

DAYAGUNA CAMPURAN SODA ABU - BORAKS SEBAGAI ANTI JAMUR BIRU DAN RAYAP

(Anti-sapstain and Termite Performance of Soda ash - Borax Mixtures)

Oleh/By :

Barly¹, Agus Ismanto¹ & Dominicus Martono¹

Email: barlyrita@gmail.com

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610 Telp./Fax: 0251-8633413, 8633378

Diterima 15 Juni 2011, disetujui 30 Juni 2011

ABSTRACT

*In many hardwood timbers the sapwood is susceptible to attack by sapstain and several woods destroying insects. Boron preservative is relatively harmless to human being and to livestock. Wood preservatives based borax have been formulated by adding soda ash. The wood specimens were treated in 5% (w/v) solution of five conditions borax-soda ash compound i.e. 1.0 : 1.5; 1.5 : 1.0; 1.0 : 1.0; 2.0 : 1.0, and 1.0 : 2.0 (w/w). Observation of soda ash-borax mixtures efficacy was performed after exposure to sap-stain, subterranean termite *Coptotermes curvignathus* Holmgren and dry wood termite *Cryptotermes cynocephalus* Light with choose methods. In the results, lower anti-termite indicates of 5% solution soda ash-borax formulation (1.0 : 2.0) net dry salt retention expressed in terms of boric acid equivalent 7.23 kg/m³ and anti sap stain indicates very good class with 4 week protection times.*

Keywords : Borax, soda ash, subterranean termite, dry wood termite, sap-stain

ABSTRAK

Kebanyakan kayu gubal dari jenis kayu keras mudah diserang jamur pewarna dan serangga perusak kayu. Bahan pengawet boron relatif aman bagi manusia dan binatang peliharaan. Bahan pengawet dengan bahan dasar borak dan ditambah soda abu telah diformulasi. Contoh kayu diawetkan dalam larutan 5% (b/v) dari lima kondisi campuran soda abu-boraks, yaitu 1,0 : 1,5; 1,5 : 1,0; 1,0 : 1,0; 2,0 : 1,0, dan 1,0 : 2,0 (b/b). Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi toksisitas formulasi campuran boraks-soda abu terhadap rayap dan jamur pewarna kayu. Hasil pengujian menunjukkan larutan 5% campuran soda abu - boraks (1,0 : 2,0) yang dinyatakan sebagai asam borat (H₃BO₃) pada retensi 7,23 kg/m³ terbukti efektif mencegah rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren dan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light., serta dapat digolongkan ke dalam kelas efikasi sangat baik dengan masa proteksi 4 minggu terhadap jamur pewarna biru.

