

PENGARUH KETEBALAN KAYU, KONSENTRASI LARUTAN DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP HASIL PENGAWETAN KAYU
(Influence of the Wood Thickness, Solution Concentration and Soaking Times toward the Result of Timber Preservation)

ABSTRACT

Wood treatability influenced by wood species, preservation technique and the preservatives. The research was carried out to know the effect of wood thickness, concentration of preservatives solution and the soaking periods to preservation achievement. Dried timber, sengon (*Paraserianthes falcataria* Nielsen) and pine (*Pinus merkusii* jung et de Vries) were treated with boron compound by cold and hot bath process. Net dry salt retention of preservative are expressed in kg/m^3 of Boric acid equivalent (BAE) and the penetration in percentge of the penetrated area. For cold soaking, the highest retention was showed by 168 hours soaking periods with 10% BAE treatment ($32,58 \text{ kg/m}^3$), whereas the lowest was showed by 24 hours soaking periods with 5% BAE treatment ($8,17 \text{ kg/m}^3$). For hot-cold soaking, the highest retention was showed by 15 mm wood thickness with 7 hours soaking periods treatment ($11,54 \text{ kg/m}^3$) and the lowest was showed by 45 mm wood thickness with 1 hour soaking period treatment ($3,44 \text{ kg/m}^3$).

Key words: sengon wood, pine wood, cold/hot soaking, borax, boric acid

ABSTRAK

Sifat keterawetan kayu dicirikan oleh jenis kayu, keadaan kayu, teknik dan bahan pengawet yang digunakan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan kayu, konsentrasi bahan pengawet, dan lama perendaman terhadap hasil pengawetan kayu yang dicapai. Kayu kering, sengon (*Paraseriantheus falcataria* Nielsen) dan tusam (*Pinus merkusii* jung et de Vries) diawetkan menggunakan

campuran boraks dan asam borat dengan proses rendaman dingin dan rendaman panas-dingin. Retensi dinyatakan dalam kg/m^3 asam borat (BAE) dan penetrasi dalam persen luas bidang yang ditembus. Pada perendaman dingin, retensi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 168 jam pada konsentrasi 10%, yaitu sebesar $32,58 \text{ kg/m}^3$, sedangkan terendah ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 24 jam pada konsentrasi 5%, yaitu sebesar $8,17 \text{ kg/m}^3$. Sementara itu pada perendaman panas dingin, retensi tertinggi ditunjukkan oleh tebal kayu 15 mm dengan lama perendaman 7 jam, yaitu sebesar $11,54 \text{ kg/m}^3$ dan terendah ditunjukkan oleh tebal kayu 45 mm dengan lama perendaman 1 jam, yaitu sebesar $3,44 \text{ kg/m}^3$.

Kata kunci: kayu sengon, kayu pinus, rendaman dingin/panas, boraks, asam borat

I. PENDAHULUAN

Penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi sudah mulai didominasi oleh kayu dari jenis cepat tumbuh yang cenderung mempunyai keawetan alami rendah. Dari survei di beberapa industri penggergajian di kabupaten Bogor dan Sukabumi pada tahun 2009, baha baku kayu gergajian banyak didominasi kayu muda, diantaranya sengon dan pinus. Kedua jenis kayu ini sudah dikenal dan digunakan untuk berbagai keperluan oleh masyarakat karena ringan, mudah didapat dan harganya relatif murah meskipun keawetannya rendah atau kuang awet.

