

KEBERADAAN RAYAP TANAH (*Macrotermes gilvus*) DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KARET DI KEBUN KARET RAKYAT YANG DIKELOLA SECARA ALAMI : SUATU CONTOH PENGELOLAAN KEBUN BERWAWASAN LINGKUNGAN

Zainal Arifin

Dosen Pendidikan biologi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya

E-mail : zarifin14458@yahoo.co.id

Abstract

The Research to determine the effect of the existence of soil termite nests (*Macrotermes gilvus*) on the growth of rubber plants is carried out in smallholder rubber gardens which are managed with local wisdom, naturally without using chemical fertilizers and pesticides. The area of rubber plantations studied was around 2 ha. In the rubber garden soil, many soil termite nests were found which identified *M. gilvus* species. The parameters of the study were stem circumference, which was measured using a tape meter at a tree height of 125cm from the ground surface, while the percentage of rubber tree canopy cover was measured using the Line Intercept tape method. Data analysis used the Mann-Whitney test. Samples of rubber trees with termite nests are the closest trees to the location of termite nests, while trees without termite nests are rubber trees which at a minimum radius of 3 m are not found termite nests. Organic garden management without pesticides allows termites to be present and nest in the garden. The existence of soil termites *M. gilvus* (Hagen) lodged in rubber plantation land has caused changes in physico-chemical characteristics / soil fertility, this is evident from the differences in the growth of stem circumference and better canopy cover on rubber plants that grow near termite nests compared to growing on soil without termite nests.

Keywords: *Macrotermes gilvus*, rubber gardens, growth, stem circumference, termite nests.

Abstrak

Penelitian untuk mengetahui dampak keberadaan sarang rayap tanah (*Macrotermes gilvus*) terhadap pertumbuhan tanaman karet dilakukan di kebun karet rakyat yang dikelola dengan kearifan lokal, secara alami tanpa menggunakan pupuk kimia dan pestisida. Luas kebun karet yang diteliti sekitar 2 ha. Di tanah kebun karet tersebut ditemukan banyak sarang rayap tanah yang teridentifikasi spesies *M. gilvus*. Parameter penelitian berupa lingkaran batang, yang diukur menggunakan meteran pita pada ketinggian pohon 125cm dari permukaan tanah, sementara persentase tutupan tajuk pohon karet diukur menggunakan metode Line Intercept tape. Analisis data menggunakan uji Mann-Whitney. Sampel pohon karet dengan sarang rayap adalah pohon yang terdekat dengan letak sarang rayap, sedangkan pohon tanpa sarang rayap adalah pohon karet yang pada radius minimal 3 m tidak ditemukan sarang rayap. Pengelolaan kebun secara organik tanpa pestisida memungkinkan rayap hadir dan bersarang di lahan kebun. Keberadaan rayap tanah *M. gilvus* (Hagen) bersarang di lahan kebun karet telah menyebabkan perubahan pada karakteristik fisiko-kimia/kesuburan tanah, hal ini tampak dari adanya perbedaan pada pertumbuhan lingkaran batang dan tutupan tajuk yang lebih baik pada tanaman karet yang tumbuh dekat sarang rayap dibandingkan dengan yang tumbuh pada tanah tanpa sarang rayap.

Kata Kunci: *Macrotermes gilvus*, kebun karet, pertumbuhan, lingkaran batang, sarang rayap.

PENDAHULUAN

Rayap, serangga (Isoptera: Termitidae) memiliki kemampuan berkembangbiak yang baik. Dalam satu siklus hidup rayap dapat menghasilkan jumlah individu yang sangat banyak. Pada kondisi lingkungan optimal dan tersedia cukup pakan yang dibutuhkan rayap dapat berkembangbiak hingga mencapai jutaan individu. Kepadatan populasi rayap tanah dapat mencapai jumlah hingga 10.000 individu/ m² dan biomassa mencapai 100g/m² (Eggleton, *et al.*, 1996).