Kata kunci : Boraks, soda abu, rayap tanah, rayap kayu kering, jamur biru

I. PENDAHULUAN

Pengawetan kayu pada dasarnya merupakan tindakan pencegahan (*preventive*), mengacu pada penggunaan bahan kimia tunggal atau campuran yang dimasukkan ke dalam kayu, dapat mencegah kerusakan kayu terhadap salah satu atau kombinasi antara; pelapukan (*decay*), serangga (*termite*), binatang laut (*marine borer*), api (*fire*), cuaca (*weathering*), penyerapan air dan reaksi kimia (Anonim, 1976). Bahan pengawet kayu yang beredar di Indonesia seperti tercantum dalam Anonim (2003), adalah produk impor, beberapa di antaranya mengandung asam borat atau boraks. Boraks dan asam borat banyak digunakan sebagai bahan pengawet kayu karena mempunyai toksisitas yang rendah (Yamauchi *et al.*, 2007; Mampe, 2010). Secara tunggal kelarutan boraks dan asam borat dalam air pada suhu kamar relatif rendah, yaitu masing-masing 1,3% dan 2,6% (Lange, 1967), sehingga dalam praktek pengawetan kayu lazim dipakai larutan campuran boraks dan asam borat (1,00 : 1,52). Larutan tersebut dinyatakan sebagai setara asam borat (*boric acid equivalent* = BAE) yang dipakai sebagai dasar perhitungan retensi (Anonim, 1962). Boraks telah lama digunakan bersama natrium-pentaklorofenol (NaPCP) dalam pencegahan jamur pewarna (*blue stain*). Penambahan boraks dalam jumlah banyak dapat meningkatkan pH larutan, karena boraks bersifat basa dan pencampurannya dengan fungisida lain mempunyai harapan besar (Richardson, 1978). Penggunaan natrium karbonat dan amonium karbonat dalam mengendalikan jamur biru secara laboratorium telah dilakukan Hulme dan Thomas (1979). Sebagai bahan antiseptik, natrium karbonat sudah lebih dari 80 tahun digunakan (Anonim, 1921). Weis dan Barnum *dalam* Hunt dan Garratt (1986) menyarankan dipakai larutan 5-10% natrium bikarbonat. Sheilds *et al.* (1974) membuat formulasi campuran seng oksida, amonium karbonat dan amoniak sebagai inhibitor jamur pada kayu pinus dengan hasil cukup baik. Yusuf dan Taeshi (2005) membuat formulasi campuran boraks, tembaga sulfat dan seng sulfat dan mengujinya terhadap rayap tanah. Efektivitas suatu formulasi selain bergantung pada jenis kayu juga lingkungan di mana bahan digunakan. Formulasi yang mungkin baik untuk kayu tusam (*Pinus merkusii*), belum tentu baik untuk kayu karet (*Hevea brasiliensis*). Demikian juga formulasi yang baik untuk kayu yang disimpan di dalam ruangan belum tentu baik jika digunakan di luar ruangan. Hasil pengujian Barly dan Martono (2010), larutan 10% amonium karbonat-boraks dan larutan 8% natrium karbonat-boraks masing-masing efektif terhadap jamur biru pada kayu tusam dan kayu karet yang disimpan di dalam ruangan dalam rentang waktu tiga dan empat minggu. Penelitian ini merupakan rangkaian kegiatan formulasi untuk mendapatkan bahan pengawet yang murah tetapi efektif terhadap jamur biru dan rayap sebagai substitusi produk impor dengan tujuan mengurangi bahan pengawet impor.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan Kayu

Bahan kayu sebagai media pengujian digunakan kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) karena memiliki sifat sangat rentan terhadap rayap dan jamur perusak kayu. Untuk pengujian efikasi bahan pengawet terhadap jamur biru digunakan kayu gergajian segar atau basah. Sedangkan untuk pengujian efikasi terhadap rayap kayu kering dan rayap tanah digunakan kayu kering udara. Dolok digergaji dijadikan papan, diangin-anginkan dan dibuat contoh uji berukuran 50 mm x 25 mm x 20 mm untuk pengujian rayap kayu kering (RKK), 25 mm x 25 mm x 5 mm untuk pengujian rayap tanah (RT). Untuk tiap tingkat konsentrasi dan kontrol masing-masing disediakan 5 buah contoh uji sebagai ulangan atau jumlah contoh untuk setiap pengujian berjumlah 30 buah.

B. Bahan Kimia

Boraks, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ merupakan garam natrium subklas karbonat sebagai agen pembersih yang banyak digunakan dalam industri non pangan, seperti untuk menghilangkan bau pada keranjang sampah yang disebabkan oleh bakteri. Natrium karbonat, Na_2CO_3 disebut soda abu atau soda kue banyak digunakan dalam pembuatan sabun dan detergent.

Formulasi campuran natrium karbonat dan boraks dibuat dengan perbandingan berat 1,0 : 1,5; 1,5 : 1,0; 1,0 : 1,0; 2,0 : 1,0 dan 1,0 : 2,0. Untuk keperluan pengujian efikasi formulasi dari bahan tersebut dibuat larutan 5% dengan berat jenis (BJ) dan pH larutan seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

C. Pengawetan

Untuk pengujian efikasi terhadap jamur biru, contoh uji diawetkan dengan cara dicelupkan ke dalam larutan selama 5 menit. Sedang untuk uji efikasi terhadap rayap

Tabel 1. Komposisi, berat jenis dan pH larutan 5% campuran soda ash boraks
Table 1. Composition, specific gravity, pH, 5% solution soda ash borax

No	Soda abu : Boraks ,b/b) (Soda ash : Borax, w/w)	BJ (SG) ¹⁾	pH ²⁾	T° C ¹⁾
1	1,0: 1,0	1,0315	11	29
2	1,0 : 1,5	1,0295	11	29
3	1,5 : 1,0	1,0350	11	29
4	2,0 : 1,0	1,0350	10	28
5	1,0 : 2,0	1,0280	10	29,5

