PENGARUH JENIS PEREKAT DAN KOMBINASI JENIS KAYU TERHADAP KETEGUHAN REKAT KAYU LAMINA

(Effect of Glue Type and Combined Wood Species on the Bonding Strength of Laminated Wood)

Oleh/By:

Adi Santoso & Jamaludin Malik

ABSTRACT

*This research aimed to know the influence of using three glue types, i.e. lignin resorcinol formaldehyde (LRF), tannin resorcinol formaldehyde (TRF) and phenol resorcinol formaldehyde (PRF), on laminated wood from three wood species, those are tusam (*Pinus merkusii*), damar (*Agathis Sp*) and gmelina (*Gmelina arborea*) with different press duration on its bonding strength.*

The results indicated that glue types, wood species, and wood species combination and pressing durations significantly affected the bonding strength of the laminated wood. Likewise, the particular interaction did so with their significant effect as follows: those of glue type combined wood species, glue type with pressing duration of individual wood species with pressing duration and also glue type with the combined wood species and pressing duration.

The highest bonding strength (110.88 kg/cm²) was obtained in the laminated wood made by wood species combination of tusam-gmelina-damar using LRF glue and 8 hours pressing duration in term dry test. For the wet test, likewise, the corresponding value of 43.73 kg/cm² was obtained in the laminated wood that incorporated also those three wood species using PRF glue and 15 hours pressing duration.

Keywords: Wood adhesive, lignin, tannin, laminated wood.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penggunaan tiga jenis perekat, yaitu lignin resorsinol formaldehida (LRF), tanin resorsinol formaldehida (TRF) dan fenol resorsinol formaldehida (PRF) dengan lama pengempaan yang berbeda terhadap keteguhan rekat kayu lamina dari kombinasi tiga jenis kayu, yaitu: tusam (*Pinus merkusii*), damar (*Agathis sp.*), dan gmelina (*Gmelina arborea*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis perekat, jenis kayu dan interaksinya maupun lama pengempaan masing-masing berpengaruh terhadap keteguhan rekat kayu lamina. Demikian pula interaksi antara jenis perekat dengan susunan jenis kayu, jenis perekat dengan masa kempa, jenis

kayu dengan masa kempa, serta jenis perekat dengan susunan jenis kayu berpengaruh terhadap keteguhan rekat kayu lamina. Hasil uji kering menunjukkan bahwa keteguhan rekat tertinggi (110,88 kg/cm²) diperoleh dari kayu lamina yang dibuat dari kombinasi jenis kayu tusam, gmelina dan damar dengan perekat LRF yang dikempa selama 8 jam. Kayu lamina yang dibuat dari kombinasi jenis kayu tersebut yang diuji pada kondisi basah, memiliki keteguhan rekat tertinggi (43,73 kg/cm²) dengan menggunakan perekat PRF dan dikempa selama 15 jam.

Kata kunci: Perekat kayu, lignin, tanin, kayu lamina.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan pembalakan kayu di Indonesia menghasilkan kayu limbah pembalakan yang mencapai 29,75 juta m³/tahun. Potensi limbah pembalakan kayu tersebut lebih besar dari produksi kayu bulatnya yang diperkirakan mencapai 23,8 juta m³/tahun (Idris dan Suhartana, 1996). Potensi limbah yang demikian besar itu belum dapat memberikan kontribusi yang berarti terhadap pengurangan defisit bahan baku untuk industri. Hal ini antara lain disebabkan limbah pembalakan kayu memiliki ukuran sangat beragam sehingga pemanfaatannya untuk produk komersial menjadi terbatas (Malik, 2000). Namun demikian upaya pemanfaatan limbah pembalakan kayu perlu terus dikembangkan.

Di antara produk komersial yang mungkin dapat diproduksi dari limbah pembalakan kayu adalah kayu lamina, yang secara teknis selain dapat dibuat dari kayu sejenis dapat pula dibuat dari campuran jenis dengan sambungan sejajar arah serat, yang menggunakan perekat impor golongan fenolik seperti resorsinol formaldehida (RF).

