

SEBARAN DAN KARAKTER MORFOLOGI RAYAP TANAH

Macrotermes gilvus Hagen DI HABITAT HUTAN ALAM

(Distribution and Morphology Characteristic of *Macrotermes gilvus* Hagen in The Natural Habitat)

Niken SUBEKTI¹, Dedy DURYADI², Dodi NANDIKA³, Surjono SURJOKUSUMO⁴, Syaiful ANWAR⁵

ABSTRACT

Subterranean termite, *Macrotermes*, play important role on plant nutritive cycles through disintegration and decomposition of organic matter processes. In the other hand, subterranean termite can cause wooden damage in the nature and human dormitory as well. Therefore, *Macrotermes* are potential pest and need to be controlled. Effective pest-control of subterranean termite can be made when their species status and distribution are well known. This research is aimed to identify the status of species and the dispersal of *Macrotermes* at their natural habitat in order to explore natural bio-resources richness and as an effort towards effective pest-control due to increasing risk of attack. Survey method was used termite samples were collected at four different locations which are defined by global positioning system (GPS). Nest classification is according to Meyer et al. (2003). The nest mapping is based on the elevations of their natural habitat in Gunung Halimun Salak National Park (900-1000 asl), and (600-700 asl), Yanlappa sanctuary (200-300 asl), and Ujung Kulon Nasional Park (0-100 asl). Phylogenetic relationships analysis showed that subterranean termite *Macrotermes* in the natural forest community are belongs to one big group *Macrotermes gilvus* Hagen. Based on nest size, the colony of *Macrotermes* can be classified into three different sizes: large, medium, and small nest. Large and medium nest can be found in large amount in Yanlappa sanctuary (15 and 23 colonies, respectively) and the majority of small nest occurred in Gunung Halimun Salak National Park at 900 asl (78 colonies). Temperature and humidity is the most environmental factor that can influence on termite and other factor is rain fall, soil structure, and plant vegetation.

Keywords: Distribution, identify, *Macrotermes gilvus* Hagen, nest

PENDAHULUAN

Rayap merupakan bagian yang sangat penting di dalam daur ulang nutrisi tanaman melalui proses disintegrasi dan dekomposisi material organik dari kayu dan serasah tanaman. Namun demikian, rayap seringkali juga merusak kayu sebagai bagian dari konstruksi bangunan dan material berselulosa lainnya di dalam bangunan gedung atau menyerang pohon dan tanaman hidup sehingga menjadi hama yang potensial, terutama di areal perkebunan kelapa sawit, karet dan tanaman hutan industri seperti pinus, eukaliptus, dan lain-lain.

Serangan rayap pada bangunan gedung pada saat ini merupakan masalah yang sangat besar mengingat intensitas serangannya yang semakin tinggi dan meluas sehingga nilai kerugian akibat serangan rayap cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Bangunan fasilitas sosial seperti bangunan sekolah dan gedung perkantoran, serta rumah-rumah tinggal banyak yang mengalami kerusakan atau bahkan roboh akibat serangan rayap. Berdasarkan perkiraan, kerugian ekonomis yang ditimbulkan akibat serangan rayap di Indonesia mencapai 1,67 trilyun rupiah (Rahmawati 1995). Nilai kerugian ekonomis tersebut tentunya sangat berarti di tengah-tengah kesulitan ekonomi yang menghimpit Bangsa Indonesia saat ini.

Kenyataan menunjukkan pula bahwa hampir di seluruh daerah tropika dan subtropika, rayap (Ordo: Isoptera) telah dikenal sebagai hama yang banyak menimbulkan kerusakan pada berbagai tanaman dan hasil hutan. Kemampuan merusak dari serangga tersebut ada hubungannya dengan populasinya yang sangat tinggi, daya jelajah yang luas serta daya adaptasi terhadap lingkungan yang cukup baik. Dengan demikian dapatlah dimengerti mengapa rayap merupakan serangga perusak yang luas penyebarannya dan besar dampak ekonominya. Sebagai contoh di Amerika Serikat dan Asia kerugian akibat serangan rayap lebih dari \$ 1 milyar per tahun, sedangkan di Australia lebih dari \$ 100 juta setiap tahun (UNEP 2000).

