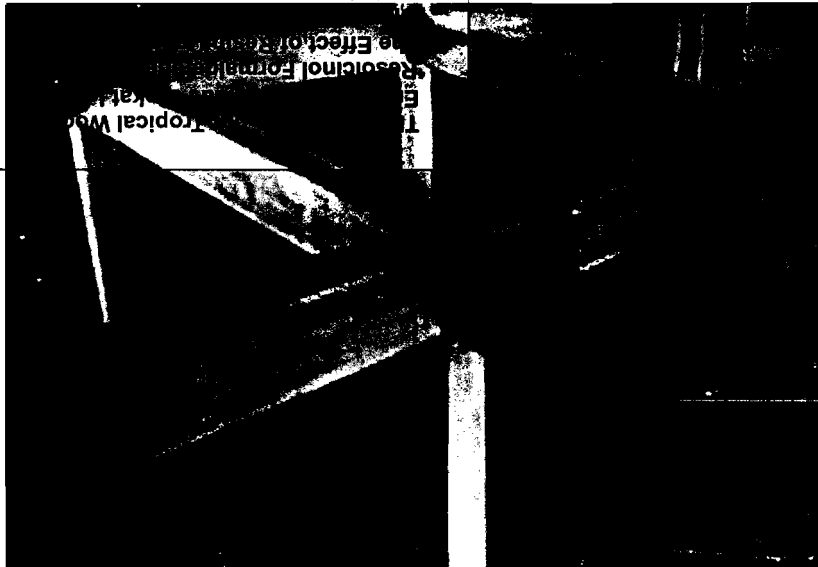




ISSN 0215-3351

- Perbaikan Kualitas Kayu Sawit
- Daya Tahan Dolok Diameter Kecil
- terhadap Jamur Pelapuk
- Wear Determination of Coated Tools



VOL. XIV NO. 2, 2001

Sekretariat : Kampus IPB Darmaga, PO Box 168, Bogor, Tel. 621285, Email : jth-ipb@indo.net.id

Kajian Laboratories, Empiris, dan Analisis Kebijaksanaan Pemanfaatan Hasil Hutan

TEKNOLOGI HASIL HUTAN

Journal

IPB 10-2001

REDAKSI

- Penanggung Jawab : Ketua Jurusan Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan IPB
- Ketua Redaksi : Dr. Ir. Nyoman Jaya Wistara, MS
Sekretaris : Dr. Ir. Wayan Darmawan, M.Sc.
Anggota : Dr. Ir. Bintang C. Simangunsong, MS
Ir. Rita Kartika Sari
- Dewan Penelaah Naskah
Nomor Ini : Prof. Dr. Ir. Dodi Nandika, MS
Prof. Dr. Ir. Iding M. Padlinurjaji
Dr. Ir. Fauzi Febrianto, MS
Dr. Ir. Muh. Yusram Massijaya, MS
Dr. Ir. Edi S. Bakar, M.Agr.
Dr. Ir. Nyoman J. Wistara, MS
- Sirkulasi : Ikhsan
Laya Rachmi
- Alamat Redaksi : Jurusan Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
Kampus Darmaga, P.O. Box 168, Bogor 16001
Telepon : (0251) 621285, Fax: (0251) 621256
E-mail : jthh-ipb@indo.net.id
- Nomor Rekening : Bank BCA Cabang Juanda, Bogor
No. : 095-60359-4

Foto Sampul Depan : **Konstruksi Atap**
(*Sumbangan dari Wayan Darmawan*)

