

# Keterawetan dan Ketahanan Enam Jenis Kayu yang Diawetkan dengan CKB terhadap Rayap Tanah dan Bubuk Kayu Kering

## *Treatability and Durability of Six Wood Species Treated by CKB Against Subterranean Termite and Powder Post Beetle*

Mohammad Muslich dan Jasni

### Abstract

This paper discusses a study on the treatability and durability of six wood species treated by CKB preservative by full cell process against subterranean termite and powder post beetle. Six wood species measuring 5 cm by 5 cm by 60 cm were treated with 7% CKB preservative by full cell process for 1 hour, 2 hours and 4 hours in 150 psi. The treated and untreated wood samples were tested against subterranean termite and powder posts beetle for 8 months. The results of the study indicated that full cell process with CKB were able to prevent insect attack. Untreated woods specimens were susceptible to subterranean termite and powder post beetle attack. The results, after taking both retention and penetration showed that sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) were permeable; while cempaka (*Elmerillia ovalis* Dandy), surian (*Toona sureni* Merr.) and durian (*Durio zibethinus* Merr.) were moderately resistant. While mersawa (*Anisoptera costata* Korth.) and Palado (*Aglaiia* sp.) were extremely resistant.

**Key words:** treatability, durability, CKB, subterranean termite, powder post beetle.

### Pendahuluan

Kecenderungan pemakaian kayu sebagai bahan bangunan pada saat ini dan masa yang akan datang terus meningkat, terutama untuk keperluan bangunan rumah tinggal dan konstruksi ringan seperti BTN dan Perumnas. Hal ini perlu diimbangi dengan umur bangunan yang memadai. Bertambah panjang umur bangunan terutama dari aspek penggunaan kayunya, berarti akan mengurangi kebutuhan kayu. Selanjutnya akan mempengaruhi keselamatan lingkungan dengan menekan penebangan kayu di hutan. Peranan pengawetan kayu akan terasa lebih penting lagi karena dikhawatirkan produksi kayu awet dalam waktu mendatang tidak dapat memenuhi kebutuhan. Maka jenis kayu yang mempunyai kelas awet rendah perlu diawetkan sebelumnya sehingga umur pakainya akan menjadi lebih panjang. Oleh karena itu jenis kayu yang mempunyai kelas awet rendah tersebut tentunya akan dapat dipergunakan sebagai pengganti dan mendapat pasaran yang layak.

Menurut Nandika dalam Supriana (2002), mengatakan bahwa pada tahun 1995 bangunan yang diserang rayap di Indonesia mengalami kerugian diperkirakan mencapai Rp. 1.67 triliun, jumlah tersebut meningkat berturut-turut menjadi Rp. 2.52 triliun dan Rp. 2.80 triliun pada tahun 1999 dan 2000. Selanjutnya Supriana (2002) mengatakan bahwa bila angka-angka tersebut dihubungkan dengan biaya pembangunan HTI yang diperkirakan Rp 4 juta/ha pada tahun 1999 dan Rp 5 juta/ha pada tahun 2000, maka kerugian akibat rayap sama dengan biaya pembangunan 613.000 Ha HTI untuk tahun 1999 (Rp. 252 milyar) dan 560.000 Ha untuk tahun 2000 (Rp 400 milyar).

Pengawetan kayu secara teknis mudah dilaksanakan oleh masyarakat, namun masih banyak dijumpai hasil yang diperoleh tidak memenuhi persyaratan. Hal tersebut karena kurangnya pengetahuan mengenai sifat-sifat kayu. Salah satu sifat kayu yang berhubungan dengan pengawetan adalah sifat keterawetan. Keterawetan merupakan sifat kayu yang penting, menunjukkan mudah tidaknya suatu jenis kayu dimasuki larutan bahan pengawet.

Pada kesempatan ini telah dicoba 6 jenis kayu Sulawesi yang diawetkan dengan Tembaga-Khrom-Boron (CKB) melalui proses sel-penuh. Kemudian diteliti sifat keterawetannya serta diuji ketahanannya terhadap rayap tanah dan bubuk kayu kering. Bahan pengawet CKB adalah salah satu bahan pengawet yang telah diijinkan oleh komisi pestisida dan bersifat pencegahan bukan pemberantasan. Kayu yang diawetkan dengan CKB, bila telah terjadi fiksasi dengan komponen kayu akan sulit larut terhadap air sehingga sedikit kemungkinannya untuk mencemari lingkungan. Lain halnya dengan penggunaan pestisida yang bersifat pemberantasan, dimana kemungkinan mencemari lingkungan sangat besar. Pertimbangan memakai CKB, karena bahan pengawet tersebut sangat efektif untuk mencegah serangga penggerek kayu sebagai pengganti CCA yang telah dilarang.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sifat keterawetan dan ketahanan kayu terhadap organisme perusak. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai informasi yang bermanfaat bagi para pengguna.

## Bahan dan Metode

### Bahan

**Bahan Kayu:** Kayu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bagian teras, tanpa cacat kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen), cempaka (*Elmerillia ovalis* Dandy), surian (*Toona sureni* Merr), durian (*Durio zibethinus* Murr.), mersawa (*Anisoptera costata* Korth.) dan palado (*Aglaiia* sp.). Jenis-jenis kayu tersebut berasal dari Sulawesi, masing-masing berumur diatas 30 tahun.

**Bahan Pengawet:** Bahan pengawet yang digunakan adalah Tembaga-Khrom-Boron berupa pasta yang mengandung 93% bahan aktif garam dengan formulasi asam borat 25%, kalium bikromat 15% dan tembaga sulfat 34% (CKB). Konsentrasi bahan pengawet yang digunakan adalah 7%. Konsentrasi tersebut digunakan agar pada perlakuan pengawetan dengan metode yang dipakai diharapkan dapat mencapai retensi dan penetrasi bahan pengawet sesuai standar yang diperlukan. Sebagai pereaksi indikator digunakan Chrome Azurol S dan sodium acetat yang dicairkan dengan aquades.

### Metode

**Metode Sel-Penuh:** Masing-masing jenis kayu diambil pada bagian terasnya dan tanpa cacat, kemudian dibuat contoh uji berukuran 5 cm (R/T) x 5 cm R/T) x 60 cm (L), dimana R = Radial; T = Tangensial; L = Longitudinal, sebanyak 40 buah dan dikeringkan sampai mencapai kadar air 10 ~ 15%. Kemudian kedua ujung contoh uji ditutup cat duko untuk mencegah masuknya bahan pengawet dari arah longitudinal. Contoh uji ditimbang dan setiap perlakuan diperlukan 10 buah sebagai ulangan.

Contoh uji disusun di dalam silinder pengawet, kemudian pintu ditutup dengan rapat. Pompa vakum dijalankan sampai mencapai 500 mm Hg selama 15 menit. Saat vakum dilepas, bahan pengawet yang ada di bak pencampur masuk ke dalam silinder pengawet. Kemudian diberikan tekanan sebesar 150 psi dan dipertahankan selama 1 jam, 2 jam dan 4 jam. Tekanan dilepas, larutan bahan pengawet dialirkan kembali ke dalam bak pengawet. Selanjutnya diberikan vakum akhir seperti pada vakum awal untuk membersihkan contoh uji kayu dari sisa bahan pengawet yang berlebihan. Kemudian contoh uji yang diawetkan diambil, ditiriskan dan ditimbang kembali untuk menentukan retensi bahan pengawet. Retensi bahan pengawet dapat dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengawetan dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{B}{V} \times K$$

dimana:

R = retensi bahan pengawet (kg/m<sup>3</sup>)

B = selisih berat kayu sebelum dan sesudah pengawetan (kg)

V = volume kayu (m<sup>3</sup>)

K = konsentrasi larutan (kg/kg)

Selain retensi juga diukur penetrasi bahan pengawet, setiap contoh uji dipotong pada bagian tengahnya. Pada salah satu bidang potongan dilabur dengan pereaksi 5 g Chrome Azurol S yang ditambah 50 g natrium asetat dan dicairkan dengan 800 ml aquadestilata. Pada bidang potongan yang ditembus bahan pengawet akan terjadi perubahan yang berwarna biru. Hasil pengukuran penetrasi setiap contoh uji dibuat klasifikasi keterawetan menurut Pfeiffer (1917) dalam Martawijaya (1988) dan Smith dan Tamblin (1970) sebagai berikut:

Class	Treatability	Penetration (%)
I	Easy	Over 90
II	Moderate	50 ~ 90
III	Difficult	10 ~ 50
IV	Very Difficult	Below 10

### Efikasi Bahan Pengawet

**Pengujian terhadap Rayap Tanah:** Contoh uji yang sudah diawetkan, kemudian ditanam atau dikubur dalam tanah sedalam 30 cm dan dibiarkan 30 cm tetap muncul dipermukaan tanah, cara ini disebut dengan *graveyard test*. Jarak tanam antara satu contoh uji dengan contoh uji lainnya adalah 15 cm dan dibiarkan selama 8 bulan. Pada akhir penelitian, kerusakan kayu ditentukan berdasarkan kriteria menurut Martawijaya dan Sumarni (1978), sebagai berikut:

100 = Utuh (tidak ada gigitan)

90 = Serangan sedikit (hanya pada permukaan)

70 = Serangan sedang (masuk dalam kayu tetapi tidak meluas)

40 = Serangan hebat (masuk dalam kayu dan meluas)

0 = Serangan hebat sekali (hancur)

**Pengujian terhadap Bubuk Kayu Kering:** Contoh uji yang sudah diawetkan, kemudian diletakkan dalam ruangan uji. Ruang uji tersebut berupa ruangan berukuran 2 m x 2 m x 2 m, penuh dengan kayu yang diserang bubuk kayu kering yaitu *Heterobostrychus aequalis* Wat., temperatur ruangan 50°C dan kelembabannya sekitar 65%. Setelah 8 bulan pengujian kayu terhadap bubuk kayu kering dihentikan dan dihitung tingkat kerusakan kayu.

### Analisa Data

Analisis data dilakukan untuk melihat perbedaan retensi bahan pengawet terhadap pengaruh lamanya

tekanan yang diberikan pada proses pengawetan. Kemudian dilakukan uji sidik ragam, bila terjadi perbedaan nyata dengan uji Duncan (Steel dan Torrie 1993).

## Hasil dan Pembahasan

### Retensi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa retensi bahan pengawet meningkat dengan bertambahnya lama tekanan yang diberikan. Retensi tertinggi terdapat pada kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nelsen.) dengan lama tekanan 4 jam mencapai 30.28 kg/m<sup>3</sup>, dan retensi terendah dengan lama waktu tekan 4 jam adalah kayu palado (*Aglaria* sp.) yaitu 3.56 kg/m<sup>3</sup> (Tabel 1).

Menurut Hunt dan Garrat (1986), besarnya tekanan yang dipakai dan lamanya tekanan yang diberikan, merupakan faktor penting dalam pengawetan kayu (impregnasi), apabila satu faktor atau kedua faktor tersebut dinaikkan maka hasil peresapan dan absorpsi juga naik.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis kayu dan lama tekanan masing-masing berpengaruh nyata terhadap retensi bahan pengawet. Untuk mengetahui pengaruh tersebut maka dilakukan uji lanjut, yaitu uji Duncan seperti tercantum pada Tabel 1.

Adanya perbedaan anatomi pada tiap jenis kayu akan berpengaruh terhadap retensi dan penetrasi bahan pengawet. Kayu yang mempunyai diameter pori besar dan tidak dijumpai adanya tilosis akan memudahkan masuknya larutan bahan pengawet kedalam kayu, namun apabila kayu mempunyai pori kecil dan ditemukan tilosis maka akan sulit dilalui larutan bahan pengawet (Hant dan Garrat 1986; Muslich 1994).

Persyaratan retensi minimum bahan pengawet CKB untuk pemakian kayu di bawah atap dan di udara terbuka tanpa berhubungan dengan tanah masing-masing 8.2 kg/m<sup>3</sup> dan 11.3 kg/m<sup>3</sup> (Anonim 1994 dalam Abdurrohman 1996). Berdasarkan ketetapan di atas maka kayu sengon, cempaka dan surian sudah memenuhi persyaratan untuk digunakan di bawah atap misalnya digunakan untuk jendela, pintu dan furniture.

Pada hasil penelitian yang dilakukan Abdurrohman (1996), menunjukkan retensi kayu sengon yang diawetkan dengan CKB dengan konsentrasi 10% melalui metode rendaman dingin selama 5 hari mencapai 13.6 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan retensi kayu surian dengan konsentrasi dan waktu yang sama mencapai 6.9 kg/m<sup>3</sup>. Dengan demikian pengawetan melalui metode vakum tekan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat mempersingkat waktu pengawetan dan memperbesar retensi bahan pengawet.

Table 1. Retention (kg/m<sup>3</sup>) Impralit CKB on 6 wood species by full-cell process

Wood species	Treatment		
	1 hour	2 hours	4 hours
	Retention	Retention	Retention
Sengon	11.89 A a	15.75 B a	30.28 C a
Cempaka	8.27 A b	10.78 B b	21.35 C b
Surian	2.06 A c	6.14 B c	20.29 C c
Durian	2.03 A c	3.10 B d	7.56 C d
Mersawa	1.69 A c	2.65 B d	4.80 C e
Palado	1.29 A c	1.78 A d	3.56 C f

Note:

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

Table 2. Penetration (%) CKB on 6 wood species by full-cell process

Wood species	Treatment		
	1 hour	2 hours	4 hours
	Penetration	Penetration	Penetration
Sengon	100	100	100
Cempaka	50	70	85
Surian	18	39	80
Durian	20	35	75
Mersawa	19	26	45
Palado	14	18	35

Note: Average of 10 replications

Table 3. Treatability classification of 6 wood species by full-cell process

Wood species	Treatability
Sengon	Easy
Cempaka	Moderate
Surian	Moderate
Durian	Moderate
Mersawa	Difficult
Palado	Difficult

Note: Average of 10 replications

Table 4. Intensity of damage of 6 wood species to subterranean termite

No	Wood species	Wood damage	
		Control	Preservation
1	Sengon	0	100
2	Cempaka	40	100
3	Surian	70	100
4	Durian	70	100
5	Mersawa	90	100
6	Paldo	90	100

Note: Average of 10 replications

### Penetrasi

Hasil penetrasi bahan pengawet CKB pada jenis-jenis kayu dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan kelas keterawetan dari 6 jenis kayu yang diteliti, sengon termasuk kayu yang paling mudah diawetkan dan palado yang sulit diawetkan. Klasifikasi keterawetan dari 6 jenis kayu dapat dilihat pada Tabel 3. Perbedaan penetrasi dari setiap jenis kayu disebabkan karena adanya variasi dari struktur anatomi misalnya bentuk noktah, bidang perforasi dan arah serat (Hunt dan Garrat 1986).

Pada dasarnya kayu dibentuk oleh sel-sel sehingga bahan pengawet akan masuk melalui aliran dari arah radial dan tangensial. Kemudian dari sel ke sel, aliran tersebut hanya dimungkinkan melalui dinding sel pada pasangan noktah. Arah memanjang pada trakeida, serat dan pori kayu lebih banyak dialiri fluida dibandingkan dengan arah transversal. Aliran fluida di dalam kayu daun lebar terjadi melalui pori. Ujung pori tersebut berlubang sehingga merupakan saluran yang berhubungan satu dengan lainnya. Apabila fluida berada di pori tersebut, aliran ke arah lateral terjadi melalui noktah ke sel yang berdekatan. Sedangkan serat, trakeida dan parenkim memanjang juga mempengaruhi laju aliran fluida. Demikian pula variabilitas total aliran terjadi disebabkan adanya jari-jari empulur yang dapat berbentuk lebar (multiseriat) atau satu seri (uniseriat).

Pada jenis kayu yang mempunyai endapan damar, endapan zat ekstraktif lainnya atau tilosis dan silika akan mengurangi permeabilitas bahan pengawet dalam kayu. Wilkinson (1979) menyatakan bahwa substansi ekstraktif berupa tilosis maupun silika adalah salah satu

faktor penghambat permeabilitas masuknya bahan pengawet di dalam kayu. Agar retensi dan penetrasi bahan pengawet pada jenis kayu yang sukar diawetkan dapat menjadi lebih tinggi, maka dilakukan dengan penambahan waktu tekan.

### Efikasi Bahan Pengawet

**Pengujian terhadap Rayap Tanah:** Berdasar hasil penelitian ini, kayu sengon paling rentan terhadap serangan rayap tanah, menyusul kayu cempaka, durian, surian, mersawa dan palado. Namun dengan pemberian bahan pengawet Impralit CKB dengan konsentrasi 7% semua jenis kayu, keawetannya menjadi meningkat. Hal ini disebabkan karena bahan pengawet CKB yang bersifat racun masuk ke dalam kayu. Semakin besar retensi dan semakin dalam penetrasi bahan pengawet, maka ketahanan kayu akan semakin tinggi. Tingkat serangan dari 6 jenis contoh uji kayu yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, pada pengujian *graveyard test* selama 8 bulan menunjukkan bahwa kayu sengon dan cempaka sangat rentan terhadap rayap tanah, kemudian menyusul surian, durian, mersawa dan palado. Sebagaimana diketahui jenis kayu sengon, cempaka dan surian mempunyai kelas awet IV ~ V, namun setelah diawetkan dengan CKB dapat menahan serangan rayap tanah. Hasil penelitian terdahulu (Afifuddin 2000) terhadap kayu sengon yang diawetkan dengan Impralit CKB 3% dengan vakum tekan 1 jam dan secara laboratorium diuji terhadap rayap tanah *Coptotermes cynocephalus* Homgren, menunjukkan bahwa mortalitas rayap mencapai 100% dan kelas

Table 5. Intensity of damage of 6 wood species to powder post beetle

No	Wood species	Wood damage	
		Control	Preservation
1	Sengon	0	100
2	Cempaka	90	100
3	Durian	90	100
4	Surian	100	100
5	Mersawa	100	100
6	Palado	100	100

Note: Average of 10 replications

ketahanan kayu termasuk kelas tahan. Selanjutnya penelitian Hadi *et.al.* (2002) menunjukkan bahwa kayu pinus dan sengon yang diawetkan dengan Impralit CKB 3% dengan metode vakum tekan, setelah 12 bulan diujikan di laut ternyata tidak diserang binatang laut. Dengan demikian untuk memperpanjang umur kayu harus dilakukan pengawetan. Sedangkan Muslich (1995) menyatakan kayu pinus, sengon dan kemiri menggunakan bahan pengawet CKB konsentrasi 5% dengan metode vakum tekan selama 2 jam, setelah dipasang 18 bulan di dalam laut masih belum diserang penggerek.

**Pengujian terhadap Bubuk Kayu Kering:** Hasil penelitian menunjukan bahwa serangan tertinggi bubuk kayu kering tanpa pengawetan adalah pada kayu sengon, sedangkan yang terendah terdapat pada kayu palado (Tabel 5).

Berdasarkan Tabel 5, kayu sengon yang paling rentan terhadap serangan bubuk kayu kering, sebagaimana diketahui kayu sengon termasuk kayu lunak dengan kelas awet rendah, yaitu IV ~ V. Kayu sengon selain dipergunakan untuk bahan bangunan, banyak juga digunakan sebagai perkakas rumah tangga, tangkai payung dan barang kerajinan. Namun kayu sengon tidak tahan terhadap serangan bubuk kayu kering.

Pada penelitian ini bubuk kayu kering dapat bebas memilih kayu yang disukainya. Kayu sengon yang kelas awetnya rendah tentu akan lebih disukai dibandingkan jenis kayu lainnya. Bilamana ada jenis kayu yang mempunyai kelas awet hampir sama pada tempat tersebut, bubuk kayu kering akan tetap menyerang kayu sengon sampai habis. Setelah kayu sengon hancur, bubuk kayu kering baru akan mencari jenis kayu lain yang kelas awetnya mendekati kayu sengon.

Mudah atau tidaknya kayu diserang oleh bubuk sangat tergantung dari kadar pati yang ada dalam kayu tersebut. Pati merupakan makanan utama bagi bubuk kayu kering. Semakin tinggi kadar pati dalam kayu, maka akan semakin rentan terhadap serangan bubuk kayu kering. Bubuk betina tidak akan meletakkan telurnya pada kayu yang mempunyai kandungan pati dibawah 3% (Anonymus 1961).

## Kesimpulan dan Saran

Sengon termasuk jenis kayu yang mudah diawetkan; cempaka, surian, durian termasuk jenis yang agak mudah diawetkan; sedangkan mersawa dan palado termasuk jenis kayu yang sukar diawetkan.

Menambah waktu tekan pada proses pengawetan sel-penuh dapat memperbesar retensi dan memperdalam penetrasi pada jenis kayu yang sukar diawetkan. Kayu yang diawetkan dengan CKB dapat menahan serangan rayap tanah maupun bubuk kayu kering.

Pada jenis-jenis kayu yang mempunyai keawetan rendah, disarankan agar diawetkan terlebih dahulu sebelum digunakan, supaya umur pakai kayu akan menjadi bertambah panjang.

## Daftar Pustaka

- Abdurrohim, S. 1996. Pengawetan Tujuh Jenis Kayu Secara Rendaman Dingin dengan Bahan Pengawet Impralit 16 SP dan Impralit CKB. Buletin Penelitian Hasil Hutan: 14(10) 467-479.
- Affuddin, Y. 2000. Keawetan Kayu Plastik Polivinil Stirena terhadap Serangan Rayap Kayu Kering (*Cyptotermes cynocephalus* Light.) dan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Skripsi Si. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor (Tidak diterbitkan).
- Anonymus. 1961. Lyctid Powder-Post Beetle their Biology and Control. Technical Release National Pest Control Assosiation, Number 19-61, 17 pp.
- Hadi, Y.S.; N. Hadjib and Jasni. 2002. Resistance of Polystyrene Wood to Marine Borer and Subterranean Termite. Proceedings of The 6<sup>th</sup> Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium and Workshop on The Chemical Modification of Cellulosics. Portland, Oregon, USA. Vol 2, pp 528-534.
- Hunt, G.M. and G.A. Garrat. 1986. Wood Preservation. McGraw-Hill Book Company, New York.

- Martawijaya, A. and G. Sumarni. 1978. Resistance of A Number of Indonesian Woods Species Against *Cryptotermes cynocephalus* Light. Report No. 129. Forest Product Research Institute, Bogor.
- Martawijaya, A. 1988. Keawetan Beberapa Jenis Kayu Dipterocarpaceae. Sifat dan Kegunaan Jenis Kayu HTI Vol. I, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Muslich, M. 1994. The Preservative Treatment of Mahogany Lumber (*Swietenia macrophylla* King.) Against Marine Borers. M.S.Thesis, UPLB.
- Muslich, M. 1995. Perlakuan Pengawetan Kayu dalam rangka Peningkatan Umur Pakai Kayu Bangunan Kelautan. Laporan Penelitian Tingkat Peneliti. Tidak dipublikasikan.
- Pfeiffer, J.Ph. 1917. DeWaarde Van Wetenschappelijk OnderzoekVoor de Vaststelling Van Technische Eigenschappen Van Hout. Thesis Technishe Hoogeschool, Delft.
- Smith, D.N.R. and N. Tamblin. 1970. Proposed Scheme for an International Standard Test for the Resistance of Timber to Impregnation with Preservatives. Ministry of Technology, Forest Product Research Laboratory.
- 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 Pengolahan Hutan Lestari. Laporan Hasil Penelitian . Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Tidak diterbitkan.
- Wilkinson, J.G. 1979. Industrial Timber Preservation. Associated Business press. London.

Diterima tanggal 20 Oktober 2003

Mohammad Muslich dan Jasni  
 Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor  
 (Research and Development Center for Forest Products Technology)  
 Jl Gunung batu 5, PO.Box 182 Bogor  
 Telpon 251-633378  
 E-mail: jasni@forda.org