



EFEKTIVITAS BIOATRAKTAN DARI BAHAN ALAMI TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes curvignathus* Holmgren)

(The Effectiveness of Bioattractant From Natural Ingredients Against Subterranean Termite *Coptotermes curvignathus* Holmgren)

Rizka Diah Permana, Harnani Husni

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak, Jalan Imam Bonjol 78124
E-mail: rizkadiahpermana89@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to know the effectiveness of the mixture of eucalyptus leaf extract 0,01%, degraded pine wood, official waste paper, and cardboard waste as bioattractant against subterranean termites *Coptotermes curvignathus* and to know the effectiveness composition of the bait as a bioattractant against subterranean termites *Coptotermes curvignathus*. The examination was done with 2 methods, no choice test and multiple choice test. The observation including weight loss of test sample and termite mortality. Results showed that type of bait has significant different to weight loss in both no choice test and multiple choice. The highest value of weight loss in no choice test was noted at the composition of degraded pine wood + official waste paper + cardboard waste + eucalyptus leaf extract 0,01%, with a value of 10,7685% and the lowest value of weight loss was noted at the composition of official waste paper, with a value of 1,3642%. The highest value of weight loss in multiple choice test was recorded at composition of degraded pine wood + official waste paper + cardboard waste + eucalyptus leaf extract 0,01%, with value of 9,3863% and the lowest value of weight loss was at with composition of official waste paper + cardboard waste, with value of 0,8783%. Types of bait are also significantly different to termite mortality. The highest value of termite mortality was noted at sample with composition of degraded pine wood + official waste paper + cardboard waste + eucalyptus leaf extract 0,01%, with value of 51,3333% and the lowest termite mortality was at sample with composition of degraded pine wood + official waste paper + cardboard waste, with value of 22%. Bait formulation of degraded pine wood + official waste paper + cardboard waste + eucalyptus leaf extract 0,01% effective as bioattractant against *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

Keywords: Baiting method, Bioattractant, *Coptotermes curvignathus*, *Maleuca leucadendra*, *Pinus merkusii*.

PENDAHULUAN

Rayap adalah salah satu serangga perusak kayu yang menimbulkan kerugian cukup besar dengan merusak segala bahan yang umumnya terbuat dari kayu atau bahan yang mengandung selulosa seperti furniture, bangunan maupun tanaman perkebunan, pertanian, dan lain-lain. Di Indonesia, jenis rayap yang paling menyebabkan kerugian secara ekonomi adalah genus *Coptotermes* (Arinana,

2007). Dalam pengendalian rayap bahan pengawet yang diharapkan adalah bersifat mudah terurai di alam (*Biodegradable*) dan merupakan sumberdaya alam terbarukan (*Renewable resources*) tetapi, kenyataannya saat ini bahan pengawet yang digunakan tidak bersifat mudah terurai maupun tidak dapat diperbarui. Untuk itu, sekitar tahun 1990 mulai berkembang bahan aktif termitisida yang dibuat dalam bentuk umpan, seperti



diflubenzuron dan *hexaflumuron* (Su *et al.*, 1991).

Metode pengumpanan dapat digunakan dengan menggunakan atraktan yang dapat menarik perhatian rayap untuk makan. Atraktan merupakan bahan yang memiliki sifat/aroma yang mampu mengundang rayap untuk masuk atau memakan umpan tersebut. Atraktan rayap yang digunakan saat ini masih menggunakan bahan – bahan kimia sintetis yang diduga dapat mencemari lingkungan, untuk itu perlu di upayakan bahan yang lebih ramah lingkungan dengan menggunakan bahan – bahan alami seperti tanaman. Atraktan alami atau bioatraktan dapat diperoleh dari berbagai jenis tanaman yang memiliki aroma khas karena memiliki kandungan senyawa eugenol dan turunannya metil eugenol yang telah dikenal sebagai atraktan alami (Noviansari *et al.*, 2013). Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bioatraktan dalam pembuatan umpan (atraktan) adalah daun kayu putih (Indrayani *et al.*, 2016).

