

**KAJIAN KOMUNITAS RAYAP AKIBAT ALIH GUNA HUTAN MENJADI
AGROFORESTRI DI TAMAN NASIONAL LORE LINDU, SULAWESI TENGAH**
*(Termites Community Impact of Forest Conversion to Agroforestry in Lore Lindu National Park,
Central Sulawesi)*

Zulkaidhah^{1,*}, Musyafa², Soemardi² dan Suryo Hardiwinoto²

¹Program Doktor Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan UGM, Jl. Agro No.1 Bulaksumur, Sleman
Yogyakarta 55281

²Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur Yogyakarta 55281.

*Penulis korespondensi. Tel: 081341374695. Email: zul.untad@gmail.com.

Diterima: 10 Maret 2014

Disetujui: 17 Mei 2014

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komunitas rayap akibat alih guna hutan dan hubungannya dengan faktor lingkungan. Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2011 sampai Juni 2013. Dilaksanakan di wilayah Taman Nasional Lore Lindu di sekitar Desa Rahmat, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi. Pengamatan rayap dilakukan dengan menggunakan metode transek. Parameter yang diamati adalah parameter lingkungan, iklim mikro, sifat fisik dan kimia tanah. Total diversitas rayap yang ditemukan adalah 20 spesies, yang terdiri dari 15 spesies pada hutan primer, 15 spesies pada hutan sekunder dan 8 spesies pada agroforestri. Biomassa pohon tertinggi pada hutan primer (620,91 Mg/ha), nekromas dan jumlah seresah tertinggi pada hutan sekunder yaitu masing-masing 8,22 Mg/ha dan 19 Mg/ha. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa alih guna hutan menjadi agroforestri diikuti oleh perubahan komunitas rayap. Suhu tanah dan suhu udara meningkat setelah alih guna hutan.

Kata Kunci: alih guna lahan, diversitas rayap, hutan primer, hutan sekunder, agroforestri, biomassa

Abstract

This study was conducted to evaluate the termites community impact forest conversion and its relation with the environmental factors. It was conducted from December 2011 to June 2013 and implemented in Lore Lindu National Park located in around of Rahmat village, subdistrict of Palolo, district of Sigi. The observation of termites community was performed using method of transect. The measured parameters were environmental parameters, microclimate, and physic and chemical characteristics of the soil. There were 20 species found totally, consisted of 15 species in primary forest, 15 species in secondary forest, and 8 species in agroforestry. The highest biomass of tree in primary forest was 620.90 Mg/ha, whereas the necromass and highest amount of litter in secondary forest were respectively 8.22 Mg/ha and 19 Mg/ha. Land use change in TN. Lore Lindu was clearly followed by the change of termites diversity. The soil and water temperatures were increased.

Keywords: landuse change, termites diversity, primary forest, secondary forest, agroforestry, biomass

PENDAHULUAN

Alih guna hutan yang terjadi akan menghasilkan suatu struktur lansekap baru atau bahkan bisa menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat. Fragmentasi habitat diyakini menjadi salah satu ancaman terhadap keanekaragaman hayati dan fungsi ekosistem (Laurance & Bierregard, 1997 dalam Genet dkk., 2001), karena hal ini tidak saja menyebabkan berkurang atau hilangnya vegetasi hutan yang diketahui memiliki peran ekologis yang sangat vital bagi kemaslahatan manusia, tetapi juga mengakibatkan berkurang atau hilangnya berbagai jenis fauna yang hidup di habitat tersebut (Gaston, 1994 dalam Sahabuddin, 2003). Baumgardner (2007), mengemukakan bahwa perubahan

ekosistem hutan menjadi sistem perkebunan akan menyebabkan berkurangnya kelimpahan dan keanekaragaman jenis serangga. Kief (2001), melaporkan bahwa perubahan tata guna lahan di wilayah TNLL mencapai puncaknya pada periode tahun 1990 – 2000 yaitu sekitar 41,6%.