ISI

PENGANTAR REDAKSI	1
THE ACIDITY OF FOUR TROPICAL WOODS (<i>Sifat keasaman empat jenis kayu tropis</i>) <i>Deded S. Nawawi, Wasrin Syafii, E. Roffael dan A. Kharaziphour</i>	1
PENGARUH KOMPOSISI PEREKAT LIGNIN RESORSINOL FORMALDEHIDA TERHADAP EMISI FORMALDEHIDA DAN SIFAT FISIK-MEKANIS KAYU LAMINA (<i>The Effect of Composition of the Lignin Resorcinol Formaldehyde Adhesive on Formaldehyde Emission and Physical-Mechanical Properties of Laminated Wood</i>) <i>Adi Santoso, Surdiding Ruhendi, Yusuf Sudo Hadi dan Suminar S. Achmadi</i>	7
THE EFFECT OF RESIN CONTENT ON DIMENSIONAL STABILITY AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARD MADE FROM SUGI (<i>Pengaruh Kadar Resin terhadap Sifat Mekanis dan Stabilitas Dimensi Papan Partikel Kayu Sugi (Cryptomeria japonica D. Don)</i>) <i>Kohta MIYAMOTO and Shigehiko SUZUKI</i>	16
PERBAIKAN KUALITAS KAYU SAWIT: Impregnasi dengan Phenol Formaldehida (<i>Quality Improvement of Oil-Palm Wood: Impregnation with PF</i>) <i>E.S. Bakar, Yusuf S. Hadi dan Ihak Sumardi</i>	26
KETAHANAN BEBERAPA JENIS DOLOK DIAMETER KECIL TERHADAP DUA BELAS JENIS JAMUR PELAPUK (<i>The Resistance of Some small Diameter Logs Against Twelve Wood Decaying Fungi</i>) <i>Djarwanto dan Sihati Suprpti</i>	32
WEAR DETERMINATION OF COATED TOOLS BY THE FEATURES EXTRACTED FROM PARALLEL FORCE AND NOISE LEVEL (<i>Penentuan Tingkat Aus Mata Pisau berdasarkan pada Karakteristik Gaya Sejajar dan Tingkat Kebisingan</i>) <i>Wayan Darmawan and Chiaki Tanaka</i>	38

PENGARUH KOMPOSISI PEREKAT LIGNIN RESORSINOL FORMALDEHIDA TERHADAP EMISI FORMALDEHIDA DAN SIFAT FISIS-MEKANIS KAYU LAMINA

(The Effect of the Composition of the Lignin Resorcinol Formaldehyde Adhesive on Formaldehyde Emission And Physical – Mechanical Properties of Laminated Wood)

Adi Santoso¹, Surdiding Ruhendi², Yusuf Sudo Hadi² dan Suminar S. Achmadi³

ABSTRACT

The influence of the composition of lignin resorcinol formaldehyde (LRF) adhesive on formaldehyde emission and physical-mechanical properties of laminated wood has been carried out in the present researches. It was found that LRF composition significantly influences formaldehyde emission of laminated wood and its physical-mechanical properties. Formaldehyde emission of LRF resin in mole ratio of 1 : 0.5 : 2, respectively for L, R, and F met the Japanese Standard for F₁ classification. However, the lowest formaldehyde emission was found with the LRF mole ratio of 1 : 0,9 : 2. The modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) of the laminated wood was higher compared to those of original wood at the same size.

Keywords: Composition, lignin resorcinol formaldehyde, formaldehyde emission, laminated wood.

PENDAHULUAN

Emisi formaldehida pada produk panel kayu disebabkan oleh penggunaan perekat yang mengandung formaldehida, seperti urea formaldehida, fenol formaldehida, melamin urea formaldehida dan tidak terkecuali pada perekat lignin resorsinol formaldehida. Pada produk panel kayu yang dipakai di dalam ruangan, emisi formaldehida dapat mencernari lingkungan dan menimbulkan gangguan kesehatan pada selaput lendir mata, saluran pernafasan, dan menurunkan daya penciuman.

Besarnya emisi formaldehida selain dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kelembaban udara, suhu dan ventilasi dipengaruhi pula oleh faktor intern?!, seperti jenis kayu, tipe perekat yang digunakan dan kondisi pada saat pembuatannya. Faktor tipe perekat yang berpengaruh terhadap emisi formaldehida diduga berasal dari adanya kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembuatan perekat tersebut, formaldehida yang dilepaskan sewaktu kondensasi di antara kelompok metyolol dan formaldehida yang dikeluarkan dari degradasi hidrolisis resin matang (Tohmura et al,

¹ Mahasiswa Jurusan Ilmu Pengetahuan Kehutanan Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

² Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

³ Staf Pengajar Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

diduga berasal dari adanya kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembuatan perekat tersebut, formaldehida yang dilepaskan sewaktu kondensasi di antara kelompok methylol dan formaldehida yang dikeluarkan dari degradasi hidroisis resin matang (Tohmura *et al*, 2000). Sedangkan faktor jenis kayu diperkirakan berpengaruh terhadap besarnya emisi formaldehida dikarenakan setiap jenis kayu memiliki karakteristik sendiri dan diduga erat berkaitan dengan kerapatan dan kandungan zat ekstraktifnya (Santoso dan Sutigno, 1999).