Bioatraktan lain yang dapat digunakan sebagai umpan bagi rayap ialah kayu pinus (*Pinus merkusii*). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kayu pinus termasuk kayu yang paling disukai oleh rayap tanah *Macrotermes gilvus* (Subekti, 2012). Menurut penelitian Amran *et al.* (2015) kayu pinus merupakan kayu yang disukai oleh rayap, hal ini ditunjukkan dengan hasil konsumsi kayu monitor pada 6 stasiun pengamatan yaitu 0,02-6,16g/stasiun/hari dalam 4 bulan pengamatan dengan asumsi total populasi rayap sebesar 77.951 individu.

Kayu pinus yang terlapukkan oleh jamur *Schizophyllum commune* lebih disukai oleh rayap *Coptotermes curvignathus* dibandingkan dengan kayu yang tidak lapuk (Suhesti *et al.*, 2002 dalam Nandika *et al.*, 2015). Matrik atau bahan pembuatan umpan yang dapat digunakan untuk menarik rayap ialah dengan menggunakan bahan yang mengandung selulosa tinggi, salah satu bahan itu adalah kertas. Jenis – jenis kertas yang dapat digunakan sebagai umpan ialah limbah kertas HVS dan limbah kardus. Menurut penelitian Muin *et al.* (2014) formulasi umpan rayap dari kayu pinus terdegradasi: kertas HVS limbah : kertas karton limbah : kertas koran limbah dengan campuran air rebusan kedelai memiliki potensi terbesar sebagai bahan umpan untuk menunjang sistem pengendalian rayap, namun karakteristik formulasi umpan yang berbeda diperlukan untuk mengetahui umpan yang lebih berpotensi sebagai bioatraktan bagi rayap. Melihat potensi yang ada dari ekstrak daun kayu putih dan kayu pinus terdegradasi sebagai bioatraktan, maka perlu adanya penelitian tentang umpan rayap berbasis ekstrak daun kayu putih dan kayu pinus terdegradasi dengan campuran limbah kertas, sehingga lebih ramah lingkungan dalam pengendalian rayap. Akan tetapi, formulasi bahan dengan penambahan ekstrak tanaman sebagai atraktan yang efektif dan efisien dalam pengendalian rayap belum diketahui secara pasti, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah formulasi ekstrak daun kayu putih, kayu pinus terdegradasi jamur,



dan campuran limbah kertas dapat efektif sebagai bioatraktan bagi rayap tanah.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas formulasi campuran bahan ekstrak daun kayu putih dan kayu pinus terdegradasi jamur, dengan campuran limbah kertas HVS dan kardus sebagai bioatraktan bagi rayap tanah *C.curvignathus*, dan untuk mengetahui komposisi umpan yang efektif dan dapat berfungsi sebagai bioatraktan terhadap rayap tanah *C.curvignathus*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai teknik pengumpanan bagi rayap dengan menggunakan bahan dari ekstrak daun kayu putih, kayu pinus terdegradasi jamur, limbah kertas HVS dan limbah kardus. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah mengenai formulasi bahan yang efektif menjadi umpan bagi rayap tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak dan Laboratorium Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas ukur, erlenmeyer, petridish, toples plastik transparan ukuran diameter 9 cm dan diameter 12 cm, kotak plastik transparan, kasa plastik, plastik klip, sendok plastik, pinset, gunting, kertas label, batang pengaduk, timbangan analitik, oven listrik, baskom, kain hitam, tisu, kapas, aluminium foil, blender, ATK, kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu pinus terdegradasi jamur

pelapuk cokelat yang diperoleh di hutan pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar, limbah kertas HVS, limbah kardus, daun kayu putih yang diperoleh dari pohon peneduh di pinggir Jalan MT. Haryono, Pontianak dan telah dibuat menjadi ekstrak dengan konsentrasi 0,01% yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, aquades, alkohol 70%, etanol 70%, pasir dan rayap tanah *Coptotermes curvignathus* yang diperoleh di hutan sekunder lingkungan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Jalan Hadari Nawawi, Pontianak.

Pembuatan sampel dilakukan dengan metode Severtson (2006) yang telah dimodifikasi, dengan menggunakan limbah kertas HVS dan limbah kardus yang diperoleh dari rumah tangga dan kayu pinus terdegradasi oleh jamur pelapuk cokelat. Kayu pinus dibuat menjadi serpih berukuran ± 2 cm, sedangkan limbah kertas kardus dan limbah kertas HVS dirobek-robek hingga berukuran ± 1 cm² selanjutnya bahan-bahan limbah kertas direndam dalam aquades selama 24 jam, kemudian diblender hingga menjadi bubur kertas. Bubur kertas kemudian diperas menggunakan kain kasa sampai tidak ada air yang menetes. Bubur kertas yang telah diperas selanjutnya dikondisikan kering udara dalam wadah plastik selama 24 jam. Sampel uji dibuat dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 1 cm dan target kerapatan 0,50 gr/cm³, sehingga bahan yang dibutuhkan untuk membuat satu sampel adalah 2 gram. Selanjutnya serpih kayu pinus dan masing-masing bubur kertas kardus dan HVS ditimbang dengan perbandingan 1:1:1 berdasarkan



berat kering oven bahan, kemudian di cetak dengan cetakan yang terbuat dari seng berukuran persegi empat dengan lebar 2 cm, panjang 2 cm dan tebal 1 cm. Selanjutnya sampel dikondisikan kering udara selama 24 jam kemudian dikeluarkan dari cetakan dan di timbang untuk mengetahui berat sebelum pengovenan. Setelah di oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, sampel dimasukkan ke dalam *desikator* selama 15 menit dan kembali ditimbang untuk mengetahui berat setelah pengovenan. Pembuatan ekstrak daun kayu putih dilakukan dengan metode maserasi sebanyak 200 gram daun kayu putih yang telah kering udara selama 3 hari ditambahkan dengan 400 ml etanol 70%, metode maserasi dilakukan selama 72 jam, kemudian di rotary evaporatory pada suhu 60°C sampai ekstrak berubah menjadi bentuk gel (Indrayani *et al*, 2016). Untuk perlakuan, sampel kayu pinus terdegradasi jamur : limbah kertas HVS : limbah kertas kardus di tetesi ekstrak daun kayu putih dengan konsentrasi 0,01% sebanyak 60% dari berat sampel, kemudian ditiriskan \pm 5 menit dan di oven selama 24 jam dengan suhu 60 °C, selanjutnya di masukkan ke dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang untuk mengetahui berat sampel setelah pengovenan.

Metode pengujian yang dilakukan mengacu pada Ohmura *et al*. (2000) dengan modifikasi. Untuk pengujian *no choice*, alat pengujian dengan menggunakan wadah plastik berukuran diameter 9 cm dan tinggi 6 cm. Masing-masing wadah di isi pasir steril setinggi \pm 1 cm (50 gram) dan dibasahi air sebanyak

10 ml untuk menjaga kelembabannya. Diatas pasir diberi kasa plastik berukuran diameter 6 cm untuk mencegah sampel kontak langsung dengan pasir. Kemudian ke dalam wadah dimasukkan satu sampel untuk masing-masing perlakuan dan rayap tanah sebanyak 55 ekor dengan perbandingan rayap kasta pekerja 50 ekor dan rayap kasta prajurit 5 ekor.

Pada pengujian *multiple choice*, alat pengujian menggunakan wadah plastik dengan ukuran diameter 12 cm dan tinggi 5,5 cm. Dalam satu wadah di isi pasir steril setinggi \pm 1 cm (100 gram) dan dibasahi air sebanyak 20 ml untuk menjaga kelembabannya. Diatas pasir diberi kasa plastik berukuran diameter 10 cm untuk mencegah sampel kontak langsung dengan pasir. Kemudian ke dalam wadah diletakkan seluruh perlakuan sampel pengujian yaitu (kayu pinus terdegradasi jamur+limbah kertas HVS+limbah kertas kardus), (kayu pinus terdegradasi jamur+limbah kertas HVS+limbah kertas kardus+ekstrak daun kayu putih 0,01%), (limbah kertas HVS), (limbah kertas kardus), (limbah kertas HVS+limbah kardus). Selanjutnya jumlah rayap tanah yang dimasukkan ke dalam wadah sebanyak 165 ekor dengan perbandingan 150 ekor rayap kasta pekerja dan 15 ekor rayap kasta prajurit.

