

# Distribusi Bahan Pengawet Larut Air pada Kayu Diawetkan secara Sel Penuh dan Sel Kosong (*Distribution of Water Borne Preservative on Wood Preserved Using Full Cell and Empty Cell Processes*)

Fauzi Febrianto<sup>1)</sup>, Adiyantara Gumilang<sup>2)</sup>, Anne Carolina<sup>1)</sup>, Fengky S Yoresta<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Bogor 16680, Indonesia

<sup>2)</sup> Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680, Indonesia

*Corresponding author:* febrianto76@yahoo.com (Fauzi Febrianto)

## Abstract

This research focused on distribution of water borne preservative on woods preserved using full cell and empty cell processes. Retention, penetration, and durability of preserved woods against dry wood termite (*Cryptotermes cynocephalus LIGHT*) attacked were evaluated. Pine (*Pinus merkusii*) and sengon (*Paraserianthes falcataria*) woods were preserved using 5% Wolmanit CB (water soluble preservative) using full cell and empty cell processes. The results indicated that retention of preservative preserved with full cell process was higher than empty cell process. Copper penetration on sengon wood preserved using full cell process was much higher than empty cell process. Distribution of copper and chromium on wood preserved using full cell process evenly distributed through the wood both in pine and sengon woods. They were sharply decreased from outerpart to inner part of wood when preserved using empty cell process. The whole part of pine and sengon woods preserved by either full cell or empty cell processes strongly resistance against dry wood termite attacked. Quantitative analysis of active substance of preservative using atomic absorption spectroscopy (AAS) could detect the preservative in preserved wood more accurately compared using conventional method (retention and penetration tests).

**Key words:** distribution pattern, durability, empty cell process, full cell process, water borne preservative

## Pendahuluan

Kebutuhan kayu untuk keperluan perumahan dan furnitur di Indonesia terus menunjukkan peningkatan dari waktu ke waktu. Dilaporkan oleh Supriana *et al.* (2003), kebutuhan rumah di Indonesia sebanyak 2,9 juta unit per tahun dan setiap rumah rata-rata memerlukan kayu sebanyak 2,97 m<sup>3</sup>. Di lain pihak, hutan sebagai sumber utama kayu baik kuantitas maupun kualitas

terus menurun sehingga pasokan kayu berkualitas pun terus menurun. Tercatat produksi kayu bulat dari semua sumber di Indonesia pada tahun 2007 sebesar 32,20 juta m<sup>3</sup> dan meningkat menjadi 47,43 juta m<sup>3</sup> pada tahun 2011. Kontribusi kayu bulat bersumber dari hutan tanaman pada tahun 2012 sebesar 19,84 juta m<sup>3</sup> (Kemenhut 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa saat ini dan pada masa yang akan datang kebutuhan kayu

di Indonesia akan sangat bergantung pada kayu yang berasal dari hutan tanaman industri dan hutan rakyat.

Dibandingkan dengan kayu dari hutan alam, kualitas kayu dari hutan tanaman industri dan hutan rakyat cenderung lebih rendah karena diameter kecil, berat jenis rendah sampai sedang, stabilisasi dimensi rendah, keawetan alami rendah, serta mengandung banyak cacat alami seperti, mata kayu, retak, bengkok dan lain sebagainya (Febrianto *et al.* 2010, Hidayat *et al.* 2012). Sebagai bahan bangunan, kayu selain kuat juga harus cukup awet. Upaya meningkatkan keawetan alami kayu melalui pengawetan kayu menjadi penting untuk diterapkan pada kayu-kayu yang kurang atau tidak awet tersebut.

Spesifikasi pengawetan kayu di Indonesia sudah ada. Tolok ukur keberhasilan pengawetan yang dipakai adalah retensi dan penetrasi. Retensi adalah banyaknya bahan pengawet yang masuk ke dalam kayu, sedangkan penetrasi adalah kedalaman bahan pengawet masuk ke dalam kayu (DPU 1987a, 1987b). Tingginya retensi bukan jaminan hasil pengawetan baik jika penetrasinya dangkal. Sebaliknya penetrasi tidak dapat menunjukkan sebaran atau gradien dari bahan pengawet yang masuk karena pendugaannya secara kualitatif. Retensi dan penetrasi bahan pengawet sangat dipengaruhi oleh struktur anatomi kayu, persiapan kayu yang diawetkan, metode pengawetan dan jenis serta konsentrasi bahan pengawet (Hunt & Garrat 1986, Nicholas 1988).

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun membawa dampak terhadap pemakaian kayu baik yang diawetkan maupun tidak diawetkan. Pengaruh curah hujan yang terus menerus atau pemakaian kayu awetan pada tempat

yang selalu berhubungan dengan air dapat menyebabkan pencucian bahan pengawet pada kayu, sehingga pada akhirnya akan menurunkan masa pakai kayu tersebut. Oleh karena itu pemilihan metode pengawetan kayu yang tepat sangat penting terutama untuk pemakaian kayu di luar atau berhubungan langsung dengan air. Metode yang sederhana (pemulasan, penyemprotan, rendaman, difusi dan lainnya) tergolong murah namun hasilnya kurang baik terutama bila diaplikasikan pada kayu yang tritabilitasnya rendah dan memerlukan retensi yang tinggi. Sebaliknya metode vakum tekan dapat menghasilkan retensi dan penetrasi bahan pengawet tinggi namun biayanya cukup mahal. Publikasi ini berisi informasi mengenai retensi, penetrasi, distribusi bahan pengawet larut air di dalam kayu serta durabilitas kayu terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) pada kayu pinus (*Pinus merkusii*) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang diawetkan secara vakum tekan menggunakan proses sel penuh dan sel kosong.