Tradisi impor bahan baku industri merupakan satu kelemahan yang perlu dibenahi dalam restrukturisasi industri kehutanan. Dalam upaya menanggulangi atau mengurangi ketergantungan terhadap produk impor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan mencari bahan perekat substitusi yang setara kualitasnya dengan perekat impor. Salah satu formula yang dikembangkan adalah perekat berkualitas WBP (*Water Boiling Proof*) yang terbuat dari bahan baku berupa larutan sisa pemasak serpih kayu asal pabrik pulp, yang dikenal sebagai lindi hitam (Santoso, 2003) dan tanin yang merupakan senyawa fenolik alami diperoleh dalam konsentrasi tinggi pada beberapa macam tumbuhan seperti akasia (Santoso *et al.*, 2002). Produk perekatan berupa kayu lamina yang menggunakan kedua jenis perekat tersebut kualitas keteguhan rekatnya setara dengan perekat impor (Santoso *et al.*, 2002 dan Santoso, 2003).

Tulisan ini mengemukakan hasil penelitian teknologi perekatan pada pembuatan kayu lamina dari kombinasi 3 jenis kayu yang berasal dari limbah pembalakan hutan tanaman.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dolok kayu dari limbah pembalakan hutan tanaman di Jawa Barat, terdiri dari tiga jenis kayu yaitu tusam (*Pinus*

merkusii), damar (*Agathis* sp.), dan gmelina (*Gmelina arborea*) yang berdiameter kecil (< 30 cm) dengan panjang maksimum 2 m. Bahan perekat yang digunakan adalah lignin resorsinol formaldehida (LRF), tanin resorsinol formaldehida (TRF) yang diperoleh dari hasil penelitian Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor, dan fenol resorsinol formaldehida (PRF) diperoleh dari impor. Karakteristik dari masing-masing perekat tersebut dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisis-kimia LRF, TRF dan PRF

Table 1. Physical-chemistry properties of LRF TRF, and PRF

Sifat (<i>Properties</i>)	Perekat (<i>Glue</i>)		
	LRF	TRF	PRF
Warna (<i>Colour</i>)	Merah-coklat	Merah-coklat	Merah-coklat
Waktu tergelatin (<i>Gelatinous time</i>), menit (<i>minute</i>)	228	154	85
Kadar resin padat (<i>Solid resin content</i>), %	48,95	56,01	57,03
Viskositas (<i>Viscosity</i>) pada suhu (<i>temperature</i>) 25±1°C, poise	1,0	1,85	3,4
Keasaman (pH)	11,0	10,5	8,0
Bobot jenis (<i>Specific gravity</i>)	1,16	1,08	1,15

Peralatan yang digunakan di antaranya adalah oven untuk menentukan kadar air, mesin kempa dingin untuk membuat kayu lamina, mesin uji universal untuk menguji sifat fisis kayu lamina, dan seperangkat peralatan gelas kaca.

B. Metode

Dolok berdiameter kecil (< 30 cm) dibelah menjadi papan berukuran tebal 2,5 cm, panjang 50 cm dan lebar 5 cm. Ukuran dan kualitas papan dari masing-masing kayu diusahakan sama dan secara visual bebas cacat. Selanjutnya kayu dikeringkan dalam oven pada suhu $102 \pm 3^{\circ}\text{C}$ hingga kadar airnya berkisar antara 8-12%. Pada permukaan papan yang sudah kering dilaburi perekat menggunakan kuas dengan bobot labur 170 g/m^2 . Perekat LRF, TRF dan PRF sebelum dilaburkan, terlebih dahulu diberi bahan pengeras berupa paraformaldehida teknis. Perakitan kayu lamina 3 lapis dilakukan dengan menggunakan jenis kayu tusam sebagai lapisan luar dengan pertimbangan karena corak dan warnanya disukai konsumen. Ukuran papan kayu lamina 3 lapis setelah perakitan adalah $7,5 \times 5 \times 50 \text{ cm}$. Hasil rekatan dikempa dingin secara manual pada tekanan 10 kg/cm^2 selama 8 jam dan 15 jam. Selanjutnya kayu lamina dидiamkan pada suhu ruang selama satu minggu sebelum dilakukan pengujian. Sebelum dibuat contoh uji, kayu lamina diampelas hingga mencapai ketebalan 4 cm. Pengujian kayu lamina meliputi sifat fisis (kadar air dan kerapatan), dan keteguhan geser tekan yang mewakili sifat keteguhan rekat untuk tipe perekat eksterior. Pengujian sifat fisis dan mekanis kayu lamina mengikuti prosedur standar JAS (Anonim, 1996).

