

Dinamika Populasi Mesofauna Tanah Akibat Pemberian Beberapa Jenis dan Cara Aplikasi Bahan Organik Pada Piringan Kelapa Sawit

Dynamics of Soil Mesofauna Population Cause by Addition Several Kind and Technique Application of Organic Materials on Oil Palm Weed Circle

Risky Ananda, T. Sabrina*, Sarifuddin

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

*Corresponding author: tdjunita14@yahoo.com

ABSTRACT

Population of soil mesofauna is strongly influenced by the availability of food sources in their environment. Food sources may include various types of organic materials. This research aimed to determine the effect of types and technique application of organic materials on weed circle towards the population of soil mesofauna. This research was conducted in Indonesia Oil Palm Research Institute (IOPRI) plantations Aek Pancur, Tanjung Morawa. This research was use factorial randomized block design. The first factor was the types of organic material, i.e. without organic material, litter, Empty Fruit Bunch (EFB), litter + *T. harzianum* and EFB + *T. harzianum* and the second factor was the technique application of organic materials i.e. spread in palm circle, put around the stand of palm and put on the threshold of palm circle. The results showed that in week 2, type of organic materials, technique application and both interaction was not affect soil mesofauna population, but in week 4, 6 8 and 12 type of EFB, technique application spread in palm circle and both interaction could increase the population of soil mesofauna. The highest population was on treatment B₂A₁ in week 12 (4106 ind m⁻²).

Keywords : Empty Fruit Bunch (EFB), Litter, Mesofauna, *T. harzianum*, Weed Circle

ABSTRAK

Populasi mesofauna tanah sangat dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dalam lingkungan mereka. Sumber makanan dapat berasal dari bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh jenis dan cara aplikasi bahan organik terhadap populasi mesofauna tanah pada piringan kelapa sawit. penelitian ini dilaksanakan di lahan perkebunan Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Aek Pancur, Tanjung Morawa. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah jenis bahan organik yang terdiri dari kontrol, serasah, TKKS, serasah + *T. harzianum* dan TKKS + *T. harzianum*. Faktor kedua adalah cara aplikasi yang terdiri dari disebar merata, ditumpuk melingkari tegakan dan diletakkan diujung piringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada minggu kedua, jenis bahan organik, cara aplikasi dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata dalam meningkatkan populasi mesofauna, namun pada minggu keempat, keenam, kedelapan dan duabelas pemberian bahan organik dalam bentuk TKKS, cara aplikasi disebar serta interaksi keduanya berpengaruh nyata dalam meningkatkan populasi mesofauna. Populasi tertinggi adalah di perlakuan B₂A₁ pada minggu duabelas (4106 ind m⁻²).

Kata Kunci : Mesofauna, Piringan Kelapa Sawit, Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Serasah, *T. harzianum*,

PENDAHULUAN

Pada tahun 2010, Indonesia merupakan negara dengan luas perkebunan kelapa sawit sebesar 8 juta ha (Rianto *et al.*, 2012). Dalam

rentang tahun 2004-2014 terjadi peningkatan laju pertumbuhan luas areal tanaman kelapa sawit sebesar 7,67%, sedangkan produksi kelapa sawit meningkat rata-rata 11,09% per tahun. Tahun 2014, luas areal kelapa sawit

telah mencapai 10,9 juta ha dengan produksi 29,3 juta ton CPO. Luas wilayah tersebut terbagi atas 41,55% perkebunan rakyat, 6,83% milik negara (PTPN), dan 51,62% milik perusahaan swasta, yaitu swasta asing sebesar 1,54% dan sisanya swasta dalam negeri (Dirjenbun, 2014).

Seiring dengan meningkatnya luas lahan perkebunan kelapa sawit, dampak negatif yang dihasilkan dari ekspansi terhadap lahan untuk praktik budidaya pertanian maupun perkebunan adalah terjadinya penurunan keanekaragaman hayati tropis, termasuk di Indonesia (Foley *et al.*, 2005). Pengembangan areal kelapa sawit secara besar-besaran tentu saja mempengaruhi keberadaan dari fauna tanah, termasuk mesofauna. Mesofauna tanah itu sendiri penting karena berperan dalam proses dekomposisi bahan organik dan juga ada yang berinteraksi secara mutualistik dengan mikroorganisme tanah, sebagian jenis mesofauna berperan sebagai predator bagi mikroorganisme seperti pemakan hifa jamur.

