

Preferensi Rayap (F:Rhinotermitidae) Terhadap Berbagai Tonggak Pohon Jati (*Tectona grandis*) dan Wangkal (*Albizia procera*) di Kawasan Cagar Alam Bantarbolang, Pemalang, Jawa Tengah

Hena Himawanti*, Imam Widhiono, Hery Pratiknyo

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122

* Email : hhimawanti@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 16/08/2019

Disetujui : 03/11/2019

Abstract

Termites make wood as a food source as well as a place to stay (shelter). In the forest, there are many wooden poles as a food source for termites. Termites will be faced with many food choices so that termites will choose the most preferred type of food. The purpose of this study was to determine the presence of the termites *Schedorhinotermes javanicus* (Rhinotermitidae family) on Teak Tree (*Tectona grandis*) and Wangkal (*Albizia procera*) stakes in the Bantarbolang Pemalang Nature Reserve, Central Java. This study uses a survey method with sampling techniques arranged with a Randomized Group Design (RBD) pattern. As the main plot is the depth of entry of the forest (0 m, 50 m, 100 m, 150 m and 200 m) from the edge of the forest, while the replication as well as blocks are in the form of milestone age groups since cutting. Termite specimens were taken on teak (*Tectona grandis*) and Wangkal (*Albizia procera*) stems that were found in an area of 0 m to 200 m from the edge of the forest. With regard to the age of the milestone since cutting trees. The results showed no significant effect on the age of the milestone and the distance of the milestone from the edge of the forest with the presence of termites *S. javanicus* on Teak wood (*Tectona grandis*) and Wangkal (*Albizia procera*).

Keywords: Bantarbolang Nature Reserve, *Schedorhinotermes javanicus*, Presence.

Abstrak

Rayap menjadikan kayu sebagai sumber makanan sekaligus sebagai tempat tinggal (*shelter*). Di hutan, terdapat banyak tonggak kayu sebagai sumber makanan rayap. Rayap akan dihadapkan pada banyak pilihan makanan sehingga rayap akan memilih tipe makanan yang paling disukai. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kehadiran rayap *Schedorhinotermes javanicus* (familia Rhinotermitidae) pada Tonggak Pohon Jati (*Tectona grandis*) dan Wangkal (*Albizia procera*) di Cagar Alam Bantarbolang Pemalang, Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode *survey* dengan teknik sampling diatur dengan pola Rancangan Acak Kelompok (RAK). Sebagai plot utama adalah kedalaman masuk hutan (0 m, 50 m, 100 m, 150 m dan 200 m) dari tepi hutan, sedangkan ulangan sekaligus blok berupa kelompok umur tonggak sejak pemotongan. Spesimen rayap diambil pada tonggak kayu Jati (*Tectona grandis*) dan Wangkal (*Albizia procera*) yang terdapat pada area 0 m sampai 200 m dari tepi hutan. Dengan memperhatikan umur tonggak sejak pemotongan pohon. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari umur tonggak dan jarak tonggak dari batas tepi hutan dengan kehadiran rayap *S. javanicus* pada tonggak kayu Jati (*Tectona grandis*) dan Wangkal (*Albizia procera*).

Kata kunci: Cagar Alam Bantarbolang, *Schedorhinotermes javanicus*, Kehadiran.

PENDAHULUAN

Rayap merupakan mesofauna tanah utama di kawasan tropis. Rayap memiliki peran penting dalam proses dekomposisi, proses perputaran unsur hara dan pelepasan karbon pada ekosistem daratan (Pribadi, 2009). Rayap memiliki kemampuan distribusi yang luar biasa dalam suatu ekosistem. Mulai dari hutan, padang rumput dan bahkan sampai ke area urban (Abe & Higashi, 1991). Terdapat tiga familia rayap di wilayah Indonesia yaitu Kalotermitidae, Rhinotermitidae, dan Termitidae (Hadi & Singgih, 2006). Familia Termitidae merupakan familia dengan jumlah anggota spesies tertinggi (Kambhampati &

Eggleton, 2000). Di Indonesia, familia Rhinotermitidae menjadi rayap dengan jumlah anggota terbesar setelah familia Termitidae. Familia Rhinotermitidae serta sebagian anggota dari familia Termitidae termasuk dalam kelompok rayap tanah (subteranean termites). Rayap subteranean adalah golongan rayap yang bersarang di dalam tanah dan yang membangun liang-liang kembara yang menghubungkan sarang dengan benda yang diserangnya (Nandika *et al.*, 2003).

