

Sifat Antirayap Ekstrak Kulit Bawang merah (*Allium cepa* L.) (*Antitermites Properties of Onion Shell Extract*)

Margaretha Uliartha Sari¹, Rudi Hartono², Luthfi Hakim²

Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155
Email: margareth_galz@yahoo.com

Abstract

The aims of these researchs were to found the extract content of *Allium cepa* L., to evaluated weight lost of paper disc, to evaluated the toxicity level of *Allium cepa* L. extracts based on mortality rates and to evaluated feeding rate value. Research was done by extracting a sample with methanol then partitioning with *n*-Hexane. Extract with concentration of 2%, 4%, and 6% were used to test the toxicity of extract for *Coptotermes curvignathus* termites. The results showed extract content of *Allium cepa* L. was 16,62%. Termite mortality rate was 100% with concentration 2% and 4% on day 7th while the concentration of 6% on day 5th. So extract with the large concentration had higher mortality of termite than the lower. The weight lost of paper disc was around 3,72%–11,04% and feeding rate of termite was around 0,25 mg–0,73 mg.

Keywords: extract of *Allium cepa* L., termite mortality, weight lost percentage, *C. curvignathus*

PENDAHULUAN

Masalah serangan rayap pada bangunan gedung diperkirakan paling tinggi intensitasnya. Hal ini diperkuat Nandika, dkk., (2003) yang menyatakan bahwa rayap tanah merupakan perusak kayu bangunan yang paling banyak menyebabkan kerugian. Rata-rata persentase intensitas kerusakan pada bangunan gedung akibat serangan rayap mencapai 70% dan menimbulkan kerugian ekonomi yang besar.

Upaya pengendalian telah dilakukan dengan berbagai cara, antara lain secara kimiawi dan secara hayati. Pengendalian secara kimiawi yaitu usaha pengendalian dengan menggunakan bahan kimia (insektisida), penggunaan pestisida kimia di Indonesia telah memusnahkan 55% jenis hama dan 72 % agen pengendali hayati, misalnya dengan menggunakan insektisida *heptachlor*, *chlordane* dan HCS (Natawiria, 1973).

Alternatif lain yakni secara hayati dengan memanfaatkan bahan-bahan alamiah sebagai material dasar termisida. Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya ekstrak kayu Sonokeling dan Nyatoh (Suparjana, 2000), ekstrak kayu Tanjung dan kayu Sawo kecil (Anisah, 2001), resin damar mata kucing (Sari *et al.* 2004), dan ekstrak kulit Pucung (Sari dan Hadikusumo, 2004). Bahan yang berasal dari tumbuhan dijamin aman bagi

lingkungan karena cepat terurai di tanah dan tidak membahayakan yang bukan sasaran (Sastrodihardjo, 1999). Walau sudah banyak pemanfaatan bahan aktif tumbuhan, perlu mengeksplorasi tumbuhan lain yang dapat digunakan sebagai bahan antirayap seperti kulit bawang merah, karena kulit bawang merah mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, polifenol, seskuiterpenoid, monoterpenoid, steroid, triterpenoid serta kuinon (Soebagio, 2007) dan mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, glikosida, antrakuinon, dan triterpenoid (Manullang, 2010). Diduga senyawa-senyawa tersebut dapat digunakan sebagai biotermitisida. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian 'Sifat Antirayap Ekstrak Kulit Bawang merah'.

Penelitian ini bertujuan menentukan kadar ekstrak kulit bawang merah, mengevaluasi tingkat ketoksikan ekstrak kulit bawang merah berdasarkan nilai mortalitas rayap, mengetahui persentase penurunan berat contoh uji, dan mengevaluasi tingkat ketoksikan ekstrak kulit bawang merah berdasarkan nilai tingkat konsumsi rayap.

BAHAN DAN METODE

Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Bahan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan,

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah serbuk kulit bawang merah, tisu gulung, plester pipa, kain penutup, karet gelang, pasir, air aquades, kertas selulosa, aluminium foil, pelarut methanol, n-heksana, dan rayap tanah.

Alat yang digunakan adalah *rotary evaporator*, ember, tangga, palu, *spraying*, blender, bak pengumpanan, pinset, saringan, cawan petri, erlenmeyer, penangas air, ekstraktor, oven, timbangan analitik, gelas ukur, kamera digital, sarung tangan, botol kaca, batang pengaduk, masker, sarung tangan, kalkulator, software minitab 15 dan alat tulis.

Ekstraksi Serbuk Kulit Bawang

Metode ekstraksi mengacu pada penelitian (Hakim *et al.* 2008). Kadar ekstrak dapat dihitung dengan menggunakan rumus : Kadar ekstrak (%):

$$\frac{\text{Bobotkering ekstrak}}{\text{Bobotkering serbuk sebelum ekstraksi}} \times 100\%$$

Metode Pengumpanan Rayap

Pengujian terhadap rayap dilakukan dengan menggunakan kertas selulosa yang telah diawetkan dengan ekstrak sampel pada berbagai taraf konsentrasi, dimana sebelumnya kertas selulosa dioven pada suhu 103 ± 2 °C sampai konstan sebelum perendaman.

Kertas selulosa dimasukkan dalam botol kaca yang telah diisi pasir. Tiap contoh uji diberi 50 ekor rayap (45 ekor rayap pekerja dan 5 ekor rayap prajurit). Pengamatan mortalitas rayap dilakukan setiap hari.

Perhitungan Nilai Mortalitas

Nilai mortalitas dihitung dengan rumus:

Mortalitas rayap (%) :

$$\frac{\sum \text{Jumlah rayap yang mati}}{\sum \text{Total rayap}} \times 100\%$$

Nilai mortalitas dihubungkan dengan LC_{50} .

Perhitungan Persentase Penurunan Berat Contoh Uji

Persentase penurunan berat contoh uji dihitung dengan persamaan:

$$A = \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Persentase penurunan berat (%)

B_0 = Berat sebelum pengumpanan (g)

B_1 = Berat setelah pengumpanan (g)

Perhitungan Tingkat Konsumsi Rayap

Konsumsi makan per individu dihitung dengan persamaan:

$$\text{Tingkat konsumsi rayap (mg)} = \frac{(B_0 - B_1)}{N}$$

Keterangan :

B_0 = Berat sebelum diumpankan rayap (mg)

B_1 = Berat setelah diumpankan rayap (mg)

N = Jumlah rayap pekerja awal

Analisis data

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) sederhana. Pengaruh perlakuan terhadap respon dilihat dari uji F menggunakan software minitab 15 pada tingkat kepercayaan 95% (nyata) dan dengan uji lanjutan Tukey.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Zat Ekstraktif

Hasil ekstraksi kulit bawang merah berupa ekstrak padat atau seperti pasta berwarna hitam kemerahan, berbau khas dan dapat larut dalam metanol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lancaster dan Boland (1990) serta Randle (1997), bahwa bawang merah memiliki karakteristik senyawa kimia yang mengeluarkan bau khas yang bersifat *volatile* (mudah menguap).

Sampel menghasilkan ekstrak pasta sebanyak 332,32 g, sehingga didapat rendemen atau kadar ekstrak sebesar 16,62%. Penelitian Adharini (2008), dari 1000 g serbuk akar tuba (*Derris elliptica* Benth) didapat kadar ekstrak sebesar 8,53% dengan perendaman pelarut etanol. Hal ini menunjukkan perbedaan yang tidak jauh dari ekstrak kulit bawang dan ekstrak akar tuba.

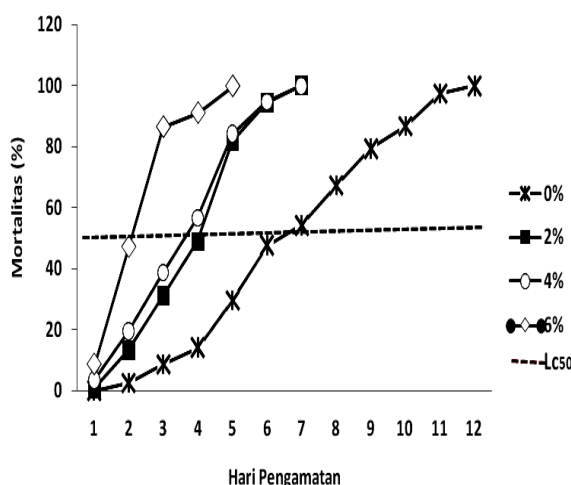
Menurut Bernasconi (1995), ekstraksi cair satu komponen bahan atau lebih dari suatu campuran dapat dipisahkan dengan bantuan pelarut. Sehingga proses partisi membawa kandungan yang non polar dari ekstrak yang akan diuji ketoksikannya. Kandungan yang umumnya dikeluarkan oleh metanol adalah senyawa fenolik.

Hasil skrining fitokimia oleh Soebagio *et al.* (2007), didapatkan hasil bahwa ekstrak umbi bawang merah mengandung senyawa flavonoid selain senyawa alkaloid, polifenol, seskuiterpenoid, monoterpenoid, steroid dan triterpenoid serta

kuinon, sedangkan Manullang (2010) menyatakan, karakterisasi simplisia kulit bawang merah dengan etanol menghasilkan skrining fitokimia berupa senyawa alkaloid, flavonoida, saponin, tanin, glikosida, antrakuinon, dan triterpenoida.

Mortalitas Rayap

Faktor yang mempengaruhi kematian rayap pada perlakuan adalah senyawa atau zat ekstraktif sampel kulit bawang merah yang bersifat toksik pada rayap. Hasil penelitian persentase mortalitas rayap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase mortalitas rayap

Berdasarkan Gambar 1 terlihat pemberian ekstrak kulit bawang merah pada konsentrasi 2% dan 4% mortalitas rayap pada hari ke-7 sebesar 100% sedangkan konsentrasi 6% mortalitasnya 100% pada hari ke-5, dan kontrol dapat bertahan hingga pengamatan hari ke-12. Augusta (2006) yang menguji efikasi ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* A.Juss) dan akar tuba (*Derris elliptica* Benth) terhadap serangan rayap tanah, kontrolnya dapat bertahan selama III minggu dengan mortalitas mencapai 32,5% dalam pengamatan sekali seminggu. Pengamatan yang dilakukan setiap hari mempengaruhi persentase mortalitas karena membuat rayap terganggu dan stress.

Kondisi 50 % rayap mati dengan perlakuan konsentrasi 6% terjadi pada hari ke-2 ($LC_{50}= 47,2\%$), perlakuan konsentrasi 2% dan 4% terjadi pada hari ke-4 ($LC_{50}= 48,8\%$ dan $56,6\%$). Sementara pada kertas contoh uji kontrol terjadi di hari ke-7 ($LC_{50}= 54,2\%$). Terlihat bahwa kertas uji yang diberi perlakuan, kematian rayapnya lebih cepat dibandingkan yang tidak diberi ekstrak kulit bawang merah.

Berdasarkan analisis sidik ragam, ditunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh sangat nyata pada kematian atau mortalitas rayap. Sehingga perlakuan konsentrasi disimpulkan mempengaruhi mortalitas rayap.

Uji lanjutan Tukey yang dilakukan menunjukkan kulit bawang merah dengan konsentrasi 6% mempunyai nilai yang signifikan atau efek toksik yang lebih kuat dibandingkan konsentrasi 2% dan 4%. Hal ini disebabkan karena kandungan bahan aktif atau kepekatan yang lebih tinggi terdapat pada konsentrasi ekstrak kulit bawang merah yang lebih besar pula. Hal yang sama disampaikan oleh Syafii dan Febrianto (1995) yang menyatakan mortalitas rayap pada kayu sonokeling, keranji dan tembesu semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi zat ekstraktif. Konsentrasi yang semakin tinggi menunjukkan keefektifan toksik yang tinggi dengan kandungan kimia aktif biologi dapat bersifat racun jika digunakan pada dosis yang tinggi.

Selama pengamatan diketahui bahwa mortalitas rayap semakin meningkat dari hari ke hari. Kematian rayap yang terjadi diduga karena adanya perubahan kondisi lingkungan. Perubahan kondisi lingkungan rayap dari koloninya dengan perlakuan lingkungan yang diberikan pada contoh uji akan meningkatkan tekanan terhadap daya tahan rayap tersebut.

Disamping itu Nandika dan Tambunan (1990) menyatakan kematian rayap diperberat oleh sifat yang *necrofagi* (memakan bangkai sesamanya) dan kanibalisme (memakan anggota yang lemah atau sakit). Diperkuat Prasetyo dan Yusuf (2005), yang menyatakan sifat *necrofagi* menyebabkan sering ditemukannya bangkai rayap dengan keadaan tubuh yang sudah tidak utuh lagi setelah pembongkaran contoh uji. Hal ini dibuktikan dari data pengamatan setiap hari yang menunjukkan adanya bangkai rayap yang tidak utuh, baik kasta prajurit maupun pekerja yang badan atau kepalanya putus, padahal rayap yang mati atau dalam keadaan lemah tersebut dapat diakibatkan karena terkena racun biotermitisida, sehingga rayap yang memakan sesamanya tersebut akan mati.

Nandika dan Tambunan (1989) juga menyatakan bahwa sifat *Trophalaxis*, yaitu sifat rayap untuk berkumpul saling menjilat serta mengadakan pertukaran bahan makanan mempengaruhi mortalitas. Dengan demikian adanya pertukaran bahan makanan pada rayap pekerja dan prajurit sehingga mempercepat penyebaran

ketoksikan yang terdapat pada ekstrak dalam contoh uji sehingga rayap tersebut mati.

Faktor lainnya yang mempengaruhi mortalitas rayap adalah kerusakan bagian tubuh rayap akibat kandungan zat ekstraktif. Hasil pengamatan menunjukkan rayap yang tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan dan sumber makanannya akan semakin lambat dan terjadi pengempisan perut atau pantat bagian belakang.

Menurut Nandika *et al.* (2003) rayap memiliki kemampuan untuk mensintesa selulosa tetapi adanya zat ekstraktif dalam kayu tersebut mengakibatkan protozoa dalam tubuh rayap menjadi rusak, sehingga mortalitas rayap makin meningkat. Protozoa berperan untuk merombak unit-unit anhidrid glukosa yang dihubungkan dengan ikatan menjadi β gula sederhana. Kemungkinan kandungan toksik mematikan protozoa yang merupakan simbiosis rayap melalui gangguan terhadap aktivitas enzim yang bertugas mendekomposisikan selulosa. Sehingga rayap akan mati karena tidak memperoleh makanan dan energi diakibatkan protozoa yang mati dalam tubuhnya sendiri.

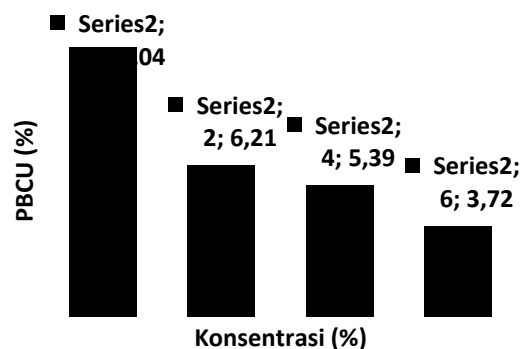
Findlay (1978) menjelaskan bahwa zat ekstraktif yang bersifat racun, seperti alkaloid yang secara tetap menyebabkan iritasi atau menyebabkan gatal-gatal bagi orang yang menyentuhnya dan Sastrodihardjo (1999) juga menyatakan bahwa pengaruh zat ekstraktif terhadap kematian rayap dan serangga lainnya adalah sebagai pengambat sintesis protein (zat ekstraktif dari kelompok tanin, stilben, quinon, alkaloid, dan resin), sedangkan kelompok terpenoid dapat merusak fungsi sel (integritas membran sel) rayap yang pada akhirnya menghambat proses ganti kulit rayap (eksidisis).

Dari pernyataan diatas, penyebab tingginya mortalitas rayap dikarenakan terhambatnya proses sintesa protein dan rusaknya fungsi sel yang menghambat proses eksidisis pada rayap tanah yang dijadikan objek penelitian karena kandungan ekstrak kulit bawang merah yang menurut Manullang (2010), yakni alkaloid, flavonoida, tanin dan triterpenoida.

Penurunan Berat Contoh Uji

Selain mortalitas rayap, indikator lain yang menunjukkan daya racun ekstrak kulit bawang merah ditunjukkan dengan penghambatan aktifitas makan (*antifeedant*) yang diindikasikan oleh adanya kehilangan berat kertas uji. Berikut data persentase

penurunan berat contoh uji dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Penurunan berat contoh uji

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak kulit bawang merah maka penurunan berat contoh uji yang dihasilkan semakin kecil. Penurunan berat terkecil dihasilkan pada konsentrasi 6% yaitu sebesar 3,72%, sedangkan yang terbesar pada kertas contoh uji kontrol yaitu sebesar 11,04%.

Terlihat bahwa nilai kehilangan berat antara kontrol dengan perlakuan pada konsentrasi 2%, 4% dan 6% sangat berbeda dikarenakan rayap memilih untuk tidak memakan kertas selulosa yang diberi ekstrak dibandingkan kertas selulosa kontrol yang lebih banyak dimakan rayap. Hal ini ditunjukkan dengan kerusakan kertas contoh uji atau adanya bekas gigitan yang lebih banyak pada kontrol dibandingkan sampel yang diawetkan. Kertas contoh uji mengalami kerusakan baik dari luar maupun dari bagian tengah kertas selulosa.

Kertas uji yang diawetkan dengan ekstrak kulit bawang merah konsentrasi 6% paling rendah penurunan beratnya dibandingkan dengan konsentrasi lainnya berturut turut: 3,72%, 5,39%, dan 6,21%. Hal ini membuktikan apabila kehilangan berat kertas uji kecil berarti penghambat aktifitas makannya tinggi. Efektifitas ekstraktif kulit kayu dalam memperlambat aktivitas rayap dan pertumbuhan jamur tidak hanya tergantung pada sifat racun yang ada pada ekstraktif tersebut tetapi juga disebabkan oleh konsentrasinya, dan konsentrasi yang semakin tinggi mempengaruhi aktivitas rayap.

Berdasarkan analisis sidik ragam pada persentase penurunan berat contoh uji, perlakuan yang diberi ekstrak dengan taraf konsentrasi berbeda berpengaruh nyata terhadap persentase penurunan berat contoh

uji. Kondisi ini berarti kandungan toksik pada kertas uji yang telah diberi ekstrak mempengaruhi penurunan berat contoh uji, karena sifat rayap yang memilih menolak memakan kertas uji membuat penurunan berat semakin kecil.

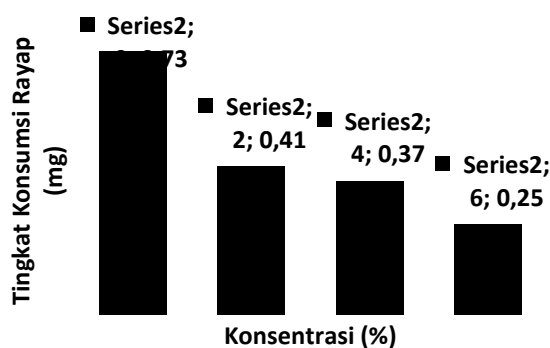
Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 2% dan 4%. Tetapi konsentrasi 6% berbeda nyata terhadap kontrol.

Mekanisme pola makan rayap dimulai dari penyesuaian diri dengan lingkungan. Rayap yang mampu menyesuaikan diri maka akan tetap hidup dan mulai memakan bahan makanan yang ada, dan akan terus memakannya bila bahan makanan terasa cocok. Jika rayap tidak mendapat bahan makanan yang cocok, maka rayap akan memilih untuk tidak makan sampai suatu saat akan dibunuh dan dimakan oleh rayap-rayap yang lebih aktif, dengan sifat kanibalisme yang dimilikinya dengan tujuan mengatur efektifitas koloninya, sehingga menghemat energi yang dipakai.

Semua perlakuan pemberian ekstrak pada contoh uji menyebabkan penurunan berat nilai contoh uji yang signifikan dibandingkan kontrol. Setelah 12 hari pengamatan, persentase penurunan berat contoh uji sangat bervariasi, tergantung dari konsentrasi ekstrak. Hal ini terlihat dari keampuannya mematikan 100% rayap dalam waktu seminggu, namun belum cukup cepat reaksi toksik ekstrak dalam tubuh rayap pada konsentrasi 2% dan 4% dibandingkan 6%.

Tingkat Konsumsi Rayap

Kematian rayap secara umum disebabkan oleh zat bioaktif yang terdapat dalam ekstrak bersifat repellent (kemampuan untuk menolak rayap), sehingga mempengaruhi tingkat konsumsi makan rayap per individu. Berikut grafik yang memperlihatkan data tingkat konsumsi rayap (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Tingkat Konsumsi Rayap

Pada contoh uji kontrol konsumsi makan rayapnya lebih tinggi dibandingkan dengan kertas contoh uji yang telah diberi perlakuan pengawetan ekstrak kulit bawang merah. Contoh uji yang telah diberi ekstrak dengan konsentrasi berbeda, berturut-turut 0,41 mg, 0,37 mg, dan 0,25 mg. Hal ini menunjukkan bahwa semua perlakuan pemberian ekstrak pada contoh uji menyebabkan penurunan tingkat konsumsi rayap yang signifikan dibandingkan kontrol. Setelah 12 hari pengamatan, persentase tingkat konsumsi rayap uji sangat bervariasi, tergantung dari konsentrasi ekstrak.

Grafik tingkat konsumsi rayap pada Gambar 4, menunjukkan bahwa kertas uji yang diberi ekstrak berpengaruh pada tingkat konsumsi rayap. Pada ekstrak kulit bawang merah dengan konsentrasi 6% mempunyai efek bau ekstrak sampel yang lebih kuat dibandingkan konsentrasi 2% dan 4%, sehingga diduga rayap menolak untuk mengkonsumsi kertas uji yang diumpangkan.

Berdasarkan analisis sidik ragam pada tingkat konsumsi rayap, perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan konsentrasi. Dapat diasumsikan bahwa zat bioaktif yang terkandung dalam ekstrak yang diberikan pada kertas contoh uji merupakan zat yang tidak disukai rayap atau mengandung racun. Rayap yang tidak memakan kertas selulosa ini akan mengalami kematian karena tidak adanya bahan makanan lain. Hal ini membuktikan apabila kehilangan berat kertas uji kecil maka penghambat aktifitas makannya tinggi.

Hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi 6% tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 2% dan 4%. Tetapi konsentrasi 6% berbeda nyata terhadap kontrol pada tingkat konsumsi rayap.

Antifeedant rayap dalam perlakuan juga dikoreksi dengan *antifeedant* kontrol dan dinilai dari semakin tinggi *antifeedant* maka aktivitas antirayap semakin tinggi (Ohmura *et al.* 2000). Hal ini terjadi karena daya racun yang terdapat pada ekstrak yang diberikan pada contoh uji tersebut sehingga menyebabkan mortalitas rayap meningkat dan semakin cepat. Karena zat ekstraktif tersebut maka rayap menjadi bersifat repellent atau *anti feedant*, sehingga rayap kelaparan dan mati.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kandungan kadar ekstrak atau rendemen kulit bawang merah (*Allium cepa* L.) adalah 16.62%. Pemberian ekstrak kulit bawang merah pada konsentrasi 2% dan 4% mortalitas rayap sebesar 100% pada hari ke-7 sedangkan konsentrasi 6% pada hari ke-5, dan kontrol dapat bertahan hingga pengamatan hari ke-12, sehingga ekstrak konsentrasi 6% lebih toksik dibandingkan konsentrasi 2% dan 4%. Penurunan berat contoh uji (3,72%–6,21%) berbanding lurus dengan tingkat konsumsi rayap (0,25mg–0,41mg), semakin tinggi konsentrasi maka penurunan berat contoh uji dan tingkat konsumsi rayap semakin kecil.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa aplikasi lapangan untuk mendeteksi lebih teliti pengaruh ekstrak kulit bawang merah pada pengawetan kayu konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adharini, G. 2008. Uji Keampuhan Ekstrak Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) untuk Pengendalian Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. IPB Press. Bogor.
- Agusta, A. 2006. Pengujian Efikasi Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica* A.Juss) dan Akar Tuba (*Derris elliptica* Benth) terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). IPB Press. Bogor.
- Bernasconi, G. 1995. Teknologi Kimia 2. Penerjemah: Handojo, L. PT. Prandya Paramitha. Jakarta
- Findlay, W. P. K. 1978. *Timber Properties and Uses*. Granada Publishing. London.
- Hakim, L., Azhar, I, Utomo B, dan Silaen, PC. 2009. Ekstrak Akar Tuba. Jurnal Akademika. Jurnal Akademia. Vol. 13 No. 4.
- Irawati, A. 2006. Zat Ekstraktif Kulit Kayu Terap (*Artocarpus elasticus* R.) dan Pengaruhnya Terhadap Rayap Tanah. USU Press. Medan.
- Lancaster, J.E dan M. J. Boland. 1990. *Flavor Biochemistry* dalam Brewster, J.L. Onions and Allied Crops, CRC Press
- Manullang, L. 2010. Karakterisasi Simplisia, Skrining Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Kulit Umbi Bawang Merah (*Alliicepaevar. Ascalonicum*) dengan metode uji *brine shrimp* (bst). Universitas Sumatera Utara Press. Medan.
- Nandika, D, Rismayadi Y. dan F. Diba. 2003. Rayap Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- Nandika, D. dan B. Tambunan. 1990. Biodeteriorasi Kayu oleh Faktor Biologis. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Natawiria D. 1973. Percobaan Pencegahan Serangan Rayap pada Tegakan *Pinus merkusii*. Laporan Lembaga Penelitian Hutan No. 176. Bogor.
- Ohmura, W., S. Doi, M. Aoyama and S. Ohara. 2000. *Antifeedant Activity of Flavonoids and Related Compounds Against The Subterranean Termite Coptotermes formosanus Shiraki*. J. Wood Sci (2000) 46:149-153.
- Prasetyo, K. W. dan S. Yusuf. 2005. Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan dan Kimiawi. PT. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Randle, M.H. 1997. *Onion Flavor Chemistry and Factors Influencing Flavor Intensity*. J. Department of Horticulture, University of Georgia, Athens.
- Sastrodihardjo, S. 1999. Arah Pengembangan dan Strategi Penggunaan Pestisida Nabati. Makalah pada forum Komunikasi Ilmiah Pemanfaatan Pestisida Nabati. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Bogor.
- Sari, L. dan S.A. Hadikusumo. 2004. Daya Racun Estraktif Kulit Pucung terhadap Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. UPT Litbang Biomaterial LIPI, Bogor.
- Sari, R.K, W. Syafii, K. Sofyan dan M. Hanafi. 2004. Sifat Antirayap Resin Damar Mata Kucing dari *Shorea javanica* K. et L. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 2(1). Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. UPT Litbang Biomaterial LIPI, Bogor.
- Soebagio, B., Rusdiana, T. dan Khairudin. 2007. Pembuatan Gel Dengan *Aqupec* HV-505 dari Ekstrak Umbi

Bawang Merah (*Allium cepa*, L.) sebagai Antioksidan. Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran. Bandung.

- Suparjana, T.B. 2000. Kajian Toksisitas beberapa Fraksi Estraktif Kayu Sonokembang (*Pterocarpus indicus* Willd) dan Nyatoh (*Palaquium gutta* Boudi) terhadap Rayap Tanah dan Jamur Pelapuk Kayu. Draft Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syafii, W. dan F. Febrianto. 1995. *A Study on The Possibility of The Use of Extractives from Tropical Hardwood as a Natural Preservatives*. Part I: Antitermic Properties of Extractives. Jurnal Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. (VIII) : 1-6.