

**PENGUJIAN RESIN BERBASIS LIGNIN SEBAGAI BAHAN  
PENCEGAH SERANGAN RAYAP KAYU KERING  
(CRYPTOTERMES CYNOCEPHALUS LIGHT)**

*(Possible Application of Lignin-based Resin as a Chemical Agent to  
Prevent the Attack of Dry Wood Termite  
(Cryptotermes cynocephalus Light))*

Oleh/By:

**Jasni dan Adi Santoso**

**ABSTRACT**

*Rubber wood and pine wood are widely used for furniture. However, these wood species are susceptible to wood destroying organisms, particularly termite. Durability improvement using chemical inhibition is, therefore, required to improve the quality of these wood. This study examined an experiment on enhancing the resistance of the rubber and pine woods using lignin formaldehyde resin.*

*The resin was made from the third-typed hydroximetilated lignin and further condensed by 50% of NaOH and 37% of formaldehyde. The reaction was performed at temperatures of 70 – 80<sup>0</sup>C for 1 hour. Mole ratios of lignin to formaldehyde was = 1: 2. The resins were brushed on the surface of rubber and pine woods. Which resistance was tested against dry wood termite.*

*The result showed that lignin formaldehyde resins made from the third-typed lignin was effective to prevent the dry wood termite attack on rubber and pine woods with mortality of 62,4 –100,0%, and significantly increased the woods durability class, i.e. from IV (untreated) to II.*

*Keywords: Lignin formaldehyde, dry-wood termite, rubber, pine*

## **ABSTRAK**

Kayu karet dan tusam banyak digunakan sebagai bahan mebel. Kelemahan kedua kayu tersebut mudah diserang organisme perusak kayu. Oleh karena itu perlu dilakukan pencegahan untuk meningkatkan keawetannya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis bahan pencegah serangan rayap kayu kering menggunakan resin lignin formaldehida.

Dalam penelitian ini resin dibuat dari 3 jenis lignin yang dihidroksimetilasi kemudian dikondensasi dengan larutan NaOH 50% dan formaldehida 37%. Reaksi dilangsungkan pada suhu 70–80 °C selama 1 jam. Nisbah mol lignin: formalin = 1 : 2. Resin tersebut diaplikasikan pada kayu karet dan tusam, masing-masing mewakili kayu daun lebar dan kayu daun jarum yang selanjutnya diuji ketahanannya terhadap serangan rayap kayu kering.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin berbasis lignin formaldehida yang dibuat dari ke-3 jenis lignin efektif dalam mencegah serangan rayap kayu kering pada kayu karet dan tusam dengan tingkat kematian rayap kayu kering antara 62,4 – 100,0% dan mampu meningkatkan kelas ketahanan kayu karet maupun tusam dari kelas IV (tanpa perlakuan) menjadi kelas II.

Kata kunci: Lignin formaldehida, rayap kayu kering, karet, tusam

## **I. PENDAHULUAN**

Di Indonesia terdapat sekitar 4000 jenis kayu, dari jumlah tersebut itu hanya 14,3% saja yang termasuk jenis kayu awet I-II. Sisanya, yaitu sebanyak 85,7% terdiri dari jenis kayu kurang atau tidak awet termasuk kelas awet III-IV-V (Martawijaya, 1996). Di samping banyak jenis yang kurang awet, produksi kayu bulat rata-rata dari

hutan alam cenderung menurun. Jika sebelum krisis moneter produksinya sekitar 22 juta m<sup>3</sup>/ tahun, maka pasca krisis moneter produksi tersebut menurun dengan tajam, terutama selama tiga tahun terakhir, yaitu pada tahun 2000 tercatat 8 juta m<sup>3</sup> dan pada tahun 2002 hanya 3,2 juta m<sup>3</sup> (Rachman *et.al.* 2005). Di pihak lain, kebutuhan kayu bulat tiap tahun cenderung tetap, yaitu diperkirakan mencapai 86,6 juta m<sup>3</sup> (Mulyadi, 2000). Adanya ketimpangan pasokan dan kebutuhan kayu bulat dalam jumlah sangat besar akan berakibat negatif terhadap kelestarian hutan dan keberlangsungan industri pengolahan kayu. Pengaruh buruk terhadap perkembangan industri pengolahan kayu akan tampak, dalam tahun-tahun ke depan pada saat industri pengolahan kayu tidak lagi dapat mengandalkan sumber bahan baku dari hutan alam.