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial dengan ulangan 4 kali, dan dilanjutkan dengan uji beda cara Tukey (Steel dan Torrie, 1993).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian keteguhan rekat kayu lamina dalam keadaan kering maupun basah yang dalam hal ini diwakili oleh nilai keteguhan geser tekan dan kerusakan kayunya masing-masing disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Keteguhan rekat dan kerusakan kayu lamina (Uji kering)
Table 2. Bonding strength and wood failure of laminated wood (Dry test)

Masa Kempa (Pressing duration)	Kombinasi jenis kayu (Wood species combination)	Jenis perekat (Glue type)					
		LRF		TRF		PRF	
		1	2	1	2	1	2
8 jam (hours)	K ₁	13,64	20	39,46	30	62,40	20
	K ₂	43,41	35	27,73	10	96,45	35
	K ₃	43,36	35	79,57*	20	84,85	45
	K ₄	110,88	30	35,62	20	43,52	30
	K ₅	93,44	30	52,00	20	93,85	30
	K ₆	64,74	25	44,48	20	63,36	30
Rata-rata (Mean)		61,58	29	46,48	20	74,07	32
15 jam (hours)	K ₁	10,88	20	29,86	20	59,62	30
	K ₂	26,98	10	22,16	25	45,65	30
	K ₃	28,48	30	52,16	10	77,86	35
	K ₄	60,16	25	26,06	20	39,21	40
	K ₅	46,65	20	34,04	20	73,92	40
	K ₆	28,37	30	33,40	10	37,12	20
Rata-rata (Mean)		33,58	24	32,95	17	55,56	32

Keterangan (Remarks): LRF = Lignin resorsinol formaldehida (*Lignin resorcinol formaldehyde*); TRF = Tanin resorsinol formaldehida (*Tannin resorcinol formaldehyde*); PRF = Fenol resorsinol formaldehida (*Phenol resorcinol formaldehyde*); 1 = Keteguhan rekat (*Bonding strength*), g/cm²; 2 = Kerusakan kayu (*Wood failure*), %; K₁ = Tusam-tusam-tusam; K₂ = Gmelina-gmelina-gmelina; K₃ = Damar-damar-damar; K₄ = Tusam-gmelina-damar; K₅ = Tusam-damar-tusam; K₆ = Tusam-gmelina-tusam.

Hasil uji cara kering menunjukkan bahwa kayu lamina dari ke enam kombinasi jenis kayu yang dikempa selama 8-15 jam memiliki keteguhan rekat antara 10,88–110,88 kg/cm² (Tabel 2), sedangkan pada cara basah 4,54–43,73 kg/cm² (Tabel 3). Selanjutnya dari Tabel 2 dan 3 terlihat bahwa nilai kerusakan kayu lamina yang diuji dengan cara kering dan basah masing-masing berkisar antara 10–45% dan 0–30%. Demikian pula kayu lamina yang dibuat dari campuran jenis kayu cenderung memiliki keteguhan rekat yang lebih tinggi daripada kayu lamina yang terbuat dari satu jenis kayu.