Unit-unit penelitian disimpan dalam ruang gelap pada suhu \pm 26,9°C – 28,3°C dan kelembaban \pm 70% - 82% selama 21 hari. Penelitian dilakukan sebanyak 3 ulangan. Parameter yang diamati meliputi:

1. Persentase kehilangan berat sampel uji dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Syafii *et al*, 1994):



$$\text{Kehilangan berat sampel uji (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

- Mortalitas rayap dapat digunakan sebagai kriteria daya racun. Perhitungan persentase mortalitas rayap dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Syafii et al, 1994) :

$$\text{Mortalitas rayap (\%)} = \frac{\text{Jumlah rayap yang mati pada akhir pengamatan}}{\text{Jumlah rayap awal pengumpanan}} \times 100\%$$

- Pengukuran kadar air dilakukan menurut standar SNI 01-3182-1992. Perhitungan kadar air berat kering oven dapat dilakukan dengan formulasi sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat akhir}} \times 100\%$$

Analisa data Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap

(RAL) atau menggunakan Model Linear RAL yang terdiri atas 1 faktor yaitu jenis umpan yang terdiri dari 5 sub faktor dengan 3 ulangan. Adapun sub faktor tersebut adalah :

a1= kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kertas kardus

a2= kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kertas kardus+ekstrak daun kayu putih konsentrasi 0,01%

a3= limbah kertas HVS

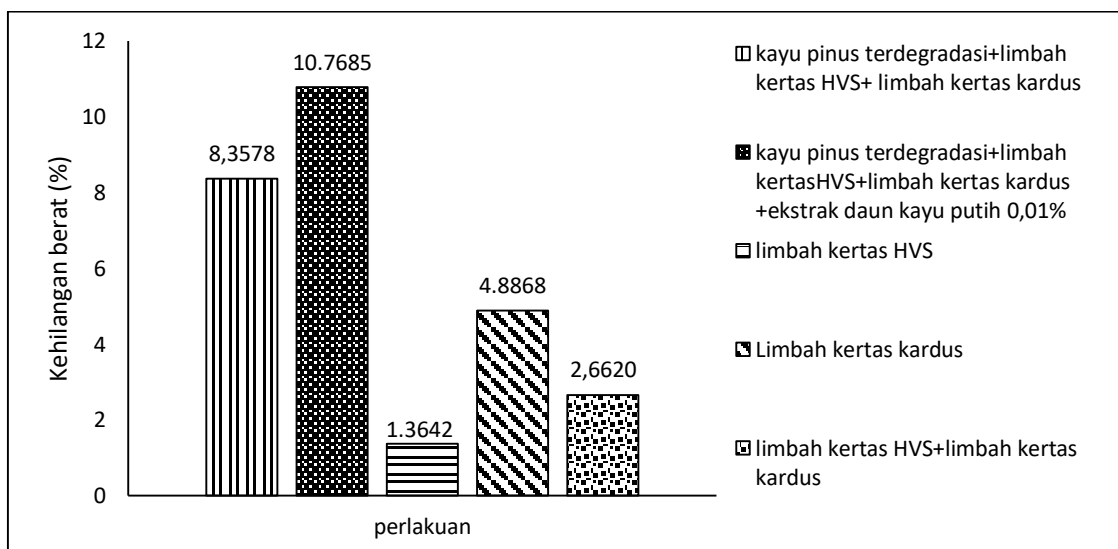
a4= limbah kertas kardus

a5= limbah kertas HVS+kardus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehilangan Berat

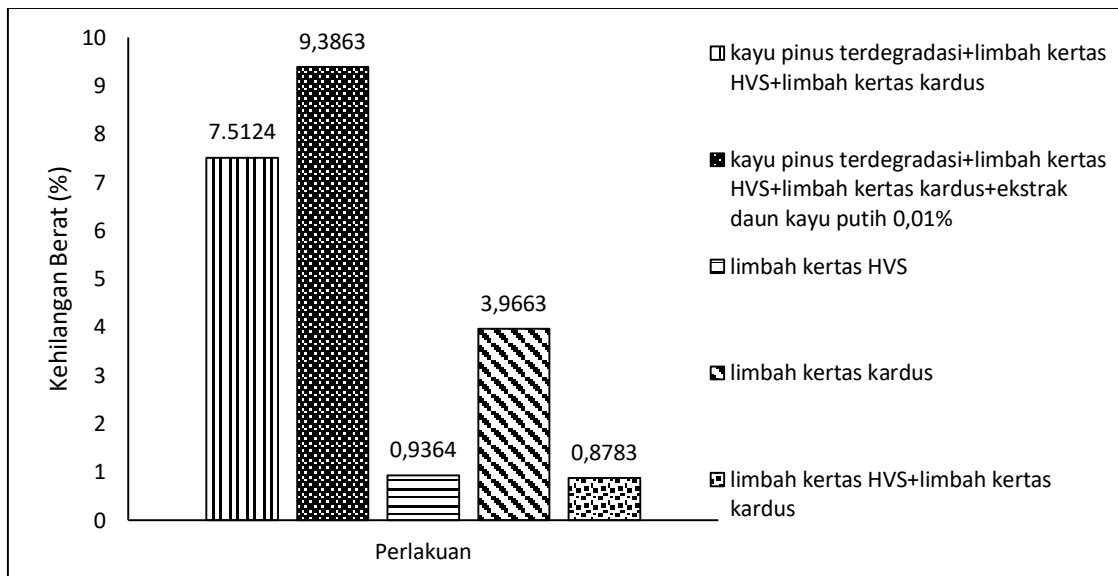
Penambahan kayu pinus terdegradasi dan ekstrak daun kayu putih 0,01% menunjukkan adanya peningkatan nilai kehilangan berat sampel pada pengujian *no choice*. Untuk lebih jelasnya kehilangan berat sampel pada *no choice test* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kehilangan Berat Pada *No Choice Test* (*Weight Loss of No Choice Test*)

Penambahan kayu pinus terdegradasi dan ekstrak daun kayu putih 0,01% menunjukkan adanya peningkatan nilai kehilangan berat

sampel pada pengujian *multiple choice*. Nilai yang dihasilkan dari kehilangan berat sampel *multiple choice test* untuk lebih jelasnya disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kehilangan Berat Pada *Multiple Choice Test* (*Weight Loss of Multiple Choice Test*)

Kehilangan berat sampel uji pada *no choice test* menunjukkan nilai yang tertinggi pada sampel a2 (kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kardus+ekstrak daun kayu putih 0,01%). Kehilangan berat sampel uji pada *multiple choice test* juga menunjukkan nilai yang tertinggi pada sampel a2 (kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kardus+ekstrak daun kayu putih 0,01%). Hal ini terjadi diduga karena kandungan yang terdapat pada ekstrak daun kayu putih. Menurut Simbolon (2015) daun kayu putih (*Melaleuca sp*) mengandung senyawa eugenol. Senyawa eugenol dapat diturunkan menjadi beberapa senyawa, diantaranya adalah metil eugenol yang telah dikenal sebagai atraktan alami (Noviansari *et al*, 2013). Kehilangan berat sampel uji pada *multiple choice test* juga menunjukkan nilai yang tertinggi pada sampel a2 (kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kardus+ekstrak daun kayu putih 0,01%).

Metil eugenol dikenal sebagai senyawa *semio chemicals* yang dapat mempengaruhi tingkah laku hewan serangga, seperti perilaku mencari makanan, meletakkan telur, hubungan seksual dan lainnya. Menurut Kardinan (2007) metil eugenol ($C_{12}H_{24}O_8$) adalah bahan *semio chemicals*, merupakan atraktan yang dapat merangsang olfactory (alat sensor) serangga. Kehilangan berat sampel uji dengan penggunaan ekstrak daun kayu putih 0,01%, juga dikuatkan dengan penelitian Simbolon (2015) bahwa jumlah rayap yang berpindah ke ekstrak daun kayu putih lebih banyak yaitu, 43 ekor dibandingkan 5 ekstrak daun lainnya, yaitu daun cengkeh, daun kemangi, daun kayu manis, dan daun salam. Kandungan metil eugenol yang terdapat pada ekstrak daun kayu putih dapat merangsang rayap untuk makan sehingga menyebabkan kehilangan berat yang lebih tinggi dibandingkan sampel uji yang lain, hal ini juga diperkuat oleh penelitian Indrayani *et*



al, (2016), bahwa sampel uji kertas selulosa Whattman dengan penambahan ekstrak daun kayu putih 0,01% mengalami kehilangan berat sebesar $23,65 \pm 2,65\%$ terhadap rayap *Coptotermes formosanus*. Kandungan senyawa sineol pada ekstrak daun kayu putih juga diduga memberikan pengaruh terhadap kehilangan berat sampel uji. Kadar sineol yang tinggi dapat memberikan bau khas kayu putih, Umumnya kandungan 1,8 sineol dalam minyak kayu putih dibagi dalam dua kelas utama, yaitu di atas 55% sebagai mutu utama dan di bawah 55% sebagai mutu pertama (Rimbawanto *et al*, 2015). Hal ini dapat menjadi dasar bahwa aroma khas yang ditimbulkan minyak kayu putih berasal dari kandungan senyawa sineol, aroma yang khas pada tanaman ini dapat merangsang alat sensor serangga sehingga rayap dapat tertarik untuk mendekat bahkan memakan bahan yang memiliki aroma tersebut, karena menurut Nandika *et al*. (2015) rayap menggunakan indra penciumannya untuk mencari sumber makanan, rayap pekerja mencari makan dari berbagai arah karena tidak mempunyai mata, mata majemuk hanya berkembang baik pada tahap kasta reproduksi sedangkan pada kasta prajurit dan pekerja mata majemuk tidak berkembang dengan baik. Rayap pekerja memanfaatkan senyawa *volatile* yang dikeluarkan oleh sumber makanannya.

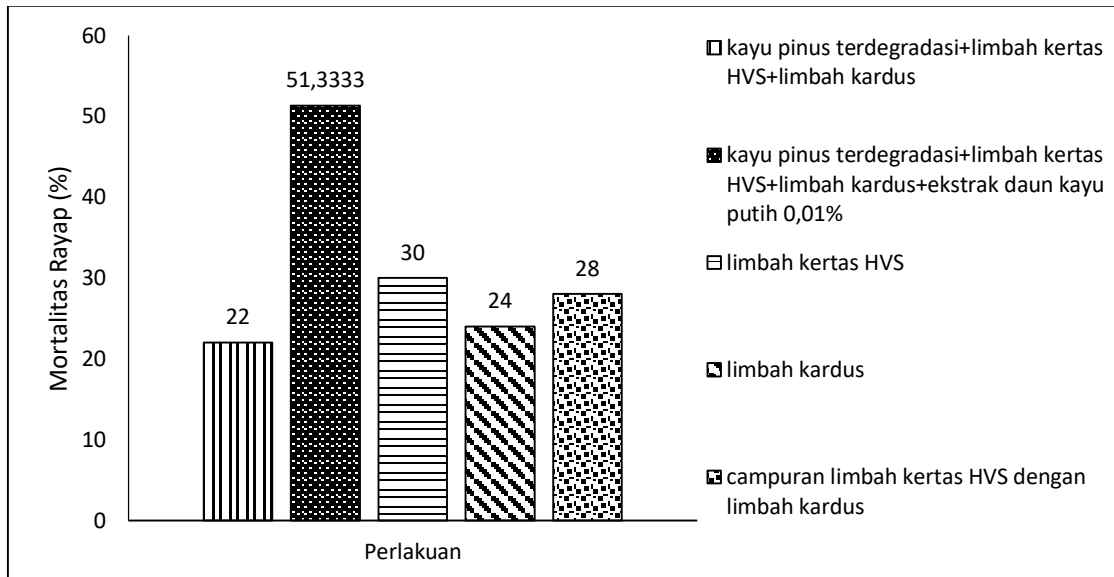
Bahan kayu pinus terdegradasi diduga juga menjadi penyebab tingginya nilai kehilangan berat, ini dapat dilihat dari kehilangan berat sampel uji a1 (kayu pinus terdegradasi + limbah kertas HVS+limbah kardus) yang lebih tinggi dibanding

sampel uji a3 (limbah kertas HVS), a4 (limbah kardus), dan a5 (limbah kertas HVS+limbah kardus). Menurut Nandika *et al*. (2015) kayu atau tanaman yang mati merupakan sumber makanan yang disenangi oleh kebanyakan rayap tingkat rendah dan rayap tingkat tinggi. Beberapa jenis rayap memperlihatkan tingkat kesukaan pada kayu yang telah diserang jamur. Kayu pinus yang terlapukkan oleh jamur *Schizophyllum commune* lebih disukai oleh rayap *C. curvignathus* dibandingkan dengan kayu yang tidak lapuk (Suhesti *et al*, 2002 dalam Nandika *et al*, 2015). Jamur menghasilkan senyawa atau substansi yang mampu mendegradasi kayu dan menarik rayap untuk datang memakannya, bahkan rayap dari sub-Famili Macrotermitinae bersimbiosis dengan jamur *Termitomyces sp* (Nandika *et al*, 2015). Tingkat kesukaan rayap terhadap kayu atau tanaman yang telah terlapukkan oleh jamur, juga dapat dikarenakan sifat mekanis gigitan rayap yang lebih senang terhadap kayu atau tanaman yang lebih lunak. Dari hasil penelitian didapatkan nilai kehilangan berat sampel terendah adalah sampel uji a3 (limbah kertas HVS) pada *no choice test* dan sampel uji a5 (limbah kertas HVS+limbah kardus) pada *multiple choice test*, ini diduga terjadi karena adanya bahan lain pada limbah kertas HVS dimana tinta pada limbah kertas masih tersimpan didalam bubur kertas meskipun telah dilakukan perlakuan perendaman untuk menghilangkannya. Menurut Severtson (2006), tinta dari kertas kantor, majalah maupun koran memberikan pengaruh

terhadap kegiatan makan rayap Australian subterranean.

Mortalitas Rayap

Nilai rata-rata mortalitas rayap yang dihasilkan dari setiap sampel uji untuk lebih jelasnya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Mortalitas Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* (*Subterranean Termite Coptotermes curvignathus* Mortality)

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa tingginya mortalitas rayap tanah pada sampel uji dengan menggunakan ekstrak daun kayu putih 0,01% diduga terjadi karena adanya kandungan kimia eugenol pada ekstrak daun kayu putih yang bersifat *slow action*, dimana menurut Indrayani *et al.*, (2016), senyawa eugenol dari ekstrak daun kayu putih dan ekstrak daun cengkeh berpotensi sebagai pengendali rayap karena dapat menjadi racun bagi rayap, tetapi kandungan eugenol yang ada pada ekstrak tanaman juga dapat menjadi penarik bagi rayap tergantung dari konsentrasi dan jenis tanamannya. Menurut US EPA (2008) senyawa eugenol dapat berperan sebagai akarisida karena dapat membasmi tungau, serta sangat efektif sebagai termisida untuk mengendalikan rayap *Coptotermes*

formosanus. Mortalitas rayap juga dapat terjadi diduga karena adanya kandungan sineol pada ekstrak daun kayu putih, dimana menurut Sari (2016), senyawa 1,8-Sineol hasil isolasi dapat digunakan sebagai fumigan pada kutu beras (*Sitophilus oryzae*). Mortalitas rayap terendah terjadi pada sampel uji a1 (kayu pinus terdegradasi+limbah kertas HVS+limbah kardus) diduga karena tidak adanya bahan beracun yang dimasukkan langsung pada sampel uji sehingga membuat rayap yang makan tidak mengalami kematian meskipun setelah akhir pengamatan. Mortalitas rayap pada saat pengujian dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor kondisi lingkungan merupakan salah satu yang mempengaruhi mortalitas rayap seperti suhu, kelembaban dan intensitas cahaya (Erli, 2015). Namun



pada penelitian ini kondisi suhu rata – rata sebesar 26,9°C – 28,3°C, suhu yang demikian dianggap sudah sesuai dengan kondisi hidup rayap tanah. Menurut (Harris, 1971) suhu optimum bagi aktivitas rayap perusak kayu antara 24°C - 32°C, sehingga dalam penelitian ini suhu dan kelembaban dianggap sudah sesuai untuk kehidupan rayap.

KESIMPULAN

1. Penambahan ekstrak daun kayu putih dengan konsentrasi 0,01% efektif sebagai bioatraktan yang dapat mengendalikan rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.
2. Formulasi umpan campuran ekstrak daun kayu putih 0,01%, kayu pinus terdegradasi jamur, limbah kertas HVS, dan limbah kardus, efektif sebagai bioatraktan terhadap rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.
3. Komposisi bahan kayu pinus terdegradasi jamur : limbah kertas HVS : limbah kardus dengan perbandingan 1 : 1 : 1 dan konsentrasi ekstrak daun kayu putih 0,01% sudah efektif sebagai bioatraktan terhadap rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian skala lapangan terhadap bioatraktan yang dihasilkan dari penelitian ini, untuk menghasilkan formulasi yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Ahmad I, Putra RE, Kuswanto E. 2015. Aplikasi Campuran Serbuk Kayu Pinus dan Fipronil Sebagai Umpan Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* (Hagen) (Isoptera: Termitidae) di Bandung. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 12 (2) :73-79.
- Arinana. 2007. Teknologi Umpan Berbahan Aktif Kitosan Untuk Pengelolaan Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 12 (1) : 1 – 16.
- Erlin, Wardenaar E, Muflihati. 2015. Uji Aktivitas Minyak Atsiri Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* Walp) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes Curvignathus* Holmgren). *Jurnal Hutan Lestari* 3 (2).
- Harris, WV. 1971. *Termites Their Recognition and Control*. Second Edition. Longman Group Limited.
- Indrayani Y, Muin M, Yoshimura T. 2016. Crude extracts of two different leaf plant species and their responses against subterranean termite *Coptotermes formosanus*. *Nusantara Bioscience*, 8 (2) : 226 - 231.
- Kardinan. 2007. *Tanaman Aromatik Pengendali Hama Lalat Buah*. PT Penebar swadaya, Jakarta.
- Muin M, Arif A, Nuraeni S. 2014. Pengembangan Sistem Kontrol Rayap untuk Produksi Biogenik dan Perbaikan Produktivitas Lahan Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin. Makassar. <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/12728/ABS.musrisal%20muin.docx?sequence=1>. Diakses November 2016.



- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2015. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Edisi Kedua. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Noviansari R, Sudarmin, Siadi K. 2013. Transformasi Metil Eugenol Menjadi 3 – (3,4 dimetoksi fenil) – 1 – Propanol dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antibakteri. Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 2 (2).
- Ohmura W, S Doi, M Aoyama, S Ohara. 2000. Antifeedant Activity of Flavonoids and Related Compounds Against The Subterranean Termite *Coptotermes formosanus* Shiraki. *J. Wood Sci* (2000) 46:149-153.
- Rimbawanto A, Waluyo TK, Sumardi, Widiyanto A, Siarudin Muhammad. 2015. *Topik I Kayu Putih*. Buku Seri Iptek V Kehutanan.
- Sari DK, Cahyono E. 2016. Isolasi 1,8-Sineol Dari Minyak Kayu Putih dan Uji Aktivitasnya Sebagai Fumigan *Sitophilus oryzae*. *Indonesia Journal of Chemical Science* 5 (1).
- Severtson, Dustin and Majer, Jonathan. 2006. Bioconversion of waste paper by termites: A landfill of opportunity [disertasi]. Australia: Bachelor of Science, Curtin University of Technology Department of Environmental Biology.
- Simbolon RI, Indrayani Y, Husni H. 2015. Efektifitas Bioatraktan Dari Lima Jenis Tanaman Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes sp.*). *Jurnal Hutan Lestari* 4 (1) : 40 – 46.
- Standar Nasional Indonesia. 1992. *SNI 01-3182 – 1992/Penentuan Kadar Air*. Jakarta.
- Subekti N. 2012. Biodeteriorasi Kayu Pinus (*Pinus merkusii*) Oleh Rayap Tanah *Macrotermes gilvus* Hagen (Blattodea: Termitidae). *Bioteknologi* 9 (2): 57-65.
- Su NY, Ban RM, Scheffrahn RH. 1991. Suppression of Foraging Population of the Subterranean Termites (Isoptera: Rhinotermitidae) by Field Application of a Slow Acting Toxicants Bait. *Journal of Economical Entomology* 84: 1525-1531.
- Syafii W, Sofyan K, Nandika D, Febrianto F. 1994. Laporan Penelitian; Kemungkinan Pemanfaatan Zat Ekstraktif Kayu Tropis Indonesia Sebagai Bahan Pengawet. Bogor: Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.
- US EPA. 2008. Clove oil (eugenol), *marin municipal water district vegetation management plan, herbicide risk assessment*. <http://www.epa.gov>. (Maret, 2017).