Diet rayap pemakan tanah terdiri dari bahan organik nonseluler bercampur dengan mineral lempung. Hal ini dimungkinkan karena usus rayap memiliki lima kompartemen dengan gradien pH yang meningkat hingga pH 12,5, dengan status oksigen dan hidrogen yang berbeda. Karena perilaku makan ini, maka rayap dapat berkontribusi terhadap perubahan kimia tanah dan mampu memodifikasi sifat fisik tanah secara efektif (Brune *et al.*, 1995; Brune dan K uhl, 1996; Donovan *et al.*, 2001). Aktifitas rayap yang seperti ini dapat meningkatkan kandungan C- organik, kandungan liat, unsur hara dan pH (Dangerfield *et al.*, 1998). Selain itu, rayap mampu menguraikan materi tumbuhan mati dan mengembalikan nutrisi ke lingkungan. Rayap mampu mencerna selulosa dengan hubungan simbiosis mutualistiknya dengan berbagai mikroorganisma dalam saluran

pencernaannya (Ohkuma, 2003), rayap merupakan dekomposer penting di lingkungan tanah kering, (Ackerman *et al.*, 2009).

Lahan kebun karet yang dikelola secara alami tanpa menggunakan pupuk kimia dan tanpa pestisida, dimana jatuhnya daun dan ranting mati dikumpulkan dan ditimbun diantara baris pohon karet. Di lahan kebun ditemukan banyak gundukan sarang rayap tanah yang menyebar relatif merata dan rayap tanahnya teridentifikasi sebagai spesies *Macrotermes gilvus*. (Arifin *et al.*, 2014). Distribusi sarang rayap secara spasial dan temporal di suatu lahan penting dalam pemeliharaan integritas ekosistem terutama dalam hal penyediaan air dan hara tanah, (Postava-Davignon, 2010). Rayap tanah telah diketahui berperan dalam proses dekomposisi serasah, akan tetapi sebagian besar publikasi penelitian tentang peran rayap dilakukan di lahan tanah hutan, padang rumput, gurun, dan di kawasan nontropika. Publikasi tentang peran rayap tanah di kebun karet masih terbatas, sementara diketahui peran rayap dalam proses dekomposisi di lingkungan tropika adalah penting (Jones and Eggleton, 2000 ; Ackerman, 2009 ; Hemachandra *et al.*, 2010). Rayap memiliki kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan kering maka rayap memiliki peran penting dalam proses dekomposisi dimana dekomposer

lain seperti jamur dan bakteri tidak dapat berfungsi (Mommer, 2003).

Rayap dapat mengkonsumsi hingga 30% dari jatuhan daun di hutan hujan tropis (Martinus, 1994 ; Matsumoto dan Abe, 1979). Secara umum, dalam satu bulan rayap dapat memindahkan 12 – 57 % serasah yang tersedia (Freyman *et al.*, 2008). Perilaku rayap membuat sarang yang unik, menyebabkan rayap dapat mempertahankan kelembaban dan suhu di dalam sarangnya (Engel *et al.*, 2009).

Perubahan kondisi fisiko-kimia tanah, dapat berpengaruh negatif terhadap organisme yang hidup di lahan tersebut. Sebaliknya, untuk populasi tertentu, dapat semakin diuntungkan oleh perubahan itu. Dengan perubahan tersebut, memungkinkan reproduksi, pertumbuhan dan perkembangannya dapat semakin meningkat, karena populasi tersebut menemukan kondisi lingkungan baru yang lebih baik, akibat terhindar dari pesaing dan predator yang sebelumnya hadir di lahan tersebut. Fenomena lapangan menunjukkan bahwa di lahan kebun karet rakyat yang dikelola secara alami, tanpa penggunaan pestisida dan pupuk kimia, ditemukan banyak gundukan tanah sarang rayap. Hal itu mengindikasikan bahwa lahan kebun karet merupakan habitat yang baik dan dapat ditempati rayap tanah.