Apabila mengacu kepada persyaratan yang dianjurkan oleh Tahir *et al.* (1988), nilai keteguhan rekat kayu lamina yang diuji dalam keadaan kering, sebagian memenuhi syarat, karena lebih dari 55 kg/cm². Kayu lamina yang memenuhi ketentuan dimaksud antara lain: kayu lamina yang menggunakan perekat LRF dengan kombinasi jenis tusam-gmelina-tusam (K₄), tusam-damar tusam (K₅), dan tusam-gmelina-tusam (K₆); kayu lamina yang

menggunakan perekat TRF yang dibuat dari jenis kayu damar (K_3); dan kayu lamina yang menggunakan perekat PRF yang dibuat dari jenis kayu tusam (K_1), gmelina (K_2) dan damar (K_3) maupun dengan kombinasi jenis tusam-damar-tusam (K_5), tusam-gmelina-tusam (K_6). Demikian pula bila dibandingkan dengan ketentuan standar Jepang (JAS, 1996), karena standar tersebut mensyaratkan keteguhan rekat kayu lamina antara 54-96 kg/cm².

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Karnasudirdja (1989), nilai keteguhan rekat kayu lamina hasil penelitian (Tabel 3) relatif sama dengan keteguhan geser kayu lamina kapur (*Dryobalanops* spp.) yaitu sekitar 38-108 kg/cm², meranti merah (*Shorea* spp.) 47-77 kg/cm², dan jati (*Tectona grandis* L.f.) 36-84 kg/cm² yang menggunakan perekat PRF dan dikempa selama 24 jam.

Tabel 3. Keteguhan rekat dan kerusakan kayu lamina (Uji basah)
Table 3. Bonding strength and wood failure of laminated wood (Wet test)

Masa Kempa (Pressing duration)	Kombinasi jenis kayu (Wood species combination)	Jenis perekat (Glue type)					
		LRF		TRF		PRF	
		1	2	1	2	1	2
8 jam (hours)	K_1	4,54	0	9,62	0	21,86	0
	K_2	16,51	0	9,49	0	34,55	0
	K_3	15,10	0	10,47	0	42,77	30
	K_4	21,82	0	10,88	0	34,67	0
	K_5	15,46	0	7,33	0	33,78	0
	K_6	4,86	0	5,98	0	30,29	30
15 jam (hours)	K_1	15,98	0	16,36	0	26,66	0
	K_2	16,78	0	13,99	0	36,55	0
	K_3	17,66	0	17,19	0	40,20	0
	K_4	22,20	0	13,50	0	43,73	0
	K_5	18,38	0	20,21	0	25,38	0
	K_6	11,74	0	13,65	0	33,49	0

Keterangan (Remarks): LRF = Lignin resorsinol formaldehida (*Lignin resorcinol formaldehyde*); TRF = Tanin resorsinol formaldehida (*Tannin resorcinol formaldehyde*); PRF = Fenol resorsinol formaldehida (*Phenol resorcinol formaldehyde*); 1= Keteguhan rekat (*Bonding strength*), g/cm²; 2 = Kerusakan kayu (*Wood failure*), %; K_1 = Tusam-tusam-tusam; K_2 = Gmelina-gmelina-gmelina; K_3 = Damar-damar-damar; K_4 = Tusam-gmelina-damar; K_5 = Tusam-damar-tusam; K_6 = Tusam-gmelina-tusam.

Nilai uji keteguhan rekat dalam keadaan basah tidak ada yang memenuhi persyaratan standar JAS (Anonim, 1996), karena kurang dari 54-96 kg/cm², demikian pula bila dibandingkan dengan ketentuan Tahir *et al.* (1988), karena kurang dari 41 kg/cm². Namun sebagian relatif sama dengan hasil penelitian Sadiyo (1989) yang mendapatkan nilai keteguhan rekat rata-rata antara 21,77-25,87 kg/cm² untuk kayu lamina dari kayu campuran meranti merah, jati, merawan, kamper dan matoa dengan perekat komersial fenol-, resorsinol-, maupun fenol resorsinol formaldehida dengan masa kempa 24 jam.