Negara-negara maju seperti Amerika, Eropa, dan Jepang telah lama memberlakukan ketentuan terhadap emisi formaldehida dari berbagai produk yang berhubungan dengan kesehatan dan lingkungan. Hal tersebut menjadikan kalangan industri panel kayu di Indonesia dipacu untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan, yaitu produk dengan emisi formaldehida rendah, sehingga dapat memenuhi standar ekspor.

Hasil penelitian mengenai emisi formaldehidadari berbagai produk seperti kayu lapis dan papan partikel telah banyak diterbitkan, namun penelitian tersebut hanya dilakukan kepada produk yang menggunakan perekat berbahan dasar urea, melamin dan fenol dengan menggunakan kempa panas. Hal ini dikarenakan hanya jenis perekat tersebut yang selama ini ada di pasaran dan umum dipakai dalam industri pengolahan kayu sedangkan penelitian mengenai emisi formaldehida pada produk kayu panel yang menggunakan perekat berbahan dasar lignin dengan menggunakan kempa dingin untuk produk dalam bentuk kayu lamina belum ditemukan. Padahal berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa perekat berbahan dasar lignin potensinya cukup menjanjikan dengan kualitas keteguhan rekatnya tidak kalah

dari perekat berbahan dasar resorsinol produk impor, bahkan bisa lebih baik.

Mengingat bahwa dewasa ini belum banyak informasi mengenai emisi formaldehidadari jenis perekat berbahan dasar lignin maka dilakukan penelitian mengenai hal tersebut, khususnya pada kayu lamina yang menggunakan perekat lignin resorsinol formaldehida pada berbagai komposisi dengan proses pengempaan dingin. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi perekat lignin resorsinol formaldehida terhadap emisi formaldehida kayu lamina, dengan sasaran guna mendapatkan formula perekat lignin resorsinol formaldehida yang terbaik untuk membuat kayu lamina yang ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan perekat terdiri dari formaldehida 37%, resorsinol kristal, lignin isolat yang berasal dari lindi hitam (*black liquor*) dari pabrik pulp dan kertas PT. Riau Andalan Pulp & Paper - Riau, larutan NaOH 50%, Polivinil Alkohol (PVA) dan aquades. Untuk pembuatan kayu lamina, bahan yang digunakan adalah bilah kayu manii (*Maesopsis eminii* Engl) sisa kupas (log core).

B. Metode

1. Pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida

Pembuatan perekat dilaksanakan dengan mencampurkan isolat lignin, resorsinol dan formaldehida 37 % (formalin) sedemikian rupa dengan katalis larutan NaOH 50% dan aquades secukupnya pada suhu kamar. Campuran diaduk sampai homogen selama lebih kurang 1 jam,

dengan pH akhir reaksi sekitar 11 dan kekentalan sekitar 0,5 poise. Nisbah bobot lignin : resorsinol = 1 : 0,5; 1 : 0,7 dan 1 : 0,9 dihitung berdasarkan nisbah mol, sedangkan nisbah mol lignin terhadap formalin dibuat tetap yaitu 1 : 2.

Spesifikasi perekat lignin yang diamati adalah kenampakan, bahan asing, kekentalan, dan kadar sisa penguapan.

2. Pembuatan kayu lamina

Pembuatan kayu lamina berupa dua buah bilah kayu (**papan**) yang direkat dengan arah serat sejajar, dibuat dari kayu manii (*Maesopsis eminii* Engl) berukuran (2 x 5 x 40) cm. Sebelum dilaburi perekat, kayu dikeringkan terlebih dahulu di dalam oven sampai kadar air mencapai 12 %, diserut dan diarnpelas permukaannya.

Pelaburan perekat dilakukan pada salah satu permukaan papan setelah terlebih dahulu perekat diberi pengeras berupa paraformaldehida masing-masing sekitar 5% dari berat perekat LRF cair. Bobot labur yang diterapkan sebanyak 170 g/m² permukaan.

Setelah pelaburan merata, papan tersebut direkatkan dengan papan lainnya, lalu dikempa dingin masing-masing selama 3 jam, kemudian didiamkan pada suhu kamar selama satu minggu sebelum diuji.