Kehadiran rayap tanah di lahan kebun karet, mengindikasikan adanya sinergitas antara rayap dengan tata-kelola kebun karet. Pengamatan lapang mengindikasikan bahwa ukuran lingkaran pohon tanaman karet yang tumbuh dekat sarang rayap cenderung lebih besar dibandingkan dengan tanaman karet lainnya yang lebih jauh dari sarang. Pada survei awal di lahan kebun karet seluas sekitar 2 ha ditemukan lebih dari 30 gundukan sarang rayap, dengan ukuran sarang dan jarak dari pohon yang beragam. Dari uraian di atas baik teoretik maupun empirik, tentang fenomena dari keberadaan rayap bersarang di lahan kebun karet tersebut, maka perlu diteliti dan dikaji lebih dalam apakah ada dampak dari keberadaan rayap tersebut bersarang terhadap pertumbuhan tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2016 hingga Mei 2017 di lahan kebun karet produktif di Desa Tanjung Batu Kaupaten Ogan Ilir. Kebun terletak sekitar 60 km dari kota Palembang dan sekitar 20 km dari Inderalaya ibukota kabupaten Ogan Ilir. Rata rata curah hujan berkisar antara 2,000 mm hingga 3,000 mm dan jumlah hari hujan berkisar antara 66 hingga 100 hari per tahun dan suhu udara harian berkisar antara 23⁰ hingga 33⁰

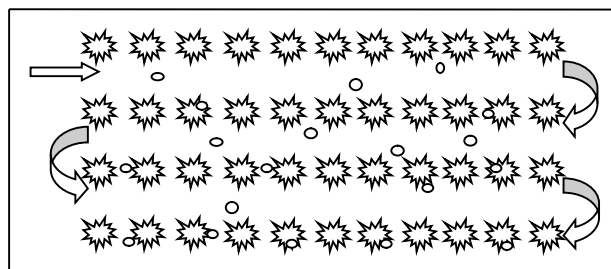
selsius. Rata rata kelembaban udara harian 67 % hingga 95 %.(BPBD.OI.2016). Tanaman karet berusia 6 – 7 tahun dan dalam keadaan produktif menghasilkan lateks.

Metode

Variabel yang digunakan dalam pengamatan ini yaitu: variabel bebas: keberadaan sarang rayap. Variabel terikat: lingkaran batang dan luas tajuk pohon karet.

Sampel

Pohon karet yang diamati rata-rata sedang produktif. Jumlah total pohon karet yaitu sekitar 1.585 pohon. Jarak antar baris pohon karet satu dengan yang lain adalah 4 m dan jarak pohon dalam baris adalah 3 m. Luas keseluruhan kebun karet yaitu 1,84 Ha. Berikut ini gambar 1 sketsa lahan kebun karet lokasi penelitian.



Gambar 1. Sketsa penelusuran sarang rayap tanah di lahan penelitian (Arifin, *et al.*,2014)

Keterangan : = pohon karet
 = Posisi sarang rayap di lahan penelitian

Pengamatan dilakukan pada 2 kelompok yaitu kelompok pohon karet dekat sarang rayap dan kelompok pohon karet tanpa sarang rayap. Masing-masing kelompok berjumlah 15 pohon karet sesuai dengan jumlah sarang yang ditetapkan sebagai sampel yaitu dengan ukuran besar > 4000 cm², (Arifin, *et al.*,2014). Parameter penelitian berupa lingkaran batang, persentase tutupan tajuk. Sampel pohon karet adalah yang terdekat dengan letak sarang rayap, sedangkan pohon tanpa sarang rayap adalah pohon karet yang pada radius minimal 3 m dari pohon tidak ditemukan gundukan tanah sarang rayap.

Lingkaran pohon karet diukur menggunakan meteran pita pada lingkaran pohon di ketinggian 125cm dari permukaan tanah. Luas tutupan pohon karet diukur menggunakan metode *Line Intercept tape* (Bonhan,2013). Data dianalisis menggunakan uji Mann-Whitney.