Berdasarkan sidik ragam (Tabel 4), ternyata dalam keadaan kering, jenis perekat, kombinasi jenis kayu maupun lama pengempaan berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat kayu lamina. Sedangkan dalam keadaan basah, yang berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat adalah jenis perekat, susunan jenis kayu dan interaksi dari kedua faktor tersebut.

Tabel 4. Sidik ragam keteguhan rekat kayu lamina

Table 4. Analysis of variance for laminated wood bonding strength

Sumber keragaman (<i>Source of variation</i>)	db	F _{hitung} ($F_{\text{calculation}}$)	
		Uji kering (<i>Dry test</i>)	Uji basah (<i>Wet test</i>)
Kombinasi kayu (<i>Wood species combination</i>), K	5	69,70**	93,56**
Jenis perekat (<i>Glue type</i>), P	2	54,72**	5,16**
Interaksi (<i>Interaction</i>), KP	10	39,83**	4,00**
Masa kempa (<i>Pressing duration</i>), C	1	126,99**	0,08
Interaksi (<i>Interaction</i>), KC	10	37,10**	1,14
Interaksi (<i>Interaction</i>), PC	2	4,89**	2,11
Interaksi (<i>Interaction</i>), KPC	10	5,80**	1,17

Keterangan (*Remark*): ** Sangat nyata (*Highly significant*); db = Derajat bebas (*Degree of freedom*)

Berdasarkan uji beda keteguhan rekat rata-rata kayu lamina (Tabel 5) diketahui bahwa dalam keadaan kering, keteguhan rekat terbaik (110,88 kg/cm²) dimiliki kayu lamina yang dibuat dari kombinasi kayu tusam-gmelina-damar (K₄) yang menggunakan perekat LRF dengan lama pengempaan 8 jam. Apabila diuji dalam keadaan basah, ternyata kayu lamina yang dibuat dari jenis kayu damar dengan perekat PRF dan masa kempa 15 jam menghasilkan keteguhan rekat tertinggi, yaitu 77,86 kg/cm².

Secara keseluruhan kayu lamina yang dibuat dari kombinasi jenis kayu tusam-gmelina-damar (K₄), tusam-damar-tusam (K₅), dan tusam-gmelina-tusam (K₆) paling sesuai menggunakan perekat LRF karena memiliki keteguhan rekat tertinggi dan memenuhi persyaratan standar Jepang (JAS, 1996), sedangkan perekat PRF dapat digunakan untuk membuat kayu lamina dari sebagian besar kombinasi jenis kayu yang diteliti kecuali kombinasi jenis kayu tusam-gmelina-damar (K₄), dan perekat TRF hanya sesuai untuk kayu lamina damar.

Perbedaan kualitas tersebut salah satunya disebabkan oleh kemampuan tergelatin (*gelatinous time*) dari masing-masing perekat. Perekat LRF memiliki waktu tergelatin yang paling tinggi dibandingkan dengan TRF maupun PRF sehingga memiliki masa penetrasi yang lebih dari cukup dibandingkan TRF dan PRF sebelum perekat tersebut bereaksi dengan molekul-molekul kayu. Nilai keteguhan geser dan tekan yang tinggi mengindikasikan bahwa jenis kayu lamina campuran ini dapat digunakan untuk kayu konstruksi (Anonim, 1996).

Tabel 5. Uji beda keteguhan rekat kayu lamina

Table 5. Test of difference for laminated wood bonding strength

Perlakuan (Treatment)		Nilai rata-rata (Means of values), kg/cm ²					
Uji kering (Dry test)	Kombinasi jenis kayu (Wood species combination), K	K ₅ 66,05	K ₃ 60,71	K ₄ 52,57	K ₆ 45,26	K ₁ 39,31	K ₂ 33,74
	Jenis perekat (Glue type), P	P ₂ 59,82	P ₁ 49,07	P ₃ 39,92			
	Masa kempa (Pressing duration), C	C ₁ 57,37	C ₂ 41,84				
Uji basah (Wettest)	Kombinasi jenis kayu (Wood species combination), K	K ₃ 23,09	K ₂ 21,33	K ₄ 21,21	K ₆ 18,56	K ₅ 16,62	K ₁ 14,82
	Jenis perekat (Glue type), P	P ₂ 30,07	P ₁ 15,64	P ₃ 12,11			
	Masa kempa (Pressing duration), C	C ₁ 19,43	C ₂ 19,11				