Rayap merupakan perombak utama area hutan dan memperoleh sebagian besar makannya dari pohon-pohon yang telah tumbang dan cabang-cabang, serta tunggak dan akar yang mati. Rayap

ini menjadikan kayu sebagai sumber makanan sekaligus sebagai tempat tinggal (shelter). Di hutan, terdapat banyak tonggak kayu sebagai sumber makanan rayap. Tonggak kayu dalam hutan berfungsi secara tidak langsung sebagai perisai (buffer) terhadap serangan rayap pada pohon produksi utama. Menurut Nandika *et al.* (2003) status rayap yang berubah menjadi hama disebabkan tidak adanya makanan alternatif dalam hutan. Kasus serangan rayap pada perkebunan kayu putih di Gunung Kidul Yogyakarta dan Jasinga Tasikmalaya di tahun 1976 merupakan contoh nyata berubahnya status rayap. Rayap akan dihadapkan pada banyak pilihan makanan sehingga rayap akan memilih tipe makanan yang paling disukai dan sumber makanan yang lainnya ditinggalkan (Subekti, 2012).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kehadiran rayap pada tonggak kayu adalah komponen kimia kayu tersebut seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan adanya zat ekstraktif. Keawetan kayu secara alami ditentukan oleh jenis dan banyak zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap organisme perusak kayu (Cahyono, 2012). Menurut Sudarmadi (2013) kandungan zat ekstraktif di dalam kayu memang sangat kecil dibandingkan dengan kandungan selulosa, hemiselulosa maupun lignin, akan tetapi pengaruhnya cukup besar terhadap sifat kayu dan sifat pengolahannya, antara lain yang sangat penting adalah pengaruhnya terhadap keawetan kayu.

Penelitian ini dititikberatkan pada dua jenis tonggak kayu yaitu Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*). Penggunaan kayu Jati (*T. grandis*) Wangkal (*A. procera*), disebabkan kedua jenis tonggak tersebut merupakan tonggak yang paling dominan, dimulai dari tepi hutan sampai masuk ke dalam hutan atau dalam rentang 0 m sampai dengan 200 m masuk ke dalam hutan.

Dalam penggunaannya sebagai bahan bangunan kayu Jati (*T. grandis*) diketahui memiliki kelas keawetan kayu tingkat II dan memiliki kadar zat ekstraktif yang cukup tinggi sehingga kayu jati tidak mudah didegradasi oleh rayap, sehingga kurang disukai oleh rayap, sementara kayu Wangkal (*A. procera*) dalam skala bahan bangunan termasuk dalam kelas awet V yang artinya tidak awet dan relatif disukai oleh rayap dengan kadar zat ekstraktif yang rendah (Muslich dan Sri, 2011). Hal yang tidak banyak diungkapkan adalah bagaimanakah bila pohon Jati dan Wangkal tersebut tersedia bukan sebagai bahan bangunan, namun dalam bentuk tonggak di hutan. Seperti sudah disinggung di atas ketersediaan tonggak pohon secara tidak langsung mengalihkan serangan rayap dari tujuan serangan pada pohon produksi utama, sehingga sangat menguntungkan.