Umumnya piringan kelapa sawit di kebanyakan perkebunan diperlakukan bersih karena adanya aplikasi herbisida. Residu herbisida diketahui memiliki pengaruh negatif terhadap populasi mikrobial (Adhikary *et al.*, 2014), serta terjadinya defaunasi akibat bahan aktif dari atrazine dan gramoxone dari herbisida (Gbarakoro dan Zabbey, 2013). Bahkan aplikasi pupuk anorganik serta pengapuran sejauh ini dilaporkan juga turut berperan aktif terhadap reduksi populasi mesofauna (Murray *et al.*, 2006). Hasil penelitian Nazari dan Sota (2012), menyatakan bahwa sebaiknya dalam acara aplikasi pupuk jaraknya tidak melebihi 2,5 m dari piringan batang. Hal ini berkaitan dengan sebaran akar tersier ataupun kwartet yang aktif dalam menyerap unsur hara berupa ion, dimana akar ini terdapat banyak pada permukaan tanah disekitar piringan. Sementara di lingkungan perakaran tanaman banyak terdapat aktivitas biologi tanah. Berkaitan dengan hal tersebut, cara aplikasi pemberian bahan organik perlu diketahui agar biota tanah yang memerlukan bahan organik sebagai sumber energi dapat memanfaatkannya secara efektif.

Adanya bahan organik sendiri berfungsi sebagai sumber energi bagi biota, terutama dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme. Secara tidak langsung, peningkatan aktivitas mikroorganisme akan dapat juga meningkatkan aktivitas mesofauna dalam tanah akibat ketersediaan sumber makanan bagi mesofauna tersebut, baik bahan organik itu sendiri maupun mikroba yang dapat di predasi oleh mesofauna. Oleh karena hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian bagaimana dinamika populasi mesofauna akibat pemberian jenis dan cara aplikasi bahan organik pada piringan kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan perkebunan PPKS Aek Pancur, Tanjung Morwawa, analisa sampel dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah PPKS dan Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan pada bulan Juli 2015 sampai dengan Oktober 2015.

Bahan yang digunakan adalah alkohol 45% sebagai pengawet fauna yang terkoleksi, aquadest, plastik sampel dan label

Alat yang digunakan adalah *soil corer* modifikasi PPKS sebagai alat untuk mengambil sampel tanah di lapangan, rangkaian peralatan Barlese-Tullgren Funnel sebagai alat untuk ekstraksi hewan tanah, mikroskop binokuler dilengkapi dengan kamera untuk pengamatan hewan tanah, kotak sampel, botol koleksi serta peralatan lapangan lain yang dibutuhkan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 15 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor I: jenis bahan organik (B) terdiri dari B₀ = kontrol, B₁ = Serasah, B₂ = TKKS, B₃ = Serasah + *T. harzianum* dan B₄ = TKKS + *T. harzianum*. Faktor II : cara aplikasi (A) terdiri dari A₁ = Disebar merata menutupi piringan, A₂ = Ditumpuk melingkari tegakan dan A₃ = Diletakkan diujung piringan.

Data dianalisa dengan sidik ragam berdasarkan model linier sebagai berikut:

$$Y_{hij} = \mu + \rho h + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Sigma \epsilon_{hij}$$

Data-data yang diperoleh akan diuji secara statistik berdasarkan analisa ragam pada taraf 5%, selanjutnya dilakukan uji beda rata-rata berdasarkan Uji Jarak Beranda Duncan pada taraf 5%.