Keterangan (Remarks): — = Tidak berbeda nyata (Not significant difference); P₁ = LRF = Lignin resorsinol formaldehida (Lignin resorcinol formaldehyde); P₂ = TRF = Tanin resorsinol formaldehida (Tannin resorcinol formaldehyde); P₃ = PRF = Fenol resorsinol formaldehida (Phenol resorcinol formaldehyde); C₁ = Masa kempa (Pressing duration) 8 jam (hours); C₂ = Masa kempa (Pressing duration) 15 jam (hours).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis perekat, kombinasi jenis kayu dan lama pengempaan masing-masing berpengaruh terhadap keteguhan rekat kayu lamina.

Keteguhan rekat kayu lamina dari tiga jenis kayu yang diteliti dipengaruhi oleh interaksi antara jenis perekat dengan kombinasi jenis kayu, jenis perekat dengan masa kempa, jenis kayu dengan masa kempa dan jenis perekat dengan kombinasi jenis kayu dan masa kempa. Dari hasil uji kering, keteguhan rekat tertinggi yaitu sebesar 110,88 kg/cm² dimiliki kayu lamina yang dibuat dari kombinasi jenis kayu tusam-gmelina-damar (K₄) dengan menggunakan perekat LRF dan dikempa selama 8 jam. Sedangkan dari uji cara basah, keteguhan rekat tertinggi sebesar 43,73 kg/cm² dimiliki kayu lamina tersebut dengan menggunakan perekat PRF yang dikempa selama 15 jam.

Kayu lamina yang dibuat dari kombinasi susunan jenis kayu memiliki nilai keteguhan rekat yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2000. Venir lamina. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. SNI-5008.9-2000.
- . 1996. Japanese agricultural standard for structural glued laminated timber. Notification No.111 of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, January 29, 1996. JPIC. Tokyo.
- Idris, M.M. dan S. Suhartana. 1996. Limbah kayu akibat pembuatan jalan hutan dan tebang bayang pada enam HPH di Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, P3H2SEK. Bogor.
- Karnasudirdja, S. 1989. Prospek kayu Indonesia sebagai bahan baku industri kayu lamina. Makalah pada Seminar Glue Laminated Lumber (Glulam), tanggal 15 Juni 1989 di Jakarta, Dephut. Jakarta.
- Malik, J. 2000. Pemanfaatan kayu limbah pemanenan hutan: Suatu tinjauan dalam rangka optimalisasi pemanfaatan sumber daya hutan. Info Hasil Hutan 6 (1): 17-24. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Sadiyo, S. 1989. Pengaruh kombinasi jenis kayu dan jenis perekat terhadap sifat fisis dan mekanis panel diagonal lambung kapal. Tesis Pasca Sarjana, Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Santoso, A., N. Hadjib, dan P. Sutigno. 2000. Peningkatan mutu kayu melalui produk perekatan. Makalah Utama pada Diskusi Peningkatan Kualitas Kayu, tanggal 24 Februari 2000 di Bogor. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Santoso, A. 2003. Sintesis dan karakterisasi resin lignin resorsinol formaldehida untuk perekat kayu lamina. Disertasi Pascasarjana, Program Pasca Sarjana, IPB. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Santoso, A., I.M Sulastiningsih dan M.I. Iskandar. 2002. Uji Coba Penggunaan Perekat Tanin untuk Kayu Rekonstitusi. Laporan Penelitian Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan prosedur statistik. Gramedia. Jakarta.
- Tahir, P. Md., M.H. Sahri & Z. Ashari. 1998. Gluability of lesser used and fast growing tropical plantation hardwood species. Faculty of Forestry Universiti Putra Malaysia. Selangor.

Tabel 6. Ringkasan uji beda interaksi perlakuan terhadap keteguhan rekat kayu lamina (Uji kering)
 Table 6. Test of difference for treatment interaction on laminated wood bonding strength (Dry test)

Perlakuan (Treatment)	Nilai rata-ran (Means of values), kg/ cm ²																	
Interaksi (Interaction), KP	k ₄ p ₁	k ₃ p ₃	k ₃ p ₃	k ₅ p ₁	k ₃ p ₂	k ₁ p ₃	k ₆ p ₃	k ₆ p ₁	k ₅ p ₂	k ₄ p ₂	k ₂ p ₃	k ₆ p ₂	k ₂ p ₁	k ₃ p ₁	k ₁ p ₂	k ₂ p ₂	k ₁ p ₂	
	85,48	83,88	81,35	70,04	65,87	61,01	50,24	46,56	44,22	41,37	41,08	38,98	35,20	34,90	34,67	30,85	24,95	22,26
Interaksi (Interaction), PC	p ₁ t ₁	p ₃ t ₁	p ₃ t ₂	p ₂ t ₁	p ₁ t ₂	p ₂ t ₂												
	64,47	60,75	58,89	46,88	33,67	32,97												
Interaksi (Interaction), KC	k ₃ t ₁	k ₃ t ₁	k ₄ t ₁	k ₅ t ₂	k ₆ t ₁	k ₃ t ₂	k ₁ t ₁	k ₄ t ₂	k ₂ t ₁	k ₁ t ₂	k ₆ t ₂	k ₂ t ₂						
	73,92	69,33	63,32	58,18	57,53	52,09	4,25	41,82	35,87	34,38	32,99	31,61						
Interaksi (Interaction), KPC	p ₁ k ₄ t ₁	p ₃ k ₃ t ₂	p ₁ k ₃ t ₁	p ₃ k ₃ t ₁	p ₂ k ₃ t ₁	p ₃ k ₃ t ₂	p ₃ k ₃ t ₁	p ₁ k ₆ t ₁	p ₃ k ₆ t ₁	p ₁ k ₄ t ₂	p ₃ k ₁ t ₂	p ₃ k ₁ t ₂	p ₁ k ₃ t ₂	p ₂ k ₃ t ₂	p ₃ k ₂ t ₂	p ₂ k ₄ t ₁	p ₁ k ₃ t ₁	p ₃ k ₄ t ₁
	110,80	93,85	93,44	84,85	79,57	77,86	73,92	64,74	63,36	62,40	60,16	59,62	54,40	52,16	46,65	45,68	44,48	43,52
Interaksi (Interaction), KPC	p ₁ k ₂ t ₁	p ₃ k ₄ t ₂	p ₃ k ₄ t ₂	p ₃ k ₆ t ₂	p ₃ k ₃ t ₁	p ₂ k ₄ t ₁	p ₂ k ₃ t ₂	p ₂ k ₆ t ₂	p ₁ k ₁ t ₁	p ₂ k ₆ t ₂	p ₁ k ₄ t ₂	p ₃ k ₂ t ₁	p ₁ k ₂ t ₂	p ₁ k ₃ t ₂	p ₂ k ₄ t ₂	p ₂ k ₃ t ₂	p ₁ k ₁ t ₂	
	43,41	39,47	39,21	37,12	36,48	35,63	34,04	33,49	30,88	29,87	28,37	27,73	26,99	26,24	26,08	22,16	13,64	

Keterangan (Remarks): K = Kombinasi jenis kayu (Wood species combination); P = Jenis perekat (Glue type); C = Masa Kempa (Press duration)
 ————— = Tidak berbeda nyata (Not significant difference); P₁ = LRF = Lignin resorsinol formaldehida (Lignin resorsinol formaldehyde), P₂ = TRF = Tannin resorsinol formaldehida (Tannin resorsinol formaldehyde), P₃ = PRF = Fenol resorsinol formaldehida (Phenol resorsinol formaldehyde)