Penerapan sistem pengelolaan lahan yang mampu mempertahankan sebanyak mungkin vegetasi alami merupakan upaya konservasi keanekaragaman hayati yang cukup efektif. Meskipun demikian sejauh mana pengaruh alih guna lahan terhadap kehilangan keanekaragaman hayati belum dipelajari lebih detail (Sahabuddin dkk., 2007) khususnya berbagai jenis serangga yang memperlihatkan respon terhadap kerusakan habitat (fragmentasi habitat), di antaranya kumbang

koprofagus (Sahabuddin dkk., 2007), laba-laba (Galle, 2008) dan komunitas arthropoda (Baumgardner, 2007).

Rayap merupakan salah satu serangga (fauna tanah) yang sangat melimpah di semua jenis hutan (Miyashita dkk., 1998). Rayap adalah organisme tanah yang cocok digunakan sebagai indikator untuk mempelajari efek alih guna hutan karena struktur komunitas dan distribusi rayap sangat dipengaruhi oleh tingkat penutupan vegetasi, struktur fisik, dan kondisi iklim mikro pada suatu habitat (Genet dkk., 2001).

Survey terhadap keragaman jenis rayap akibat alih guna hutan telah dilakukan di beberapa tempat (Jones dkk., 2003). Kerusakan habitat akibat fragmentasi habitat dilaporkan menyebabkan penurunan keanekaragaman jenis rayap (Richard, 2002). Namun studi yang mengkaji tentang komunitas rayap akibat alih guna hutan menjadi agroforestrimasih sangat terbatas. Pada studi ini akan dikaji lebih mendalam komunitas rayap akibat perubahan penggunaan lahan menjadi agroforestri dan hubungannya dengan beberapa faktor lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2011 sampai Juni 2013 di wilayah Taman Nasional Lore Lindu di sekitar Desa Rahmat Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi.

Metode Penelitian

Pengambilan data

Pengamatan karakter ekologis rayap dilakukan dengan menggunakan metode transek yang berukuran 2 x 100 m, yang dibagi menjadi 20 bagian (masing-masing berukuran 2 x 5 m). Transek dibuat pada masing-masing tipe penggunaan lahan. Identifikasi rayap dilakukan menggunakan kasta prajurit hingga tingkat spesies berdasarkan morfologi rayap dengan menggunakan buku panduan rayap Tho (1992) dan Thapa (1981).

Untuk akumulasi bahan organik dilakukan pengamatan terhadap keseluruhan sumber bahan organik yang meliputi nekromass dan serasah permukaan. Untuk serasah dan kayu mati dengan diameter < 10 cm dilakukan pengumpulan sampel dengan plot serasah (0,5 x 0,5 m). Ketebalan serasah diukur dari lima titik yang berjarak 8 m antara titik di masing-masing lokasi, pengukuran nekromass, sifat fisika dan kimia tanah serta pengukuran iklim mikro (suhu tanah, suhu udara, kelembaban dan kadar air tanah).

Analisis data

Dominasi, kelimpahan, dan nilai diversitas rayap dihitung berdasarkan hasil pengukuran di lapangan. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan untuk menghitung biomassa pohon, biomassa nekromass dan biomassa serasah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komunitas Rayap

Kelimpahan relatif

Hasil identifikasi rayap pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu, ditemukan 20 spesies rayap yang dikelompokkan dalam 10 genus dari 3 famili (Tabel 1).

Total kelimpahan relatif rayap yang ditemukan pada penelitian ini adalah 103 *encounter* (Tabel 1). Hutan sekunder merupakan kawasan dengan kelimpahan relatif rayap tertinggi, tercatat diperoleh 43 *encounter*. *Schedorhinotermes javanicus* adalah spesies dengan kelimpahan relatif tertinggi, sedangkan *Coptotermes sepangensis*, *Coptotermes javanicus*, *Glyptotermes* sp. dan *Subulitermes* sp. merupakan spesies dengan kelimpahan relatif terendah. Genus *Hospitalitermes* (Termitidae) merupakan satu-satunya rayap dari kelompok rayap epifit yang ditemukan. Golongan rayap ini memakan lumut kerak dan ganggang, hidup secara bebas merumpuk dan bergerak bebas pada permukaan batang (Jones dan Prasetyo, 2002).

Dominasi jenis rayap

Hasil analisis proporsi spesies rayap pada seluruh sistem penggunaan lahan yang diamati di TN Lore Lindu dapat dilihat pada Gambar 1. *S. Javanicus* nampaknya memiliki tingkat toleransi paling tinggi di TN Lore Lindu. Hal tersebut dapat diartikan bahwa jenis ini mampu untuk beradaptasi pada berbagai kondisi iklim mikro dan berbagai tingkat ketersediaan makanan (Aini dkk., 2006). Sebaliknya bahwa *C. sepangensis* dan *C. javanicus* merupakan jenis yang paling rendah tingkat adaptasinya.

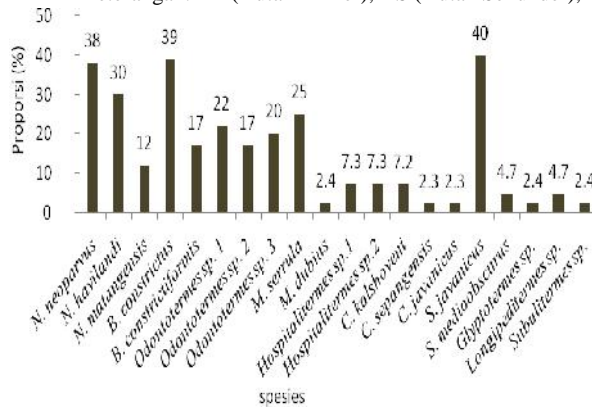
Tingkat keragaman jenis

Setiap tipe penggunaan lahan yang diamati memiliki kekayaan jenis yang bervariasi. Pada tipe hutan primer ditemukan 15 spesies (8 genus), sementara pada hutan sekunder ditemukan 15 spesies (7 genus) dan memperlihatkan penurunan kekayaan jenis seiring dengan perubahan penggunaan lahan, dimana pada tipe agroforestri ditemukan 8 spesies (6 genus).

Tabel 1.Spesies rayap dan kelimpahan relatif pada masing-masing tipe penggunaan lahan

Spesies	Famili	Kelimpahan Relatif (KR)			
		HP	HS	AF	Total
<i>Nasutitermes neoparvus</i>	Termitidae	3	4	4	11
<i>Nasutitermes havilandi</i>	Termitidae	3	3	3	9
<i>Nasutitermes matangensis</i>	Termitidae	2	3	0	5
<i>Bulbitermes constrictus</i>	Termitidae	5	7	2	14
<i>Bulbitermes constrictiformis</i>	Termitidae	2	5	0	7
<i>Odontotermes sp. 1</i>	Termitidae	5	2	1	8
<i>Odontotermes sp. 2</i>	Termitidae	3	2	1	6
<i>Odontotermes sp. 3</i>	Termitidae	0	4	2	6
<i>Coptotermes kalshoveni</i>	Rhinotermitidae	6	2	3	11
<i>Coptotermes sepangensis</i>	Rhinotermitidae	0	2	0	2
<i>Coptotermes javanicus</i>	Rhinotermitidae	3	0	0	3
<i>Microcerotermes serrula</i>	Termitidae	3	0	0	3
<i>Microcerotermes dubius</i>	Termitidae	2	1	0	3
<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	Rhinotermitidae	0	1	0	1
<i>Schedorhinotermes medioobscurus</i>	Rhinotermitidae	0	1	0	1
<i>Hospitalitermes sp.1</i>	Termitidae	1	0	0	1
<i>Hospitalitermes sp.2</i>	Termitidae	1	3	3	7
<i>Longipeditermes sp</i>	Termitidae	1	0	0	1
<i>Glyptotermes sp.</i>	Kalotermitidae	0	2	0	2
<i>Subulitermes sp.</i>	Termitidae	1	0	0	1
Jumlah		41	43	19	103
Alpha Diversity		15	15	8	
Beta Diversity		HP Vs HS	HS Vs AF	AF Vs HP	
		10	7	9	
Gamma Diversity					20