Parameter yang diamati adalah populasi mesofauna (ind m⁻²) pada minggu kedua, keempat, keenam, kedelapan, dan keduabelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu kedua, namun berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu keempat, keenam, kedelapan dan keduabelas. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa jenis bahan organik memiliki kemampuan yang berbeda dalam mempengaruhi populasi

mesofauna pada setiap kali pengamatan sampai 12 minggu. Terdapat kecenderungan perlakuan pemberian TKKS (B₂) meningkatkan populasi mesofauna pada hampir setiap kali pengamatan (minggu kedua, keempat, keenam dan keduabelas). Hal tersebut ditunjukkan pada minggu kedua yakni populasi mesofauna hanya sebesar 361.2 ind m⁻² (B₂), pada minggu keempat sebesar 1044 ind m⁻² (B₂) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan TKKS + *T. harzianum* (B₄) yaitu sebesar 1185.3 ind m⁻². Pada minggu keenam populasi mesofauna sebesar 1128.9 ind m⁻² (B₂) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian serasah (B₁) yaitu sebesar 1199.4 ind m⁻². Sementara pada minggu kedelapan populasi tertinggi yaitu perlakuan pemberian serasah + *T. harzianum* (B₃) yaitu sebesar 1989.7 ind m⁻² dan pada pengamatan minggu keduabelas, populasi tertinggi terdapat pada perlakuan B₂ yaitu sebanyak 2822.2 ind m⁻².

Tabel 1. Populasi Mesofauna Tanah Akibat Pemberian Jenis Bahan Organik

Perlakuan	Minggu ke-				
	2	4	6	8	12
	----- ind m ⁻² -----				
Tanpa Bahan Organik	183.3	465.7c	889.0bc	536.2d	578.6d
Serasah	333.9	973.7ab	1199.4a	1143.0c	1312.3c
TKKS	361.2	1044ab	1128.9ab	1411.1bc	2822.2a
Serasah + <i>T. harzianum</i>	347.6	903.11b	987.8abc	1989.7a	2017.9b
TKKS + <i>T. Harzianum</i>	347.6	1185.3a	846.7c	1538.1b	1312.3c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Aplikasi TKKS pada piringan kelapa sawit mampu meningkatkan populasi mesofauna dikarenakan sifat dari TKKS berbeda dengan sifat dari serasah, seperti karbon organik yang tinggi, nilai C/N tinggi, pH lingkungan tinggi serta adanya senyawa aromatik dan fenolik dari TKKS yang kemungkinan juga merangsang mesofauna untuk datang ke tempat dimana TKKS diaplikasikan. Hal ini dibuktikan oleh hasil analisa awal serasah dan TKKS (Tabel 2) dimana C/N dari serasah adalah 24.78, sementara TKKS adalah 41.58 yang lebih tinggi serta pH TKKS 9.40 yang juga lebih

tinggi dari pH serasah yakni 6.66. Kandungan C/N yang tinggi menunjukkan bahwa bahan organik tersebut belum terdekomposisi, sehingga disinilah peranan fauna tanah dalam melaksanakan proses dekomposisi bahan organik tersebut, yang mengakibatkan aktivitas dari hewan tanah meningkat dan hal ini sejalan dengan populasi total mesofauna. Adanya aktivitas penguraian bahan organik oleh mesofauna, akan menyebabkan tersedianya sumber makanan bagi mesofauna predator melalui kegiatan predasi mesofauna dekomposer, akibatnya semakin kompleks rantai makanan dan tentu populasi juga akan

meningkat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Neher dan Barbercheck (1999) yang menyatakan bahwa populasi dan keragaman mesofauna terdapat pada tanah dengan porositas dan bahan organik yang tinggi.

Dimana pada horizon O merupakan akumulasi atau tumpukan sisa tanaman (C/N tinggi), dan sisa sisa hewan (C/N rendah).

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Bahan Organik

Parameter	Satuan	Hasil Uji		Metode Uji
		TKKS	Serasah	
Nitrogen (**)	%	1.26	2.00	Volumetri
P ₂ O ₅ Total (**)	%	0.33	0.43	Spektrofotometri
K ₂ O (**)	%	4.00	1.80	AAS
C-organik (**)	%	52.39	49.56	Gravimetri
pH	-	9.40	6.66	Potensiometri
Kadar Air	%	20.20	32.88	Oven