Keterangan (*Remarks*) : ¹⁾hydrometer Holzschutz Chemische Fabrik Weyl GmbH Spindel fur eine Dichte 20°/20° C, ²⁾ universal indikator, pH 0-14, MERCK

Diawetkan dengan cara vakum-tekan menggunakan bagan: vakum awal pada 500 mm Hg selama 15 menit, tekanan hidraulis pada 10 atm selama 30 menit, dan vakum akhir pada 500 mm Hg selama 15 menit. Banyaknya larutan yang diserap oleh kayu digunakan untuk menetapkan retensi yang dinyatakan dalam kg/m³, dihitung dengan memakai rumus berikut:

$$R = (A \times K \times BJ) V$$

Dimana : A = larutan yang diabsorpsi (kg)

R = target retensi (kg/m³),

V = volume kayu yang diawetkan (m³),

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

Contoh uji yang sudah diawetkan selanjutnya diangin-anginkan dalam ruangan sampai mencapai kadar air kering udara.

D. Metode Pengujian

1. Pengujian terhadap jamur biru

Semua contoh kayu uji dicelupkan ke dalam larutan bahan pengawet tersebut di atas selama 2-3 menit sampai seluruh permukaan kayu basah. Banyaknya larutan yang digunakan berkisar 150 - 200 ml/m² luas permukaan kayu. Kayu yang sudah diobat termasuk blanko ditumpuk menggunakan *sticker* di ruang terbuka di bawah naungan. Penyimpanan contoh uji termasuk blanko dilakukan secara acak dan ditumpuk menjadi satu tumpukan. Pengukuran serangan jamur biru pada bagian permukaan dilakukan pada minggu kesatu, kedua, ketiga dan keempat dengan cara mengukur luas permukaan contoh yang mengalami perubahan warna. Pengukuran serangan jamur biru yang menembus pada bagian dalam (*internal*) kayu dilakukan pada pengamatan minggu keempat dengan cara membelah memanjang tepat pada bagian tengah tebal contoh uji. Luas serangan diukur dengan menggunakan bantuan plastik lembaran yang sudah dibuat kotak. Intensitas serangan dihitung dengan membandingkan luas serangan

dengan luas seluruh permukaan contoh uji, dinyatakan dalam persen. Data yang diperoleh ditabulasi, dihitung rata-ratanya dan kriteria penilaian serta keadaan serangan jamur biru dapat dilihat dalam Tabel 2.

Efektivitas formulasi ditetapkan berdasarkan konsentrasi terendah di mana tidak terdapat serangan jamur biru dengan patokan bahwa tidak terjadi serangan jika persentase serangannya kurang dari 5%. Sedangkan lama waktu suatu formulasi pada konsentrasi tertentu dapat menahan serangan, dinyatakan dalam minggu, disebut masa proteksi dan kelas efikasinya seperti pada Tabel 3 (Martawijaya dan Martono, 1983). Kadar air kayu dinyatakan dalam persen, ditetapkan dengan cara penimbangan berat sebelum dan sesudah dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai bobot tetap.

Tabel 2. Nilai (%) dan keadaan serangan jamur biru
Table 2. Scoring (%) and surface area infected by sap-stain

Nilai (<i>Scoring</i>)	Keadaan serangan (<i>Surface area stained</i>)
100	Hebat sekali (<i>Very heavily</i>)
90	Hebat (<i>Heavily</i>)
70	Sedang (<i>Moderate</i>)
40	Sedikit (<i>Slightly</i>)
0	Utuh (<i>Unimpaired</i>)

Sumber (*Source*) : Martawijaya dan Martono (1983).

Tabel 3. Klasifikasi efikasi pestisida
Table 3. Effication pesticides classification

Masa proteksi (<i>Protection times</i>), Minggu (<i>Week</i>)	Kelas efikasi (<i>Effication class</i>)
0	Tidak efektif (<i>No efective</i>)
1	Kurang (<i>Do not quite</i>)
2	Sedang (<i>Moderate</i>)
3	Baik (<i>Good</i>)
4	Sangat baik (<i>Very good</i>)

Sumber (*Source*) : Martawijaya dan Martono (1983).