Pembuatan contoh uji mengacu kepada ASTM D 143-95 (ASTM, 1994) untuk pengujian kadar air dan kerapatan dengan ukuran contoh uji (3 x 4 x 5) cm, dan Standar Jepang (JPIC, 1996) untuk pengujian keteguhan lentur (MOE) dan keteguhan patah (MOR) kayu lamina.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan uji beda jarak antara nilai rata-rata hasil pengujian dilakukan menurut cara Tukey, yaitu uji jarak beda nyata jujur (Steel dan Torrie, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Spesifikasi Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida

Hasil pengujian sifat resin lignin resorsinol formaldehida (LRF) tercantum pada Tabel 1. Resin yang dihasilkan berbentuk cairan, berwarna merah-coklat kehitam-hitaman. Sebagian besar sifat yang diuji ternyata menyerupai spesifikasi perekat Cony Bond KR 15 Y (perekat resorsinol formaldehida buatan KONISHI Co Ltd, Japan), Aerodux 500 (perekat resorsinol fenol formaldehida buatan CIBA GEIGY, England), dan PA 302 (perekat fenol formaldehida buatan PT. PAI Probolinggo) karena nilai-nilainya berada dalam batas di antara perekat perbandingan tersebut.

Resin lignin resorsinol formaldehida yang dihasilkan memiliki sifat fisik berupa cairan berwarna coklat kehitaman dan berbau khas fenol, bau ini menunjukkan terjadinya peningkatan gugus fenolik dalam campuran akibat penambahan resorsinol dalam pembuatan perekat LRF. Sebagaimana diketahui bahwa resorsinol memiliki bau khas seperti fenol karena merupakan senyawa aromatik yang mengandung dua gugus hidroksil (-OH) yang membentuk posisi meta satu sama lain (Pizzi, 1994).

Pada Tabel 1 terlihat, kadar sisa penguapan yang menggambarkan kadar padatan perekat meningkat sebanding dengan penambahan jumlah resorsinol, semakin banyak resorsinol yang ditambahkan semakin tinggi nilai kadar padatan yang dihasilkan. Peningkatan kadar padatan menunjukkan bahwa reaksi kondensasi antara lignin, resorsinol dan formaldehida berlangsung semakin sempurna. Kadar padatan tertinggi yaitu sebesar 52,78% dihasilkan oleh perekat pada penambahan resorsinol 0,9 mol.

Tabel 1. Sifat resin lignin resorsinol formaldehid¹⁾

No.	Pengujian	Nisbah Mol L : R : F			Pembanding ²⁾		
		1 : 0,5 : 2	1 : 0,7 : 2	1 : 0,9 : 2	Cony Bond KR 15 Y	Aerodux 500	PA-302
1.	Kenampakan	(+)	(+)	(+)	Cairan, Coklat kemerahan	Cairan. Coklat kemerahan	Cniran. Merah tua
2.	Bahan Asing	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
3.	Kadar sisa penguapan (%)	45,84	48,21	52,78	55 - 60	52 - 58	40 - 44
4.	Viskositas 25 ± 1°C (poise)	1,0	1,1	1,2	1,0 - 4,0	3,5 - 13	1,0 - 3,0

Keterangan : *) Rata-rata dari tiga kali ulangan

**) Sumber : Sudiyo, 1989

(+) Cairan berwarna merah coklat sampai kehitam-hitaman, berbau khas

(-) Tidak ada

Apabila dibandingkan dengan perekat fenol formaldehid sebagai standar, ketiga perlakuan pada pembuatan perekat LRF tersebut nilai kadar padatannya berada di atas nilai kadar padatan perekat standar. Hal ini menunjukkan bahwa perekat LRF akan memiliki kemampuan daya rekat yang lebih baik.