Ket : *dianalisa di Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Populasi mesofauna terendah pada setiap minggu pengamatan adalah pada perlakuan tanpa bahan organik (B₀) yakni secara berurut-turut pada minggu kedua, keempat, keenam, kedelapan dan duabelas adalah sebesar 183.3, 465.7, 889, 536.2 dan 578.6 ind m⁻². Data menyatakan bahwa keberadaan bahan organik menjadi faktor penentu populasi mesofauna. Sesuai dengan pernyataan Setiawan *et al.*, (2003) yang menyatakan bahwa hubungan antara populasi makrofauna tanah dengan rasio polifenol/N mempunyai nilai korelasi paling besar yaitu 0.64, artinya bahan organik merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat populasi makrofauna tanah. Rasio polifenol/N dari bahan organik yang tinggi menunjukkan polifenol masih banyak yang belum terurai begitu juga sebaliknya. Makrofauna tanah yang ditemukan pada bahan organik tanaman dengan rasio polifenol/N tinggi berarti keberadaannya lebih banyak untuk digunakan sebagai tempat berlindung daripada untuk sumber nutrisi.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa cara aplikasi bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu kedua, namun berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu keempat, keenam, kedelapan dan duabelas. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Cara aplikasi bahan organik yang terbaik dalam meningkatkan populasi mesofauna adalah pada perlakuan disebar secara merata (A₁). Hal ini ditunjukkan pada setiap minggu amatan yakni minggu kedua sebesar 386.07 ind m⁻², kemudian menjadi 999.07 ind m⁻² pada minggu keempat yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan diletak diujung piringan (A₃) yaitu sebesar 1066.8 ind m⁻². Pada minggu keenam, populasi meningkat menjadi 1236.13 ind m⁻² dan pada minggu kedelapan serta duabelas berturut-turut sebesar 1490.1 ind m⁻² dan 2091.3 ind m⁻².

Populasi terendah berdasarkan cara aplikasi secara umum cenderung pada perlakuan A₃. Hal ini dilihat pada minggu kedua sebesar 267.73 ind m⁻². Pada minggu keempat populasi yang terendah adalah pada perlakuan ditumpuk dibatang (A₂) yakni sebesar 677,33 ind m⁻². Pada minggu keenam, populasi terendah kembali kepada perlakuan A₃ yaitu sebesar 829.73 ind m⁻². Untuk minggu ke delapan dan duabelas, populasi terendah pada perlakuan A₃ yaitu berturut-turut sebesar 1066.8 dan 1134.5 ind m⁻².

Meningkatnya populasi mesofauna ketika bahan organik diaplikasikan secara merata dikarenakan bahan organik tersebut terdistribusi secara rata, sehingga mesofauna tanah yang ada pada piringan kelapa sawit tersebut dapat memanfaatkan bahan organik

yang diaplikasikan di piringan, hal ini menyebabkan aktivitasnya meningkat. Akar pada tanaman kelapa sawit juga tersebar di sekitar piringan. Sehingga dengan aplikasi bahan organik secara merata, maka semua hewan di sekitar piringan kelapa sawit akan meningkat aktivitasnya. Akibatnya tersedia juga energi bagi mesofauna predator. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nazari dan Sota

(2012) yang menyatakan bahwa sebaran akar kelapa sawit dengan menggunakan deteksi geolistrik resistivitas menunjukkan bahwa penyebaran akar tersier dan kwartet dominan dalam arah horizontal antara 2,5 m – 4,0 m dari piringan batang dengan kedalaman maksimum 0,3 m. Sedangkan akar sekunder umumnya berada pada kedalaman antara 0,3 – 0,5 m dan sebagian kecil muncul ke permukaan.