Hipotesis

H₀=Tidak ada hubungan secara signifikan antara keberadaan sarang dengan diameter tutupan pohon dan lingkaran batang

H₁ = Ada hubungan secara signifikan antara keberadaaan sarang

dengan luas tutupan pohon dan lingkaran batang

Kriteria Uji :

Tolak Hipotesis nol (0) jika nilai signifikansi p-value ($< 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Kebun karet dikelola dengan membiarkan jatuhnya daun dan ranting mati dari tanaman karet tertimbun diantara baris pohon karet di permukaan tanah (gambar 2). Mengetahui kondisi fisiko-kimia tanah kebun merupakan hal penting, karena rayap tidak akan menempati suatu tanah jika kondisi fisiko-kimianya tidak cocok untuk persyaratan hidupnya, meskipun makanannya cukup tersedia. Oleh karenanya keberadaan sarang rayap mengindikasikan bahwa kondisi fisiko-kimia tanah ada dalam toleransi rayap. Rayap adalah serangga yang responnya terhadap suhu bersifat poikilotermi, ada

pengaruh langsung suhu lingkungan terhadap suhu tubuh rayap. Suhu tubuh berpengaruh terhadap kinerja metabolisme rayap. Metabolisme yang maksimal terjadi pada kondisi suhu tubuh yang optimal dari toleransi rayap. Suhu tanah adalah penting untuk tempat yang dipilih rayap membangun sarangnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu tanah di kebun karet berada dalam kisaran yang ditoleransi rayap yaitu berkisar antara 26° – 28° C. Sementara data hasil pengukuran luas tutupan pohon dan lingkaran pohon diuji menggunakan uji statistik Mann-Whitney. Uji ini untuk mengetahui nilai beda rata-rata dari data, hasilnya seperti yang tercantum pada tabel 1. Hasil uji menunjukkan ada perbedaan lingkaran pohon dan persentase tutupan tajuk antara pohon karet yang tumbuh di tanah yang ada sarang rayapnya dibandingkan dengan tanaman karet yang tumbuh di tanah tanpa sarang.



Gambar 2. Lahan kebun karet (a) gundukan tanah sarang rayap *M. gilvus*(b)

Luas tutupan dan lingkaran pohon karet

Untuk mengetahui perbedaan antara tanah yang ada sarang rayap dibandingkan tanah tanpa sarang diketahui dari dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman karet. Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran panjang lingkaran pohon karet dan persentase tutupan tajuk. Mengingat keberadaan sarang rayap *Macrotermes gilvus* di suatu tempat bersifat menetap atau permanen, artinya keberadaan sarang tetap untuk waktu yang lama hingga bertahun-tahun sehingga cukup alasan untuk mengetahui dampak keberadaannya terhadap pertumbuhan tanaman karet. Tanaman karet yang tumbuh di lahan penelitian berumur sekitar 7 tahun dan sudah berproduksi. Sejak awal penanaman, perlakuan dalam pengelolaan kebun adalah bersifat alami dan organik dan tanpa penggunaan pestisida. Pemupukan dilakukan hanya dengan pemberian pupuk kandang kotoran sapi dan membiarkan jatuhnya daun dan ranting mati dari tanaman karet berada di permukaan tanah lahan. Jatuhan ini, hanya

dikumpulkan di bagian tengah antar baris pohon agar bagian dasar baris pohon bersih dan memudahkan dalam kegiatan penyadapan pohon. Materi jatuhan inilah merupakan sumber pakan bagi rayap tersebut.

Hasil pengukuran luas tutupan pohon dan lingkaran pohon diuji menggunakan uji statistik Mann-Whitney, hasilnya nilai P hitung lebih kecil dari P tabel untuk kedua variabel yaitu luas tutupan tajuk dan lingkaran pohon seperti yang tercantum pada tabel 1 berikut (Tabel 1).

