

Kelompok fauna rayap pada areal pertanaman kelapa sawit di Katingan, Kalimantan Tengah

Termite assemblage on palm oil plantation in Katingan, central Kalimantan

TEGUH PRIBADI^{1,✉}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas PGRI Palangka Raya, Jl. Hiu Putih-Tjilik Riwit, km 7 Palangka Raya 73113, Kalimantan Tengah, Indonesia. Tel./Fax. +62-536-3213453, ✉email: tgpribadi@gmail.com.

Manuskrip diterima: 15 Januari 2015. Revisi disetujui: 5 Mei 2015.

Abstrak. Pribadi T. 2015. *Kelompok fauna rayap pada areal pertanaman kelapa sawit di Katingan, Kalimantan Tengah. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 554-559.* Kawasan semialami memiliki peranan dan fungsi untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati setempat. Namun, apakah peranan kawasan semialami pada kawasan pertanian (pertanaman kelapa sawit) juga identik dengan rayap? Masih belum banyak penelitian yang mengkajinya. Penelitian ini dilakukan pada areal pertanaman kelapa sawit milik PT. Bisma Dharma Kencana di Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Pada penelitian ini, kelompok rayap di pertanaman kelapa sawit dan kawasan semialami disigi dan potensi rayap sebagai hama pertanaman kelapa sawit diidentifikasi. Protokol baku berupa transek digunakan untuk menginvestigasi kelompok rayap pada lima tapak yang dipilih sebagai contoh. Ditemukan sembilan spesies rayap, yaitu dua anggota Famili Rhinotermitidae (*Coptotermes* sp, *Schedorhinotermes javanicus*), dan tujuh anggota Famili Termitidae (*Prohanitermes* sp., *Globitermes* sp., *Microcerotermes* sp., *Termes* sp., *Procapritermes* sp., *Pericapritermes* sp, dan *Nasutitermes* sp). Kawasan semialami pada pertanaman kelapa sawit dapat menjaga keanekaragaman hayati rayap. Dua spesies anggota Famili rayap Rhinotermitidae merupakan hama potensial pada pertanaman kelapa sawit, namun tindakan pengendaliannya harus dilakukan dengan bijaksana.

Kata kunci: Ekosistem semialami, hama, pertanaman kelapa sawit, rayap

Abstract. Pribadi T. 2015. *Termite assemblage on oil palm plantation in Katingan, central Kalimantan. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 554-559.* Semi-natural habitats have a contribution to conserving the balance of the ecosystem and local biodiversity. However, is the role of seminatural habitats on oil palm plantation also identify with termite's biodiversity? Contribution semi-natural habitat studies on termite's biodiversity (especially on oil palm plantations) were rarely conducted. This research was done on PT. Bisma Dharma Kencana oil palm plantation consension located on Katingan District, Central Kalimantan. In this research, termite assemblage in oil palm plantation and seminatural habitats were surveyed and were identified as oil palm plantation pests. Termites transects were placed to assess termites assemblage on five sites were selected for the study. Nine termite species were collected consist of two species of Rhinotermitidae (i.e. *Coptotermes* sp. and *Schedorhinotermes* sp.) and seven species of Termitidae (i.e. *Prohanitermes* sp., *Globitermes* sp., *Microcerotermes* sp., *Termes* sp., *Procapritermes* sp., *Pericapritermes* sp., and *Nasutitermes* sp.). The semi-natural habitat of oil palm plantation can conserve termite biodiversity. Two species of Rhinotermitidae were potential pests on oil palm plantation. Nevertheless, the termite control should be implemented carefully.