Hasil penelitian selama ini menunjukkan bahwa beberapa jenis rayap yang mampu menyebabkan kerusakan yang berarti pada bangunan gedung, adalah rayap dari genus *Coptotermes* dan *Macrotermes* (Nandika et al. 2003). Berbagai penelitian mengenai rayap dari genus *Coptotermes* beserta potensi kerusakannya di Indonesia sudah banyak

¹⁾ Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Negeri Semarang

²⁾ Departemen Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor

^{3),4)} Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

⁵⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor

diteliti (Diba & Nandika 1999; Suhesti & Nandika 2003; Tarumingkeng *et al.* 2005), demikian pula di luar negeri (Su & Scheffrahn 1992; Sornnuwat *et al.* 1996; Lee 2002a; Miura *et al.* 2003). Sedangkan rayap dari genus *Macrotermes* di Indonesia belum pernah dilakukan, walaupun potensi kerugiannya tidak kalah besar dibandingkan dengan *Coptotermes*. Menurut Tho (1992), rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen penyebarannya terbatas di Asia Tenggara khususnya Indonesia, Malaysia, dan Thailand. Namun demikian species lain dari genus *Macrotermes* ini, yaitu *Macrotermes natalensis* telah ditemukan di Afrika Selatan (Meyer *et al.* 2003).

Sebaran rayap tanah di Indonesia khususnya di Pulau Jawa telah dilakukan (Tarumingkeng *et al.* 2003), namun demikian peta sebaran rayap *Macrotermes* secara khusus belum pernah dilakukan. Rayap jenis ini memiliki habitat alami di kawasan hutan alam yang mana pengaruh suhu, kelembaban dan curah hujannya relatif stabil. Namun dengan perubahan iklim global dan perubahan kondisi habitat hutan alami dewasa ini memungkinkan terjadi perubahan sebarannya. Informasi ini belum dieksplorasi secara rinci dan dalam.

Rayap *Macrotermes* merupakan rayap yang banyak tersebar di Asia Tenggara terutama banyak ditemukan di Indonesia, Malaysia dan Thailand (Tho 1992), namun distribusinya berdasarkan sebaran latitude dan altitud belum pernah dilakukan. Oleh karena itu informasi mengenai distribusi spasial dari rayap *Macrotermes* ini di habitat alamnya penting untuk segera diketahui karena belakangan ini telah tersebar diluar habitat alamnya. Namun demikian beberapa faktor telah berhasil diidentifikasi untuk rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Haverty & Nutting 1976; Lee 2002b; Vongkaluang *et al.* 2007), seperti: a) memerlukan kelembaban yang tinggi dengan rentang perkembangan optimum RH : 75-90%; b) kisaran suhu 15 - 38° C, serta c) curah hujan yang tinggi (3000-4000 mm/thn). Ketiga faktor tersebut berpengaruh terutama pada perkembangan kasta reproduksi (laron) saat keluar dari sarang.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat pemodelan habitat rayap tanah berdasarkan sebaran dan karakteristik Morfologi rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen di hutan alam. Sementara itu, manfaat dari penelitian ini adalah eksplorasi terarah distribusi habitat rayap *Macrotermes* sampai pada jenisnya secara pasti pada kawasan hutan alam. Data yang dihasilkan akan sangat membantu dalam pengambilan putusan bagi pengguna pada berbagai kegiatan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai bulan Desember 2006 sampai dengan April 2007 dilakukan di habitat hutan alam dengan berbagai ketinggian yaitu Taman Nasional Gunung Halimun Salak (900-1000 mdpl) dan (600-700 mdpl), Cagar Alam Yanlappa (200-

300 mdpl), dan Taman Nasional Ujung Kulon (0-100 mdpl) dengan kondisi hutan hujan tropis yang tidak terganggu, sehingga diharapkan mewakili seluruh habitat alami rayap *Macrotermes gilvus* Hagen. Identifikasi rayap dilakukan di Laboratorium Biologi Hasil Hutan PPSHB – IPB, sementara itu sebagai pembandingan dilakukan identifikasi di Natural History Museum, London.

Distribusi Rayap *Macrotermes* di Kawasan Hutan Alam

Kawasan yang diteliti meliputi hutan alam dari berbagai ketinggian 0-1000 mdpl. Lokasi penelitian yang diambil antara lain : Taman Nasional Ujung Kulon (0-100 mdpl), Cagar Alam Yanlappa Bogor (200-300 mdpl), Taman Nasional Gunung Halimun Salak (500-600 mdpl) dan (900-1000 mdpl). Survey dilakukan dengan menggunakan teknik transek strip sensus. Pada metode ini peneliti berjalan sepanjang garis transek dan pengamatan dilakukan pada kedua sisi transek (Soegianto 1994). Bila menjumpai sarang rayap peneliti berhenti di suatu titik (di sarang rayap) dan mencatat secara langsung posisi peneliti dengan menggunakan GPS. Metode pengumpulan data terdiri dari data spasial. Data spasial mencakup peta topografi yang terdiri dari peta batas administrasi, peta jalan, peta kontur dan peta iklim. Penentuan distribusi rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen pada komunitas hutan alam didasarkan pada titik-titik pengamatan sarang di lapangan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) selanjutnya diolah dengan software *ArcView 3.2*, sarang rayap tanah *Macrotermes* yang dijumpai ditentukan titiknya untuk dicatat dan dianalisa di laboratorium. Hasil yang diperoleh berupa peta kesesuaian habitat rayap tanah *Macrotermes* dalam kawasan hutan alam dari berbagai ketinggian.

Identifikasi Rayap *Macrotermes* dan Karakteristik Morfologinya

Pemilihan lokasi pengamatan rayap *Macrotermes* dilakukan pada habitat hutan alam berdasarkan pendekatan perbedaan ketinggian (0 - 1000 mdpl), sehingga diharapkan dapat mewakili seluruh habitat rayap *Macrotermes* yang terdapat di habitat hutan alam. Untuk daerah dengan ketinggian pada habitat hutan alam di TNGHS (900-1000 mdpl), dan (600-700 mdpl), C.A. Yanlappa (200-300 mdpl), dan TNUK (0-100 mdpl). Sedangkan untuk pemetaan dan pengambilan spesimen rayap *Macrotermes* dari masing-masing lokasi dilakukan dengan menggunakan GPS.

Pengumpulan sampel rayap dilakukan dengan teknik pengambilan secara langsung rayap *Macrotermes* yang ditemukan dari masing-masing sarang besar, sedang dan kecil sebanyak 25 ekor pada kasta prajurit mayor dan prajurit minor, kemudian dilakukan pengukuran morfologi terhadap rayap genus *Macrotermes* menurut Tho (1992) meliputi panjang mandibel, panjang kepala, lebar kepala, jumlah antena. Analisa data dilakukan dengan menghitung rata-rata semua hasil pengukuran morfologi. Sebagai pembandingan, identifikasi dilakukan di Natural History Museum, London.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sebaran Rayap Tanah *Macrotermes* pada Habitat Hutan Alam

Berdasarkan hasil pengumpulan sampel rayap tanah dengan teknik pengumpulan specimen langsung yang dijumpai di lapang menunjukkan bahwa genus *Macrotermes* menyebar secara luas pada hutan alam dari ketinggian 0-1000 mdpl. Berdasarkan peta sebaran rayap *M. gilvus* Hagen dapat dijumpai pada semua kawasan hutan alam yaitu di Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Cagar Alam Yanlappa Bogor, dan Taman Nasional Ujung Kulon. Sebaran genus *Macrotermes* yang luas di hutan alam dari berbagai ketinggian ini menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik terhadap beragam kondisi habitat.

Penyebaran rayap berhubungan dengan suhu dan curah hujan sehingga sebagian besar jenis rayap terdapat di dataran rendah tropika dan sebagian di temukan di dataran tinggi. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan rayap menyebar tidak hanya pada dataran rendah tetapi juga di dataran tinggi (Nandika *et al.* 2003).

Penyebaran rayap genus *Macrotermes* yang ditemukan pada lokasi penelitian dengan berbagai ketinggian secara rinci antara lain:

Taman Nasional Gunung Halimun Salak (900-1000 mdpl)

Lokasi penelitian di wilayah Cikaniki - Citalahab merupakan kawasan hutan hujan tropis terbesar di Pulau Jawa yang berada pada letak geografis 6°44" dan 106°32" dengan ketinggian antara 900 mdpl sampai 1000 mdpl. Adapun curah hujan rata-rata 4000 - 6000 mm/tahun. Dengan iklim yang basah, dari kawasan ini mengalir beberapa sungai yang tak pernah kering dan mensuplai air ke wilayah sekitarnya (Balai TNGHS 2000a). Diperkirakan lebih dari 1.000 jenis tumbuhan terdapat di kawasan TNGHS. Vegetasi pada hutan ini bercirikan *Dipterocarpaceae*. Jenis yang paling dominan di wilayah ini antara lain *Rasamala* (*Altingia excelsa*), *Schima wallichii*, *Antidesma montanum*, *Eurya acuminata*, *Evodia aromatica*, *Castanopsis* spp, *Lithocarpus* spp., dan *Quercus* spp. Tipe ekosistem hutan dengan iklim basah dan tanah vulkanik yang tidak terganggu (Koneri 2005).

Sebaran rayap tanah *Macrotermes* di TNGHS (900 mdpl-1000 mdpl) ditemukan total 88 titik koloni rayap *Macrotermes* dengan total luas pengamatan 16,5 Ha. Titik koloni rayap *Macrotermes* pada kawasan ini ditemukan 2 titik sarang besar, 8 titik sarang sedang dan 78 titik sarang kecil.

Taman Nasional Gunung Halimun Salak (600-700 mdpl)

Lokasi penelitian di wilayah Kabandungan yang memiliki ketinggian 600 mdpl sampai 700 mdpl. Kawasan ini terletak antara 106°21' - 106°38' BT dan 06°37' - 06°51' LS. Topografi daerah ini bergelombang dan bergunung dengan faktor kemiringan antara 15-50%. Wilayah ini tergolong dalam tipe curah hujan A dengan curah hujan rata-rata 2800 mm per

tahun. Jenis tanah adalah asosiasi aluvial kelabu dan aluvial kekelabuan, bahan induk endapan liat dan pasir dengan fisiografi bergelombang. Suhu udara rata-rata bulanan adalah 25,5° C. Kelembaban udara rata-rata 85,5%. Tekanan udara berkisar antara 986,9 milibar sampai 990,6 milibar (Balai TNGHS 2000b). Vegetasi pada hutan ini bercirikan *Dipterocarpaceae*. Jenis tanaman yang mendominasi adalah *Rasamala* (*A. excelsa*), *S. wallichii* (Puspa), *Litsea* spp, *C. argentea* (Saninten), *E. latifolia* (Kisampang), *S. aromatica* (Gompong), *S. pedunclosa* (Ki Leho) (Balai TNGHS 2000a).

Peta sebaran rayap tanah *Macrotermes* di kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak dengan ketinggian 600-700 mdpl ditemukan total 37 titik koloni rayap *Macrotermes* dengan total luas pengamatan 10 Ha. Titik koloni rayap *Macrotermes* pada kawasan ini ditemukan 3 titik sarang besar, 2 titik sarang sedang dan 32 titik sarang kecil.

Cagar Alam Yanlappa (200-300 mdpl)

Cagar Alam Yanlappa secara geografis terletak pada 6°40' LS dan 106°45' BT kurang lebih 56 km sebelah barat laut Kota Bogor. Wilayah ini termasuk hutan alam tropis dataran rendah dengan luas 32 Ha. Kawasan C.A.Yanlappa secara geografis terletak pada 6°40' LS dan 106°45' BT. Curah hujan rata-rata 2399 mm/tahun dan tipe curah hujan A. Jenis tanahnya asosiasi alluvial kelabu dan bahan induk endapan liat dan pasir dengan fisiografi bergelombang. Tanaman yang mendominasi adalah famili *Dipterocarpaceae*. Vegetasi yang mendominasi antara lain *Dipterocarpus hasseltii*, *H. sangal* Korth, *S. wallichii* Korth (Puspa), *A. excelsa* Noronhae (Rasamala), *Litsea* spp, *Lagerstroma* spp (Bungur) dan *F. septica* (Awar-awar). Disamping itu anakan pohon juga cukup rapat. Di permukaan tanah banyak dijumpai serasah dan kayu-kayu lapuk (BPLDH 2003).

Peta sebaran rayap tanah *Macrotermes* di kawasan Cagar Alam Yanlappa dengan ketinggian 200-300 mdpl ditemukan total 43 titik koloni rayap *Macrotermes* dengan total luas pengamatan 32 Ha. Titik koloni rayap *Macrotermes* pada kawasan ini ditemukan 15 titik sarang besar, 23 titik sarang sedang dan 5 titik sarang kecil.

Taman Nasional Ujung Kulon (0-100 mdpl)

Taman Nasional Ujung Kulon mempunyai luas 122.956 hektar. Terletak di kabupaten Pandeglang propinsi Banten. Kawasan ini berada pada ketinggian antara 0 - 608 mdpl dengan letak geografis 6°30' LS, 102°02' - 105°37'. TNUK merupakan perwakilan ekosistem hutan hujan tropis dataran rendah yang tersisa dan terluas di Jawa Barat, serta merupakan habitat yang ideal bagi kelangsungan hidup satwa langka badak jawa dan satwa langka lainnya.

Lokasi penelitian termasuk dalam kawasan termasuk hutan alam tropis dataran rendah Kawasan ini berada pada ketinggian antara 0 - 100 mdpl dengan letak geografis 6°30' LS, 102°02' - 105°37'. Vegetasi hutan primer didominasi oleh pohon Kitanjung (*Buchanania arborescens*), Kigiteul

(*Diospyros cauliflora*), Gondang (*Ficus variegata*), Loa (*Ficus* sp), dan Tongtlok (*Firmiana malayana*) Temperatur udara rata-rata 25°-30° C, dengan kelembaban udara dalam hutan 80% - 90%. Curah hujan rata-rata 3200 mm/tahun. Tipe tanah umumnya dari jenis latosol, berpasir dan berhumus dengan keasaman (pH) tanah antara 6-7 dan kelembaban tanah antara 60% - 80% (Dephutbun 2000).

Peta sebaran rayap tanah *Macrotermes* di kawasan hutan alam di Taman Nasional Ujung Kulon dengan ketinggian 0 mdpl sampai 100 mdpl ditemukan total 42 titik dengan total luas pengamatan 67 Ha dengan titik koloni 10 sarang besar, 11 sarang sedang, dan 21 sarang kecil.

Banyaknya jumlah sarang rayap *Macrotermes* dalam suatu kawasan diduga karena kondisi makro dan mikro habitat rayap sesuai dengan kebutuhan rayap *Macrotermes*. Sedangkan besar kecilnya sarang diduga karena kondisi habitat disekitar sarang. Hal ini tergantung dari banyaknya vegetasi sekitar sarang *Macrotermes* yang merupakan makanan rayap. Kawasan dengan vegetasi pohon yang memiliki kayu awet tinggi yang mengandung banyak senyawa toksik yang merupakan hasil dari metabolit sekunder kebanyakan memiliki sarang kecil, sementara kawasan dengan vegetasi pohon yang memiliki kelas kayu awet rendah

kebanyakan memiliki sarang rayap *Macrotermes* ukuran sedang sampai besar.

Faktor lingkungan yang utama mempengaruhi distribusi rayap antara lain temperatur, dan kelembaban, sementara itu faktor lain yang mendukung adalah curah hujan, struktur tanah dan vegetasi (Cookson & Trajstman 2002). Hal ini dapat dimengerti, karena rayap adalah serangga yang memiliki kulit tipis yang rentan terhadap proses dehidrasi oleh angin/udara kering sehingga rayap membutuhkan kelembaban yang stabil.

Suhu berperan dalam distribusi dan aktivitas rayap saat mencari makan. Bilamana suhu permukaan tanah terlalu panas atau terlalu dingin rayap tidak melakukan foraging. (Suiter *et al.* 2000).

B. Karakteristik Morfologi Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen

Karakteristik morfologi rayap kasta prajurit *Macrotermes gilvus* Hagen dari habitat hutan alam di TNGHS pada ketinggian (900-1000 mdpl) dan (600-700 mdpl), C.A.Yanlappa (200-300 mdpl); dan TNUK (0-100 mdpl) masing-masing untuk sarang besar, sedang dan kecil secara ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter Morfologi Kasta Prajurit *Macrotermes* yang berasal dari beberapa lokasi di habitat hutan alam (masing-masing n = 25)

PENGAMATAN		LOKASI					
		TNGHS (900-1000 mdpl)			TNGHS (600-700 mdpl)		
		Besar	Sedang	Kecil	Besar	Sedang	Kecil
PANJANG KEPALA	P.MAYOR	3,42	3,4	3,38	3,49	3,49	3,42
	P.MINOR	1,81	1,79	1,78	1,83	1,82	1,82
LEBAR KEPALA	P.MAYOR	3,01	2,99	2,97	3,08	3,00	2,97
	P.MINOR	1,67	1,60	1,59	1,63	1,62	1,62
PANJANG MANDIBEL	P.MAYOR	1,66	1,67	1,68	1,66	1,66	1,67
	P.MINOR	1,3	1,3	1,25	1,34	1,32	1,33
JUMLAH ANTENE	P.MAYOR	17	17	17	17	17	17
	P.MINOR	17	17	17	17	17	17
PANJANG POSMENTUM	P.MAYOR	2,36	2,36	2,35	2,41	2,39	2,39
	P.MINOR	1,18	1,17	1,25	1,25	1,25	1,25
LEBAR POSMENTUM	P.MAYOR	0,73	0,73	0,73	0,75	0,75	0,76
	P.MINOR	0,43	0,43	0,45	0,45	0,43	0,45
LEBAR PRONOTUM	P.MAYOR	2,37	2,36	2,36	2,46	2,47	2,47
LEBAR MESONOTUM	P.MAYOR	2,26	2,26	2,26	2,35	2,35	2,35
	P.MINOR	0,83	0,91	0,89	0,86	0,86	0,86
LEBAR METANOTUM	P.MAYOR	2,15	2,15	2,15	2,27	2,26	2,27
	P.MINOR	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
PANJANG KEPALA	P.MAYOR	3,52	3,47	3,47	3,48	3,49	3,5
	P.MINOR	1,81	1,92	1,94	1,9	1,89	1,82

Pengukuran morfologi rayap tanah *M. gilvus* Hagen menunjukkan bahwa dalam hubungan kekerabatan, rayap *Macrotermes* di TNGHS ketinggian 900-1000 mdpl pada sarang kecil, sedang dan besar paling dekat kekerabatannya dengan *Macrotermes* TNGHS ketinggian 600-700 mdpl dan TNUK 0-100 mdpl. Sementara itu *Macrotermes* dari Cagar Alam Yanlappa Bogor masuk dalam kelompok tersendiri, tetapi masih termasuk dalam satu species *M. gilvus* Hagen.

Hasil analisis *Hirarchi Cluster* menunjukkan pada kasta prajurit mayor bahwa terdapat satu jenis rayap berdasarkan pengelompokan sembilan parameter secara morfologis, termasuk dalam satu kelompok jenis rayap *M. gilvus* Hagen. Sementara itu, dari hasil identifikasi yang telah dilakukan di Natural History Museum, London menunjukkan hasil yang sama yaitu pada semua lokasi penelitian hanya ditemukan satu species rayap *Macrotermes gilvus* Hagen.

KESIMPULAN

1. Genus *Macrotermes* memiliki sebaran yang luas hampir di 100% lokasi penelitian yaitu ditemukan di Taman Nasional Gunung Halimun Salak dengan ketinggian 600-700 mdpl dan 900-1000 mdpl, Cagar Alam Yanlappa Bogor 200-300, dan Taman Nasional Ujung Kulon 0-100 mdpl.
2. Analisis hubungan kekerabatan antar jenis Genus *Macrotermes* berdasarkan karakter morfologi menunjukkan bahwa di kawasan hutan alam ditemukan 1 jenis rayap dari Genus *Macrotermes* yaitu species *Macrotermes gilvus* Hagen.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai TNGH. 2000a. *Manajemen Stasiun Penelitian Cikaniki, Taman Nasional Gunung Halimun*. Kabandungan: Balai TNGH.
- Balai TNGH. 2000b. *Rencana Pengelolaan Taman Nasional Gunung Halimun 2000-2004. Buku I Rencana Kegiatan Pengelolaan*. Kabandungan: Balai Taman Nasional Gunung Halimun. Departemen Kehutanan dan Perkebunan Direktorat Jenderal Perlindungan dan Konservasi Alam.
- [BPLDH] Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah. 2003. *Penyusunan Atlas Keanekaragaman Hayati Jawa Barat*. Bandung.
- Cookson LJ; Trajstman. 2002. *Termite Survey and Hazard Mapping*. CSIRO Forestry and Forest Products, Private Bag 10, Clayton South, Victoria 3169
- Dephutun, Fahutan IPB. 2000. *Inventarisasi, Identifikasi, dan Pemetaan Potensi Wanafarma*. Propinsi Jawa Barat : Taman Nasional Ujung Kulon, Taman Nasional Gunung Halimun, Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Hutan Lindung Gunung Salak. Bogor.
- Diba F; Nandika D. 1999. *Pengujian Laboratorium Keampuhan Hexaflumuron terhadap Koloni Rayap Tanah Coptotermes curvignathus (Isoptera: Rhinotermitidae)*. [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Koneri R. 2005. *Bioekologi Kumbang Lucanid di Taman Nasional Gunung Halimun Salak*. Disertasi. Program Studi Biologi IPB. Tidak dipublikasikan.
- Haverty MI; Nutting WL. 1976. Environmental Factors Affecting the Geographical Distribution of Two Ecologically Equivalent Termite Species in Arizona *American Midland Naturalist*, Vol. 95, No. 1 (Jan., 1976), pp. 20-27.
- Lee CY. 2002a. Control of Foraging Colonies of Subterranean Termites, *Coptotermes travians* (Haviland) (Isoptera: Rhinotermitidae) in Malaysia using Hexaflumuron Baits. *Sociobiology (USA)* 39: 411 – 416.
- Lee CY. 2002b. Subterranean Termite Pests and Their Control in the Urban Environment in Malaysia. *Sociobiology (USA)* 40: 3 – 9.
- Meyer VW; Crewe RM; Braack LEO. 2003. Estimates of Food Consumption by the Fungus-Growing Termite *Macrotermes natalensis* in South African Savanna-Woodland. *South African Journal of Science* 99.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2003. *Rayap, Biologi dan Pengendaliannya*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Rakhmawati D. 1995. *Prakiraan kerugian ekonomis akibat serangan rayap pada bangunan perumahan di Indonesia*. Skripsi Jurusan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Tidak dipublikasikan.
- Soegianto A. 1994. *Ekologi Kuantitatif. Metode analisis populasi dan komunitas*.
- Sornnuwat Y; Charoenkrung K; Chutibhapakorn S; Vongkaluang C. 1996. *Termite Survey in Secondary Dry Dipterocarp Forest at Srinakarin Dam National Park, Kanchanaburi Province, Western Thailand*. Forest Economic and Forest Products Research Office, Royal Forest Department, Thailand.
- Su NY; Scheffrahn. 2004. Haviland's Subterranean Termite, *Coptotermes havilandi* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). Departemen of Entomology and Nematology, University of Hawaii Florida.
- Suhesti E ; Nandika D. 2003. *Preferensi Makan Rayap Tanah Coptotermes curvignathus Holmgren (Isoptera : Rhinotermitidae) Terhadap Kayu Pinus Termodifikasi Secara Fisis Dan Kimiawi*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.

- Suiter DR; Jones SC; Forschler BT. 2000. *Biology of Subterranean Termites in The Eastern United States*. Bulletin 1209. The Ohio University.
- Tarumingkeng *et al.* 2003-2005. Pengendalian Hama Terpadu Rayap Tanah *Coptotermes* Pada Kawasan Pemukiman Berdasarkan Karakter Genetik di Pulau Jawa. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat-Institut Pertanian Bogor.
- Tarumingkeng *et al.* 2005. Pengendalian Hama Terpadu Rayap Tanah *Coptotermes* Pada Kawasan Pemukiman Berdasarkan Karakter Genetik di Pulau Jawa. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat-Institut Pertanian Bogor.
- Thapa RS. 1981. *Termites of Sabah*. India: Entomology Branch Forest Research Institute and Colleges Dehradun.
- Tho, Y.P. 1992. Termites of Peninsular Malaysia In : Kirton, L.G (Eds). *Malayan Forest Record* no 36. 224 hal. Forest Research Institute, Malaysia, Kepong, Kuala Lumpur.
- UNEP. 2000. *Finding Alternative to Persistent Organic Pollutants for Termite Management*. Stockholm Convention.
- Vongkaluang C; Lee CY; Lenz M. 2007. Challenges to Subterranean Termite Management in Multi-Genera Faunas in South East Asia and Australia. *Sociobiology* (USA) 50: 213 – 221.