

**PENGAWETAN KAYU GUBAL JATI SECARA RENDAMAN DINGIN DENGAN  
PENGAWET BORON UNTUK MENCEGAH SERANGAN RAYAP KAYU KERING  
(*Cryptotermes cynocephalus* Light.)**

**AFIF SUMARYANTO<sup>1</sup>, SUTJIPTO A. HADIKUSUMO<sup>2</sup>, & GANIS LUKMANDARU<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup>Alumni Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

\*Email: ganisarema@lycos.com

<sup>2</sup>Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

**ABSTRACT**

*The utilization of younger teakwood has a disadvantage, which is the sapwood is more susceptible to dry wood termites as it has less natural durability. Boric acid and borax are inexpensive preservatives, which contain boron as the active material. Those preservatives are also easy to be obtained as well as do not produce smells and the wood discoloration. The experiment materials were the sapwood parts from teak boards obtained from the felled trees in the community forest of Kali Bawang, Kulon Progo. A complete randomized block design was arranged in a factorial with two factors, which were the type of preservatives (boric acid and borax in 5% concentration) and duration of cold soaking (12, 24, 36, and 48 hours). To examine the durability of sample, dry wood termites (*Cryptotermes cynocephalus* Light) were used. The results showed that the average values of absorption, retention, and depth of penetration were 33.09 to 70.77 kg/m<sup>3</sup>, 3.81 to 10.77 kg/m<sup>3</sup>, and 2.34 to 3.86 mm, respectively. The average values of termite mortality during 2 weeks and 4 weeks were 46.33 to 53 %, 82.67 to 94.33 %. Weight reduction and degree of the damage were, 560 to 570 mg, and 30.34 to 31.27 %, respectively. By analysis of variance, there was an interaction between the type of preservatives and the duration of cold soaking factors, which affected significantly the termite mortality. Type of preservative affected significantly the absorption and penetration. Further, the duration of cold soaking affected significantly the level of absorption, retention and penetration. The application of preservatives could reduce the mass loss of specimens until 70 % as well as to give higher levels of mortality rate (87-92 %) compared to that of untreated one.*

**Keywords:** *Tectona grandis* L.f., sap wood, wood preservation, borax, cold soaking, *Cryptotermes cynocephalus* Light.

**INTISARI**

*Pada penggunaan kayu jati umur muda, umum diketahui bahwa bagian gubal banyak diserang oleh rayap kayu kering karena keawetan alaminya yang rendah. Asam borat dan boraks merupakan salah satu pengawet yang mengandung bahan aktif boron yang murah, mudah didapat, tidak berbau, dan tidak mengubah warna kayu. Bahan yang digunakan adalah bagian gubal papan jati yang diperoleh dari tebangan jati hutan rakyat di Kecamatan Kali Bawang, Kulon Progo. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor yaitu faktor jenis bahan pengawet yaitu asam borat dan boraks (konsentrasi 5 %) dan faktor lama perendaman (12, 24, 36, dan 48 jam). Rayap yang digunakan untuk pengujian keawetan contoh uji pada penelitian ini adalah rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.) Hasil penelitian menunjukkan kisaran hasil rerata nilai pada parameter absorpsi sebesar 33,09 – 70,77 kg/m<sup>3</sup>, nilai retensi sebesar 3,81 – 10,77 kg/m<sup>3</sup>, kedalaman penetrasi 2,34 – 3,86 mm, mortalitas rayap sebesar 46,33 – 53 % selama 2 minggu dan 82,67 – 94,33 % selama 4 minggu pengumpanan, pengurangan berat sampel sebesar 0,56 – 0,57 gram, serta derajat kerusakan sebesar 30,34 – 31,27 %. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor jenis bahan pengawet dan lama perendaman yang berpengaruh nyata*

terhadap mortalitas rayap. Faktor jenis bahan pengawet berbeda sangat nyata terhadap absorpsi dan penetrasi. Faktor lama perendaman berbeda sangat nyata terhadap absorpsi, retensi, penetrasi. Pemberian bahan pengawet mampu mengurangi kehilangan berat sampai sekitar 70 % serta memberi persentase kematian rayap yang lebih tinggi (87-92 %) dibandingkan gubal tanpa perlakuan.

**Katakunci:** *Tectona grandis L.f.*, gubal, pengawetan kayu, boraks, rendaman dingin, *Cryptotermes cynocephalus Light*.

## PENDAHULUAN

Kayu jati merupakan salah satu jenis kayu yang diminati dan paling banyak dipakai oleh masyarakat, khususnya di Indonesia. Selain memiliki sifat yang awet dan kuat, kayu jati mudah dikerjakan baik menggunakan mesin maupun menggunakan alat tangan atau alat manual. Itulah alasan masyarakat menggunakan kayu jati sebagai bahan bangunan seperti kuda-kuda dan kusen, perabot rumah tangga, bahkan sebagian besar bahan baku kerajinan ukir-ukiran menggunakan bahan baku kayu jati (Martawijaya *et al.*, 2005).

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut saat ini banyak dilakukan penebangan tegakan jati pada umur muda dan hasil pemuliaan dengan kecepatan tumbuh yang tinggi, baik berasal dari tebangan penjarangan di hutan pemerintah maupun tegakan hutan rakyat. Bahan baku kayu jati yang berasal dari tegakan muda memiliki proporsi kayu gubal yang tinggi, sehingga bila dilihat dari segi kualitas, baik dari segi keawetan maupun kekuatan akan berbeda dengan kayu jati yang selama ini sudah dikenal. Pengamatan pada industri mebel skala kecil banyak yang menggunakan kayu jati umur muda dengan proporsi kayu gubal yang besar sebagai bahan baku untuk berbagai produk. Penggunaan kayu jati yang mengandung bagian gubal untuk bahan baku mebel maupun kerajinan banyak diserang oleh rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus Light*). Bhat dan Florence (2003) menyatakan bahwa ketahanan alami

kayu jati juvenil lebih rendah dibandingkan kayu jati dewasa. Ketahanan alami kayu jati juvenil umur 5 tahun terhadap jamur pembusuk putih termasuk kelas II, sedangkan kayu jati dewasa termasuk kelas I. Ketahanan alami pada bagian teras tidak berbeda dengan bagian gubalnya.

Suatu hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana meminimalisir kelemahan bagian gubal kayu jati yang rentan terhadap rayap kayu kering tersebut agar penggunaannya menjadi lebih efektif serta mengurangi kerugian ekonomi yang cukup besar akibat rayap yang dari tahun ke tahun terus meningkat (Tarumingkeng, 2001). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperpanjang umur pemakaian kayu adalah dengan proses pengawetan dimana melalui proses tersebut biaya akhir produk kayu dapat dikurangi (Hunt & Garrat, 1986). Mengacu pada Badan Standarisasi Nasional (1998), kayu yang harus diawetkan untuk bangunan rumah dan gedung adalah kayu yang mempunyai keawetan alami rendah yaitu kelas awet III, IV, V dan kayu gubal kelas awet I, II serta semua kayu yang tidak jelas jenisnya.