Keterangan: HP (Hutan Primer), HS (Hutan Sekunder), AF (Agroforestri)



Gambar 1. Tingkat proporsi (%) spesies rayap di TN Lore Lindu (dihitung berdasarkan proporsi total tiga tipe penggunaan lahan)

Tabel 2. Tingkat keragaman jenis rayap pada empat tipe penggunaan lahan yang berbeda di TN Lore Lindu, Sulawesi Tengah

TPL	S	H'	D _{Mg}	E	Spesies dominan
HP	15	2,56	3,76	0,94	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>
HS	15	2,56	3,72	0,94	<i>Bulbitermes constrictus</i>
AF	8	1,98	2,37	0,95	<i>Nasutitermes neoparvus</i>

Keterangan: TPL (Tipe penggunaan lahan), S (jumlah jenis), H' (Indeks Shannon), D_{Mg} (Indeks Margalef), E (Indeks Pielou)

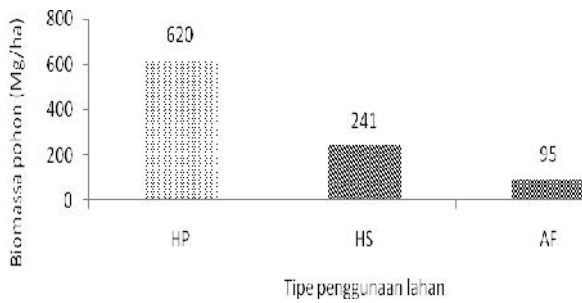
Untuk nilai pemerataan terkecil terlihat pada tipe hutan primer dan hutan sekunder, yang menandakan bahwa pada tipe hutan primer terdapat jenis rayap yang dominan, sub dominan dan tidak dominan karena kelimpahan antar jenis dalam komunitas tersebut tidak merata.

Parameter Lingkungan

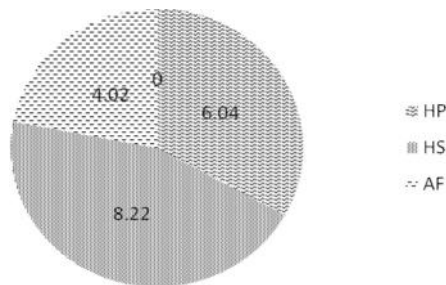
Variasi kelimpahan rayap yang berbeda pada tiga tipe penggunaan lahan dan munculnya dominasi rayap tertentu di TN Lore Lindu dapat dijelaskan melalui hasil pengukuran faktor lingkungan.

Biomassa pohon

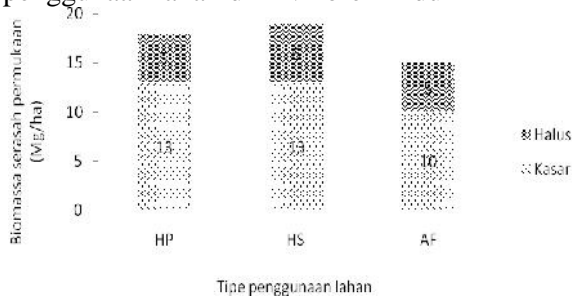
Sistem penggunaan lahan berpengaruh sangat nyata terhadap biomassa pohon (p<0,01).Hasil pengukuran biomassa pohon pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu tertinggi pada tipe hutan primer (620,91 Mg/ha), kemudian pada hutan sekunder (241,07 Mg/ha) dan agroforestri (95,07 Mg/ha). Adanya alih guna lahan hutan menurunkan biomassa pohon antara 70% (pada hutan sekunder) hingga 90% (pada agroforestri). Perbedaan jumlah biomassa antara tipe penggunaan lahan berkaitan dengan kerapatan, jenis dan umur tanaman. Semakin tua umur tanaman, maka



Gambar 2. Biomassa pohon pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu



Gambar 3. Biomassa nekromass pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu



Gambar 4. Biomassa seresah permukaan pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu

biomassa pohonnya juga semakin besar. Kerapatan juga sangat berpengaruh terhadap biomassa.

