PENGAWETAN LIMA BELAS JENIS KAYU SECARA RENDAMAN PANAS-DINGIN DENGAN BAHAN PENGAWET BFCA

(Hot and Cold Soaking Treatment of Fifteen Wood Species Using BFCA Preservative)

Oleh/By

Sasa Abdurrohlim dan Barly

Summary

Wood samples of 15 species measuring 5 x 5 x 30 cm were treated with 5 percent of BFCA preservative by hot and cold soaking. Hot soaking period was respectively 1 hour, 3 hours and 5 hours, with temperature range of 65°C - 70°C, followed by cold soaking for 24 hours.

The test result of experiment, after taking both retention and penetration requirements into consideration for wood uses under roof, and in the open air both without ground contact, showed that nine wood species could be satisfactorily treated under the experimental conditions. However, it is important to note that one of the nine species, i.e. *benuang* (*Octomeles sumatrana*) fulfilled the requirements for wood usage under the roof only without ground contact. The preservation schedule proposed for nine wood species is also presented in this paper.

I. PENDAHULUAN

Metode rendaman panas-dingin merupakan salah satu proses sederhana untuk mengawetkan kayu perumahan dan gedung yang tercantum dalam dalam Standar Kehutanan Indonesia, nomor SKI-C-m 001, tahun 1987. Metode ini sesuai untuk mengawetkan kayu kering dan setengah kering yang umum digunakan dalam pembuatan bangunan dewasa ini. Peralatannya harus memakai bak besi dan memerlukan energi untuk memanaskan larutan dan kayunya, tetapi waktu yang diperlukan relatif pendek di antara tiga metode sederhana yang dianjurkan, sehingga lebih memungkinkan dikembangkan dalam industri penggergajian.

Data mengenai teknik pengawetkan jenis-jenis kayu Indonesia secara rendaman panas-dingin memakai bahan pengawet BFCA bagi kelengkapan standar tersebut masih jauh dari lengkap. Penelitian yang dilakukan baru oleh Abdurrohlim dan Martawijaya (1987) terhadap 20 jenis kayu Irian Jaya, serta Barly dan Permadi (1987) terhadap 11 jenis kayu. Untuk itu diperlukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan data tersebut.

Dalam makalah ini disajikan hasil pengawetkan 15 jenis kayu secara rendaman panas-dingin memakai bahan pengawet BFCA yang menghasilkan retensi dan penetrasi optimum.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Kayu yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lima belas jenis, masing-masing delapan jenis berasal dari Sulawesi Utara, satu jenis dari Aceh, Jambi dan Nusa Tenggara Barat, serta empat jenis dibeli dari penjual kayu di Bogor, Jawa Barat. Kadar air dua belas jenis kayu berkisar antara 16 - 17 persen, sedangkan meranti merah (*Shorea* sp.), durian (*Durio* sp.) dan kempas (*Koompassia* sp.) sekitar 30 persen. Dari setiap jenis kayu dibuat contoh uji berukuran 30 cm x 5 cm x 5 cm, sebanyak 15 buah. Berat jenis, kelas kuat dan kelas awet kelima belas jenis kayu tercantum dalam Tabel 1.

Bahan pengawet yang digunakan adalah golongan BFCA, dengan konsentrasi larutan lima persen. Komposisi bahan pengawet yang digunakan terdiri dari $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , NaF , $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, masing-masing dengan kandungan 25 persen, 40 persen, 15 persen, 11 persen dan 9 persen (Martawijaya dan Abdurrohlim, 1984). Bentuk formulasinya adalah buubk yang mengandung 100 persen bahan aktif garam.

Kedua ujung contoh uji ditutup cat duco untuk mencegah masuknya bahan pengawet dari arah longitudinal. Setelah ditutup cat duco contoh uji di timbang, kemudian ditumpuk di dalam bak rendaman memakai ganjal berpenampang 2 cm x 2 cm. Larutan bahan pengawet dialirkan ke dalam

Tabel 1. Berat jenis, Kelas Kuat dan Kelas Awet Kayu yang Diteliti
 Table 1. Specific Gravity, Strength and Durability Classes of Treated Wood Species

No.	Jenis kayu (Wood species)	Berat jenis (Specific gravity)	Kelas (Class)	
			Kuat (Strength)	Awet (Durability)
1.	<i>Aglai</i> a <i>versteeghii</i> Merr. et Perry (Iwu)	0,91	II	I
2.	<i>Bischoffia javanica</i> Bl. (Gadog)	0,75	III - II	II - (III - I)
3.	<i>Durio</i> sp. (Durian)	—	—	—
4.	<i>Dysoxylum</i> sp. (Tumbawa)	—	—	—
5.	<i>Elmerilla ovalis</i> Dandy (Cempaka)	0,43	II	III - (IV)
6.	<i>Gossampinus malabarica</i> Alst. (Kapuk hutan)	0,30	V	IV/V
7.	<i>Hopea</i> sp. (Merawan)	0,71	II - III	II - (III - I)
8.	<i>Koompassia</i> sp. (Kempas)	—	—	—
9.	<i>Laplacea subintegerrima</i> Miq. (Ulo)	0,66	III	II - III
10.	<i>Lophopetalum javanicum</i> Zoll (Molomagan)	—	—	—
11.	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq. (Benuang)	0,33	V	IV - V
12.	<i>Pangium edule</i> Reinw. (Pangi)	0,66	V	II - (I - III)
13.	<i>Parashorea</i> sp. (Meranti putih)	—	—	—
14.	<i>Serianthes minahassae</i> (Koord.) Merr. et Perry (Sombar)	0,40	IV/V	IV - V
15.	<i>Shorea</i> sp. (Meranti merah)	—	—	—

Sumber (Source) : Oey Djoen Seng, 1964.

bak yang diisi tumpukan kayu tersebut. Larutan dan contoh uji dipanaskan dengan suhu antara 65 - 70°C, masing-masing selama satu jam, tiga jam dan lima jam. Pemanas dimatikan sehingga larutan menjadi dingin dan contoh uji dibiarkan terendam selama 24 jam. Contoh uji diangkat dari dalam bak larutan dan dibiarkan selama stau sampai dua jam sebelum ditimbang kembali.

Retensi bahan pengawet pada setiap contoh uji dihitung dengan cara berikut :

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

di mana R = retensi bahan pengawet (kg/m³), B = selisih berat contoh uji sebelum dan sesudah diawetkan (kg), V = volume contoh uji (m³), dan K = konsentrasi larutan bahan pengawet (%).

Untuk mengukur dalamnya penetrasi bahan pengawet, setiap contoh uji dipotong pada bagian

tengah panjangnya, setelah dua minggu dibiarkan pada suhu kamar sejak selesai pengawetan. Pada salah satu bidang potong dilaburkan dua macam pereaksi, yaitu :

Pereaksi A = 2 gr ekstrak kurkuma dalam 100 ml alkohol

Pereaksi B = 20 ml alkohol + 30 ml HCl yang dijenuhkan dengan asam salisilat.

Adanya penebusan boron ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi merah jambu. Penetrasi diukur empat kali pada bagian tengah sisinya dan rata-ratanya merupakan dalamnya penetrasi bahan pengawet pada contoh uji bersangkutan.

Analisis data untuk melihat pengaruh jenis kayu dan lama rendaman panas dalam jenis kayu yang sama terhadap retensi dan penetrasi bahan pengawet digunakan klasifikasi tersarang (Steel dan Torrie, 1960). Apabila jenis kayu dan lama rendam-

an panas dalam jenis kayu yang sama berpengaruh nyata terhadap retensi dan penetrasi, maka harga rata-ratanya dibandingkan dengan nilai beda nyata jujur memakai prosedur Tukey.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan retensi dan penetrasi bahan pengawet BFCA, berupa nilai rata-rata dari lima ulangan, tercantum dalam Tabel 2. Analisis statistika menunjukkan bahwa jenis kayu dan lama rendaman panas dalam jenis kayu yang sama berpengaruh sangat nyata baik terhadap retensi maupun penetrasi bahan pengawet BFCA. Nilai beda nyata tulus retensi pada tingkat nyata lima persen ($W_{0,05}$) untuk jenis kayu dan lama rendaman panas dalam jenis kayu yang sama masing-masing $9,4 \text{ kg/m}^3$ dan $6,6 \text{ kg/m}^3$, sedangkan nilai $W_{0,05}$ penetrasi masing-masing 15,8 mm dan 8,9 mm.

Retensi bahan pengawet BFCA pada kayu durian (*Durio* sp.) dan pangi (*Pangium edule*) yang mempunyai nilai paling besar berbeda nyata dengan retensi pada 10 jenis kayu. Kesepuluh jenis kayu ini berturut-turut dari yang besar sampai terkecil adalah sombar (*Serianthes minahassae*), cempaka (*Elmerilla ovalis*), kapuk hutan (*Gossampinus malabarica*), benuang (*Octomeles sumatrana*), kempas (*Koompassia* sp.), merawan (*Hopea* sp.), meranti merah (*Shorea* sp.), gadog (*Bischoffia javanica*), meranti putih (*Parashorea* sp.) dan iwu (*Aglaia versteeghii*). Retensi pada kayu molomagan (*Lophopetalum javanicum*), ulo (*Laplacea subintegerrima*) dan tumbawa (*Dysoxylum* sp.) masing-masing berbeda nyata dengan retensi pada tujuh, enam dan empat jenis yang menghasilkan nilai terkecil dari 10 jenis kayu di atas.

Penetrasi pada tujuh jenis kayu, yaitu sombar, molomagan, pangi, durian, ulo, meranti merah dan tumbawa, yang menghasilkan nilai paling besar berbeda nyata dengan tiga jenis yang menghasilkan penetrasi paling kecil. Jenis dari ketiga kayu ini sama dengan jenis yang menghasilkan retensi paling kecil.

Penambahan lama rendaman panas hanya dapat meningkatkan retensi bahan pengawet BFCA pada empat jenis, yaitu pada kayu sombar, cempaka, benuang dan kapuk hutan. Sebaliknya pada kayu tumbawa penambahan lama rendaman panas menurunkan retensi dengan perbedaan nyata. Pada 10 jenis kayu lainnya penambahan lama rendaman panas tidak dapat meningkatkan retensi. Peningkatan retensi pada tiga jenis kayu pertama terjadi pada penambahan lama rendaman panas dari satu dan tiga jam menjadi lima jam, sedangkan pada kapuk kayu hutan terjadi dari satu jam menjadi

tiga dan lima jam. Penurunan retensi pada kayu tumbawa terjadi dari penambahan lama rendaman panas dari satu jam menjadi lima jam.

Pada sembilan jenis kayu penambahan lama rendaman panas tidak dapat meningkatkan penetrasi bahan pengawet BFCA. Pada lima jenis, yaitu pada kayu benuang, kapuk hutan, cempaka, merawan dan kempas, dapat meningkatkan penetrasi dengan perbedaan nyata, tetapi sebaliknya pada kayu tumbawa, sama seperti pada retensi, penambahan lama rendaman panas menurunkan penetrasi dengan perbedaan nyata. Pada kayu benuang dan kapuk hutan peningkatannya terjadi pada penambahan lama rendaman panas dari satu jam menjadi lima jam, pada kayu cempaka dan merawan dari satu jam menjadi tiga dan lima jam, serta pada kayu kempas dari satu dan dua jam menjadi lima jam. Penurunan pada kayu tumbawa terjadi dari satu jam menjadi tiga jam.

Lama rendaman panas berkaitan erat dengan kesempatan kayu untuk mengeluarkan udara dan uap air atau cairan dari rongga sel yang dicirikan oleh adanya gelembung udara pada saat pemanasan sehingga tekanan uap di dalam rongga sel menjadi rendah, serta membesarnya saluran dalam kayu yang dapat dilalui larutan bahan pengawet. Di lain pihak larutan bahan pengawet panas akan lebih mudah masuk ke dalam kayu karena adanya perbedaan tekanan uap, suhu dan konsentrasi antara bagian luar dan bagian dalam kayu. Akibatnya penambahan lama rendaman panas pada suhu larutan dan jenis kayu tertentu umumnya dapat meningkatkan retensi dan penetrasi bahan pengawet. Terhadap retensi, seperti sudah disebutkan, hanya ditemukan pada empat jenis, yaitu pada kayu sombar, cempaka, benuang dan kapuk hutan, sedangkan terhadap penetrasi ditemukan pada lima jenis, yaitu pada kayu benuang, kapuk hutan, cempaka, merawan dan kempas. Sebaliknya pada kayu tumbawa penambahan lama rendaman panas mengakibatkan penurunan retensi dan penetrasi bahan pengawet. Ini memberi gambaran bahwa contoh uji yang digunakan pada kayu tumbawa kurang beragam.

Persyaratan minimum retensi bahan pengawet BFCA dengan komposisi seperti yang digunakan dalam penelitian ini, untuk pemakaian kayu di bawah atap dan di udara terbuka tanpa kontak tanah masing-masing $6,0 \text{ kg/m}^3$ dan $8,6 \text{ kg/m}^3$, dengan penetrasi 10 mm (Martawijaya dan Abdurrohman, 1984; Standar Kehutanan Indonesia, 1987). Dari 15 jenis kayu yang dicoba, lima jenis di antaranya, yaitu kempas, meranti merah, gadog; meranti putih dan iwu, tidak dapat diawetkan dengan bagan yang digunakan dalam penelitian karena salah satu

Tabel 2. Retensi dan Penetrasi Bahan Pengawet BFCA pada Lima Belas Jenis Kayu yang Diawetkan Secara Rendaman Panas Dingin (Nilai rata-rata dari lima ulangan)

Table 2. Retention and Penetration of BFCA Preservative on Fifteen Wood Species with Treated by Hot and Cold Soaking Process (Mean value of five replicates)

No.	Jenis kayu	Lama rendaman panas (jam) dan rendaman dingin 1 hari	Retensi, kg/m ³	Penetrasi, mm
No.	Wood species	Hot soaking period (hour) and cold soaking 1 day	Retention, kg/m ³	Penetration, mm
1.	<i>Aglaia versteeghii</i> Merr. et Perry (Iwu)	1	1,9	2,7
		3	2,2	3,2
		5	1,9	5,1
2.	<i>Bischoffia javanica</i> Bl. (Gadog)	1	2,8	3,7
		3	2,2	4,5
		5	2,3	5,4
3.	<i>Durio</i> sp. (Durian)	1	19,2	25,0
		3	19,6	25,0
		5	20,8	22,9
4.	<i>Dysoxylum</i> sp. (Tumbawa)	1	18,1	25,0
		3	12,3	15,9
		5	10,6	21,7
5.	<i>Elmerilla ovalis</i> Dandy (Cempaka)	1	6,6	5,9
		3	6,1	22,0
		5	15,2	24,2
6.	<i>Gossampinus malabarica</i> Alst. (Kapuk hutan)	1	2,6	11,2
		3	11,9	19,3
		5	15,2	24,2
7.	<i>Hopea</i> sp. (Merawan)	1	3,7	7,0
		3	7,9	17,0
		5	4,2	25,0
8.	<i>Koompassia</i> sp. (Kempas)	1	5,8	4,7
		3	7,8	4,2
		5	5,9	22,2
9.	<i>Laplacea subintegerrima</i> Miq. (Ulo)	1	16,2	18,6
		3	17,8	25,0
		5	17,1	25,0
10.	<i>Lophopetalum javanicum</i> Zoll (Molomagan)	1	17,3	25,0
		3	16,5	25,0
		5	17,4	25,0
11.	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq. (Benuang)	1	4,1	12,0
		3	6,2	19,7
		5	14,7	25,0
12.	<i>Pangium edule</i> Reinw. (Pangi)	1	18,4	23,7
		3	18,2	25,0
		5	22,2	25,0
13.	<i>Parashorea</i> sp. (Meranti putih)	1	2,2	3,6
		3	2,2	4,5
		5	2,2	5,1
14.	<i>Serianthes minahassae</i> (Koord.) Merr. et Perry (Sombar)	1	6,6	25,0
		3	7,8	25,0
		5	16,0	25,0
15.	<i>Shorea</i> sp. (Meranti merah)	1	3,4	21,1
		3	3,3	21,7
		5	2,6	25,0

atau kedua persyaratan untuk pemakaian kayu di bawah atap tanpa kontak tanah tidak terpenuhi dalam semua bagan pengawetan. Pada kayu merawan dengan lama rendaman panas tiga jam persyaratan retensi dan penetrasi untuk pemakaian kayu di bawah atap tanpa kontak tanah dapat dicapai tetapi pada dua lama rendaman panas lainnya tidak dapat dicapai. Ini menunjukkan bahwa contoh uji yang digunakan relatif kurang seragam, sehingga kayu merawan tidak dianjurkan dengan bagan yang digunakan dalam penelitian.

Pada kayu durian, pangi, molomagan, ulo dan tumbawa, persyaratan untuk kedua tujuan pemakaian, yaitu di bawah atap dan di udara terbuka tanpa kontak tanah, dapat dicapai pada semua bagan pengawetan. Kecuali pada kayu tumbawa, pada empat jenis kayu lainnya cukup memakai rendaman panas satu jam diikuti rendaman dingin

satu hari, sedangkan pada kayu tumbawa sebaiknya memakai rendaman panas tiga jam. Retensi yang dicapai pada kelima jenis dengan bagan pengawet yang disarankan masih terlalu tinggi. Penurunan retensi yang terlalu besar pada suatu bagan pengawetan, dapat dilakukan dengan menurunkan konsentrasi, sambil memperhatikan retensi yang dicapai pada setiap lama rendaman panas (Abdurrohmah Martawijaya, 1987). Berdasarkan alasan tersebut maka kayu durian, pangi, molomagan dan ulo untuk pemakaian kayu di bawah atap kontak tanah cukup memakai konsentrasi dua persen, sedangkan kayu tumbawa dengan konsentrasi tiga persen. Untuk pemakaian di udara terbuka tanpa kontak tanah kayu durian dan pangi sebaiknya memakai konsentrasi 2,5 persen, kayu molomagan dan ulo memakai tiga persen, dan kayu tumbawa dengan lima persen.

Tabel 3. Bagan Pengawetan yang Dianjurkan pada Sembilan Jenis Kayu Secara Rendaman Panas Dingin
Table 3. Hot and Cold Soaking Schedule Suggested for Nine Wood Species

No.	Jenis kayu (Wood species)	Pemakaian (Uses)	Rendaman panas, jam (Hot soaking, hour)	Konsentrasi, % (Concentration, %)	Keterangan (Remarks)
1.	<i>Durio</i> — sp. (Durian)	A	1	2	Dengan 5 % retensi terlalu besar (With 5 % retention is too high)
		B	1	2,5	
2.	<i>Dysoxylum</i> sp. (Tumbawa)	A	3	3	Sda (Ditto)
		B	3	5	
3.	<i>Elmerilla ovalis</i> Dandy (Cempaka)	A	3	5	
		B	5	5	
4.	<i>Gossampinus malabarica</i> Alst. (Kapuk hutan)	A	3	5	
		B	5	5	
5.	<i>Laplace subintegerrima</i> Miq. (Ulo)	A	1	2	Sda (Ditto)
		B	1	3	Sda (Ditto)
6.	<i>Lophopetalum javanicum</i> Zoll (Molomagan)	A	1	2	Sda (Ditto)
		B	1	3	Sda (Ditto)
7.	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq. (Benuang)	A	5	5	Tidak dianjurkan (Not recommended)
		B	—	—	
8.	<i>Pangium edule</i> Reiw. (Pangi)	A	1	2	Sda (Ditto)
		B	1	2,5	Sda (Ditto)
9.	<i>Serianthes minahassae</i> (Koord.) Merr. et Perry (Sombar)	A	1	5	
		B	5	5	

Keterangan (Remarks) : A = di bawah atap tanpa kontak tanah (under roof without ground contact)
B = di udara terbuka tanpa kontak tanah (in the open air without ground contact)

Persyaratan retensi dan penetrasi untuk pemakaian di bawah atap tanpa kontak tanah pada kayu sombar dan cempaka dicapai dengan lama rendaman panas satu jam, serta pada kayu kapuk hutan dan benuang dicapai masing-masing dengan lama rendaman panas tiga jam dan lima jam. Kayu sombar, kapuk hutan dan benuang untuk pemakaian ini dapat diawetkan dengan lama rendaman panas tersebut. Kayu cempaka sebaiknya diawetkan dengan rendaman panas selama tiga jam karena penambahan lama rendaman panas menjadi tiga jam cenderung menurunkan retensi.

Bagi kayu sombar, cempaka dan benuang yang dipasang di udara terbuka tanpa kontak tanah persyaratannya dicapai pada lama rendaman panas lima jam, serta pada kayu kapuk hutan dicapai dengan lama rendaman panas tiga jam. Kayu sombar dan cempaka untuk pemakaian ini dapat diawetkan dengan lama rendaman panas lima jam karena, seperti sudah disebutkan, pada lama rendaman panas lainnya persyaratan untuk pemakaian di bawah atap tanpa kontak tanah telah dicapai. Penambahan lama rendaman panas dari satu jam menjadi tiga jam dan dari tiga jam menjadi lima jam pada kayu kapuk hutan meningkatkan retensi masing-masing 4,58 dan 1,03 kali. Pada kayu benuang penambahan lama rendaman panas ini masing-masing meningkatkan 1,03 dan 3,50 kali. Ini menunjukkan bahwa contoh uji yang digunakan pada kayu kapuk hutan dan benuang diduga kurang seragam. Dengan demikian, maka kayu kapuk hutan yang dipasang di udara terbuka tanpa kontak tanah sebaiknya diawetkan dengan rendaman panas lima jam, sedangkan untuk kayu benuang tidak dianjurkan.

Penambahan lama rendaman panas dari satu jam menjadi tiga jam pada kayu sombar cenderung meningkatkan retensi sebesar 1,18 kali. Sebaliknya pada kayu cempaka, seperti sudah disebutkan, cenderung menurunkan retensi sebesar 0,92 kali. Penambahan lama rendaman panas dari tiga jam menjadi lima jam pada kedua jenis ini meningkatkan retensi masing-masing sebesar 2,05 dan 2,49 kali. Sama seperti pada kayu benuang dan kapuk hutan, kenyataan ini menunjukkan bahwa contoh uji yang digunakan untuk kayu sombar dan kayu cempaka diduga kurang seragam. Untuk itu, maka pada keempat jenis kayu tersebut konsentrasi larutan tidak dianjurkan diturunkan.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, dari lima belas jenis kayu yang diteliti, sembilan jenis dapat diawetkan secara rendaman panas dingin dengan bagan yang dipakai dalam penelitian ini, walaupun satu jenis di antaranya, yaitu benuang, hanya dianjurkan untuk pemakaian di bawah atap tanpa kontak tanah. Bagan pengawetan yang dianjurkan untuk kesembilan jenis kayu tersebut tercantum dalam Tabel 3.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pengawetan lima belas jenis kayu dengan bahan pengawet BFCA secara rendaman panas-dingin, dan memperhatikan persyaratan retensi dan penetrasi untuk pemakaian kayu di bawah atap dan di udara terbuka tanpa kontak tanah, dapat diambil kesimpulan berikut :

1. Jenis kayu dan lama rendaman panas dalam jenis kayu yang sama menunjukkan pengaruh sangat nyata baik terhadap retensi maupun penetrasi bahan pengawet BFCA.
2. Dari lima belas jenis kayu yang diteliti, sembilan jenis dapat diawetkan dengan bagan yang digunakan dalam penelitian ini, walaupun satu jenis di antaranya, yaitu benuang, hanya dianjurkan untuk pemakaian di bawah atap tanpa kontak tanah. Dari percobaan ini dapat disusun bagan pengawetan yang dianjurkan untuk kesembilan jenis kayu tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, S. dan A. Martawijaya. 1987. Pengawetan dua puluh jenis kayu Irian Jaya secara rendaman panas-dingin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 4 (3) : 1 - 9.
- Barly dan P. Permadi. 1987. Pengawetan sebelas jenis kayu dengan metode rendaman panas-dingin. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 4 (4) : 8 - 14.
- Martawijaya, A. dan S. Abdurrohim. 1984. Spesifikasi pengawetan kayu untuk perumahan. Pusat Litbang Hasil Hutan. Edisi III.
- Oey Djoen Seng. 1964. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya untuk keperluan praktik. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Pengumuman No. 1.
- Standar Kehutanan Indonesia. 1987. Pengawetan kayu untuk perumahan dan gedung. SKI. C - m - 001. 1987.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1960. Principles and procedures statistic. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York, Toronto, London.