Kayu kurang awet rentan terhadap serangan organisme perusak kayu, sehingga perlu diawetkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Proses pengawetan bertujuan untuk memasukkan bahan pengawet ke dalam kayu dengan retensi dan penembusan yang cukup. Dalam proses pengawetan digunakan bahan kimia murni atau campuran yang apabila diterapkan secara baik akan membuat kayu tahan terhadap salah satu atau kombinasi antara bakteri, jamur, serangga, rayap dan binatang laut penggerek kayu (Anonim,1976). Pengetrapan cara pengawetan sebaiknya mengikuti kaidah

efektif, efisien, aman dan murah. Proses pengawetan vakum-tekan di Indonesia masih dianggap mahal dan kurang praktis untuk mengawetkan kayu bagi keperluan perumahan rakyat (Supriana, 1975). Untuk itu perlu didapatkan metode yang sesuai, baik ditinjau dari segi ekonomi maupun pengetrapannya. Proses pengawetan rendaman dingin dan rendaman panas-dingin termasuk proses sederhana yang dianjurkan untuk mengawetkan kayu bangunan perumahan dan gedung (Anonim, 1999). Namun demikian bagan pengawetan untuk berbagai ketebalan sesuai standar retensi dan penetrasi yang berlaku pada beberapa jenis kayu Indonesia belum banyak diketahui.

Pada beberapa tahun terakhir, banyak negara telah melarang penggunaan bahan pengawet kayu yang berbasis arsenat dan chromium. Contoh, *The Environmental Protection Agency* telah melarang penggunaan bahan pengawet chromated copper arsenat (CCA) untuk kayu bangunan perumahan (Ahn *et al.*, 2008; Anonim, 2009). Sebagai gantinya, asam borat dan boraks banyak dipilih karena mempunyai toksisitas yang rendah (Yamauchi *et al.*, 2007; Mampe, 2010). Anonim (1962) menyebutkan bahan pengawet ini beracun terhadap jamur dan serangga perusak kayu, tidak korosif terhadap logam, tidak berbau dan tidak menimbulkan warna, serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan bagan pengawetan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* Nielsen) dan kayu tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vries) dengan cara rendaman.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan Kayu

Kayu yang digunakan dalam penelitian ini ialah kayu sengon (*P. falcataria* Nielsen) mewakili kayu daun lebar dan tusam (*P. merkusii* Jung et de Vries)

mewakili kayu daun jarum. Kedua jenis kayu tersebut digergaji dibuat papan, disimpan di tempat terbuka di bawah atap sampai mencapai kadar air kering udara. Kadar air kayu sengon berkisar antara 9,85% - 11,22% dengan kerapatan berkisar antara 0,23-0,29. Sementara itu, kadar air kayu tusam berkisar antara 11,23%-12,15% dengan kerapatan berkisar antara 0,75-0,78. Dari setiap jenis kayu dibuat contoh uji berukuran panjang 200 mm dan lebar 50 mm dengan ukuran tebal bervariasi, yaitu 15 mm, 30 mm dan 45 mm. Pada kedua ujung bidang potong setiap contoh uji ditutup dengan cat *Pyroxylin Licquer* supaya larutan bahan pengawet tidak dapat masuk dari arah axial.

B. Bahan Pengawet

Sebagai bahan pengawet digunakan campuran boraks dan asam borat (BAE) dengan perbandingan 1,54 : 1,00. Campuran garam tersebut dilarutkan dalam air untuk membuat larutan 5%, 7,5% dan 10% (b/v), selanjutnya dipakai untuk mengawetkan contoh uji pada suhu kamar dengan menggunakan proses rendaman dingin. Untuk pengawetan dengan proses rendaman panas digunakan konsentrasi larutan 5%.

C. Metode

1. Proses rendaman dingin

Contoh uji dari dua jenis kayu yang akan diawetkan dibagi menjadi tiga kelompok, masing-masing terdiri dari tiga ketebalan contoh uji tiap jenis, ditumpuk di dalam bak pengawet yang berbeda. Ke dalam bak masing-masing dialirkan larutan 5%, 7,5% dan 10% bahan pengawet sampai permukaan larutan mencapai tinggi 10 cm di atas permukaan tumpukan kayu. Untuk keperluan penetapan retensi seluruh contoh uji ditimbang dan diukur dimensinya sebelum dan sesudah diawetkan selama 24 jam, 72 jam, 96 jam dan 168 jam.