2. Pengujian terhadap rayap kayu kering

Untuk pengujian efikasi terhadap rayap kayu kering (RKK) mengacu pada cara yang dilakukan oleh Martawijaya (1994), dengan rayap penguji dipakai jenis *Cryptotermes cynocephalus* Light. Pada salah satu sisi terlebar setiap contoh uji dipasang tabung gelas berdiameter 1,8 cm dengan tinggi 3,5 cm. Ke dalam tabung gelas tersebut dimasukkan 50 ekor pekerja kayu kering *C. cynocephalus* yang sehat dan aktif. Contoh uji yang telah diisi rayap kemudian disimpan di tempat gelap selama 12 minggu. Pada akhir pengujian ditetapkan mortalitas rayap pada masing-masing contoh uji. Mortalitas rayap dinyatakan dalam persen, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K_{ij} = \frac{M_{ij}}{\Sigma M} \times 100 \%$$

Di mana: K_{ij} = % mortalitas rayap pada contoh uji ke-j dan konsentrasi ke-i, M_{ij} = jumlah rayap yang mati pada contoh uji ke-j dan konsentrasi ke-i, ΣM = jumlah rayap awal

Sementara itu derajat proteksi ditentukan melalui pemberian nilai (*scoring*) dalam skala berikut :

Nilai	Keadaan
100	Utuh (tidak diserang)
90	Sedikit (nyata dipermukaan)
70	Sedang (masuk belum meluas)
40	Hebat (masuk sudah meluas)
0	Hebat sekali (hancur)

Bekas gigitan tipis pada permukaan kayu (*surface nibbles*) tidak dianggap sebagai serangan nyata. Pengujian dianggap berhasil jika mortalitas rayap pada contoh uji kontrol tidak melebihi 55% dengan nilai derajat proteksi 70 atau kurang. Efikasi terhadap rayap kayu kering ditetapkan berupa konsentrasi terendah yang menunjukkan mortalitas rayap 100%.

3. Pengujian terhadap rayap tanah

Untuk pengujian efikasi terhadap rayap tanah (RT) mengacu pada cara yang dilakukan oleh Martawijaya (1994), dengan rayap penguji dipakai jenis *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Masing-masing contoh uji dimasukkan ke dalam jampot dengan cara meletakkannya berdiri pada dasar jampot dan disandarkan sedemikian rupa sehingga salah satu bidang yang terlebar menyentuh dinding jampot. Ke dalam jampot tersebut dimasukkan pasir lembab sebanyak 200 g yang mempunyai kadar air 7% di bawah kapasitas menahan air (*water holding capacity*). Selanjutnya ke dalam setiap

jampot dimasukkan 200 ekor rayap tanah *C. curvignathus* yang sehat dan aktif dengan komposisi 90% rayap pekerja dan 10% rayap prajurit. Kemudian jampot yang sudah diisi rayap tanah disimpan di tempat gelap selama 4 minggu. Setiap minggu aktivitas rayap di dalam jampot diamati dari luar dan dicatat. Selanjutnya masing-masing jampot ditimbang. Jika kadar air pasir turun 2% atau lebih, ke dalam jampot tersebut ditambahkan air secukupnya sampai kadar airnya kembali seperti semula, yaitu 7% di bawah kapasitas menahan air. Pada akhir pengujian ditetapkan mortalitas rayap tanah pada masing-masing contoh uji. Derajat proteksi ditetapkan secara visual berdasarkan cara yang sama dengan pengujian terhadap rayap kayu kering.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Efikasi Terhadap Jamur Biru

Kadar air kayu basah sampai minggu keempat yang ditetapkan pada saat pengamatan secara berurut adalah 71,64%, 58,03%, 44,96%, 38,05% dan 34,17% dengan kelembaban udara (Rh) berkisar antara 80-88% pada suhu ruang antara 27° - 29° C. Kadar air kayu cenderung turun meskipun belum maksimal, karena jamur biru masih dapat tumbuh dan baru tidak aktif jika kadar air kayu $\leq 20\%$ (Smith, 1977 ; Richardson, 1978). Hasil pengujian efikasi terhadap jamur biru yang dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada musim hujan bulan Pebruari - Maret 2010 dan musim kemarau bulan April - Mei 2010, intensitas serangan seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Luas serangan jamur biru pada waktu pengamatan
Table 4. Surface area infected by sap stain at observation period

Kode (Code)	Komposisi (Compositation) (w/w) Soda abu : boraks (Soda ash : borax)	Luas serangan jamur biru (<i>Surface area infected by sap stain</i>),%									
		Waktu pengamatan (<i>Observation period</i>), Minggu (<i>Week</i>)									
		Pengujian 1 (<i>Testing 1</i>)					Pengujian 2 (<i>Testing 2</i>)				
		1	2	3	4	Internal	1	2	3	4	Internal
	1,0:1,5	0,0	0,5	1,3	5,3	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
	1,5:1,0	0,5	14,2	42,4	57,6	41,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,0:1,0	0,0	0,0	5,0	7,4	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,0:1,0	0,0	2,6	1,6	2,6	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
	1,0:2,0	0,0	0,0	1,6	2,1	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0	19,7	34,2	58,1	75,5	58,3	29,0	31,4	34,3	39,6	9,5
M	0	3,3	18,4	30,0	33,3	41,7	-	-	-	-	-

Keterangan (*Remarks*): K= kontrol contoh yang tidak diobat (*untreated sample as control*), M= kontrol dengan pemakaian metilen bis tiosianat bahan pengawet terdaftar dan diizinkan (*control used by methylen bis thiocyanate legal preservative*), pengujian 1 musim hujan (*testing 1 rain season*) (3 /2/2010-3/3/2010); pengujian 2 musim kering (*testing 2 dry season*) (15/4/2010-15/5/2010).

Pada Tabel 3, diketahui bahwa hasil pengujian ke-1, tampak intensitas serangan pada bagian dalam kayu untuk semua formulasi, kontrol dan pembanding cenderung tinggi, yakni lebih dari 5%. Berdasarkan hasil penelitian Barly dan Martono (2010), larutan 10% amonium karbonat-boraks dan larutan 8% natrium karbonat-boraks masing-masing efektif terhadap jamur biru pada kayu tusam dan kayu karet yang disimpan di dalam ruangan dalam rentang waktu tiga dan empat minggu. Natrium karbonat atau soda abu dalam hal ini berfungsi untuk menjaga atau mempertahankan pH larutan serta berfungsi mencegah dan membunuh *mold*. (Anonim, 2011) lebih baik dari metilena bis tiosianat (MBT) yang sudah terdaftar dan dianjurkan untuk digunakan dalam pengendalian jamur biru (Anonim, 2003). Keadaan itu mungkin disebabkan kayu sudah lama ditebang dan terlambat diangkut karena musim hujan dengan curah hujan cukup tinggi. Pada pengujian ke-2 prosentase serangan pada bagian internal jauh di bawah persyaratan yang diizinkan, yaitu 5%, karena pada waktu itu musim kering, hujan relatif kurang. Semua formulasi menunjukkan hasil sangat baik sampai dengan masa proteksi 4 minggu.

B. Efikasi Terhadap Rayap

Hasil perhitungan retensi dengan menggunakan faktor konversi boraks ke dalam asam borat diperoleh hasil rata-rata seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 5. Rata-rata retensi asam borat pada contoh uji kayu
Table 5. Average of boric acid retention in wood sample

Rayap (<i>Termites</i>)	Retensi H ₃ BO ₃ pada tingkat campuran natriumkarbonat : boraks (H ₃ BO ₃ retention at formulation level soda-ash-borax), kg/m ³				
	1,0:1,5	1,5:1,0	1,0:1,0	2,0:1,0	1,0:2,0
Rayap kayu kering (<i>Dry wood termite</i>)	9,172	6,516	7,398	10,079	5,314
Rayap tanah (<i>Subterranean termite</i>)	12,524	8,600	11,101	14,512	7,250

Efektivitas merupakan daya bunuh pestisida terhadap organisme perusak, dalam hal ini rayap. Pestisida yang bagus ditunjukkan oleh dosis yang rendah, cukup mengendalikan organisme perusak (Novizan, 2002). Hasil pengujian berupa nilai rata-rata mortalitas dan derajat proteksi untuk masing-masing perlakuan pada konsentrasi yang sama dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6. Mortalitas dan derajat proteksi rayap tanah serta rayap kayu kering
Table 6. Mortality and protection degree of subterranean termite and dry wood termite

Komposisi (Composition), w/w	Rayap tanah (Subterranean termite)		Rayap kayu kering (Dry wood termite)	
	Mortalitas (Mortality),%	Derajat Serangan (Attack degree)	Mortalitas (Mortality),%	Derajat Serangan (Attack degree)
1,0; 1,5	100 ± 0	100	100 ± 0	90
1,5:1,0	100 ± 0	100	100 ± 0	90
1,0:1,0	100 ± 0	100	100 ± 0	90
2,0:1,0	100 ± 0	100	100 ± 0	90
1,0:2,0	100 ± 0	100	100 ± 0	90
Kontrol (Control)	20,20	52	37,20	70

Pada semua formulasi yang dicoba terhadap rayap tanah diperoleh mortalitas 100% dan derajat proteksi 100. Sementara itu, hasil pengujian terhadap kayu kering diperoleh hasil mortalitas 100% dan derajat serangan 90. Disebutkan di atas bahwa pengujian dianggap berhasil jika mortalitas rayap pada contoh uji kontrol 55% dengan nilai derajat proteksi 70 atau kurang. Berdasarkan syarat efikasi terhadap rayap ditetapkan berupa konsentrasi terendah yang menunjukkan mortalitas rayap 100% maka formulasi efektif terhadap rayap kayu kering dan rayap tanah pada larutan didapat pada 5% campuran natrium karborat boraks (1,0 : 2,0) nilai retensi berkisar antara 5,30-7,23 kg/m³. Retensi tersebut lebih rendah dari yang dianjurkan, yaitu 8,0 kg H₃BO₃ untuk kayu bangunan rumah (Anonim, 1962). Dibandingkan dengan hasil penelitian bahan pengawet seng khlorida-dikhromat terhadap rayap kayu kering yaitu retensi 20,56 kg/m³, bahan pengawet yang diuji menunjukkan hasil yang lebih baik, meskipun untuk rayap tanah belum cukup, karena bahan pengawet tersebut tidak mengandung khrom yang bersifat sebagai *fixative* (Barly dan Ismanto, 2008).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Semua formulasi menunjukkan hasil sangat baik untuk dipakai mencegah jamur biru sampai dengan masa proteksi 4 minggu. Penggunaan larutan 5% campuran soda abu - boraks (1,0 : 2,0) dengan nilai retensi setara asam borat 7,23 kg/m³ terbukti efektif terhadap rayap kayu kering dan rayap tanah. Penambahan soda abu atau natrium karbonat dapat mengurangi pemakaian boraks, sehingga biaya pengawetan relatif lebih murah. Formulasi itu, dapat berfungsi ganda selain bersifat pengawetan sementara (*propylactic*) dapat juga bersifat permanen sehingga dua kepentingan dapat dicapai dan secara ekonomis lebih menguntungkan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- , 2003. Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan. Direktorat Pupuk dan Pestisida. Departemen Pertanian. Jakarta.
- , 2011. Sodium carbonate. [http : //anugrahkurniaabadi.indonetnetwork.co.id/811525/soda-ash-dense-sodium-carbonate.htm](http://anugrahkurniaabadi.indonetnetwork.co.id/811525/soda-ash-dense-sodium-carbonate.htm) 8/3/2011. 11.02 AM.
- Barly dan A. Ismanto. 2008. Keefektifan seng khlorida-dikhromat sebagai bahan pengawet kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 26 (4) : 332-341
- Barly dan D. Martono. 2010. Efikasi dua senyawa karbonat terhadap jamur biru. *Prosiding 7th Basic Science National Seminar*.p.III-247-254. Malang 20 Februari 2010. Universitas Brawijaya.
- Hulme, M.A. and J.F. Thomas. 1979. Control of fungal sap stain with alkaline solutions of quaternary ammonium compounds and with tertiary amine salts. *Forest Products Journal* 29(11): 26-29.
- Hunt, G.M dan G.A. Garratt. 1986. Pengawetan Kayu. Terjemahan Mohamad Jusuf. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Lange, N.A. 1967. Handbook of chemistry. McGraw Hill Book Company. New York.
- Mampe, C. D. 2010. Effectiveness and Uses of Barate. <http://www.environment-sensitive.com/effectivenessofborate.htm>. Diakses tanggal 3 Januari 2010.
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemakaian Pestisida. PT Agro Media Pustaka. Tangerang.
- Richardson, B.A. 1978. Wood preservation. The Construction Press Ltd. Lancaster.p.37.
- Sheilds, K.J, Desai, R.L. and Clarke, M.R. 1974. Ammoniacal zinc oxide treatment as an inhibitor of fungi in Pine lumber. *For. Prod. Journal* 24(2): 54-57.
- 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.
- Yusuf. S. dan F. Taeshi. 2005. Ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah dengan perlakuan garam metal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 3 (1). Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia.