

Aplikasi Panas sebagai Alternatif untuk Mengawetkan Kayu

Heat Treatment as an Alternative for Wood Preservation

Jasni, Pipin Permadi, Didik A. Sudika dan Rusti Rushelia

Abstract

Most of Indonesian wood species are classified as less durable, so preservation is needed. Wood preservation in Indonesia mainly depends on imported preservatives. The preservatives are not only toxic to wood destroying organism but also to humans and the environments. Therefore alternative to treat wood should be sought and developed in term of the preservatives used as well as the methods. One that can be proposed is treating wood at high temperature combine with environmentally friendly preservatives, as tried in this experiment.

The wood species used in this experiment were rubber wood (*Hevea brasiliensis*) and pine (*Pinus merkusii*). Both woods were treated with borax at two concentrations (3% and 5%) by cold-soaking method for 24 hours. The treated woods were subsequently air dried. Then those woods were treated at three levels of high temperature (180°C, 200°C, and 220°C) in an oven for one hour. Finally, the treated wood samples were laboratory-tested by assessing their resistance to dry wood termites (*Cryptotermes synocephalus* Light.) and powder-post beetles (*Heterobostrychus aequalis* Wat).

The results revealed that increases of heating temperature and concentration of preservatives resulted in more durable woods. In this regard their resistance to dry wood termite and powder-post beetles was increased as shown by smaller weight loss. Treating wood at temperature of 180°C combined with borax at concentration of 3% resulted in 100% termite mortality on rubber wood and pine.

Key words: wood preservation, borax, high temperature, dry wood termite, powder-post beetle

Pendahuluan

Kayu sebagai hasil metabolisme dari pohon mempunyai banyak kelemahan terutama terhadap biodeteriorasi. Kayu sudah dikenal sebagai bahan bangunan sejak berabad-abad yang lalu, tetapi disamping itu diketahui pula bahwa tidak semua jenis kayu memiliki keawetan yang baik. Indonesia terkenal sebagai penghasil kayu, dimana terdapat sekitar 4000 jenis kayu. Akan tetapi dari 4000 jenis kayu tersebut hanya 14.3% saja yang termasuk jenis kayu awet I-II. Sisanya terdiri dari jenis kayu kurang atau tidak awet, yaitu sebanyak 85.7% termasuk kelas awet III-IV-V, sehingga untuk dapat dipergunakan dengan memuaskan harus diawetkan (Martawijaya 1996).

Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa, selain menguntungkan karena mempunyai sumber daya alam flora dan fauna yang beraneka ragam, juga mempunyai resiko berupa terdapatnya berbagai jenis hama terutama yang banyak menimbulkan kerusakan pada bangunan, seperti rayap, jamur, dan binatang laut. Diperkirakan kerugian akibat serangan rayap saja pada bangunan gedung milik pemerintah per tahunnya mencapai 100 milyar rupiah (Supriana 2002). Sedangkan kerugian akibat serangan pada bangunan rumah milik masyarakat diperkirakan telah mencapai 1.67 triliun per tahunnya (Rachmawati 1996).

Penggunaan kayu kurang awet akan merugikan karena umur pakainya yang singkat sehingga kayu harus sering diganti yang berarti perlu biaya untuk membeli kayu dan ongkos pemasangannya. Untuk itu

perlu adanya upaya pengawetan kayu untuk memperpanjang umur pakai kayu tersebut. Pengawetan kayu Indonesia selama ini banyak menggunakan bahan pengawet yang masih diimpor dan mahal harganya. Disamping itu bahan pengawet tersebut selain beracun bagi organisme perusak kayu juga banyak yang beracun bagi manusia dan lingkungan. Hal tersebut di atas mendorong upaya pencarian alternatif pengawetan kayu yang dapat dilakukan melalui pencarian alternatif bahan pengawet atau alternatif metode pengawetan kayu. Salah satu metode alternatif yang cukup menjanjikan adalah dengan menggunakan panas (suhu tinggi).

Dalam penelitian ini dicoba pengaruh aplikasi panas yang dikombinasikan dengan pemberian boraks dalam mengawetkan kayu dan sebagai indikasi keberhasilan metode ini adalah dengan menguji efikasinya terhadap organisme perusak kayu.

Bahan dan Metode

Bahan

Kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu karet (*Hevea brasiliensis*) dan pinus (*Pinus merkusii*) yang diperoleh dari daerah Sukabumi. Kedua kayu yang digunakan tidak dibedakan gubal atau teras namun campuran. Kayu tersebut dipotong-potong menjadi contoh uji yang berukuran 5 cm (R/T) x 5 cm (R/T) x 40 cm (L) dimana R/T = Radial/Tangensial dan L = Longitudinal. Bahan pengawet yang digunakan adalah boraks yang terdiri dari campuran boraks dengan asam borat dengan perbandingan 1.54 : 1.

Metode

Proses penambahan boraks dilakukan dengan tahapan sebagai berikut. Pada kedua ujung contoh uji kayu ditutup dengan *pyroxylin laquer*, kemudian ditimbang dan setelah itu direndam dalam larutan boraks dengan konsentrasi 3% dan 5% selama 24 jam. Setelah itu dikeluarkan dan ditiriskan; kemudian ditimbang kembali untuk mendapatkan nilai retensi sebagai berikut:

$$R = \frac{W_1 - W_0}{V} \times C$$

dimana :

W₀ = berat contoh uji sebelum diawetkan (kg)

W₁ = berat contoh uji sesudah diawetkan (kg)

V = volume contoh uji (m³)

C = konsentrasi larutan bahan pengawet (%)

R = retensi (kg/m³)

Setelah kering udara, kayu tersebut dipotong sepanjang 5 cm x 5 cm x 20 cm dan dilanjutkan dengan tahapan proses pemanasan. Pada proses aplikasi panas, contoh uji yang telah diberi perlakuan ditumpuk dalam oven, kayu tersebut selanjutnya dipanaskan sampai mencapai suhu 180°C, 200°C dan 220°C, kemudian suhu tersebut dipertahankan sampai waktu pemanasan yang diinginkan, yaitu 1 jam. Setelah proses selesai kayu dikeluarkan dan didinginkan. Sebelum dan sesudah proses pemanasan kayu ditimbang, sehingga diperoleh nilai penyusutan berat sesudah pemanasan sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{B_{p1} - B_{p0}}{B_{p1}} \times 100$$

dimana:

P₁ = penyusutan berat akibat pemanasan (%)

B_{p0} = berat contoh uji sebelum dipanaskan (kg)

B_{p1} = berat contoh uji sesudah dipanaskan (kg)

Untuk mengetahui keberhasilan upaya pengawetan dengan menggunakan metode ini dilakukan pengujian efikasi terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light) dan bubuk kayu kering (*Heterobostrychus aequalis* Wat).

Pengujian Efikasi terhadap Rayap Kayu Kering: Uji terhadap rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light.

Contoh uji yang berukuran 5 cm x 5 cm x 20 cm tersebut dipotong-potong menjadi ukuran 5 cm x 2.5 cm x 2 cm dengan ulangan 5 kali. Cara pengujiannya yaitu salah satu sisi terlebar pada masing-masing contoh uji dipasang tabung gelas berdiameter 1.8 cm dengan tinggi 3.5 cm (Gambar 1). Ke dalamnya dimasukkan 50 ekor rayap pekerja yang sehat dan aktif. Contoh uji yang sudah diisi rayap disimpan di tempat yang gelap selama 12 minggu, lalu diamati apakah contoh uji diserang atau tidak dengan catatan bahwa gigitan tipis tidak dianggap sebagai serangan nyata. Pengukuran dilakukan terhadap derajat kerusakan contoh uji; jumlah kematian (mortalitas) rayap dan penurunan berat contoh uji akibat serangan rayap. Derajat serangan ditentukan dengan skala nilai seperti tercantum pada Tabel 1.

Untuk menghitung penurunan berat akibat serangan rayap pada contoh uji digunakan rumus :

$$P_2 = \frac{B_{r1} - B_{r0}}{B_{r1}} \times 100$$

dimana:

P₂ = penurunan berat akibat serangan rayap (%)

B_{r0} = berat contoh uji sebelum pengujian (kg)

B_{r1} = berat contoh uji sesudah pengujian (kg)

Table 1. Degree of drywood termite attack (Padlinurjaji *et al.* 1988)

Class	Sample Condition	Rating
A	Sound, no attack	0
B	Little bites	1 ~ 20
C	Light attack, with swallow and narrow tunels	21 ~ 40
D	Heavy attack, with deep and wide tunels	41 ~ 60
E	Failure, more than 50% of sample is damage	61 ~ 80

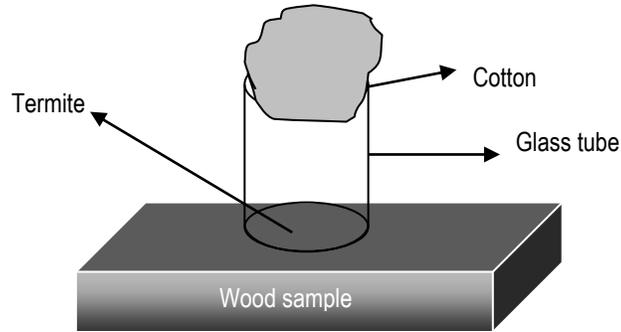


Figure 1. Dry wood termite test

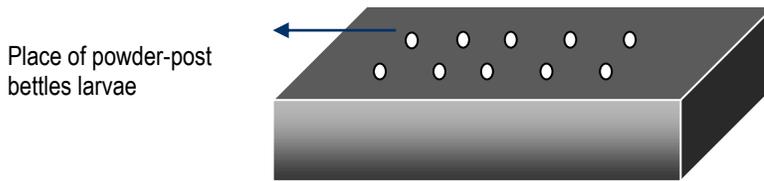


Figure 2. Powder post beetle test

Pengujian Efikasi terhadap Serangga Bubuk Kayu Kering.

Untuk pengujian terhadap bubuk kayu kering *Heterobostrychus aequalis*. Contoh uji yang berukuran 5 cm x 5 cm x 20 cm tersebut dipotong-potong menjadi ukuran 5 cm x 1.5 cm x 7.5 cm dengan ulangan 5 kali. Cara pengujiannya yaitu: pada salah satu sisi terlebar pada masing-masing contoh uji dibuat lubang yang berdiameter 2 mm dengan kedalaman ¼ cm sebanyak 10 buah pada jarak yang sama antara satu lubang dengan lubang lainnya (Gambar 2). Ke dalam masing-masing lubang dimasukkan seekor larva bubuk kayu kering yang berumur 1.5 bulan. Contoh uji yang sudah diisi larva disimpan di tempat yang gelap selama 6 minggu, kemudian pada akhir pengujian diamati apakah menyerang kayu atau tidak. Dengan catatan bahwa adanya tepung hasil penggerak dianggap sebagai tanda adanya serangan. Bersamaan dengan itu dihitung juga jumlah larva yang masih hidup. Pengamatan dilakukan terhadap derajat serangan dan mortalitas serangga. Penilaian dilakukan dengan pemberian nilai berdasarkan skala seperti rayap di atas (Padlinurjaji *et.al.* 1988).

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh kadar boraks, waktu dan suhu pemanasan terhadap ketahanan kayu maka dilakukan sidik ragam menggunakan program mikrostat (Steel dan Torrie 1993). Pengaruh terhadap serangan rayap kayu kering dianalisis secara statistik non parametrik yaitu uji Kruskal-Wallis menggunakan program mikrostat (Mustafa 1990).

Hasil dan Pembahasan

Retensi

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa retensi bahan pengawet pada kayu karet dan pinus semakin besar dengan meningkatnya konsentrasi larutan bahan pengawet seperti terlihat pada Tabel 2. Retensi tertinggi pada kayu pinus (*Pine*) dengan konsentrasi 5% boraks dan terendah pada kayu karet (*Rubber wood*) dengan konsentrasi boraks 3%.

Table 2. Retention of preservatives before drying.

Concentration (%)	Rubber wood	Pine
	kg/m ³	kg/m ³
Control	-	-
3	4.59	4.83
5	8.68	10.35

Note: Average of 5 replications

Tabel 2 menunjukkan bahwa retensi kayu pinus lebih tinggi dibandingkan kayu karet. Hunt dan Garrat (1986) menyebutkan bahwa kayu pinus termasuk kayu daun jarum dan terdapat noktah dalam trakeid. Trakeid yang merupakan bagian terbesar kayu dari spesies kayu daun jarum, adalah pipa-pipa memanjang dan berongga, meruncing pada kedua ujungnya, dengan bagian-bagian tipis (noktah) pada dinding selnya. Di dalam batas noktah terdapat satu lubang sempit yang menghubungkan rongga noktah dengan rongga sel yang disebut saluran noktah. Selaput noktah berfungsi sebagai sekat yang

permeable, sehingga mudah dilalui bahan pengawet dari trakeid ke trakeid lainnya.

Disamping itu kayu pinus mempunyai saluran damar; karena sifatnya serupa saluran, saluran damar ini dapat dipandang sebagai saluran potensial untuk melancarkan gerakan bahan pengawet ke dalam kayu selama proses pengawetan. Dengan banyaknya saluran damar ini, serta tersebar baik dan terbuka, maka akan mempercepat pengaliran bahan pengawet di bawah permukaan kayu dan penyebarannya ke sel-sel di dekatnya.

Sedangkan kayu karet termasuk kayu daun lebar. Ukuran noktah yang terdapat dalam pembuluh dan serabut jauh lebih kecil, tidak teratur dalam penyebarannya, tidak ada torus serta tidak mempunyai lubang-lubang dalam selaputnya. Perbedaan ini menyebabkan volume bahan pengawet yang diterima oleh kayu pinus lebih banyak dari kayu karet.

Permadi dan Barly (1989) menyatakan bahwa kayu pinus termasuk kelas keterawetan mudah yang berarti mudah ditembus oleh bahan pengawet, sedangkan kayu karet termasuk kelas keterawetan sedang (*moderately resistant*) yang berarti memiliki sifat tidak mudah ditembus oleh bahan pengawet.

Selain retensi, juga dilakukan pengamatan penyusutan berat kayu setelah dipanaskan dengan suhu yang berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa makin tinggi suhu pemanasan, maka makin besar penyusutan beratnya (Tabel 3). Hal ini kemungkinan disebabkan

terdegradasinya hemiselulosa dalam kayu. Panas tinggi selain dapat mendegradasi hemiselulosa juga dapat mendegradasi komponen lainnya (Stamm 1964, Avat 1993).

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis kayu, suhu pemanasan dan konsentrasi boraks masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap penyusutan berat kayu akibat pemanasan. Untuk mengetahui perbedaan tersebut maka dilakukan uji lanjut, seperti tercantum pada Tabel 3.

Uji Efikasi.

Pengujian Efikasi terhadap Rayap Kayu Kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light): Ada beberapa faktor untuk menilai hasil penelitian kemampuan bahan pengawet terhadap serangan rayap kayu kering, yaitu jumlah kematian (*mortality*), penurunan berat (*weight loss*) dan derajat serangan. Untuk mengetahui pengaruh bahan pengawet terhadap kematian dan penurunan berat kayu akibat serangan rayap kayu kering dilakukan analisis sidik ragam.

Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada perbedaan antara jenis kayu karet dengan kayu pinus. Pengaruh nyata terjadi pada perbedaan suhu pemanasan kayu (F hitung yaitu 19,44** untuk kayu karet, sedang untuk kayu pinus tidak berbeda), namun berbeda nyata pula dengan perbedaan konsentrasi boraks terhadap kematian rayap. Untuk mengetahui perbedaan tersebut maka dilakukan uji lanjut dan hasilnya tercantum pada Tabel 4. Pada kayu

Table 3. Average of weight loss (%) of rubber wood and pine after heating.

Concentration (%)	Rubber wood			Pine		
	180°C A	200°C B	220°C C	180°C A	200°C B	220°C C
	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *
Control	2.39±0.28 a	3.62±0.63 a	6.22±1.04 a	3.36±1.24 a	5.40±1.16 a	7.80±0.67 a
3	2.72±0.63 a	4.70±1.52 ab	6.34±0.66 a	4.35±1.80 a	5.39±0.92 a	8.04±1.26 a
5	3.63±0.70 a	5.24±2.59 b	6.88±0.95 a	4.54±0.93 a	6.45±0.39 a	7.84±1.35 a

Notes*:

1. Mean value at each line followed by the same capital letter means not significantly difference
2. Mean value at each column followed by the same small letter means not significantly difference

Table 4. Average of mortality (%) of dry wood termite.

Concentration (%)	Rubber wood			Pine		
	180°C A	200°C B	220°C C	180°C A	200°C A	220°C A
	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *	X ± Sd *
Control	40±4.62 a	43.6±2.58 a	69.6±5.37 a	66±6.21 a	68.8±5.88 a	71.2±5.84 a
3	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b
5	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b

Notes*:

1. Mean value at each line followed by the same capital letter means not significantly difference
2. Mean value at each column followed by the same small letter means not significantly difference

kontrol (tanpa bahan pengawet), kematian rayap meningkat dengan meningkatnya suhu pemanasan. Sedangkan pada kayu yang diawetkan, semua rayap mati pada semua perlakuan suhu pemanasan.

Matinya rayap disebabkan akibat pemanasan kayu yang dikombinasikan dengan boraks. Pemanasan menyebabkan terjadinya degradasi selulosa yang ada dalam kayu. Roberts dalam Permadi (2000) menyatakan bahwa kayu yang dipanaskan pada suhu di atas 180°C akan mulai tergradasi kandungan kimianya, dalam hal ini yang akan tergradasi pertama kali adalah hemiselulosa. Sebagai mana diketahui hemiselulosa atau selulosa adalah merupakan makanan utama rayap. Menurut Jasni dan Supriana (1992), percobaan dianggap berhasil jika jumlah mortalitas tidak kurang dari 55%.

Selain jumlah kematian (mortalitas), penurunan berat juga merupakan salah satu faktor untuk menentukan kelas ketahanan (keawetan) kayu.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan berat kayu akibat serangan rayap kayu kering. Suhu pemanasan dan konsentrasi boraks masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan berat kayu akibat serangan rayap kayu kering. Untuk mengetahui perbedaan tersebut maka dilakukan uji lanjut dan hasilnya tercantum pada Tabel 5. Penurunan berat kayu akibat serangan rayap meningkat dengan meningkatnya suhu pemanasan dan meningkatnya konsentrasi boraks.

Terjadinya penurunan berat kayu setelah pengujian disebabkan hilangnya hemiselulosa atau selulosa yang ada dalam kayu akibat terdegradasi oleh panas; selain

itu juga dimakan oleh rayap sebelum rayap itu mati. Pada pengujian ini rayap dipaksa makan, sehingga rayap akan memakan kayu terlebih dulu kemudian baru mulai mati.

Parameter lain yang penting untuk menilai kemampuan bahan pengawet terhadap serangan rayap adalah derajat serangan rayap kayu kering. Makin tinggi konsentrasi bahan pengawet, maka makin ringan serangan rayap kayu kering (Tabel 6). Pada Tabel 6 terlihat bahwa contoh uji kontrol dengan suhu 180°C terdapat serangan ringan berupa saluran-saluran yang tidak dalam dan lebar (Tingkat C, Tabel 1), baik kayu karet maupun pinus; kecuali untuk contoh uji kayu pinus pada suhu 220°C (Tingkat B) yang hanya ada bekas gigitan rayap. Hal ini mungkin disebabkan banyaknya hemiselulosa dalam kayu yang sudah terdegradasi oleh panas, sehingga rayap kurang mendapat makanan lalu cepat mati, seperti kalau dilihat mortalitas rayap pada perlakuan ini, dimana mortalitas rayap 71.2% (Tabel 4). Perlakuan pemanasan 180°C dengan kombinasi boraks 3% sudah cukup efektif menahan serangan rayap kayu kering pada kayu karet maupun kayu pinus. Hasil uji Kruskal-Wallis, menunjukkan bahwa ada perbedaan perlakuan pemanasan dengan kombinasi boraks sebagai pengawet kayu terhadap kerusakan contoh uji kayu karet ($F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $461 > 43.2$), contoh uji kayu pinus ($F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $430.55 > 43.2$), sedangkan antara jenis kayu tidak berbeda ($F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $0.005 < 43.2$).

Table 5. Weight loss (%) of rubber wood and pine due to termite attack

Concentration (%)	Rubber wood			Pine		
	180°C	200°C	220°C	180°C	200°C	220°C
	A	A	A	A	A	C
	$X \pm Sd$ *					
Control	9.01±1.11 a	7.94±1.84 a	7.42±1.54 a	9.85±0.59 a	8.80±1.08 a	7.68±2.04 a
3	6.19±1.31 b	5.88±1.99 b	4.84±1.56 b	6.85±1.47 b	5.52±1.36 b	4.91±1.28 b
5	5.22±1.30 c	4.84±2.54 b	3.75±1.35 c	5.51±0.49 c	4.68±1.26 b	3.98±0.47 b

Notes *:

1. Mean value at each line followed by the same capital letter means not significantly difference
2. Mean value at each column followed by the same small letter means not significantly difference

Table 6. Average degree of dry wood termite attack.

Concentration (%)	Rubber wood						Pine					
	180°C		200°C		220°C		180°C		200°C		220°C	
	V	L	V	L	V	L	V	L	V	L	V	L
Control	38.4	C	33.6	C	17.5	B	37	C	24.4	C	19.6	B
3	14.4	B	14	B	2.8	B	17.6	B	10.2	B	3.4	B
5	9	B	8.4	B	2	B	6.2	B	8.4	B	2.6	B

Notes: V=Value, L=Level

Berdasarkan hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa pemanasan kayu dengan kombinasi boraks 3% cukup efektif mencegah serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.). Sedangkan di Finlandia VTT juga menggunakan suhu antara 180°C ~ 220°C dan dengan menambahkan uap untuk menghasilkan kayu yang lebih awet, lebih stabil dan warna kayu tidak terlalu gelap (Vitanen dan Jamsa 1994).

Pengujian Efikasi terhadap Bubuk Kayu Kering (*Heterobostrychus aequalis* Wat.): Ada beberapa faktor untuk menilai hasil penelitian kemampuan bahan pengawet dan terhadap serangan bubuk kayu kering, yaitu jumlah kematian (mortalitas) dan derajat serangan.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap kematian bubuk kayu kering. Suhu pemanasan dan konsentrasi boraks masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap kematian bubuk kayu kering. Untuk mengetahui perbedaan tersebut maka dilakukan uji lanjut dan hasilnya tercantum pada Tabel 7. Kematian bubuk meningkat dengan meningkatnya suhu pemanasan dan meningkatnya konsentrasi boraks.

Panas yang tinggi selain dapat mendegradasi hemiselulosa juga dapat mendegradasi komponen kayu lainnya. Hemiselulosa bersifat higroskopis (mudah menyerap air) sehingga kayu menjadi mudah diserang jamur pelapuk (Stamm 1964). Dengan terdegradasinya hemiselulosa akibat aplikasi panas maka sifat higroskopis kayu dapat dikurangi sehingga menjadikan

kayu lebih tahan terhadap serangan jamur dan serangga sehingga kayu menjadi lebih awet (Avat 1993).

Parameter lain yang penting untuk menilai kemampuan bahan pengawet terhadap serangan bubuk adalah derajat serangan bubuk kayu kering. Makin tinggi konsentrasi bahan pengawet dan makin tinggi suhu pemanasan, maka makin ringan serangan bubuk kayu kering (Tabel 8). Berdasarkan Tabel 8, bahwa pada contoh uji kontrol suhu 180°C dan 200°C terdapat serangan ringan berupa saluran-saluran yang tidak dalam dan lebar (Tingkat C, Tabel 1) baik kayu karet maupun pinus. Sedangkan contoh uji kayu karet dan pinus pada suhu 220°C hanya ada bekas gigitan rayap (Tingkat B). Hal ini mungkin disebabkan banyaknya pati atau amilase dalam kayu yang sudah terdegradasi oleh panas, sehingga bubuk kurang mendapat makanan lalu cepat mati, seperti kalau dilihat mortalitas bubuk pada perlakuan ini dimana mortalitas bubuk paling tinggi terdapat pada kayu pinus suhu 220°C, yaitu 84% (Tabel 7). Perlakuan pemanasan 180°C dengan kombinasi boraks 3% sudah cukup efektif menahan serangan rayap kayu kering pada kayu karet maupun kayu pinus karena mortalitas sudah mencapai 100%. Hasil uji Kruskal-Wallis, menunjukkan bahwa ada perbedaan perlakuan pemanasan dengan kombinasi boraks sebagai pengawet kayu terhadap kerusakan contoh uji kayu karet ($F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $504.06 > 43.2$), contoh uji kayu pinus ($F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $379.21 > 43.2$), sedangkan antara jenis kayu tidak berbeda ($F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $1.01 < 43.2$).

Table 7. Average of mortality (%) of powder post beetle

Concentration (%)	Rubber wood			Pine		
	180°C	200°C	220°C	180°C	200°C	220°C
	A	B	B	A	B	B
	$X \pm Sd$ *					
Control	64±4.73 a	74±3.26 a	82±3.25 a	72±2.66 a	82±3.25 a	84±3.98 a
3	98±7.31 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b	100±0 b
5	100±0 b					

Notes *:

1. Mean value at each line followed by the same capital letter means not significantly difference
2. Mean value at each column followed by the same small letter means not significantly difference

Table 8. Average degree of powder post beetle attack.

Concentration (%)	Rubber wood						Pine					
	180°C		200°C		220°C		180°C		200°C		220°C	
	V	L	V	L	V	L	V	L	V	L	V	L
Control	36	C	30.4	C	16	B	29.6	C	23.3	C	19.8	B
3	15.2	B	14.4	B	10.6	B	15.2	B	12	B	3.4	B
5	13.2	B	10.8	B	3.4	B	11.4	B	7.4	B	2.8	B

Notes: V=Value, L=Level

Berdasarkan hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa pemanasan kayu dengan kombinasi boraks 3% cukup efektif mencegah serangan bubuk kayu kering (*Heterobostrychus aequalis* Wat).

Kesimpulan

1. Pengawetan kayu menggunakan boraks dengan konsentrasi minimal 3% yang dikombinasikan dengan pemanasan suhu 180°C selama 1 jam dapat menahan serangan rayap kayu kering dan bubuk kayu kering pada kayu karet maupun kayu pinus
2. Aplikasi pemanasan yang dikombinasikan dengan bahan pengawet dapat dijadikan alternatif pengawetan kayu yang ramah lingkungan.

Daftar Pustaka

- Avat, F. 1993. These. Contribution a Petude des traitemiques du bois (20 ~ 300°C). Transformations chimiques et caracterisation physico-chimiques. Ecole de Mines de Paris et de St.Etienne.
- Hunt, G.M. and G.A Garrat. 1986. Pengawetan Kayu. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Jasni dan Supriana. 1992. Pencegahan Rayap dan Bubuk Perusak Kayu dengan Pestisida Berbahan Aktif Phoxim dan Cyfluthrin. Kongres Entomologi IV. Yogyakarta.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan Kayu dan Faktor yang Mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Mustafa, Z.E.Q. 1990. Panduan Mikrostat untuk Mengelola Data Statistik. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Padlinurjaji, I.M.; D. Nandika dan A.Setiawan. 1998. Efikasi Bahan Pengawet Lentrek 400 EC dan Sarmix 1200 AS terhadap Rayap Tanah Melalui Uji Kuburan (Grave Yard Test). Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan. 2(2):20-25.
- Permadi, P dan Barly. 1989. Pengawetan Kayu Karet, Agathis dan Tusam dengan Metode Tekanan Berganti. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 6(3):160-162. Bogor.
- Permadi, P. 2000. Optimasi Thermal Treatment pada Kayu Pertukangan untuk Memperbaiki Mutu Kayu yang Tidak Awet. Universite de Technologie de Compiegne.
- Rachmawati. 1996. Prakiraan Kerugian Ekonomis akibat Serangan Rayap pada Bangunan Perumahan di Indonesia. Skripsi Jurusan THH. Fakultas Kehutanan IPB. Tidak diterbitkan.
- Stamm, A.J. 1964. Wood and Cellulose Science. Ed. Ronald Press.
- Steel, R.J.D. and Torrie, J.H. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik. Terjemahan dari Principles and Procedures of Statistics oleh Bambang Sumantri. IPB. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Supriana, N. 2002. Kajian Peran Pengawetan Kayu Perumahan dan Gedung dalam rangka Pengelolaan Hutan Lestari. Laporan Hasil Penelitian (Tidak diterbitkan).
- Vitanen, H. and Jamsa, S. 1994. Document no IRG/WP 94-40032. The Effect of Heat treatment on the Properties of Spruce.

Diterima tanggal 2 Oktober 2003

Jasni, Pipin Permadi, Didik A. Sudika dan Rusti Rushelia
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor
(*Research and Development Center for Forest Products Technology*)
Jl. Gunung Batu. PO.Box 182
Telpn 251-633378: Email: jasni@forda.org atau jasni9@yahoo.com