Semakin tinggi kadar padatan perekat, maka molekul-molekul yang terkandung dalam perekat juga meningkat. Hal ini menyebabkan peningkatan molekul-molekul perekat yang akan bereaksi dengan kayu pada proses perekatan, sehingga terciptanya keteguhan rekat yang lebih baik. Vick (1999) menyatakan, ikatan rekat maksimum dapat terjadi jika perekat membasahi semua permukaan kayu selaku bahan yang direkat sehingga terjadi kontak antara molekul perekat dan molekul kayu sehingga daya tarik intermolekul antara kayu dan perekat dapat mengikat dengan baik. Dengan demikian peningkatan kadar padatan akan meningkatkan kualitas perekat yang dihasilkan

Pada Tabel 1 terlihat juga bahwa semakin banyak jumlah resorsinol yang ditambahkan, maka nilai viskositas

perekat makin meningkat. Viskositas tertinggi tercapai pada penambahan resorsinol 0,9 mol yaitu 1,2 poise, sedangkan terkecil yaitu 1,0 poise tercapai pada penambahan resorsinol 0,5 mol. Nilai viskositas perekat yang dihasilkan kesemuanya berada dalam kisaran viskositas perekat fenol formaldehid (PA 302) dan resorsinol formaldehid (Cony bond KR 15 Y). Kenaikan nilai viskositas ini sejalan dengan kenaikan nilai kadar padatan perekat. Hal ini menunjukkan meningkatnya derajat polimerisasi resin dengan semakin bertambahnya resorsinol, yang berarti semakin besarnya bobot molekul polimer yang terbentuk.

Perekat yang nilai viskositasnya sesuai akan membuat perekat mampu menembus pori kayu dengan baik dan membentuk ikatan yang optimum, sehingga menghasilkan daya rekat yang baik. Perekat yang nilai viskositasnya tinggi akan mengakibatkan perekat semakin dalam masuk ke dalam kayu, hal ini disebabkan kadar padatan yang tinggi sehingga perekat yang digunakan semakin banyak. Namun demikian, kelebihan perekat dapat mempengaruhi kadar air kayu lamina yang dihasilkan. Selain itu

kelebihan perekat akan menyebabkan perekat menggumpal dan membentuk bola-bola serat yang akan menimbulkan noda-noda perekat yang tidak diinginkan pada permukaan kayu (Maloney, 1977). Oleh karena itu banyaknya perekat yang dilaburkan per m² permukaan kayu harus sesuai dan dihitung dengan seksama.

Perekat yang nilai viskositasnya rendah menyebabkan perekat mengandung molekul air yang tinggi. Hal ini dapat menurunkan mutu rekatan antara perekat dengan partikel kayu, jumlah molekul air yang banyak pada perekat menyebabkan basahnya kayu yang akan direkat sehingga dapat menyebabkan kayu lamina yang dihasilkan mengalami proses delaminasi.

2. Kadar Air dan Kerapatan Kayu Lamina

Hasil rata-rata penetapan kadar air dan kerapatan kayu lamina tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Air dan Kerapatan Kayu Lamina^{a)}

Nisbah mol L : R : F	Kadar air (%)	Kerapatan (g/cm ³)
1 : 0,5 : 2	10,47	0,42
1 : 0,7 : 2	13,90	0,44
1 : 0,9 : 2	11,60	0,43

Keterangan: ^{a)} Rata-rata dari 3 x ulangan

Nilai kadar air rata-rata kayu lamina berkisar dari 10,47 sampai 13,90 %. Pada Tabel 2, terlihat perubahan kadar air kayu lamina tidak konsisten dengan nisbah mol resorsinol yang ditambahkan. Kadar air yang terjadi disebabkan adanya penyerapan molekul air oleh kayu baik dari perekat maupun dari udara. Selain itu lignin isolat yang digunakan sebagai bahan dasar perekat diyakini masih mengandung bahan-bahan non-lignin yang mempunyai sifat dapat mengikat air.

Harris *et al.*, dalam Hemingway *et al.*, (1998) mengemukakan bahwa karakter dan ketidakmumian lignin isolat menimbulkan masalah yang nyata dalam pemanfaatannya, karena kandungan bahan non-lignin yang tinggi menyebabkan karakter lignin higroskopis dan menghalanginya menjadi polimer yang tahan air. Faktor lain yang menyebabkan kadar air meningkat pada kayu lamina karena sebagian besar perekat kayu mengandung air sebagai pembawa dan pada proses perekatan, air menguap dan diserap oleh kayu sehingga terjadi ikatan dan akan meningkatkan kadar air kayu yang direkat, air juga diserap kayu dari udara sehingga kayu mengalami kesetimbangan dengan udara (Vick, 1999).