Tabel 3. Populasi Mesofauna Tanah Akibat Cara Aplikasi Bahan Organik

Perlakuan	Minggu ke-				
	2	4	6	8	12
	----- ind m ⁻² -----				
Disebar merata selapis	386.07	999.07a	1236.13a	1490.1a	2091.3a
Ditumpuk melingkari batang	290.33	677.33b	965.20b	1413.9a	1600.2b
Diletak diujung piringan	267.73	1066.80a	829.73b	1066.8b	1134.5c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis dan cara aplikasi bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu kedua,

namun berpengaruh nyata terhadap populasi mesofauna pada minggu keempat, keenam, kedelapan dan keduabelas. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Populasi Mesofauna Tanah Berdasarkan Interaksi Jenis dan Cara aplikasi Bahan Organik

Perlakuan	Minggu ke-					
	2	4	6	8	12	
	----- ind m ⁻² -----					
B ₀	A ₁	254	254.0g	677.3efg	677.3ef	846.7efg
	A ₂	155	592.7defg	719.7efg	508.0f	423.3g
	A ₃	141	550.3efg	1270.0bcd	423.3f	465.7fg
B ₁	A ₁	423.3	465.7fg	1100.7cde	1524.0bcd	1693.3cd
	A ₂	296.3	973.7cde	1778.0a	1397.0bcd	1524.0d
	A ₃	282	1481.7ab	719.7efg	508.0f	719.7efg
B ₂	A ₁	381	1778.0a	1651.0ab	1862.7bc	4106.3a
	A ₂	351.3	296.3g	889.0def	889.0def	2709.3b
	A ₃	351.3	1058.3bcd	846.7def	1481.7bcd	1651.0cd
B ₃	A ₁	478.3	1016.0bcde	1270.0bcd	1354.7bcd	2159.0bc
	A ₂	268	846.7def	1185.3bcde	3090.3a	2286.0b
	A ₃	296.3	846.7def	508.0fg	1524.0bcd	1608.7cd
B ₄	A ₁	393.6	1481.7ab	1481.7abc	2032.0b	1651.0cd
	A ₂	381	677.3defg	254.0g	1185.3cde	1058.3def
	A ₃	268	1397.0abc	804.3def	1397.0bcd	1227.7de

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadinya dinamika populasi mesofauna pada setiap waktu pengamatan akibat interaksi antara jenis bahan organik dan cara aplikasi. Hal ini dapat dilihat dari pengamatan pada minggu kedua, populasi mesofauna tertinggi adalah perlakuan B₃A₁ yaitu sebesar 478.3 ind m⁻², sedangkan untuk minggu keempat pada perlakuan B₂A₁ yaitu sebesar 1778 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₄A₁ dan B₁A₃ yakni sama-sama sebesar 1481.7 ind m⁻² serta dengan perlakuan B₄A₃ yakni sebesar 1397 ind m⁻². Pada minggu keenam, populasi mesofauna tertinggi yakni pada perlakuan B₁A₂ yakni sebesar 1778 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₂A₁ dan B₄A₁ dengan populasi berturut-turut sebesar 1651 dan 1481.7 ind m⁻². Hal yang terjadi pada minggu kedelapan menunjukkan bahwa populasi mesofauna tertinggi adalah pada perlakuan B₃A₂ yakni sebesar 3090.3 ind m⁻² dan populasi tertinggi untuk minggu duabelas adalah kembali pada perlakuan B₂A₁ yakni sebesar 4106.3 ind m⁻².

Populasi mesofauna terendah, pada minggu kedua terdapat pada perlakuan B₀A₃ yakni sebesar 141 ind m⁻². Sementara untuk minggu keempat adalah pada perlakuan B₀A₁ yaitu sebesar 254 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₂A₂, B₁A₁, B₀A₃, B₀A₂, dan B₄A₂ yakni berturut-turut sebesar 296.3, 465.6, 550.3, 592.6 dan 677.3 ind m⁻². Pada minggu keenam populasi mesofauna terendah adalah pada perlakuan B₄A₂ yaitu sebesar 254 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata

SIMPULAN

Pemberian bahan organik dalam bentuk TKKS dengan cara aplikasi disebar merata pada piringan kelapa sawit mampu meningkatkan populasi mesofauna tanah dengan populasi tertinggi adalah sebesar 4106 ind m⁻² pada minggu duabelas.

