

KETERAWETAN 41 JENIS KAYU TERHADAP BAHAN PENGAWET CCB

Treatability of 41 Wood Species with CCB Preservatives

Oleh/by:

Sasa Abdurrohim dan Didik Achmad Sudika

ABSTRACT

Most of the Indonesian wood species exhibit a wide differences in treatability. This may reduce effectiveness in loading several wood species simultaneously. This study investigated treatability of 41 wood species through full-cell process using CCB (copper-chrome-boron) preservatives. Representative wood samples, measuring 5 cm wide, 5 cm thick and 100 cm long were prepared from each species and then remain to reach the air-dry condition. Pressures imposed during the process were consisted of initial and final vacuum at 500 mm Hg for 15 minutes, and a hydraulic pressure of 10 atmospheres for 60 minutes.

The results revealed that 20 of the study species were classified easy, 12 species were moderate, 5 species were difficult, and the remaining 4 species were very difficult. Wood species within the class could be treated simultaneously. Results also indicated that there were great variations of chemical retention within the same class of penetration.

Keywords: Treatability, full-cell process, retention, penetration, CCB

ABSTRAK

Sebagian besar jenis kayu Indonesia mempunyai keterawetan yang berbeda, sehingga dapat membatasi efektivitas hasil pengawetan pada campuran beberapa jenis kayu. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu ditentukan klasifikasi keterawetan kayu Indonesia.

Dalam penelitian ini digunakan 41 jenis kayu yang diawetkan secara sel penuh menggunakan bahan pengawet CCB (tembaga-khrom-boron). Contoh kayu kering udara berukuran lebar 5 cm, tebal 5 cm dan panjang 10 cm diawetkan dengan konsentrasi 3%, dengan vakum awal dan akhir sebesar 500 mm Hg masing-masing selama 15 menit dan tekanan hidrolik sebesar 10 atm selama 60 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa 20 jenis kayu mempunyai keterawetan mudah, 12 jenis sedang, 5 jenis sukar, dan 4 jenis sangat sukar. Nilai retensi beragam pada kelompok dengan kelas keterawetan sama, sehingga dalam pengelompokan perlu memperhatikan retensinya.

Kata kunci: Keterawetan, proses sel penuh, retensi, penetrasi, CCB (tembaga-khrom-boron)

I. PENDAHULUAN

Pengawetan memegang peranan penting karena sebagian besar jenis kayu Indonesia, yaitu antara 80 – 85%, tidak awet (Oey Djoen Seng, 1964). Keawetan alami kayu dapat diperbaiki dengan pengawetan sehingga umurnya dapat meningkat beberapa kali lipat, dan untuk kayu perumahan minimal dapat mencapai 20 tahun asal persyaratan standar dipenuhi (Abdurrohim, 1994).

Mudah tidaknya suatu jenis kayu ditembus bahan pengawet disebut keterawetan. Klasifikasi keterawetan kayu Indonesia dilakukan menggunakan metode Smith and Tamblyn (1970). Proses pengawetannya secara sel penuh dengan bagan tertentu dan bahan pengawet tembaga-khrom-arsen (CCA). Keterawetan kayu Indonesia telah dilaporkan antara lain oleh Supriana (1978) terhadap 40 jenis kayu asal Lampung dan Jawa Barat, Martawijaya dan Barly (1982) terhadap 135 jenis kayu, serta Barly dan Martawijaya (2000) terhadap 95 jenis kayu.

Penggunaan bahan pengawet yang mengandung arsen telah dilarang di Indonesia, sesuai Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 326/Kpts/TP.270/4/94, tanggal 28 April 1994. Akibatnya penelitian keterawetan kayu menggunakan bahan pengawet CCA tidak dapat dilanjutkan. Untuk mengatasinya bahan pengawet yang digunakan diganti oleh golongan tembaga-khrom-boron (CCB), yang dapat digunakan di Indonesia. Klasifikasi keterawetan sangat diperlukan dalam pengelompokan jenis kayu yang akan diawetkan bersama-sama karena jenis kayu Indonesia sangat banyak, yaitu mencapai 4.000 jenis.

Tujuan penelitian mendapatkan klasifikasi keterawetan kayu Indonesia sesuai metode Smith dan Tamblyn (1970). Sasarnya mendapatkan klasifikasi keterawetan 41 jenis kayu yang berasal dari Jawa Barat, Kalimantan Timur dan Sulawesi Tengah.

II. BAHAN DAN METODE

Jenis kayu yang digunakan diambil dari batang yang secara botanis sudah dikenal namanya, yang dikumpulkan dari daerah Jawa Barat 25 jenis, yaitu pulai konggo (*Alstonia konggoensis*), sukun (*Artocarpus horridus*), bintaro (*Cerbera* sp.), kisereh (*Cinnamomum parthenoxylon* Meiss), balobo (*Diplodiscus* sp.), kapur (*Dryobalanops aromatica* Gaertn. M), kendal (*Ehretia acuminata* R. Br.), sengon buto (*Entrolobium cyclocarpum*), mangir (*Ganophyllum falcatum*), salamander (*Gravillea robusta* A. Cun.), tisuk (*Hibiscus macrophyllus* Roxb.), waru (*H. tiliacius* L.), marasi (*Hymenea courbaril* L.), jaran (*Lannea coromandalica* Merr.), kilemo (*Litsea cubeba* Pers.), mindi daun besar (*Melia dubia* Cav.), kibawang (*Melia excelsa* Jack.), bengkal (*Nauclea orientalis* L.), pinus (*Pinus caribea*), tusam (*P. merkusii* Jungh. et. de V.), mahoni (*Swietenia macrophylla* King.), asam jawa (*Tamarindus indicus* L.), suren (*Toona sureni* Merr.), laban kapas (*V. pubescens* Vahl.) dan laban tanduk (*V. pubescens* Vahl.); Kalimantan Timur 9 jenis, yaitu siban (*Blumeodendron kurzii* J. J. Sym.), kayu arang (*Diospyros macrophylla* Bl.), penjalin (*Drypetes* sp.), gundang (*Ficus variegata* Bl.), rambai punai (*Glochidion philippicum* Robins.), kayu gading (*Koilodepas* sp.), lansat hutan (*Lansium* sp.), nyaling (*Mastixia trichotoma* Bl.), dan telesai (*Planchonia grandis* Ridl.); Kalimantan Tengah 5 jenis, yaitu medang (*Dehaasia firma* Bl.), tempias (*Teksmaniadendron symplicoides* Kostern.), gambir (*Trigonopleura malayana* Hook. f.), bunyo (*Trioma malaccensis* Hook. f.) dan pelawan (*Tristiropsis whitheana* Griff.); serta dari Sulawesi Tengah 2 jenis, yaitu biti (*V. cofassus* Reino ex Bl.) dan laban (*Vitex glabrata* R. Br.). Setiap jenis kayu dipilih satu pohon atau lebih bergantung kepada banyak pohon yang dijumpai di lapangan.

Dari setiap pohon yang dikumpulkan, diambil satu dolok berukuran panjang 1,5 m, kemudian digergaji menjadi papan setebal 5,7 cm dan selanjutnya dikeringkan secara alami sampai kering udara. Dari bagian teras papan tersebut dibuat contoh uji yang diserut halus berukuran 5 x 5 x 100 cm. Dari setiap jenis kayu dibuat contoh uji sebanyak 25 buah, tetapi tidak selalu dapat terpenuhi sehingga contoh uji ada yang kurang dari 25 buah.

Bahan pengawet yang digunakan adalah golongan CCB, yang mengandung 34% CuSO₄.5H₂O, 38 % K₂Cr₂O₇.2H₂O dan 25 % H₃BO₃. Bahan pengawet tersebut dilarutkan dalam air dengan konsentrasi 3 % (w/w), yang selanjutnya dipakai mengawetkan contoh uji dengan proses sel penuh pada suhu kamar.

Bagan pengawet yang digunakan adalah vakum awal dan akhir sebesar 500 mm Hg masing-masing selama 15 menit dan tekanan hidraulik sebesar 10 atm selama 60 menit.

Retensi bahan pengawet dihitung berdasarkan rumus berikut :

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

di mana : R = retensi bahan pengawet (*preservative retention, kg/m³*); B = selisih berat contoh uji sebelum dan sesudah diawetkan (*weight gain before and after treatment, kg*); V = volume contoh uji (*volume, m³*); K = konsentrasi larutan bahan pengawet (*presen concentration %*).

Contoh uji yang sudah diawetkan diangin-anginkan dalam ruangan di bawah atap sampai kering udara. Setiap contoh uji dipotong melintang pada bagian tengahnya. Pada salah satu bidang potong dilakukan pereaksi berikut :

Pereaksi A : 1 bagian ammonia pekat + 6 bagian air suling

Pereaksi B : 5 gr asam rubianat dalam 900 ml alkohol + 100 ml aseton.

Adanya penembusan tembaga ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi gelap kebiruan. Bagian permukaan melintang setiap contoh uji yang ditembus bahan pengawet diberi tanda dengan spidol dan digambar pada plastik transparan. Selanjutnya diukur dengan planimeter untuk mendapatkan luas permukaan yang ditembus bahan pengawet.

Klasifikasi keterawetan dilakukan menurut Smith dan Tamblyn (1970) dengan ketentuan seperti dalam Tabel 1.

Untuk menetapkan kelas keterawetan suatu jenis kayu terlebih dahulu dihitung rata-rata persentase penembusan (\bar{x}), kemudian dihitung nilai $\bar{x} - t.S_{\bar{x}}$, di mana t nilai Tabel untuk peluang 0,05 dan $S_{\bar{x}} =$ kesalahan baku. Nilai $\bar{x} - t.S_{\bar{x}}$ dipakai untuk menetapkan kelas keterawetan (Steel dan Torrie, 1960).

Tabel 1. Klasifikasi keterawetan kayu
Table 1. Classification on treatability of wood

Kelas (Class)	Keterawetan (Treatability)	Penembusan (Penetration), %
I	Mudah (Easy)	> 90
II	Sedang (Moderate)	50 – 90
III	Sukar (Difficult)	10 – 50
IV	Sangat sukar (Very difficult)	< 10

Sumber (Source) : Smith dan Tamblyn (1970)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata retensi dan penetrasi bahan pengawet CCB (tembaga-khrom-boron), serta kelas keterawetan ke empat puluh satu jenis kayu tercantum dalam Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa keterawetan 20 jenis kayu (48,8%) yaitu pulai konggo, sukun, siban, bintaro, kayu arang, balobo, penjalin, kendal, gundang, tisuk, waru, nyaling, kibawang, bengkal, pinus, tusam, mahoni, asam jawa, suren dan laban termasuk mudah. Dua belas jenis (29,3%), yaitu kisereh, kapur, sengon buto, rambai punai, salamander, marasi, kayu gading, jaran, kilemo, mindi daun besar, telesai dan gambir, termasuk sedang. Lima jenis kayu (12,2%), mangir, lansat hutan, bunyo, laban kapas dan laban tanduk termasuk sukar. Empat jenis (9,7%), yaitu medang, tempias, pelawan dan biti termasuk sangat sukar.

Retensi yang dicapai pada kayu yang mempunyai keterawetan sama sangat beragam. Kayu suren, kibawang dan mahoni dengan keterawetan mudah menghasilkan retensi sangat kecil, yaitu kurang dari $3,0 \text{ kg/m}^3$. Satu jenis kayudari yang mempunyai keterawetan mudah, yaitu tisuk, retensi yang dicapai $8,4 \text{ kg/m}^3$, sedangkan 16 jenis kayu lainnya retensi yang dicapai lebih besar dari 10 kg/m^3 . Pada kayu dengan keterawetan sedang, tiga jenis, yaitu kisereh, kapur dan mindi daun besar, retensi yang dicapai kurang dari 3 kg/m^3 ; lima jenis, yaitu sengon buto, salamander, marasi, kilemo dan telesai, retensinya antara $3,1 - 10 \text{ kg/m}^3$; serta rambai punai, kayu gading, jaran dan gambir retensi yang dicapai lebih besar dari 10 kg/m^3 . Pada kayu dengan keterawetan sukar, tiga jenis, yaitu bunyo, laban kapas dan laban tanduk, serta satu jenis, yaitu tempias, dengan keterawetan sangat sukar, retensi yang dicapai antara $3,1 - 10 \text{ kg/m}^3$, sedangkan pada jenis kayu lainnya kurang dari 3 kg/m^3 .

Pada dasarnya kayu dengan keterawetan sama dapat diawetkan bersama-sama (Smith dan Tamblyn, 1970), tetapi mengingat retensi yang dicapai sangat beragam, maka pengelompokan harus memperhatikan retensinya. Hal lain yang harus diperhatikan adalah persyaratan untuk pemakaian tertentu. Untuk pemakaian kayu di bawah atap dan di udara terbuka tanpa berhubungan tanah persyaratan retensi bahan pengawet CCB yang digunakan dalam penelitian ini paling kecil masing-masing $8,2 \text{ kg/m}^3$ dan $11,3 \text{ kg/m}^3$, dengan penembusan paling dangkal 5 mm atau 36% untuk contoh uji berukuran $5 \times 5 \text{ cm}$ (Anonim, 1999).

Suatu bagian pengawetan dinilai baik atau dapat digunakan apabila rata-rata retensi dan penetrasi bahan pengawet yang dihasilkan dikurangi simpangan bakunya ($ts_{\bar{x}}$) lebih

besar atau sama dengan persyaratan tersebut di atas (Martawijaya dan Abdurohim, 1984). Dari 32 jenis kayu yang mempunyai keterawetan mudah dan sedang terdapat 16 jenis yang memenuhi syarat untuk kedua tujuan pemakaian, yaitu pulai konggo, sukun, siban, bintaro, kayu arang, balobo, nyaling, bengkal, pinus, tusam, kendal, gundang, rambai punai, jaran, gambir, dan laban, sehingga 16 jenis kayu tersebut dapat diawetkan bersama-sama. Lima jenis kayu, yaitu penjalin, tisuk, waru, kayu gading dan asam jawa hanya memenuhi syarat untuk pemakaian di bawah atap. Kelima jenis kayu ini dapat diawetkan bersama-sama. Untuk kayu lain sebaiknya dikelompokkan menjadi kisereh, kapur, mindi daun besar, kibawang, mahoni, dan suren; serta sengon buto, salamander, merasi, kilemo dan telesai. Bagi kayu yang mempunyai keterawetan sukar dan sangat sukar dikelompokkan tersendiri sehingga kelompoknya menjadi mangir, lansat hutan, bunto, laban kapas dan laban tanduk; serta medang, tempias, pelawan dan biti.

Tabel 2. Keterawetan 41 jenis kayu terhadap impregnasi bahan pengawet CCB
Table 2. Treatability of 41 timber species to impregnation with CCB preservative

No	Jenis kayu (Wood species)	Asal (Origin)	N	BJ ¹⁾ (SP)	Kadar Air (Moisture content) %	Retensi (Retention) kg/m ³		Kelas keterawetan (Treatability Class)	
						\bar{x}	$\bar{x} - t \cdot S_x$		
1.	<i>Alstonia kongensis</i> (Pulai konggo)	Jawa Barat (West Java)	25	-	18,0	17,3	16,8	96,4	95,5
2.	<i>Artocarpus heterophyllus</i> (Sukun)	Jawa Barat (West Java)	25	-	20,1	16,9	16,2	96,5	91,1
3.	<i>Blumeodendron kurzii</i> J.J.Sym. (Sibam)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	17	0,64	22,4	13,7	12,8	98,4	95,7
4.	<i>Cerbera sp.</i> (Binjaro)	Jawa Barat (West Java)	25	0,47	20,1	19,6	18,7	96,7	95,8
5.	<i>Cinnamomum porphyroxylon</i> Meiss. (Kiseureuh)	Jawa Barat (West Java)	25	0,63	22,3	3,2	2,0	87,4	82,0
6.	<i>Dekhaasia firma</i> Bl. (Medang)	Kalimantan Tengah (Central Kalimantan)	20	0,78	21,7	2,0	1,3	14,0	8,2
7.	<i>Diaphoros macrophylla</i> Bl. (Kayu arang)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,60	20,5	15,3	14,7	99,1	90,7
8.	<i>Diplodicus</i> sp. (Balobok)	Jawa Barat (West Java)	20	-	20,1	14,5	13,5	99,7	91,1
9.	<i>Drypetes</i> sp. (Pejalin)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,74-0,91	18,6	10,8	10,3	100	100
10.	<i>Dryobalanops aromatica</i> Gaertn. M. (Kapur)	Jawa Barat (West Java)	25	0,81	21,5	3,6	2,4	74,6	67,3
11.	<i>Ehretia acuminata</i> R. Br. (Kenda)	Jawa Barat (West Java)	25	0,61	20,1	13,2	12,6	99,3	97,8
12.	<i>Entrolobium cyclocarpum</i> (Sengon buo)	Jawa Barat (West Java)	25	-	25,1	6,4	4,6	88,6	83,0
13.	<i>Ficus variegata</i> Bl. (Gundang)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,29	20,2	20,0	17,9	100	100
14.	<i>Ganophyllum falcatum</i> Bl. (Mangir)	Jawa Barat (West Java)	25	0,54	15,4	2,2	1,8	24,2	19,4
15.	<i>Glochidion philippicum</i> Robins. (Rambai punai)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	18	0,68	19,5	14,5	13,4	90,0	80,5
16.	<i>Gravellia robusta</i> A. Cun. (Salamanter)	Jawa Barat (West Java)	19	0,62	23,6	8,8	7,6	89,2	83,7
17.	<i>Hibiscus macrophyllus</i> Roxb. (Tisik)	Jawa Barat (West Java)	25	0,4	20,5	9,7	8,4	94,9	91,4
18.	<i>H. tiliaefolius</i> L. (Wani)	Jawa Barat (West Java)	20	0,54	16,4	12,2	11,1	99,6	99,1
19.	<i>Hymenea courbaril</i> L. (Marasi)	Jawa Barat (West Java)	25	0,73	18,9	7,7	5,7	69,4	55,3
20.	<i>Koilodegas</i> sp. (Kayu gading)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,91-1,02	18,5	10,8	10,1	73,0	65,2
21.	<i>Lannea coromandelica</i> Merr. (Jaran)	Jawa Barat (West Java)	24	0,43	20,2	16,2	15,6	89,9	81,3
22.	<i>Lansium</i> sp. (Lanset hutan)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,85-1,00	21,4	1,9	1,0	42,2	37,1
23.	<i>Litsea cubeba</i> Pers. (Kilemo)	Jawa Barat (West Java)	25	0,39	19,7	6,7	6,0	75,3	71,8
24.	<i>Mastixia trichotoma</i> Bl. (Nyaling)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	25	0,40	21,5	14,4	13,7	99,5	98,9
25.	<i>Melia dubia</i> Cav. (Mindi daun besar)	Jawa Barat (West Java)	25	0,31	18,1	3,4	2,6	92,5	89,9
26.	<i>Melia excelsa</i> Jack. (Kihawang)	Jawa Barat (West Java)	25	0,60	18,2	2,5	1,9	97,4	96,0
27.	<i>Nauclea orientalis</i> L. (Bengkal)	Jawa Barat (West Java)	25	0,58	22,4	14,6	14,1	97,5	96,7
28.	<i>Planchonia grandis</i> Ridl. (Telesai)	Kalimantan Timur (East Kalimantan)	24	0,89	22,6	6,4	4,4	76,1	58,0

Tabel 2. Lanjutan
Table 2. Continues

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
29.	<i>Pinus caribaea</i> (Pinus)	Jawa Barat (West Java)	25	-	23,9	12,3	11,3	97,1	95,5	1
30.	<i>P. merkusii</i> Jungb. et de V. (Tusam)	Jawa Barat (West Java)	25	0,55	18,1	14,7	14,3	100	100	1
31.	<i>Syntenia macrophylla</i> King. (Maltoni)	Jawa Barat (West Java)	25	0,61	16,1	2,7	2,3	97,5	96,0	1
32..	<i>Tamarindus indica</i> L. (Asam jawa)	Jawa Barat (West Java)	25	1,36	19,2	11,0	10,5	99,1	98,0	1
33.	<i>Tesmanianodendron symphrocoides</i> Kosterm. (Tempias)	Kalimantan Tengah (Central Kalimantan)	20	0,87	16,3	7,6	6,6	2,2	0,3	IV
34.	<i>Toona sureni</i> Merr. (Suren)	Jawa Barat (West Java)	25	0,39	17,2	2,5	2,1	96,6	92,4	1
35.	<i>Trigonopleaera malayana</i> Hook. f. (Gambir)	Kalimantan Tengah (Central Kalimantan)	20	0,56	17,4	16,7	15,5	77,6	63,8	II
36.	<i>Tripterygium malaccense</i> Hook. f. (Buryo)	Kalimantan Tengah (Central Kalimantan)	25	0,75	23,0	6,4	3,5	35,8	18,8	III
37.	<i>Tripteropis whiteana</i> Griff. (Pelawan)	Kalimantan Tengah (Central Kalimantan)	25	0,66	16,9	0,6	0,5	1,4	1,4	IV
38.	<i>Vitex cofassus</i> Reino ex Bl. (Biti)	Sulawesi Tengah (Central Sulawesi)	25	0,74	18,7	0,6	0,2	7,8	7,8	IV
39.	<i>V. glabra</i> R. Br. (Laban)	Sulawesi Tengah (Central Sulawesi)	13	0,74	18,6	14,0	12,4	97,1	94,5	1
40.	<i>V. pubescens</i> Vahl. (Laban kapas)	Jawa Barat (West Java)	13	-	20,5	5,4	3,6	65,4	43,3	III
41.	<i>V. pubescens</i> Vahl. (Laban tanduk)	Jawa Barat (West Java)	13	0,88	16,6	6,2	4,3	68,6	40,0	III

Keterangan (Remarks) : N = jumlah contoh uji (number of samples); CCB = tembagas-kromium-boron (copper-chromium-boron); BJ = berat Jenis (SP = specific gravity); Sumber (Source) Oey Djoen Seng (1964)

Kayu yang termasuk satu marga, yaitu biti, laban tanduk, laban kapas, dan laban tidak dapat diawetkan bersama-sama karena keterawetannya berbeda. Laban kapas dan laban tanduk sebenarnya satu jenis. Masyarakat Jawa Barat membedakan karena sifat pengerjaannya yang tidak sama. Dari sifat keterawetannya sama sehingga dapat diawetkan bersama-sama.

IV. KESIMPULAN

1. Dari 41 jenis kayu yang diteliti, 20 jenis mempunyai keterawetan mudah, 12 jenis sedang, sedang, lima jenis sukar dan empat jenis sangat sukar.
2. Retensi yang dicapai pada kayu dengan keterawetan sama sangat beragam, sehingga dalam pengelompokan perlu memperhatikan retensinya.
3. Kayu yang kelas keterawetan dan retensinya sama dapat diawetkan bersama-sama adalah pertama, pulai konggo, sukun, siban, bintaro, kayu arang, balobo, nyaling, bengkal, pinus, tusam, kendal, gundang, rambai punai, jaran, gambir, dan laban; kedua, penjalin, tisuk, waru, kayu gading dan asam jawa; ketiga, kisereh, kapur, mindi daun besar, kibawang, mahoni, dan suren; keempat, sengon buto, salamander, merasi, kilemo dan telesai; kelima, mangir, lansat hutan, bunyo, laban kapas dan laban tanduk; serta keenam, medang, tempias, pelawan dan biti.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, S. 1994. Aspek ekonomi pengawetan kayu. Prosiding Diskusi Hasil Penelitian Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, tanggal 24-25 Maret 1994 di Cipayung. Hal 64-78. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Anonim. 1999. Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. SNI 03-5010.1.
- Barly dan A. Martawijaya. 2000. Keterawetan 95 jenis kayu terhadap impregnasi dengan bahan pengawet CCA. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 18 (2): 69 – 78. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A dan Barly. 1982. Resistance of Indonesia timber to impregnation with CCA preservative. Pengumuman No. 3. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A. dan S. Abdurrohim. 1984. Spesifikasi pengawetan kayu perumahan dan gedung. Edisi III. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Oey Djoen Seng. 1964. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya untuk keperluan praktek. Pengumuman No. 1. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Smith, D. N. R. and N. Tamblyn. 1970. Proposed scheme for an international standard test for the resistance of timbers to impregnation with preservatives, Ministry of Technology, Forest Product Research Laboratory. New Zealand.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistic. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London. 633 PP
- Supriana, N. 1978. Treatability of forty wood species. Lembaran Penelitian No. 13. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.