

Formulasi Umpan dari Campuran Kayu Terdegradasi dan Kertas Limbah untuk Pengendalian Rayap

(Bait Formulations from the Mixture of Degraded Wood and Wastepaper for Termite Control)

Musrizal Muin*, Astuti Arif, Sitti Nuraeni, Wa Ode F Zohra

Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Makassar 90245

*Penulis korespondensi: musrizal@unhas.ac.id

Abstract

The bait formulation from the mixture of organic wastes for termite (*Coptotermes* sp) control was evaluated in laboratory and field tests. Four formulations were prepared by equally mixing based on dried weights, i.e. the mixture of degraded pine wood and HVS wastepaper, degraded pine wood with HVS and newsprint wastepaper, degraded pine wood with HVS and cardboard wastepaper, and the mixture of degraded pine wood with HVS, newsprint, and cardboard wastepaper. Boiled soybean water was used as an additional substance of the formulation. The termite survival rate and food transfer were evaluated using no-choice test. The food transfer was studied using test samples dyed with 0.1% Nile Blue A. The food formulations were also subjected to field test for six weeks to evaluate the termite attacks. The results showed that the highest food transfer efficiency was found for degraded pine wood and HVS wastepaper formulation, however, the survival rate was not significantly different among the formulations. The field test proved that the mixture formulation of degraded pine wood with HVS and cardboard wastepaper as well as that of degraded pine wood with HVS, newsprint, and cardboard wastepaper were attacked by termites to the failure level.

Keywords: bait formulation, *Coptotermes* sp., food transfer efficiency, survival rate, termite control

Abstrak

Pengembangan sistim pengendalian rayap (*Coptotermes* sp) dengan memanfaatkan umpan dari campuran beberapa limbah organik telah dilakukan melalui uji di laboratorium dan lapangan. Empat formulasi umpan dari beberapa jenis limbah bahan organik dibuat dengan proporsi seimbang berdasarkan berat keringnya, yaitu campuran kayu pinus terdegradasi dan limbah kertas HVS, kayu pinus terdegradasi ditambah limbah kertas HVS dan koran, kayu pinus terdegradasi ditambah limbah kertas HVS dan kardus, dan kayu pinus terdegradasi ditambah limbah kertas HVS, koran, dan kardus. Air rebusan kedelai ditambahkan untuk menambah nutrient dan pengaturan kadar air dari formulasi umpan. Pengukuran kelangsungan hidup rayap dan transfer makanannya dilakukan dengan uji "no-choice". Transfer makanan oleh rayap dimonitor menggunakan sampel uji yang telah diwarnai Nile Blue A 0,1%. Uji lapangan juga dilakukan selama enam minggu untuk mengevaluasi derajat serangan rayap. Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa transfer makanan oleh rayap tertinggi dijumpai pada formulasi umpan campuran kayu pinus terdegradasi dan limbah kertas HVS, akan tetapi, tingkat kelangsungan hidup rayap pada semua formulasi umpan berbeda tidak nyata. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa campuran kayu pinus terdegradasi dengan limbah kertas HVS dan kardus serta campuran kayu pinus terdegradasi dengan limbah kertas HVS, koran, dan kardus diserang rayap hingga hancur.

Kata kunci: *Coptotermes* sp, efisiensi transfer makanan, formulasi umpan, keberlanjutan hidup, pengendalian rayap

Pendahuluan

Rayap tanah telah dikenal sebagai serangga yang tidak hanya mampu merusak bangunan kayu, tetapi juga melakukan aktivitas yang memiliki pengaruh nyata terhadap perbaikan tipologi tanah, baik secara fisik maupun kimia. Tantangan yang muncul adalah bagaimana keberadaan organisme tersebut dapat dikontrol agar aktivitasnya sesuai dengan tujuan yang diinginkan, baik untuk perlindungan bangunan maupun untuk perbaikan produktivitas lahan. Salah satu teknologi yang berkembang dan menguasai pasar komersil dalam pengendalian rayap pada bangunan adalah penggunaan “*bait system*” (Rust & Su 2012). Sistem tersebut menggunakan umpan makanan dengan penambahan insektisida yang memiliki sifat racun *low action* untuk memungkinkan terjadinya distribusi makanan dari sumber umpan tersebut ke seluruh anggota koloni rayap. Sistem ini dapat menyebabkan koloni rayap yang menyerang struktur kayu bangunan menjadi musnah. Pada dasarnya, sistem ini dapat pula ditujukan untuk pengendalian rayap bagi perbaikan sifat-sifat lahan dengan menggunakan sumber makanan sebagai umpan dengan daya tarik tinggi tanpa penambahan bahan beracun. Dengan demikian, rayap dapat melakukan aktivitas yang di samping memperbaiki aerasi tanah juga dapat menghasilkan produk *biogenic* yang memberikan kontribusi pada peningkatan kadar hara tanah (Muin *et al.* 2013).

Usaha pengendalian rayap tanah dengan sistem bait seperti dikemukakan di atas menuntut pentingnya formulasi umpan/ bait sebagai penarik (*attractants*). Pentingnya formulasi atau

produk umpan untuk pengendalian rayap telah menjadi perhatian banyak peneliti (Rojas *et al.* 2003, Martin & Richardson 2007, Eger *et al.* 2012). Penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan dan mengevaluasi penggunaan campuran limbah organik berupa kayu terdegradasi dan kertas limbah sebagai bahan *attractants* melalui uji laboratorium dan uji lapangan. Uji laboratorium dilakukan untuk mengamati efisiensi transfer formulasi umpan tersebut oleh rayap *Coptotermes* sp. dan kelangsungan hidupnya (*termite survival rate*). Sedangkan uji lapangan dilakukan untuk mengevaluasi derajat serangan rayap terhadap formulasi umpan yang diberikan.

Bahan dan Metode

Persiapan bahan

Bahan yang digunakan adalah berupa kayu pinus terdegradasi, kertas HVS limbah, kertas koran limbah, kertas karton limbah, dan air rebusan kacang kedelai. Semua limbah kertas berasal dari kantor di Universitas Hasanuddin yang dihancurkan dengan menggunakan *high-power blender*. Bahan limbah tersebut, dalam jumlah yang seimbang berdasarkan berat kering ovennya, dicampur sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya (Muin *et al.* 2013). Formulasi tersebut adalah campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS, campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS dan koran limbah, campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS dan karton limbah, serta campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS, koran, dan karton limbah. Air rebusan

kacang kedelai yang dihasilkan dari perebusan kacang kedelai seberat 400 g dengan air sebanyak 6000 ml selama sekitar satu jam disiapkan sebagai bahan tambahan untuk memberikan kadar air 50-60% pada sampel uji.

Pembuatan contoh uji

Setiap formulasi umpan dibuat contoh uji dengan dua ukuran yang berbeda untuk masing-masing tujuan pengujian, di laboratorium dan di lapangan, tetapi dengan target kerapatan yang sama ($0,5 \text{ g cm}^{-3}$). Untuk tujuan uji laboratorium, contoh uji dibuat dengan ukuran $(2 \times 2 \times 1) \text{ cm}^3$, sedangkan untuk tujuan uji lapangan, contoh uji dibuat dengan ukuran $(2 \times 2 \times 2) \text{ cm}^3$. Perbedaan ukuran tersebut didasarkan pada kesesuaiannya dengan kapasitas alat laboratorium dan desain unit pengumpanan di lapangan.

Pengamatan laboratorium

Pengamatan laboratorium dilakukan untuk mengetahui efisiensi transfer makanan dan kelangsungan hidup rayap pada setiap formulasi contoh uji yang telah dibuat. Untuk tujuan tersebut, rayap *Coptotermes sp.* dikoleksi dari lapangan sekitar kampus Universitas Hasanuddin, Makassar dengan cara pengumpanan menggunakan potongan kayu dan kertas karton. Koleksi rayap yang diperoleh bersama dengan sumber makanan umpannya kemudian dimasukkan dalam kontainer plastik dan dibawa ke laboratorium. Sebelum menggunakannya sebagai bahan uji, koleksi rayap tersebut dikondisikan pada suhu $26-28 \text{ }^\circ\text{C}$ dan kelembaban 70-80% selama seminggu.

