu pada stasiun 2 di bawah tegakan habitat hutan homogen dengan jumlah 24 individu.

Tabel 1. Jumlah Jenis Individu Makrofauna Tanah di Bawah Tegakan Habitat Hutan Heterogen dan Hutan Homogen (Identifikasi Berdasarkan Borror *et al.*, 1992, Suin, 2012 dan Vandyk, 2011)

No	Filum	Kelas	Ordo	A		N	B		N	Total
				1	2		1	2		
1	Arthropoda	Insecta	Blattodea/Blattaria	104	6	110	623	5	628	738
2			Coleoptera	34	6	40	32	1	33	73
3			Diptera	3	3	6	0	0	0	6
4			Hemiptera	10	4	14	4	0	4	18
5			Hymenoptera	110	23	133	44	12	56	189
6			Isoptera	0	53	53	0	0	0	53
7			Lepidoptera	1	2	3	0	0	0	3
8			Orthoptera	1	1	2	2	0	2	4
9		Arachnida	Araneae	2	7	9	1	6	7	16
10		Chilopoda	Scolopendromorpha	1	8	9	0	0	0	9
11		Diplopoda	Spirobolida	0	4	4	0	0	0	4
Total				266	117	383	706	24	730	1113

Keterangan : A= Hutan Heterogen; B= Hutan Homogen; 1 = Stasiun 1 metode *pitfall trap*; 2 = Stasiun 2 metode *hand sorting*; N = Jumlah individu tiap tegakan

Tersebab karena distribusi makrofauna tanah ada yang *random* dan ada juga yang mengelompok mengakibatkan makrofauna tanah yang ditemukan di bawah masing-masing tegakan pada tiap-tiap habitat juga memiliki jumlah kehadiran yang berbeda-beda, baik yang menggunakan metode *pitfall trap* maupun yang menggunakan metode *hand sorting*.

Suin (2012), menjelaskan bahwa distribusi fauna tanah di suatu daerah tergantung pada keadaan faktor lingkungan baik biotik dan abiotik serta sifat biologis fauna itu sendiri, demikian juga tersedianya makanan, juga ikut menentukan banyaknya hewan tanah yang hidup berkelompok. Berarti semakin banyak ketersediaan pakan, semakin banyak pula jumlah makrofauna yang ada.

Menurut Ruslan (2009), keberadaan makrofauna tanah dalam tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk melangsungkan hidupnya, seperti bahan organik dan biomassa hidup yang semuanya berkaitan dengan aliran siklus karbon dalam tanah. Dengan ketersediaan energi dan hara bagi serangga permukaan tanah tersebut, maka

perkembangan dan aktivitas serangga permukaan tanah akan berlangsung baik.

Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Besarnya nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen senilai $1,71063 \approx 1,7$ lebih besar daripada nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan homogen yaitu $0,55568 \approx 0,5$.

Tabel 2. Indeks Diversitas Makrofauna Tanah di Bawah Tegakan Habitat Hutan Heterogen dan Hutan Homogen

No	Jenis Habitat	Total Individu	H'
1	Heterogen	383	1.71063
2	Homogen	730	0.55568

Berdasarkan tabel dapat dilihat menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen terkategori sedang karena tinggi rendahnya indeks keanekaragaman suatu komunitas tergantung pada banyaknya jumlah spesies

dan individu masing-masing spesies. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies dan kelimpahan spesies yang sama atau hampir sama. Sebaliknya, jika komunitas tersebut disusun oleh spesies dengan kelimpahan yang tidak merata atau ada spesies tertentu dari makrofauna tanah permukaan tanah yang mendominasi, maka keanekaragamannya rendah.

Bila dilihat dari jumlah jenis berdasarkan ordo makrofauna tanah pada masing-masing habitat, nyatanya lokasi hutan heterogen keberagaman jenisnya lebih tinggi dibandingkan dengan hutan homogen. Namun jika dilihat dari jumlah individu makrofauna tanah, menunjukkan bahwa pada habitat hutan homogen jumlah individunya lebih banyak dibandingkan dengan hutan heterogen. Hal ini dikarenakan, ada jenis makrofauna tanah yang mendominasi yakni ordo Blattodea/Blattaria, ordo ini telah beradaptasi dengan habitat hutan homogen ini. Karena dominansi ini, membuat banyaknya jumlah individu tidak berbanding lurus dengan jumlah jenis makrofauna yang ada.

Menurut Fatawi (2002) dalam Nurrohman, dkk. (2018), semakin heterogen dan kompleks suatu daerah atau lingkungan secara fisik maka semakin tinggi tingkat keanekaragaman jenisnya. Sehingga habitat di bawah tegakan hutan heterogen mampu memberikan diversitas makrofauna tanah yang lebih tinggi dibandingkan di bawah tegakan hutan homogen. Hal tersebut dapat terjadi karena pada lokasi hutan heterogen, terdapat vegetasi dan serasah yang lebih banyak dibandingkan lokasi hutan homogen. Faktor vegetasi dapat mempengaruhi penyediaan pakan bagi serangga permukaan tanah. Dengan beragamnya jenis pohon dan tanaman bawah yang ada di hutan heterogen membuat bentuk tajuk yang lebih rapat dan jenis pakan yang lebih beragam.

Menurut Suhardjono, dkk. (1997) dalam Anwar dan Ginting (2013), serangga permukaan tanah sangat tergantung pada tersedianya bahan organik berupa serasah atau lainnya yang terdapat di atas permukaan tanah. Berdasarkan hal ini, bisa ditarik kesimpulan bahwa semakin beragam ketersediaan pakan di suatu lokasi, maka akan semakin beragam pula jenis makrofauna tanah yang hidup disana.

Menurut Fatmala (2017), keragaman vegetasi yang rendah dapat menyebabkan sedikitnya variasi pakan, sehingga keragaman makrofauna tanah di bawah suatu tegakan menjadi rendah, sebaliknya kerapatan vegetasi atau banyaknya tumbuhan yang tumbuh di bawah suatu tegakan akan menyebabkan jatuhnya dan ketebalan serasah lebih tinggi, sehingga menyediakan ketersediaan sumber pakan yang lebih baik bagi makrofauna tanah dan dapat mempertingginya kandungan organik tanah. Lavelle *et al.* (1994), menerangkan bahwa sumber makanan merupakan faktor utama yang mempengaruhi diversitas dan kelimpahan komunitas makrofauna tanah.

Hewan tanah golongan saprovara hidupnya tergantung pada sisa daun yang jatuh. Komposisi dan jenis serasah daun itu menentukan jenis hewan tanah yang dapat hidup di sana, dan banyaknya tersedia serasah menentukan kepadatan hewan tanah. Hewan tanah golongan lainnya tergantung pada kehadiran hewan saprovara (Suin, 2012).

Indeks Kesamaan Makrofauna Tanah

Tabel 3. Indeks Similaritas Makrofauna Tanah di Bawah Tegakan Habitat Hutan Heterogen dan Hutan Homogen

Stasiun	A1	A2	B1	B2
A1		63.00	66.55	65.39
A2			64.66	48.35
B1				66.48
B2				

Suin (1997) dalam Peritika (2010), menyatakan bahwa indeks similaritas akan bernilai tinggi apabila nilai dari jumlah jenis yang ditemukan pada dua area yang dibandingkan tinggi dan nilai jumlah individu dari dua area yang dibandingkan kecil.

Hasil perhitungan indeks similaritas Sorensen pada Tabel 5.3 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan struktur dan komposisi komunitas yang cukup besar antar komunitas satu dengan yang lainnya. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya nilai indeks similaritas antara dua komunitas. Dewi (2001) dalam Peritika (2010), menyatakan bahwa dua komunitas dianggap sama apabila memiliki nilai indeks similaritas > 50%. Rata-rata nilai indeks similaritas makrofauna tanah di bawah Tegakan habitat hutan heterogen dan homogen sebesar 62,406%.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terdapat 6 ordo makrofauna tanah yang terdapat di bawah kedua tegakan ini (Tabel 5.1). Hal ini diduga karena kedua tegakan ini walaupun berbeda dari komposisi vegetasi di tiap lokasi, yakni ada yang homogen dan ada yang heterogen, namun kedua lokasi ini mempunyai kondisi iklim yang hampir sama sehingga faktor lingkungan abiotik tidak jauh berbeda. Dikatakan pula kesamaannya tinggi sebab, seluruh jenis makrofauna tanah yang ada di bawah tegakan habitat hutan homogen terdapat pula di habitat hutan heterogen. Karena hal ini, nilai hasil perhitungan menggunakan indeks similaritas atau kesamaan ini memberikan hasil yang tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Jenis makrofauna tanah di Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimani Sanam khususnya di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan hutan homogen terdiri atas 11 ordo dengan jumlah individu secara total ditemukan sebanyak 1.113 individu. Maka

untuk sampel makrofauna tanah di bawah tegakan jenis hutan heterogen ditemukan sebanyak 383 individu, adapun untuk sampel makrofauna tanah di bawah tegakan jenis hutan homogen ditemukan sebanyak 730 individu. Adapun ordo-ordo yang sama ditemukan di dua habitat ini yakni ordo Blattodea/Blattaria, Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera, dan Aranae. Namun terdapat 5 ordo yang hanya ditemukan di bawah tegakan habitat hutan heterogen, seperti ordo Diptera, Isoptera, Lepidoptera, Chilopoda dan Diplopoda. Tingkat keanekaragaman makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen lebih tinggi dengan nilai indeks diversitas sebesar 1.71063 dibandingkan dengan tingkat keanekaragaman makrofauna tanah di bawah habitat hutan homogen dengan indeks diversitas sebesar 0.55568. Tingkat kesamaan antara makrofauna tanah di bawah tegakan habitat hutan heterogen dan homogen di Kawasan Hutan Pendidikan dan Pelatihan Sisimani Sanam tergolong tinggi dengan nilai rata-rata yaitu sebesar 62,406%.

Saran

Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan makrofauna tanah secara berkala berdasarkan perbedaan musim dan jenis tegakan yang lain untuk mengetahui keberadaan serangga tanah tersebut dalam suatu komunitas. Sehingga dapat diambil keputusan pengelolaan suatu ekosistem serta dilakukan identifikasi jenis sampai pada tingkat spesies.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, E. K., R. C. B. Ginting. 2013. *Mengenal Fauna Tanah dan Cara Identifikasinya*. IAARD Press; Jakarta.
- Borrer, D.J., C.A Triplehorn. Dan N.F. Johnson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi Keenam. Penerjemah drh. Soetiyono Parto

- soejono, MSc. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Fauzia, P. 2020. Hubungan Diversitas Makrofauna Tanah dengan Sifat Fisik-Kimia Tanah di Bawah tegakan Ampupu (*Eucalyptus urophylla*) dan Kayu Putih (*Eucalyptus alba*) di Cagar Alam Mutis Timau. *Skripsi*. Program Studi Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Nurrohman, E., A. Rahardjanto, S. Wahyuni. 2015. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Kawasan Perkebunan Coklat (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah dan Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* Vol. 1 No. 2 (ISSN: 2442-3750): 197-208.
- Peritika, M. Z. 2010. Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada Berbagai Pola Agroforestri Lahan Miring di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ruslan, H. 2009. Komposisi Dan Keanekaragaman Serangga Permukaan Tanah Pada Habitat Hutan Homogen Dan Heterogen Di Pusat Pendidikan Konservasi Alam (Ppka) Bodogol, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal VIS VITALIS*. Vol. 02 No. 1. (ISSN 1978-9513).
- Suin, N. M. 2012. *Ekologi Hewan Tanah*. Bumi Aksara, Jakarta.
- VanDyk, J. 2011. BugGuide. *Identification, Images & Information For Insects, Spiders & Their Kin For the United States & Canada (On-Line)*. <https://bugguide.net> diakses pada Juli-September 2019.
- Wibowo, C. dan S. A. Slamet. 2017. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Tipe Tegakan di Areal Bekas Tambang Silika di *Holcim Educational Forest*, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika* Vol. 08 No. 1. (ISSN: 2086-8227). Hal 26-34.