

# PEMANFAATAN LIGNIN KRAFT DARI LINDI HITAM SEBAGAI PEREKAT KAYU KOMPOSIT

Adi Santoso\*

\*Peneliti Puslitbang Hasil Hutan Bogor  
E-mail: Adisant04@Yahoo.com

## ABSTRACT

### *Utilization of Kraft Lignin from black liquor as adhesives in the wood composite.*

*The lignin in the sulphate black liquor (known as kraft lignin) has a strong affinity when being reacted with formaldehyde to form lignin formaldehyde adhesives. To increase the bonding strength, the lignin is copolymerized with phenol or resorcinol to form lignin phenol formaldehyde or lignin resorcinol formaldehyde resins. The resins can be applied in of reconstituted wood products manufacturing such as plywood, finger-jointed wood assembly and glue laminated lumber. The research result showed that each type of lignin based adhesives had specific characters which met Indonesian standard. The test result on plywood which glued by lignin formaldehyde (LF) and lignin phenol formaldehyde (LPF) indicated that bonding strength of the products were 8.0-27.0 kg/cm<sup>2</sup>, for a while on laminated wood which glued by lignin resorcinol formaldehyde (LRF) indicated that bonding strength of the products were 36.9-88.0 kg/cm<sup>2</sup>, modulus of rupture and modulus of elasticity was 372-637kg/cm<sup>2</sup> and 47,164-60,237 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. The formaldehyde emissions were about 0.05-0.14 mg/L. The efficiency of lignin based adhesives on finger joint application reach at 35.4-73.6%. Therefore, the synthesis of lignin based adhesives, an unique wood adhesive with good resin characteristics and met bonding strength and formaldehyde emission requirement as stated in Japanese standard.*

*Keywords : Kraft lignin, composite wood, adhesives*

## ABSTRAK

Lignin dalam lindi hitam (dikenal sebagai lignin kraft) memiliki afinitas yang kuat bila direaksikan dengan formaldehida membentuk perekat lignin formaldehida. Guna meningkatkan daya rekatnya, lignin dikopolimerisasi dengan phenol atau resorsinol sehingga terbentuk resin lignin phenol formaldehida atau lignin resorsinol formaldehida. Resin tersebut dapat diaplikasikan dalam pembuatan produk kayu rekonstitusi seperti kayu lapis, papan sambung dan kayu lamina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis perekat berbasis lignin memiliki karakter yang spesifik yang memenuhi persyaratan standar Indonesia. Hasil pengujian terhadap kayu lapis yang direkat dengan lignin formaldehida (LF) dan lignin phenol formaldehida (LPF) menunjukkan bahwa keteguhan rekat produk tersebut berkisar antara 8,0-27,0 kg/cm<sup>2</sup>, sementara untuk kayu lamina yang direkat dengan lignin resorsinol formaldehida (LRF) berkisar antara 36,9-88,0 kg/cm<sup>2</sup>, dengan *modulus of rupture* dan *modulus of elasticity* berturut-turut sekitar 372 - 637kg/cm<sup>2</sup> dan 47,164 - 60,237 kg/cm<sup>2</sup>. Emisi formaldehida produk berkisar antara 0,05-0,14 mg/L. Efisiensi perekat berbasis lignin pada aplikasi papan sambung mencapai 35,4 - 73,6%. Produk yang menggunakan perekat berbasis lignin ini memenuhi persyaratan Jepang.

Kata kunci : Lignin Kraft, kayu majemuk, perekat

## PENDAHULUAN

Di Indonesia sampai dengan tahun 2005 diprediksi terdapat 32 pabrik pulp yang ada di Indonesia dengan kapasitas produksi pulp sampai dengan mencapai 7,6 juta ton (Ahmad 2001). Berdasarkan studi di lapangan diketahui bahwa dari produksi 250 ton pulp per hari, diperoleh lindi hitam sebanyak 120 ton per hari atau 43.800 ton per tahun (48%) (Santoso 2003).

Banyaknya lignin yang bisa diperoleh dari lindi hitam adalah sekitar 18 - 47% (b/b) (Rudatin 1989, Lewis dan Lantzy 1985), dan bila dihitung lebih lanjut, maka dari 7,6 juta ton pulp itu bisa diperoleh lindi hitam kira - kira 3,6 juta ton, dengan perolehan lignin sekitar 0,65-1,7 juta ton.

Isolat lignin dari lindi hitam, memiliki tiga gugus fungsi, yaitu gugus karbonil, hidroksifenolik, dan hidroksil-

benzilik. Menurut Sjöström (1995), di antara ketiga gugus fungsi tersebut gugus hidroksifenolik berperan penting dalam reaksi yang menggunakan katalis alkali terutama dalam pemanfaatan lignin sebagai bahan baku perekat untuk kayu lapis melalui reaksi hidrosimetilasi (Pizzi 1983, Gillespie 1985, dan Santoso *et al.* 1995) maupun kopolimerisasi dengan fenol (Santoso *et al.*, 2001).

Dalam hal aplikasinya sebagai perekat, resin lignin resorsinol formaldehida dapat berikatan secara spesifik dengan kayu karena resin tersebut bersifat polar, yang dicirikan antara lain oleh adanya gugus hidroksil (OH) dan karbonil (CO) (Wake *dalam* Garrat, 1964). Di lain pihak salah satu komponen kayu adalah selulosa, yang mengandung gugus hidroksil dan karbonil sehingga bersifat polar. Berdasarkan keserupaan sifat tersebut, Pizzi (1983) mengemukakan bahwa perekat bereaksi dengan selulosa membentuk ikatan yang kuat.

Tulisan ini mengemukakan tentang aplikasi lignin teknis yang diperoleh dari lindi hitam sisa pemasakan di pabrik pulp untuk perekat kayu, yang diharapkan dapat dijadikan alternative dan mengurangi ketergantungan akan perekat impor untuk industri pengolahan kayu yang ramah lingkungan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah lindi hitam kraft cair yang berasal dari pabrik kertas PT Bekasi Teguh-Bekasi dengan bahan baku campuran serpih kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dan manii (*Maesopsis eminii* Engl.) dengan nisbah bobot 60:40, berbentuk cairan kental, berwarna coklat kehitaman, dan berbau khas senyawa sulfur. Bahan kimi antara lain terdiri atas H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N, NaOH 0,1N, phenol, resorsinol, dan formaldehida

### Pembuatan Perekat Lignin

Lignin dari lindi hitam diisolasi dengan cara pengendapan berulang (represipitasi), yaitu mengendapkan lindi hitam dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N, kemudian disaring. Endapan lignin yang terbentuk kemudian dilarutkan dengan NaOH 0,1N dan disaring. Filtrat diendapkan kembali dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N dan disaring lagi. Hasil yang didapat kemudian dikeringkan pada suhu 50-60°C (Kim *et al.* 1987).

Lignin direaksikan dengan reaktan yang diperlukan seperti phenol, resorsinol, dan formaldehida pada perbandingan mol tertentu. Untuk perekat kayu lapis, dibuat perekat lignin formaldehida (LF) dengan nisbah mol L:F= 1:2 dan lignin phenol formaldehida (LPF) dengan nisbah mol L:P:F = 1:0,5:2, sementara untuk papan sambung dibuat dengan perekat lignin pada nisbah mol L:R:F = 1:0,5:2. Sifat fisikokimia perekat berbasis lignin tersebut selanjutnya diuji meliputi pH, kadar padatan, bobot jenis dan kekentalan (SNI 1998).

### Pembuatan kayu komposit

Kayu lapis dibuat dari jenis kayu tusam (*Pinus merkusii*) dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 4.5 mm, menggunakan perekat LF dan LPF, dan dikempa pada suhu 135°C selama 15 menit.

Kayu lamina dibuat dari tiga jenis kayu yaitu manii (*Maesopsis eminii*), jati (*Tectona grandis*), dan kempas (*Koompassia malaccensis*) dengan ukuran masing-masing 50 x 2 x 5 cm. Setiap jenis kayu lamina tersebut menggunakan perekat LRF dan dikempa pada suhu kamar.

Perekat LRF ini juga diaplikasikan pada pembuatan papan sambung dengan kempa dingin pada lima jenis kayu, yaitu Waru (*Hibiscus tiliacculus*), Bunyo (*Trioma malaccensis*), Gambir (*Trigono pleura malayana*), Tempeas (*Teymanniodendron sympliodes*), dan Rasamala (*Altingia excelsa*).

Kualitas rekat dan efisiensi penyambungan dari setiap produk di atas diuji dengan mengacu kepada SNI (2000)

(untuk papan sambung dan kayu lapis) dan JAS (2003) (untuk kayu lamina).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter perekat berbasis lignin tercantum pada Tabel 1. Secara umum, semua jenis perekat lignin yang dibuat memenuhi persyaratan SNI untuk perekat berbasis fenolik (SNI 1998).

### Kayu lapis dan kayu lamin

Keteguhan rekat dari setiap jenis produk disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Nilai keteguhan rekat kayu lapis yang menggunakan perekat LF, LPF dan LRF semuanya memenuhi persyaratan SNI untuk tipe eksterior, karena nilainya > 8 kg/cm<sup>2</sup>. Sementara aplikasi perekat LRF (1-3) pada tiga jenis kayu lamina masing-masing jenis kayu manii, jati dan kempas menghasilkan keteguhan rekat yang lebih tinggi dibandingkan dengan produk serupa yang menggunakan perekat komersial seperti phenol-, resorsinol, serta phenol resorsinol formaldehida, seperti Aerodux 500, Cony Bond KR 15Y and PA 302. Keteguhan rekat kayu lamina hasil penelitian ini juga sebanding dengan hasil penelitian dari Tahir *et al.* (1988), Karnasudirdja (1989), dan Sadiyo (1989) Masa kempa 6 – 12 jam menghasilkan *modulus of elasticity* (MOE) dan *modulus of rupture* (MOR) lebih tinggi dibanding kayu utuhnya, namun masa kempa selama 3 jam lebih rendah. Nilai MOR dan MOE lebih besar dibandingkan hasil penelitian Sadiyo (1989). Hasil tersebut menunjukkan bahwa formula LRF cocok untuk penggunaan kayu lamina.

### Papan Sambung

Lignin resorsinol formaldehida (LRF) diaplikasikan pula pada papan sambung. Hasil penelitian terhadap 5 jenis kayu untuk papan sambung yang direkat dengan LRF mencapai efisiensi sambungan antara 35,4-73,6 % (Tabel 4).

Produk perekatan yang menggunakan perekat LRF yang dihasilkan dalam penelitian ini tergolong tipe eksterior, yang

ramah lingkungan karena emisi formaldehidanya di bawah ketentuan maksimum yang diperkenankan standar Amerika (NPA, 1983) (0,3 mg/L) dan Jepang (JAS, 2003) (0,3 – 4,2 mg/L).

Berdasarkan hasil perhitungan, jika dibandingkan dengan perekat komersial seperti phenol formaldehida (PF), perekat berbasis lignin ini lebih murah. Untuk memproduksi perekat PF diperlukan bahan baku seperti phenol sebanyak 45% dan formaldehida 27% dari total komponennya, sementara untuk membuat perekat PRF diperlukan phenol sebanyak 27%, resorsinol 19% dan formaldehida 35%, namun untuk memproduksi perekat berbasis lignin seperti lignin resorsinol formaldehida (LRF) hanya diperlukan lignin sebanyak 20%, resorsinol 8% dan formaldehida 13%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Setiap jenis perekat lignin memiliki karakter tersendiri yang masing-masing memenuhi persyaratan standar Indonesia. Hasil pengujian terhadap kayu lapis yang direkat dengan lignin formaldehida dan lignin phenol formaldehida menunjukkan bahwa keteguhan rekat produk tersebut berkisar antara 8,02 - 26,96 kg/cm<sup>2</sup>, sementara untuk kayu lamina yang direkat dengan lignin resorsinol formaldehida berkisar antara 36,86 - 88,00 kg/cm<sup>2</sup>, *modulus of rupture* dan *modulus of elasticity* 371,66 - 637,45 kg/cm<sup>2</sup> dan 47.164,38-60.236,71 kg/cm<sup>2</sup>. Emisi formaldehidanya berkisar antara 0,05 - 0,14 mg/L. Efisiensi sambungan dari perekat berbasis lignin untuk aplikasi papan sambung mencapai 35,4 - 73,6%.

Perekat sintetis berbasis lignin merupakan perekat prospektif, yang unik dengan karakteristik resinnya yang memenuhi keteguhan rekat dan emisi formaldehida standar Jepang. Produk perekatan yang menggunakan perekat berbasis lignin ini selain berkualitas eksterior, juga ramah lingkungan dan lebih ekonomis dibandingkan dengan perekat phenol formaldehida, resorsinol formaldehida, dan phenol resorsinol formaldehida.

Tabel 1. Ikhtisar Karakteristik Perekat Berbasis Lignin

No.	Sifat	Jenis perekat lignin				Standar PF (SNI, 1998)	PRF (Aczonobe, 2003)
		LF	LPF	LRF (1)	LRF (2)		
1.	Visual	L, RB	L, RB	L, RB	L, RB	L, RB	L, RB
2.	Specific gravity	1,12	1,06	1,14	1,16	>1,0	1,15
3.	Solid content, (%)	42	54	50,28	52,78	40,0 – 45,00	57,03
4.	Viscosity (Poise)	1,4	2,4	1,8	1,2	1,3 – 3,0	3,4
5.	Acidity (pH)	8,1	8,5	10,75	9,85	10,0 – 13,01	8,0

*Keterangan* : LF = lignin formaldehida, LPF = lignin phenol formaldehida  
 LRF (1) = lignin resorcinol formaldehida untuk kau lapis, L RB = Cair, merah kecokelatan  
 LRF (2) = lignin resorcinol formaldehida untuk kayu lamina

Tabel 2. Kualitas Rekat Produk Kayu Komposit yang Menggunakan Perekat Berbasis Lignin

Jenis perekat lignin	Produk	Keteguhan rekat (kg/cm <sup>2</sup> )		Emisi formaldehida (mg/L)
		Uji kering	Uji basah	
Lignin formaldehida	Kayu lapis*	-	8.88 – 26.96	-
Lignin phenol formaldehida	Kayu lapis **	-	10.07 – 19.25	-
Lignin Resorcinol formaldehida	Kayu lapis ***	-	8.02 – 9.05	0.02 – 0.05
Lignin Resorsinol formaldehida (1)	Kayu lamina <sup>a</sup>	76.64 – 79.02	36.86 – 44.64	0.002 – 0.140
Lignin Resorsinol formaldehida (2)	Kayu lamina <sup>b</sup>	66.56 – 72.00	42.40 – 45.73	-
Lignin Resorsinol formaldehida (3)	Kayu lamina <sup>c</sup>	69.12–88.00	43.17 – 45.49	0.010 – 0.014

**Keterangan:**

\* kempa panas (135<sup>0</sup>C), 3 menit, jenis kayu tusam dengan ekstender ; - tak ada data

\*\* kempa panas (135<sup>0</sup>C), 3 menit, jenis kayu tusam tanpa ekstender

\*\*\* kempa dingin (suhu kamar), 24 jam, jenis kayu tusam tanpa ekstender <sup>a</sup> kempa dingin, 3 jam, , jenis kayu manii; <sup>b</sup> kempa dingin, 4 jam jenis kayu jati <sup>c</sup> kempa dingin, 8 jam, jenis kayu kempas

Tabel 3. Ikhtisar Nilai MOE dan MOR dari Kayu Lamina Manii Berperekat LRF

Masa kempa (jam)	MOE (kg/cm <sup>2</sup> )		MOR (kg/cm <sup>2</sup> )	
	Kayu lamina	Kayu utuh	Kayu lamina	Kayu utuh
3	47.164,38		371,66	
6	68.540,24	56.387,72	476,95	462,57
12	60.236,71		637,45	

Tabel 4. Ikhtisar Efisiensi Sambungan pada Lima Jenis Papan Sambung

No.	Jenis kayu	Bobot jenis	MOR (kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (kg/cm <sup>2</sup> )	Efisiensi sambungan (%)
1.	Waru	0,40	501	65.869	60,3
2.	Bunyo	0,47	470	151.692	66,6
3.	Gambir	0,58	400	74.261	40,5
4.	Tempeas	0,76	399	146.417	73,6
5.	Rasamala	0,77	404	91.502	35,4

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi S S. 1990. Kimia Kayu. Depdikbud. Dirjen Pendidikan Tinggi. Bogor: PAU Ilmu Hayat, IPB.
- Akzonobel. 2001. Synteko Phenol-Resorcinol Adhesive 1711 with Hardeners 2620, 2622, 2623. Jakarta: Casco Adhesive.
- Gardner D J dan R L Anido. 2002. Adhesion Between Wood and Fiber Reinforced Polymers: Bonding Issues. <http://WWW.umaine.edu/adhesion/gardner/5502002/wood-frp%20adhesion.pdf>. Diakses 8 Januari, 2003.
- Japanese Agricultural Standard (JAS). 2003. Japanese Agricultural Standard for Glued Laminated Timber. Notification No. 234 February 27,2003. Tokyo: JPIC.
- Karnasudirdja S. 1989. Prospek Kayu Indonesia sebagai Bahan Baku Industri Kayu Lamina. Makalah pada Seminar Glue Laminated Timber (Glulam), 15 Juni 1989, Departemen Kehutanan RI. Jakarta.
- Kim, H., M. K. Hill and A. L. Friche. 1987. Preparation of Kraft Lignin from Black Liquor. Tappi Journal, December 1987 : 112.
- National Particleboard Association (NPA). 1983. Small Scale Test Method for Determining Formaldehyde from Wood Product, Two hours Desicator Test. Maryland.
- Pizzi A. 1983. Wood Adhesives: Chemistry and Technology. New York: Marcel Dekker.
- Pizzi A. 1994. Advanced Wood Adhesives Technology. New York: Marcel Dekker.
- Sadiyo, S. 1989. Pengaruh kombinasi jenis kayu dan jenis perekat terhadap sifat fisis dan mekanis panel diagonal lambung kapal. Fakultas Pascasarjana, IPB – Bogor. Thesis. (Tidak diterbitkan).
- Santoso A. 2003. Sintesis dan karakterisasi resin lignin resorsinol formaldehida untuk perekat kayu lamina. Fakultas Pascasarjana-Institut Pertanian Bogor. Disertasi (tidak diterbitkan).
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1998. Kumpulan SNI Perekat. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Tahir P Md, M H Sahri, Z Ashari. 1998. Gluability of Less Used and Fast Growing Tropical Plantation Hardwood Species. Selangor: Faculty of Forestry University Pertanian Malaysia.