Untuk mengetahui pengaruh kombinasi nisbah mol resorsinol pada perekat dilakukan sidik ragam yang hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi nisbah mol resorsinol pada perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air kayu lamina. Dan menurut hasil uji beda cara Tukey diketahui bahwa semua perlakuan kombinasi nisbah mol resorsinol pada perekat lignin resorsinol formaldehida memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air kayu lamina. Ketiga perlakuan tersebut memenuhi standar Jepang karena nilainya kurang dari 15 %. Kerapatan kayu lamina diperoleh dari perhitungan perbandingan bobot kayu dalam kondisi kering dengan volumenya. Hasil uji rata-rata kerapatan kayu lamina tiap perlakuan (Tabel 2) menunjukkan bahwa kerapatan kayu lamina berkisar antara 0,42 – 0,44 g/cm³. Secara umum kerapatan kayu lamina tersebut berada di atas nilai kerapatan kayu manii (0,39 g/cm³) sebagai bahan dasar kayu lamina. Faktor yang menyebabkan bertambahnya nilai kerapatan kayu lamina dari kayu penyusunnya adalah disebabkan oleh adanya lapisan perekat dan terjadinya

pemadatan bahan kayu lamina akibat proses pengempaan. Perekat yang menggunakan bahan lignin ini dimungkinkan mempunyai pengaruh pada nilai kerapatan karena lignin isolat yang digunakan dalam perekat lignin resorsinol formaldehida ini masih banyak mengandung bahan non lignin yang mempunyai karakter dapat menyerap air, sehingga adanya air pada kayu lamina tersebut dapat menyebabkan bobot kayu lamina bertambah. Namun demikian berdasarkan hasil sidik ragam diketahui bahwa kombinasi nisbah mol dalam perekat tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan kayu lamina.

3. Emisi Formaldehida

Emisi formaldehida dari produk kayu majemuk merupakan pengeluaran sebagian formaldehida bebas dari perekat yang mengandung formaldehida. Pengertian formaldehida bebas adalah kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembentukan polimer perekat. Menurut Roffael (1993) besarnya emisi formaldehida bergantung pada faktor eksternal seperti kelembaban, temperatur dan pertukaran udara dalam ruang, serta faktor internal seperti jenis kayu, komposisi perekat yang digunakan dan kondisi pembuatan.

Kaitan pernyataan tersebut dengan penelitian yang dilakukan adalah bahwa penambahan resorsinol terhadap komposisi tetap lignin dan formaldehida (1 : 2) dapat menyetabkan berkurangnya jumlah formaldehida bebas dalam perekat. Hasil pengujian emisi formaldehida kayu lamina dengan menggunakan perekat lignin resorsinol formaldehida terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Emisi formaldehida kayu lamina"

Nisbah Mol L : R : F	Emisi Formaldehida (mg/l)
1 : 0,5 : 2	0,014
1 : 0,7 : 2	0,010
1 : 0,9 : 2	0,002

Keterangan: "Rata-rata dari 3 x ulangan"

Emisi formaldehida terbesar yaitu 0,014 mg/l diperoleh pada penambahan nisbah mol resorsinol 0,5 mol dan emisi formaldehida terkecil yaitu 0,002 mg/l diperoleh pada penambahan nisbah mol resorsinol 0,9 mol. Nilai ini lebih rendah daripada nilai emisi formaldehida pada kayu lapis tusam (0,02 – 0,05 mg/l) yang menggunakan perekat yang sama (Santoso,2001). Perbedaan ini terjadi karena komposisi perekat LRF yang digunakan pada percobaan berbeda, selain itu luas permukaan contoh uji dan ketebalan contoh uji kayu lapis lebih besar daripada contoh uji kayu lamina. Data pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa emisi formaldehida semakin berkurang dengan semakin meningkatnya resorsinol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan resorsinol terhadap lignin dan formaldehida dalam pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida, menyebabkan reaksi polimerisasi yang terjadi lebih sempurna, resorsinol mampu mengikat formaldehida sisa yang tidak bereaksi dengan lignin, sehingga formaldehida bebasnya berkurang.

Berhubung sampai saat ini belum ada standar emisi formaldehida untuk produk kayu lamina, maka sebagai pembanding digunakan ketentuan emisi untuk kayu lapis. Persyaratan emisi formaldehida kayu lapis menurut Standar Jepang (JSA. 1982) pada klasifikasi F₁ adalah rata-ratanya tidak lebih dari 0,5 mg/l dengan nilai maksimum tidak lebih dari 0,7 mg/l. Dari hasil analisis, emisi kayu lamina dari perekat lignin resorsinol formaldehida dengan kombinasi penambahan nisbah

mol resorsinol, ketiga kombinasinya masuk dalam Standar Jepang pada klasifikasi F₁. Dan menurut hasil sidik ragam diketahui bahwa kombinasi nisbah mol resorsinol, berpengaruh sangat nyata terhadap emisi formaldehida kayu lamina. Selanjutnya menurut hasil uji beda yang dilakukan dengan cara Tukey, diketahui pula bahwa emisi formaldehida pada kayu lamina yang dibuat dengan menggunakan perekat lignin resorsinol formaldehida dengan komposisi perekat 1 : 0,9 : 2 berbeda nyata dengan komposisi perekat 1 : 0,5 : 2 dan 1 : 0,7 : 2. Apabila ditinjau dari segi efisiensi bahan yang digunakan untuk membuat perekat kayu lamina ini, yang memenuhi Standar Jepang klasifikasi F₁ adalah komposisi perekat 1 : 0,5 : 2.

Namun bila dilihat dari segi pencemaran lingkungan yang dihasilkan yakni berupa emisi formaldehida dari kayu lamina, maka komposisi perekat terbaik adalah komposisi perekat 1 : 0,9 : 2 karena menghasilkan emisi terendah yaitu 0,002 mg/l.

4. Keteguhan Lentur dan Keteguhan Patah

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai rata-rata keteguhan lentur elastis (MOE) dan keteguhan lentur patah (MOR) kayu lamina masing-masing berkisar antara 26.646 - 57.083 kg/cm² dan 356,47- 495,42 kg/cm² (Tabel 4).

Tabel 4. Keteguhan lentur (MOE) dan keteguhan patah (MOR) kayu lamina**

Nisbah Mol L : R : F	Keteguhan lentur (MOE) (kg/cm ²)	keteguhan patah (MOR) (kg/cm ²)
1 : 0,5 : 2	26.646	356,47
1 : 0,7 : 2	33.031	375,62
1 : 0,9 : 2	57.083	495,42

Keterangan: ** Rata-rata dari 3 x ulangan

Selanjutnya, menurut hasil sidik ragam diketahui bahwa kombinasi nisbah mol resorsinol, berpengaruh sangat nyata masing-masing terhadap nilai MOE dan MOR kayu lamina, semakin bertambah nisbah mol resorsinol pada perekat LRF semakin tinggi nilai MOE maupun MOR. Peningkatan kedua sifat mekanis tersebut sejalan dengan meningkatnya kadar padatan perekat, dan hal ini menunjukkan bahwa ikatan yang kuat antara molekul-molekul kayu dengan perekat terjadi dengan sempurna, sehingga lapisan perekat LRF pada kayu lamina mampu meningkatkan sifat elastis kayu tersebut. Menurut Pizzi (1994), peningkatan kekuatan perekat berbahan dasar lignin yang ditambahkan resorsinol disebabkan adanya reaksi antara resorsinol dengan

lignin, dimana satu unit resorsinol bereaksi dengan dua unit senyawa lignin dan akan menjadi perekat yang mampu mengeras pada suhu ruangan melalui pembentukan formasi seri jembatan metilena yang menghubungkan dua molekul yang terangkai pada polimer lignin.

Selanjutnya menurut hasil uji beda yang dilakukan dengan cara Tukey, diketahui bahwa setiap penambahan mol resorsinol memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan nilai MOE, dengan nilai MOE tertinggi dicapai pada penambahan resorsinol sebesar 0,9 mol yaitu 57.083 kg/cm². Dibandingkan dengan nilai MOE kayu solid manii dengan dirnensi yang sama, nilai MOE