Beberapa penelitian sebelumnya (Abdurrahim 1992; Noor, 2010; Novriyanti dan Nurrohman, 2004; Sushardi, 2000) telah mencoba mengawetkan kayu inferior dengan pengawet boron melalui metode tanpa tekanan. Hingga saat ini belum ada penelitian yang membahas pengawetan bagian gubal kayu jati sehingga perlu dieksplorasi efektivitas proses pengawetannya. Pengawetan bagian gubal kayu jati

pada penelitian ini menggunakan dua jenis pengawet yang memiliki bahan aktif boron yaitu asam borat ( $H_3BO_3$ ) dan boraks ( $Na_2B_4O_7$ ). Bahan ini dipilih karena merupakan bahan yang murah, mudah diperoleh dan mudah untuk dipakai. Asam borat dan boraks memiliki sifat mudah digunakan karena mudah dilarutkan serta percepatan pelarutan dapat dilakukan dengan menaikkan suhu pelarutnya. Metode yang digunakan adalah perendaman dingin yang merupakan metode yang mudah, tidak memerlukan metode khusus sehingga dapat dilakukan oleh siapa saja termasuk industri kecil. Investasi yang dibutuhkan juga sedikit dibanding menggunakan metode rendaman panas dan vakum tekan, namun efektif meningkatkan absorpsi bahan pengawet terhadap kayu (Abdurrohman, 2008).

## BAHAN DAN METODE

### Penyiapan Bahan

Bahan yang digunakan adalah potongan blambangan kayu jati berasal dari tegakan jati hutan rakyat berumur 19 tahun sebanyak 3 pohon yang berasal dari Dusun Kajoran Pelem, Desa Banjaroyo, Kecamatan Kali Bawang, Kabupaten Kulon Progo. Dari tumpukan papan tersebut diambil beberapa papan secara acak kemudian dipotong menggunakan gergaji ulang untuk memisahkan bagian kayu gubalnya. Potongan tersebut kemudian digergaji lagi menggunakan gergaji bundar untuk membuat sampel perlakuan dan sampel kadar air papan.

Sebelum dibuat sampel permukaan, papan dihaluskan menggunakan *planer* terlebih dahulu. Tujuan dihaluskan permukaannya adalah agar pori-pori terbuka dan mempresisikan ukuran tebal contoh uji yaitu 3 cm. Papan dengan tebal 3 cm tersebut selanjutnya dibelah menggunakan gergaji bundar dengan lebar belahan 3 cm lalu dilanjutkan dengan memotong menjadi sortimen dengan panjang

10 cm menggunakan gergaji potong sehingga mendapatkan ukuran 3 x 3 x 10 cm. Dari sampel yang telah dibuat diambil sebanyak 24 buah sampel contoh uji (untuk 3 ulangan) dan 7 sampel kontrol. Ukuran sampel contoh uji dibuat berdasarkan *Protocol for Assessment of Wood Preservatives* (Australian Wood Preservation Committee, 2007) dengan dimensi minimum untuk pengawetan yaitu 15 mm (radial) x 25 mm (tangensial) x 50 (longitudinal).

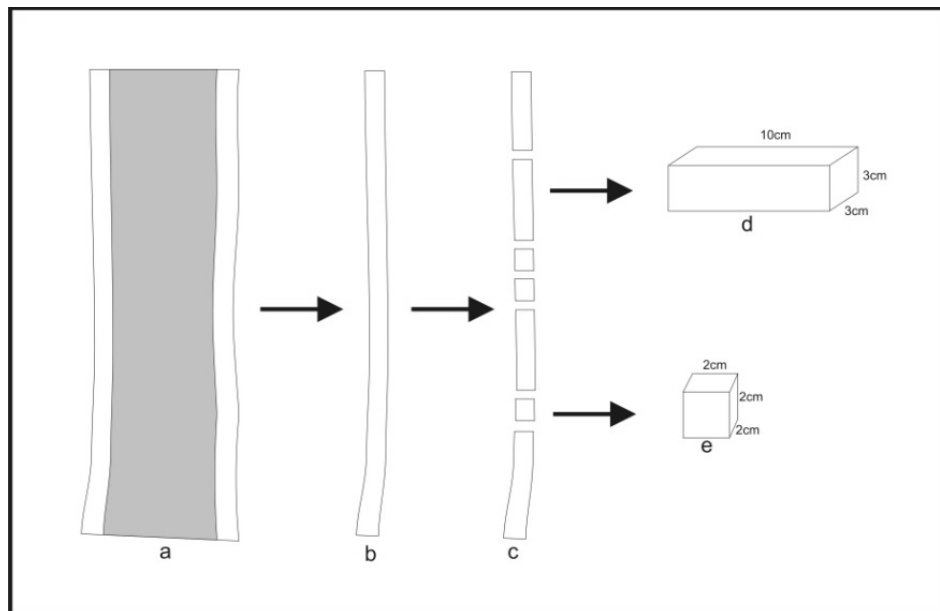
Contoh uji yang sudah siap kemudian dicat pada penampang transversal. Pengecatan ini bertujuan untuk menghindari peresapan bahan pengawet dari arah longitudinal dan bertujuan untuk mewakili bagian permukaan yang terlemah terhadap serangan. Contoh uji yang telah dicat kemudian dikering-udarkan hingga beratnya konstan. Selanjutnya, contoh uji diberi tanda yang mencirikan konsentrasi pengawet dan lama perendaman pada masing-masing ulangan. Skema pembuatan dan pengambilan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 1.

### Penyiapan Bahan Pengawet

Bahan pengawet yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam borat ( $H_3BO_3$ ) dan boraks ( $Na_2B_4O_7$ ) teknis yang diperoleh dari toko bahan kimia lokal. Konsentrasi larutan bahan pengawet yang digunakan pada kedua bahan pengawet adalah sama yaitu 5 %. Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 5 % w/w, bahan pengawet dengan kandungan bahan aktif 100% ditimbang sebanyak 50 kg bahan pengawet lalu ditambahkan ke dalam air yang beratnya 950 kg atau setara dengan 950 liter (Martawijaya & Barly, 1991).

### Proses Pengawetan

Sebelum dilakukan proses pengawetan dengan perendaman, contoh uji yang sudah disiapkan dikeringudarkan terlebih dahulu hingga beratnya konstan. Setelah contoh uji konstan, sebelum



Gambar 1. Skema Pengambilan Contoh Uji

Keterangan gambar :

- a. Blambangan
- b. bagian gubal
- c. Dipotong sesuai tujuan sampel
- d. Contoh uji pengawetan (3 x 3 x 10 cm)
- e. Contoh uji kadar air dan berat jenis (2 x 2 x 2 cm)

dilakukan perendaman sampel ditimbang dan diukur dimensinya dengan kaliper terlebih dahulu untuk menentukan berat awat dan volume sampel. Supaya tidak mengalami selisih kadar air antara sebelum dan sesudah pengawetan, dilakukan pengukuran kadar air terlebih dahulu.

Selanjutnya sampel disusun dalam bak perendaman, kayu tersebut diberi pemberat hal ini ditujukan agar sampel benar-benar tercelup dalam larutan bahan pengawet. Sampel direndam selama variasi waktu yang ditentukan yaitu 12, 24, 36, 48 jam sesuai dengan rancangan penelitian. Tahap berikutnya adalah mengeluarkan sampel dari bak perendaman lalu dilakukan pengusapan dengan lap basah yang bersih untuk menghilangkan sisa larutan yang berada di permukaan sampel. Setelah itu dilakukan penimbangan untuk mendapatkan berat setelah pengawetan.

Tahap berikutnya dilakukan pengeringan udara pada contoh uji selama kurang lebih 2 minggu hingga berat sampel konstan, hal ini dilakukan juga agar bahan pengawet berfiksasi dengan kayu. Kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara setelah pengawetan. Pengkondisian sampel untuk mendapatkan berat kering udara sebelum dan setelah proses pengawetan dilakukan pada kondisi suhu dan kelembaban udara yang sama. Kelembaban udara diketahui dengan cara memperhatikan suhu bola basah dan suhu bola kering.

Absorpsi adalah jumlah larutan bahan pengawet beserta pelarutnya yang meresap ke dalam kayu. Nilai ini diperoleh dengan mengurangi berat basah setelah pengawetan dengan berat kayu sebelum pengawetan dan membaginya dengan volume kayu. Retensi aktual merupakan jumlah bahan pengawet yang meresap ke dalam contoh uji. Nilai ini dapat dihitung dengan menimbang contoh uji dalam keadaan kering udara baik sebelum pengawetan dan

sesudah pengawetan dan membaginya dengan volume kayu.

Selanjutnya sampel dipotong melintang pada salah satu ujungnya untuk mengetahui kedalaman penetrasinya. Pada bekas potongan tersebut kemudian dilaburkan pereaksi untuk mengetahui kedalaman peresapan pengawet. Pereaksi yang digunakan untuk mengetahui kehadiran bahan pengawet boron adalah sebagai berikut:

Larutan A : 2 g ekstrak kurkuma dalam 100 ml alkohol

Larutan B : 20 ml alkohol + 30 ml HCl yang dijenuhkan dengan asam salisilat

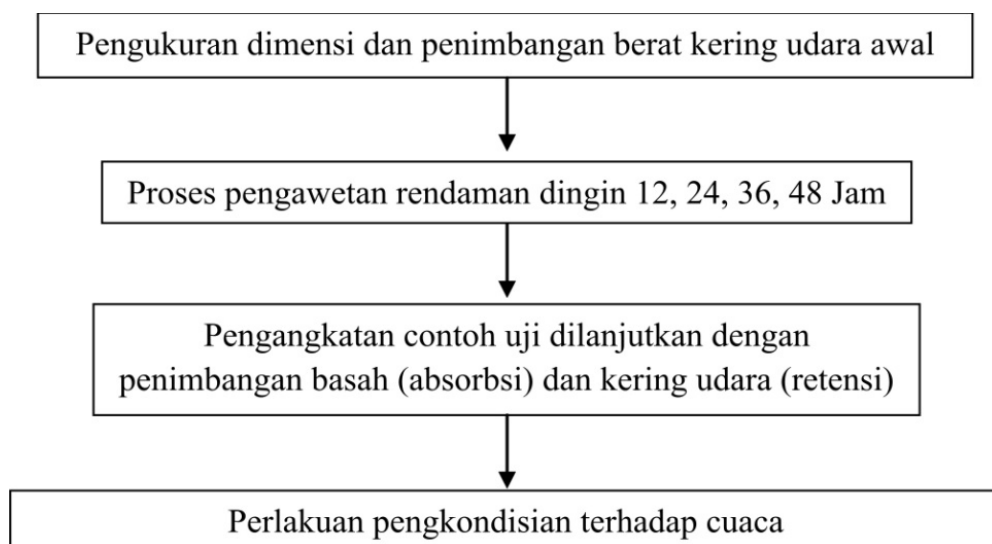
Larutan A dilaburkan kemudian larutan B pada potongan melintang contoh uji, kehadiran pengawet boron ditunjukkan dengan perubahan warna permukaan kayu menjadi merah jambu. Pengukuran menggunakan kaliper digital yang dinyatakan dalam satuan mm.

Langkah selanjutnya yaitu sampel diberi perlakuan pengkondisian terhadap cuaca. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui besarnya resistensi bahan pengawet yang tertinggal di dalam sampel. Langkah pengkondisian dilakukan dengan cara

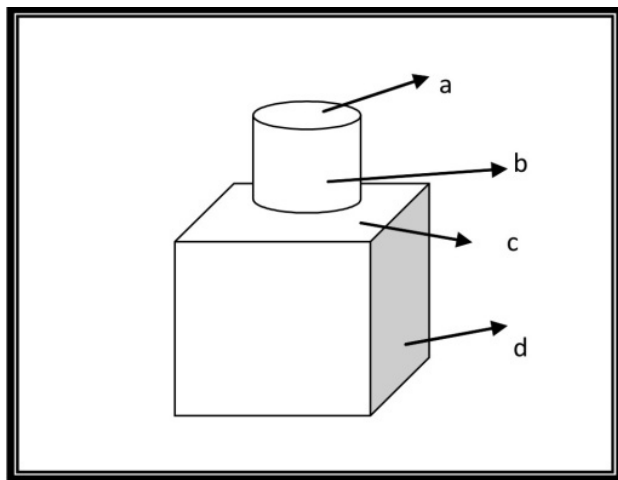
memasukkan contoh uji ke dalam oven bersuhu 49° C selama 24 jam. Teknis pelaksanaannya adalah sampel dimasukkan ke dalam oven mulai pukul 7 pagi sampai hari berikutnya (24 jam), keesokan harinya contoh uji diambil dari oven pada pukul 7 pagi kemudian sampel direndam dalam air suling selama 2 jam sampai pukul 9 pagi lalu kembali dimasukkan oven dalam suhu 49° C sampai hari berikutnya. Perlakuan pengkondisian cuaca seperti ini dilakukan selama 10 hari. Setelah 10 hari sampel dikeluarkan dan dikeringudarkan di dalam suhu ruangan selama 2 hari. Skema pengawetan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 2.

**Pengumpanan Contoh Uji**

Contoh uji yang sudah melalui perlakuan pengkondisian cuaca diuji dengan cara meletakkan rayap pada bagian sisi yang tidak dicat dan telah dilem dengan pipa kaca. Cara yang dilakukan pada proses pengumpanan adalah memasang tabung kaca berdiameter kurang lebih 2,5 cm dan tinggi 4 cm pada penampang kayu yang tidak dicat dimana pemasangan dilakukan dengan menggunakan lem kayu. Setelah pipa kaca terpasang dengan benar dan lem telah benar-benar kering sampel ditimbang



Gambar 2. Skema Pengawetan Contoh Uji



Gambar 3. Pengumpanan Contoh Uji Pada Rayap

Keterangan:

- a. Ruang tempat meletakkan rayap
- b. Tabung kaca dengan tinggi 4 cm
- c. Permukaan kayu yang diserang (tidak dicat)
- d. Permukaan kayu yang dicat

untuk mengetahui berat kering udara sebelum pengumpanan. Tabung kaca digunakan untuk meletakkan rayap agar tidak tersebar keluar dari daerah penyerangan. Sampel yang sudah diberi rayap diletakkan pada tempat yang sejuk dan gelap, selama proses pengumpanan sirkulasi udara dan kelembaban udara harus tetap terjaga. Cara yang dilakukan untuk pengumpanan rayap dapat dilihat pada Gambar 3.

