

**UJI EKSTRAK ETANOL KUMIS KUCING (*Orthosiphon* sp.)
SEBAGAI PENGAWET ALAMI KAYU****ABDUL AZIS^{1*}, T.A. PRAYITNO², SUTJIPTO A. HADIKUSUMO² & MAHDI SANTOSO³**¹Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua

*Email: abdazisshut_unipa@yahoo.com

²Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada³Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya**ABSTRACT**

*The utilization of plants as a natural preservative agent of wood has not much been explored although the amount and kind of plants are relatively abundant. This study aims to determine the effectiveness of the extract of kumis kucing (*Orthosiphon* sp.) plant at the extract concentration to solvent of 1:12, 1:8 and 1:4 against the dry wood termites (*Cryptotermes* sp.). The tested parameters were termite mortality, mass loss, and degree of damage of the test samples (filter paper). Research was carried out by impregnating the ethanol extract of the leaves and twigs mixtures in the filter papers and then the papers were fed to dry-wood termites. Data were analyzed by analysis of variance. The analysis of variance showed that treatment concentration has a highly significant effect to the mortality levels of the termites. Further, at the concentration of 1:4, the extract exhibited the highest efficacy (mortality of 65 % and mass loss of 2.71 %) and the lowest levels were shown by the controls or 0 (zero) concentration (mortality of 1 % and mass loss of 37.86 %). The concentration of the extract also affected the degree of damage. The higher the concentration, the lower the degree of damage that occurred. The degree of damage due to termite attacks at the treatment from the lowest (1:12) to the highest (1:4) concentration could be classified as heavy to light. Thus, ethanol extract of the kumis kucing at concentration of 1:4 is potent for wood preservatives because it could reduce the degradation of cellulosic materials due to dry wood termites.*

Keywords: *Orthosiphon* sp., *Cryptotermes* sp., leaf extract, anti-termite, natural preservative.

INTISARI

*Pemanfaatan tumbuhan belum banyak dilakukan sebagai bahan alami pengawet kayu padahal jumlah dan jenisnya cukup melimpah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak etanol tumbuhan kumis kucing (*Orthosiphon* sp.) pada konsentrasi ekstrak terhadap pelarut 1:12, 1:8 dan 1:4 terhadap mortalitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.), pengurangan berat dan derajat kerusakan contoh uji (kertas saring) dalam rangka aplikasinya sebagai pengawet alami kayu. Penelitian dilakukan dengan mengimpregnasi ekstrak etanol campuran daun dan ranting kumis kucing pada kertas saring lalu diumpankan pada rayap kayu kering. Data penelitian dianalisis dengan analisis varian. Analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas rayap kayu kering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol kumis kucing pada konsentrasi 1:4 menunjukkan efektifitas paling tinggi (mortalitas rayap kayu kering sebesar 65 % dan pengurangan berat contoh uji 2,71 %) dan terendah ditunjukkan oleh kontrol atau konsentrasi 0 (mortalitas rayap sebesar 1 % dan pengurangan berat 37,86 %). Konsentrasi ekstrak juga mempengaruhi besar derajat kerusakan. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin rendah derajat kerusakan yang terjadi. Derajat kerusakan pada perlakuan dengan konsentrasi terendah (1:12) hingga tertinggi (1:4), serangan rayapnya dapat digolongkan sebagai berat hingga ringan.*

Ekstrak etanol tumbuhan kumis kucing konsentrasi 1:4 berpotensi sebagai bahan alami pengawet kayu karena dapat mengurangi degradasi bahan selulosa oleh rayap kayu kering.

Katakunci: *Orthosiphon sp.*, *Cryptotermes sp.*, ekstrak daun, anti rayap, pengawet alami.

PENDAHULUAN

Pengawetan kayu yang menggunakan pengawet sintetik memiliki kelemahan antara lain mahal, sulit diperoleh, dapat menurunkan kualitas lingkungan dan kemungkinan gangguan kesehatan. Tumbuhan-tumbuhan khususnya tumbuhan obat dan tumbuhan beracun diduga mengandung bahan bioaktif, namun pemanfaatannya dalam pengawetan kayu masih sedikit dilakukan padahal jumlah dan jenisnya cukup melimpah. Karena itu eksplorasi terhadap tumbuhan ini perlu dilakukan untuk memperbanyak dan memperkaya informasi tentang tumbuhan penghasil bahan pengawet alami.

Salah satu tumbuhan yang mungkin cukup berpotensi sebagai bahan alami pengawet kayu adalah kumis kucing (*Orthosiphon sp.*). Tumbuhan kumis kucing mengandung bahan bioaktif seperti saponin dan tanin (Anonim, 2008) serta flavonoid, steroid dan alkaloid (Muflihat, 2008). Di Indonesia terdapat sekitar 207 ha lahan budidaya tumbuhan kumis kucing. Sementara itu terdapat rata-rata 54 ton kumis kucing kering/tahun dipanen dari alam secara liar atau sekitar 60 % dari total produksi bukan hasil budidaya (Aminudin, 2005). Sentra penanaman kumis kucing banyak terdapat di Pulau Jawa (Anonim, 2010b).

Rayap kayu kering merupakan salah satu penyebab turunnya kualitas kayu baik dalam penyimpanan maupun dalam pemakaian. Aktifitasnya dapat diminimalkan dengan pemanfaatan ekstraktif (bahan aktif) yang diperoleh dari tumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

efektifitas ekstrak etanol tumbuhan kumis kucing bagian daun dan ranting pada konsentrasi 1:12, 1:8 dan 1:4 terhadap mortalitas rayap kayu kering, pengurangan berat dan derajat kerusakan contoh uji (kertas saring) dalam rangka aplikasinya sebagai pengawet alami kayu.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian tumbuhan yang merupakan campuran daun (85,25 %) dan ranting (14,75 %) kumis kucing (*Orthosiphon sp.*) telah dikeringovenkan pada suhu 50 °C selama 24 jam. Bagian tumbuhan tersebut dibeli dari produsen simplisia kumis kucing yang berlokasi di Karawang. Lokasi perkebunan dikelola sendiri di daerah Subang dan Sukabumi. Rayap kayu kering (*Cryptotermes sp.*) dibeli dari peternak rayap di Yogyakarta. Bahan lainnya adalah kertas saring (bahan berselulosa), *tissue* dan etanol 95 % yang digunakan sebagai pelarut.

Metode penelitian

Pengolahan dan ekstraksi

Campuran daun dan ranting dihaluskan menggunakan blender selanjutnya diayak hingga diperoleh bubuk lolos 40 mesh. Selanjutnya ekstraksi dilakukan dengan perendaman bubuk kumis kucing tersebut menggunakan pelarut etanol selama 4 hari (Voigt dan Noerono, 1994). Pada awal perendaman dilakukan pengadukan beberapa saat untuk meratakan campuran pelarut dan serbuk. Setelah

penyaringan dan penguapan pelarut, besar rendemen ekstrak yang diperoleh yaitu 6,99 %.

Konsentrasi larutan diperoleh dengan melakukan perendaman bubuk tumbuhan kumis kucing sebanyak 2,960 g (kadar air 14,37 %) dalam pelarut etanol 120, 80 dan 40 ml sehingga menghasilkan konsentrasi secara berturut-turut 1:12, 1:8 dan 1:4. Konsentrasi 1 : 12 artinya 1 bagian serbuk tumbuhan kumis kucing dilarutkan/diekstrak dalam 12 bagian pelarut etanol. Satu bagian sama dengan 10 ml pelarut atau sama dengan berat 2,960 g serbuk kumis kucing lolos 40 mesh.

Penyiapan contoh uji kertas saring

Pengujian ini terdiri atas empat perlakuan konsentrasi 1:12, 1:8, 1:4 serta konsentrasi nol (0) yang terdiri atas pelarut saja. Setiap perlakuan konsentrasi diulang sebanyak 5 kali sehingga banyaknya sampel berjumlah 4 konsentrasi x 5 ulangan = 20 lembar kertas saring (lembaran berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 4 cm). Di samping itu dibuat pula sampel kadar air kertas yang berukuran sama sebanyak 5 lembar. Kadar air kertas saring yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan rata-rata sebesar 3,04 %. Kadar air ini merupakan kandungan air sebelum impregnasi atau peresapan pelarut dan larutan ekstrak ke dalam kertas.

Pengujian ekstrak terhadap rayap kayu kering

Pengujian mengacu pada *Japan Wood Preserving Association*, No. 11 (1) - 1992 yang telah dimodifikasi. Tahapan dimulai dengan penentuan berat awal contoh uji kertas, lalu diimpregnasi dengan ekstrak, diangkat dan ditiriskan, dikering-anginkan, kemudian ditimbang lagi hingga berat konstan. Selanjutnya contoh uji dan kontrol diujikan dalam wadah (Gambar 1) berisikan 25 ekor rayap yang sehat dan aktif lalu wadah disimpan di ruang gelap selama 4 minggu. Mortalitas dan aktifitas rayap

diamati setiap hari selanjutnya setelah 4 minggu kertas dipisahkan dari rayap dan dibersihkan lalu ditimbang berat akhirnya pada kadar air yang sama dengan berat sebelum diujikan ke rayap. Parameter pengujian ini adalah mortalitas rayap kayu kering yang dihitung dengan persamaan:

$$MR = (M/T) \times 100$$

Dimana :

MR = Mortalitas rayap (%)

M = Jumlah rayap mati

T = Jumlah rayap sebelum diumpankan

Pengurangan berat dihitung menggunakan rumus:

$$KB = (B1-B2)/ B1 \times 100$$

Dimana :

KB = Pengurangan berat (%)

B1 = Berat kering udara kertas saring sebelum diumpankan (g)

B2 = Berat kering udara kertas saring setelah diumpankan (g)

Derajat kerusakan kertas saring dihitung dengan rumus :

$$DR = (KBa /KBta) \times 100$$

Dimana :

DR = Derajat kerusakan (%)

KBa = Pengurangan berat contoh uji terawetkan (%)

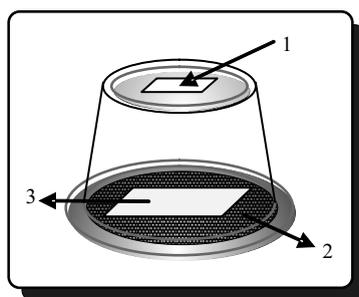
KBta = Pengurangan berat contoh uji tak terawetkan atau kontrol (%)

Nilai derajat kerusakan yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan skala derajat kerusakan relatif seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala derajat kerusakan relatif terhadap kontrol

Nilai berdasarkan pengurangan berat (%) terhadap kontrol	Kelas serangan
0	Tanpa serangan
≤ 10	Ringan
11 – 30	Sedang
31 – 60	Berat
≥ 60	Sangat berat

Sumber : Hadikusumo. 2004



Keterangan

- 1 = lubang wadah
- 2 = alas wadah
- 3 = contoh uji kertas

Gambar 1. Wadah plastik, tempat peletakan contoh uji kertas yang diumpankan kepada rayap

Data penunjang yaitu suhu dan kelembaban udara di sekitar sampel-sampel penelitian, kadar air kertas, rendemen ekstrak dan uji fitokimia pada ekstrak (Harborne, 1987). Rata-rata suhu udara ruangan pengujian selama 30 hari terendah terjadi pada dini hari (subuh) sebesar 26,2 °C dan tertinggi pada siang hari 27,7 °C, sedangkan kelembaban udara terendah terjadi pada siang hari sebesar 89,4 % dan tertinggi 91 % pada pagi hari.

Analisis data

Data disusun dianalisis melalui analisa varian (ANOVA) dan dilakukan uji F untuk mengetahui perbedaan pengaruh perlakuan. Bila F hitung lebih besar daripada F tabel, maka dilakukan uji lanjutan dengan uji beda jarak nyata Duncan (BJND) pada taraf = 0,01. Data diolah menggunakan Microsoft Office Excel 2007.

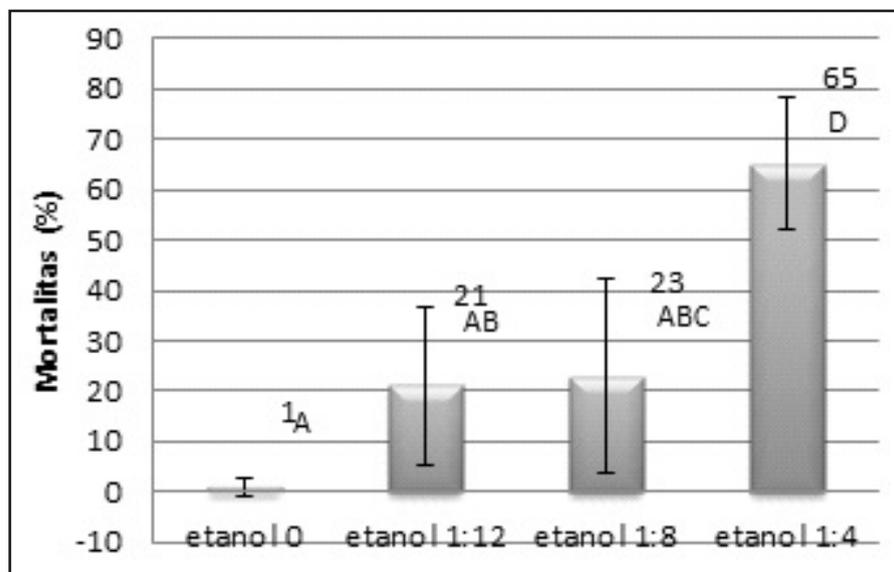
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mortalitas rayap kayu kering (*Cryptotermes* sp.)

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat nyata

terhadap mortalitas rayap kayu kering pada taraf = 0,01. Hasil uji lanjut dengan uji beda jarak nyata Duncan pada taraf = 0,01 menunjukkan bahwa konsentrasi 1:4 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Gambaran secara grafis hubungan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing dengan mortalitas rayap kayu kering ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa mortalitas rayap tertinggi terjadi pada larutan etanol dengan konsentrasi 1:4 yaitu sebesar 65 %, sedangkan yang terendah pada konsentrasi 0 sebesar 1 %. Sementara itu Sari (2009) meneliti bahwa ekstrak etanol daun kecubung pada konsentrasi 1:4 menunjukkan mortalitas rayap kayu kering sebesar 54,28 % dibandingkan kontrol 32,28 %. Bila dihubungkan dengan perkiraan tingkat mortalitas rayap dalam ASTM D 3345 - 74 1999 (ASTM, 2005), rata-rata mortalitas rayap kayu kering sebesar 65 % berada pada tingkat sedang dalam kisaran 34 - 66 %. Sementara itu, mortalitas sebesar 1 %, termasuk dalam tingkat sedikit atau ringan berada dalam



Keterangan : Huruf kapital yang sama berarti berbeda tidak sangat nyata ($\alpha = 0,01$).

Gambar 2. Hubungan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing dengan mortalitas rayap kayu kering

kisaran 0 - 33 %. Pada Gambar 2 ditunjukkan pula bahwa kenaikan mortalitas rayap terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi.

Dibandingkan dengan konsentrasi 0, larutan ekstrak etanol kumis kucing menunjukkan mortalitas rayap yang lebih tinggi. Ini berarti penggunaan kumis kucing sebagai bahan larutan yang menggunakan pelarut etanol telah menunjukkan kemampuannya dalam mencegah serangan rayap kayu kering. Ini disebabkan dalam larutan tersebut terdapat senyawa saponin, flavonoid, steroid dan tanin (Tabel 2) yang bersifat racun dan *repellent* bagi serangga. Di sisi yang lain, konsentrasi 1:4 merupakan konsentrasi yang terpekat dimana secara kuantitatif persentase ekstraknya (senyawa-senyawa bioaktifnya) lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih encer dalam ekstrak etanol. Besarnya kadar senyawa bioaktif tergantung pada banyaknya bahan tumbuhan yang digunakan per satuan volume tertentu dengan pelarut tertentu. Semakin banyak bahan tumbuhan yang diekstrak per satuan volume maka semakin tinggi pula kadar senyawa bioaktifnya. Oleh karena itu, umumnya

semakin tinggi konsentrasi suatu bahan pengawet maka semakin baik bahan tersebut melindungi bahan berlignoselulosa dari organisme perusak kayu dalam hal ini rayap kayu kering.

Mortalitas rayap kayu kering diduga disebabkan oleh efek langsung senyawa bioaktif terhadap tubuh rayap dan efek tidak langsung yang mematikan protozoa yang terdapat dalam sistem pencernaannya. Efek senyawa bioaktif saponin dapat merusak membran sel, menginaktifkan enzim sel serta merusak protein sel (Widodo, 2005). Senyawa-senyawa bioaktif dapat merusak sistem syaraf rayap yang menyebabkan sistem syaraf tidak berfungsi dan pada akhirnya dapat mematikan rayap (Yamaguchi *et al.*, 1999 dalam Sari *et al.*, 2004).

Apabila protozoa mati maka aktifitas enzim selulose yang dikeluarkan protozoa tersebut terganggu. Hal ini menyebabkan rayap tidak dapat memperoleh makanan dan energi yang dibutuhkan sehingga rayap tersebut mati (Sari *et al.*, 2004). Protozoa *flagellata* berperan sebagai simbiosis dalam sistem pencernaan rayap yang mampu menguraikan selulosa menjadi bahan yang dapat diserap rayap.

Semua jenis rayap bertingkat mengandung protozoa, yang penting sekali dalam pencernaan selulosa. Oleh karena itu, tanpa protozoa maka kebanyakan jenis rayap bertingkat rendah akan mati (Nicholas, 1987). Rayap kayu kering *C. cynocephalus* Light dari famili *Kalotermitidae* merupakan rayap bertingkat rendah (Nandika *et al.*, 2003).

Berdasarkan pengamatan, rayap kayu kering dapat beraktifitas secara normal dalam ruangan dengan kondisi rata-rata suhu udara 26,2 - 27,7 °C sedangkan kelembaban udara 89,4 - 91 %. Nandika *et al.* (2003), mempertegas bahwa pada sebagian besar serangga, kisaran suhu optimum adalah 15 - 38 °C. Supriana (1983) dalam Swandana (2010)

menyatakan rayap kayu kering memiliki keistimewaan yakni menyenangi kondisi suhu di atas 30 °C dan kelembaban di atas 90 %.

Pengurangan berat

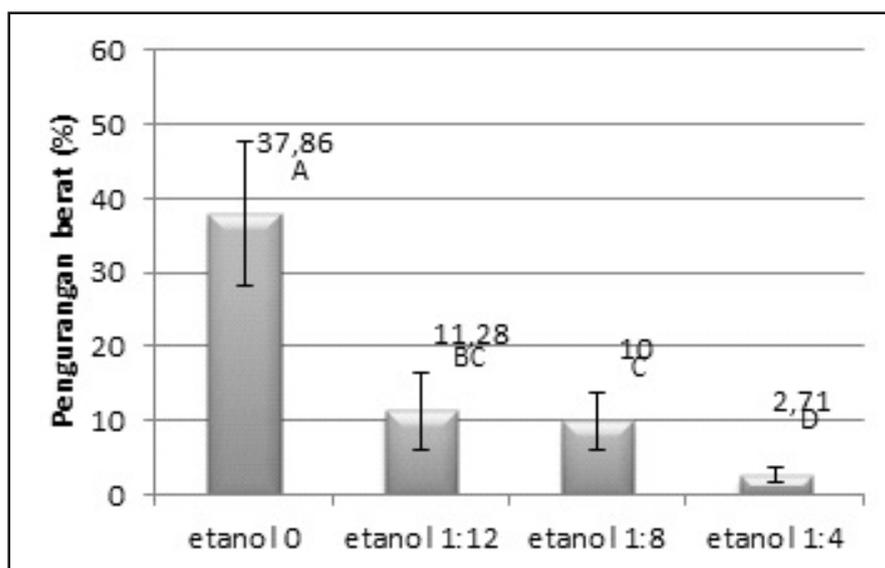
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap pengurangan berat contoh uji pada taraf $\alpha = 0,01$. Hasil uji lanjut dengan uji beda jarak nyata Duncan pada taraf $\alpha = 0,01$ menunjukkan bahwa konsentrasi 1:4 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hubungan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing dengan pengurangan berat contoh uji ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 2. Hasil pengujian fitokimia ekstrak etanol tumbuhan kumis kucing (*Orthosiphon* sp.)

No	Kandungan fitokimia	Hasil
1	Saponin	+
2	Flavonoid	+
3	Alkaloid	-
4	Tanin	+
5	Triterpenoid	-

Keterangan : + = terdeteksi ada; - = tidak terdeteksi

Gambar 3 menunjukkan bahwa pengurangan berat contoh uji terendah terjadi pada konsentrasi 1:4 yaitu 2,71 % (0,0026 g), sedangkan tertinggi terjadi pada konsentrasi 0 yaitu sebesar 37,86 % (0,031 g). Sari (2009) meneliti bahwa ekstrak etanol daun kecubung pada konsentrasi 1:4 menunjukkan pengurangan berat kayu mangga sebesar 2,262 g



Keterangan : Huruf kapital yang sama berarti berbeda tidak sangat nyata ($\alpha = 0,01$).

Gambar 3. Hubungan pengurangan berat contoh uji (kertas saring) dengan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing

dibandingkan kontrol 2,6 g. Dari gambar tersebut diperoleh hubungan yang menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi larutan maka pengurangan berat contoh uji oleh rayap semakin menurun.

Seperti halnya pada kemampuannya meningkatkan mortalitas rayap kayu kering, ekstrak yang dihasilkan dari kombinasi pelarut etanol dengan konsentrasi 1:4 juga mampu mengurangi kehilangan berat contoh uji. Dari kedua grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat mortalitas rayap maka kehilangan berat contoh uji semakin rendah. Ini disebabkan oleh semakin besar jumlah rayap yang mati maka pada saat yang bersamaan sumber selulosa sebagai makanannya mengalami perlambatan pengurangan berat.

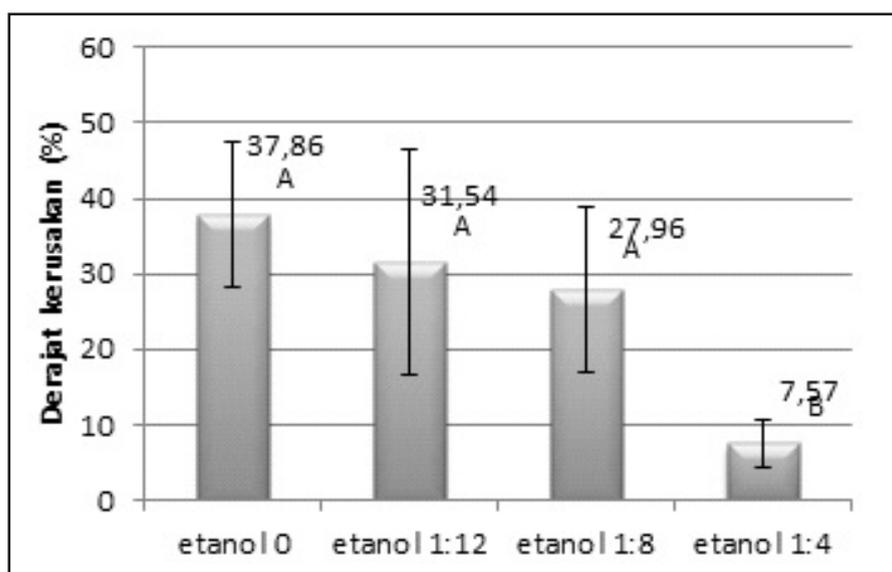
Perlambatan pengurangan berat juga diduga disebabkan oleh kemampuan atau selera makan rayap berkurang karena adanya sifat menolak serangga oleh ekstrak. Sastrohamidjojo (1996) menyatakan bahwa sejumlah flavonoid mempunyai rasa pahit hingga dapat menolak sejenis ulat tertentu.

Derajat kerusakan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi berpengaruh sangat nyata terhadap derajat kerusakan contoh uji pada taraf = 0,01. Hasil uji lanjut dengan uji beda jarak nyata Duncan pada taraf = 0,01 menunjukkan bahwa konsentrasi 1:4 berbeda sangat nyata dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hubungan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing dengan derajat kerusakan contoh uji ditunjukkan pada Gambar 4.

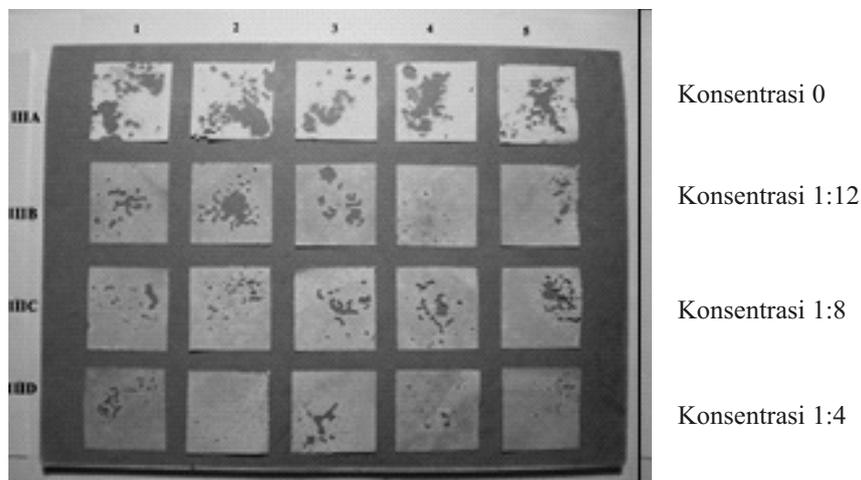
Hasil pengamatan terhadap serangan rayap kayu kering pada kertas saring, pada umumnya cara serangan rayap ini mulai dilakukan hampir sebagian besar pada bagian tengah kertas. Penyerangan dilakukan secara bergerombol, seperti yang ditunjukkan oleh kerusakan atau bekas-bekas serangan pada kertas uji (Gambar 5).

Derajat kerusakan terendah terhadap kontrol (konsentrasi 0) terjadi pada larutan etanol dengan konsentrasi 1:4 yaitu sebesar 7,57 %, sedangkan yang tertinggi pada konsentrasi 1:12 sebesar 31,54 %. Besar derajat kerusakan kertas menunjukkan nilai



Keterangan : Huruf kapital yang sama berarti berbeda tidak sangat nyata ($\alpha = 0,01$).

Gambar 4. Hubungan derajat kerusakan contoh uji (kertas saring) dengan konsentrasi larutan ekstrak etanol kumis kucing



Gambar 5. Hasil akhir pengujian contoh uji kertas saring terhadap serangan rayap kayu kering pada berbagai konsentrasi

yang semakin kecil dengan semakin tinggi konsentrasi yang diberikan (Gambar 4). Sementara itu dalam penelitian Azis (2011) diperoleh besar derajat kerusakan kayu benuang yang diawetkan dengan ekstrak kumis kucing pada konsentrasi 1:4 menunjukkan nilai sebesar 70,37 %. Sari (2009) juga meneliti bahwa besar derajat kerusakan kayu mangga yang diawetkan dengan ekstrak daun kecubung pada konsentrasi yang sama adalah 87 %. Selisih derajat kerusakan yang besar antara kayu dan kertas dipengaruhi oleh ukuran dan jenis bahan. Ini seperti yang terjadi pada kayu benuang berukuran 2x2x2 cm³ (Azis, 2011) dan kertas saring berbentuk lembaran tipis ukuran 4x4 cm². Keduanya diberi perlakuan yang sama baik bahan ekstrak, jenis pelarut, konsentrasi, waktu ekstraksi, waktu perendaman, lama umpan, jenis maupun jumlah rayap.

Derajat kerusakan dapat dipengaruhi oleh konsentrasi serta absorpsi dan retensi ekstrak. Bila kayu atau bahan yang diawetkan berukuran besar akan memberikan nilai absorpsi dan retensi yang lebih rendah (Kasmudjo, 2010). Hasil penelitian Tascioglu *et al.* (2013) menunjukkan bahwa meningkatnya nilai retensi dan menurunnya kehilangan berat kayu seiring dengan meningkatnya

konsentrasi ekstrak *mimosa*, *quebracho* dan *pine bark* pada pengawetan kayu *scotch pine*, *beech* dan *poplar*. Berdasarkan skala derajat kerusakan terhadap kontrol seperti ditunjukkan dalam Tabel 1, maka serangan rayap kayu kering pada perlakuan dengan konsentrasi terendah hingga tertinggi dapat digolongkan berat hingga ringan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol kumis kucing (*Orthosiphon* sp.) pada konsentrasi ekstrak terhadap pelarut sebesar 1:4 menunjukkan efektifitas paling tinggi (mortalitas rayap kering sebesar 65 % dan pengurangan berat contoh uji 2,71 %) kemudian disusul konsentrasi 1:8 (mortalitas rayap kering sebesar 23 % dan pengurangan berat 10 %), konsentrasi 1:12 (mortalitas rayap kering sebesar 21 % dan pengurangan berat 11,28 %) dan terendah ditunjukkan oleh kontrol atau konsentrasi 0 (mortalitas rayap kering sebesar 1 % dan pengurangan berat 37,86 %). Semakin tinggi konsentrasi maka semakin rendah derajat kerusakan yang terjadi. Derajat kerusakan pada perlakuan dengan konsentrasi terendah (1:12)

hingga tertinggi (1:4), serangan rayap dapat digolongkan berat hingga ringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Hibah I-MHERE Fakultas Kehutanan UGM. Terima kasih disampaikan kepada Bapak Tomi Listyanto, Ph.D, Dr. Ganis Lukmandaru dan Dr. Ragil Widyorini atas bantuan dan kerjasamanya dalam Hibah I-MHERE.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin I. 2005. Bahan Bioaktif Kumis Kucing (*Orthosiphon aristatus* (B1) Miq) di bawah Tegakan Hutan. (Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702). Sekolah Pasca Sarjana / S3. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 2008. Tanaman Obat - Kumis Kucing. *Section* Tanaman Obat - Galeri Tanaman Obat. <http://www.tanaman-obat.com>. Diakses tanggal 29 Agustus 2008.
- Anonim. 2010b. Kumis Kucing (*Orthosiphon* spp.). http://www.warintek.ristek.go.id/pertanian/kumis_kucing.pdf. Diakses melalui internet tanggal 24 Juli 2010.
- ASTM. 2005. *Annual Book of ASTM Standards*. ASTM International. United States.
- Azis A. 2011. *Uji Efektifitas Ekstrak Tumbuhan Kumis Kucing (Orthosiphon sp.) sebagai Pengawet Alami Kayu terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Cryptotermes sp.* Tesis (tidak dipublikasikan). Program Studi Ilmu Kehutanan. Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Hadikusumo SA. 2004. *Pengawetan Kayu*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Harborne JB. 1987. *Metode Fitokimia. Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Terbitan Kedua. Penerbit ITB. Bandung.
- Kasmudjo. 2010. *Teknologi Hasil Hutan. Suatu Pengantar. Identifikasi Kayu, Sifat-Sifat Kayu, Teknologi Pengolahan Hasil Hutan, Potensi dan Prospek*. Penerbit Cakrawala Media. Yogyakarta.
- Muflihat DA. 2008. *Inhibisi Ekstrak Herba Kumis Kucing dan Daun Salam terhadap Aktivitas Enzim Xantin Oksidase*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nandika D, Rismayadi Y & Diba F. 2003. *Rayap. Biologi dan Pengendaliannya*. Joko H (Ed). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nicholas DD. 1987. *Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-Perlakuan Pengawetan*. Penerjemah Haryanto Yoedodibroto. Penerbit Airlangga University Press. Yogyakarta.
- Sari RK, Syafii W, Sofyan K & Hanafi M. 2004. Sifat antirayap resin damar mata kucing dari *Shorea javanica* K. et. V. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 2 (1): 8-15.
- Sari SP. 2009. *Efikasi Ekstrak Daun Kecubung (Datura metel L.) pada Pengawetan Kayu Mangga (Mangifera indica) terhadap Serangan Rayap Kayu Kering (Cryptotermes cynocephalus Light)*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sastrohamidjojo H. 1996. *Sintesis Bahan Alam*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Swandana I. 2010. *Uji Efikasi Ekstrak Biji Buah Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa (Scheff.) Boerl) untuk Pengawetan Kayu Kelapa (Cocos nucifera L) dengan Metode Rendaman Dingin terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Cryptotermes cynocephalus Light*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tascioglu C, Yalcin M, Sen S, & Akcay C. 2013. Antifungal properties of some plant extracts used as wood preservatives. *International Biodeterioration & Biodegradation* 85 : 23-28.
- Voigt R & Noerono N. 1994. *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*. Edisi Ke -5, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widodo W. 2005. *Tanaman Beracun dalam Kehidupan Ternak*. UMM Press. Malang.