Hasilnya menunjukkan bahwa ada perbedaan pertumbuhan lingkaran pohon dan tutupan tajuk antara pohon karet yang tumbuh di tanah ada sarang rayapnya dibandingkan dengan tanaman karet yang tumbuh pada tanah tanpa sarang. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa ada dampak positif dari keberadaan rayap bersarang di lahan kebun karet terhadap pertumbuhan tanaman karet di dekatnya.

Tabel 1. Data tutupan tajuk, lingkaran pohon dan hasil uji statistik terhadap pertumbuhan tanaman karet dekat sarang rayap dan tanpa sarang Rayap.

NO	Pohon dekat sarang rayap		Pohon tanpa sarang rayap	
	Tutupan tajuk(%)	Lingkaran pohon(cm)	Tutupan tajuk(%)	Lingkaran pohon(cm)
1	5.14	66	5.98	64
2	4.95	46.5	4.75	44
3	5.58	44.5	4.98	42
4	5.68	56.5	4.59	56
5	5.91	68	6.41	54.5
6	6.41	74	4.71	40
7	5.58	56	5.32	52
8	7.01	80	6.32	50.5
9	5.51	60	5.28	50
10	5.80	50.5	3.96	47
11	3.25	61	4.08	66
12	3.74	64	1.65	52
13	4.64	49	5.72	42
14	4.24	47	5.81	52
15	4.66	45	4.59	52
	78,38	868	74,16	848
×	5,25	57,8	4,94	56,5
Nilai signifikansi Mann-Whitney untuk tutupan tajuk = $0.678 < 0.683$ (0.05) Nilai signifikansi Mann-Whitney untuk Lingkaran pohon = $0.096 < 0.098$ (0.05)				

PEMBAHASAN

Keberadaan sarang rayap *Macrotermes gilvus* di lahan kebun karet menunjukkan pengaruh yang positif terhadap peningkatan kualitas tanah dan pemeliharaan kesuburan tanah dan diantara keduanya yaitu rayap tanah *macrotermes gilvus* dan tanaman karet ada hubungan timbal balik yang mutualistik, bagi rayap yaitu tersedianya ruang habitat dan sumber daya, sementara bagi tanaman karet kehadiran rayap bersarang dan beraktifitas telah berdampak terhadap perbaikan dan peningkatan kualitas dan hara tanah. Lingkaran pohon dan tutupan tajuk antara pohon karet yang tumbuh di tanah dekat

sarang rayap dibandingkan dengan tanaman karet yang tumbuh di tanah tanpa sarang adalah berbeda nyata. Gundukan sarang rayap dan lingkungan sekitarnya menjadi tempat yang baik untuk pertumbuhan tanaman karena semakin tingginya kapasitas tanah menahan air dan tersedianya nutrisi (Arshad 1982; Ackermann,2009). Selain itu, beberapa rayap *Macrotermes* menggunakan tanah liat yang diperkaya bahan argilik (subsoil) untuk membangun gundukan sarang (Lobry de Bruyn dan Conacher, 1990); melalui tanah gundukan ini mungkin memiliki pengaruh substansial pada dinamika partikel tanah di daerah tropis di

mana eluviasi tanah liat dari tanah permukaan dan elluviasi dalam subsoils adalah dominan dalam proses pembentukan tanah. Liat yang diperkaya dalam gundukan sarang mati maupun sarang hidup dan terkikisnya gundukan sarang rayap oleh erosi akan meningkatkan kapasitas tanah menahan hara, yang berarti perilaku rayap ini berperan besar terhadap kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman di tanah dengan sarang rayap ini di daerah tropis(Abe, *et al* 2009 b).