Rayap yang digunakan adalah stadium limfa yang sehat dan aktif sebanyak 50 ekor pada masing-masing sampel. Contoh uji tersebut diletakkan dalam ruangan sejuk dan gelap dengan sirkulasi dan kelembaban udara yang terjaga. Kematian rayap (dalam persen) diamati setiap hari selama 4 minggu. Rayap yang mati diambil agar tidak dimakan oleh rayap yang lain. Setelah contoh uji diumpankan pada rayap, dilakukan penimbangan sampel setelah pengumpanan. Selanjutnya dilakukan perhitungan pengurangan berat sampel dengan mengurangkan berat sebelum pengumpanan dan setelah pengumpanan (Badan Standarisasi Nasional, 2006). Derajat kerusakan merupakan petunjuk intensitas serangan rayap terhadap contoh uji setelah

pengumpanan terhadap penurunan berat kontrol. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Derajat Kerusakan} = \frac{\text{Penurunan berat contoh uji}}{\text{Penurunan berat kontrol}} \times 100\%$$

Skala yang digunakan dalam pengukuran derajat kerusakan didasarkan pada perbandingan berat contoh uji terhadap pengurangan berat kontrol mengacu pada ASTM D 1758 (ASTM, 1985). Kontrol yang digunakan adalah gubal tanpa perlakuan pengawetan, serta kayu gubal mindi dan sengon. Selain itu juga dilakukan pengamatan tanpa pengumpanan kayu atau rayap dibiarkan kelaparan.

### Analisis Statistik

Uji analisis keragaman dwi-arah (*two-way ANOVA*) dilakukan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh nyata pada taraf uji 5 %. Pengujian dilakukan terhadap parameter-parameter yang meliputi absorpsi, retensi aktual, mortalitas rayap, pengurangan berat dan derajat kerusakan. Analisis dilanjutkan dengan Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*) untuk melihat seberapa jauh perbedaan nilai rata-rata perlakuan. Semua perhitungan menggunakan *software SPSS 16 for Windows*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran pada pengawetan kayu gubal jati pada masing-masing jenis bahan pengawet melalui perendaman dingin disarikan pada Tabel 1, sedangkan hasil analisa keragaman disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa interaksi faktor hanya berpengaruh nyata pada faktor kematian rayap selama 4 minggu tetapi kedua faktor tersebut tidak berpengaruh nyata pada parameter kehilangan berat dan derajat kerusakan kayu. Jenis pengawet berpengaruh nyata pada nilai absorpsi, penetrasi, dan kematian rayap selama 2 minggu. Lama perendaman berpengaruh nyata pada semua parameter

keterawetan yaitu absorpsi, retensi aktual, dan penetrasi.

**Keterawetan Kayu**

Terdapat tiga parameter pengujian keterawetan gubal kayu jati yang diteliti dalam penelitian ini, antara lain absorpsi, retensi, dan penetrasi. Dari hasil analisis keragaman, boraks menghasilkan nilai yang lebih tinggi pada parameter retensi dan absorpsi pada lama perendaman yang sama, sedangkan asam borat menunjukkan kedalaman yang lebih besar pada lama perendaman yang sama pada parameter penetrasi (Tabel 1). Hasil perhitungan rata-rata absorpsi, retensi dan penetrasi larutan bahan pengawet boron dalam kayu gubal jati pada masing-masing lama waktu perendaman dingin 12, 24, 36 dan 48 jam menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, maka semakin tinggi secara nyata nilai absorpsi, retensi, dan penetrasi bahan pengawet ke dalam kayu (Gambar 4). Nilai absorpsi, retensi dan penetrasi terendah pada bahan pengawet asam borat terdapat pada perendaman paling singkat yaitu 12 jam berturut-turut sebesar 30,38 kg/m<sup>3</sup>; 3,79 kg/m<sup>3</sup>; 2,36 mm dan nilai paling tinggi terdapat pada perendaman paling lama 48 jam yaitu berturut-turut

sebesar 61,57 kg/m<sup>3</sup>; 9,66 kg/m<sup>3</sup>; 4,03 mm. Pada bahan pengawet boraks absorpsi, retensi dan penetrasi terendah juga terdapat pada perendaman tersingkat yaitu berturut-turut sebesar 35,812 kg/m<sup>3</sup>; 3,841 kg/m<sup>3</sup>; 2,33 mm dan tertinggi pada perendaman terlama yaitu 79,968 kg/m<sup>3</sup>; 11,875 kg/m<sup>3</sup>; 2,975 mm. Nilai penetrasi tersebut masih lebih rendah, sedangkan nilai absorpsinya masih dalam kisaran bila dibandingkan dengan kayu kamalaka yang diawetkan dengan boron selama 8 hari (Noor, 2000).

Retensi merupakan salah satu parameter keberhasilan proses pengawetan, besaran retensi yang didapat dibandingkan dengan besar retensi minimum yang harus dicapai. Retensi bahan pengawet asam borat yang dianjurkan sebesar 8 kg/m<sup>3</sup> dan telah dapat mencegah serangan rayap, serangga lain dan jamur untuk daerah beriklim tropis seperti Indonesia (Badan Standarisasi Nasional, 1999). Untuk parameter penetrasi, syarat yang ditetapkan untuk penggunaan dalam ruangan dan luar ruangan yaitu sedalam 5 mm (Badan Standarisasi Nasional, 1999; Barly & Abdurrohman, 1996).

Tabel 1. Pengukuran parameter pengawetan kayu gubal jati melalui perendaman dingin pada lama perendaman 12-48 jam (rerata 3 ulangan)

Parameter	Asam borat			Boraks		
	Min. (Sd)	Maks. (Sd)	Rerata	Min. (Sd)	Maks. (Sd)	Rerata
Absorpsi (kg/m <sup>3</sup> )	30,38 (0,59)	61,57 (5,40)	49,55	35,81 (1,52)	79,97 (8,51)	61,58
Retensi aktual (kg/m <sup>3</sup> )	3,79 (0,37)	9,66 (2,53)	6,72	3,84 (1,04)	11,88 (1,87)	7,06
Penetrasi (mm)	2,36 (0,16)	4,03 (0,15)	3,36	2,33 (0,17)	3,69 (0,41)	2,97
Kematian rayap dalam 2 minggu (%)	54,00 (6,00)	57,33 (8,32)	55,67	38,67 (7,57)	48,67 (13,61)	45,33
Kematian rayap dalam 4 minggu (%)	87,33 (6,00)	95,33 (8,32)	91,33	78,00 (7,57)	93,33 (13,61)	87,67
Pengurangan berat (mg)	533 (49)	560 (97)	542	572 (56)	593 (67)	585
Derajat kerusakan (%)	29,08 (2,67)	30,59 (5,29)	29,61	31,23 (3,06)	32,37 (3,71)	31,95

Hasil dari uji HSD (Gambar 4), lama perendaman terhadap absorpsi menunjukkan 24 jam tidak berbeda nyata dengan 36 jam dan 36 jam juga tidak berbeda nyata dengan lama perendaman 48 jam. Dengan demikian, lama perendaman paling efektif adalah selama 36 jam. Untuk parameter retensi 12, 24, dan 36 jam berbeda nyata dengan lama perendaman 48 jam. Perendaman yang dilakukan pada lama waktu 48 jam baik pada pengawet boraks maupun asam borat sudah memenuhi standar yang ditetapkan. Sehingga untuk pengawetan kayu gubal jati perendaman selama 48 jam menggunakan kedua jenis pengawet tersebut sudah memenuhi syarat retensi bahan pengawet untuk digunakan di iklim

tropis untuk mencegah serangan jamur dan serangga perusak kayu. Sedangkan untuk parameter penetrasi nilai yang didapatkan belum ada yang mencapai syarat minimum. Disarankan untuk mencapai penetrasi yang ditetapkan dengan menambah lama waktu perendaman dan sekaligus akan meningkatkan absorpsi dan retensi bahan pengawet ke dalam kayu.

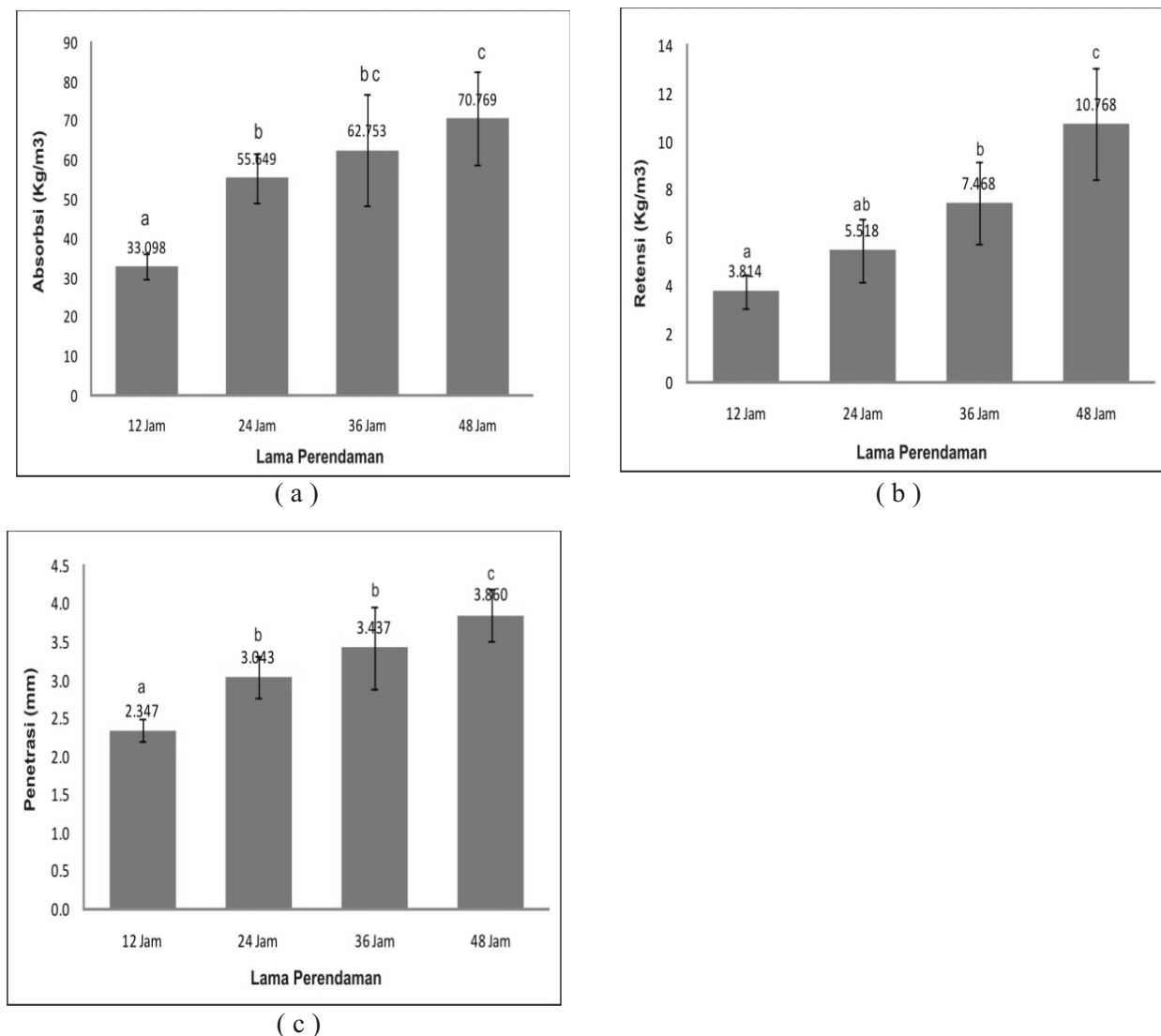
Lama waktu yang dibutuhkan untuk peresapan tersebut bergantung pada jenis kayu dan ukuran sortimen yang diawetkan. Abdurrohman dan Martono (2002) menyatakan bahwa lama perendaman dingin dalam jenis kayu dan konsentrasi yang sama sangat berpengaruh nyata terhadap retensi dan penembusan bahan pengawet. Sushardi (2000) pada pengawetan

Tabel 2. Hasil analisis varians untuk parameter pengawetan gubal kayu jati

Sumber variasi	db	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Fhitung	Signifikansi
<b>(a) Absorpsi</b>					
Jenis pengawet (A)	1	868,41	868,41	16,36	0,001**
Lama perendaman (B)	3	4725,73	1575,24	29,68	<0,01**
A x B	3	251,19	83,73	1,58	0,234 <sup>ns</sup>
<b>(b) Retensi aktual</b>					
Jenis pengawet (A)	1	0,68	0,68	0,25	0,625 <sup>ns</sup>
Lama perendaman (B)	3	160,28	53,43	19,35	<0,01**
A x B	3	7,52	2,51	0,91	0,459 <sup>ns</sup>
<b>(c) Penetrasi</b>					
Jenis pengawet (A)	1	0,93	0,93	14,34	0,002**
Lama perendaman (B)	3	7,45	2,48	38,35	<0,01**
A x B	3	0,52	0,17	2,66	0,084 <sup>ns</sup>
<b>(d) Kematian rayap dalam 2 minggu</b>					
Jenis pengawet (A)	1	640,67	640,67	11,79	0,003**
Lama perendaman (B)	3	162	54	0,99	0,421 <sup>ns</sup>
A x B	3	50	16,67	0,31	0,820 <sup>ns</sup>
<b>(e) Kematian rayap dalam 4 minggu</b>					
Jenis pengawet (A)	1	54	54	10,12	0,006**
Lama perendaman (B)	3	478	159,33	29,87	< 0,01**
A x B	3	158	52,67	9,87	0,001**
<b>(f) Kehilangan berat</b>					
Jenis pengawet (A)	1	0,011	0,01	3,91	0,065 <sup>ns</sup>
Lama perendaman (B)	3	0,001	0,00	0,10	0,957 <sup>ns</sup>
A x B	3	0,001	0,00	0,15	0,927 <sup>ns</sup>
<b>(g) Derajat kerusakan</b>					
Jenis pengawet (A)	1	32,77	32,77	3,91	0,065 <sup>ns</sup>
Lama perendaman (B)	3	2,61	0,87	0,10	0,957 <sup>ns</sup>
A x B	3	3,83	1,28	0,15	0,927 <sup>ns</sup>

Keterangan : db = derajat bebas, ns = tidak berbeda nyata, \*\* = berbeda sangat nyata pada tingkat 1 %, \* = berbeda nyata pada tingkat 5 %





Gambar 4. Nilai rerata absorpsi (a), retensi aktual (b), dan penetrasi (c) terhadap lama perendaman pada gubal jati. Huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji Tukey ( $\alpha = 1\%$ ).

kayu sengon mendapatkan bahwa pada jenis pengawet boraks, penambahan lama pengawetan dari 1 hari menjadi 3 hari dan 5 hari dapat meningkatkan retensi serta meningkatkan penetrasi. Kecenderungan yang sama juga diperoleh pada kayu sengon dan tusam (Barly & Lelana 2010). Peningkatan nilai absorpsi, retensi, dan penetrasi seiring semakin lamanya proses perendaman disebabkan semakin lama perendaman diberikan maka semakin memberikan kesempatan pada larutan pengawet untuk masuk ke dalam sel kayu melalui dinding-dinding selnya. Hal ini juga berkaitan dengan sifat kayu yang higroskopis. Pada periode tertentu

gerakan peresapan bahan pengawet di dalam kayu akan terhenti karena pada saat itu kayu akan menjadi jenuh terhadap larutan pengawet dimana pada kondisi ini pengawetan menjadi sempurna karena seluruh bagian kayu teresapi oleh larutan pengawet.

Hasil penelitian ini menunjukkan retensi untuk perendaman 24 jam didapatkan retensi sebesar 5,15 kg/m<sup>3</sup> untuk boraks dan 5,88 kg/m<sup>3</sup> untuk asam borat. Penelitian oleh Sushardi (2000) pada konsentrasi yang sama, boraks menunjukkan nilai retensi tertinggi dibandingkan dengan asam borat dan terusi pada kayu sengon. Hal tersebut sesuai dengan

penelitian ini yang menunjukkan rerata absorpsi dan retensi aktual pengawet boraks lebih tinggi dibandingkan dengan pengawet asam borat. Di lain pihak, rerata kedalaman penetrasi asam borat lebih besar nilainya daripada boraks sehingga kecenderungan tersebut berbeda dengan parameter absorpsi dan retensi. Perbedaan tersebut diduga karena kedalaman penetrasi tidak berhubungan dengan retensi bahan pengawet (Hunt & Garrat, 1986).

Abdurrohim dan Martawijaya (1983), menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi keterawetan kayu adalah konsentrasi larutan bahan pengawet yang umumnya semakin tinggi konsentrasi larutan bahan pengawet, semakin besar bahan pengawet yang mampu diserap oleh kayu. Pengaruh antar faktor terhadap nilai absorpsi, retensi, dan penetrasi dapat diketahui melalui analisis sidik ragam. Hasil sidik ragam pengaruh faktor jenis bahan pengawet terhadap seluruh parameter memperlihatkan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai absorpsi dan penetrasi, sedangkan pada parameter retensi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Perbedaan pada absorpsi dan penetrasi diduga disebabkan karena perbedaan kepekatan larutan antara boraks dan asam borat, semakin pekat larutan maka semakin sulit larutan tersebut masuk ke dalam pori-pori kayu. Kepekatan yang berbeda diduga disebabkan karena penggunaan bahan kimia teknis sehingga tidak diketahui konsentrasi zat aktif boron dalam serbuk pengawet yang digunakan.

### **Kehilangan Berat**

Salah satu indikator yang dapat menunjukkan keefektifan bahan pengawet adalah dengan mengamati kehilangan berat contoh uji. Semakin kecil pengurangan berat contoh uji berarti semakin tinggi tingkat keefektifan bahan pengawet yang digunakan, sebaliknya apabila pengurangan berat

yang terjadi besar berarti keefektifan bahan pengawet yang digunakan rendah. Pengurangan berat ini dapat diketahui dengan mencari selisih antara berat contoh uji sebelum dan setelah diumpankan pada rayap. Pengurangan berat contoh uji erat kaitannya dengan derajat kerusakan, karena derajat kerusakan merupakan persen perbandingan antara pengurangan berat pada contoh uji dengan kombinasi perlakuan dengan pengurangan berat kontrol (contoh uji tanpa perlakuan pengawetan), sehingga faktor-faktor yang mempengaruhinya tidak berbeda dengan faktor yang mempengaruhi nilai pengurangan berat.

Pada penelitian ini, besar pengurangan berat contoh uji untuk kontrol tanpa perlakuan bahan pengawet rata-rata sebesar 1.830 mg (Tabel 3). Perlu dicatat bahwa nilai kehilangan berat kayu gubal jati mendekati nilai kontrol kayu gubal mindi dan sengon yang memang dikenal kayu kurang awet. Rata-rata pengurangan berat contoh uji untuk bahan pengawet asam borat sebesar 540 mg dan pada pengawet boraks sebesar 580 mg. Bila dibandingkan dengan pengurangan berat kontrol, besar rata-rata derajat kerusakan adalah 29,61 % untuk pengawet asam borat dan 31,95 % untuk pengawet boraks (Tabel 1). Pengurangan berat kontrol lebih besar daripada contoh uji dengan perlakuan bahan pengawet hal tersebut menunjukkan bahwa pemberian perlakuan perendaman dengan bahan pengawet asam borat maupun boraks mampu mengurangi jumlah kayu yang dimakan oleh rayap kayu kering. Derajat kerusakan pada contoh uji kurang lebih sebesar 30 % pada kedua bahan pengawet yang menunjukkan bahwa pemberian bahan pengawet menurunkan derajat atau mengurangi jumlah kayu yang dimakan sebanyak 70 %.

Hasil analisis sidik ragam jenis bahan pengawet terhadap pengurangan berat contoh uji dan derajat

kerusakan menunjukkan bahwa jenis bahan pengawet tidak berpengaruh nyata terhadap kedua parameter yang diteliti, meskipun boraks menunjukkan nilai yang lebih tinggi dengan rata-rata pengurangan 590 mg dengan derajat kerusakan 31,95 % dibanding dengan pengawet asam borat sebesar 540 mg dan 29,61 %. Jenis pengawet tidak berpengaruh nyata terhadap parameter pengurangan berat dan derajat kerusakan. Hal tersebut disebabkan karena bahan aktif yang terkandung dalam kedua jenis bahan pengawet sama yaitu boron, sehingga diduga antara keduanya memiliki daya racun yang sama terhadap rayap kayu kering. Selain itu, peningkatan lama perendaman tidak selalu menurunkan nilai pengurangan berat contoh uji dan derajat kerusakan. Hasil analisis sidik ragam pada absorpsi, retensi, dan penetrasi menunjukkan lama perendaman berpengaruh sangat nyata terhadap ketiga parameter tersebut dimana semakin lama perendaman semakin tinggi nilainya. Dari kecenderungan tersebut terlihat peningkatan absorpsi, retensi, dan penetrasi selama peningkatan lama perendaman tidak berhubungan dengan parameter pengurangan berat contoh uji dan derajat kerusakan. Diduga perilaku makan rayap kayu kering lebih dipengaruhi oleh konsentrasi bahan

pengawet, sedangkan pada penelitian ini konsentrasi yang digunakan sama yaitu 5 %.

Suheryanto (2010) dalam penelitiannya yaitu pengawetan kayu karet dengan tembaga sulfat (CuSO<sub>4</sub>) pada lama perendaman 24, 48 dan 72 jam menyimpulkan bahwa semakin besar penggunaan konsentrasi tembaga sulfat dan lama waktu perendaman, semakin besar ketahanan kayu karet terhadap serangan jamur dan serangga perusak kayu. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian ini, yaitu lama perendaman tidak memberikan pengaruh pada parameter pengurangan berat dan derajat kerusakan karena rentang waktu yang digunakan berbeda. Pada penelitian ini rentang waktu yang digunakan selama 12 jam, sedangkan pada penelitian di atas selama 24 jam, sehingga kenaikan peresapan zat pengawet pada contoh uji lebih besar. Selain itu antara kayu gubal jati dan karet memiliki sifat keawetan alami yang berbeda.

Nilai rata-rata derajat kerusakan contoh uji pada kedua jenis bahan pengawet menunjukkan bahwa sampel dengan perlakuan asam borat masuk ke dalam skala derajat kerusakan sedang dan sampel dengan bahan pengawet boraks masuk ke dalam skala berat (ASTM, 1985). Dengan melihat berkas gigitan rayap pada contoh uji, tipe berkas gigitan berupa gigitan dalam tidak meluas dan dangkal tetapi meluas

Tabel 3. Nilai rerata pengurangan berat contoh uji (mg) pada setiap jenis bahan pengawet dan lama perendaman pada gubal jati

Jenis Bahan Pengawet	Lama Perendaman (Jam)				Rata-rata
	12	24	36	48	
Asam Borat	540	540	560	530	540
Boraks	590	570	580	590	590
Rata-rata	560	560	570	560	
Kontrol 1					1830
Kontrol 2					1840
Kontrol 3					1880

Keterangan : kontrol 1 : sampel uji tanpa bahan pengawet  
kontrol 2 : sampel uji kayu sengon  
kontrol 3 : sampel uji kayu mindi

sehingga masuk kedalam kriteria serangan sedang hingga berat (Hadikusumo, 2004). Intensitas serangan rayap kayu kering pada contoh uji yang sudah diawetkan tergolong masih besar, hal ini disebabkan karena sampel uji mengalami pengkondisian terhadap cuaca, sehingga sebagian bahan pengawet tercuci saat perendaman dengan air. Hunt & Garrat (1986), menyatakan bahwa perendaman menggunakan zat aktif boron disarankan digunakan untuk keperluan perabot dalam ruangan karena bila digunakan di luar ruangan dan terkena air senyawa boron tidak tahan terhadap pelunturan oleh air.

### Kematian Rayap

Kematian rayap merupakan salah satu ukuran atau parameter untuk mengukur tingkat efektifitas dan daya racun bahan pengawet terhadap rayap. Hadikusumo (2004) menyebutkan bahwa perlakuan pengawetan disebut efektif apabila nilai kematian rayap adalah 100 % dan minimal 70 %. Pada awal-awal pengumpanan belum terlihat kematian rayap yang nyata baik pada contoh uji perlakuan, kontrol tanpa makanan maupun kontrol tanpa bahan pengawet (Gambar 5). Hal tersebut dapat dilihat pada rekap kematian minggu kedua yang masih dibawah 70 %. Kematian rayap pada kontrol tanpa makanan terlihat mulai meningkat pada hari ke-9 diduga akibat kelaparan. Pada sampel dengan bahan pengawet tetap belum menunjukkan peningkatan kematian rayap. Hal ini disebabkan karena pada permukaan sampel dengan perlakuan bahan pengawet, bahan pengawet yang tertinggal sebagian telah hilang akibat pencucian saat pengkondisian cuaca sehingga rayap tetap bisa melakukan aktifitas makannya sehingga tidak mati.

Kematian pada contoh uji perlakuan bahan pengawet terjadi pada akhir-akhir pengamatan. Hal tersebut karena permukaan yang dimakan sudah

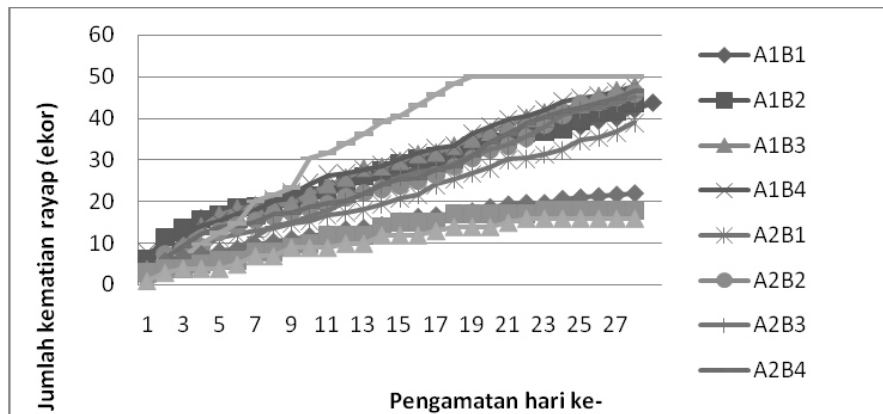
sampai pada lapisan yang mengandung bahan pengawet. Matinya rayap diduga disebabkan karena boraks dan asam borat bereaksi sebagai racun perut bagi rayap kayu kering melalui kegiatan makan. Hal tersebut dapat dilihat dari proses matinya rayap dimana sebelum mati rayap mengeluarkan faeses yang lunak tidak berupa butiran sehingga saat mati rayap menempel pada kayu. Data dari nilai kehilangan berat (Tabel 3) juga mendukung fenomena tersebut. Pada akhir pengamatan mortalitas rayap mencapai 95,33 % pada asam borat dan 93,33 % pada pengawet boraks berlawanan pada kontrol tanpa pengawet maupun kayu mindi dan sengon yang hanya berkisar antara 15-25 %. Hunt dan Garrat (1986) menyatakan bahwa boraks dan asam borat secara terpisah atau bersama-sama beracun terhadap serangga dan cendawan perusak kayu.

Angka kematian rayap kayu kering selama 2 minggu pengamatan pada kontrol gubal jati tanpa perlakuan bahan pengawet (28 %) tidak berbeda jauh dibandingkan dengan kontrol kayu sengon dan mindi (24-29 %) (Gambar 6). Hal tersebut menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa perlakuan pengawet gubal kayu jati memiliki ketahanan alami yang hampir sama dengan kayu sengon dan mindi, sehingga gubal kayu jati perlu dilakukan langkah pengawetan untuk melindungi dari serangan rayap kayu kering.

Hasil perhitungan rerata kematian rayap kayu kering selama dua minggu pada pengawet asam borat sebesar 55,67 % yang secara nyata lebih tinggi daripada boraks (45,33 %). Kecenderungan tersebut diduga disebabkan karena sifat kedua bahan pengawet yang berbeda meskipun zat aktif yang terkandung sama. Boraks merupakan garam dan asam borat lebih bersifat asam dengan derajat keasaman yang lebih rendah sehingga lebih meningkatkan angka kematian rayap. Perbedaan ini

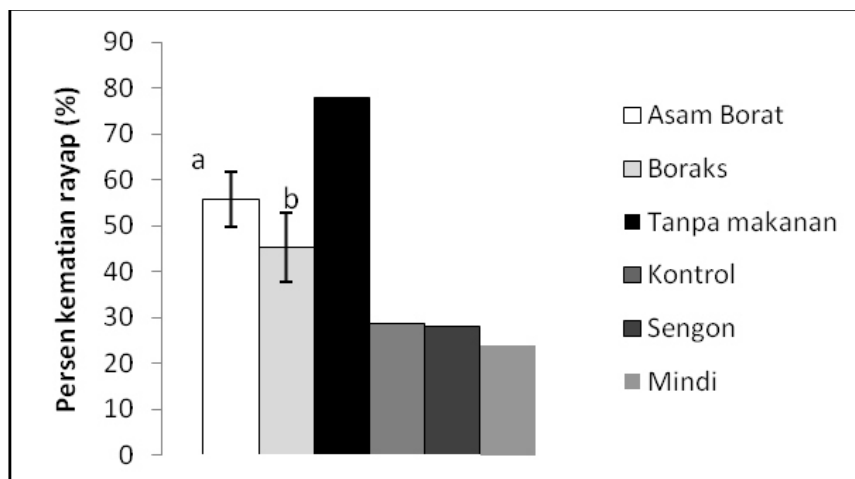
juga diduga oleh penetrasi asam borat yang secara nyata lebih tinggi daripada boraks (Tabel 1). Bahan pengawet boraks maupun asam borat sudah efektif mencegah serangan rayap kayu kering karena nilai rata-rata mortalitasnya sudah lebih dari 70 % pada pengumpanan selama 4 minggu. Efektifitas bahan pengawet juga ditunjukkan melalui perbedaan besarnya kematian antara contoh uji perlakuan bahan pengawet dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan mortalitas pada contoh uji dengan bahan pengawet lebih tinggi daripada kontrol.

Hasil analisis sidik ragam pengaruh lama perendaman dan jenis bahan pengawet pada parameter kematian rayap pada pengumpanan selama 4 minggu menunjukkan bahwa interaksi faktor berpengaruh sangat nyata terhadap parameter kematian rayap kayu kering (Tabel 2). Semakin lama perendaman menunjukkan semakin tinggi rerata kematian rayapnya (Gambar 6). Pada pengumpanan selama 2 dan 4 minggu rerata nilai terkecil terdapat pada perendaman tercepat selama 12 jam berturut-turut yaitu 46,33 % dan 82,67 %. Nilai kematian tertinggi terdapat pada perendaman selama



Gambar 5. Kematian rayap seiring waktu pada berbagai perlakuan pengawetan gubal jati.

Keterangan : A : jenis pengawet B : lama perendaman  
A1 : Asam borat A2 : boraks B1 : 12 jam B2 : 24 jam B3 : 36 jam B4 : 48 jam



Gambar 6. Nilai rerata persentase kematian rayap selama 2 minggu pada gubal jati. Huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada uji Tukey ( $\alpha = 1\%$ ).

48 jam yaitu 53 % dan 94,33 %. Hasil tersebut sejalan dengan parameter absorpsi, retensi, dan penetrasi dimana semakin lama perendaman semakin tinggi nilainya. Diasumsikan terdapat keterkaitan antara peningkatan absorpsi, retensi, dan penetrasi selama penambahan lama perendaman terhadap jumlah kematian rayap kayu kering.

### KESIMPULAN

Keawetan alami kayu gubal jati tidak berbeda jauh dari gubal kayu mindi dan sengon yang mudah terserang rayap kayu kering. Pengawetan kayu gubal jati dengan bahan pengawet asam borat dan boraks melalui metode perendaman dingin memenuhi syarat nilai retensi pada perendaman 48 jam meski belum memenuhi nilai penetrasi minimum. Pemberian bahan pengawet asam borat dan boraks mampu mengurangi kehilangan berat sampai sekitar 70 % serta memberikan persentase kematian rayap yang lebih tinggi dibandingkan gubal tanpa perlakuan. Faktor jenis bahan pengawet memberikan pengaruh sangat nyata terhadap absorpsi, penetrasi, dan mortalitas rayap pada minggu kedua dimana boraks memberi nilai lebih tinggi pada absorpsi tetapi lebih rendah pada parameter penetrasi dan kematian rayap dibandingkan asam borat. Faktor lama perendaman memberikan pengaruh sangat nyata terhadap absorpsi, retensi, dan penetrasi dimana kayu yang direndam selama 48 jam menghasilkan nilai tertinggi. Interaksi antara faktor jenis bahan pengawet dan faktor lama perendaman memberikan pengaruh sangat nyata terhadap parameter kematian rayap kayu kering pada pengumpulan selama 4 minggu.

### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 1985. ASTM D-1758. Standard test method of evaluating wood preservatives by field tests with stakes. *Annual Books of ASTM Standard*. Philadelphia.
- Abdurrohim S. 1992. Pengawetan tiga jenis kayu untuk barang kerajinan memakai dua jenis bahan pengawet bor secara rendaman dingin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **10(2)**, 54-58.
- Abdurrohim S. 2000. Manfaat Pengawetan Kayu Perumahan dan Gedung. *Prosiding Diskusi Peningkatan Kualitas Kayu*. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor, 24 Februari 2000. Hlm.13-30
- Abdurrohim S. 2008. Penggunaan Bahan Pengawet Kayu Di Indonesia. *Buletin Hasil Hutan* **14(2)**, 107-115.
- Abdurrohim S & Martono D. 2002. Pengawetan lima jenis kayu untuk perumahan secara rendaman dingin dengan bahan pengawet CCB. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* **20(4)**, 259-331.
- Abdurrohim S & Martawijaya A. 1983. Beberapa Faktor yang Mempengaruhi Keterawetan Kayu. *Pertemuan Ilmiah Pengawetan Kayu*. Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH). Bogor, 9-11 Oktober 1983.
- Australian Wood Preservation Committee. 2007. *Protocol for Assessment of Wood Preservatives*. Australian Wood Preservation Committee
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. *SNI 03-3233-1998. Tata Cara Pengawetan Kayu untuk Bangunan Rumah dan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1999. *SNI 03-5010.1-1999. Pengawetan Kayu untuk Perumahan dan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *SNI 01-7207-2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu terhadap Organisme Perusak Kayu*.
- Bhat KM & Florence EJM. 2003. Natural decay resistance of juvenile teak wood grown in high input plantations. *Holzforchung* **57**, 453-455.
- Barly & Abdurrohim S. 1996. *Petunjuk Teknis Pengawetan Kayu untuk Bangunan Hunian dan Bukan Hunian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan, Jakarta.

- Barly & Lelana NE. 2010. Pengaruh ketebalan kayu, konsentrasi larutan dan lama perendaman terhadap hasil pengawetan kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **28(1)**, 1-8.
- Hadikusumo SA. 2004. *Pengawetan Kayu*. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hunt GM & Garratt GA. 1986. *Pengawetan Kayu*. Diterjemahkan oleh Mohamad Yusuf. CV. Akademika Presindo. Jakarta.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang Y, Prawira SA, & Kadir K. 2005. *Atlas Kayu Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Martawijaya A & Barly. 1991. *Petunjuk Teknis Pengawetan Kayu Bangunan Perumahan dan Gedung*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan.
- Noor GS. 2010. Pengerangan dan pengawetan kayu kamalaka asal Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **28(2)**, 111-118.
- Novriyanti E & Nurrohman E. 2004. Pengawetan Bambu Talang Secara Sederhana. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* **22(4)**, 223-230.
- Suheryanto D. 2010. Pengaruh konsentrasi cupri sulfat terhadap keawetan kayu karet. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010*. Teknik Kimia UNDIP Semarang, 4-5 Agustus 2010,
- Sushardi. 2000. Pengawetan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L).Nielsen) secara rendaman dingin dengan tiga jenis bahan pengawet untuk bahan bangunan. *Prosiding Seminar Nasional II Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia*. Hlm. 139-151.
- Tarumingkeng RC. 2001. Biologi dan Perilaku Rayap. [http://www.rudyc.com/biologi\\_dan\\_perilaku\\_rayap.htm](http://www.rudyc.com/biologi_dan_perilaku_rayap.htm). Diakses pada tanggal 15 September 2011. 15.00 WIB