Tabel 7. Ringkasan uji beda interaksi perlakuan terhadap keteguhan rekat kayu lamina (Uji basah)
 Table 7. Test of difference for treatment interaction on laminated wood bonding strength (Wet test)

Perlakuan (Treatment)	Nilai rata-rata (Means of values), kg/cm ²																		
Interaksi (Interaction), KP	k ₂ p ₃ 37,77	k ₂ p ₃ 35,55	k ₆ p ₃ 33,56	k ₄ p ₃ 27,44	k ₁ p ₃ 24,27	k ₄ p ₁ 24,01	k ₃ p ₃ 21,80	k ₃ p ₁ 17,66	k ₃ p ₁ 16,92	K ₂ p ₁ 16,69	k ₃ p ₂ 13,83	k ₆ p ₂ 13,82	k ₄ p ₂ 12,19	k ₃ p ₂ 34,90	k ₁ p ₃ 34,67	k ₄ p ₃ 30,85	k ₂ p ₃ 24,95	k ₁ p ₂ 22,26	
Interaksi (Interaction), PC	p ₂ t ₁ 64,47	p ₁ t ₁ 60,75	p ₁ t ₂ 58,89	p ₃ t ₁ 46,88	p ₂ t ₂ 33,67	p ₃ t ₂ 32,97													
Interaksi (Interaction), KC	k ₃ t ₁ 73,92	k ₃ t ₁ 69,33	k ₄ t ₁ 63,32	k ₃ t ₂ 58,18	k ₆ t ₁ 57,53	k ₃ t ₂ 52,09	k ₁ t ₁ 4,25	k ₄ t ₂ 41,82	k ₂ t ₁ 35,87	k ₁ t ₂ 34,38	k ₆ t ₂ 32,99	k ₂ t ₂ 31,61							
Interaksi (Interaction), KPC	p ₂ k ₄ t ₁ 110,80	p ₁ k ₃ t ₂ 93,85	p ₂ k ₃ t ₁ 93,44	p ₁ k ₃ t ₁ 84,85	p ₃ k ₃ t ₁ 79,57	p ₁ k ₃ t ₂ 77,86	p ₁ k ₃ t ₂ 73,92	p ₃ k ₄ t ₁ 64,74	p ₂ k ₄ t ₁ 63,36	p ₃ k ₁ t ₁ 62,40	p ₂ k ₄ t ₂ 60,16	p ₁ k ₁ t ₂ 59,62	p ₃ k ₃ t ₂ 54,40	p ₃ k ₄ t ₂ 52,16	p ₂ k ₃ t ₂ 46,65	p ₃ k ₄ t ₂ 45,68	p ₂ k ₃ t ₂ 44,48	p ₃ k ₄ t ₂ 43,56	
	p ₂ k ₂ t ₁	p ₃ k ₁ t ₁	p ₁ k ₄ t ₂	p ₁ k ₆ t ₂	p ₁ k ₂ t ₁	p ₃ k ₄ t ₁	p ₃ k ₃ t ₂	p ₃ k ₄ t ₂	p ₂ k ₁ t ₁	p ₃ k ₁ t ₂	p ₃ k ₄ t ₂	p ₃ k ₃ t ₁	p ₂ k ₃ t ₂	p ₃ k ₃ t ₂	p ₃ k ₄ t ₂	p ₃ k ₂ t ₂	p ₃ k ₁ t ₂		
	43,41	39,47	39,21	37,12	36,48	35,63	34,04	33,49	30,88	29,87	28,37	27,73	26,99	26,24	26,08	22,16	13,64		

Keterangan (Remarks): K = Kombinasi jenis kayu (Wood species combination); P = Jenis perekat (Glue type); C = Masa kempa (Press duration)
 _____ = Tidak nyata (Not significant).