Efisiensi transfer makanan dari setiap formulasi umpan dan kelangsungan hidup rayap diamati dan ditentukan berdasarkan prosedur Wang and Henderson (2012). Transfer makanan tersebut diamati dengan menggunakan

pewarna berupa Nile Blue A (0,1%) yang dicampurkan pada setiap formulasi umpan. Sebanyak 25 pekerja dan 2 prajurit rayap *Coptotermes sp.* dimasukkan ke dalam unit pengujian berupa Petri dish yang berisi 20 g pasir steril yang lembab (kadar air $\pm 15\%$) dengan sampel uji di atasnya. Unit pengujian untuk setiap formulasi dibuat sejumlah 15 unit untuk pengamatan transfer makanan harian selama lima hari. Jumlah rayap yang berubah warna diamati setiap hari pada tiga unit pengujian yang diambil secara acak. Selama pengujian di laboratorium, semua unit pengujian disimpan pada ruang gelap dengan suhu $26-28 \text{ }^\circ\text{C}$ dan kelembaban 70-80%.

Pengamatan lapangan

Penelitian lapangan dirancang dengan menempatkan sampel uji dari semua formulasi umpan dalam jumlah yang seimbang ke dalam unit pengujian berupa kotak *stryroform* berukuran $(35 \times 22 \times 12) \text{ cm}^3$. Keempat kelompok sampel uji (formulasi umpan) dalam unit pengujian dirancang untuk memiliki akses yang sama untuk menerima serangan rayap (*four-choice test*) dengan memberikan lubang (diameter 1 cm) pada bagian bawah dan samping kotak *stryroform*. Lokasi pengujian ditentukan berdasarkan survei awal yang menunjukkan adanya aktivitas rayap *Coptotermes sp.* Pengamatan dilakukan dengan menentukan persentase serangan rayap pada permukaan sampel uji dalam unit pengujian setiap minggu selama enam minggu uji kubur. Pada akhir pengamatan, semua unit pengujian dibongkar untuk menentukan derajat serangan rayap dengan *visual rating* berdasarkan *American Wood Preservers' Association* (AWPA) standard E1-97.

Penilaian tingkat kerusakan berdasarkan pada klasifikasi sebagai berikut:

- Nilai 10 untuk sampel utuh
- Nilai 9 untuk sampel dengan serangan ringan
- Nilai 7 untuk sampel dengan serangan sedang
- Nilai 4 untuk sampel dengan serangan ringan
- Nilai 0 untuk sampel hancur.

Hasil dan Pembahasan

Transfer makanan dan kelangsungan hidup rayap

Transfer makanan dari bahan umpan (formulasi) ke rayap dapat dilihat dari jumlah rayap yang berubah warna menjadi biru setelah memakan umpan yang sebelumnya telah diwarnai dengan larutan 0,1% Nile Blue A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transfer makanan dari bahan umpan ke rayap relatif sama dan berbeda tidak nyata pada semua formulasi hingga hari ke-4 (Tabel 1). Transfer makanan tersebut tampak menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada hari ke-5. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa transfer makanan tertinggi dijumpai pada

formulasi umpan dari campuran kayu pinus terdegradasi dan kertas HVS limbah dengan penambahan air rebusan kacang kedelai, meskipun formulasi tersebut diketahui berbeda tidak nyata dengan yang tanpa penambahan air rebusan kacang kedelai.

Kelangsungan hidup rayap dalam proses transfer makanan dari bahan umpan ke rayap dinyatakan sebagai rata-rata persentase jumlah rayap yang tetap hidup (Tabel 2). Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa kelangsungan hidup rayap relatif sama pada semua formulasi umpan dalam jangka waktu pengamatan.