2. Proses rendaman panas

Contoh uji dari dua jenis yang akan diawetkan dibagi menjadi empat kelompok masing-masing terdiri dari tiga ketebalan contoh uji tiap jenis, ditumpuk di dalam bak pengawet yang berbeda. Ke dalam bak dialirkan larutan 5% bahan pengawet sampai permukaan larutan mencapai 10 cm di atas permukaan tumpukan kayu. Larutan dipanaskan sampai mencapai suhu 70°C dan suhu dipertahankan masing-masing selama satu, tiga, empat dan tujuh jam. Untuk keperluan penetapan retensi seluruh contoh uji ditimbang dan diukur dimensinya sebelum dan sesudah diawetkan.

3. Penetapan retensi dan penembusan

Absorpsi larutan bahan pengawet dan retensi garam kering yang dinyatakan dalam kg/m^3 dihitung berdasarkan penimbangan contoh uji sebelum dan sesudah pengawetan dengan memakai rumus berikut:

$$A = R \times V/K$$

di mana: A = larutan yang diabsorpsi (kg)

R = target retensi (kg/m^3)

V = volume kayu yang diawetkan (m^3)

K = konsentrasi larutan bahan pengawet (% b/v)

Contoh uji yang sudah diawetkan selanjutnya diangin-anginkan dalam ruangan sampai mencapai kadar air kering udara. Setelah itu masing-masing contoh uji dipotong di bagian tengahnya untuk penetapan penetrasi. Untuk dapat melihat daerah penetrasi dengan jelas digunakan pereaksi berikut (Anonim,1962), yaitu:

Pereaksi A: 10% ekstrak kurkuma dalam alkohol,

Pereaksi B: 20 ml HCl dilarutkan ke dalam 80 ml alkohol dan dijenihkan dengan asam salisilat.

Pereaksi A dilaburkan pada permukaan kayu yang akan diukur penetrasinya, dibiarkan mengering selama lima menit, kemudian pada tempat yang sama dilaburkan pereaksi B. Setelah kering bagian yang ditembus boron berubah menjadi merah cerah, sedangkan bagian yang tidak ditembus berwarna kuning. Luas daerah penetrasi dinyatakan dalam persentase luas penampang contoh uji yang bersangkutan.

4. Bagan pengawetan

Untuk menentukan bagan pengawetan, hasil retensi dibandingkan dengan persyaratan standar minimum, yaitu 8 kg/m^3 (Anonim, 1962) dan penetrasi 10 mm (Anonim 1999). Apabila dalam setiap jenis kayu diperoleh lebih dari satu bagan pengawetan yang memenuhi persyaratan minimum retensi dan penetrasi, maka bagan pengawetan yang dianjurkan adalah lama rendaman terpendek.

D. Analisis Data

Untuk melihat pengaruh jenis kayu, ketebalan, konsentrasi larutan dalam jenis kayu yang sama, serta lama rendaman dalam jenis kayu dan konsentrasi larutan yang sama terhadap retensi atau penetrasi bahan pengawet digunakan klasifikasi tersarang (Fully Nested Anova). Pengolahan data menggunakan komputer dengan program MINITAB 14 (Iriawan dan Astuti, 2006).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata retensi bahan pengawet BAE pada rendaman dingin ditunjukkan pada Tabel 1. Rata-rata retensi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 168 jam pada konsentrasi 10%, yaitu sebesar $32,58 \text{ kg/m}^3$, sedangkan terendah ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 24 jam pada konsentrasi 5%, yaitu sebesar $8,17 \text{ kg/m}^3$. Peningkatan konsentrasi larutan dan penambahan waktu perendaman masing-masing cenderung dapat meningkatkan

retensi dengan perbedaan nyata pada jenis kayu yang sama. Hal ini berlaku pada semua konsentrasi.