kayu lamina yang mendapat perlakuan penambahan mol resorsinol sebesar 0,9 mol tersebut ternyata lebih tinggi nilainya (nilai MOE kayu solid manii adalah 56.387 kg/cm^2). Hal ini terjadi karena adanya lapisan perekat, sehingga menambah elastisitas kayu. Penambahan mol resorsinol sebesar 0,9 mol ini memberikan pengaruh yang nyata pula terhadap peningkatan nilai MOR kayu lamina manii, dan pada taraf penambahan mol resorsinol 0,9 mol ini diperoleh nilai MOR tertinggi dengan nilai $495,42 \text{ kg/cm}^2$. Nilai ini apabila dibandingkan dengan nilai MOR kayu solidnya pada dimensi yang sama ternyata lebih tinggi pula (nilai MOR kayu solid manii $462,57 \text{ kg/cm}^2$). Dengan demikian adanya lapisan perekat LRF mampu meningkatkan sifat mekanis papan lamina.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Sinaga (1989), yang meneliti sifat mekanis dari kayu lamina yang masing-masing terbuat dari eucalyptus (*Eucalyptus deglupta*) dan mangium (*Acacia mangium*) yang berasal dari Jawa Barat dan Sumatera Selatan, di mana sifat mekanis dari kayu lamina yang dibuat pada umumnya lebih tinggi daripada masing-masing kayu utuhnya. Menurut Oey Djoen Seng (1964) berdasarkan nilai keteguhan lenturnya, kayu manii termasuk kelas kuat III. Sementara setelah dibuat kayu lamina dengan menggunakan perekat lignin resorsinol formaldehida ternyata kelas kuatnya meningkat menjadi kelas kuat II. Dengan demikian adanya lapisan perekat lignin ini mampu meningkatkan kelas kuat produk kayu manii.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan bahwa komposisi perekat lignin resorsinol formaldehida berpengaruh sangat nyata terhadap emisi formaldehida dan sifat mekanis kayu lamina. Formula perekat lignin resorsinol formaldehida yang terbaik untuk membuat kayu

lamina dicapai pada nisbah mol lignin : resorsinol : formaldehida = 1 : 0,9 : 2.

KESIMPULAN

1. Sifat fisis (kadar air), sifat mekanis (MOE, MOR) dan komposisi perekat berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan kayu lamina. Emisi formaldehida kayu lamina dari kayu manii dipengaruhi oleh komposisi perekat lignin resorsinol formaldehida yang digunakan.
2. Formula perekat lignin resorsinol formaldehida yang terbaik untuk membuat kayu lamina yang ramah lingkungan dicapai pada nisbah mol lignin : resorsinol : formaldehida = 1 : 0,9 : 2.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1994. Standard Method of Testing Small Clear Specimens of Timber (D143-95). Book of ASTM Standards, Philadelphia.
- Hemingway, R. W., A. H. Conner and S. J. Branham. Adhesives from Renewable Resources. ACS Symposium. New Orleans, Washington DC: American Chemical Society.
- Japanese Standard Association (JSA). 1982. The Test Method for Evaporated Amount of Formaldehyde in Japanese Agricultural Standard for Ordinary Plywood, Plywood for Special Use, and Flooring Plywood. Japanese Standard Association, Tokyo.
- Japan Plywood Inspection Corporation (JPIC). 1996. Japanese Agricultural Standard for Structural Glued Laminated

- Timber. Japan Plywood Inspection Corporation (JPIC). Tokyo.
- Maloney, T.M. 1977. Modern Particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. Miller-freeman publication, San Fransisco. p. 369.
- Nimz, H. H 1983. Lignin Based Wood in A. Pizzi. Wood Adhesive Chemistry and Technology. Marcell Dekker. Inc. New York.
- Oey Djoeng Seng. 1964. Berat Jenis dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu Untuk Keperluan Praktek. Pengumuman No. 1, Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Pizzi, A. 1994. Advanced Wood Adhesives Technology. Marcer Dekker, Inc. New York.
- Roffael E, 1993. Formaldehyde Release from Particleboard and Other Wood Based Panels. Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur.
- 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 Santoso, A dan Sutigno, 1999. Pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan terhadap keteguhan rekat dan emisi formaldehida kayu lapis. Prosiding MAPEKI Buku II, 2 - 3 September 1999. Yogyakarta.
- Sinaga M. 1989. Pengaruh gabungan dua jenis kayu dan jumlah lapisan terhadap sifat mekanis kayu lamina. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 6(4): 272 - 276.
- Steel R. G. D dan JH Torrie. 1989. Prinsip dan Prosedur Statistik. Gramedia. Jakarta.
- Vick, CB. 1999. Adhesive bonding of wood material. Forest Product Society, USA.
- Tohmura S.I, C.Y. Hse and M. Higuchi., 2000. Formaldehyde emission and high-temperature stability of cured urea-formaldehyde resins. J. Wood Sci. 46 : 303 - 309.