Sarang merupakan ruang utama kehidupan koloni rayap dan ditempati rayap dalam kurun waktu yang lama(Korb dan Lisenmair, 2001). Ukuran sarang rayap tanah yang semakin besar menggambarkan jumlah individu yang semakin banyak dan lamanya waktu rayap menempati sarang. Ontogeni hidup dari koloni *M. bellicosus* diperkirakan berkisar antara 4 sampai 10 tahun(Pomeroy, 1983), 15 sampai 20 tahun maksimum, (Collins, 1983). Ukuran sarang rayap genus *Macrotermes* berkorelasi positif dengan jumlah individu rayap yang menempatnya(Josens dan Soki, 2010), selanjutnya jumlah total individu rayap tanah *M. gilvus* antar sarang yang berbeda ukuran adalah berbeda signifikan (Lee, 2012). Jika gundukan tanah sarang mati dan tanah dilingkungan sekitarnya akan menjadi lokasi yang baik untuk pertumbuhan tanaman karena kapasitas

tanah menahan air yang semakin tinggi dan tersedianya nutrisi tanah(Arshad 1982;Ackerman *et al.*, 2007).

Ada 2 aspek penting yang terkait dengan perilaku rayap dalam siklus Nitrogen, yang pertama memindahkan materi serasah permukaan tanah ke dalam galeri galeri di dalam sarang, dan mendedahkannya terhadap dekomposisi bakteri dan fungi di dalam sarang. Kedua memperkaya Nitrogen melalui simbiotik dengan bakteri saluran cerna rayap yang mampu mengikat nitrogen dan mengurai materi serasah selulosa yang kaya nitrogen. (Curtis and Waleer, 1995). Kandungan fosfat pada tanah sarang rayap yang mengurai/hancur adalah lebih tinggi dari tanah sekitarnya dikarenakan sebagian besar aktifitas rayap berlangsung di dalam sarang.Tinggi rendahnya kandungan fosfat pada tanah gundukan sarang terkait pada jumlah materi organik yang dihasilkan oleh rayap dan tingginya pertukaran kation dengan kandungan liat. (Dangerfield *et al.*, 1998; Kaschuk *et al.*, (2006); Lopez-Hernandes *et al.*, (2006)). Selanjutnya, dalam kaitannya dengan mineral Kalium, rayap mampu mentransform K menjadi kaolinit dan mensintesisnya menjadi organometal kompleks. Oleh karenanya kandungan K tanah dalam sarang rayap lebih tinggi dari tanah sekitarnya (Millogo *et al.*, 2011)

Perilaku rayap membangun dan memelihara sarang menggunakan materi organik, mineral tanah dan air liurnya berdampak terhadap perubahan pada tanah sekitar sarang. Rayap tidak hanya mengumpulkan dan mencampur materi organik tanah tetapi juga mencerna dan mengekstraksi hara mineral tanah. Selama proses pencernaan makanan, materi organik dirombak menjadi partikel yang dibantu oleh bakteri simbiosis dalam saluran pencernaan rayap, sehingga materi organik terdekomposisi lebih baik. Proses dekomposisi dalam saluran cerna membantu percepatan pembentukan materi humus. Saat materi organik melalui saluran cerna rayap akan mengalami sejumlah proses kimia dan biologi yang dapat merubah jumlah kandungan materi organik, Tanah di dalam sarang. (Brauman, (2000)).Selanjutnya dinyatakan bahwa kandungan hara pada tanah dalam sarang 1,5 kali lebih tinggi dari tanah sekitarnya (Coventry *et al.*, 1988). Perilaku rayap tanah juga menyebabkan porositas tanah dan peresapan air tanah menjadi meningkat serta galeri galeri dari sarang dapat terisi oleh materi tanah bagian atasnya saat turun hujan (Abe *et al.*, 2009 b). Selanjutnya bangunan galeri galeri yang dibuat rayap membantu proses pembentukan tanah di bagian yang lebih dalam (Schaefer, 2001). Zhang (2013) menyatakan bahwa tanah kebun karet

memiliki total karbon organik dan nitrogen yang lebih tinggi dan rendah serasah segar. Jumlah karbon organik dan nitrogen yang tinggi berasal dari materi organik yang digunakan rayap membangun sarangnya.

KESIMPULAN

Kearifan pengelolaan lahan kebun karet secara organik tanpa pupuk kimia dan pestisida telah berdampak terhadap hadir dan bersarangnya rayap tanah *Macrotermes gilvus* di lahan kebun karet tersebut. Kehadiran rayap tanah *Macrotermes gilvus* bersarang dan beraktifitas hidup di lahan kebun karet berdampak terhadap perubahan kondisi fisiko-kimia tanah. Secara kimia, kehadiran rayap dapat meningkatkan kualitas hara tanah, sedangkan secara fisika, dapat memperbaiki tekstur tanah, yang menyebabkan kualitas tanah menjadi lebih baik untuk menopang pertumbuhan tanaman karet. Oleh karena itu, diantara keduanya, rayap tanah *Macrotermes gilvus* dan tanaman karet terbukti ada hubungan timbal balik yang mutualistik.

DAFTAR PUSTAKA

Abe, S.S., Yamamoto, S., Wakatsuki, T.(2009b) Soil-particle selection by the mound-building termite *Macrotermes bellicosus* on a sandy loam soil catena in a Nigerian

- tropical savanna. *Journal of Tropical Ecology* 25, 449–452.
- Ackerman, Lice L. (2009). Termite (Insecta : Isoptera) Species Coposition in a primary Rain Forest and Agroforests in Central Amazonia. *Biotropica* 41 (2) : 226 – 233
- Arifin,Z., Dahlan,Z.,Sabaruddin., Irsan,C., Hartono,Y.,(2014). Characteristics, Morphometry and Spatial Distribution Of Population of Subterranean Termites *Macrotermes gilvus*.Hagen. (Isopter:Termitidae) in Rubber Plantation Land Habitat Which Managed Without Pesticides and Chemical Fertilizers. *International Journal of Science and Research (IJSR)* ISSN(Online):2319-7064.
- Arshad, M.A., (1981). Physical and chemical properties of termite mounds of the two species of *Macrotermes* (Isoptera, Termitidae) and the surrounding soils of the semi-arid savanna of Kenya. *Soil Sci* 132:161 – 174
- Bonham, C.D.,(2013) *Measurements for terrestrial vegetation*. p.24.Second edition. Willey-Blackwell
- BPBD.OI.,(2016). Peta rawan bencana kabupaten Ogan Ilir. Badan Penanggulangan Bencana Daerah.
- Brauman, A.,(2000). Effect of gut transit and mound deposit on soil organic matter transformations in the soil feeding termite: A review. *European Journal of Soil Biology* 36, 117–125.
- Brune A, Emerson D, Breznak JA (1995) The termite gut microflora as an oxygen sink: micro-electrode determination of oxygen and pH gradients in guts of lower and higher termites. *Appl Environ Microbiol* 61:2681–2687.
- Brune A, Kühl M (1996) pH profiles of the extremely alkaline hindguts of soil-feeding termites (Isoptera: Termitidae) determined with microelectrodes. *J Insect Physiol* 42: 1121–1127.
- Collins NM (1983) The utilisation of nitrogen resources by termites (Isoptera). In: Lee JA, McNeill S, Rorison IH (eds) Nitrogen as an ecological factor. Blackwell, Oxford, pp 381 – 412.
- Coventry, R.J.,Holt, J.A.,Sinclair, D.F.,1988, Nutrient Cycling by Mound-building Termites in low-fertility Soil of Semi-Arid Tropical Australia. *Aust.J.Soil Res.* 26 : 375-390.
- Curtis, A.D.,Waller, D.A.,(1995). Changes in nitrogen fixation rates in termite(Isoptera:Rhinotermitidae) Maintened in laboratory. *Annals of Entomology Society of America* 88, 764-767.
- Donovan SE, Eggleton P, Bignell DE (2001) Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecol Entomol* 26:356–366.
- Dangerfield, J.M., McCarthy, T.S., Ellery, W.N., (1998). The mound-building termite *Macrotermes michaelseni* as an ecosystem engineer. *Journal of Tropical Ecology* 14, 507–520.
- Eggleton, P. and Tayasu, I. (2001). Feeding groups, lifetypes and the global ecology of termites. *Ecological Research* 16: 941 – 960.
- Engel, M.S., Grimaldi, D.A., Krishna, K., (2009) Termites (Isoptera): their phylogeny, classification, and rise to ecological dominance. *Am Mus Novit* 3650:1 – 27
- Freymann, B.P., Buitenwerf, R., Desouza, O., and Olf, H. (2008). The Importance Termites (Isoptera) for the recycling of herbivore dung in tropical ecosystem : A review. *European journal of Entomology, vol.105, No.2,pp.165-173.*
- Hemachandra, I. I., Edirisinghe, J. P. Karunaratne, W.A.I.P. and Gunatilleke, C.V.S (2010). Distinctiveness of termite assemblages in two Fragmented

- Forest types in Hatane Hills in The Kandy district of Srilanka. *Cey. J. Sci. (Bio Scie)* 39 (1) 11 – 19.
- Jones, David,T and Eggleton, P.(2000). Sampling termite assemblages in tropical forest : testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of applied Ecology* 37, 191-303.
- Josens, G., Soki, K.,(2010) Relation between termites numbers and the size of their mound. *Insect Sociaux.* 57: 1 - 316.
- Kaschuk, G, Sanntos, J. C. P. & Almeida, J. A.,(2006). Termite activity in relation to natural grassland soil attributes. *Science Agriculture(Piracicaba,Braz)* 63(6), 583 – 588
- Korb J, Linsenmair KE (2001) Ventilation of termite mounds: new results require a new model. *Behav Ecol* 11:486–494
- Lee, C.C., Neoh, K.B., Chow-Yang dan Lee (2012) Caste Composition and Mound size of Subterranean Termite *Macrotermes gilvus* (Isoptera:Termitidae: Macrotermitinae). *Ann. Entomol. Socie. of America.* 105(3): 427 - 433.
- Lobry de Bruyn LA, Conacher AJ (1990) The role of termites and ants in soil modification: a review. *Aust J Soil Res* 28:55–93
- Lopez-Hernandes, D., Fardeau, J. C.,Nino, M.,Nannipieri, P.& Chacon, P.,(2006). Phosphorous accumulation in Savanna termite mound in Venezuela. *European journal of soil science* 40(3),635 – 640
- Martinus, C., (1994). Diversity and Ecology of Termite in Amazonian forest *Pedobiologia*, vol.38, No.5, pp.407-428.
- Matsumoto, T. And Abe, T., (1979). The Role of Termites in an Equatorial Rain Forest Ecosystem of West Malaysia-II. Leaf litter consumption on the forest floor. *Oecologia*, vol.38, No.3. pp. 261-274.
- Millago,Y.,Hajjaji,M.,Morel,J.C., 2011. Physical properties, Microstructure and Mineralogy of Termite Mound material considered as construction materials. *Applied Clay Science* 52, 160-164
- Mommer, Brett., (2003). Ecological Role of Termite in Dry Environment. Ohkuma, M., (2003) Termite symbiotic systems: efficient bio-recycling of lignocellulose. *Appl Microbiol Biotechnol* 61: 1 – 9.
- Postava- Davignon, M.A(2010). Evolution and Ecology of nesting behavior and its impact on Disease Susceptibility. *Disertation*, Northeastern University.
- Pomeroy, D.E., (1983). Some effects of mound-building termites on the soils of a semi-arid area of Kenya. *J Soil Sci* 34:555 – 570
- Schaefer, C.E.R., (2001). Brazilian Latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. *Australian Journal of Soil Research* 39, 909–926.
- Wood, T.G., Johnson, R.A., Anderson, J.M., (1983). Modification of soils in Nigerian savanna by soil-feeding Cubitermes (Isoptera, Termitidae). *Soil Biol Biochem* 15:575 – 579.
- Zhang, Min.,Schaefer, Douglas Allen.,Chan, On Chim., Zou, xiaoming.,(2013). Decomposition differences on labile carbon from litter to soil in atropical rain forest and a rubber plantation of Xishuangbanna, southwest China. *European Journal of soil biology* 55: 55-61