Hasil uji laboratorium mengenai transfer makanan dari umpan ke rayap dan kelangsungan hidupnya memberikan gambaran bahwa semua formulasi umpan yang diteliti berpotensi untuk dikembangkan sebagai bagian dari sistem pengendalian rayap. Meskipun demikian, transfer makanan dan kelangsungan hidup rayap yang tidak secara nyata konsisten dalam penelitian ini perlu dilihat secara seksama sebagai dua hal yang memerlukan pertimbangan tertentu dalam pengembangan sistem kontrol rayap.

Tabel 1 Transfer makanan dari bahan umpan ke rayap

Formulasi Umpan*	Jumlah Rayap Biru**				
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5
K + H	16± 6 a	16 ± 4 a	19 ± 1 a	22 ± 2 a	23 ± 1 ab
K + H + ARK	9 ±4 a	12 ±2 a	18 ±4 a	19 ±2 a	25 ±1 b
K + H + Ko + ARK	7 ±4 a	9 ±3 a	14 ±2 a	21 ±4 a	23 ±3 ab
K + H + Ka + ARK	8 ± 6 a	8 ±5 a	17 ±3 a	17 ±2 a	18 ±3 a
K + H + Ko + Ka + ARK	10 ±2 a	15 ±1 a	19 ±3 a	19 ±1 a	19 ±2 a

* K: Kayu pinus terdegradasi; H: HVS limbah; Ko: Koran limbah; Ka: Karton limbah; ARK=Air rebusan kacang kedelai

** Rata-rata dan standar deviasi dari tiga ulangan setiap hari. Nilai diikuti huruf berbeda dalam kolom yang sama berbeda sangat nyata dengan uji Tukey's ($P < 0,01$).

Tabel 2 Kelangsungan hidup rayap pada transfer makanan dari bahan umpan

Formulasi Umpan*	Persentase Rayap Hidup**				
	Hari-1	Hari-2	Hari-3	Hari-4	Hari-5
K + H	100±0 a	100±0 a	96±4 a	96±6,9 a	94,7±6,1 a
K + H + ARK	100±0 a	100±0 a	100±0 a	92±4 a	89,3±9,2 a
K + H + Ko + ARK	100±0 a	100±0 a	100±0 a	94,7± 9,2 a	97,3±4,6 a
K + H + Ka + ARK	100±0 a	100±0 a	100±0 a	100±0 a	94,7±2,3 a
K + H + Ko + Ka + ARK	100±0 a	100±0 a	100±0 a	100±0 a	97,3±2,3 a

*K: Kayu pinus terdegradasi; H: HVS limbah; Ko: Koran limbah; Ka: Karton limbah; ARK=Air rebusan kacang kedelai

**Rata-rata dan standar deviasi dari tiga ulangan setiap hari. Nilai diikuti huruf berbeda dalam kolom yang sama berbeda sangat nyata dengan uji Tukey's ($P < 0,01$).

Menurut Chen and Henderson (1996) dan Lenz and Evans (2002), transfer makanan berhubungan dengan ketertarikan rayap terhadap umpan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa umpan dengan bahan-bahan yang kaya karbohidrat dan asam amino dapat meningkatkan daya tarik umpan terhadap rayap. Hedlund and Henderson (1999) juga mengemukakan bahwa luas permukaan umpan dapat meningkatkan konsumsi dari rayap. Faktor-faktor ini diduga berkontribusi pada formulasi umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah yang memiliki persentase bahan kayu yang lebih besar dibanding formulasi umpan lainnya. Pada aspek kelangsungan hidup rayap, Gautam and Henderson (2011) menjelaskan adanya pengaruh lingkungan pengujian yang memungkinkan adanya serangan mikroorganisme lainnya seperti jamur yang berkembang pada permukaan umpan.

Serangan rayap di lapangan

Hasil penelitian menunjukkan adanya serangan yang nyata pada sampel uji yang ditempatkan di lapangan setelah dua minggu. Jenis rayap yang menyerang diidentifikasi sebagai *Coptotermes sp.*

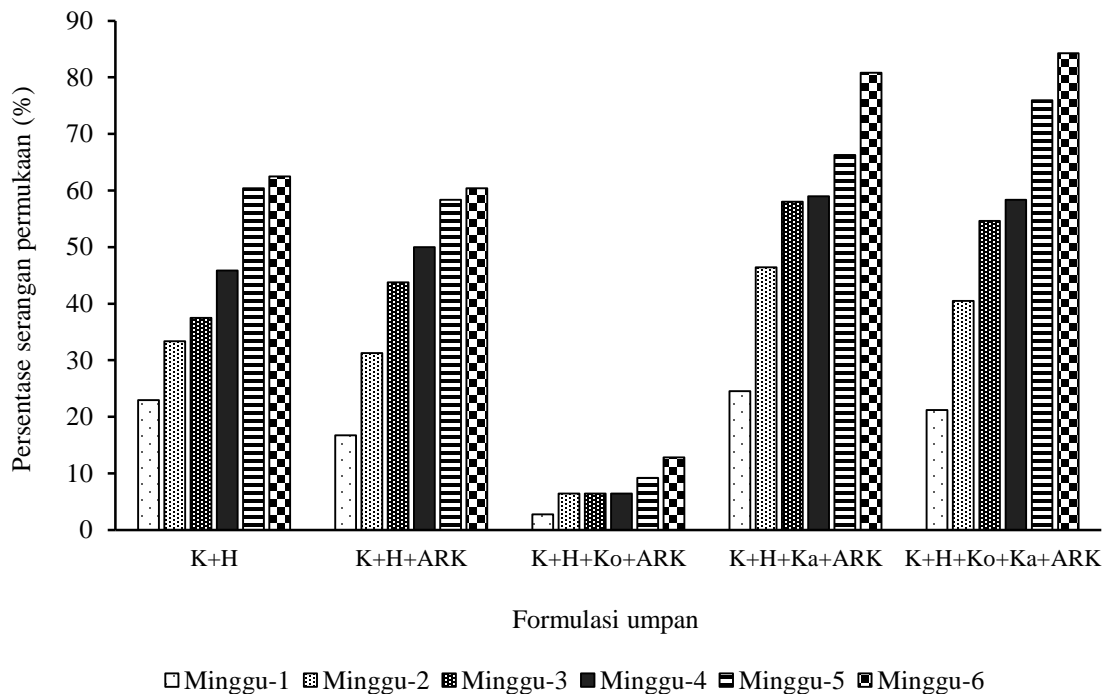
sesuai dengan hasil penelitian Astuti (2013). Nilai persentase serangan rayap pada permukaan sampel dalam unit-unit pengujian ditunjukkan pada Gambar 1. Meskipun demikian, jangka waktu mulainya terjadi serangan rayap terhadap makanan umpan yang diberikan dapat saja lebih pendek atau bahkan lebih panjang dari waktu tersebut. Menurut Esenther and Beal (1978), waktu serangan rayap terhadap umpan yang diberikan sangat tergantung pada ukuran koloni rayap dan proporsi kasta pembentuknya.

Gambar 1 menunjukkan bahwa serangan rayap pada permukaan sampel uji terus mengalami peningkatan dengan berjalannya waktu, tetapi besarnya peningkatan tersebut berbeda-beda menurut formulasi umpan. Secara umum, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa perbedaan persentase serangan rayap yang tidak nyata dijumpai pada permukaan unit pengujian dengan formulasi umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah dengan maupun tanpa penambahan air rebusan kacang kedelai. Namun demikian, kedua formulasi umpan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata dengan bahan umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi +

HVS + kertas karton atau pun dengan campuran kayu pinus terdegradasi + HVS + kertas koran + kertas karton, yang keduanya ditambah dengan air rebusan kacang kedelai. Kedua formulasi umpan yang disebutkan terakhir juga menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Selain itu, formulasi umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS dan kertas koran dengan penambahan air rebusan kacang kedelai menunjukkan persentase serangan rayap yang sangat rendah dan memiliki perbedaan yang sangat nyata dengan formulasi umpan lainnya.

Serangan rayap ke dalam unit pengujian pada umumnya masuk melalui lubang akses pada bagian bawah kotak unit

pengujian. Derajat serangan rayap hasil *visual rating* pada setiap formulasi ditunjukkan pada Tabel 3. Data pada tabel tersebut menunjukkan bahwa derajat serangan rayap berbeda tidak nyata antara formulasi campuran kayu pinus terdegradasi dan kertas HVS dengan atau tanpa penambahan air rebusan kacang kedelai. Perbedaan derajat serangan yang tidak nyata juga dijumpai antara formulasi campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah dan kertas karton limbah dengan formulasi campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah, kertas koran limbah dan kertas karton limbah, yang pada kedua formulasi tersebut ditambahkan air rebusan kacang kedelai.



Gambar 1 Rata-rata persentase serangan rayap pada permukaan sampel dalam unit pengujian setiap formulasi (K: Kayu pinus terdegradasi; H: HVS limbah; Ko: Koran limbah; Ka: Karton limbah; ARK=Air rebusan kacang kedelai).

Tabel 3 Derajat serangan rayap (*visual rating*) pada sampel uji setelah pemaparan enam minggu di lapangan

Formulasi umpan*	Visual Rating**
K + H	9,26 ± 0,34 b
K + H + ARK	9,06 ± 0,36 b
K + H + Ko + ARK	9,85 ± 0,17 c
K + H + Ka + ARK	0,08 ± 0,02 a
K + H + Ko + Ka + ARK	0,00 ± 0,00 a

* K: Kayu pinus terdegradasi; H: HVS limbah; Ko: Koran limbah; Ka: Karton limbah; ARK=Air rebusan kacang kedelai

** Rata-rata dan standar deviasi dari empat unit pengujian berdasarkan kriteria nilai 10 = utuh; 9 = serangan ringan; 7 = serangan sedang; 4 = serangan hebat; 0 = hancur. Nilai diikuti huruf berbeda dalam kolom berbeda nyata dengan uji Tukey's ($P < 0,01$).

Hasil ini menunjukkan kesesuaian dengan hasil sebelumnya berupa persentase serangan rayap pada permukaan sampel dalam unit pengujian. Dilihat dari besarnya derajat serangan, formulasi umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah dan kertas karton limbah serta formulasi campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah, kertas koran limbah dan kertas karton limbah, yang pada kedua formulasi tersebut ditambahkan air rebusan kacang kedelai, mengalami tingkat kerusakan terbesar, yaitu hancur. Sedangkan formulasi umpan lainnya hanya mengalami derajat serangan ringan. Secara umum, hasil ini memberikan gambaran bahwa rayap yang menyerang dalam penelitian ini (*Coptotermes sp.*) cenderung tertarik pada kedua formulasi umpan tersebut.

Hasil uji lapangan yang menunjukkan derajat serangan rayap tingkat menghancurkan terhadap formulasi umpan berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah dan kertas karton limbah serta berupa campuran kayu pinus terdegradasi dengan kertas HVS limbah, kertas koran limbah dan kertas karton limbah, yang pada kedua formulasi tersebut

ditambahkan air rebusan kacang kedelai, memerlukan kajian lebih dalam. Hal ini terutama perlu dilakukan secara komprehensif untuk menentukan perubahan karakteristik formulasi umpan atas interaksinya dengan keadaan kotak dan lingkungan aplikasinya. Hal ini sangat penting mengingat adanya pengaruh yang nyata dari metode aplikasi umpan untuk evaluasi dan pengendalian rayap, selain pengaruh dari komposisi umpannya sendiri (Rojas *et al.* 2003).

Kesimpulan

Formulasi umpan berupa campuran seimbang antara kayu pinus terdegradasi, kertas HVS limbah, dan kertas karton limbah dengan penambahan air rebusan kacang kedelai hingga kadar air 50-60% memiliki potensi besar untuk dijadikan umpan dalam usaha pengendalian rayap di lapangan. Hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa penambahan kertas koran limbah secara berimbang pada formulasi potensil tersebut tidak berdampak negatif pada tingkat serangan rayap *Coptotermes sp.* di lapangan. Untuk tujuan aplikasi, formulasi umpan tersebut harus disiapkan dalam suatu tempat (kotak) yang didesain tertutup, tetapi dengan memberikan akses

terhadap rayap untuk dapat masuk ke dalamnya. Serangan rayap terhadap kedua formulasi umpan potensil tersebut yang ditempatkan dalam kotak desain tertutup menunjukkan tingkat menghancurkan setelah enam minggu. Meskipun demikian, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengetahui perubahan karakteristik formulasi umpan atas interaksinya dengan keadaan dan desain kotak serta lingkungan aplikasinya.

Daftar Pustaka

- Astuti. 2013. Identifikasi, Sebaran dan Derajat Kerusakan Kayu oleh Serangan Rayap *Coptotermes* (Isoptera: Rhinotermitidae) di Sulawesi Selatan. (Disertasi). Makassar: Pasca Sarjana, Universitas Hasanuddin.
- Chen J, Henderson G. 1996. Determination of feeding preference of Formosan subterranean termite (*Coptotermes formosanus* Shiraki) for some amino acid additives. *J Chem Ecol.* 22:2359-2369.
- Esenther GR, Beal RH. 1978. Insecticidal baits on field plot perimeters suppress *Reticulitermes*. *J Econ Entomol.* 71:604-607.
- Eger JE, Lees MD, Neese PA, Atkinson TH, Thoms EM, Messenger MT, Demark JJ, Lee LC, Vargo EL, Tolley MP. 2012. Elimination of subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae) colonies using a refined cellulose bait matrix containing novifumuron when monitored and replenished quarterly. *J Econ Entomol.* 105:533-539.
- Gautam BK, Henderson G. 2011. Relative humidity preference and survival of starved Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae) at various temperature and relative humidity conditions. *Environ Entomol.* 40:1232-1238.
- Hedlund JC, Henderson G. 1999. Effect of available food size on search tunnel formation by the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *J Econ Entomol.* 92:610-616.
- Lenz M, Evans TA. 2002. Termite bait technology perspectives from Australia. In: Johns SC, Zhai J, Robertson WH, editor. *Proceedings of the 4th International Conference in Urban Pests*; Charleston, SC. 7-10 July 2002. Pocahontas Press Inc., Blacksburg, VA. Pp. 27-36.
- Lenz M, Lee CY, Lacey MJ, Yoshimura T, Tsunoda K. 2011. The potential and limits of termites (Isoptera) as decomposers of waste paper products. *J Econ Entomol.* 104:232-242.
- Martin SRJA, Richardson RO. 2007. *Optimum Density Termite Bait Composition*. United States Patent No. US 2007/0020229 A1. Jan. 25, 2007.
- Muin M, Arif A, Nuraeni S. 2013. Pengembangan Sistem Kontrol Rayap Untuk Produksi Biogenik dan Perbaikan Produktivitas Lahan Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Laporan Penelitian. Makassar: Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Universitas Hasanuddin.
- Rust MK, Su NY. 2012. Managing social insects of urban importance. *Annu Rev Entomol.* 57:355-375.
- Rojas GM, Juan AMR, Edgar GK. 2003. *Termite Bait Matrix*. United States Patent No. US 6, 585, 991 B1. Jul. 1, 2003.

Wang C, Henderson G. 2012. Evaluation of three bait materials and their food transfer efficiency in Formosan subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *J Econ Entomol.* 104:1758-1765.

Riwayat naskah:

Naskah masuk (*received*): 12 Oktober 2015

Diterima (*accepted*): 9 Desember 2015.