## Bahan dan Metode

### Bahan

Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian adalah kayu pinus (*P. merkusii*) dan sengon (*P. falcataria*). Bahan pengawet yang digunakan adalah Wolmanit CB konsentrasi 5%. Bentuk formulasi Wolmanit CB adalah bubuk, bahan aktif 97% garam termasuk golongan TKB (tembaga, krom dan boron). Bahan pereaksi untuk pengujian penetrasi tembaga adalah larutan bufer AR (*ammonium rubianit test*) yang terdiri atas: 1) 1 bagian amoniak pekat ditambah 6 bagian air suling; 2) 5 g asam rubianat dalam 900 ml alkohol ditambah 100 ml aseton. Bahan pereaksi untuk pengujian penetrasi boron terdiri atas: 1)

2 g ekstrak kurkuma dalam 100 ml alkohol; 2) 80 ml alkohol ditambah 20 ml asam klorida yang dijenuhkan dalam asam salisilat. Cat duco digunakan untuk menutup bagian ujung kayu yang akan diawetkan untuk mencegah bahan pengawet masuk dari arah ujung dan rayap kayu kering (*C. cynocephalus*). Alat yang digunakan meliputi gergaji, timbangan, *sprayer*, tanur pengering, kipas angin, kuwas, gelas ukur, gelas piala, labu kjedahl, penyaring, pengaduk, sarung tangan dan seperangkat alat pengawetan kayu dan alat analisis spektrofotometer absorpsi.

## Metode

### *Pembuatan contoh uji*

Contoh uji dalam kondisi kering udara (kadar air 12-16%), diambil dari bagian teras, ukuran seragam, bebas cacat dan permukaan halus dengan ukuran (5x5x 60) cm<sup>3</sup>. Kedua ujung contoh uji dipulas dengan cat beberapa kali untuk memastikan bahwa bahan pengawet tidak masuk melalui bagian ini. Semua contoh uji ditimbang (B0) dan diukur dimensi panjang, lebar dan tebalnya.

### *Pengawetan contoh uji*

Konsentrasi bahan pengawet yang digunakan 5% dan bahan pengawet terlebih dahulu dilarutkan dalam air. Proses pengawetan kayu yang diaplikasikan adalah sel penuh dan sel kosong (proses Lowry) (Hunt & Garrat 1986, Tobing 1977). Pada proses sel penuh, setelah contoh uji dimasukkan ke dalam silinder diikuti dengan pemberian vakum sebesar 60 cm Hg dan dipertahankan selama 60 menit. Bahan pengawet kemudian dimasukkan ke dalam silinder dan segera diikuti dengan pemberian tekanan sebesar 7 kg cm<sup>-2</sup>

selama 4 jam. Tekanan dilepaskan dan diberikan vakum akhir sebesar 60 cm Hg selama 60 menit. Pada proses sel kosong, contoh uji dimasukkan ke dalam silinder. Bahan pengawet dimasukkan ke dalam silinder dan segera diikuti dengan pemberian tekanan sebesar 7 kg cm<sup>-2</sup> selama 4 jam. Tekanan dilepaskan dan diberikan vakum akhir sebesar 60 cm Hg selama 60 menit.

### *Retensi bahan pengawet*

Setelah contoh uji dikeluarkan dari silinder pengawetan dan ditiriskan hingga tidak ada lagi larutan bahan pengawet yang menetes, contoh uji ditimbang (B1). Perhitungan retensi menggunakan rumus:

$$R = \frac{B1 - B0}{V} \times C \quad \text{kg m}^{-3}$$

Dimana:

R = Retensi (kg m<sup>-3</sup>)

B0 = Berat sebelum diawetkan (g)

B1 = Berat setelah diawetkan (g)

C = Konsentrasi bahan pengawet

### *Penetrasi bahan pengawet*

Pengukuran penetrasi dilakukan pada setiap contoh uji setelah terlebih dahulu dikondisikan di ruangan selama 1 minggu. Masing-masing contoh uji dipotong menjadi 3 bagian pada jarak yang sama. Tiap-tiap potong contoh uji dipakai untuk satu sisi bagi pengujian penetrasi tembaga dan sisi lainnya untuk penetrasi boron. Dengan demikian, setiap contoh uji terdapat 3 tempat untuk pengujian penetrasi tembaga dan 3 tempat untuk pengujian penetrasi boron. Kedalaman penetrasi bahan pengawet ditentukan dengan mengukur 12 titik pada penampang contoh uji tersebut (Gambar 1).

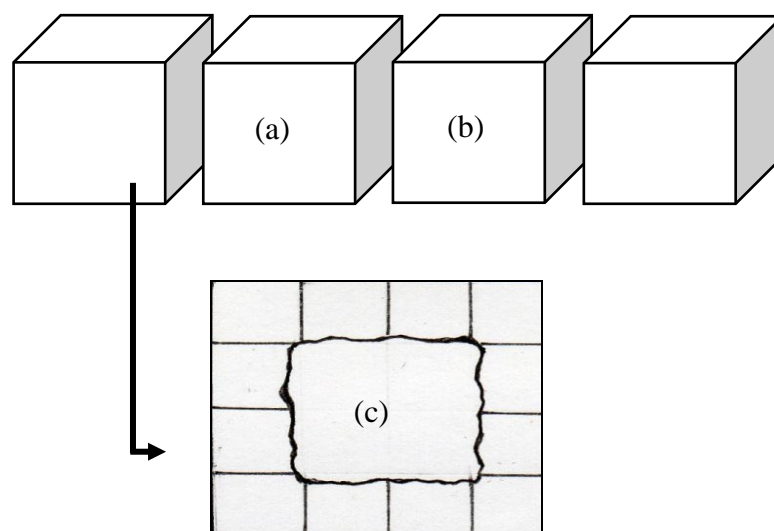
Uji penetrasi boron dilakukan dengan menyemprotkan larutan pereaksi 1 (2 g ekstrak kurkuma dalam 100 ml alkohol) dan dilanjutkan dengan menyemprotkan pereaksi 2 (80 ml alkohol ditambah 20 ml asam klorida yang dijenuhkan dalam asam salisilat). Adanya boron di dalam kayu ditunjukkan dengan warna merah jambu. Uji penetrasi tembaga dilakukan dengan menyemprotkan larutan pereaksi 1 yaitu 1 bagian amoniak pekat ditambah 6 bagian air suling dan dilanjutkan dengan menyemprotkan pereaksi 2 yaitu 5 g asam rubianat dalam 900 ml alkohol dan 100 ml aseton. Adanya tembaga ditunjukkan dengan warna gelap kebiruan.

#### ***Penentuan kandungan tembaga dan krom***

Contoh uji yang telah digunakan untuk penetapan penetrasi digunakan pula untuk menentukan distribusi konsentrasi unsur tembaga dan krom yang masuk ke dalam kayu selama proses pengawetan.

Pengukuran konsentrasi tembaga dan krom dilakukan pada 5 kedalaman pada contoh uji yang berjarak 5, 10, 15, 20, dan 25 mm dari tepi contoh uji (Gambar 2).

Contoh uji yang sudah dibagi ke dalam 5 bagian di atas dibuat dalam bentuk serbuk berukuran 40-60 mesh dengan menggunakan *hammer mill* dan saringan bertingkat. Serbuk kayu tersebut ditentukan kadar airnya secara gravimetri. Sebanyak 1-2 g serbuk kayu dimasukkan ke dalam labu Kjedahl dan ditambahkan sebanyak 10-15 ml  $\text{HNO}_3$  dan 5 ml  $\text{HClO}_4$  dan dibiarkan semalam di lemari asam. Bahan tersebut didestruksi sampai jernih di atas penangas air selama lebih kurang 6-8 jam dan diencerkan 50-100 kali serta disaring. Larutan yang sudah disiapkan ini selanjutnya dibaca pada alat spektrofotometer absorpsi atom menggunakan teknik kurva standar (Nur & Adijuwana 1989).



Gambar 1 Pemotongan contoh uji untuk uji penetrasi; permukaan (a) untuk uji penetrasi boron dan permukaan (b) untuk uji penetrasi tembaga, (c) pengukuran penetrasi.

Konsentrasi bahan aktif tembaga dan krom dihitung dengan rumus:

$$\text{Konsentrasi (ppm)} = \frac{\frac{\text{FP}}{1000} \times \text{K} \times 10^6}{\text{B}}$$

Dimana:

FP = Faktor pengenceran

K = Konsentrasi larutan X yang terbaca pada alat spektrofotometer absorpsi atom

B = Berat kering tanur contoh (mg)

***Ketahanan kayu terhadap serangan rayap kayu kering***

Contoh uji dari masing-masing jenis kayu yang sudah diawetkan dan kayu kontrol dengan ukuran (5x2,5x0,5) cm<sup>3</sup> dimasukkan ke dalam kotak kaca berukuran (5,6x2,6 x1,6) cm<sup>3</sup>. Ke dalam masing-masing kotak kaca dimasukkan 50 ekor nympha rayap kayu kering (*C. cynocephalus*) yang sehat dan aktif, dan

disimpan di dalam ruang gelap selama 4 minggu. Pada akhir pengujian ditetapkan mortalitas rayap dengan menggunakan rumus:

$$M = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Dimana:

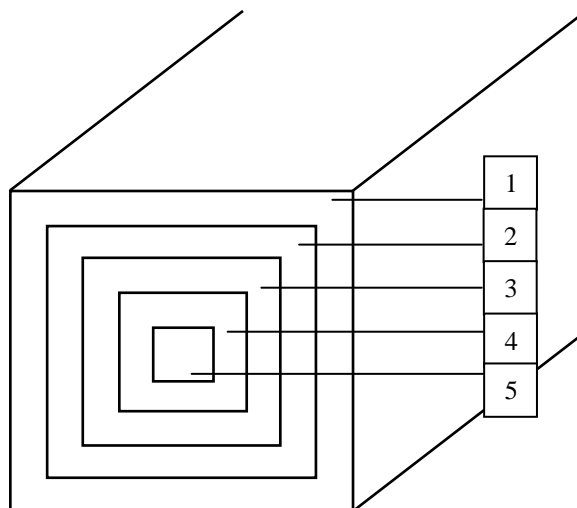
M = Mortalitas rayap (%)

A = Jumlah rayap yang mati (ekor)

B = Jumlah rayap awal (ekor)

**Analisis data**

Analisis data menggunakan rancangan faktorial 2x2 dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu jenis kayu (A) yaitu kayu pinus (A1) dan kayu sengon (A2) dan faktor kedua adalah proses pengawetan (B) yaitu proses sel penuh (B1) dan proses sel kosong (B2). Untuk penyebaran tembaga dan krom di dalam kayu dilakukan analisis regresi.



Gambar 2 Pengambilan sampel untuk penetapan distribusi unsur tembaga dan krom pada 5 kedalaman kayu.

## Hasil dan Pembahasan

### Retensi dan penetrasi bahan pengawet

Nilai rata-rata retensi bahan pengawet Wolmanit CB berkisar 21,31-30,30 kg m<sup>-3</sup>. Nilai tertinggi didapat oleh kayu pinus yang diawetkan secara sel penuh dan nilai terkecil terdapat pada kayu sengon yang diawetkan secara sel kosong (Tabel 1). Kayu pinus dan sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh memberikan nilai retensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses sel kosong.

Nilai penetrasi boron dari bahan pengawet Wolmanit CB pada kayu pinus dan sengon baik yang diawetkan dengan proses sel penuh maupun sel kosong sebesar 25,00 mm (100%). Nilai rata-rata penetrasi tembaga dari bahan pengawet Wolmanit CB berkisar 14,50-25,00 mm (Tabel 1). Nilai tertinggi didapat oleh kayu pinus baik yang diawetkan dengan proses sel penuh maupun sel kosong dan nilai terkecil terdapat pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong. Nilai penetrasi tembaga pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong lebih rendah dibandingkan dengan proses sel penuh.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa retensi bahan pengawet kayu dipengaruhi oleh jenis kayu dan proses pengawetan yang diaplikasikan. Efektifitas bahan pengawet selain

ditentukan oleh sifat bahan pengawet, juga oleh jumlah bahan pengawet yang masuk (retensi) dan kedalamannya (penetrasi).

Retensi dan penetrasi bahan pengawet dipengaruhi oleh struktur anatomi kayu, persiapan kayu yang diawetkan, metode pengawetan serta jenis dan konsentrasi bahan pengawet (Hunt & Garatt 1986, Nicholas 1988). Dalam penelitian ini persiapan kayu yang diawetkan serta jenis dan konsentrasi bahan pengawet adalah tetap. Demikian pula proses atau metode pengawetan yang diaplikasikan, keduanya termasuk dalam proses pengawetan secara vakum tekan.

Pada kayu pinus, komposisi sel penyusun lebih seragam dan didominasi oleh trakeida aksial, jari-jarinya uniseriat dengan komposisi terdiri atas parenkim jari-jari dan trakeida jari-jari serta saluran damar (Martawijaya *et al.* 1989). Komposisi sel penyusun kayu pinus sedemikian rupa menyebabkan kayu pinus bersifat permeabel dan mudah dimasuki bahan pengawet. Hal ini tercermin dari nilai retensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu sengon. Sebaliknya pada kayu sengon termasuk kayu daun lebar yang mempunyai struktur anatomi yang lebih kompleks sehingga larutan bahan pengawet menjadi lebih sulit masuk ke dalam kayu sengon.

Tabel 1 Retensi dan penetrasi bahan pengawet pada kayu pinus dan sengon yang diawetkan secara sel penuh dan sel kosong

Proses pengawetan	Retensi (kg m <sup>-3</sup> )		Penetrasi (mm)			
	Pinus	Sengon	Tembaga		Boron	
	Pinus	Sengon	Pinus	Sengon	Pinus	Sengon
Sel penuh	30,30	22,06	25,00	23,58	25,00	25,00
Sel kosong	26,70	21,31	25,00	14,25	25,00	25,00

Retensi bahan pengawet dipengaruhi oleh proses pengawetan yang diaplikasikan. Nilai retensi pada kayu pinus dan sengon yang diawetkan dengan sel penuh lebih tinggi dibandingkan dengan yang diawetkan dengan proses sel kosong. Tujuan pengawetan pada proses sel penuh adalah untuk mengisi sel-sel kayu sampai kapasitasnya, yaitu menghasilkan jumlah bahan pengawet maksimum yang ditahan oleh kayu. Pemberian vakum awal pada proses sel penuh menyebabkan kayu lebih siap menerima bahan pengawet sampai ke dalam secara merata dan lebih tinggi. Selain itu bahan pengawet yang ditarik kembali dari dalam kayu setelah pemberian vakum akhir pada proses sel kosong lebih banyak dibandingkan dengan proses sel penuh sehingga retensi bahan pengawet pada kayu yang diawetkan dengan proses sel penuh lebih tinggi dibandingkan dengan proses sel kosong (Nicholas 1988).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penetrasi tembaga dipengaruhi oleh jenis kayu dan proses pengawetan yang diaplikasikan. Hasil pengawetan yang baik apabila penetrasi bahan pengawet dalam dan retensi tinggi (Hunt & Garrat 1986). Meskipun nilai penetrasi bahan pengawet pada kayu pinus dan sengon tidak sama, namun berdasarkan nilai penetrasi keduanya tergolong kayu yang relatif mudah diawetkan dengan proses vakum tekan yang diaplikasikan. Pada kayu, penetrasi maupun difusi bahan cair ataupun gas (baik bahan pengawet atau bahan kimia lainnya) ke arah longitudinal (sejajar sumbu batang) lebih mudah dibandingkan dengan penyaluran atau pergerakan serupa ke arah lateral (Siau 1971). Ke arah lateral, cairan atau gas harus mampu menembus suatu struktur