Nekromass

Nekromass merupakan sisa-sisa atau komponen dari tumbuhan mati berupa batang pohon, baik yang masih berdiri maupun yang telah tumbang. Pada hutan primer, nekromass berasal dari tunggul pohon mati, pohon tumbang dan dahan serta ranting yang berserakan di lantai hutan. Pada hutan sekunder, nekromass berasal dari sisa tebangan kayu hutan ditambah dengan tunggul sisa tebangan, rubuhan pohon, dahan dan ranting. Sementara pada agroforestri, nekromass berasal dari tunggul pohon mati, sisa pangkasan kakao dan sisa kayu tumbang yang tidak terangkut pada saat pembukaan lahan. Alih guna hutan menjadi agroforestri berpengaruh

Tabel 3. Iklim mikro (suhu tanah, suhu udara, kelembaban dan KA tanah) pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu

Iklim mikro	HP	HS	AF
Suhu tanah (°C)	19,83	20,81	23,80
Suhu udara (°C)	20,73	21,24	24,19
Kelembaban (%)	80,94	81,49	78,43
KA tanah (%)	52,07	50,36	42,19

nyata ($p < 0,05$) terhadap ketersediaan nekromass. Hutan sekunder merupakan tipe lahan yang menghasilkan nekromass yang terbesar (8,22 Mg/ha), diikuti oleh hutan primer (6,04 Mg/ha) dan terakhir agroforestri (4,02 Mg/ha)

Seresah permukaan

Seresah permukaan terdiri dari seresah kasar (utuh) maupun seresah halus (hancur). Seresah merupakan sumber utama unsur hara pada suatu ekosistem. Ketebalan seresah pada permukaan tanah dapat ditunjukkan oleh berat kering seresah yang diambil pada permukaan tanah. Berdasarkan hasil analisis bahwa alih guna hutan menjadi lahan perkebunan berpengaruh sangat nyata terhadap biomassa seresah ($p < 0,001$). Hasil pengukuran biomassa seresah permukaan menunjukkan bahwa hutan sekunder menghasilkan biomassa seresah permukaan tertinggi yaitu 19 Mg/ha (Gambar 4), kemudian berturut-turut pada hutan primer (18 Mg/ha) dan agroforestri (15 Mg/ha). Komposisi seresah permukaan pada semua tipe penggunaan lahan lebih didominasi oleh ranting (seresah kasar).

Suhu tanah, suhu udara, kelembaban dan KA tanah

Hasil pengukuran iklim mikro (suhu tanah, suhu udara, kelembaban dan kadar air tanah) pada tiga tipe penggunaan lahan disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan terjadi kenaikan suhu tanah yang sangat nyata setelah alih guna hutan ($p < 0,01$). Hasil pengukuran suhu tanah pada kedalaman 10 cm untuk empat tipe penggunaan lahan terlihat semakin meningkat seiring dengan alih guna lahan. Suhu udara merupakan salah satu komponen lingkungan yang ikut berubah seiring dengan alih guna lahan. Suhu udara dan kelembaban pada tiga tipe penggunaan lahan terlihat semakin meningkat seiring dengan alih guna lahan. Hasil analisis menunjukkan peningkatan suhu udara yang sangat nyata ($p < 0,01$) seiring dengan alih guna hutan. Sementara untuk kelembaban, tidak terlihat pengaruh yang signifikan akibat alih guna hutan. Kelembaban tertinggi pada tipe hutan sekunder dengan rata-rata 81,49% dan terendah pada tipe kebun monokultur dengan rata-rata 78,11%. Untuk kadar air tanah menurun seiring

alih guna hutan menjadi lahan agroforestri ($p < 0,01$). Hasil pengamatan terhadap kadar air aktual pada kedalaman 0 – 10 cm menunjukkan pada tipe hutan primer rata-rata 52,07%, ini menunjukkan bahwa hutan primer memiliki kemampuan yang tertinggi dalam mengikat air karena kandungan bahan organiknya yang tinggi.