DAFTAR PUSTAKA

Adhikary, P., S. Shil and P. S. Patra. 2014. Effect of Herbicides on Soil Microorganisms in Transplanted Chilli. *G.J.B.A.H.S.*3(1):236-238.

dengan perlakuan B₃A₃, B₀A₁, B₀A₂ dan B₁A₃ yakni berturut-turut sebesar 508, 677.3, 719.6 dan 719.6 ind m⁻². Untuk minggu kedelapan, populasi mesofauna terendah terdapat pada perlakuan B₀A₃ yakni sebesar 423.3 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₀A₂, B₁A₃, B₀A₁ dan B₂A₂ yakni berturut-turut sebesar 508, 508 677.3 dan 889 ind m⁻². Pada minggu duabelas, populasi mesofauna terendah pada perlakuan B₀A₂ yakni 423.3 ind m⁻² yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₀A₃, B₁A₃ dan B₀A₁ yakni berturut-turut sebesar 465.6, 719.6 dan 846.6 ind m⁻².

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa bahan organik dari jenis TKKS mampu meningkatkan populasi mesofauna lebih baik dibandingkan jenis bahan organik lainnya, walaupun cara aplikasinya berbeda-beda. Hal ini dapat dilihat dari populasi mesofauna yang sebanyak 4106.3 ind m⁻² jika TKKS diaplikasikan secara tersebar merata yang lebih baik dibandingkan bahan organik lain jika diaplikasikan dengan cara yang sama. Apabila TKKS diaplikasikan secara ditumpuk melingkari batang tanaman, maka populasi mesofauna adalah sebesar 2709.3 ind m⁻² dan bila TKKS diaplikasikan di pinggir piringan, maka populasi mesofauna adalah sebesar 1651 ind m⁻² yang mana kedua cara tersebut tetap menempatkan TKKS lebih baik dalam hal jumlah populasi mesofauna dibandingkan jenis bahan organik yang lain.

Direktorat Jendral Perkebunan. 2014. Pertumbuhan Areal Kelapa Sawit Meningkat. Diakses dari: <http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-meningkat.html> pada 2 April 2015.

Foley J. A., R. DeFries., G. P. Asner., C. Barford., G. Bonan., S. R. Carpenter., F. S. Chapin., M. T. Coe., G. C. Daily., H. K. Gibbs., J. H. Helkowski., T.Holloway., E. A. Howard., C. J. Kucharik., C. Monfreda., J. A. Patz., I. C. Prentice., N. Ramankutty and P. K. Snyder. 2005. Review: Global Consequences of Land Use. *Science* 309.

- American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1200 New York Avenue, Washington DC.
- Gbarakoro, T.N and N. Zabbey. 2013. Soil Mesofauna Diversity and Responses to Agro-Herbicide Toxicities in Rainforest Zone of the Niger Delta, Nigeria. *Apl.J.Hyg.* 2 (1): 01-07
- Jazilah, S., Sunarto dan N. Farid. 2007. Respon Tiga Varietas Bawang Merah Terhadap Dua Macam Pupuk Kandang dan Empat Dosis Pupuk Anorganik. *J. Agrin* 11 (1):43-51.
- Murray, P.J., R. Cook., A.F. Currie., L. A. Dawson., A. C. Gange., S.J. Grayston and A.M. Treonis. Interactions Between Fertilizer Addition, Plants and the Soil Environment: Implications for Soil Faunal Structure and Diversity. *Apl.Soil.Ecol.* 33: 199-207.
- Nazari, Y. A dan I. Sota. 2012. Deteksi Sebaran Akar Kelapa Sawit Dengan Metode Geolistrik Resesivitas. *J.Agrosci.* 19(2):112-115.
- Neher, D.A and M.E. Barbercheck. 1999. *Diversity and Function of Soil Mesofauna.* pp 27-47. in W. W. Collins and C. O. Qualset (eds). *Biodiversity in Agroecosystems.* Lewis Publishers. New York.
- Rianto, B., H. Mochtar and A. Sasmito. 2012. *Overview of Palm Oil Industry Landscape in Indonesia* in Palm Oil Plantation Industry Landscape, Regulatory and Financial Overview. PwC Indonesia, Jakarta.
- Setiawan, Y., Sugiyarto, Wiryanto. 2003. Hubungan Populasi Makrofauna dan Mesofauna Tanah dengan C, N dan polifenol, serta Rasio C/N, Polifenol/N Bahan Organik Tanaman. *Biosmart.* 5(2):134-137.