yang ada pada dinding sel yang dikenal sebagai noktah. Wahyudi (1991) melaporkan bahwa urutan kemudahan noktah ditembus larutan pemasak pulp sulfat terhadap 3 jenis kayu yaitu kayu pinus diikuti kayu sengon dan kayu meranti.

Selain struktur kayu, komponen kimia kayu juga mempengaruhi penetrasi dan retensi bahan pengawet. Kandungan lignin yang tinggi cenderung untuk mengikat bahan pengawet (dalam hal ini unsur tembaga dan krom) yang tinggi pula. Dibandingkan dengan kayu sengon, kayu pinus memiliki kandungan lignin (guaiasil) yang lebih tinggi (Achmadi 1991). Penetrasi unsur tembaga pada kayu nilainya lebih rendah dibandingkan dengan penetrasi boron. Tembaga merupakan logam berat yang sifatnya mudah berikatan dengan kayu (berfiksasi) (Achmadi 1991). Sebaliknya unsur boron tidak mudah berikatan dengan kayu, sehingga lebih mudah dan banyak untuk mencapai bagian yang lebih dalam pada kayu yang diawetkan dan untuk berfiksasi memerlukan waktu pengkondisian.

Penetrasi tembaga dipengaruhi oleh proses pengawetan yang diaplikasikan. Nilai penetrasi tembaga pada kayu sengon yang diawetkan dengan sel penuh lebih tinggi dibandingkan dengan yang diawetkan proses sel kosong. Pemberian vakum awal pada proses sel penuh menyebabkan kayu lebih siap menerima bahan pengawet sampai ke dalam secara merata dan lebih tinggi. Selain itu bahan pengawet yang ditarik kembali dari dalam kayu setelah pemberian vakum akhir pada proses sel kosong lebih banyak dibandingkan dengan proses sel penuh sehingga penetrasi bahan pengawet pada kayu yang diawetkan dengan proses sel penuh lebih tinggi

dibandingkan dengan proses sel kosong (Nicholas 1988).

Jarak dari permukaan sampai bagian paling dalam contoh uji sedalam 25 mm. Unsur tembaga dari bahan pengawet Wolmanit CB berpenetrasi sampai kedalaman 14,25 mm pada kayu sengon diawetkan dengan proses sel kosong. Akan tetapi unsur tembaga masuk ke dalam bagian terdalam kayu sengon (Tabel 2) namun tidak terdeteksi dengan pengujian penetrasi melalui perubahan warna dengan pereaksi tertentu.

### Distribusi tembaga dan krom di dalam kayu

Nilai rata-rata kandungann bahan aktif tembaga dan krom bahan pengawet Wolmanit CB pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh berkisar 6321-6986 dan 9679-11516 ppm. Konsentrasi tembaga dan krom tertinggi dan terendah terdapat pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh pada kedalaman 20-25 dan 15-20 mm. Nilai rata-rata kandungan bahan aktif tembaga dan krom bahan pengawet Wolmanit CB pada kayu pinus yang

diawetkan dengan proses sel kosong berkisar 5196-7208 dan 8228-11627 ppm. Konsentrasi tembaga dan krom tertinggi dan terendah terdapat pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel kosong pada kedalaman 20-25 dan 0-5 mm (Tabel 2).

Rata-rata keseluruhan tembaga yang masuk ke dalam kayu pinus pada proses sel penuh dan sel kosong adalah 6869 dan 5982 ppm atau terjadi peningkatan sebesar 887 ppm (12,91%) pada proses sel penuh dibandingkan dengan proses sel kosong. Hal yang sama terjadi pada unsur krom yang masuk ke dalam kayu pinus. Rata-rata keseluruhan krom yang masuk ke dalam kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh dan sel kosong berturut-turut sebesar 10877 dan 9444 ppm. Terjadi peningkatan unsur krom yang masuk ke dalam kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh dibandingkan dengan proses sel kosong sebesar 1433 ppm (13,17%). Jumlah unsur krom yang masuk lebih banyak dibandingkan dengan tembaga sebesar 4008 ppm (58,35%).