Sifat fisik dan kimia tanah

Parameter pH merupakan salah satu parameter penting suatu tanaman dapat tumbuh atau tidak. Semakin rendah pH tanah maka semakin sulit tanaman untuk tumbuh karena tanah bersifat masam dan mengandung toksik (racun). Sebaliknya, jika pH tanah tinggi maka tanah bersifat basa dan mengandung kapur. Hasil analisis pH menunjukkan bahwa pH tanah di lokasi penelitian berada pada rentang 6,2 hingga 6,7. Berdasarkan klasifikasi kemasaman menurut USDA, kisaran pH tersebut tergolong dalam kelas agak masam mendekati pH netral. Kondisi ini cukup mendukung perkembangan organisme tanah karena pada tanah yang derajat kemasamannya (pH) tergolong sangat masam menyebabkan unsur hara sulit untuk diserap tanaman dan mempengaruhi perkembangan organisme tanah (Rusdiana dan Lubis, 2012). Nisbah karbon dan nitrogen memiliki arti yang penting bagi tanah karena mempengaruhi berbagai macam proses yang berlangsung di dalam tanah. Kandungan C_{org} yang menurun diikuti dengan N total yang juga menurun mengakibatkan C/N rasio juga mengalami

penurunan setelah terjadi alih guna hutan. Pada lokasi dengan vegetasi yang lebih beragam akan meningkatkan variabilitas kandungan nitrogen dan karbon (Martinus dkk., 2004). Porositas berpengaruh pada proses aerasi tanah yang menjadi salah satu faktor penting dalam produktivitas tanah. *Bulk density* berbanding terbalik dengan porositas. Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu disajikan Tabel 4.

Hubungan antara komunitas rayap dengan faktor lingkungan

Kelimpahan rayap berhubungan erat dengan faktor lingkungan. Rayap sangat sensitif terhadap variasi lingkungan, dan dapat merubah prilakunya dalam merespon perubahan lingkungan. Hasil uji korelasi antar rayap dengan beberapa faktor lingkungan disajikan pada Tabel 5.

Diversitas rayap berhubungan erat dengan kondisi iklim mikro, dimana terlihat bahwa secara keseluruhan komponen iklim mikro yang diukur menunjukkan korelasi yang nyata hingga sangat nyata dengan diversitas rayap. Suhu udara ($r = -0,978$; $p > t_{hit} = 0,022$; $R^2 = 0,95$), suhu tanah ($r = -0,962$; $p > t_{hit} = 0,038$; $R^2 = 0,92$), kelembaban ($r = 0,984$; $p > t_{hit} = 0,016$; $R^2 = 0,96$) dan kadar air tanah ($r = 0,994$; $p > t_{hit} = 0,006$; $R^2 = 0,98$). Sekitar 98% dari diversitas rayap adalah berkorelasi sangat nyata dengan variasi kadar air tanah (Gambar 5).

