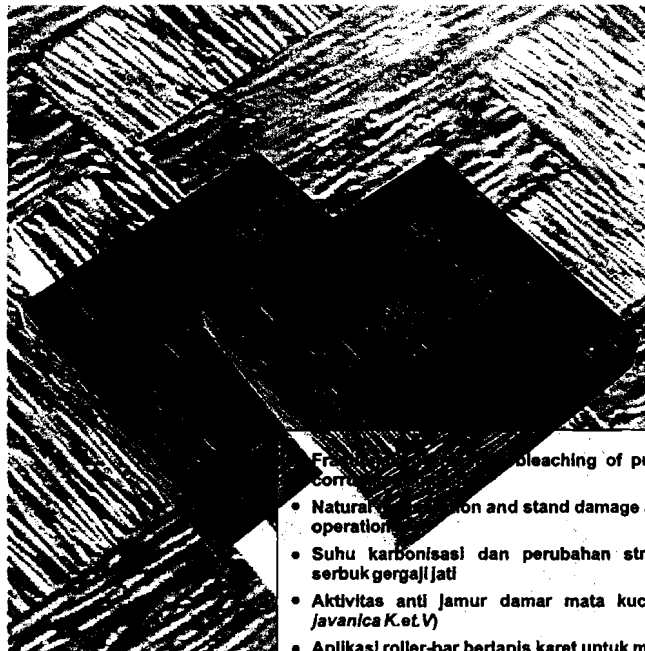


*Jurnal*

# TEKNOLOGI HASIL HUTAN

*Kajian Laboratorium, Empiris, dan Analisis Kebijakan Pemanfaatan Hasil Hutan*

Vol. 16 No. 2, 2003



- Fractionation and bleaching of pulp from old corrugated containers
- Natural regeneration and stand damage after logging operations
- Suhu karbonisasi dan perubahan struktur arang serbuk gergaji jati
- Aktivitas anti jamur damar mata kucing (*Shorea javanica* K. et V)
- Aplikasi roller-bar bertapis karet untuk meningkatkan kualitas potong venir
- Komposisi resin dan kadar aditif dalam perekat lignin-resorsinol formaldehida pada kayu lamina kempas

ISSN 0215-3351

Diterbitkan oleh  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI HASIL HUTAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR

### **Jurnal Teknologi Hasil Hutan**

Jurnal Teknologi Hasil Hutan, ISSN 0215-3351, diterbitkan dua kali setahun oleh Departemen Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Penerbitan dilakukan setiap bulan Juni dan Desember.

#### **Editor Pelaksana**

Dr. Juang R. Matangaran (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)  
Ir. Rita Kartika Sari, MSi (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)  
Dr. Bintang CH Simangunsong (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)

#### **Ketua Dewan Editor**

Prof. Dr. Wasrin Syafii (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)

#### **Dewan Editor**

Dr. Mirtha Karina (*Puslit Fisika LIPI, Bandung*)  
Prof. Dr. Suminar S. Achmadi (*Departemen Kimia, IPB*)  
Prof. Dr. Elias (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)  
Dr. Sri Nugroho Marsum (*Jurusan Teknologi Hasil Hutan, UGM*)  
Dr. Sulaeman Yusuf (*UPT Balitbang Biomaterial LIPI, Cibinong*)  
Dr. Naresworo Nugroho (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)  
Dr. Hariadi Kartodihardjo (*Departemen Teknologi Hasil Hutan, IPB*)

#### **Administrasi**

Ikhsan dan Laya Rachmi

#### **Alamat Editor**

Departemen Teknologi Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Puspa, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680  
Telepon/Fax: (0251) 621285  
E-mail: [jthh-ipb@indo.net.id](mailto:jthh-ipb@indo.net.id)

#### **Nomor Rekening**

BCA KCU BOGOR  
No. 095 0457678

#### **Harga**

Eceran Rp. 40.000/eksemplar  
Langganan Rp. 50.000/tahun

#### **Foto Sampul Depan**

*Handicraft* kayu sawit "KomPress" dari limbah peremajaan batang sawit  
(Sumbangan Edi Suhaimi Bakar)

## ISI

FRACTIONATION AND MILD BLEACHING OF PULP FROM OLD CORRUGATED CONTAINER ( <i>Fraksinasi dan pemutihan ringan pulp dari Old Corrugated Container</i> )	Nyoman J. <b>Wistara</b>	53
NATURAL REGENERATION AND STAND DAMAGE AFTER LOGGING OPERATION ( <i>Regenermi Alami dan Kerusakan Tegakan Setelah Pemanenan Kayu</i> )	Juang R. Matangaran	63
SUHU KARBONISASI DAN PERUBAHAN STRUKTUR ARANG SERBUK GERGAIJATI ( <i>Carbonization Temperature and Charcoal Structure Transformation of Teak Wood Sawdust</i> )	<b>Gustan</b> Pari, Kurnia <b>Sofyan</b> , Wasrin Syafii, Buchari	70
AKTIVITAS ANTI JAMUR DAMAR MATA KUCING ( <i>Shorea javanica K.et.V</i> ) ( <i>Antifungal Activity of Damar Mata Kucing (Shorea javanica K.et.V)</i> )	Rita Kartika Sari, <b>Wasrin</b> Syafii, Kurnia <b>Sofyan</b> , Muhammad <b>Hanafi</b>	81
APLIKASI ROLLER-BAR BERLAPIS KARET UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS POTONG VENIR (I): Pengaruh ketebalan lapisan karet ( <i>Application of Rubber-Faced Roller-Bar to Improve the Veneer Cutting Quality (I): effects of rubber thickness</i> )	Edi <b>Suhaimi</b> Bakar	90
KOMPOSISI RESIN DAN KADAR ADITIF DALAM PEREKAT LIGNIN RESORSINOL FORMALDEHIDA PADA KAW LAMINA KEMPAS ( <i>The Resin Composition and Aditif Percentage In Lignin Resolcinol Formaldehyde of Kempm Laminated Wood</i> )	Adi <b>Santoso</b> , Surdiding Ruhendi, Yusuf Sudo Hadi, Suminar S. Aclimadi	99
UCAPAN TERIMA KASIH		107
INDEKS PENULIS DAN INDBKS SUBYEK VOLUME 16		108

# KOMPOSISI RESIN DAN KADAR ADITIF DALAM PEREKAT LIGNIN RESORSINOL FORMALDEHIDA PADA KAYU LAMINA KEMPAS

*(The Resin Composition and Aditif Percentage In Lignin Resorcinol Formaldehyde of Kempas Laminated Wood)*

Adi Santoso<sup>1)</sup>, Surdiding Ruhendi<sup>2)</sup>, Yusuf Sudo Hadi<sup>2)</sup>, Suminar S Achmadi<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

This research was aimed to optimize the utilization of lignin obtained from pulp mill. through copolymerization with resorcinol and formaldehyde, hereinafter is called LRF, to be used for laminated wood by cold press. The findings indicated that LRF glue was **comparable** to the commercial phenol resorcinol formaldehyde resin. Mole ratios of lignin, resorcinol, and formaldehyde were significantly affect gelatination of the glue mix. The optimum composition of lignin :resorcinol :formaldehyde was found to be 1:0.5:2 plus 1.5% paraformaldehyde hardener, based on the weight of the resin content. The glue was suitable to be applied to **kempas** laminated wood under 15-hours cold press at room temperature. Physical and mechanical properties of the laminated wood met the qualification of commercial structural wood.

Keywords : Glue, lignin, **resorcinol**, laminated wood

## PENDAHULUAN

Dari total biaya produksi kayu olah-an tersebut, lebih dari 30% nya **adalah** biaya perekat (Sellers 2001). Sebahagian besar perekat yang diproduksi di Indone-sia saat ini **adalah** perekat sintetik seperti urea formaldehida, **fenol** formaldehida dan **melamin** formaldehida, **terutama** untuk **memenuhi** kebutuhan industri kayu lapis, **papan partikel**, dan venir lamina. **Semen-tara** perekat **dingin** tipe WBP (Weather Boiled *Proof*) seperti dari **jenis** fenol resorsinol formaldehida (FRF) dan

**resorsi-nol** formaldehida (RF) digunakan untuk produk kayu pertukangan (wood working) untuk keperluan **struktural** atau **bangunan** dan perkapalan.

Ditinjau dari potensi bahan baku fenolik yang tersedia, sesungguhnya **Indo-nesia mampu** memproduksi perekat serupa, ialah dari lindi **hitam** (black liquor) **larutan** sisa pemasak **serpih** kayu pada proses pulping. Sampai saat ini, lindi **hitam** di 33 buah pabrik pulp yang ada di Indonesia (**Ahmad** 2001) sebahagian besar digunakan sebagai **bahan** bakar. Padahal dari lindi **hitam** tersebut bisa diperoleh

1) Peneliti pada Puslitbang Teknologi Hasil Hutan, Bogor

2) Staf Pengajar Departemen Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

3) Staf Pengajar Departemen Kimia Fakultas MIPA, IPB

berbagai jenis produk yang bermanfaat seperti lignin, asam format, asam asetat, dan komponen kimia lainnya.

Lebih kurang 48% dari larutan sisa pemasak serpih dalam proses pulping adalah lindi hitam. Sebanyak 18% dari lindi hitam tersebut adalah lignin (Rudatin 1989). Lignin bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku perekat termoset (Pizzi 1994, Santoso 1995), namun masih banyak kendala dalam proses pembuatannya dan dalam aplikasinya memerlukan suhu kempa yang tinggi dengan waktu pemanasan yang lebih lama daripada perekat termoset sintetis lainnya, sehingga dinilai kurang menguntungkan.

Penelitian pemanfaatan lignin kini mengarah pula pada penggunaannya sebagai perekat kempa dingin. Salah satu upaya untuk mencapai hal tersebut adalah dengan mengkopolimerisasi lignin dengan resorsinol dan formaldehida, sehingga terbentuk resin lignin resorsinol formaldehida (LRF) (Santoso *et al.* 2001, Ruhendi 1999, Pizzi 1994).

Salah satu perekat berbahan dasar lignin adalah perekat kempa dingin lignin resorsinol formaldehida (LRF), mengandung resorsinol sekitar 13,6-19% (dari resin cair total) yang dicangkokkan pada lignin teknis melalui metilolasi lignin, kemudian membentuk jembatan metilena antara resorsinol dengan polimer lignin yang dimetilolasi. Perekat ini digunakan untuk finger joint dan glulam (Klashorst *et al.* 1985 dan Truter *et al.* 1994 dalam Pizzi 1994). Kelemahan perekat LRF ini adalah pot life-nya yang lebih singkat dibandingkan perekat termoset fenolik lainnya (Pizzi 1994, Ruhendi 1999). Jika dipakai sebagai perekat kayu lamina, resin LRF memerlukan aditif paraformaldehida, untuk membentuk ikatan silang pada suhu ruang (Pizzi 1994).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan pemakaian aditif yang optimum dan alokasi waktu kempa yang sesuai untuk pembuatan kayu lamina kempas (*Koompassia malaccensis* Maing.) dengan perekat LRF.

## BAHAN DAN METODE

### *Penbuatan Perekat*

Dalam proses pembuatan resin LRF lignin dicampur dengan NaOH 10% dan diaduk pada suhu ruang sampai membentuk pasta. Selanjutnya ditambahkan larutan NaOH 50% sambil diaduk sampai semua pasta terlarut dan pH mencapai 10.

Resorsinol ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan dan diaduk sampai homogen. Selanjutnya pH ditingkatkan menjadi 11 dengan larutan NaOH 50%, lalu ditambahkan larutan formaldehida 37% sambil diaduk. Kemudian larutan NaOH 10% dimasukkan, dan campuran diaduk lagi sampai pH larutan mencapai pH 11.

Redaksi di atas dilakukan pada suhu ruang. Nisbah mol resin L/R/F dalam penelitian ini adalah = 1:0,3:2, 1:0,5:2, 1:0,7:2, 1:0,9:2, dan 1:1,1:2, di mana 1 mol lignin setara dengan 180 gram (Gillespie 1985 dalam Hemingway *et al.* 1988).

Sifat: fisis-kimia resin cair yang diuji meliputi kadar resin padat dan waktu tergelatin.

### *Pembuatan Kayu lamina*

Kayu lamina dibuat dua lapis, dari jenis kayu kempas (*Koompassia malaccensis* Maing.). Pemilihan jenis kayu ini didasarkan pada sifat dan strukturnya yang relatif sulit dikerjakan dan direkat (Marta-wijaya *et al.* 1989). Setiap bilah kayu diusahakan sama (homogen). Setelah dipilih secara visual, kayu dikeringkan

dalam oven hingga kadar airnya berkisar antara 8-12%.

Kayu yang telah disiapkan kemudian dibersihkan dan dilaburi dengan resin LRF dengan variasi komposisi seperti disebut-kan di atas. Sebelum dilaburkan, resin ini dibubuhi dengan paraformaldehida dengan bervariasi sebagai berikut: 0; 0,5; 1,5; 2,5; dan 3,5% dari bobot resin padat. Kemudian resin dilaburkan pada kedua sisi kayu dengan bobot labur 85 g/m<sup>2</sup> permukaan.

Setelah pelaburan merata, potongan kayu direkatkan dengan kayu lainnya. Selanjutnya kayu lamina dikempa dingin masing-masing selama 8 jam dan 15 jam, dan didiamkan pada suhu ruang selama satu minggu. Penetapan waktu kempa dan besarnya tekanan proses pengempaan, disesuaikan dengan anjuran operasional produsen perekat, yaitu 8-15 jam dan 1,0 MPa (Akzonobel 2001).

Untuk setiap komposisi perekat dibuat 4 buah kayu lamina. Kayu lamina selanjutnya dibuat contoh uji untuk keteguhan geser tekan, dan diuji dengan mengacu pada Standar Jepang (JAS 1996). Data keteguhan geser tekan yang dihasilkan dibandingkan dengan data keteguhan geser tekan dari kayu lamina yang dibuat dengan perekat komersial (*fenol resorsinol formaldehyde*, PRF) dan diolah dengan menggunakan analisis faktorial dalam rancangan acak lengkap (RAL) dan uji beda menurut cara Tukey (Steel dan Torrie 1989).

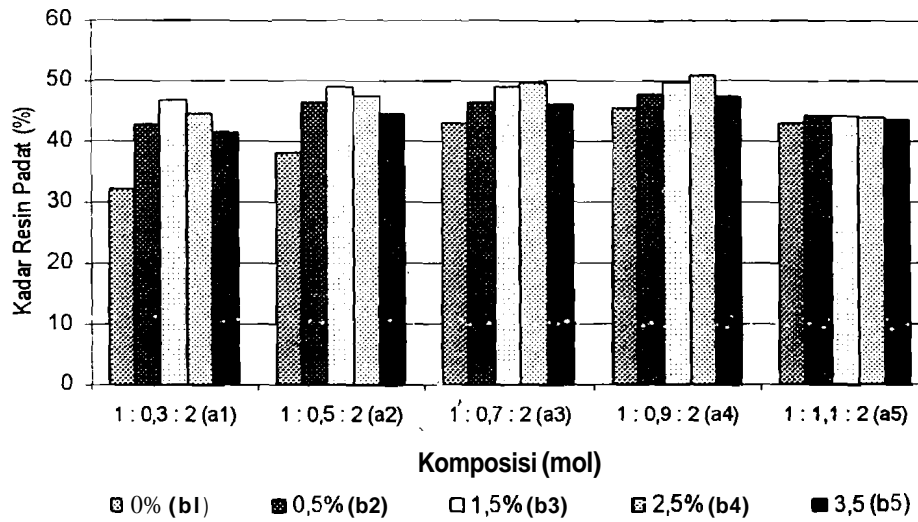
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pengaruh Komposisi Resin dan Kadar Aditif terhadap Resin Padat dan Waktu Tergelatin Perekat LRF*

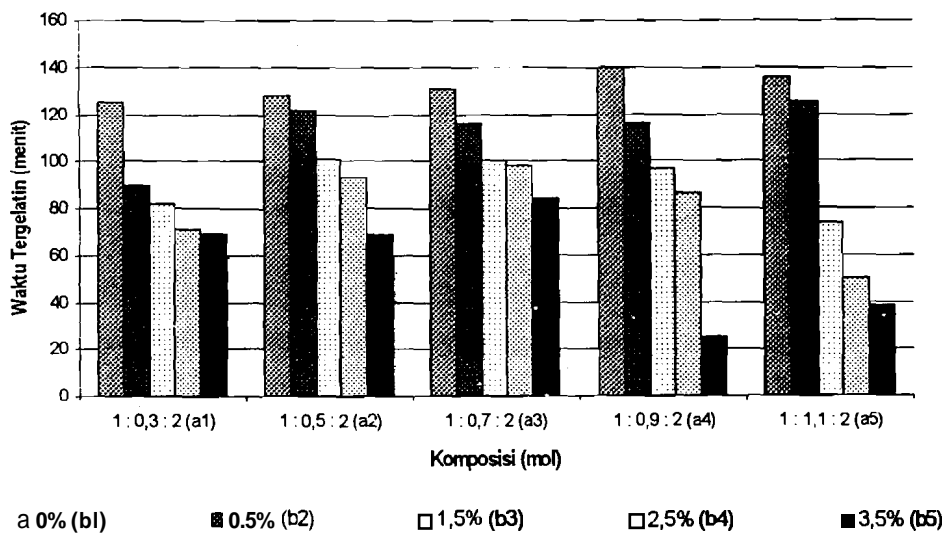
Kadar resin padat menggambarkan jumlah resin yang terbentuk sebagai hasil reaksi kopolimerisasi LRF, sedangkan waktu tergelatin melukiskan kemampuan *pot life* resin. Kadar resin padat yang tinggi menggambarkan peningkatan jumlah molekul dalam kopolimer (resin), yang diduga akan berperan dalam reaksi antara perekat dan sirekat, sementara *pot life* yang semakin lama dapat menguntungkan karena umur pakai kopolimer jadi lebih lama.

Kadar resin dan waktu tergelatin rata-rata berturut-turut 32,1-50,9% dan 25-140 menit sementara respon yang sama dengan perekat pembanding (PRF) berturut-turut adalah 61,5% dan 85 menit. Ringkasan data kedua besaran tersebut masing-masing disajikan berupa histogram kadar padat dalam resin LRF (Gambar 1) dan waktu tergelatin LRF (Gambar 2).

Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam diketahui bahwa nisbah mol L/R/F dan kadar aditif berpengaruh nyata terhadap kadar resin padat, dan berpengaruh sangat nyata terhadap waktu tergelatin perekat. Sementara interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak mempengaruhi kadar resin padat, tetapi sangat nyata mempengaruhi waktu tergelatinnya.



Gambar 1. Kadar padat dalam resin LRF dengan komposisi berbeda



Gambar 2. Waktu tergelatin LRF akibat perbedaan komposisi

Berdasarkan uji beda diketahui bahwa komposisi **aditif berpengaruh positif** terhadap pembentukan resin **padat** LRF. **Aditif** meningkatkan resin **padat** LRF. Namun demikian, hasil uji beda juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata jika kadar **aditif** dalam kisaran 0,5-3,5%. Hal tersebut mengisyaratkan bahwa dalam **reaksi** kopolimerisasi LRF, **aditif** paraformaldehida berfungsi sebagai katalis, sesuai dengan sinyalemen Pizzi (1994).

Pemakaian bahan yang sama berpe-ngaruh negatif terhadap waktu tergelatin; hasil uji beda **menunjukkan** bahwa peng-gunaan **aditif** dalam kisaran 0,5-3,5% satu sama lain berbeda nyata, penambahan **aditif** semakin mempersingkat waktu ter-gelatin. Bila diasumsikan bahwa **waktu** tergelatin ini melukiskan pot *life* perekat LRF, maka penggunaan **aditif** paraformal-dehida sampai kadar 1,5% dari resin **padat** diduga masih relatif memadai, dan serupa dengan perekat **fenol resorsinol** formal-dehida yang rata-rata di atas 88 menit, dan **memenuhi** syarat untuk keperluan industri (Pizzi 1994).

#### **Pengaruh Komposisi Resin dan Kadar Aditif dalam Perekat LRF terhadap Keteguhan Rekat Kayu Lamina**

Dalam aplikasinya, **resin** LRF diramu dengan **aditif**. Untuk mendapatkan **pemakaian aditif** maksimum sehingga ramuan perekat LRF memiliki waktu pengerasan yang ideal dan keteguhan rekat dari produk **perekatannya memenuhi** persyaratan yang **diinginkan**, maka dilaku-kan penelitian aplikasi **aditif** pada perekat LRF.

Ikhtisar hasil pengujian keteguhan geser tekan dalam keadaan kering, mau-pun dalam keadaan **basah**, dicantumkan pada Tabel 2. Secara keseluruhan keteguh-an geser tekan kayu lamina yang dikempa selama 15 jam cenderung lebih tinggi

dibandingkan yang dikempa 8 jam. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mahittikul (1981) dan Widiati (2001), yang **menge-mukakan** bahwa waktu kempa berpe-ngaruh **positif** terhadap keteguhan rekat *adheren*. Semakin lama waktu kempa. sampai **batas** tertentu kemampuan perekat **menembus dinding sel** semakin besar. karena pemberian tekanan menyebabkan perubahan bentuk sel menjadi **melelek** atau pecah (Kollmann dan Cote 1968).

Keteguhan geser tekan kayu lamina kempas pada keadaan kering dengan **waktu** kempa 8 jam, rata-rata berkisar antara 9,54-78,40 kg/cm<sup>2</sup>, sementara jika dikempa selama 15 jam, **rata-ratanya** berkisar antara 26,88-133,05 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai keteguhan geser ini masih di bawah perekat PRF (158,40 kg/cm<sup>2</sup>) sebagai pembanding, namun bila mengacu kepada standar yang dianjurkan oleh Tahir et al. (1988), nilai keteguhan geser tersebut sebahagian **memenuhi** syarat, karena lebih dari 55 kg/cm<sup>2</sup>. Demikian pula bila **diban-dingkan** dengan ketentuan standar Jepang (JAS 1996), karena standar tersebut **men-syaratkan** keteguhan geser tekan kayu lamina antara 54-96 kg/cm<sup>2</sup>. Keteguhan geser tekan kayu lamina kempas pada keadaan **basah** dengan waktu kempa 8 jam, rata-rata berkisar antara 5,07-40,70 kg/cm<sup>2</sup>, sementara dalam waktu kempa 15 jam, rata-ratanya berkisar antara 15,19-63,30 kg/cm<sup>2</sup> (Tabel 3).

Selanjutnya nilai keteguhan geser tekan rata-rata kayu lamina yang diuji dalam kondisi **basah** lebih **rendah diban-dingkan** perekat PRF (76,80 kg/cm<sup>2</sup>), namun bila mengacu kepada standar yang dianjurkan oleh Tahir et al. (1988), kayu lamina yang menggunakan perekat LRF dengan komposisi L/R/F = 1: 0,5:2 dengan kadar **aditif** antara 1,5 - 3,5% dengan masa kempas 15 jam, dan komposisi L/R/F = 1: 0,7:2 dengan kadar **aditif** antara 2,5- 3,5% dengan masa kempa 15 jam **memenuhi**



syarat, karena lebih dari 41 kg/cm<sup>2</sup>. Bila mengacu kepada ketentuan standar Jepang (JAS, 1996), hanya kayu lamina yang menggunakan perekat berkornposisi L/R/F = 1 : 0,5 : 2 dengan kadar aditif 2,5% dan masa kempa 15 jam yang memenuhi syarat.

Terdapat kecenderungan bahwa ke-naikan keteguhan geser tekan kayu lamina yang diuji dalam keadaan kering, terjadi sampai batas tertentu dengan meningkatnya kadar resorsinol dalam resin dan aditif yang dipakai dalam peramuhan perekat LRF (Tabel 2). Serentara hasil pengujian dalam keadaan basah (Tabel 3), menunjukkan bahwa kenaikan keteguhan geser tekan kayu lamina tidak selalu seiring dengan meningkatnya kadar resorsinol dalam kornposisi resin LRF, namun sampai pada batas tertentu sejalan dengan penambahan aditif masih sesuai dengan sinyalemen yang dikemukakan Mahittikul (1981) dan Pizzi (1994).

Untuk mengetahui pengaruh komposisi resin LRF, kadar aditif dalam ramuan perekat dan waktu kempa yang diterapkan masing-masing terhadap keteguhan geser tekan kayu lamina, dilakukan analisis sidik ragam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nisbah mol L/R/F, kadar aditif, dan waktu kempa masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan geser tekan kayu lamina yang diuji dalam keadaan kering maupun basah.

Fenomena serupa terlihat pula pada interaksi dari ketiga perlakuan yang dikenakan. Menurut perhitungan uji beda, terindikasi bahwa resin yang mengandung resorsinol 0,5 mol berbeda nyata dengan 0,7 mol dan 1,1 mol, tetapi tidak berbeda nyata dengan yang 0,9 mol. Serentara penggunaan aditif sebanyak 0,5% tidak berbeda nyata dengan 3,5%, dan waktu kempa antara 8 jam berbeda nyata dengan 15 jam.

Tabel 2. Keteguhan rekat kayu lamina kempas (kg/cm<sup>2</sup>), uji kering

Waktu Kempa (jam), C	Komposisi (L : R : F), A	Kadar aditif (%), B				
		0 (b <sub>1</sub> )	0,5 (b <sub>2</sub> )	1,5 (b <sub>3</sub> )	2,5 (b <sub>4</sub> )	3,5 (b <sub>5</sub> )
8 jam (c <sub>1</sub> )	1 : 0,5 : 2 (a <sub>2</sub> )	9,54	15,85	44,69	32,92	6,02
	1 : 0,7 : 2 (a <sub>3</sub> )	43,58	57,59*	78,40*	61,44*	41,10
	1 : 0,9 : 2 (a <sub>4</sub> )	61,38*	76,28*	62,41*	53,39	35,90
	1 : 1,1 : 2 (a <sub>5</sub> )	21,86	33,40	36,37	41,92	30,93
15 jam (c <sub>2</sub> )	1 : 0,5 : 2 (a <sub>2</sub> )	26,88	88,42*	117,47*	133,05*	128,30*
	1 : 0,7 : 2 (a <sub>3</sub> )	43,86	55,96*	68,88*	108,55*	85,31*
	1 : 0,9 : 2 (a <sub>4</sub> )	46,44	46,83	56,84*	88,57*	82,44*
	1 : 1,1 : 2 (a <sub>5</sub> )	36,68	41,16	48,48	42,68	45,44
PRF		158,40				

**Keterangan:** - Komposisi L: R: F = 1: 0.3: 2 (a<sub>1</sub>), tidak bisa digunakan sebagai perekat kayu lamina kempas, karena pada percobaan pendahuluan semua kayu lamina yang menggunakan perekat LRF dengan komposisi tersebut mengalami delaminasi setelah kondisioning 1-3 hari.

- \*) = memenuhi persyaratan Tahir et al. (1988) dan Jepang (JAS, 1996)

- PRF = Fenol resorsinol formaldehida (pemanding)

Tabel 3. Keteguhan rekat kayu lamina kempas ( $\text{kg/cm}^2$ ), uji basah

Waktu Kempa (jam), C	Komposisi (L : R : F), A	Kadar aditif (%), B				
		0 ( $b_1$ )	0,5 ( $b_2$ )	1,5 ( $b_3$ )	2,5 ( $b_4$ )	3,5 ( $b_5$ )
8 jam ( $c_1$ )	1 : 0,5 : 2 ( $a_2$ )	5,07	10,19	22,17	19,37	3,21
	1 : 0,7 : 2 ( $a_3$ )	16,46	30,66	38,36	32,77	21,52
	1 : 0,9 : 2 ( $a_4$ )	32,65	40,70	36,16	30,01	19,76
	1 : 1,1 : 2 ( $a_5$ )	10,10	12,56	17,43	17,57	7,37
15 jam ( $c_2$ )	1 : 0,5 : 2 ( $a_2$ )	15,19	26,19	51,82*	63,30**	53,04*
	1 : 0,7 : 2 ( $a_3$ )	21,78	29,73	34,96	51,16*	41,48*
	1 : 0,9 : 2 ( $a_4$ )	25,31	25,85	36,26	42,02*	39,07
	1 : 1,1 : 2 ( $a_5$ )	15,84	25,47	28,50	24,10	17,26
PRF		76,80				

**Keterangan:**

- Komposisi L: R: F = 1: 0,3 : 2 ( $a_1$ ), tidak bisa digunakan sebagai perekat kayu lamina kempas, karena pada percobaan pendahuluan semua kayu lamina yang menggunakan perekat LRF dengan komposisi tersebut mengalami delaminasi s etelah kondisioning 1-3 hari.
- \*) = memenuhi persyaratan Standar yang dianjurkan oleh Tahir et al. (1988)
- \*\*) = memenuhi persyaratan Standar Jepang (JAS. 1996)
- PRF = Fenol resorsinol formaldehida (pembanding)

Berdasarkan data uji beda interaksi antara ketiga perlakuan, dapat dikemukakan bahwa perekat LRF yang sesuai untuk kayu lamina kempas adalah resin dengan komposisi L/R/F = 1:0,5:2 dan 1:0,7:2 dan kadar aditif 1,5-3,5% masing-masing dari kadar resin padat, serta masa kempa 15 jam karena nilai keteguhan geser tekannya memenuhi persyaratan Standar Jepang (JAS 1996) maupun persyaratan yang dianjurkan oleh Tahir et al. (1988), baik diuji dalam keadaan kering maupun basah.

**KESIMPULAN**

Pemakaian aditif berpengaruh positif terhadap pembentukan resin padat lignin resorsinol formaldehida, dan mampu meningkatkannya dibandingkan dengan tanpa penggunaan aditif, tetapi berpengaruh negatif terhadap waktu tergelatin

yakni semakin mempersingkat waktu tergelatin. Penggunaan maksimum bahan aditif paraformaldehida adalah sebanyak 1,5% dari resin padat.

Perekat lignin resorsinol formaldehida yang sesuai untuk kayu lamina kempas adalah resin dengan komposisi L/R/F = 1:0,5:2 dan 1:0,7:2, dan kadar aditif 1,5-3,5% masing-masing dari kadar resin padat, serta masa kempa 15 jam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad NR (2001) Restrukturisasi Industri Kayu Hulu dan Pengelolaan Hutan Produksi di luar Jawa. Makalah Sukarela. Kongres Kehutanan Indonesia III. Jakarta, 25-28 Oktober 2001.
- Akzonobel (2001) Synteko Phenol resorcinol Adhesive 1711 with Hardeners

- 2620, 2622, 2623., Casco Adhesive (Asia). Jakarta.
- Japanese Agricultural Standard (JAS) (1996) Japanese Agricultural Standard for Structural Glued laminated Timber. Notification No.111 of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries Januari 29, 1996. JPIC. Tokyo.
- Kollmann FFP and Cote Jr EW (1968) Wood Based Material. Vol.2. Springer-Verlag, Berlin.
- Mahittikul C** (1981) Properties of Tannin **Extract** from Tree Bark as Adhesive for Plywood and Particleboard. Dissertation. university of The Philippines at Los **Banos**. Philippine.
- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YA, Prawira SA, Kadir K** (1989) Atlas Kayu Indonesia Jilid II. **Bogor**. Badan **Litbang** Kehutanan, Dephut.
- Pizzi A** (1994) Advanced Wood Adhesives Technology. Marcer Dekker. New York.
- Rudatin S** (1989) Potensi **pemanfaatan** lignin dari **limbah** industri pulp dan kertas di Indonesia. Berita **Selulosa** (25) 1: 14 - 17.
- Ruhendi S** (1999) **Kualitas** lignin **resorsinol formaldehida** berbahan dasar **dari lindi hitam** sebagai perekat kayu laminasi. **Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia** Vol. 8 (2): 19 - 25.
- Santoso A** (1995) Pencirian, Isolat dan upaya **menjadikannya** sebagai bahan perekat kayu lapis. Thesis Program **Pasca Sarjana** IPB. Bogor.
- Santoso A, Ruhendi S, Hadi YS, dan Achmadi SS** (2001) Pengaruh kornpo-sisi perekat lignin resorsinol formaldehida terhadap emisi **formaldehida** dan sifat fisis-mekanis kayu lamina. **J. Teknol Hasil Hutan** Vol. XIV (2): 7-15.
- Sellers T** (2001) Wood Adhesive: Innovations and Applications in North America. **Forest Products J**, June 2001. **Vol.51(6)**.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) (1998). Kumpulan SNI Perekat. **Badan Standardisasi Nasional**, Jakarta.
- Steel RGD dan Torrie JH** (1989) Prinsip Prosedur Statistik. **Terjemahan**. Gramedia, Jakarta.
- Tahir PMD, Sahri MH and Ashari Z** (1998) **Gluability** of less Used and Fast Growing Tropical Platation Hardwood Species. Faculty of Forestry Universiti Pertanian Malaysia. Selangor, Malaysia.
- Widiati KY** (2001) **Pengaruh** Tekanan dan Waktu Tekan terhadap Keteguhan Rekat dan **Penetrasi** Perekat pada Kayu Lamina. Prosiding Seminar Nasional IV MAPEKI, Samarinda: 6-9 **Agustus** 2001.