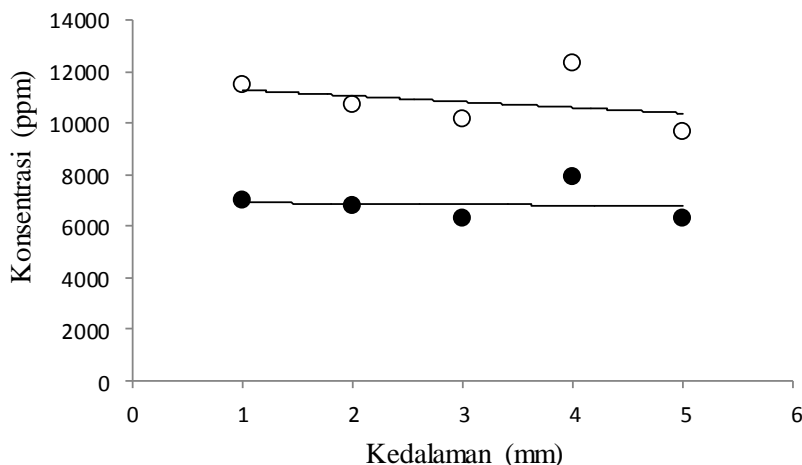
Tabel 2 Konsentrasi tembaga dan krom pada masing-masing kedalaman pada kayu pinus dan sengon yang diawetkan secara sel penuh dan sel kosong

Proses pengawetan	Kedalaman (mm)	Konsentrasi (ppm)			
		Tembaga		Krom	
		Pinus	Sengon	Pinus	Sengon
Sel penuh	0-5	6986	6454	15516	10910
	5-10	6805	5460	10722	8750
	10-15	6303	5765	10146	9157
	15-20	7928	5942	12321	9763
	20-25	6321	6164	9679	9202
Sel kosong	0-5	7208	7558	11627	12733
	5-10	6065	5942	9498	10857
	10-15	5755	4409	9190	8154
	15-20	5685	3441	8678	6787
	20-25	5196	2359	8228	5417

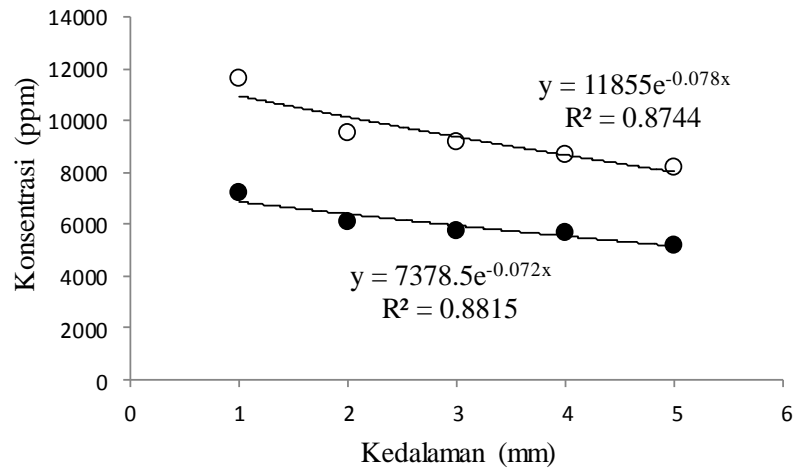


Meskipun terdapat perbedaan konsentrasi tembaga dan krom pada masing-masing kedalaman, namun pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh gradien bahan pengawet cenderung agak mendatar (Gambar 3). Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis regresi yang tidak berpengaruh nyata pada penyebaran unsur tembaga dan krom pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh. Namun pada proses pengawetan sel kosong kurva distribusi bahan pengawet (unsur tembaga maupun krom) cenderung agak curam dengan retensi lebih tinggi pada bagian luar dibandingkan dengan bagian dalam. Banyaknya bahan pengawet yang masuk di setiap kedalaman kayu berbeda dengan persamaan regresi  $Y = 7378e^{-0.072X}$  ( $R^2 = 0,88$ ) untuk tembaga, dan  $Y = 11855e^{-0.078X}$  ( $R^2 = 0,87$ ) untuk krom (Gambar 4). Hal ini diduga akibat pemberian vakum awal pada proses sel penuh menyebabkan kayu lebih siap menerima bahan pengawet sampai ke dalam secara merata dan lebih tinggi. Selain itu bahan pengawet yang ditarik kembali dari dalam kayu setelah pemberian vakum akhir pada proses sel kosong lebih

banyak dibandingkan proses sel penuh sehingga penetrasi bahan pengawet pada kayu yang diawetkan dengan proses sel penuh lebih tinggi dibandingkan dengan proses sel kosong (Nicholas 1973). Kayu *southern pine* yang diawetkan dengan bahan pengawet penta secara sel penuh cenderung menghasilkan sebaran retensi yang mendatar dari luar ke dalam. Namun sebaliknya pada kayu yang diawetkan dengan proses sel kosong, retensi bahan pengawet di bagian luar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bagian dalam kayu (Davis & Henry 1965 dalam Nicholas 1988). Nilai rata-rata kandungan bahan aktif tembaga dan krom bahan pengawet Wolmanit CB pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh berkisar antara 6147-6452 dan 9202-10910 ppm. Nilai rata-rata kandungan bahan aktif tembaga dan krom bahan pengawet Wolmanit CB pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong berkisar antara 2359-7558 dan 5417-12733 ppm. Konsentrasi tembaga dan krom tertinggi dan terendah terdapat pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh pada kedalaman 5-10 mm dan 0-5 mm.



Gambar 3 Pola penyebaran unsur tembaga dan krom pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel penuh (○: krom, ●: tembaga).



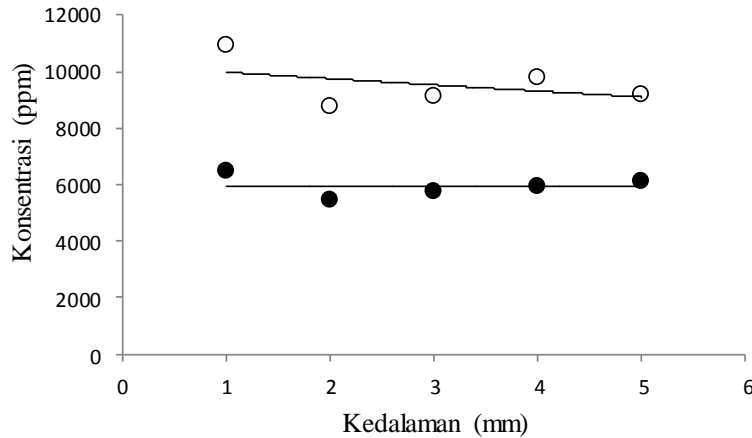
Gambar 4 Pola penyebaran unsur tembaga dan krom pada kayu pinus yang diawetkan dengan proses sel kosong (○: krom, ●: tembaga).

Konsentrasi tembaga dan krom tertinggi dan terendah pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong terdapat pada kedalaman 20-25 mm dan 0-5 mm. Seperti halnya pada kayu tusam, meskipun terdapat perbedaan konsentrasi tembaga dan krom pada masing-masing kedalaman, namun pada proses pengawetan kayu sengon secara sel penuh cenderung lebih merata (perbedaannya tidak terlalu besar antar kedalaman) dibandingkan dengan kayu sengon diawetkan dengan proses sel kosong (Tabel 2).

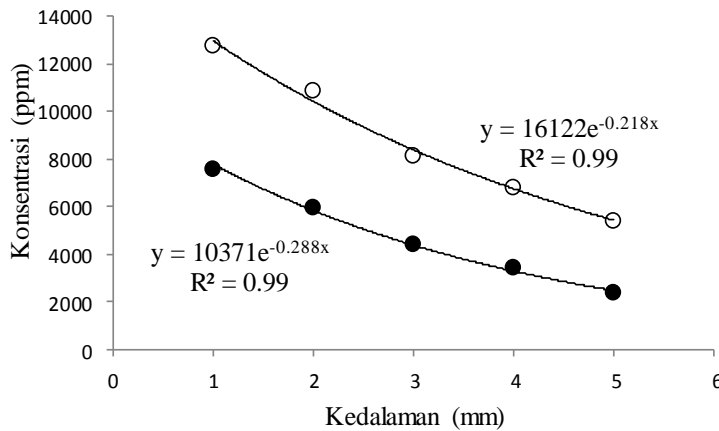
Rata-rata keseluruhan tembaga yang masuk ke dalam kayu sengon pada proses sel penuh dan sel kosong masing-masing adalah 5953 dan 4742 ppm atau terjadi peningkatan sebesar 1211 ppm (20,35%) pada proses sel penuh dibandingkan dengan proses sel kosong. Hal yang sama terjadi pada unsur krom yang masuk ke dalam kayu sengon. Rata-rata keseluruhan krom yang masuk ke dalam kayu tusam yang diawetkan dengan proses sel penuh dan sel kosong berturut-turut sebesar 9557 dan 8790 ppm. Terjadi peningkatan unsur krom

yang masuk ke dalam kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh dibandingkan dengan proses sel kosong sebesar 767 ppm (8,00%). Seperti halnya yang terjadi pada kayu pinus, pada kayu sengon pun jumlah unsur krom yang masuk lebih banyak dibandingkan dengan tembaga sebesar 3604 ppm (37,71%).

Pola penyebaran tembaga dan krom pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh dan sel kosong hampir sama dengan yang terjadi pada kayu pinus. Kecenderungan pola sebaran baik tembaga maupun krom pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh cenderung menyebar merata dari arah luar ke dalam (Gambar 5). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kandungan tembaga dan krom pada setiap kedalaman pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong berbeda dengan persamaan regresi  $Y = 10371e^{-0.288 X}$  ( $R^2 = 0,99$ ) untuk tembaga dan  $Y = 16122e^{-218X}$  ( $R^2 = 0,99$ ) untuk krom (Gambar 6). Argumentasi yang sama sebagaimana diuraikan pada kayu pinus menjadi penyebabnya.



Gambar 5 Pola penyebaran unsur tembaga dan krom pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh. ○: krom; ●: tembaga.



Gambar 6 Pola penyebaran unsur tembaga dan krom pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong. ○: krom; ●: tembaga.

Gradien sebaran tembaga dan krom pada kayu sengon yang diawetkan secara sel kosong lebih curam dibandingkan dengan kayu pinus. Kayu pinus adalah jenis kayu daun jarum dengan struktur anatomi yang sederhana, sebaliknya kayu sengon adalah kayu daun lebar dengan struktur anatomi yang lebih kompleks. Permeabilitas dan tritabilitas kayu pinus jauh lebih baik dibandingkan dengan kayu sengon sehingga bahan pengawet lebih mudah menembus ke dalam kayu pinus dibandingkan dengan kayu sengon dengan proses pengawetan yang sama.

### Daya tahan kayu terhadap serangan rayap kayu kering

Mortalitas rayap kayu kering pada contoh uji kayu pinus dan sengon yang telah diawetkan dengan proses sel penuh dan sel kosong ditampilkan pada Tabel 3. Setelah selama 4 minggu diumpakan, mortalitas rayap kayu kering pada kayu yang diawetkan berkisar antara 90-100%, sementara kayu kontrolnya sebesar 40-44%. Meskipun kandungan bahan pengawet yang masuk ke dalam kayu berbeda ternyata daya racunnya terhadap rayap kayu kering tetap sama.

Tabel 3 Mortalitas rayap kayu kering pada kayu pinus dan sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh dan sel kosong

Proses pengawetan	Kedalaman (mm)	Mortalitas (%)	
		Pinus	Sengon
Sel penuh	0-5	100	100
	5-10	100	96
	10-15	100	100
	15-20	100	100
	20-25	96	100
Sel kosong	0-5	100	100
	5-10	100	100
	10-15	96	96
	15-20	100	90
	20-25	96	90
Kontrol		40	44

Meskipun pada akhir pengamatan masih terdapat beberapa ekor rayap kayu kering yang masih hidup pada contoh uji kayu yang diawetkan, namun kondisinya sudah lemah, pergerakannya lambat, dan sekujur tubuhnya berwarna coklat tua. Ini sangat berbeda dibandingkan dengan sisa rayap yang masih hidup pada kayu kontrol (tidak diawetkan). Bahan pengawet Wolmanit CB termasuk racun kronis bukan racun akut karena efek racun ini pada rayap tidak terlihat langsung pada awal pengujian. Pada minggu pertama setelah pengumpanan mortalitas rayap kayu kering pada kayu yang diawetkan dan kayu kontrol tidak jauh berbeda, namun telah menunjukkan gejala keracunan dengan warna tubuh seperti terbakar (coklat) pada contoh uji kayu yang diberi bahan pengawet. Pada minggu ke dua dan ketiga mortalitas rayap terlihat berbeda pada kayu yang diawetkan dan kayu kontrol.

### Kesimpulan

Retensi bahan pengawet pada kayu yang diawetkan dengan proses sel penuh lebih tinggi dibandingkan dengan proses sel kosong. Retensi bahan pengawet kayu

pinus pada proses pengawetan yang sama lebih tinggi dibandingkan dengan kayu sengon. Penetrasi tembaga pada kayu sengon yang diawetkan dengan proses sel kosong lebih rendah dibandingkan dengan proses sel penuh. Distribusi tembaga dan krom pada kayu pinus dan sengon yang diawetkan dengan proses sel penuh relatif merata dari bagian terluar ke bagian terdalam kayu dan cenderung menurun pada proses sel kosong. Analisis kuantitatif bahan aktif dari bahan pengawet dapat mendeteksi bahan pengawet yang masuk dengan ketelitian yang jauh lebih tinggi dibandingkan deteksi dengan uji penetrasi secara kualitatif menggunakan pereaksi tertentu. Seluruh bagian kayu pada kayu pinus dan kayu sengon yang diawetkan baik secara sel penuh maupun sel kosong ampuh mencegah serangan rayap kayu kering.

### Daftar Pustaka

- Achmadi SS. 1991. *Kimia Kayu*. Bogor: Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB.
- Davies DL, Henry WT. 1965. Preervative distribution as found in

- field exposure stakes and its potential effect on performance. *Proceeding American Wood Preservers Association* 67:37-42
- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 1987a. *Pedoman Pengawetan Kayu untuk dengan Cara Pemulasan, Pencelupan dan Rendaman*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum. 1987b. *Spesifikasi Kayu Awet untuk Perumahan dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Febrianto F, Hidayat W, Samosir TP, Lien HC, Song HD. 2010. Effect of strand combination on dimensional stability and mechanical properties of oriented strand board made from tropical fast growing species. *J Bio. Sci.*10(3):267-272.
- Hidayat W, Carolina A, Febrianto F. 2013. Physical, mechanical and durability properties of OSB prepared from CCB treated from fast growing tree species. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 11(1): 55-62
- Hunt GM, Garatt GA. 1986. *Pengawetan Kayu*. Yusuf M, penerjemah. Jakarta: Akademika Pressindo. Terjemahan dar: *Wood Preservation*.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 2012. *Statistika Kehutanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kehutanan Indonesia.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawira SA, Kadir K. 1989. *Atlas Kayu Indonesia* Jilid I. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Nicholas DD. 1988. *Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan*. Yoedodibroto H, penerjemah. Yogyakarta: Airlangga University Press.
- Nur MA, Adijuwana H. 1989. *Teknik Spektroskopi dalam Analisis Biologis*. Bogor: Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB.
- Siau JF. 1971. *Flow in Wood*. Syracuse Wood Science Series. New York: Syracuse University Press.
- Supriana N, Abdurrohman S, Barly, Jasni, Djarwanto, Malik J, Muslich M, Martono D, Permadi P. 2003. Study on *The Function of Wood Preservation for Building in Relation to Sustainable Forest Management*. Bogor: Research and Development Centre for Forest Products Technology.
- Tobing TL. 1977. *Pengawetan Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Wahyudi I. 1991. Pengaruh peubah pemasakan terhadap pernoktahan [Tesis]. Bogor: Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Riwayat naskah (*article history*)  
Naskah masuk (*received*): 24 Juli 2013  
Diterima (*accepted*): 12 September 2013