

UJI RETENSI DAN EFEKTIVITAS TANAMAN KUMIS KUCING (*Orthosiphon aristatus*) TERHADAP SERANGAN RAYAP TANAH (*Coptotermes* sp) PADA KAYU DURIAN (*Durio zibethinus*)

Eka Mariana¹, Ariyanti², Erniwati²

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah 94118
¹Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako
²Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

Abstract

Nowadays, utilization of non-durable wood species in Indonesia is one alternative to meet the needs of the wood. Use natural preservatives such as *Orthosiphon aristatus* in natural wood preservation process is highly recommended as environmentally friendly. This study was aimed to determine retention and the effects of *Orthosiphon aristatus* leaves extracts as preservation material of *Durio zibethinus* wood on the *Coptotermes* sp. Attacks. Regency and the laboratory of Forestry Science, Tadulako University, from May to June 2013. The study was using completely randomized design with factorial pattern. The treatment of study was applying two factors. First, concentration of *Orthosiphon aristatus* extracts with three levels, namely; 9,09% (A1), 16,67% (A2), and 23,07% (A3). Second, Dipping time with three levels, namely: 1 day (B1), 3 days (B2), and 5 days (B3). The results showed that the highest retention value (3,538g/cm³) was achieved by the combination treatment between concentration 23,07% and dipping time 5 days (A3B3) while the lowest retention value (0,562g/cm³) was achieved by the combination treatment between concentration 9,09% and dipping time 1 day (A1B1). Hence, the lowest effectivity of preservation materials indicated by the highest weight loss, was achieved by A1B1 combination treatment (3,37%) while the lowest (highest effectivity) was achieved by (A3B3) combination treatment (1,88%).

Keywords: Concentration, Dipping time, *Orthosiphon aristatus*, *Durio zibethinus*, *Coptotermes* sp.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sebagian besar jenis kayu di Indonesia memiliki tingkat keawetan yang rendah, menurut Duljapar (1996), saat ini di Indonesia tercatat ± 4000 jenis kayu yang tersebar diseluruh Nusantara, 15-20 % dari jumlah tersebut termasuk jenis kayu dengan keawetan tinggi (kelas I dan II) dan 80-85 % sisanya adalah jenis kayu dengan keawetan yang rendah (kelas awet III, IV dan V) sehingga jenis kayu yang termasuk dalam kelas awet III-IV, dapat diperpanjang umur pemakaiannya melalui proses pengawetan.

Hal tersebut di atas menunjukkan, bahwa jenis kayu yang memiliki tingkat keawetan yang tinggi sangat sedikit jumlahnya sementara dalam penggunaan jenis tersebut akan sangat banyak dibutuhkan. Pengawetan kayu menjadi penting karena dikhawatirkan produksi jenis kayu dengan kelas awet tinggi tidak dapat lagi terpenuhi pada masa mendatang.

Penggunaan bahan pengawet juga harus memperhatikan keefektifannya dalam mencegah serangan organisme perusak kayu dan efeknya terhadap lingkungan. saat ini ekstrak berbagai tanaman untuk pengawet kayu yang bersifat ramah lingkungan (Azis, 2012).

Tumbuh-tumbuhan khususnya tumbuhan obat/herbal diduga mengandung bahan bioaktif seperti saponin, alkaloid, flavonoid, tannin, triterpenoid dan steroid dalam bidang teknologi kayu khususnya pengawetan kayu pemanfaatan tumbuhan ini masih sedikit dilakukan padahal jumlahnya melimpah manfaat tumbuhan ini sebagai bahan pengawet alami tidak akan pernah terungkap bila belum dilakukan penelitiannya karena itu eksploitasi terhadap tumbuhan ini perlu dilakukan untuk memperbanyak dan memperkaya informasi tentang tumbuhan penghasil bahan pengawet alami (Azis, 2012).

Hal-hal tersebut di atas mendorong perlunya dilakukan penelitian menggunakan tumbuhan kumis kucing. Tumbuhan ini diduga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil ekstraktif untuk pengawetan kayu secara alami menggunakan pelarut air dan etanol (Azis, 2012).

Kayu durian tergolong jenis kayu yang relatif ringan dan memiliki tingkat keawetan yang agak rendah.

Rumusan Masalah

Salah satu jenis kayu yang banyak digunakan adalah kayu durian karena kayu ini memiliki kelas kuat II - III dan kelas awet IV-V, selain itu kayu tersebut mudah diserang oleh rayap. Penggunaan tanaman kumis kucing sebagai bahan pengawet ramah lingkungan belum berkembang seperti penggunaan bahan pengawet kimia dan penerapannya masih perlu pengkajian dengan berbagai metode dan konsentrasi untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan tanaman kumis kucing dan sebagai bahan pengawet terhadap rayap tanah.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui retensi dan efektivitas bahan pengawet dari tanaman kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes* sp).

Kegunaan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan tanaman kumis kucing (*Orthosiphon aristatus*) sebagai bahan pengawet terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes* sp) pada jenis kayu durian (*Durio zibethinus*).

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Juli 2013. Adapun tempat Penelitian di Laboratorium Ilmu Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah pengawet, timbangan digital, oven listrik, kalkulator, kaliper manual, pengaduk, kain lap, kuas. Adapun bahan yang digunakan: kayu durian, cat minyak, tanaman kumis kucing, dan rayap tanah.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan RAL pola faktorial dimana konsentrasi bahan pengawet sebagai faktor A terdapat 3 taraf yaitu: A1= 0,09%, A2= 16,67% dan A3= 23,07% dan lama perendaman sebagai faktor B terdapat 3 taraf yaitu: B1= 1 hari, B2= 3 hari, dan B3= 5 hari maka dalam penelitian ini terdapat 9 perlakuan yaitu: A1B1, A2B1, A3B1, A1B2, A2B2, A3B2, A1B3, A2B3, A3B3.

Prosedur Penelitian Pembuatan Contoh Uji

Kayu durian (*Durio zibethinus*) dipotong dalam bentuk papan, dibuat stick dengan ukuran 2cm x 2cm x 30cm untuk sampel contoh uji, serta dibuat ukuran 2cm x 2cm x 2cm untuk pengukuran kadar air dan kerapatan.

Pembuatan Bahan Pengawet Kayu

Bagian tanaman yang digunakan adalah semua bagian tanaman kumis kucing kemudian dikeringkan ± 2 hari setelah itu dihancurkan menjadi serbuk, dibuat dengan perbandingan masing-masing 100, 200 dan 300 gram tanaman kumis kucing kering per satu liter air. Pembuatan ekstrak tanaman kumis kucing dilakukan dengan cara merendam di dalam air panas suhu 70 sampai 90°C selama 3 jam. Untuk menghitung konsentrasi bahan pengawet (Adkhi, 2007). Dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{\text{berat serbuk}}{\text{berat serbuk} + \text{berat pelarut}} \times 100\%$$

Proses Pengawetan

Proses pengawetan dilakukan dengan metode perendaman dingin dapat dilakukan sebagai berikut: Contoh uji ditimbang dan diukur dimensinya, dimasukkan ke dalam wadah pengawetan larutan pengawet tanaman kumis kucing dimasukkan ke dalam wadah, diangkat dan dikeringkan (ditiriskan).

Pengujian Terhadap Serangan Rayap Tanah

Sampel yang telah diawetkan, diangkat dan dioven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam, ditimbang beratnya, ditancapkan pada daerah yang terdapat rayap tanah, setelah 1 bulan makadiambil dan dibersihkan, kemudian di oven dengan suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 48 jam, kemudian ditimbang.

Parameter yang Diamati

- Retensi (Kasmudjo, 2010)

Retensi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{B1 - B2}{V} \times C$$

- Persentase kehilangan berat (Efektivitas) (JWPA Standar 11 (1) (1992) sebagai berikut:

Persentase kehilangan berat contoh uji dihitung dengan Rumus yang digunakan yaitu:

$$\alpha = \frac{mb - ms}{mb} \times 100\%$$

Analisis Statistik

Model linear untuk rancangan acak lengkap adalah (Gaspersz, 1991):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi awal kayu durian sebelum dilakukan proses pengawetan sebesar 7,129% sedangkan nilai rata-rata kerapatan adalah sebesar 0,384 g/cm³. Sehingga sangat baik jika dilakukan proses pengawetan karena bahan pengawet akan lebih mudah masuk ke dalam kayu. Nilai kadar air ini masih berada dibawah kadar air titik jenuh serat (<30%) atau dicapai pada saat keadaan kondisi kadar air keseimbangan, yaitu air dalam rongga sel telah keluar, dan air di dalam dinding sel sedikit dengan kadar air di atas titik jenuh serat sulit diimpregnasi bahan pengawet karena di dalam rongga sel masih banyak terdapat air, sementara kalau sampai kadar air kayu sudah mencapai titik jenuh serat, air di dalam kayu hanya sedikit dan berada di dalam dinding sel sehingga akan mempermudah masuknya bahan pengawet ke dalam rongga-rongga sel yang kosong. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar air memegang peranan penting dalam penembusan bahan pengawet ke dalam bahan yang diawetkan.

Selanjutnya Yoesoef (1977) dalam Sari (2005) menyatakan bahwa pada umumnya bahan pengawet akan terhalang masuk kedalam kayu apabila rongga-rongga sel masih banyak mengandung air. Apabila kadar air masih tinggi maka semakin sedikit bahan pengawet yang akan masuk kedalam kayu karena rongga-rongga sel masih terisi oleh air,

sebaliknya apabila air di dalam rongga sel telah keluar atau hanya berjumlah sedikit maka bahan pengawet akan dengan mudah masuk ke dalam kayu.

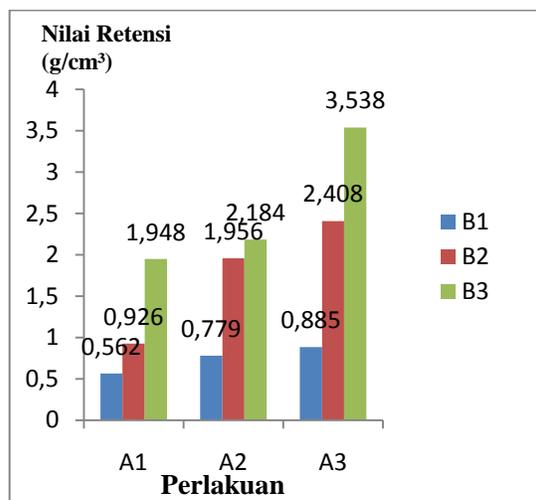
Berdasarkan hasil pengujian nilai rata-rata kerapatan kayu durian sebesar 0.384 g/cm, hal ini menunjukkan bahwa kerapatan kayu durian termasuk dalam kerapatan rendah. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Kasmudjo (2010), bahwa kayu yang memiliki berat jenis kurang dari 0,6 g/cm termasuk dalam klasifikasi kayu dengan berat jenis rendah. Menurut Kasmudjo (2010) menyatakan bahwa kayu durian termasuk ke dalam kelas awet IV-V, dengan berat jenis rata-rata 0,64

Kerapatan kayu turut berpengaruh terhadap penyerapan bahan pengawet, kayu berkerapatan rendah masuk ke dalam kelompok kayu yang rendah menyerap bahan pengawet. Hal ini sesuai dengan pendapat Hunt dan Garratt (1986), yang menyatakan bahwa kayu yang berkerapatan rendah memiliki pembuluh yang terbuka dan besar sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap bahan pengawet yang lebih baik dibandingkan dengan kayu yang berkerapatan tinggi. Kerapatan ini tergantung sekali pada kadar air dan bahan penyusun di dalam dinding sel. Oleh karena itu jika kayu cukup kering maka kerapatannya menunjukkan perkiraan banyaknya rongga-rongga udara (rongga sel) yang ada untuk diisi bahan pengawet.

Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), bahwa kerapatan sebagai massa atau berat persatuan volume, alam penentuan kerapatan dinding sel volume umumnya ditentukan oleh pemindahan suatu cairan yang dapat menembus rongga-rongga dalam dinding sel pada komponen kimia kayu.

Nilai Retensi Bahan Pengawet

Untuk melihat dengan jelas rata-rata nilai retensi yang dihasilkan karena pengaruh perbedaan konsentrasi dan lama perendaman dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Nilai retensi bahan pengawet dari tanaman kumis kucing dan lama perendamannya yang berbeda

Tingginya nilai rata-rata retensi pada perlakuan A3B3 disebabkan karena semakin tinggi tingkat konsentrasi bahan pengawet yang digunakan maka nilai retensi yang dihasilkan akan semakin besar pula, hal ini terjadi karena dugaan apabila konsentrasi yang dipakai tinggi maka bahan pengawet yang akan masuk lebih banyak kemudian mengendap di dalam jaringan sel-sel pada kayu. Pada perendaman 5 hari kesempatan kayu untuk berhubungan dengan bahan pengawet lebih lama dan juga udara yang ada di dalam rongga-rongga sel banyak keluar dan langsung diisi oleh larutan bahan pengawet (Hunt dan Garratt, 1986).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai retensi bahan pengawet pada tanaman kumis kucing berdasarkan perbedaan konsentrasi dan lama perendaman mempunyai nilai retensi yang berbeda pula. Semakin besar konsentrasi bahan pengawet dan semakin baik lama perendaman yang digunakan semakin tinggi nilai retensi yang akan dicapai.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Sari (2005), pada pengawetan kayu pinus, menggunakan bahan pengawet kimia yaitu Boraks pada konsentrasi 7,5% dan lama perendaman 120 menit dapat menghasilkan nilai retensi tertinggi sebesar 0,00232 g/cm³ dan konsentrasi 2,5 % dan lama perendaman

30 menit menghasilkan nilai retensi terendah sebesar $0,0000433 \text{ g/cm}^3$, sehingga tinggi konsentrasi bahan pengawet dan semakin lama kayu direndam maka akan menyebabkan nilai retensi bahan pengawet yang semakin tinggi.

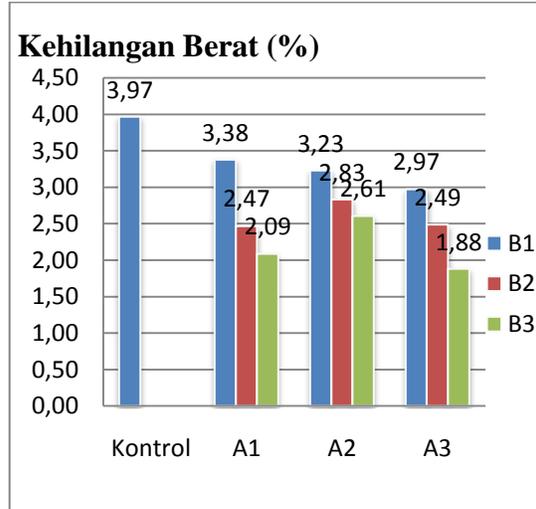
Sebagaimana diketahui bahwa pada dasarnya nilai retensi akan semakin meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi bahan pengawet dan lama waktu perendaman. Menurut Suranto (2002), semakin lama jangka waktu yang diperlukan untuk merendam kayu, akan membuat proses pengawetan semakin efektif, artinya kayu akan semakin terhindar dari serangan perusak kayu khususnya rayap tanah.

Hasil penelitian Kusumastuti (2005), menunjukkan rata-rata nilai retensi pada pengawetan kayu sengon dengan menggunakan bahan pengawet Lentrek 400 EC tertinggi terdapat pada konsentrasi 15% pada metode pencelupan sebesar $0,007253 \text{ g/cm}^3$ dan terendah terdapat pada konsentrasi 5% pada metode penyemprotan sebesar $0,000975 \text{ g/cm}^3$.

Persentase Kehilangan Berat (Efektivitas)

Efektifitas bahan pengawet dapat dilihat dari kemampuan bahan tersebut mengurangi serangan rayap setelah diaplikasikan ke contoh uji. Semakin rendah persen kehilangan berat menunjukkan semakin efektif bahan pengawet tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian contoh uji pada kayu durian didapat nilai persentase kehilangan berat contoh uji selama 1 bulan di sarang rayap tanah. Berikut ini merupakan nilai rata-rata persentase kehilangan berat pada contoh uji tanpa perlakuan (kontrol) dan dengan perlakuan bahan pengawet alami yaitu tanaman kumis kucing terhadap serangan rayap tanah dengan menggunakan metode kubur (*Grave Yard Test*). dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Nilai rata-rata persentase kehilangan berat (efektifitas)

Hasil pengujian yang dilakukan selama 1 bulan terhadap contoh uji yang tidak diawetkan (kontrol) maupun contoh uji yang diberi perlakuan pengawetan, menunjukkan bahwa terjadi kecenderungan penurunan kehilangan berat seiring dengan pemberian perlakuan pengawetan.

Contoh uji kontrol mengalami persentase kehilangan berat lebih besar yaitu sebesar 3,967% dibandingkan dengan contoh uji yang mengalami perlakuan pengawetan karena pada perlakuan contoh uji kontrol dalam kayunya tidak terdapat bahan beracun yang dapat menghalangi perusak kayu seperti rayap tanah untuk dapat beraktifitas dengan memakan komponen didalam kayu. Rayap akan lebih leluasa memakan seluruh bagian kayu tanpa ada bahan pelapis maupun pelindung baik pada permukaan kayu maupun dalam kayunya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nandika dkk (2003) dalam Kusumastuti (2005) bahwa rayap merupakan serangga pemakan kayu atau bahan-bahan yang terutama terdiri dari selulosa. Selulosa merupakan salah satu unsur penting dalam kayu dan sumber makanan bagi rayap tanah. Kandungan selulosa yang tinggi pada kayu durian menyebabkan tingginya serangan rayap tanah sehingga kehilangan beratnya juga tinggi.

Sebaliknya pada sampel yang diberi perlakuan pengawetan, rayap sudah tidak leluasa lagi untuk memakan keseluruhan bagian kayunya, karena adanya bahan pengawet yang dapat menyebabkan racun bagi rayap. Hal ini didukung oleh pernyataan Suranto (2002) yang mengatakan bahwa rayap juga enggan memakan kayu yang mengandung bahan beracun.

Contoh uji yang mendapatkan perlakuan pengawetan yang dilakukan dengan menggunakan konsentrasi yang tinggi dapat mengurangi kehilangan berat kayu terhadap serangan rayap tanah. Hasil uji perhitungan berat pada lama perendaman dan konsentrasi menunjukkan persentase kehilangan berat akan menurun berdasarkan besarnya konsentrasi dan juga bahan pengawet yang digunakan dalam pengawetan tersebut, maksudnya semakin tinggi konsentrasi yang diberikan semakin tinggi pula nilai retensinya dimana kita ketahui disini semakin tinggi nilai retensinya maka kehilangan beratnya akan menurun.

Selanjutnya Suranto (2002) menyatakan bahwa kemanjuran (efektifitas) bahan pengawet bergantung pada toksisitas (daya racun= daya bunuh) terhadap organisme perusak kayu atau organisme yang berlindung didalam kayu, semakin manjur dan semakin efektif pula bahan pengawet itu digunakan untuk mengawetkan kayu.

Faktor kelembaban dan suhu merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan rayap, kelembaban maksimum untuk perkembangan yang baik bagi rayap dicapai pada kelembaban 100% dan suhu optimal bagi kebanyakan rayap adalah 28-32 °C. Rayap memiliki cara sebagai antisipasi terhadap perubahan suhu dan kelembaban lingkungan, seperti yang di kemukakan oleh Prasetiyo dan Yusuf (2005), bahwa rayap akan menyesuaikan dengan perubahan suhu dan kelembaban yaitu dengan membangun sarang yang tebal, gudang makanan dan ruangan lain sekitar sarang, pengatur bentuk sarang serta mempertahankan kandungan air tanah penyusun sarang. Namun sebagai hewan

sosial, ketiga hal tersebut hanya dapat dilakukan rayap dalam koloninya.

Berdasarkan hasil pengamatan selama 1 bulan pengujian terhadap serangan rayap tanah telah terjadi pengurangan berat pada contoh uji. Pengurangan berat pada contoh uji diakibatkan oleh serangan rayap tanah namun tingkat serangannya tidak terlalu besar. Hal ini dapat dilihat dengan tidak adanya tanda-tanda serangan dari rayap tanah tersebut seperti terdapatnya butiran-butiran kecil berwarna kecoklatan.

Pengujian dengan cara penguburan contoh uji dipengaruhi oleh faktor kesukaan rayap tempat pengujian, sehingga ada kemungkinan kayu yang tidak disukai tidak diserang oleh rayap. Bila makanan kesukaan rayap ditempatkan pengujian tersedia dalam jumlah banyak, maka kemungkinan rayap tidak akan menyerang selama persediaannya masih ada (Hunt dan Garrat, 1986).

Menurut Azis (2012) bahwa tanaman kumis kucing mengandung senyawa bioaktif yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet kayu karena dapat menolak serangan serangga dan bersifat racun seperti saponin, alkaloid, flavonoid, tannin, triterpenoid dan steroid.

Penelitian tumbuhan kumis kucing sebagai bahan pengawet alami kayu menggunakan pelarut air dan etanol dilakukan oleh Azis, (2012) menunjukkan bahwa keefektifan ekstrak ini menunjukkan rata-rata mortalitas rayap sebesar 65% dan pengurangan berat kertas sebesar 2,71%. Ekstrak etanol tumbuhan kumis kucing 1:4 telah mampu meningkatkan mortalitas rayap kering dan meminimalkan pengurangan berat kertas saring dan kayu

Jika dibandingkan dengan klasifikasi ketahanan kayu berdasarkan persentase kehilangan berat akibat serangan rayap tanah maka hasil penelitian menunjukkan kelas ketahanan sangat tahan karena mengalami kehilangan berat <3,521 (Sumarni dan Roliadi dalam Ariyanti, 2004).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada pengujian kayu durian (*Durio zibethinus*) terhadap nilai retensi dan kehilangan berat akibat serangan rayap tanah (*Coptotermes* sp), maka dapat disimpulkan: nilai rata-rata kadar air pada kayu durian sebelum dilakukan proses pengawetan sebesar 7,129% dan untuk kerapatan sebesar 0,384 gram/cm³, Nilai retensi tertinggi pada perlakuan konsentrasi bahan pengawet 23,07% dengan lama perendaman 5 hari (A3B3) sebesar 3,538 g/cm³ sedangkan nilai retensi terendah pada perlakuan konsentrasi bahan pengawet 9,09% dengan lama perendaman 1 hari (A1B1) sebesar 0.562 g/cm³, Nilai efektivitas tertinggi (% kehilangan berat terendah) pada perlakuan

konsentrasi bahan pengawet 23,07% dengan lama perendaman 5 hari (A3B3) sebesar 1,881% nilai efektivitas terendah (% kehilangan berat tertinggi) pada konsentrasi bahan pengawet 9,09% dengan lama perendaman 1 hari (A1B1) sebesar 3,37% dan jika dibandingkan dengan klasifikasi kelas ketahanan kayu dengan bahan pengawet rendah tetapi lama perendaman yang lama maka penggunaan bahan pengawet kumis kucing sudah efektif pada perentase kehilangan berat.

Saran

Untuk Penggunaan bahan pengawet tanaman kumis kucing sebagai bahan pengawet kayu dibutuhkan waktu ±1 bulan untuk pengujian terhadap rayap tanah dan konsentrasi yang tinggi dan lama perendaman yang lama agar hasil yang diinginkan lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, 2004. *Analisis Intensitas Serangan Rayap Tanah Terhadap Beberapa Jenis Kayu Kontruksi Yang Umum Digunakan Perumahan Dikota Makassar*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Hasanudin, Makassar, (Tidak Dipublikasikan)
- Adkhi, I.I. 2007. *Ekstrak daun serikaya (Annona squamosa L), daun sirsak (Annona muncata L) dan daun cengkeh (Syzygium aromaticum L) sebagai bahan pengawet alami anti rayap*. Skripsi Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institute Pertanian Bogor 2007)
- Azis, A.2012. *Uji Efektifitas Ekstrak Tumbuhan Kumis Kucing (Orthosiphon sp.) Sebagai Pengawet Alami Kayu Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Cryptotermes sp*. Tesis Universitas Gajah Mada. Yogyakarta, 2012. Tidak Dipublikasikan
- Duljapar, K. 1996. *Pengawetan Kayu*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kusumastuti, F. 2005. *Uji Retensi dan Efektivitas Bahan Pengawet Lentrek 400 EC pada Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria (L) Nielsen) terhadap Serangan Rayap Tanah (Coptotermes sp)* Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu (Tidak Dipublikasikan)
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan percobaan*. CV. Armico, Bandung
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hunt, G.A. dan G.A. Garratt. 1986. *Pengawetan kayu*. CV. Akademika presindo, Jakarta.
- Kasmudjo, 2010. *Teknologi Hasil Hutan Suatu Pengantar*. Cakrawala Media, Yogyakarta.
- Prasetyo, K.W. Dan S. Yusuf. 2005. *Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan Dan Kimiawi*. Agromedia Pustaka.

- Sari, N.I. 2005. *Uji Retensi dan Efektivitas Bahan Pengawet Boraks pada Kayu pinus (pinus merkusii jung et de vrise) terhadap Serangan Rayap Tanah (Coptotermes sp)* Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu (Tidak dipublikasikan)
- Suranto, Y. 2002. *Bahan dan Metode Pengawetan Kayu*. Kanisius. Yogyakarta.