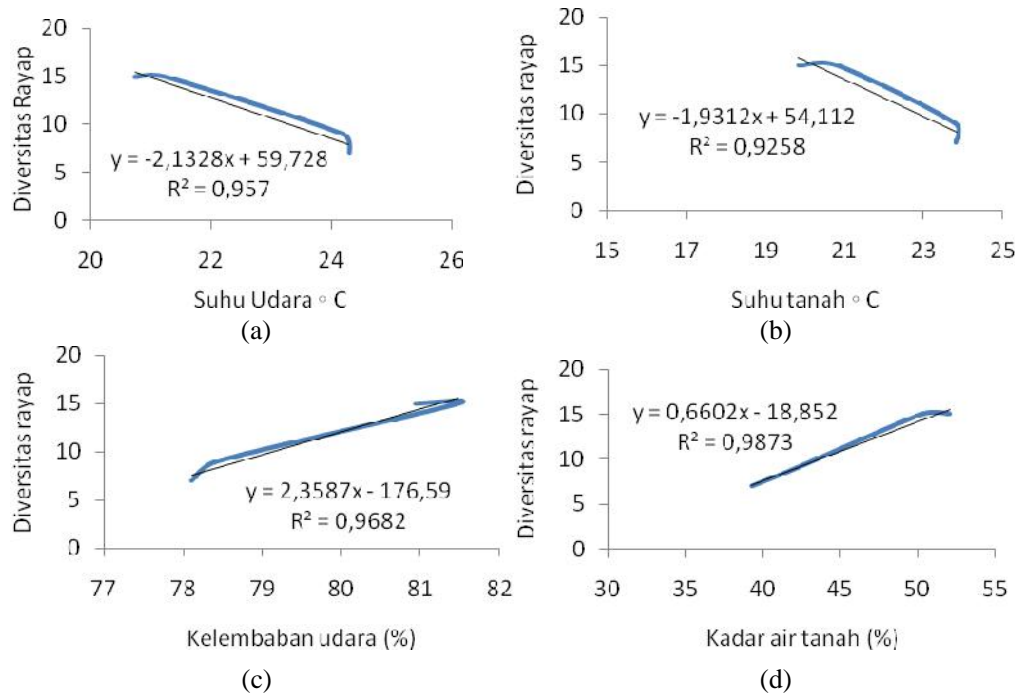
Tabel 4. Sifat fisik dan kimia tanah pada tiga tipe penggunaan lahan di TN Lore Lindu

TPL	pH (H ₂ O)	C _{org} (%)	BO (%)	N _{tot} (%)	C/N	Porositas (%)	BD (g/cm ³)
HP	6,67	2,38	4,14	0,22	11,05	52,83	1,15
HS	6,69	2,31	4,01	0,22	10,89	52,13	1,16
AF	6,75	2,12	3,68	1,19	10,51	50,02	1,19

Tabel 5. Korelasi antara rayap dengan beberapa faktor lingkungan yang diamati

Parameter	Diversitas rayap		<i>Nasutitermes</i> spp.		<i>Bulbitermes</i> spp.		<i>Coptotermes</i> spp.	
	r	P>t _{hit}	R	P>t _{hit}	r	P>t _{hit}	r	P>t _{hit}
Biomassa pohon	0,793	0,207	0,451	0,549	0,508	0,492	0,603	0,397
Biomassa serasah	0,899	0,101	0,927	0,073	0,846	0,154	0,786	0,214
Nekromass	0,930	0,070	0,994**	0,006	0,962*	0,038	0,912	0,088
Suhu udara	-0,978*	0,022	-0,792	0,208	-0,868	0,132	-0,926	0,074
Suhu tanah	-0,962*	0,038	-0,741	0,259	-0,822	0,178	-0,891	0,109
Kelembaban	0,984*	0,016	0,903	0,097	0,963	0,037	0,987*	0,013
KA tanah	0,994**	0,006	0,842	0,158	0,876	0,124	0,908	0,092

Keterangan: K (Korelasi), P (Probabilitas), * (berkorelasi nyata pada $p < 0,05$), ** (berkorelasi sangat nyata pada $p < 0,01$)



Gambar 5. Korelasi antara diversitas rayap dengan beberapa faktor lingkungan di TN Lore Lindu. (a) suhu udara, (b) suhu tanah, (c) kelembaban udara, (d) kadar air tanah

KESIMPULAN

Alih guna hutan menjadi agroforestri menurunkan diversitas rayap. Perkembangan populasi rayap dibatasi oleh faktor lingkungan (biomassa pohon, nekromass dan serasah), iklim mikro, sifat fisika dan kimia tanah. Mempertahankan keragaman jenis pohon pada agroforestri merupakan langkah positif dalam mempertahankan iklim mikro pasca alih guna hutan

DAFTAR PUSTAKA

- Aini F.K., Susilo F.X., Yanuwidi B., dan Hairiah K. 2006. Meningkatnya Sebaran hama Rayap *Odontotermes* spp. Setelah Alih Guna Hutan menjadi Agroforestri Berbasis Kopi: Efek Iklim Mikro dan Ketersediaan makanan Terhadap Kerapatan Populasi. *Agrivita*, 28 (3): 221 – 237.
- Baumgardner, M.C. 2007. Forest Fragmentation and It's Effects on Arthropod Populations in Small vs Large Forests in Northwest Ohio. *Thesis*. Bowling Green State University, Ohio.
- Galle, R. 2008. The Effect of Naturally Fragmented Landscape on the Spider Assemblages. Department of Ecology University of Szeged. North-Western *J. Zoology*, 4:61-71
- Genet, J.A. Kristen, S.G. Thomas, M.B. Peter, G.M. dan Ariel, E.L. 2001. Response of Termite Community and Wood Decomposition Rates to Habitat Fragmentation in a Subtropical Dry Forest. *Tropical Ecology*, 42:35-49.
- Jones, D.T. dan Prasetyo, A.H. 2002. A Survey of The Termites (Insecta : Isoptera) of Tabalong District, South Kalimantan, Indonesia. National University of Singapore. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 50(1):117 – 128.
- Jones, D.T., Susilo, F.X., Bignell, D.E., Hardiwinoto, S., Gillison, A.N., dan Eggleton, P. 2003. Termite Assemblage Collapse Along A Land Use Intensification Gradient In Lowland Central Sumatera, Indonesia. *J. Appl. Ecology*, 40:380 – 391.
- Kief, J. 2001. Indigenous Variety Development in Food Crops Strategies on Timor: Their Relevance for In-Situ Biodiversity Conservation and Food Security. *Indigenous Knowledge Development Monitor*, (7):7 – 15.
- Martinus, C., Hofer H., Garcia M.V.B., Rombke J., dan Hanagarth W. 2004. Litter Fall, Litter Stocks and Decomposition Rates in Rainforest and Agroforestry Sites in Central Amazonia. *NC Agroecosystem*, 68: 137 – 154.
- Miyashita, T., Shinkai, A., dan Chida, T. 1998: The Effects of Forest Fragmentation on Web Spider Communities in Urban Areas. *Biological Conservation*, 86:357-364
- Richard, D.G. 2002. Feeding Group Responses of A Neotropical Termite Assemblage to Rain

- Forest Fragmentation. *Oecologia Journal*, 133(2):233 – 242.
- Rusdiana O. dan Lubis R.S. 2012. Pendugaan Korelasi Antara karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (Carbon Stock) Pada Hutan Sekunder. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1):14 – 21.
- Sahabuddin. 2003. *Pemanfaatan Serangga Sebagai Bioindikator Kesehatan Hutan*. Pengantar Falsafah Sains. Program Pascasarjana (S3) Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sahabuddin, Manuwoto, S. Purnama, H. Christian, H.S. dan Woro, A.N. 2007. Respons Kumbang Koprofagus (Coleoptera: Scarabaeidae) Terhadap Perubahan Struktur Vegetasi Pada Beberapa Tipe Habitat di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah. *Biodiversitas*, 8(1):01 – 06
- Thapa, R.S. 1981. Termites of Sabah. *Sabah Forest* 12: 1-374.
- Tho, Y.P. 1992. *Termites of Peninsular Malaysia*. Malayan Forest Record N. Forest 36. Research Institute Malaysia : 224.