Keywords: Oil palm plantation, pest, semi-natural ecosystem, termite

PENDAHULUAN

Rayap merupakan mesofauna tanah utama di kawasan tropis (Bignel dan Eggleton 2000). Rayap memiliki peran penting dalam proses dekomposisi, proses perputaran unsur hara, dan pelepasan karbon pada ekosistem daratan (Eggleton et al. 1999). Selain itu, rayap merupakan salah satu insinyur tanah yang membantu dan mempengaruhi proses-proses yang terjadi di dalam tanah. Aktivitas-aktivitas tersebut antara lain mengurai tanah, pembuatan saluran di dalam tanah, membuat gundukan tanah di atas permukaan tanah, memelihara struktur pori makro tanah, mendistribusikan ulang bahan organik, memperbaiki stabilitas, dan kualitas tanah (Jones et al. 1994; Lavelle et al. 1997).

Perubahan ekosistem hutan menjadi ekosistem pertanian, khususnya pertanaman kelapa sawit terus meningkat di Kalimantan. Luas pertanaman kelapa sawit dan produksi kelapa sawit pada tahun 2007 meningkat hampir 25 kali dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan di tahun 1980-an (Rifin 2010). Padahal konversi lahan berhutan menjadi pertanaman kelapa sawit menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati secara umum (Fitzherbert et al. 2008). Turner dan Foster (2008) melaporkan bahwa perubahan lahan berhutan menjadi pertanaman kelapa sawit mengakibatkan gangguan terhadap beberapa invertebrata.

Kelompok rayap juga memberikan tanggapan yang negatif terhadap perubahan hutan menjadi pertanaman kelapa sawit melalui perubahan komposisi jenis rayap dan

perubahan kelimpahan jenis rayap (Vaessen et al. 2011). Jumlah *species* rayap yang ditemukan di pertanaman kelapa sawit ini sebanyak tiga marga dengan lima *species* (Vaessen et al. 2011). Sigi kekayaan jenis rayap di pertanaman kelapa sawit yang lain menunjukkan jumlah *species* yang lebih tinggi dibandingkan dengan sigi pertama. Sigi kekayaan jenis rayap pada pertanaman kelapa sawit di Bintalu, Sarawak ditemukan enam marga yang terdiri dari 13 *species* rayap (Bong et al. 2012), dan sigi yang dilakukan di Kuala Tatun ditemukan 11 marga dari 18 *species* rayap (Kon et al. 2012). Sedangkan, sigi yang dilakukan pada pertanaman kelapa sawit di Lower Perak di Semenjung Malaya ditemukan delapan marga dengan 13 *species* rayap (Cheng et al. 2008). Namun demikian informasi tentang kelompok rayap yang ditemukan di pertanaman kelapa sawit di Katingan, Kalimantan Tengah belum ada.

Dengan alasan tersebut di atas, penelitian ini ditujukan untuk melakukan sigi kelompok rayap di pertanaman kelapa sawit dengan umur tanam yang berbeda dan kawasan semi alami yang ada di sekitarnya. Di tambah dengan, identifikasi jenis rayap yang berpotensi sebagai hama pertanaman kelapa sawit.

