

DAYA TAHAN GARIS REKAT LRF PADA KAYU LAMINA MANII TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING

The LRF Glue Line Durability of Manii Laminated Wood Against Dry wood Termite

Adi Santoso dan Jasni

ABSTRACT

Lignin is one of the principal components constituting wood bulk, besides cellulose and hemi cellulose. It consists of poly-phenolic molecules, serving as a binding agent, which holds the wood cells together. Lignin is also credited with imparting rigidity or stiffness to the wood, rendering its body effectively resistant to the mechanical forces imposed on it. Considering and evaluating the specific attributes of lignin, an idea has come-up to utilize it as a binder or glue in the manufacture of particleboard, plywood, or other wood products.

The lignin in the sulphate's black liquor (known as Kraft lignin) has a strong affinity when being reacted with formaldehyde to form lignin formaldehyde adhesives; and to increase the bonding strength quality, the lignin is further co-polymerization with resorcinol to form lignin resorcinol formaldehyde (LRF) resins. The resin can be employed in the manufacture of particular glued wood products such as finger-jointed wood assembly and glue laminated lumber (glulam).

The research was aimed to determine the optimum composition of mole ratio in LRF glue and its pressing duration in laminated wood manufacture for construction qualities with high durability on against dry wood termite. The adhesive was prepared by mixing the isolated lignin, resorcinol and formaldehyde at various mole ratios L : R : F (1 : 0.5 : 2; 1 : 0,7 : 2; 1: 0,9 : 2 and control) respectively, and the pressing duration was employed by 3, 6, 12 and 24 hours at room temperature. The research results showed that the higher the resorcinol content, the longer pressing time, the higher the mortality and the lower weight loss. The mortality reaches 91.67 % and weight loss 2.17 %.

Key words: *resorcinol, pressing time, laminated wood, mortality*

ABSTRAK

Lignin merupakan komponen utama penyusun kayu selain selulosa dan hemiselulosa. Ia terdiri dari molekul-molekul senyawa polifenol yang berfungsi sebagai pengikat sel-sel kayu satu sama lain, sehingga menjadi keras dan kaku, selain itu mengakibatkan kayu mampu meredam kekuatan mekanis yang dikenakan terhadapnya. Oleh karena itu memungkinkan untuk memanfaatkan lignin sebagai perekat dan bahan pengikat pada papan partikel, kayu lapis atau produk kayu lainnya.

Lignin yang berasal dari lindi hitam cair (yang dikenal sebagai lignin kraft) memiliki reaktivitas baik bila direaksikan dengan formaldehida sehingga terbentuk perekat lignin formaldehida dan untuk meningkatkan kualitas keteguhan rekatnya, maka lignin dikopolimerisasi dengan resorsinol sehingga terbentuk resin lignin resorsinol formaldehida

(LRF). Resin ini dapat diaplikasikan untuk membuat berbagai produk perekatan seperti papan sambung atau papan lamina (*glulam*).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi nisbah mol yang optimum dari perekat LRF dan waktu kempa yang sesuai dalam pembuatan kayu lamina untuk kualitas konstruksi dengan ketahanan yang tinggi terhadap serangan rayap kayu kering. Perekat dibuat dengan cara mencampurkan lignin isolat, resorsinol dan formaldehida pada berbagai nisbah mol L : R : F (1 : 0,5 : 2; 1 : 0,7 : 2; 1 : 0,9 : 2 dan kontrol) dan waktu kempa yang dikenakan adalah 3, 6 12 dan 24 jam pada suhu kamar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi resorsinol yang terkandung dalam komposisi perekat LRF dan semakin lama waktu kempanya, mortalitas tersebut makin tinggi pula, sementara % kehilangan berat dari produk yang direkatnya makin rendah. Mortalitas tertinggi (91,67 %) dicapai oleh komposisi perekat yang mengandung 0,9 mol resorsinol dengan kehilangan berat (2,17 %).

Kata kunci: resorcinol, waktu kempa, kayu lamina, mortalitas.

PENDAHULUAN

Lignin sebagai limbah dari pembuatan pulp telah digunakan sebagai bahan perekat sejak dikenal pemasakan kayu dengan proses sulfit. Pemanfaatan lignin dari lindi hitam didasari pada mengurangi ketergantungan terhadap kebutuhan perekat sintetis sebagai hasil olahan asal minyak bumi yang merupakan sumber daya tidak terbarukan, mengurangi pencemaran lingkungan dan usaha untuk menekan biaya perekat (Nimz, 1983 *dalam* Pizzi, 1994). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa lignin dapat digunakan untuk membuat perekat lignin formaldehida. Nimz (1983) mengemukakan beberapa penelitian tentang pembuatan perekat Lignin Formaldehida (LF), yang hasilnya menunjukkan bahwa perekat LF tersebut dapat dipakai sebagai perekat kayu lapis tipe eksterior. Pernyataan serupa dikemukakan pula oleh Santoso (1995).

Proses pembentukan perekat Lignin Formaldehida didasarkan pada reaksi polimerisasi antara lignin dan formaldehida membentuk polimer lignin formaldehida. Namun dalam reaksi polimerisasi tersebut berjalan tidak sempurna. Untuk menyempurnakan polimerisasi tersebut, dalam prosesnya dapat ditambahkan bahan lain sebagai kopolimer, seperti fenol atau resorsinol sehingga membentuk polimer lignin fenol formaldehida atau lignin resorsinol formaldehida.

Beberapa penelitian yang dilakukan kemudian dalam pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida oleh Suprihadhi (2000) dan Suhandi (2000), masih belum menunjukkan hasil kualitas perekat yang memuaskan. Penelitian yang dilakukan Suhandi (2000), menghasilkan kualitas perekat Lignin Resorsinol Formaldehida yang cepat

menggumpal dalam penggunaannya terhadap kayu lapis tusam. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Suprihadhi (2000), menghasilkan perekat Lignin Resorsinol Formaldehida dalam penggunaannya terhadap kayu lamina, tetapi mutu keteguhan gesernya belum memenuhi standar ASTM (Anonim, 1980).

Dalam upaya meningkatkan kualitas perekat lignin, maka dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap perbandingan penambahan resorsinol dan variasi waktu kempa. Diharapkan dari penelitian ini dapat dihasilkan produk perekat berbahan dasar lignin yang mampu digunakan sebagai perekat kayu lamina untuk penggunaan kayu konstruksi. Perbandingan mol resorsinol yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 ; 0,7 ; 0,9. Dari ketiga konsentrasi tadi akan dicari perbandingan mol resorsinol yang tepat untuk pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida. Pemilihan perbandingan di bawah 1 mol didasarkan bahwa resorsinol hanya berperan sebagai bahan aditif yang menyempurnakan reaksi polimerisasi lignin dengan formaldehida. Penggunaan perbandingan di atas 0,5 mol karena pada penelitian terdahulu oleh Suprihadhi (2000) yang menggunakan perbandingan resorsinol 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 tidak memberikan hasil maksimal.

Dalam proses pembuatan produk perekatan kayu, diperlukan pengempaan. Menurut Sutigno (1988) ada 3 faktor yang mempengaruhi kondisi pengempaan, yaitu waktu kempa, suhu kempa, dan tekanan kempa. Suhu dan tekanan pada penelitian ini dijadikan variabel tetap. Suhu kempa dilaksanakan pada suhu kamar (pengempaan dingin), dan tekanan kempa adalah sebesar 15 kg/cm². Sedangkan yang dijadikan variabel tidak tetap adalah waktu kempa. Dalam hal ini akan dicari waktu kempa optimum yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas daya rekat resin LRF pada kayu lamina dari variasi waktu kempa 3, 6, 12, dan 24 jam. Sebagaimana diketahui bahwa waktu kempa yang kurang akan menyebabkan proses pemadatan perekat kurang sempurna, sedangkan waktu kempa yang terlalu lama akan menaikkan biaya produksi dan tidak efisien.

Tujuan penelitian adalah mendapatkan komposisi perekat lignin resorsinol formaldehida dan waktu kempa yang sesuai untuk kayu lamina tipe eksterior untuk penggunaan konstruksi sehingga memenuhi persyaratan kualitas perekatan, baik secara mekanis maupun biologis.

Dalam makalah ini pembahasan lebih difokuskan pada ketahanan garis rekat terhadap serangan rayap kayu kering, mengingat penggunaan produk yang direkat dengan

LRF ini adalah sebagai kayu konstruksi. Sementara sifat keteguhan rekat dan sifat mekanis lainnya dibahas dalam makalah lain.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah lignin hasil isolasi dari lindi hitam kraft, resorsinol, formaldehida, paraformaldehida, NaOH, aquades dan kayu Manii ukuran (2 x 5 x 40) cm.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah gergaji, alat pelabur perekat, mesin kempa, oven, tanur, timbangan, penangas, pH meter, viscometer, picnometer, desikator, alat uji keteguhan geser, dan seperangkat peralatan gelas kimia.

Metode

Isolasi lignin dari lindi hitam dilakukan dengan mengendapkan lindi hitam dengan larutan H₂SO₄ 2 N, kemudian disaring. Endapan lignin yang terbentuk kemudian dilarutkan dengan NaOH 0,1 N dan disaring. Lalu diendapkan kembali dengan larutan H₂SO₄ 2 N dan disaring lagi. Hasil yang didapat kemudian dikeringkan pada suhu 50°C - 60°C. Proses ini mengacu pada prosedur Kim, *et. al.* (1987).

Lignin isolat yang telah diperoleh dengan cara tersebut di atas selanjutnya dibuat perekat LRF dengan komposisi sebagai berikut:

Lignin (mol)	Resorsinol (mol)	Formaldehida (mol)
1	0,5	2
1	0,7	2
1	0,9	2

Pembuatan kayu lamina dilakukan dengan cara sebagai berikut: kayu manii yang telah disiapkan kemudian dibersihkan dan dilaburi dengan perekat campuran Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) dengan pengeras (paraformaldehida sebanyak 5 % dari bobot perekat cair) pada salah satu sisi kayu dengan bobot labur 170 g/m². Setelah pelaburan merata, potongan kayu direkatkan dengan kayu lainnya. Selanjutnya lamina

dikempa dingin masing-masing selama 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan didiamkan pada suhu ruang selama satu minggu sebelum dilakukan pengujian ketahanan terhadap serangan rayap kayu kering.

Kayu manii yang sudah dibuat menjadi kayu lamina dengan berbagai kadar resorsinol, dipotong-potong dengan panjang 5 cm, lebar 2,5 cm dan tebal 2cm, dengan beberapa tingkat waktu pengempaan (3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam) Banyaknya ulangan untuk masing-masing kadar resorsinol adalah 6. Pada salah satu sisi terlebar yang ada garis rekatnya mengandung resorsinol pada masing-masing contoh uji tersebut dipasang semprong kaca yang berdiameter 1,8 cm dengan ukuran tinggi 3 cm. Ke dalam semprong kaca tersebut dimasukkan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.) sebanyak 50 ekor rayap pekerja yang sehat dan aktif, kemudian contoh uji tersebut disimpan di tempat gelap selama 12 minggu.

Pengamatan dilakukan pada contoh uji setelah mencapai waktu akhir penelitian yaitu setelah 12 minggu. Pada akhir pengujian ditetapkan kematian (*mortality*), penurunan berat (*weight loss*) akibat serangan rayap dan derajat serangan. Penentuan derajat serangan rayap kayu kering (Tabel 1) dilakukan dengan menggunakan skala seperti yang dilakukan oleh Padlinurjaji, Nandika dan Setiawan (1988).

Tabel 1. Derajat serangan rayap kayu kering

Tingkat	Kondisi contoh uji	Nilai
A	Utuh, tidak ada serangan	0
B	Ada bekas gigitan rayap	1-20
C	Serangan ringan berupa saluran yang tidak dalam dan lebar	21-40
D	Serangan berat, berupa saluran yang dalam dan lebar	41-60
E	Kayu hancur, kurang lebih 50% kayu habis dimakan rayap	61-80

Untuk mengetahui pengaruh kadar resorsinol dan lama waktu pengempaan terhadap ketahanan garis rekat kayu lamina maka dilakukan sidik ragam dengan menggunakan program mikrostat. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan, dilakukan uji Duncan (Steel dan Torrie, 1993). Pengaruh resorsinol terhadap serangan rayap kayu kering dianalisis secara statistik non parametrik yaitu uji Kruskal-Wallis menggunakan program mikrostat (Mustafa, 1990)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efikasi bahan resorsinol dinilai berdasarkan ketahanan garis rekat kayu lamina terhadap serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light).

Mortalitas

Parameter yang digunakan untuk menilai kemampuan bahan resorsinol dalam perekat berbahan dasar lignin terhadap serangan rayap kayu kering adalah jumlah kematian (mortalitas). Untuk mengetahui pengaruh kadar resorsinol dan lama pengempaan kayu lamina terhadap mortalitas rayap kayu kering dilakukan sidik ragam, hasilnya tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan sidik ragam kematian rayap kayu kering pada kayu lamina

Sumber keragaman	F Hitung (F-calculated)
Kadar resorsinol	52,13**
Waktu pengempaan	11,63**

Keterangan : ** = sangat nyata

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian resorsinol dan lama waktu pengempaan berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas rayap kayu kering. Mortalitas rayap kayu kering meningkat dengan meningkatnya kadar resorsinol dan bertambah lamanya waktu pengempaan. Mortalitas rayap kayu kering terendah terjadi pada kontrol, yaitu rata-rata 52,66 % dan tertinggi pada kadar resorsinol 0,9 mol dengan rata-rata 91,67% dan lama pengempaan 24 jam, makin tinggi kadar resorsinol dan lama pengempaan akan mempengaruhi kematian rayap. Dengan semakin lamanya pengempaan, resorsinol akan lebih banyak menyebar dan terserap dalam kayu, sehingga kayu itu akan tahan terhadap rayap. Namun demikian perbedaan yang nyata hanya terjadi pada lamanya pengempaan 3 jam dengan 6 jam saja, sedangkan pemakaian waktu kempa selama 6 - 24 jam tidak berbeda nyata.

Menurut Jasni dan Supriana (1992), percobaan dianggap berhasil jika jumlah kematian rayap pada contoh uji tidak kurang dari 55%. Untuk mengetahui pada tingkat kadar berapa dan lama waktu pengempaan mana yang memberikan perbedaan yang

sangat nyata di antara kadar resorsinol tersebut, maka dilakukan uji beda nyata Duncan's (Tabel 3).

Tabel 3. Uji beda kematian rayap kayu kering (%) pada berbagai tahap perlakuan kadar resorsinol dan lamanya pengempaan kayu lamina

Kadar resorsinol (mol)	Lama pengempaan (jam)			
	3 A	6 B	12 B	24 B
	X ± Sd D	X ± Sd D	X ± Sd D	X ± Sd D
Kontrol	52,66 ± 3,31 a	52,66 ± 3,31 a	52,66 ± 3,31 a	52,66 ± 3,31 a
0,5	68 ± 3,59 b	73,33 ± 5,70 b	73,67 ± 4,27 b	74,33 ± 4,01 b
0,7	68,66 ± 3,50 b	78,67 ± 3,05 b	80,67 ± 3,91 b	87 ± 9,90 c
0,9	69,33 ± 3,81 b	78,33 ± 3,55 c	80,67 ± 5,23 b	91,67 ± 9,86 c

Keterangan:
Angka-angka sebaris yang diikuti oleh huruf besar yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan (D). Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan.
Sd = Standar deviasi

Berdasarkan uji beda tersebut dapat dinyatakan bahwa pemakaian resorsinol 0,5 mol dalam komposisi lignin resorsinol formaldehida dengan waktu kempa 6 jam cukup memadai, karena nilai mortalitasnya lebih dari 55 %.

Penurunan Berat

Parameter lain yang digunakan untuk menilai kemampuan bahan resorsinol terhadap serangan rayap kayu kering adalah penurunan berat. Untuk mengetahui pengaruh kadar resorsinol dan lamanya pengempaan terhadap penurunan berat kayu lamina akibat serangan rayap kayu kering dilakukan sidik ragam, hasilnya tercantum dalam Tabel 4.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kadar resorsinol berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan berat, sementara lamanya pengempaan berpengaruh nyata. Penurunan berat kayu lamina sebagai akibat dari serangan rayap kayu kering sejalan dengan meningkatnya kadar resorsinol dan bertambah lamanya pengempaan.

Tabel 4. Ringkasan sidik ragam penurunan berat kayu lamina

Sumber keragaman	F Hitung (F-calculated)
Kadar resorsinol	64,74**
Waktu pengempaan	4,98*

Keterangan : ** = sangat nyata . * nyata

Untuk mengetahui pada tingkat kadar berapa dan lama waktu pengempaan mana yang memberikan perbedaan yang nyata di antara perlakuan tersebut, maka dilakukan uji beda nyata Duncan's (Tabel 5).

Berdasarkan data pada Tabel 5, terlihat bahwa ada hubungan antara kenaikan kadar resorsinol dan lama pengempaan dengan penurunan berat contoh uji. Jika rata-rata ini diperhatikan, maka kenaikan resorsinol dan bertambah lamanya pengempaan akan memperkecil penurunan berat contoh uji. Penurunan berat terkecil terjadi pada kadar resorsinol 0,9 mol dengan lama pengempaan 24 jam, yaitu 2,17 % dan penurunan berat tertinggi pada kontrol, yaitu 5,21 %. Namun bila berpedoman pada tingkat perbedaan secara statistik pemakaian resorsinol sebanyak 0,5 mol dalam komposisi lignin resorsinol formaldehida dengan waktu kempa 6 jam, cukup efektif dalam menahan serangan rayap tersebut.

Tabel 5. Uji beda penurunan berat kayu lamina (%) akibat serangan rayap kayu kering pada berbagai tahap perlakuan kadar resorsinol dan lamanya pengempaan

Kadar resorsinol (mol)	Lama pengempaan			
	3 A	6 B	12 B	24 B
	X ± Sd D	X ± Sd D	X ± Sd D	X ± Sd D
Kontrol	5,21 ± 0,93 a	5,21 ± 0,93 a	5,21 ± 0,93 a	5,21 ± 0,93 a
0,5	4,33 ± 0,92 a	2,39 ± 0,45 b	2,38 ± ,10 b	2,36 ± 0,57 b
0,7	3,13 ± 0,69 b	2,38 ± 1,10 b	2,35 ± 0,77 b	2,34 ± 0,42 c
0,9	2,56 ± 0,39 b	2,39 ± 0,51 c	2,28 ± 0,31 b	2,17 ± 0,99 c

Keterangan:
 Angka-angka sebaris yang diikuti oleh huruf besar yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan (D). Angka-angka selajur yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 % uji Duncan.
 Sd = Standar deviasi

Menurut Howse dan Supriana (1983) *dalam* Martawijaya (1996) penurunan berat adalah salah satu faktor yang menentukan ketahanan bahan. Menurunnya berat kayu akibat serangan rayap, karena dalam kayu mengandung suatu senyawa yang disukai oleh rayap kayu kering. Terjadinya penurunan berat kayu adalah sebagai akibat adanya senyawa dalam kayu yang dimakan rayap tersebut.

Derajat Serangan

Kemampuan suatu bahan untuk mencegah serangan rayap kayu kering dapat pula dinyatakan dalam nilai dan tingkat serangan. Makin tinggi kadar resorsinol dan makin lama waktu pengempaan, makin ringan tingkat serangan rayap kayu kering pada contoh uji. Hal ini tercermin dari makin kecilnya rata-rata skor (nilai) tingkat serangan rayap kayu kering tersebut (Tabel 6).

Tabel 6. Derajat serangan rayap kayu kering pada kayu lamina

Kadar resorsinol (mol)	Lama pengempaan (jam)							
	3		6		12		24	
	N	T	N	T	N	T	N	T
Kontrol	35,17	C	35,17	C	35,17	C	35,17	C
0,5	30,17	C	20,67	C	14,00	B	13,16	B
0,7	26,67	C	15,50	B	11,33	B	9,50	B
0,9	22,83	C	14,83	B	10,00	B	5,83	B

Keterangan : N = Nilai
 T = Tingkat serangan

Hasil Uji Kruskal Wallis terhadap derajat serangan umumnya menunjukkan efikasi resorsinol dan lama pengempaan yang berbeda nyata di mana H_{hitung} (21,31) lebih besar dari H_{tabel} (7,81). Makin tinggi kadar resorsinol dan makin lama pengempaan makin rendah tingkat serangan rayap kayu kering.

Hasil efikasi ini menunjukkan bahwa kadar resorsinol (0,7 mol) dengan lama pengempaan 6 jam cukup efektif menahan serangan rayap kayu kering pada kayu lamina kayu manii, dimana mortalitas mencapai 78,67%, penurunan berat 2,38 % dengan nilai derajat serangan 15,50 dan tingkat B.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemberian bahan resorsinol pada pembuatan perekat kayu lamina dengan kadar 0,7 mol dari berat perekat cair dalam perekat berbahan dasar lignin dengan lama pengempaan 6 jam sudah cukup efektif untuk menahan serangan rayap kayu kering pada kayu lamina manii. Namun demikian bila ingin dicapai hasil yang maksimum, disarankan untuk menggunakan resorsinol dalam ramuan perekat lignin formadehida sekurang-kurangnya 0,9 mol dengan lama pengempaan produk rekatannya minimal 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Kim, H., M.K. Hill and A.L. Friche. 1987. Preparation of Kraft Lignin from Black Liquor. Tappi Journal, Vol 70(12). Deecember 1987: 12.
- Nimz, H. H 1983. Lignin Based Wood *dalam* A. Pizzi. Wood Adhesive Chemistry and Technology. Marcell Dekker. Inc. New York.
- Pizzi, A. 1994. Advanced Wood Adhesives Technology. Marcer Dekker, Inc. New York.
- Santoso, A. 1995. Pencirian, Isolat Lignin dan Upaya Menjadikannya Sebagai Bahan Perekat Kayu Lapis. Thesis Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Suhandi. 2000. Peran Resorsinol dan Paraformaldehida dalam Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida untuk Meningkatkan Kualitas Keteguhan Rekat Kayu Lamina. Skripsi Jurusan Kimia Universitas Nusa Bangsa. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Suprihadhi. 2000. Pemanfaatan Lignin dari Lindi Hitam Kraft Sebagai Bahan Baku Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Sutigno, P. 1988. Perekat dan Perekatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan, Bogor.
- Jasni dan N. Supriana. 1992. Pencegahan Rayap dan Bubuk Perusak Kayu dengan Pestisida Berbahan Aktif Phoxim dan Cylfluthrin. Kongres Entomologi IV. Universitas Gajah Mada. Yokyakarta.

Martawijaya, A. 1996. Keawetan Kayu dan Faktor Yang Mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.

Mustafa,Z.E.Q. 1990. Panduan Microstat Untuk Mengolah Data Statistik. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.

Padlinurjaji, I.M.; D. Nandika dan A. Setiawan. 1988. Efikasi Bahan Pengawet Lentrek 400 EC dan Sarmix 1200 AS terhadap Rayap Tanah Melalui Uji Kuburan (*Grave Yard Test*). Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan II (2): 20-25.

Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik. Terjemahan dari *Principles and Procedures of Statistics*, oleh Bambang Sumantri. IPB. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Adi Santoso dan Jasni
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan
(*Research and Development Center for Forest Products Technology*)
Jl Gunung batu 5, PO.Box 182 Bogor
E-mail: jasni@forda.org