Tabel 1. Nilai rata-rata retensi bahan pengawet BAE

Table 1. Average dry salt retentions of BAE preservative

Waktu (<i>Time</i>)	Konsentrasi (<i>Concentration</i>), %		
Jam (<i>Hours</i>)	5	7,5	10
24	8.17a,a	12.14a,ab	16.04a,b
72	12.20b,a	17.77b,b	23.99b,c
96	12.99bc,a	19.36bc,b	26.34bc,c
168	15.90c,a	23.39c,b	32.58c,c

Keterangan (*Remarks*) :Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti dengan huruf kecil yang sama dan baris yang diikuti dengan huruf kecil kedua yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey $p \leq 5\%$. (*Number within an each column followed by the same letter and an each raw followed the second same letter, means not significant difference, Tukey $p \leq 5\%$.)*

Sementara itu, rata-rata retensi bahan pengawet BAE pada rendaman panas dingin ditunjukkan pada Tabel 2. Retensi tertinggi ditunjukkan oleh tebal kayu 15 mm dengan lama perendaman 7 jam, yaitu sebesar 11,54 kg/m³ dan terendah ditunjukkan oleh tebal kayu 45 mm dengan lama perendaman 1 jam, yaitu sebesar 3,44 kg/m³. Retensi yang dicapai meningkat seiring dengan bertambahnya lama perendaman dan hal itu berlaku pada semua tebal kayu. Sementara itu, untuk penetrasi bahan pengawet, rata-rata penetrasi bahan pengawet tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan tebal kayu 15 mm, yaitu sebesar 100%, sedangkan terendah ditunjukkan oleh perlakuan dengan tebal kayu 45 mm, yaitu sebesar 85% (Tabel 3).

Tabel 2. Rata-rata retensi bahan pengawet BAE

Table 2. Average dry salt retentions of BAE preservative

Waktu (<i>Times</i>) Jam (<i>Hours</i>)	Ketebalan (Thickness), mm		
	15	30	45
1	6.65a,b	3.83a,a	3.44a,a
3	7.18a,b	4.28ab,a	4.53ab,a
4	7.94ab,b	5.19ab,a	4.77ab,a
7	11.54b,b	5.79b,a	5.45b,a

Keterangan (*Remarks*) :Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti dengan huruf kecil yang sama dan baris yang diikuti dengan huruf kecil kedua yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey $p \leq 5\%$. (*Number within an each column followed by the same letter and an each raw followed the second same letter, means not significant difference, Tukey $p \leq 5\%$.)*

Pada proses rendaman dingin, retensi yang dicapai pada semua perlakuan melebihi retensi yang disarankan Anonim (1962), yaitu $8,0 \text{ kg/m}^3$. Sementara itu pada proses rendaman panas dingin, retensi yang memenuhi standar hanya pada perlakuan tebal kayu 15 mm dengan lama perendaman tujuh jam. Untuk tebal kayu 30 mm ke atas disarankan untuk memperpanjang lama waktu perendaman panas sehingga retensi sesuai standar dapat dicapai.

Penetrasi yang dicapai pada semua tebal kayu yang dicoba dalam penelitian ini sudah melebihi batas minimum 10 mm seperti yang dianjurkan Standar Nasional Indonesia (Anonim 1999), tetapi lebih rendah dari yang dianjurkan oleh Tamblyn *et al.* (1968) bagi kayu bangunan tropis , yaitu 12 mm. Menurut Mampe (2010) bahan

pengawet borat umumnya hanya mampu menembus sedalam 1/8 inch bila digunakan pada kayu kering, tetapi penggunaan larutan 10% produk baru dengan bahan aktif *Disodium Octaborate Tetrahydrate* dapat meningkatkan penetrasi dari 6% pada pelaburan pertama menjadi 35%-85% pada pelaburan ke dua. Artinya penetrasi boron akan terus dan lebih dalam lagi bergantung pada berapa konsentrasi larutan pada permukaan dan lama penyimpanan disimpan setelah diawetkan. Hal itu penting mengingat kayu bersifat higroskopis dan bahan pengawet boron seperti BAE mudah berdifusi. Percobaan pengawetan kayu Indonesia dengan cara rendaman panas dan dingin dilanjutkan dengan proses difusi menggunakan senyawa boron telah dimulai oleh Martawijaya dan Supriana (1973) hasil cukup memberikan harapan. Kemudian disusul oleh Supriana (1975) menggunakan proses rendaman panas-dingin (hot and cold bath). Hasil penetrasi asam borat pada umumnya melebihi batas minimum 12,5 mm. Kedua penelitian tersebut menggunakan satu ukuran tebal kayu, yaitu 5 cm, sementara standar menetapkan tebal kayu gergajian ½ lebar, atau bervariasi.

Tabel 3. Penetrasi bahan pengawet BAE

Table 3. Penetration of BAE preservative

Ketebalan (<i>Thickness</i>), mm	Penetrasi (<i>Penetration</i>), %
15	100.00b
30	85.98a
45	85.00a

Keterangan (*Remarks*) :Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti dengan huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata dengan uji Tukey $p \leq 5\%$. (*Number within an each column followed by the same letter means not significant difference, Tukey $p \leq 5\%$.)*

Karena penembusan bahan pengawet bergantung pada jenis kayu, keadaan kayu pada saat diawetkan, teknik dan bahan pengawet yang digunakan (Martawijaya dan Barly, 1982) maka perlu disusun bagan pengawetan untuk setiap jenis kayu, keadaan kayu pada saat diawetkan, teknik dan bahan pengawet yang digunakan. Dengan adanya bagan tersebut maka waktu pengawetan, bahan pengawet, dan biaya yang digunakan dapat digunakan secara efisien, sehingga pemborosan dapat dihindarkan..

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pada proses rendaman dingin, jenis kayu dan tebal kayu tidak berpengaruh nyata terhadap retensi. Sedangkan konsentrasi larutan, lama perendaman dan ketebalan kayu dalam jenis kayu yang sama berpengaruh nyata terhadap retensi. Perendaman selama 24 jam dalam larutan 5%, retensi yang diperoleh sudah memenuhi persyaratan bagi kayu yang akan dipakai di daerah tropis.
2. Pada proses rendaman panas, jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap retensi dan penembusan bahan pengawet. Sedangkan ketebalan kayu dan lama perendaman dalam kayu jenis kayu yang sama berpengaruh nyata terhadap retensi dan penembusan bahan pengawet. Perendaman panas selama satu jam dalam larutan 5% untuk ketebalan kayu 15 mm, retensi yang diperoleh sudah memenuhi persyaratan bagi kayu yang akan dipakai di daerah tropis. Retensi sebesar itu belum dapat dicapai dalam waktu tujuh jam perendaman bagi ketebalan kayu 30 mm atau lebih.

B. Saran

Untuk efisiensi proses pengawetan kayu sengon dan tusam, maka bagan pengawetan yang disarankan adalah sebagai berikut:

- a. Pada proses rendaman dingin, pengawetan dilakukan dalam larutan 5% selama 24 jam
- b. Pada proses rendaman panas, pengawetan dilakukan dalam larutan 5% selama satu jam untuk ketebalan kayu 15 mm. Sedangkan untuk ketebalan kayu 30 mm atau lebih, waktu perendaman harus lebih lama dari 7 jam atau konsentrasi larutan harus lebih besar dari 5%.

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. 1962. 'Timbor' Preservative. Plant Operator's Manual. Borax Consolidated Limited. Borax House, Carlisle Place, London, S.W.I.
- . 1976. Glossary of Terms in Wood Preservation. American Wood Preserver's Association Standard. P.19. New York- Washington.
- . 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.
- . 2009. Wood Preservation. http://en.wikipedia.org/wiki/Timber_treatment. Diakses tanggal 12 Nopember 2009.
- Hunt, G.M. dan A.G. Garrat. 1986. Pengawetan Kayu. *Terjemahan* Mohammad Jusuf. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Iriawan, N. dan S.P. Astuti. 2006. Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Martawijaya, A. dan N. Supriana. 1973. Penembusan persenyawaan bor pada sepuluh jenis kayu Indonesia yang diawetkan dengan proses difusi. Pengumuman No. 1. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

- dan Barly. 1982. Resistensi kayu Indonesia terhadap impregnasi dengan bahan pengawet CCA. Pengumuman No.5. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- . 1991. Petunjuk Teknis. Pengawetan kayu bangunan perumahan dan gedung. No.01/Th 1/91. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Mampe, C. D. 2010. Effectiveness and Uses of Borate. <http://www.environment-sensitive.com/effectiveusesofborate.htm>. Diakses tanggal 3 Januari 2010.
- Supriana, N. 1975. Pengawetan enam jenis kayu dipterocarpaceae dengan asam borat menurut metoda rendaman. *Kehutanan Indonesia*: 700-707.
- Tamblyn, N., S.J. Colwell and N. Vickers. 1958. Preservative treatment of tropical building timbers by a dip diffusion process. Ninth British Commonwealth Forestry Conference 1968. Australia.
- 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.

ABSTRAK

UDC (OSDC).....

Barly & Neo Endra Lelana (Pusat Litbang Hasil Hutan

Pengaruh ketebalan, konsentrasi larutan, dan lama perendaman terhadap hasil pengawetan.

J. Penelit. Hasil Hutan

Sifat keterawetan kayu dicirikan oleh jenis kayu, keadaan kayu, teknik dan bahan pengawet yang digunakan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan kayu, konsentrasi bahan pengawet, dan lama perendaman terhadap hasil pengawetan kayu yang dicapai. Kayu kering, sengon (*Paraseriantheus falcataria* Nielsen) dan tusam (*Pinus merkusii* jung et de Vries) diawetkan menggunakan campuran boraks dan asam borat dengan proses rendaman dingin dan rendaman panas-dingin. Retensi dinyatakan dalam kg/m^3 asam borat (BAE) dan penetrasi dalam persen luas bidang yang ditembus. Pada perendaman dingin, retensi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 168 jam pada konsentrasi 10%, yaitu sebesar $32,58 \text{ kg/m}^3$, sedangkan terendah ditunjukkan oleh perlakuan dengan lama perendaman 24 jam pada konsentrasi 5%, yaitu sebesar $8,17 \text{ kg/m}^3$. Sementara itu pada perendaman panas dingin, retensi tertinggi ditunjukkan oleh tebal kayu 15 mm dengan lama perendaman 7 jam, yaitu sebesar $11,54 \text{ kg/m}^3$ dan terendah ditunjukkan oleh tebal kayu 45 mm dengan lama perendaman 1 jam, yaitu sebesar $3,44 \text{ kg/m}^3$.

Kata kunci: kayu sengon, kayu pinus, rendaman dingin/panas, boraks, asam borat

ABSTRACT

UDC (OSDC).....

Barly & Neo Endra Lelana (Pusat Litbang Hasil Hutan

Influence of the Thickness, Solution Concentration and Soaking Times toward the Result of Timber Preservation

J.of Forest Product Research.....

*Wood treatability influenced by wood species, preservation technique and the preservatives. The research was carried out to know the effect of wood thickness, concentration of preservatives solution and the soaking periods to preservation achievement. Dried timber, sengon (*Paraserianthes falcataria* Nielsen) and pine (*Pinus merkusii jung et de Vries*) were treated with boron compound by cold and hot bath process. Net dry salt retention of preservative are expressed in kg/m^3 of Boric acid equivalent (BAE) and the penetration in percentge of the penetrated area. For cold soaking, the highest retention was showed by 168 hours soaking periods with 10% BAE treatment ($32,58 \text{ kg/m}^3$), whereas the lowest was showed by 24 hours soaking periods with 5% BAE treatment ($8,17 \text{ kg/m}^3$). For hot-cold soaking, the highest retention was showed by 15 mm wood thickness with 7 hours soaking periods treatment ($11,54 \text{ kg/m}^3$) and the lowest was showed by 45 mm wood thickness with 1 hour soaking period treatment ($3,44 \text{ kg/m}^3$).*

Key words: sengon wood, pine wood, cold/hot soaking, borax, boric acid