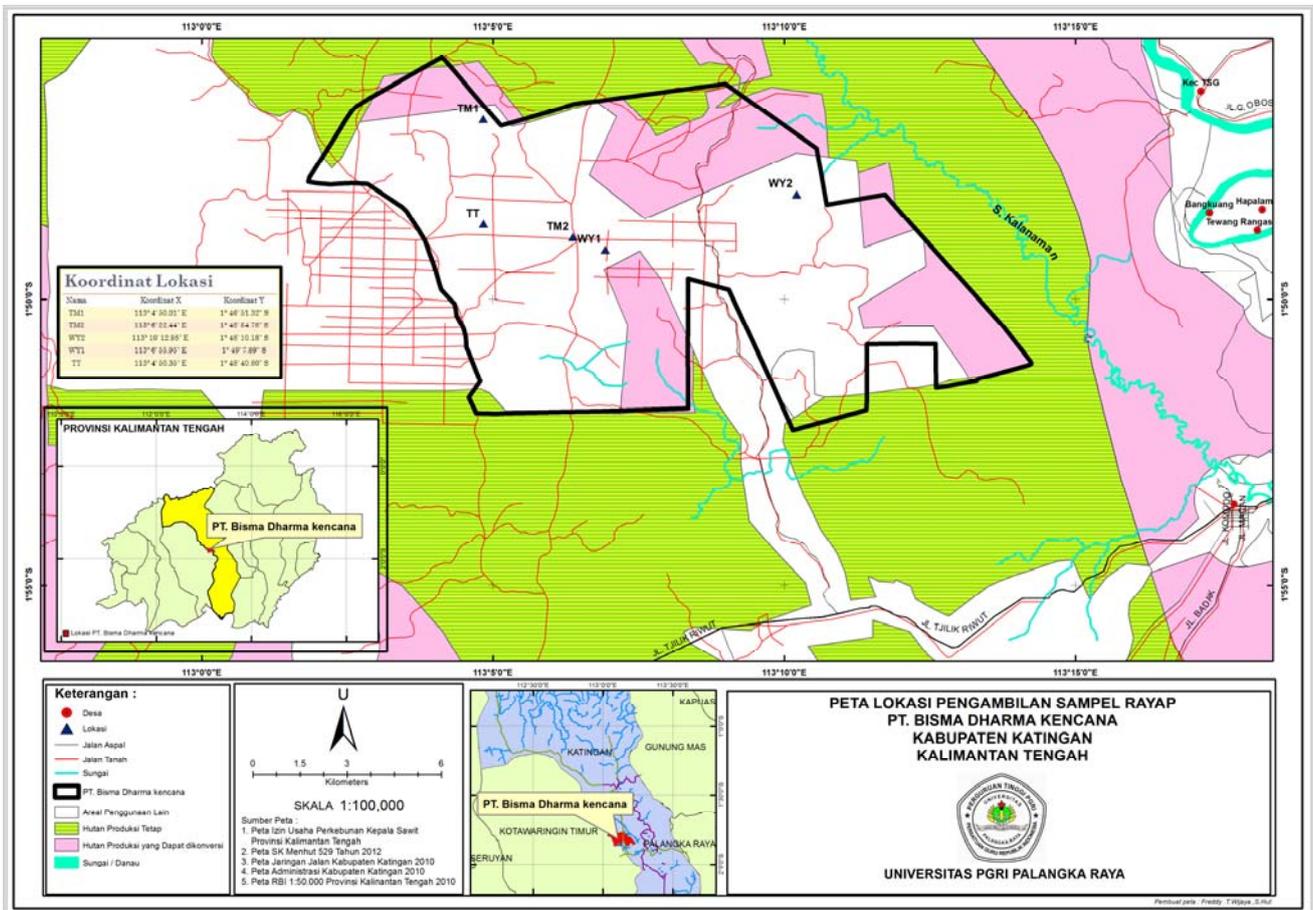
BAHAN DAN METODE

Area kajian

Pengambilan sampel rayap dilakukan di lima areal pertanaman kelapa sawit PT. Bisma Dharma Kencana (BDK) pada bulan Desember 2012 (Gambar 1). PT. BDK memiliki areal seluas ± 8.700 Ha yang terbagi menjadi 12 afdeling dengan umur tanaman yang berbeda. Karakteristik tapak pertanaman kelapa sawit PT. BDK adalah bekas hutan sekunder yang didominasi oleh tipe tanah podsolik merah kuning, tekstur berpasir dengan purata ketinggian ± 40 mdpl. Beberapa tapak dipertahankan dalam kondisi alami berupa hutan yang diperuntukkan sebagai kawasan konservasi. Kawasan tersebut dikenal dengan Wanayasa dengan luas ± 100 Ha yang tersebar pada tiga titik (Barakalla2012). Karakteristik umum masing-masing tapak yang diambil sebagai unit contoh disajikan pada Tabel 1.

Cara kerja

Kerapatan spesies rayap dan kelimpahan relatif rayap pada satu tapak diteroka dengan metode transek baku untuk sigi rayap (Jones dan Eggleton 2000; Vaessen et al. 2011). Satu transek rayap ditempatkan secara acak di masing-



Gambar 1. Lokasi sigi rayap di pertanaman kelapa sawit PT. BDK (segitiga hitam). WY1 = wanayasa 1, WY2 = wanayasa 2, TM1 = pertanaman kelapa sawit muda 1, TM2 = pertanaman kelapa sawit muda 2, TT = pertanaman kelapa sawit tua.

Tabel 1. Karakteristik umum dari kelima tapak yang disigi.

Tapak	WY1	WY2	TM1	TM2	TT
Lokasi	1° 49,097' LS; 113° 06,931' BT. Luas ± 30 ha	1° 48,134' LS; 113° 10,216' BT. Luas ± 40 ha	1° 46,824' LS; 113° 04,834' BT. Luas ± 30 ha	1° 48,881' LS; 113° 06,370' BT. Luas ± 27 ha	1° 48,640' LS; 113° 04,840' BT. Luas ± 40 ha
Penutupan lahan sebelumnya	Hutan sekunder	Hutan sekunder	Hutan sekunder	Hutan sekunder	Hutan sekunder
Tahun tanam	TA	TA	2004	2008	2000
Tanah	Tekstur tanah berpasir	Idem	Idem	Idem	Tekstur tanah berpasir dan padat
Pohon	<i>Macaranga</i> sp., <i>Cotylelobium lanceoatum</i> , <i>Ploiarium alternatifolium</i>	<i>Ploiarium alternatifolium</i> , <i>Cotylelobium lanceoatum</i> , <i>Hopea dryobalanoides</i> , <i>Cratoxylum glaucum</i> , <i>Lithocarpus</i> sp., <i>Ormosia bancana</i> , <i>Syzygium</i> sp., <i>Diospyros foxxworthy</i>	Tidak ada	Idem	Idem
Kerapatan pohon Ø ≥ 10 cm (pohon.ha ⁻¹)	< 100	< 100	TA	TA	TA
Tajuk	Setengah terbuka	Tertutup	Terbuka	Terbuka	Setengah terbuka
Purata tinggi tajuk (m)	± 5 m	± 7 m	3 m	1 m	5 m
Tumbuhan bawah	Tempat terbuka didominasi oleh <i>Nephrolepis radicans</i>	TA	<i>Nephrolepis radicans</i> pada beberapa titik	Tidak ada	Tidak ada
Sisa kayu	Banyak ranting/cabang kayu dengan ukuran kecil, tunggak kayu ukuran kecil sedikit	Banyak, ranting/cabang kayu dengan ukuran kecil, tunggak kayu ukuran kecil, ada tunggak kayu dan batanh kayu besar	Cukup banyak tunggak kayu dan bongkahan kayu sisa kebakaran dan penebangan	Idem	Tunggak kayu sisa kebakaran dan penebangan sedikit tersisa
Aplikasi agroteknologi	Tidak ada	Tidak ada	Pemupukan, aplikasi herbisida dan pestisida, ada pemanenan	Idem tetapi lebih rutin daripada TM1, belum ada pemanenan	Pemanenan

Keterangan: WY1 = wanayasa 1, WY2 = wanayasa 2, TM1 = pertanaman kelapa sawit muda 1, TM2 = pertanaman kelapa sawit muda 2, TT = pertanaman kelapa sawit tua. TA = Tidak ada data.

masing tapak (total transek adalah lima). Transek rayap berukuran 100 m x 2 m dan dibagi menjadi 20 bagian dengan panjang 5 m. Di tiap bagian dilakukan pencarian rayap selama satu jam. Rayap diambil dari: (i) dua belas titik sampel rayap yang berukuran 12 cm x 12 cm x 10 cm pada permukaan tanah yang ditempatkan secara acak; (ii) kayu mati dengan Ø > 1 cm; (iii) batang dan akar pohon; dan (iv) sarang rayap dan liang kambara rayap yang berada di atas permukaan tanah sampai ketinggian 2 m. tanah yang tidak dapat dilalui karena perakaran yang rapat maka tanahnya diambil. Rayap yang terkumpul kemudian disimpan di dalam vial yang mengandung alkohol 70%.

Analisis data

Rayap diidentifikasi berdasarkan kunci identifikasi yang dibuat oleh Thapa (1981). Kerapatan spesies diukur untuk seluruh bagian dan kelimpahan relatif tiap spesies

didefinisikan sebagai jumlah per bagian yang ditemukan rayap dalam satuan transek. Setiap temuan satu spesies rayap pada satu bagian dihitung sebagai satu hitungan. Oleh karena itu jumlah kelimpahan relatif maksimal satu spesies rayap dalam satu transek adalah 20 (Jones dan Eggleton 2000; Vaessen et al. 2010). Kelimpahan rayap dapat digunakan sebagai alat pembandingan dengan tapak yang lain.

Pengelompokan fungsional rayap didasarkan pada klasifikasi kelompok makan rayap (Donoval et al. 2001). Kelompok ini terdiri dari empat kelompok yang didasarkan pada pola makan rayap menurut tingkat penghurusan bahan berselulosa (Vaessen et al. 2011). Kelompok makan rayap tipe I dan II dikelompokkan dalam kelompok rayap pemakan kayu (rayap pemakan kayu hidup ataupun mati yang masih utuh) sedangkan kelompok rayap tipe III dan IV adalah perwakilan dari rayap pemakan tanah (rayap pemakan mineral tanah yang berasal dari bahan berkarbon

yang sudah lapuk). Klasifikasi ini merujuk pada klasifikasi penelitian yang sudah dilakukan (Donovan et al. 2001; Jones dan Prasetyo 2002; Vaessen et al. 2011; Bong et al. 2012; Hanis et al. 2014). Penentuan status hama rayap pada pertanaman kelapa sawit didasarkan pada penelitian sebelumnya (Constantino 2002; Cheng et al. 2008; Vaessen et al. 2011; Bong et al. 2012; Kon et al. 2012; Syauckani 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Keseluruhan ada sembilan spesies/marga dari dua suku rayap yang ditemukan di pertanaman kelapa sawit PT. BDK (Tabel 2). Rayap dari anggota suku Termitidae mendominasi kawasan semialami di pertanaman kelapa sawit PT. BDK sedangkan di kawasan pertanaman kelapa sawit didominasi oleh anggota suku Rhinotermitidae. Pada pertanaman kelapa sawit yang masing muda (TM1 dan TM2) ditemukan rayap dari anggota suku Termitidae, yaitu *Termes* sp. (TM1); *Prohamitermes* sp. dan *Nasutitermes* sp. (TM2). Pertanaman kelapa sawit tua (TT) hanya ditemukan rayap *Schedorhinotermes javanicus*. Kawasan semialami (WY2) tidak ditemukan rayap anggota suku Rhinotermitidae.

Kekayaan jenis rayap dan kelimpahan relatif rayap yang paling tinggi ditemukan di WY2 dibandingkan keempat lokasi yang lain. Ditemukan delapan spesies anggota rayap suku Termitidae dan kelimpahan rayap keseluruhan mencapai 54 temuan. Kekayaan jenis rayap berturut-turut dari yang tapak yang memiliki kekayaan rayap tertinggi adalah WY1 (enam spesies), TM2 (empat spesies), TM1 (tiga spesies), dan TT (satu spesies). Rayap spesies *Globitermes* sp. dan *Procapritermes* sp. hanya ditemukan di WY2, sebaliknya rayap spesies *Schedorhinotermes javanicus* menguasai hampir seluruh kawasan pertanaman kelapa sawit PT. kecuali WY2. Kelimpahan relatif rayap berturut-turut adalah WY2 (54), WY1 (23), TM1 (12), TM2 (9), dan TT (1).

Pembahasan

Jumlah spesies rayap yang ditemukan pada kawasan semialami pada penelitian ini lebih sedikit dibandingkan

dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Vassen et al. (2011). Sigi rayap yang dilakukan oleh Vassen et al. (2011) ditemukan ada sembilan marga rayap (Tabel 3). Namun, pada penelitian ini hanya ditemukan delapan marga rayap dan tidak ditemukan anggota dari suku Kalotermitidae. Komposisi rayap di hutan sekunder didominasi oleh spesies *Coptotermes* spp. sedangkan hutan bekas tebang didominasi oleh *Nasutitermes* spp. dan *Havilanditermes* spp. Pada penelitian marga yang mendominasi kawasan semialami adalah *Nasutitermes*, *Microcerotermes*, dan *termes*. Akan tetapi kelimpahan relatif rayap dalam penelitian ini empat kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan kelimpahan relatif rayap pada penelitian sebelumnya.

Perbedaan umur geologis lahan dan jenis lahan mempengaruhi perbedaan kekayaan jenis rayap pada kedua penelitian ini. Kawasan pertanaman kelapa sawit PT. BDK didominasi oleh lahan berpasir dan lahan gambut muda. Selain itu, kawasan tersebut merupakan bekas hutan produksi dan bekas kebakaran. Hal ini ditandai dengan ditemukannya tunggak atau batang kayu sisa pembalakan. Ketersediaan sumber makanan dan habitat untuk membangun koloni menjadi pembatas kekayaan jumlah marga rayap (Vaessen et al. 2011). Kekayaan rayap sangat dipengaruhi oleh tingkat gangguan habitat dan keterbukaan tajuk karena mengurangi keragaman mikrohabitat yang nantinya menjadi daerah jelajah rayap (Gathorne-Hardy et al. 2002) dan perubahan suhu dan kelembapan lingkungan yang drastis (Kon et al. 2012).

Jumlah marga rayap yang ditemukan pada pertanaman kelapa sawit pada penelitian ini hanya ada lima spesies rayap. Spesies rayap yang ditemukan di sini lebih sedikit dibandingkan dengan penelitian sejenis Cheng et al. (2008); Vaessen et al. (2011); Bong et al. (2012); dan Kon et al. (2012). Sigi rayap pada masing-masing penelitian berturut-turut ditemukan jumlah marga rayap sebanyak 12 spesies rayap (Cheng et al. 2008); tujuh spesies rayap (Vaessen et al. 2011); 18 spesies rayap (Kon et al. 2012); dan 13 spesies rayap (Bong et al. 2012). Akan tetapi, secara umum marga *Coptotermes* dan *Schedorhinotermes* merupakan marga rayap yang berasosiasi dengan pertanaman kelapa sawit (Cheng et al. 2008).

Tabel 2. Daftar species rayap yang ditemukan pada lima tapak di kawasan pertanaman kelapa sawit PT. BDK.

Suku	Species	Kelompok fungsional	WY1	WY2	TM1	TM2	TT
Rhinotermitidae	<i>Coptotermes</i> sp.	I	-	-	1	1	
	<i>Schedorhinotermes javanicus</i>	I	2	-	10	6	1
Termitidae	<i>Prohamitermes</i> sp.	I	4	2	-	1	-
	<i>Globitermes</i> sp.	I	-	5	-	-	-
	<i>Microcerotermes</i> sp.	I	-	12	-	-	-
	<i>Termes</i> sp.	II	2	12	1	-	-
	<i>Procapritermes</i> sp.	II	-	5	-	-	-
	<i>Pericapritermes</i> sp.	II	1	10	-	-	-
	<i>Nasutitermes</i> sp.	II	14	8	-	1	-
			23	54	12	9	1

Keterangan: Kode tapak merujuk pada Tabel 1. I = kelompok rayap pemakan bahan berkayu dan seresah; II = kelompok rayap pemakan kayu lapuk yang bercampur dengan tanah.

Tabel 3. Daftar Marga (*genus*) rayap yang ditemukan di kawasan alami pada penelitian ini dibandingkan dengan penelitian Vaessen et al. (2011).

Suku	Marga	Vaessen et al. 2011		Penelitian ini	
		Hutan sekunder	Bekas pembalakan	WY1	WY2
Kalotermitidae	Glyptotermes	1	1	-	-
Rhinotermitidae	Coptotermes	4	-	-	-
	Schedorhinotermes	2	-	2	-
	Parrhinotermes	3	-	-	-
Termitidae	Prohamitermes	-	-	4	2
	Globitermes	-	-	-	5
	Microcerotermes	-	1	-	12
	Termes	-	-	2	12
	Procapritermes	-	-	-	5
	Pericapritermes	-	-	1	10
	Havilanditermes	-	3	-	-
	Nasutitermes	2	3	14	8
	Bulbitermes	3	2		
	Lecessitermes	1	1		
		16	11	23	54

Keterangan: Kode tapak merujuk pada Tabel 1.

Perbedaan jumlah spesies rayap ini disebabkan perbedaan tipe tanah dan kondisi penggenangan lahan (Cheng et al. 2008; Kon et al. 2012). Cheng et al. (2008) menyatakan bahwa lahan dengan tipe tanah mineral akan didominasi oleh anggota suku Termitidae kemudian menurun jumlah anggota suku Termitidae pada lahan yang didominasi gambut. Sebaliknya, anggota suku Rhinotermitidae akan mendominasi pada lahan gambut dan menurun kelimpahan dan kekayaan jenisnya pada lahan dengan tipe tanah mineral. Namun demikian, sejarah penggunaan lahan juga dapat berpengaruh terhadap kekayaan spesies rayap pada lokasi penelitian (Cheng et al. 2008). Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan jumlah spesies rayap adalah kelimpahan sisa kayu, baik tunggak ataupun bongkahan kayu yang terdapat di tapak tersebut (Cheng et al. 2008; Vaessen et al. 2011). Praktik pengolahan lahan yang diterapkan yang mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah dan intensitas penggunaan pestisida dalam rangka pengendalian hama pertanaman kelapa sawit juga mempengaruhi keberadaan rayap (Bong et al. 2012).

Keberadaan anggota-anggota suku Rhinotermitidae, khususnya *Coptotermes* spp dan *Schedorhinotermes* spp, yang termasuk dalam kelompok rayap pemakan bahan berkayu dan serasah merupakan potensi hama pada pertanaman kelapa sawit. Temuan ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Cheng et al. 2008; Vaessen et al. 2011; Bong et al. 2012; dan Kon et al. 2012). Kelompok rayap pemakan kayu merupakan kelompok rayap yang berpotensi sebagai hama (Hanis et al. 2014). Kedua spesies tersebut yang hadir dalam jumlah yang melimpah pada pertanaman kelapa sawit karena keberadaan sisa bagian tumbuhan yang mengandung selulosa masih melimpah jumlahnya (Cheng et al. 2008). Namun demikian, dalam penelitian ini tidak ditemukan adanya serangan kedua spesies rayap tersebut pada individu tanaman kelapa sawit

pada blok pertanaman kelapa sawit yang diamati. Kedua spesies tersebut banyak ditemukan pada batang kayu atau bongkahan kayu serta sisa pelepah pohon kelapa sawit yang tertinggal. Keberadaan kedua spesies tersebut yang berpotensi sebagai hama tetapi secara ekonomis belum mencapai ambang batas tindakan pengendalian hama. Hal ini sesuai dengan pendapat Constantino (2002) yang menyatakan bahwa penetapan status hama pada sistem pertanian harus didasarkan pada nilai kerugian ekonomi yang ditimbulkannya. Maka pemanfaatan termisida untuk mengendalikan rayap harus digunakan secara bijaksana. Sisa-sisa tanamaan yang tidak berguna dan ditinggal dapat dibakar secara terkendali untuk mengurangi potensi kehadiran kedua spesies rayap tersebut (Cheng et al. 2008). Implikasi lebih lanjut kawasan pertanaman kelapa sawit harus dapat mencadangkan sebagian tapaknya sebagai kawasan semialami (tetap berupa hutan) yang berfungsi sebagai kawasan penyangga, pengawetan keanekaragaman hayati dan kehidupan liar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Ditlitabmas Dikti melalui hibah penelitian dosen pemula dan manajemen PT. BDK yang telah mendanai dan memberikan fasilitas selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Barakalla. 2012. Enhancing biodiversity with enhanced man-made forest within the oil palm plantation. 3rd International Conference on Oil Palm Plantation and Environment (ICOPE), Bali, 22-24 February 2012.
- Bignell DE, Eggleton P. 2000. Termites in ecosystems. In: Abe T, Bignell DE, Higashi M (eds). Termites, Evolution, Sociality, Symbioses, and Ecology. Kluwer Academic, Dordrecht.

- Bong CFJ, King PJH, Ong KH, Mahadi NM. 2012. Termites assemblages in oil palm plantation in Sarawak, Malaysia. *J Entomol* 9:68-78. DOI:10.3923/je.2012.68.78
- Cheng S, Kirton LG, Gurmit S. 2008. Termite attack on oil palm grown on peat soil: identification of pest status and factors contributing to the problem. *Planter* 84: 200-210.
- Constantino R. 2002. The pest termites of south America: taxonomy, distribution, and status. *J Appl Entomol* 126:355-365.
- Donovan SE, Eggleton P, Bignell DE. 2001. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecol Entomol* 26: 356-366.
- Eggleton P, Homathevi R, Jones DT, MacDonald JA, Jeeva D, Bignell DE, Davies RG, Maryati M. 1999. Termite assemblages, forest disturbance and greenhouse gas fluxes in Sabah, East Malaysia. *Philos Trans R Soc B* 354: 1971-1802.
- Fitzherbert EB, Struebig MJ, Morel A, Danielsen F, Bruhl CA, Donald PF, Phalan B. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends Ecol Evol* 23: 538-545.
- Gathorne-Hardy FJ, Jones DT, Syaukani. 2002. A regional perspective on the effects of human disturbance on termites of Sundaland. *Biodivers Conserv* 11: 1991-2002.
- Hanis JA, Hassan AA, Nurita AA, Salmah CMR. 104. Community structure of termites in a hill dipterocarp forest of Belum-Temengor forest complex, Malaysia: emergen of pest species. *Raffles Bull Zool* 62: 3-11.
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M. 1994. Organisms as ecosystems engineers. *Oikos* 69: 373-386.
- Jones DT, Eggleton P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forest: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *J Appl Ecol* 37: 191-203.
- Jones DT, Prasetyo AH. 2002. A survey termites (Insecta: Isoptera) of Tabalong District, South Kalimantan, Indonesia. *Raffles Bull Zool* 50: 117-128.
- Kon TW, Bong CFJ, King JHP, Leong CTS. 2012. Biodiversity of termite (Insects; Isoptera) in tropical peat land cultivated with oil palms. *Pak J Biol Sci* 15: 108-120.
- Lavelle P, Bignell D, Lapage M, Wolters V, Roger P, Ineson P, Heal OW, Dhillion S. 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *Eur J Soil Biol* 33: 159-193.
- Rifin A. 2010. Export competitiveness of Indonesia's palm oil product. *Trends Agric Econ* 3: 1-18.
- Syaukani. 2013. Termites endangered traditional medical plants. *J Natural* 13: 15-22.
- Thapa RS. 1981. Termites of Sabah. *Sabah For Rec* 12: 1-374.
- Turner EC, Foster WA. 2009. The impact of forest conservation to oil palm on arthropod abundance and biomass in Sabah, Malaysia. *J Tropic Ecol* 25: 23-30.
- Vaessen T, Verwer C, Demies M, Kalias H, van der Meer PJ. 2011. Comparison of termite assemblages along a land use gradient on peat areas in Sarawak, Malaysia. *J Tropic For Sci* 23: 196-203.