

TOKSISITAS BAHAN PENGAWET BORON-KROMIUM TERHADAP SERANGGA DAN JAMUR PELAPUK KAYU

(Toxicity of Boron-Chromium Preservative to Termites and Wood Rotting Fungi)

Oleh/By :

Neo Endra Lelana¹, Barly² & Agus Ismanto²

Email: neo_3L@yahoo.com

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16610, Telp. 0251-8631238, Fax 0251-7520005

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16610, Telp. 0251-8633413, Fax 0251-8633378

Diterima 6 Desember 2010, disetujui 17 Juni 2011

ABSTRACT

*The aim of this research was to evaluate the toxicity of technical-grade chromated-boron salts formula against wood termites and wood rotting fungi. Wood samples were preserved using vacuum-pressure methods with 5 different concentrations. For the test against subterranean termites, 25 mm x 25 mm x 5 mm preserved wood samples were put in containers previously filled with humid sand media and 200 *Coptotermes curvignatus* termites. For the test against dry wood termites, 50 *Cryptotermes cynocephalus* Light were put into glass tubes which were attached onto the widest surface of treated wood samples measuring 50 mm x 25 mm x 20 mm. Meanwhile, the test against rooting fungi was carried out by putting preserved wood samples into pot containing *Schizophyllum commune* that was cultured in potato dextrose agar. The testing period was 12 weeks, except for the test against dry wood termites which was only conducted in 4 weeks. The results showed that technical-grade chromated-boron is highly effective to prevent subteranean termites and dry wood termites. Total or 100% termites mortality was attained using 1% concentration with 6.01 kg/m³ and 5.64 kg/m³ retention, for subteranean and dry-wood termites, respectively. For wood rotting fungi, the effective concentration was 7.5% with 455.44 kg/m³ tention.*

Keywords: Chromated-boron, toxicity, subteranean termites, dry-wood termites, wood rotting fungi

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji toksisitas bahan pengawet boron-kromium terhadap rayap dan jamur pelapuk kayu. Bahan yang digunakan merupakan bahan kimia dengan kualitas teknis. Pengawetan contoh uji dilakukan menggunakan proses vakum tekan dengan lima konsentrasi yang berbeda. Untuk pengujian terhadap rayap tanah, 200 ekor pekerja rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren dimasukkan ke dalam jam pot yang berisi media pasir

dan contoh uji berupa kayu yang berukuran 25 mm x 25 mm x 5 mm. Untuk rayap kayu kering, lima puluh ekor pekerja rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light dimasukkan ke dalam tabung gelas berdiameter 18 mm dengan tinggi 35 mm yang dipasang pada salah satu sisi terlebar contoh uji yang berukuran 50 mm x 25 mm x 20 mm. Sementara terhadap jamur pelapuk kayu, pengujian dilakukan dengan jamur *Schizophyllum commune* yang dibiakkan dalam media *potato dextrose agar* (PDA). Hasil pengujian menunjukkan bahwa bahan pengawet yang digunakan efektif mencegah serangan rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren dan rayap kayu kering *C. cynocephalus* Light. Efektivitas bahan pengawet dengan menyebabkan mortalitas rayap sebesar 100% diperoleh pada konsentrasi 1% dengan retensi masing-masing 6,01 kg/m³ dan 5,64 kg/m³. Namun demikian terhadap jamur pelapuk kayu *S. commune* konsentrasi efektif diperoleh pada larutan 7,5% dengan retensi 45,44 kg/m³.

Kata kunci : Bahan pengawet boron-kromium, rayap tanah, rayap kayu kering, jamur pelapuk kayu

I. PENDAHULUAN

Menurut Oey (1964), dari sekitar 4.000 jenis kayu yang terdapat di Indonesia, 80-85% diantaranya mempunyai keawetan alami rendah (kelas awet III-V). Kayu dengan keawetan alami rendah berarti rentan terhadap serangan organisme perusak kayu seperti jamur, serangga dan binatang laut penggerek kayu. Untuk meningkatkan keawetan alaminya, kayu perlu diawetkan menggunakan bahan yang bersifat toksik terhadap organisme perusak kayu tersebut.