Kondisi lingkungan di habitat tepi hutan atau 0 m memiliki karakteristik yang berbeda dengan kondisi lingkungan di dalam hutan atau pada jarak 200 m. Dampak yang ditimbulkan akibat semakin dalam masuk ke hutan terhadap rayap dikenal dengan istilah efek tepi (*edgeeffect*) (Kabelen dan Warpur, 2009). Efek tepi sering muncul pada batas-batas interaktif antara jenis habitat yang berbeda (Langhans & Tockner, 2014). Efek tepi bisa berdampak serius pada keanekaragaman dan komposisi spesies, komunitas dinamika, fungsi ekosistem, dan interaksinya termasuk di dalamnya rayap (Menke *et al.*, 2012).

Salah satu kawasan hutan lindung dengan efek tepi ini adalah kawasan Cagar Alam Bantarbolang. Cagar Alam Bantarbolang berbatasan langsung dengan jalan raya. Cagar Alam Bantarbolang merupakan suatu kawasan hutan konservasi yang terletak di Desa Kebon Gede, Kecamatan Bantarbolang, Kabupaten Pemalang. Cagar alam ini terletak pada ketinggian 100 m dpl dengan suhu harian antara 260-280C, dengan kelembabpan 77-85%. Kawasan ini didominasi oleh pohon Jati (*T. grandis*). Tumbuhan lain yang ada selain Jati adalah Weru/Wangkal (*A. procera*), Rengas (*Glutarenghas*), Putat (*Barringtoniacutangula*), Penggung (*Barringtoniaracemos*), Wuni (*Antidesma buni*), Gamprit (*Terminalia edulis*), Sintok Ande-andean (*Antidesmatetrandum*), Laban (*Vitexpubescens*), Jonglot (*Erigeronlinifolius*), Dluwak (*Grewiapaniculata*) dan Benda (*Artocarpuselastica*) (BKSDA Jateng, 2004).

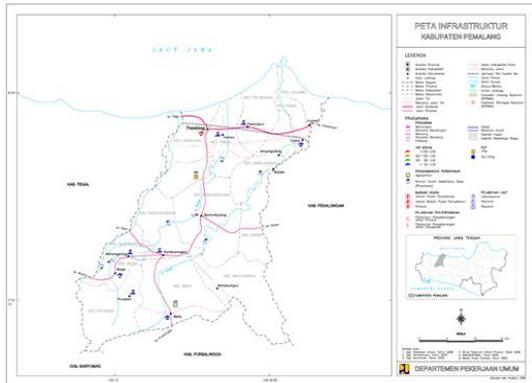
Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kehadiran rayap *Schedorhinotermes javanicus* (Familia Rhinotermitidae) pada Tonggak Pohon Jati (*Tectonagrandis*) dan Wangkal (*Albiziaprocera*) di Cagar Alam Bantarbolang Pemalang, Jawa Tengah. Diharapkan penelitian ini dapat menjawab kehadiran rayap *S. javanicus* pada tonggak Jati dan Wangkal. Dengan demikian fungsi secara tidak langsung tonggak pohon Jati (*Tectonagrandis*) dan Wangkal (*Albiziaprocera*) dalam mencegah serangan rayap terhadap pohon produksi utama yaitu pohon Jati (*Tectonagrandis*) dapat diketahui dengan lebih baik.

MATERI DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah botol vial, sendok, pinset, plastik, kamera, *stopwatch*, altimeter, termometer, higrometer, *soil tester*, mikroskop, label, gunting, buku, pulpen, *object glass*, tisu, *gloves*, dan meteran, sedangkan bahan penelitian yang digunakan adalah spesimen rayap kasta prajurit yang telah didapat dan alkohol 70%.

Penelitian dilakukan di kawasan Cagar Alam Bantarbolang Desa Kebon Gede, Kecamatan Bantarbolang, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah. Letak geografis 6°50'–7°10' LS dan 109°15'–

109°30" BT (Gambar 1). Identifikasi rayap dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi Fakultas Biologi UNSOED. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2019 hingga Maret 2019.



Gambar 1. Peta Lokasi Cagar Alam Bantarbolang

Variabel yang diamati yaitu kehadiran rayap *S. javanicus* pada tonggak kayu Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*) pada jarak 0 m, 50 m, 100 m, 150 m dan 200 m dari tepi hutan, dan umur tonggak pohon 3 tahun, 5 tahun, 7 tahun dan 9 tahun, di kawasan Cagar Alam Bantarbolang Pemalang. Parameter yang diukur yaitu jumlah individu rayap *S. javanicus* pada tonggak dalam rentang 0-200 m dari tepi hutan. Adapun parameter pendukung berupa temperatur, pH tanah, kelembapan udara, intensitas sinar matahari, ketinggian dan curah hujan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *survey*. Pengambilan sampel rayap menggunakan teknik sampling yang diatur mengikuti pola RAK (Rancangan Acak Kelompok). Spesimen rayap diambil pada tonggak kayu Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*) yang terdapat pada area 0 m sampai 200 m dari tepi hutan, pada tonggak Jati dan Wangkal masing-masing berumur 3, 5, 7 dan 9 tahun. Setiap interval 50 m dicatat tonggak kayu Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*) yang terserang rayap kemudian rayap kasta prajurit diambil untuk identifikasi, sedangkan jumlah individu rayap dihitung dan disimpan dalam botol vial berisi alkohol 70%.

Identifikasi menggunakan rayap kasta prajurit karena rayap kasta ini memiliki bentuk kepala dan mandibula yang khas untuk membedakannya dengan spesies lain. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Parasitologi Fakultas Biologi UNSOED. Rayap diletakkan diatas milimeter blok kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Identifikasi dilakukan secara deskriptif dengan mengamati karakter tubuh rayap diantaranya panjang tubuh, panjang kepala, lebar kepala, panjang mandibula, bentuk mandibula dan jumlah

segmen antena. Identifikasi mengacu pada buku identifikasi Ahmad (1958) dan Tho (1992).

Pengamatan faktor lingkungan dilakukan dengan mengukur pH tanah menggunakan pH meter atau *soil tester*, suhu dengan *thermometer*, kelembapan udara dengan *thermohygrometer*, intensitas cahaya dengan *lux meter* dan tutupan kanopi dihitung dengan cara menghitung jumlah tegakkan yang menaungi.

Hasil identifikasi dimasukkan kedalam tabulasi data. Analisis data menggunakan uji-F (ANOVA) pada tingkat ketelitian 95% dan 99%. Apabila terdapat perbedaan yang nyata atau sangat **nyata** dilanjutkan dengan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data menggunakan uji F pada Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*) menunjukkan bahwa nilai signifikansi adalah $> 0,05$, yang artinya umur tonggak dan efek tepi hutan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kehadiran rayap *S. javanicus* pada tonggak kayu tersebut.

Kasta prajurit dari rayap *S. javanicus* yang ditemukan memiliki ciri-ciri tubuh berwarna kuning kecoklatan, antena berjumlah 15-17, rata-rata panjang keseluruhan tubuh 6 – 8 mm, lebar kepala 1,5 – 2 mm, panjang kepala 2 mm, panjang mandibula 1 mm serta bentuk mandibula melengkung. Menurut Rismayadi (1999), bahwa spesies *S. javanicus* merupakan spesies yang banyak ditemukan di seluruh wilayah pulau Jawa terutama di ketinggian di bawah 1000 mdpl sementara Cagar Alam Bantarbolang terletak pada ketinggian 100 mdpl. Selain di pulau Jawa, spesies ini juga bisa ditemukan di Kalimantan (Jones, 2000) dan Sumatera (Gathorne-Hardy *et al.*, 2001). Spesies ini juga memiliki daya jelajah yang luas. *S. javanicus* memiliki daya jelajah yang luas yaitu mencapai 295 m dari sarangnya (Haneda & Fimansyah, 2012).



Gambar 2. Rayap *Schedorhinotermes javanicus* kasta prajurit

Rayap *S. javanicus* memiliki preferensi makan berupa tonggak kayu yang telah mati dan tua. Hal ini sesuai dengan kategori preferensi makanan menurut Donovan *et al.* (2000) bahwa

rayap *S. javanicus* ini termasuk dalam *Group I*, yaitu kelompok pemakan kayu mati (*wood-feeder*). Hal ini diperkuat dengan ditemukannya spesies rayap ini pada saat sampling berada di tonggak kayu yang telah mati dan lapuk. Temuan ini juga sesuai dengan pernyataan Roonwal (1970) bahwa spesies *S. javanicus* ini umumnya ditemukan pada

batang kayu atau tonggak kayu mati di hutan. Genus *Schedorhinotermes* merupakan rayap tingkat rendah dan berdasarkan *feeding habits* masuk kedalam kelompok 1 (pemakan material kayu pohon mati), sehingga genus rayap ini mudah ditemukan (Fazly *et al.*, 2005).

Tabel 1. Jumlah Individu Rayap *S. javanicus* pada Tonggak Pohon Jati (*Tectona grandis*)

Jarak (meter)	Tonggak Jati Umur 5 Th	Tonggak Jati Umur 7 Th	Tonggak Jati Umur 3 Th	Tonggak Jati Umur 9 Th
0-50	0	0	0	15
51-100	0	0	3	0
101-150	0	13	0	0
151-200	10	0	9	0

Tabel 2. Jumlah Individu Rayap *S. javanicus* pada Tonggak Pohon Wangkal (*Albizia procera*)

Jarak (meter)	Wangkal umur tonggak 5 th	Wangkal umur tonggak 7 th	Wangkal umur tonggak 3 th	Wangkal umur tonggak 9 th
0-50	0	0	0	0
51-100	0	0	0	0
101-150	0	0	14	0
151-200	0	0	0	6

Berdasarkan Tabel 1 dan 2, kehadiran rayap *S. javanicus* lebih banyak ditemukan pada tonggak kayu Jati (*Tectona grandis*) dibandingkan tonggak kayu Wangkal (*Albizia procera*). Hal ini dapat terjadi diduga karena tonggak kayu Jati (*T. grandis*) tersebut telah lama usianya sehingga kadar zat ekstraktif yang terdapat di tonggak kayu Jati tersebut lebih kecil kadarnya dibandingkan dengan kadar zat ekstraktif pada tonggak kayu Wangkal (*A. procera*). Sinyalemen ini sesuai pendapat Subekti (2012) yang menyatakan bahwa semakin lama usia kayu tersebut setelah ditebang, maka semakin turun kandungan dan konsentrasi senyawa-senyawa alami dalam kayu tersebut. Hal ini menyebabkan zat ekstraktif yang terdapat dalam kayu tersebut ikut menurun sehingga sangat menguntungkan bagi organisme perusak kayu seperti rayap, sebab kondisi tonggak semakin lapuk (Gambar 2). Sudiana (1983) menyatakan bahwa kekhasan jenis-jenis kayu mempengaruhi perilaku rayap, pada saat rayap memakan sumber makanan dan terasa adanya zat ekstraktif maka rayap akan berpindah ke bagian lain atau mencari sumber makanan lain. Hal ini diduga yang mendorong rayap untuk berpindah menuju sumber makanan dengan kadar zat ekstraktif yang lebih rendah yaitu tonggak kayu Jati (*T. grandis*).

Hal tersebut juga diperkuat oleh pernyataan Wibisono *et al.* (2018), bahwa jenis kayu yang mempunyai zat ekstraktif sangat tinggi (>4%) ternyata memiliki keawetan kayu yang sangat rendah (kelas V). Zat ekstraktif pada kayu pasang taritih (*Lithocarpus elegans*) termasuk sedang (3,55%) akan tetapi kelas keawetannya cukup tinggi (kelas II). Menurut klasifikasi komponen



Gambar 3. Tonggak kayu (a) Jati (*T. grandis*) dan (b) Wangkal (*A. procera*)

kimia kayu, jenis kayu yang mempunyai kadar ekstraktif >4% masuk ke dalam kelas tinggi, sedangkan kadar ekstraktif 2% – 4%, masuk dalam kelas sedang dan kadar ekstraktif <2% termasuk ke dalam kelas rendah (Sokanandi *et al.*, 2014). Hal ini semakin memperkuat bahwa keawetan kayu yang disebabkan organisme perusak tidak dijamin oleh banyaknya kadar ekstraktif yang dikandung kayu tersebut. Wibisono *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa keawetan kayu terhadap organisme perusak kayu (OPK) terutama di lapangan tidak selalu berkorelasi dengan kandungan kimia dalam kayu, namun juga dipengaruhi umur pohon, lingkungan (iklim, suhu dan kelembapan), predator, serasah, dan tipe tanah.

Efek tepi juga diduga berpengaruh terhadap kehadiran rayap pada tonggak kayu. Hal ini disebabkan efek tepi berpengaruh terhadap kondisi fisik (faktor abiotik) dalam hutan seperti air, angin, kelembapan dan pancaran sinar matahari. Faktor abiotik tersebut secara langsung akan mempengaruhi kondisi tonggak kayu yang menjadi sumber makanan sekaligus tempat tinggal (*shelter*) bagi rayap. Sehingga efek tepi tidak

hanya menyebabkan perubahan terhadap kondisi fisik (abiotik) pada hutan tetapi juga terhadap faktor biotik seperti rayap. Hal ini sesuai pernyataan Murcia (1995), bahwa kehadiran efek tepi dalam sebuah ekosistem biasanya terjadi dalam bentuk perubahan komposisi spesies, kepadatan spesies, dan perubahan kondisi lingkungan.

Faktor lingkungan juga menjadi pendukung terhadap kelangsungan hidup rayap dalam lingkungan mikronya yaitu tonggak kayu. Faktor lingkungan yang menentukan kehadiran rayap pada tonggak kayu antara lain temperatur, pH tanah, kelembapan, intensitas cahaya dan tutupan kanopi (Tabel3).

Tabel 3. Pengukuran Faktor Lingkungan di Cagar Alam Bantarbolang

Sampling ke-	Suhu(⁰ C)	Kelembaan (%)	pH tanah	Intensitas cahaya (lux)	Tutupan kanopi (%)
1	31	70	5,3	12000	50,6
2	29	71	5,1	10000	46,7
3	28	73	4,9	8200	54,3

Penambahan asam humat pada media tanam zeolit mampu meningkatkan pertumbuhan tetapi tidak dapat meningkatkan kandungan vitamin C pada tanaman kangkung darat dan Konsentrasi asam humat yang paling berpengaruh untuk meningkatkan pertumbuhan pada tanaman kangkung darat yaitu pada konsentrasi 4 g.kg⁻¹ Menurut Lee & Wood (1971), faktor yang mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman rayap yaitu suhu, ketinggian, vegetasi tumbuhan dibawah, intensitas cahaya dan ketersediaan makanan. Ketinggian memiliki pengaruh terhadap keanekaragaman dan kelimpahan rayap. Menurut Rodriguez & Baz (1995), ketinggian yang rendah berdampak pada keanekaragaman dan kelimpahan rayap yang rendah. Hal ini disebabkan pada ketinggian yang rendah (700-800 mdpl) banyak terjadi gangguan manusia yang menyebabkan penurunan jumlah keanekaragaman serta kelimpahan rayap dibandingkan dengan ketinggian sedang (900-1000 mdpl). Hal tersebut sesuai dengan penelitian ini dimana Cagar Alam Bantarbolang ini terletak di ketinggian 100 mdpl hanya ditemukan satu spesies rayap yaitu *S. javanicus*. Temperatur merupakan faktor yang mempengaruhi aktivitas, perkembangan, dan perilaku rayap. Tiap spesies rayap memiliki batas temperatur yang berbeda-beda. Pada umumnya antara 26-35°C dan temperatur optimum untuk perkembangan rayap sekitar 26°C (Martini, 1975). Temperatur pada saat pengambilan sampel yaitu 28°C-31°C. Temperatur tersebut masih umum untuk perkembangan rayap. Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa pH tanah di lokasi penelitian berada pada rentang 4,9 hingga 5,3. Berdasarkan klasifikasi kemasaman, kisaran pH tersebut tergolong dalam kelas masam. Kondisi ini kurang mendukung bagi perkembangan rayap karena pada tanah yang derajat kemasamannya (pH) tergolong sangat masam menyebabkan unsur hara sulit untuk diserap tanaman dan dapat mempengaruhi perkembangan rayap (Rusdiana & Lubis, 2012).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan uraian di atas, maka penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kehadiran spesies *S. javanicus* pada tonggak kayu Jati (*T. grandis*) dan Wangkal (*A. procera*) di Cagar Alam Bantarbolang tidak dipengaruhi oleh umur tonggak kayu dan jarak tonggak dari batas tepi hutan.

DAFTAR REFERENSI

- Abe, T. dan Higashi, M., 1991. Cellulose Centered Perspective on Terrestrial Community Structure. *Oikos*, 60(1), pp. 127-133.
- Ahmad, M. 1958. *Key to Indomayan Termites Biologi Volume 4*, India: s.n.
- Baker, W.L., dan Dillon, G.K., 2000. Plant and vegetation responses to edges in the southern Rocky Mountain. In: Knight, R.L., Smith, F.W., Buskirk, S.W., Romme, W.H., Baker, W.L. (Eds.), *Forest Fragmentation in the Southern Rocky Mountains*. University Press of Colorado, Boulder, CO, pp. 221-245.
- Bignell, D. E. dan Eggleton, P., 2000. *Termites in Ecosystems. In Termites : Evolution, Sociality, Symbiosess, Ecology*. Dordecht: Kluwer Academic Publisher, pp. 363-387.
- Cahyono, T. D., 2012. Beberapa Sifat Kimia dan Keawetan Alami Kayu Samama (*Antocephalus macrophylus* Roxb.) Terhadap Rayap Tanah. *Jurnal Fakultas Pertanian*, Universitas Darusalam Ambon.
- Donovan, S. E., Jones, D. T., Sands, W. A., dan Eggleton, P., 2000. Morphological Phylogenetics of Termites. *Biol J Linn Soc*, 70, pp. 467-513.
- Elzinga, RJ. 2004. *Fundamental of Entomology. Ed. Ke-6*. New Jersey: Pearson Educ.
- Fardila, D., & Sutomo. 2011. Species Composition and Interspecific Association of Plants in Primary Succession of Mount Merapi, Indonesia. *Biodiversitas*, 12(4), pp. 212-217.
- Faszly, R., Idris, A. B., dan Sajap, A. S., 2005. Termites (Insecta: Isoptera) Assemblages

- from Sungai Bebar Peat Swamp Forest, Pahang. Biodiversity Expedition Sungai Bebar, Pekan, Pahang, 4, pp. 137-140.
- Gathorne-Hardy, F. J., Syaokani., dan Eggleton, P., 2001. The Effects of Altitude and Rainfall on the Composition of the Termites (Isoptera) of the Leuser Ecosystems (Sumatra, Indonesia). *J Tropic Ecol*, 17, pp. 379-393.
- Gullan, P.J., dan Cranston, P.S., 1999. *The Insect An Outline of Entomology. Edisi Ke-2*. Oxford: Blackwell Sci
- Hadi, U.K. dan Singgih, Sigit H., 2006. *Hama Pemukiman Indonesia: Pengenalan, Biologi dan Pengendalian*. Bogor: Unit Kajian Pengendalian Hama Pemukiman Fakultas Kedokteran Hewan Bogor.
- Haneda, N. F. Dan Firmansyah, A. 2012. Keanekaragaman Rayap Tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2(3), pp. 92-96.
- Jateng, BKSDA., 2004. *Buku Informasi Kawasan Konservasi*. Pemalang : BKSDA Jateng.
- Jones, D. T., dan Eggleton, P., 2000. Sampling Termite Assemblages in Tropical Forests: Testing a Rapid Biodiversity Assessment Protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37, pp. 191-203.
- Kabelen, F. dan M. Warpur. 2009. Struktur, Komposisi jenis pohon dan nilai ekologi vegetasi kawasan hutan di Kampung Sewan Distrik Sarmi, Kabupaten Sarmi. *Jurnal Biologi Papua*, 1 (2), pp. 72-80
- Kambhampati, S., dan Eggleton, P., 2000. Taxonomy and phylogeny of termites. Di dalam: Abe T, Bignell DE, Higashi M. 2000. *Termites Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic. pp. 1-23.
- Lee, K. E. dan Wood, T. G. 1971. *Termites and Soil*, London: Academic Press.
- Martini. 1975. *Mengenal Hama Tanaman Kayu Putih*. Jakarta: Universitas Nasional Jakarta.
- Murcia C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *TREE*, 10 (2), pp. 58-62.
- Muslich, Mohammad dan Sri, Ruliaty. 2011. Kelas Awet 15 Jenis Kayu Andalan Setempat terhadap Rayap Kayu Kering, Rayap Tanah dan Penggerek di Laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(1), pp. 67-77.
- Nandika, D., Rismayadi, Y., dan Diba, F., 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya. Edisi Kedua*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Pribadi, T. 2009. Keanekaragaman Komunitas Rayap pada Tipe Penggunaan Lahan yang Berbeda Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Purnomo, H., Sulistyantara, B., dan Gunawan, A., 2013. Peluang Usaha Ekowisata di Kawasan Cagar Alam Pulau Sempu, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(4), pp. 247-263.
- Rodriguez, J.F. Sanchez dan Baz, A., 1995. The Effects of Elevation on the Butterfly Communities of a Mediterranean Mountain, Sierra de Javalambre, Central Spain. *Journal of the Lepidopterists Society*, 49(3), pp. 192-207.
- Roonwal, M.L. 1970. Termites of the Oriental Region. Di dalam: Krishna K, Weesner FM, editor. *Biology of Termites*, 2, pp. 315-391.
- Rusdiana, O., & Lubis R.S., 2012. Pendugaan Korelasi Antara karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (Carbon Stock) Pada Hutan Sekunder. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1), pp. 14-21.
- Sokanandi, A., Pari, G., Setiawan, D., & Saepuloh., 2014. Komponen kimia sepuluh jenis kayu kurang dikenal: Kemungkinan penggunaan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(3), pp. 209-220.
- Subekti, Niken., 2012. Biodeteriorasi Kayu Pinus (*Pinus merkusii*) oleh Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae). *Bioteknologi*, 9(2), pp. 57-65.
- Sudarmadi, B., 2013. Uji Aktivitas Anti Jamur Ekstrak Minyak Kayu Sindur (*Sindora wallichii* Benth) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Schizophyllum commune* Fries. *Jurnal Fakultas Hutan Lestari*, 1(2), pp. 190-198
- Tarumingkeng, R.C. 1971. Biologi dan Pengendalian Rayap Perusak Kayu. *LPPK 138*.
- Tho, Y.P., 1992. Termites of Peninsular Malaysia. In: L. G. Kirton, ed. *Kuala Lumpur, Malaysia: Malayan Forest Record*, pp. 224.
- Triplehorn, Charles A. dan Johnson, N. F., 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Thomson Brooks/Cole (Seven Edition).
- Weins, J. A., 1992. What is landscape ecology, really?. *Landscape Ecol.* , pp. 149-50.
- Wibisono, Heru S., Jasni & Arsyad, Wa Ode M., 2018. Komposisi Kimia dan Keawetan Alami Delapan Jenis Kayu di Bawah Naungan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(1), pp. 59-65.
- Zuhri, M., & Sulistyawati, E., 2007. Pengelolaan Perlindungan Cagar Alam Gunung Papandayan. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 28(4), pp. 579- 588