Salah satu pemecahannya diharapkan bersumber dari kayu rakyat, kayu tanaman industri dan kayu perkebunan. Namun ditemukan banyak kendala dalam penggunaan kayu tersebut, antara lain keawetannya relatif rendah. Oleh karena itu agar dapat dimanfaatkan dengan baik, diperlukan langkah antisipasi guna mengatasi kelemahan tersebut. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah melapisi permukaan kayu dengan bahan resin senyawa fenolik yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu.

Resin senyawa fenolik bisa berasal dari lignin yang diperoleh dari berbagai sumber misalnya dari lindi hitam sisa pembuatan pulp. Lignin tersebut dihidroksimetilasi dengan formaldehida membentuk lignin formaldehida (LF). Pemanfaatan LF selama ini terbatas sebagai perekat kayu lapis (Rinawati, 2002). Aplikasi resin berbasis lignin sebagai pencegah serangan rayap kayu kering berlandaskan pemikiran bahwa resin tersebut mengandung senyawa fenolik yang bersifat karsinogenik (Santoso dan Jasni, 2003).

Tulisan ini mengemukakan hasil penelitian penggunaan resin berbasis lignin, yaitu resin lignin formaldehida (LtF), resin lignin resorsinol formaldehida (LtRF), resin lignin formaldehida (LtF) dan resin lignin teknis fenol formaldehida (LtFF) sebagai bahan pencegahan serangan rayap kayu kering pada kayu karet dan tusam dengan cara pelapisan pada permukaan pada kedua jenis kayu tersebut.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) dan Tusam (*Pinus mekusii* Jungh et de Vr.). Sebagai bahan pengawet digunakan 3 (tiga) jenis resin formaldehida berbasis lignin, yaitu: resin lignin resorsinol formaldehida (LtRF), resin lignin formaldehida (LtF), dan resin lignin fenol formaldehida (LtFF), yang spesifikasinya masing-masing tercantum pada Tabel 1. Ketiga jenis resin berbentuk cairan, berwarna coklat kehitaman dan berbau khas senyawa fenolik.

Tabel 1. Komposisi dan spesifikasi bahan resin berbasis lignin

*Table 1. Composition and specification of lignin based resin*

Jenis lignin ( <i>lignin type</i> )	Komposisi kimia ( <i>Chemical composition</i> ),%				Jenis resin ( <i>Resin type</i> )	Spesifikasi ( <i>Specification</i> )			
	Lignin	Abu ( <i>Ash</i> )	Metoksil ( <i>Methoxyl</i> )	Polifenol ( <i>Polyphenol</i> )		1	2	3	4
Litek	82,06	17,94	10,65	2,64	Lt RF	1,1	80	11	35,97
Litek	82,06	17,94	10,65	2,64	Lt F	1,0	47	10	45,45
Litek	82,06	17,94	10,65	2,64	LtFF	1,2	47	11	48,13

Keterangan (*Remarks*): 1 = kekentalan (*viscosity, poise*), 2 = waktu gelatinasi (*gelatinizing time, minutes*), 3 = pH (*degree of acidity*), 4 = kadar padatan (*solid content*),%.

Litek adalah lignin teknis yang diperoleh dari hasil isolasi lindi hitam dengan cara Kim *et al.* (1987) yang dilakukan di laboratorium Produk Majemuk Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor.

## **B. Metode**

Penelitian ini menggunakan resin yang dibuat dari ke -3 jenis resin formaldehida berbasis lignin dengan proses hidrosimetilasi kemudian dikondensasi masing-masing dengan fenol, resolsinol dan larutan formaldehida 37%. Pada kondisi basa reaksi dilangsungkan pada suhu 70–80 °C selama lebih kurang 1 jam. Nisbah mol lignin: formalin = 1 : 2, sementara penambahan fenol dan resolsinol masing-masing 0,5 mol.

Contoh uji kayu karet dan tusam masing-masing dipotong dengan ukuran 5 cm x 2,5 cm x 2 cm dan disediakan sebanyak 5 buah contoh uji sebagai ulangan setiap perlakuan. Pada sisi terlebar kayu tersebut dilaburi dengan masing-masing resin yang telah dibuat (LtRF, LtF, LtFF) sebanyak 170 g/m<sup>2</sup> permukaan.

Contoh uji kayu karet dan kayu tusam yang sudah dilaburi dengan masing-masing resin tersebut, dipasang tabung kaca yang berdiameter 1,8 cm dengan ukuran tinggi 3 cm. Ke dalam tabung 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 yang datanya ditransformasi ke dalam  $\arcsin \sqrt{\%}$ , penurunan berat akibat serangan rayap dan derajat serangan. Data tersebut ditetapkan untuk menentukan klasifikasi ketahanan kayu, sementara untuk mengetahui kelas ketahanan kayu digunakan klasifikasi kelas ketahanan kayu mengacu kepada Sumarni *et al.* (2003) seperti tercantum pada Tabel

2, selain itu ditentukan derajat serangan rayap kayu kering (Tabel 3) yang dilakukan dengan menggunakan skala mengacu kepada Padlinurjaji *et al.* (1988).

Tabel 2. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus*.

Table 2. Classification of wood resistance against the dry wood termite *Cryptotermes cynocephalus*

Kelas (Class)	Jumlah kematian (Mortality), %	Penurunan berat (Weight loss), %	Ketahanan (Resistance)
I	< 89,24	< 2,303	Sangat tahan (Very resistant)
II	89,24 – 76,64	2,003 – 4,406	Tahan (Resistant)
III	76,64 – 64,48	4,406 – 8,158	Sedang (Moderate )
IV	64,48 – 50,40	8,158 – 28,096	Buruk (Poor)
V	>50,40	> 28,096	Sangat buruk (Very poor)

Tabel 3. Derajat seranga rayap

Table 3. Degree of termite attack

Tingkat (Level)	Kondisi contoh uji ( Sample Condition )	Nilai (Score)
A	Utuh, tidak ada serangan (No damage on surface area)	0
B	Ada bekas gigitan rayap (Sightly attaced)	1-20
C	Serangan ringan berupa saluran yang tidak dalam dan lebar (Moderatly attacked)	21-40
D	Serangan berat, berupa saluran yang dalam dan lebar (Heavily attacked)	41-60
E	Kayu hancur, kurang lebih 50% kayu habis dimakan rayap (Very heavily attacked)	61-80

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan berupa jenis resin lignin pada kedua jenis kayu, dilakukan sidik ragam dengan menggunakan program mikrostat. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji beda menurut Duncan (Steel dan Torrie, 1993). Pengaruh jenis resin lignin terhadap serangan rayap kayu kering dianalisis secara statistik non parametrik mengacu kepada Kruskal-Wallis menggunakan program mikrostat (Mustafa, 1990).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan contoh uji kayu karet dan tusam yang diawetkan dengan resin berbasis lignin dinilai berdasarkan ketahanan kayu tersebut masing-masing terhadap serangan rayap kayu kering. Parameter yang digunakan untuk menilai kemampuan resin lignin (LtRF, LtF dan LtFF) terhadap serangan rayap kayu kering adalah jumlah kematian (mortalitas), penurunan berat dan derajat serangan. Untuk mengetahui pengaruh jenis resin terhadap kematian rayap dan penurunan berat contoh uji dilakukan sidik ragam (Tabel 4).

Tabel 4. Ringkasan sidik ragam keawetan kayu karet dan kayu pinus

*Table 4. Summarized analysis of variance of rubber wood and pine wood durability*

Ketahanan ( <i>Resistance</i> )	F Hitung ( <i>F calculate</i> )	F Tabel ( <i>F Table</i> )
Kematian ( <i>Mortality</i> )	10.91**	2.18
Penurunan berat ( <i>Weight loss</i> )	33.21**	2.18

Keterangan (*Remarks*): \*\* = sangat nyata (*Highly significant*)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh nyata di antara kedua jenis kayu terhadap jumlah kematian dan penurunan berat kayu akibat serangan rayap kayu kering, namun ada pengaruh nyata dari perlakuan jenis resin lignin yang digunakan terhadap kematian rayap dan penurunan berat contoh uji kayu akibat

serangan rayap kayu kering. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan tersebut, selanjutnya dilakukan uji beda dengan cara Duncan (Tabel 5).

Tabel 5. Keawetan kayu kayu karet dan pinus terhadap rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light.

Table 5. Durability of rubber and pine woods against dry wood termite *Cryptotermes cynocephalus* Light.

Perlakuan (Treatment)	Jenis kayu (Wood species)							
	Kayu karet (Rubber wood)				Kayu pinus (Pine wood)			
	Kematian (Mortality) ,%	Kelas kematian (Mortality calss)	Penuruan berat (Weight loss),%	Kelas ketahan (Resista nct class)	Kematian (Mortality), %	Kelas kematian (Mortality class)	Penuruan berat (Weight loss), %	Kelas ketahan an (Resista nce class)
	X *		X *		X *		X *	
Kontrol	48,0 a	V	8,632 a	IV	44,4 a	V	8,490 a	IV
LtRF	76,4 b	II	5,086 b	III	62,42 b	IV	3,087 c	II
LtF	91,2 c	I	4,703 b	III	87,6 bc	II	3,109 b	II
LtFF	100,0 c	I	3,739 b	II	73,6 b	II	3,098 b	II

Keterangan (Remarks): \* Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (Mean value followed by the sama letter means not significant different)

Tingkat kematian rayap kayu kering pada kedua jenis contoh uji kayu yang menggunakan resin lignin formaldehida berkisar antara 62,4 – 100,0%, yang tergolong berhasil karena nilainya  $\geq 55\%$  (Jasni dan Supriana, 1992). Tingginya tingkat kematian rayap kayu kering pada kayu karet maupun tusam yang menggunakan resin LtRF, LtF dan LtFF diduga oleh tingginya kadar lignin teknis tersebut, dimana klas kematian rayap baik kayu karet maupun tusam meningkat dari kelas V menjadi kelas I (Tabel 1), demikian pula lignin dalam LtF berasal dari limbah proses Kraft yang diisolasi dengan teknik pengendapan berulang menggunakan asam



sulfat sehingga banyak mengandung sulfur yang juga bersifat toksik bagi organisme perusak kayu.

Selain jumlah kematian, faktor lain yang dapat menentukan ketahanan kayu adalah penurunan berat kayu. Pemberian resin senyawa fenolik dapat menaikkan kelas ketahanan kayu dari kelas IV menjadi kelas II baik kayu karet maupun kayu pinus, terutama resin LtFF (Tabel 5).

Kemampuan resin lignin formaldehida untuk mencegah serangan rayap kayu kering dapat pula dinyatakan dalam nilai dan tingkat serangan. Nilai dan derajat serangan rayap kayu kering pada kayu karet dan tusam disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Derajat serangan rayap kayu kering pada kayu karet dan kayu tusam

*Table 6. Wood dry termite degree of infestation to rubber wood and pine wood*

Perlakuan ( <i>Treatment</i> )	Jenis kayu ( <i>Wood species</i> )			
	Kayu karet ( <i>Rubber wood</i> )		Kayu tusam ( <i>Pine wood</i> )	
	Nilai ( <i>Value</i> )	Tingkat ( <i>Level</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )	Tingkat ( <i>Level</i> )
Kontrol ( <i>Control</i> )	42,2	D	43,2	D
LtRF	17,4	B	18,4	B
LtF	8,4	B	11,2	B
LtFF	1,0	B	13,4	B

Berdasarkan data pada Tabel 6, diketahui bahwa contoh uji pada kontrol (kayu karet maupun tusam) mendapatkan nilai dan tingkat serangan, nilai tertinggi (42,2 untuk kayu karet dan 43,2 untuk kayu tusam, dengan tingkat serangan masing-masing D). Di lain pihak, kayu yang diberi perlakuan mengalami tingkat serangan yang lebih

rendah dari pada kontrol, dengan nilai serangan terendah dicapai pada jenis kayu karet yang menggunakan resin LtFF (1,0 ), LtF untuk kayu tusam (11,2). Kayu karet maupun kayu tusam yang menggunakan LtRF, LtF dan LtFf derajat serangannya sama (B), ini disebabkan karena penelitian memaksakan (*no chois*) pada rayap sehingga rayap memakan contoh uji terlebih dahulu kemudian baru mati. Menurut uji Kruskal-Wallis derajat serangan tidak berbeda nyata antara kayu karet dan kayu pinus ( $F_{hitung} = 2,017$ ,  $F_{tabel} = 3,84$ ). Namun terjadi perbedaan antara perlakuan untuk kayu karet ( $F_{hitung} = 16,91$ ,  $F_{tabel} = 7,81$ ) dan kayu pinus ( $F_{hitung} = 13,67$ ,  $F_{tabel} = 7,81$ ) terutama antara kontrol dengan perlakuan, dimana pada kontrol nilai serangan D sedangkan pada perlakuan menjadi B (Tabel 6).

Ditinjau dari kelas ketahanannya, penggunaan resin lignin formaldehida dan lignin fenol formaldehida pada kayu karet maupun kayu tusam mampu meningkatkan kelas ketahanan kayu karet maupun tusam dari kelas V menjadi kelas II (Tabel 5).

#### **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

Resin lignin formaldehida (LtRF, LtF dan LtFF) mampu mencegah serangan rayap kayu kering. Hasil pengujian pada kayu karet dan tusam dapat meningkatkan kelas ketahanannya dari kelas V menjadi kelas II.

Isolat lignin teknis dari limbah cair berupa lindi hitam asal industri pulp disarankan digunakan untuk membuat resin lignin fenol formaldehida sebagai substitusi bahan pencegah rayap kayu kering sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan dan menghemat biaya produksi resin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Jasni and N. Supriana. 1999. The Resistance of eight rattan species against the Powder-post Beetle *Dinoderus minutus* Farb. Proceedings of The Fourth International Conference on The Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry. Missenden Abbey. Forest Products Research Centre. England.
- Kim,H., M.K. Hill and A.L. Friche. 1987. Preparation of kraft lignin from black liquor. Tappi Journal 70(12): 112.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan . Bogor.
- Mulyadi, A.T. 2000. Permintaan dan pasokan kayu di Indonesia. Rimbun No.18. Dephutbun, Jakarta.
- Mustafa, Z.E.Q. 1990. Panduan Mikrostat untuk mengelola data statistik. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Padlinurjaji, I.M., D. Nandika dan A Setiawan. 1998. Efikasi bahan pengawet Lentrek 400 EC dan Sarmix 1200 AS terhadap rayap tanah melalui uji kuburan (*Grave yard test*). Buletin Jur. Teknologi Hasil Hutan. 2(2): 20-25. IPB. Bogor.
- Rachman,O., N. Hadjib, Abdurachman, Krisdianto, A.Santoso, Jasni, A. Supriadi, E. Sarwono, K.Amas dan Suhariyanto. 2005. Kajian potensi, pemanfaatan dan kelembagaan kayu perkebunan untuk mendukung industri perkayuan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Laporan Penelitian. Tidak diterbitkan.

- Rinawati T. 2002. Emisi formaldehida kayu lapis meranti dengan menggunakan perekat berbahan dasar lignin. Skripsi. Jur. Teknologi Hasil Hutan. Fakultas IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Santoso, A. 2003. Sintesis dan karakterisasi resin lignin resolsinol formaldehida untuk perekat kayu lamina. Disertasi. Program Doktor (S3). Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Tidak diterbitkan
- Santoso, A dan Jasni. 2003. Daya tahan garis rekat LRF pada kayu lamina manii terhadap serangan rayap kayu kering. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. 1(1): 1-19. Balai Penelitian dan Pengembangan UPT Biomaterial Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Cibinong, Bogor.
- Steel R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik. Gramedia. Jakarta.
- Sumarni G. H. Roliadi dan A. Ismanto. 2003. Keawetan 99 jenis kayu Indonesia terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). Buletin Penelitian Hasil Hutan. 21(3): 239-249. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

**Lembar abstrak Bahasa Inggris**

**Pengujian resinsn berbasis lignin sebagai bahan pencegah serangan rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.)**

**Possible application of lignin-based resin as a chemical agent to prevent the attack of dry wood termite (*Cryptotermes cynocephalus* Light.)**

Oleh/By:

**Jasni dan Adi Santoso**

**ABSTRACT**

*The study examined an experiment on enhancing the resistance of the rubber and pine woods using lignin formaldehyde resin. The resin was made from the third-typed hydroximetilated lignin and further condensed by 50% of NaOH and 37% of formaldehyde. The reaction was performed at temperatures of 70 – 80 °C for 1 hour. Mole ratios of lignin to formaldehyde was = 1: 2. The resins were brushed on the surface of rubber and pine woods. The wood resistance against dry wood termite was tested.*

*The result showed that lignin formaldehyde resins made from the third-typed lignin was effective to prevent the dry wood termite attack on rubber and pine woods with mortality of 62,4 –100,0%, and significantly increased the woods durability class, i.e. from IV (untreated) to II.*

*Keywords: Lignin formaldehyde, dry-wood termite, rubber, pine*

## ABSTRAK

Penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan jenis bahan pencegah serangan rayap kayu kering menggunakan resin lignin formaldehida. Dalam penelitian ini resin dibuat dari 3 jenis lignin yang dihidroksimetilasi kemudian dikondensasi dengan larutan NaOH 50% dan formaldehida 37%. Reaksi dilangsungkan pada suhu 70–80 °C selama 1 jam. Nisbah mol lignin: formalin = 1 : 2. Resin tersebut diaplikasikan pada kayu karet dan tusam, masing-masing mewakili kayu daun lebar dan kayu daun jarum yang selanjutnya diuji ketahanannya terhadap serangan rayap kayu kering.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin berbasis lignin formaldehida yang dibuat dari ke-3 jenis lignin efektif dalam mencegah serangan rayap kayu kering pada kayu karet dan tusam dengan tingkat kematian rayap kayu kering antara 62,4 – 100,0% dan mampu meningkatkan kelas ketahanan kayu karet maupun tusam dari kelas IV (tanpa perlakuan) menjadi kelas II.

*Kata kunci: Lignin formaldehida, rayap kayu kering, karet, tusa*