Kayu dapat diawetkan menggunakan bahan kimia murni atau campuran. Berbagai jenis bahan pengawet tersebut tersedia secara komersial. Di Indonesia, bahan pengawet kebanyakan masih diimpor, salah satu diantaranya mengandung campuran garam tembaga-kromium-boron (Anonim, 1999; Anonim, 2003). Setelah beberapa negara melakukan pembatasan dan pelarangan bahan pengawet kayu dengan bahan aktif arsen terutama bagi kayu bangunan perumahan (Ahn *et al.*, 2008; Anonim, 2009), senyawa boron termasuk asam borat dan boraks merupakan bahan kimia yang banyak dipilih karena mempunyai toksisitas yang rendah (Yamauchi *et al.*, 2007; Mampe, 2010). Selain mempunyai aktivitas insektisidal, menurut Carr (T.T), boron diketahui dapat menghambat aktivitas protozoa dalam perut rayap sehingga dapat menyebabkan rayap mati kelaparan.

Berbagai penelitian tentang formulasi boron sebagai bahan pengawet kayu telah dilakukan. Yusuf dan Taeshi (2005) membuat formulasi campuran boraks, tembaga sulfat dan seng sulfat dan mengujinya terhadap rayap tanah. Sementara itu Barly *et al.* (2010) membuat formulasi campuran tembaga sulfat, natrium dikromat dan asam borat dan mengujinya terhadap rayap tanah, rayap kayu kering dan jamur pelapuk kayu. Tulisan ini menyajikan informasi mengenai efektivitas formulasi boron-kromium menggunakan bahan kimia teknis sebagai bahan pengawet kayu dalam mencegah serangan rayap dan jamur perusak kayu. Hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat dan digunakan sebagai substitusi bahan pengawet impor.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan Kayu

Bahan kayu yang digunakan ialah kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) yang berukuran 50 mm x 25 mm x 20 mm untuk pengujian rayap kayu kering (RKK), 25 mm x 25 mm x 5 mm untuk pengujian rayap tanah (RT) dan 50 mm x 25 mm x 15 mm untuk pengujian jamur pelapuk. Kayu karet digunakan karena memiliki sifat sangat rentan terhadap rayap dan jamur perusak kayu.

B. Bahan Pengawet

Formulasi bahan pengawet dilakukan dengan mencampur natrium dikromat, boraks dan asam borat dengan komposisi sebagai berikut:

| | |
|---|-------|
| Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)..... | 20,0% |
| Natrium dikromat ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) | 49,2% |
| Asam borat (H_3BO_3) | 30,8% |

Kemurnian bahan pengawet ditetapkan dengan cara melarutkannya dalam akuades pada suhu kamar, pH larutan diukur dengan menggunakan universal indikator "Merck" pH 0-14, sedangkan berat jenis (BJ) ditetapkan dengan menggunakan hidrometer. Untuk keperluan pengujian efikasi, dibuat larutan 1%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% (b/v), selanjutnya dipakai untuk mengawetkan contoh uji.

C. Pengawetan

Pengawetan dilakukan pada suhu kamar menggunakan proses vakum-tekan dengan bagan: vakum awal pada 500 mm Hg selama 15 menit, tekanan hidraulis pada 10 atm selama 30 menit, dan vakum akhir pada 500 mm Hg selama 15 menit. Absorpsi dan BJ larutan digunakan untuk menetapkan retensi bahan pengawet dalam kayu. Retensi merupakan jumlah bahan pengawet yang masuk ke dalam contoh uji per satuan volume contoh uji dinyatakan dalam kg/m^3 dengan memakai rumus berikut:

$$R = (A \times K \times \text{BJ}) V$$

Dimana: R = Target retensi (kg/m^3); A = Larutan yang diabsorpsi (kg); K = Konsentrasi larutan bahan pengawet (% b/v); V = Volume kayu yang diawetkan (m^3).

Contoh uji yang sudah diawetkan diangin-anginkan dalam ruangan sampai mencapai kadar air kering udara.

D. Metode Pengujian

Efikasi bahan pengawet terhadap rayap kayu kering, rayap tanah dan jamur pelapuk dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Pengujian terhadap rayap kayu kering

Pengujian efikasi terhadap rayap kayu kering dilakukan sesuai metode Anonim (2006). Pada salah satu sisi terlebar setiap contoh uji dipasang tabung gelas berdiameter 18 mm dan tinggi 35 mm. Lima puluh ekor pekerja rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* yang sehat dan aktif dimasukkan ke dalam tabung gelas dan ditutup dengan kapas. Contoh uji yang telah diisi rayap kemudian disimpan di tempat gelap selama 12 minggu. Pada akhir pengujian ditetapkan mortalitas rayap pada masing-masing contoh uji. Mortalitas rayap dinyatakan dalam persen, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Kij = \frac{Mij}{50} \times 100\%$$

Dimana : Kij = % mortalitas rayap pada contoh uji ke-j dan konsentrasi ke-i; Mij = Jumlah rayap yang mati pada contoh uji ke-j dan konsentrasi ke-i.

Sementara itu derajat proteksi ditentukan melalui pemberian nilai (*scoring*) dalam skala berikut :

| Nilai (Score) | Keadaan serangan (<i>Attack condition</i>) |
|---------------|--|
| 100 | Utuh (tidak diserang) |
| 90 | Sedikit (nyata dipermukaan) |
| 70 | Sedang (masuk belum meluas) |
| 40 | Hebat (masuk sudah meluas) |
| 0 | Hebat sekali (hancur) |

Bekas gigitan tipis pada permukaan kayu (*surface nibbles*) tidak dianggap sebagai serangan nyata. Pengujian dianggap berhasil jika mortalitas rayap pada contoh uji kontrol tidak melebihi 55% dengan nilai derajat proteksi 70 atau kurang.

2. Pengujian terhadap rayap tanah

Pengujian efikasi terhadap rayap tanah dilakukan sesuai dengan metode Anonim (2006). Masing-masing contoh uji dimasukkan ke dalam *jam pot*, yang berisi pasir lembab sebanyak 200 g dan mempunyai kadar air 7% di bawah kapasitas menahan air (*water holding capacity*), dengan cara meletakkannya berdiri pada dasar *jam pot* dan disandarkan sedemikian rupa sehingga salah satu bidang yang terlebar menyentuh dinding *jam pot*. Dua ratus ekor rayap tanah *Coptotermes curvignathus* yang sehat dan aktif dengan komposisi 90% rayap pekerja dan 10% rayap prajurit dimasukkan ke

dalam setiap *jam pot*. *Jam pot* yang sudah diisi rayap tanah kemudian disimpan di tempat gelap selama 4 minggu. Setiap minggu aktivitas rayap di dalam *jam pot* diamati dari luar dan dicatat. Selanjutnya masing-masing *jam pot* ditimbang. Jika kadar air pasir turun 2% atau lebih, ke dalam *jam pot* tersebut ditambahkan air secukupnya sampai kadar airnya kembali seperti semula, yaitu 7% di bawah kapasitas menahan air. Pada akhir pengujian ditetapkan mortalitas rayap tanah pada masing-masing contoh uji. Derajat proteksi ditetapkan secara visual berdasarkan cara yang sama dengan cara pada pengujian terhadap rayap kayu kering.

3. Pengujian terhadap jamur pelapuk

Pengujian dilakukan dengan menggunakan prosedur Anonim (2006) yang dimodifikasi. Contoh uji kayu yang sudah diketahui berat kering mutlaknya dimasukkan ke dalam *jam pot* yang berisi biakan jamur *Schizophyllum commune* dan diinkubasikan selama 12 minggu. Pada akhir pengujian, contoh uji dibersihkan dari miselium jamur dan ditimbang pada kondisi sebelum dan sesudah kering mutlak. Persentase kehilangan berat contoh uji dihitung berdasarkan selisih berat antara sebelum dan setelah pengujian berdasarkan rumus berikut:

$$W = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Dimana: W = % kehilangan berat pada contoh uji; A = Berat kering mutlak contoh uji sebelum pengujian; B = Berat kering mutlak contoh uji setelah pengujian.

Rata-rata persentase kehilangan berat kayu dikelompokkan ke dalam skala pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelas ketahanan kayu berdasarkan persentase kehilangan berat kayu oleh jamur pelapuk kayu

Table 1. Class of wood resistance based on weight loss percentage by wood rotting fungi

| Kelas (Class) | Resistensi (Resistance) | Kehilangan berat (Weight loss) (%) |
|---------------|---|---|
| I | Sangat resisten (<i>Very resistant</i>) | ≤ 1 (<i>Less than or same as 1 in average</i>) |
| II | Resisten (<i>Resistant</i>) | Rata-rata < 5 (<i>Less than 5 in average</i>) |
| III | Agak resisten (<i>Moderately resistant</i>) | Rata-rata 5-10 (<i>5 to 10 in average</i>) |
| IV | Tidak resisten (<i>Nonresistant</i>) | Rata-rata 10-30 (<i>10 to 30 in average</i>) |
| V | Sangat tidak resisten (<i>Perishable</i>) | Rata-rata > 30 (<i>More than 30 in average</i>) |

E. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) menggunakan program SPSS 15 (SPSS inc.). Pada perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut Tukey pada taraf 5% ($P < 5\%$). Model linear aditif rancangan ini secara umum ialah sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya, 2002):

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

Dimana Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada faktor A taraf ke-I faktor B taraf ke-j dan ulangan ke k; μ = komponen aditif dari rata-rata, α_i = pengaruh utama faktor A; β_j = pengaruh utama faktor B; ε_{ijk} = pengaruh acak yang menyebar normal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Kemurnian Bahan

Hasil pengujian kemurnian bahan kimia yang digunakan, pH dan homogenitas larutan dapat dilihat pada Tabel 2. Bahan kimia yang digunakan menunjukkan relatif murni, yaitu di atas 95%, atau telah memenuhi persyaratan standar (Anonim, 1994).

Tabel 2. Kemurnian bahan kimia yang digunakan

Table 2. Purity of chemicals used

| Bahan | Pengotor (%) (2 x penetapan) | | pH | Keterangan |
|------------------------------------|---------------------------------|------|-----|------------|
| | | | | |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | 0,23 | 0,16 | 4-5 | Homogen |
| $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ | - | - | - | Homogen |
| H_3BO_3 | - | - | - | Homogen |

B. Retensi Bahan Pengawet

Hasil analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi dan jenis contoh uji disajikan pada Tabel 3. Rata-rata retensi bahan pengawet terlihat meningkat secara signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi bahan pengawet (Tabel 4). Retensi yang dicapai pada perlakuan dengan konsentrasi 2,5% meningkat nyata dibandingkan retensi yang dicapai pada perlakuan dengan konsentrasi 1%. Demikian juga retensi yang dicapai pada konsentrasi yang lainnya. Menurut Martawijaya & Barly (1982), hasil pengawetan ditentukan paling tidak oleh empat faktor, yaitu jenis kayu, kondisi kayu, teknik dan bahan pengawet yang digunakan.

Tabel 3. Analisis sidik ragam pengaruh jenis kayu dan jenis contoh uji terhadap retensi bahan pengawet

Table 3. Analysis of variance the influence of concentration and wood thick to the preservatives retention

| Sumber (Source) | Jumlah kuadrat (Sum of squares) | db (df) | Kuadrat tengah (Mean square) | F | Sig. |
|-----------------|---------------------------------|---------|------------------------------|-----------|-------|
| Intercept | 70526,449 | 1 | 70526,449 | 21465,992 | 0,000 |
| Konsentrasi | 28688,548 | 4 | 7172,137 | 2182,969 | 0,000 |
| Contoh uji | 130,533 | 2 | 65,266 | 19,865 | 0,000 |
| Kons * Contoh. | 67,245 | 8 | 8,406 | 2,558 | 0,018 |
| Error | 190,559 | 58 | 3,285 | | |
| Total | 97392.506 | 73 | | | |

Contoh uji yang digunakan untuk pengujian rayap kayu kering, rayap tanah dan jamur berbeda ukurannya. Contoh uji untuk pengujian rayap kayu kering, rayap tanah dan jamur menggunakan kayu yang masing-masing mempunyai ketebalan 20 mm, 5 mm dan 15 mm. Secara statistik, retensi yang dihasilkan dari ketiga contoh uji tersebut menunjukkan perbedaan nyata (Tabel 3). Ketebalan mempengaruhi penetrasi bahan pengawet sehingga kemungkinan berpengaruh terhadap jumlah bahan pengawet yang masuk.

B. Efikasi terhadap Organisme Perusak Kayu

Hasil penelitian efikasi bahan pengawet terhadap rayap tanah dan rayap kayu kering menunjukkan campuran boron-kromium efektif mencegah serangan kedua jenis rayap tersebut. Bahan pengawet ini pada konsentrasi terendah, yaitu 1% dengan retensi 6,009 kg/m³ untuk rayap tanah dan 5,640 kg/m³ untuk rayap kayu kering, sudah efektif menyebabkan mortalitas sebesar 100% (Tabel 5). Efikasi merupakan daya bunuh pestisida terhadap organisme perusak, dalam hal ini rayap. Pestisida yang bagus ditunjukkan oleh dosis yang rendah namun cukup untuk mengendalikan organisme perusak (Novizan, 2002). Retensi tersebut di atas lebih rendah dari retensi bahan pengawet CCB pada persyaratan SNI 03-5010.1-1999 untuk penggunaan di bawah atap, yaitu 8,0 kg/m³ (Anonim, 1999), sehingga secara ekonomi lebih efisien.

Tabel 4. Rata-rata retensi bahan pengawet pada contoh uji

Table 4. Average of preservatives retention in wood sample

| Contoh uji untuk (Sample for) | Retensi pada tingkat konsentrasi (Retention on concentration level) (kg/m ³) | | | | |
|--|---|----------|---------|----------|----------|
| | 1,0% | 2,5% | 5,0% | 7,5% | 10,0% |
| Rayap kayu kering (Dry wood termite) | 5.640a | 13.147a | 27.972a | 43.008a | 57.053a |
| Rayap tanah (Subterranean termite) | 6.009a | 14.267ab | 31.135a | 48.525b | 63.110b |
| Jamur pelapuk kayu (Wood rotting fungi) | 5.963a | 14.869b | 30.471a | 45.436ab | 60.987ab |

Keterangan (Remarks): Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% ($P < 5\%$) (Number followed by the same letter within the same column means not significantly different on 5% level ($P < 5\%$)).

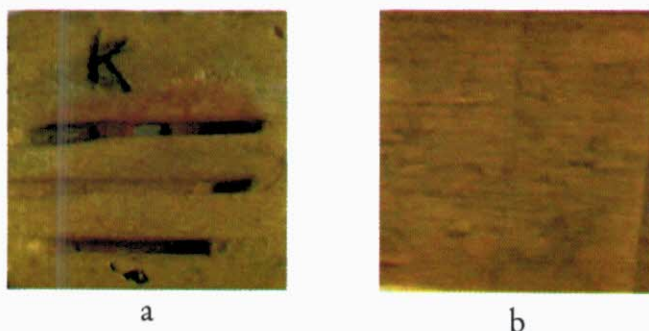
Berdasarkan nilai derajat proteksi contoh uji, bahan pengawet efektif melindungi contoh uji secara utuh dari serangan rayap tanah pada konsentrasi 1% (Tabel 5). Hal ini ditunjukkan dengan nilai derajat proteksi sebesar 100%, yang menandakan contoh uji masih dalam keadaan utuh atau tidak ada serangan. Sementara itu terhadap rayap kayu kering, bahan pengawet efektif melindungi contoh uji secara utuh dari serangan rayap kayu kering pada konsentrasi 5%. Pada konsentrasi 1% dan 2,5%, contoh uji terlihat masih terserang rayap kayu kering, walaupun bahan pengawet mampu menyebabkan mortalitas rayap kayu kering sebesar 100%.

Senyawa boron diketahui mempunyai aktivitas insektisidal. Asam borat dilaporkan berinteraksi dengan berbagai molekul penting, seperti riboflavin, vitamin B6, koenzim A, vitamin B-12, dan nikotinamida adenin dinukleotida (NAD+) (Woods 1994) sehingga mengganggu proses fisiologis sel serangga. Sementara itu, kromium merupakan agen fiksatif yang berperan mencegah pelunturan boron dari kayu. Adanya kromium menyebabkan interaksi antara boron, karbohidrat dan lignin membentuk kompleks yang cukup stabil (Pizzi, 1990).

Tabel 5. Mortalitas dan derajat serangan rayap tanah serta rayap kayu kering
Table 5. Mortality and attack degree of subterranean termite and dry wood termite

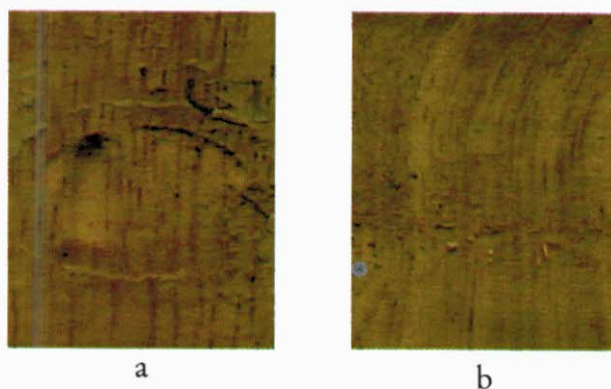
| Konsentrasi (Concentration), % | Rayap tanah (Subterranean termite) | | Rayap kayu kering (Dry wood termite) | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| | Mortalitas (Mortality), % | Derajat serangan (Attack degree) | Mortalitas (Mortality), % | Derajat serangan (Attack degree) |
| 1,0 | 100 ± 0 | 100 | 100 ± 0 | 92 |
| 2,5 | 100 ± 0 | 100 | 100 ± 0 | 92 |
| 5,0 | 100 ± 0 | 100 | 100 ± 0 | 100 |
| 7,5 | 100 ± 0 | 100 | 100 ± 0 | 100 |
| 10,0 | 100 ± 0 | 100 | 100 ± 0 | 100 |
| Kontrol (Control) | 10,20 ± 5,45 | 40 | 45,20 ± 4,15 | 74 |

Efektivitas kromium-boron terhadap rayap tanah dan rayap kayu kering menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan campuran tembaga-kromium-boron yang telah diteliti sebelumnya (Barly *et al.*, 2010). Walaupun pada konsentrasi 1% sama-sama menyebabkan mortalitas rayap tanah dan rayap kayu kering 100%, namun jika melihat nilai derajat serangan menunjukkan efektivitas yang berbeda. Berdasarkan nilai derajat serangan, campuran kromium-boron lebih efektif terhadap rayap tanah sedangkan campuran tembaga-kromium-boron lebih efektif terhadap rayap kayu kering. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan komposisi antara kedua bahan pengawet, yaitu adanya tembaga sulfat pada campuran tembaga-boron-kromium dan adanya boraks pada boron-kromium. Namun demikian, hal tersebut masih perlu dikaji lagi lebih mendalam, mengingat tembaga sebenarnya lebih bersifat toksik terhadap jamur (Selamat *et al.*, 1992).



Gambar 1. Derajat serangan rayap tanah terhadap contoh uji
Figure 1. Attack degree of subterranean termite on wood sample

Keterangan : (a) kontrol; (b) perlakuan bahan pengawet 1%
Remarks : (a) control; (b) preservatives 1%



Gambar 2. Derajat proteksi contoh uji terhadap rayap kayu kering
Figure 2. Attack degree of dry wood termite on wood sample

Keterangan : (a) kontrol, (b) perlakuan bahan pengawet 1%
Remarks : (a) control, (b) preservatives 1%

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi bahan pengawet berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat kayu akibat serangan jamur pelapuk (Tabel 6). Kehilangan berat terbesar ditunjukkan pada kontrol, yaitu 10,12% (kelas IV atau tidak resisten), sedangkan terendah ditunjukkan pada perlakuan dengan konsentrasi 10%, yaitu 2,80% (Kelas awet II atau resisten) (Tabel 7). Adanya kehilangan berat menunjukkan terjadinya kerusakan atau pelapukan pada kayu (Suprpti *et al.*, 2007).

Tabel 6. Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi bahan pengawet terhadap pengurangan berat kayu

Table 6. Analysis of variance the influence of concentration to the weight loss percentage of wood sample

| | Jumlah kuadrat (Sum of squares) | db (df) | Kuadrat tengah (Mean square) | F | Sig. |
|-----------|------------------------------------|------------|---------------------------------|--------|-------|
| Perlakuan | 235,173 | 6 | 39,196 | 17,000 | 0,000 |
| Galat | 64,558 | 28 | 2,306 | | |
| Total | 299,731 | 34 | | | |

Berdasarkan kriteria pada Tabel 1, keawetan alami contoh uji sudah menunjukkan peningkatan pada perlakuan dengan konsentrasi 1%, yaitu dari kelas awet IV menjadi kelas awet III. Namun demikian secara statistik peningkatan baru terjadi pada konsentrasi 2,5%. Secara kualitas, kayu dianggap mempunyai keawetan alami yang baik (resisten) jika termasuk dalam kategori kelas awet I atau II. Berdasarkan kriteria ini, maka kelas awet II atau setara dengan keawetan alami kayu jati (*Tectona grandis* L.f.) (Oey, 1964) diperoleh pada konsentrasi 7,5% atau retensi 45,44 kg/m³. Keawetan berhubungan dengan ketahanan kayu terhadap serangan organisme perusak kayu. Perlakuan dengan bahan pengawet menyebabkan ketahanannya terhadap serangan organisme perusak kayu bertambah, sehingga keawetannya meningkat.

Tabel 7. Rata-rata kehilangan berat contoh uji dan kelas resistensinya

Table 7. Average of weight loss percentage of wood sample and its resistance class

| Konsentrasi boron-kromium (Boron-chromium concentration) (%) | Kehilangan berat (Weight loss) (%) | Kelas (Class) |
|---|---------------------------------------|------------------|
| 1,0 | 9,23 ab | III |
| 2,5 | 5,59 bc | III |
| 5,0 | 5,34 bc | III |
| 7,5 | 3,36 c | II |
| 10,0 | 2,80 c | II |
| Kontrol (Control) | 10,12 a | IV |

IV. KESIMPULAN

Campuran boron-kromium efektif mencegah serangan rayap tanah *C. curvignathus* dan rayap kayu kering *C. cynocephalus* pada konsentrasi 1% dengan retensi pada contoh uji masing-masing 6,23 kg/m³ dan 5,30 kg/m³. Retensi tersebut lebih rendah dari persyaratan standar untuk pemakaian kayu bangunan di bawah atap yaitu 8,00 kg/m³. Pada jamur pelapuk kayu, efektivitas bahan pengawet baru dicapai pada konsentrasi 7,5% dengan retensi 45,44 kg/m³. Dengan demikian bahan pengawet ini dapat disarankan dipakai sebagai substitusi bahan pengawet impor untuk mengawetkan kayu bangunan. Sementara untuk yang digunakan di luar atap atau di tempat terbuka diperlukan retensi yang disesuaikan dengan persyaratan standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, S. H., S. C. Oh, I. G. Choi, H. Y. Kim and I. Yang. 2008. Efficacy of wood preservatives formulated from okara with copper and/or boron salts. *J. Wood Sci.* 54: 495-501.
- Anonim. 1999. Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. SNI 03-5010.1- 1999.
- _____. 2003. Pestisida Untuk Pertanian dan Kehutanan. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Departemen Pertanian. Jakarta.
- _____. 2006. Uji ketahanan kayu dan produk kayu terhadap organisme perusak kayu. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. SNI 01-7207-2006.
- _____. 2009. Wood Preservation. http://en.wikipedia.org/wiki/Timber_treatment. Diakses tanggal 12 Nopember 2009.
- Barly, N.E. Lelana dan A. Ismanto. 2010. Kefefektifan campuran garam tembaga-kromium-boron terhadap rayap dan jamur perusak kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 28 (3): 222-230.
- Carr, D.R. Tanpa Tahun. A Survey of boron toxicity to wood destroying organism. *In* Boron in Timber Preservation. Borax Consolidated Limited. Borax House. London.
- Mampe, C.D. 2010. Effectiveness and Uses of Borate. <http://www.environment sensitive.com/effectiveusesofborate.htm>. Diakses tanggal 3 Januari 2010.
- Martawijaya, A. 1994. Formulasi dan efikasi bahan pengawet CCA type 2. *Prosiding Diskusi Hasil-hasil Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Cipayung. 24-25 Maret 1994. p. 89-103.*

- Martawijaya, A. dan Barly. 1982. Resistensi kayu Indonesia terhadap impregnasi dengan bahan pengawet CCA. Pengumuman No.5. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Mattjik, A.A dan I.M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan Dengan Aplikasi Sas dan Minitab. IPB Press. Bogor.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemakaian Pestisida. PT Agro Media Pustaka. Tangerang.
- Oey Djoen Seng. 1964. Berat jenis` dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman No. 1. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Pizzi, A. 1990. Chromium interactions in CCA/CCB wood preservation. Part I: Interactions with wood carbohydrate. *Holzforschung* 44: 373-380.
- Selamat, S., Z. Said and F. Ahmad. Effectiveness of copper-chrome-boron as wood preservatives. *Holzforschung* 44: 373-380.
- Suprpti, S., Djarwanto dan Hudiansyah. 2007. Ketahanan lima jenis kayu terhadap tigabelas jamur perusak kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 25 (1): 75-83. Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor.
- Woods, W. G. 1994. An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry. *Environ. Health Perspect.* 102 (Supplement 7): 511.
- Yamauchi, S., Y. Sakai, Y. Watanabe, M.K. Kubo and H. Matsue. 2007. Distribution boron in wood treated with aqueous and methanolic boric acid solutions. *J. Wood Sci.* 53: 324-331.
- Yusuf, S. dan F. Taeshi. 2005. Ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah dengan perlakuan garam metal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 3 (1). Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia.