PEMANFAATAN LIGNIN SEBAGAI BAHAN BAKU PEREKAT UNTUK PEMBUATAN PAPAN PARTIKEL KAYU MANGIUM (*Acacia mangium* Willd.)

Oleh
Wasrin Syafii *

ABSTRACT

THE UTILIZATION OF LIGNIN FOR ADHESIVE IN THE MANUFACTURING OF *ACACIA MANGIUM* PARTICLEBOARD

The research was aimed to study the possibility of the use of technical lignin isolated from black liquor as adhesive ingridient in the manufacturing of Acacia mangium particleboard. The lignin was isolated by precipiting with sulfuric acid. The adhesive was prepared by mixing the hydroxymethylated lignin and phenol formaldehyde at various ratios. The physical (density, mositure content, swelling) and mechanical (internal bonding, MOE, MOR) properties of the particleboard was investigated according to JIS A 5906-1983. The results showed that the addition of hydroxymethylated lignin to the adhesive mixture caused the decrease of physical and mechanical properties of the particleboard. However, the swelling and internal bonding properties of the particleboard are still in the standard range after the addition of hydroxymethylated lignin up to 65 % to the adhesive mixture.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan pemanfaatan lignin sebagai bahan perekat untuk pembuatan papan partikel kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.). Lignin yang digunakan adalah lignin teknis yang diisolasi dengan cara pengendapan dengan asam sulfat dari lindi hitan pabrik pulp dan kertas yang menggunakan proses kraft. Perekat dibuat dengan cara mencampur hidrosimetilasi lignin dengan fenol formaldehida pada berbagai perbandingan. Sifat-sifat papan partikel yang diuji adalah sifat fisis (kerapatan, kadar air, pengembangan tebal) dan sifat mekanis (internal bonding, MOE, MOR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambah hidroksimetilasi lignin ke dalam campuran perekat menurunkan sifat fisis dan sifat mekanis papan partikel yang dihasilkan. Akan tetapi sifat internal bonding dan pengembangan tebal papan partikel masih memenuhi persyaratan walaupun penambahan hidroksimetilasi lignin mencapai 65%.

Kata kunci : lignin, kayu mangium

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia berencana dan berambisi menjadi salah satu produsen pulp dan kertas tersebesar di dunia. Saat ini industri pulp dan kertas di Indonesia telah berkembang dengan sangat pesat. Peningkatan jumlah industri pulp dan kertas akan meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan dari proses produksi, khususnya limbah cair proses pulping. Limbah jenis ini dikenal dengan nama *black liquor* atau lindi hitam.

Lindi hitam merupakan campuran bahan kimia yang terdiri dari air, senyawa organik, dan senyawa anorganik yang berasal dari sisa bahan pemasak dan hasil reaksi selama pemasakan berlangsung. Sekitar 47 persen dari senyawa organik dalam lindi tersebut berupa lignin (Lewis dan Lantzy, 1988). Lignin adalah salah satu komponen utama penyusun kayu yang merupakan polimer alami yang terdiri dari molekul-molekul polifenol. oleh karena itu dinilai potensial untuk digunakan sebagai pengganti senyawa fenol yang selama ini digunakan sebagai bahan baku perekat dalam pembuatan papan partikel.

Pemanfaatan lignin kraft dari lindi hitam yang dicampur dengan perekat sintetis fenol formaldehida memiliki beberapa kelebihan yaitu mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan, menghindarkan ketergantungan terhadap kebutuhan perekat sintetik sebagai hasil olahan dari minyak bumi yang merupakan sumberdaya tidak terpulihkan, dan merupakan usaha untuk menekan biaya perekat (Nimz, 1983). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis-mekanis papan partikel dari kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) yang dibuat dengan menggunakan perekat campuran antara perekat lignin dari lindi hitam dengan perekat fenol formaldehida.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Jenis kayu yang digunakan untuk pembuatan papan partikel adalah kayu *Acacia mangium* yang berumur sekitar tujuh tahun. Perekat fenol formaldehida diperoleh dari perusahaan perekat. Lindi hitam yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pabrik pulp dan kertas yang menggunakan proses kraft dengan *extended delignification* dengan bahan baku kayu daun lebar campuran.

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

Metode Penelitian

(1) Isolasi lignin

Isolasi lignin dilakukan menurut prosedur yang dikembangkan oleh Kim *et al.* (1987). Lindi hitam dilarutkan dengan H_2SO_4 2 N untuk mengendapkan lignin. Endapan lignin yang terbentuk disaring kemudian dilarutkan dengan menggunakan larutan NaOH 0,1N. Larutan yang terjadi selanjutnya diendapkan kembali dengan menggunakan larutan H_2SO_4 2 N dan disaring lagi. Endapan lignin yang dihasilkan dikeringkan di dalam tanur pada suhu 50^0 C - 60^0 C sampai beratnya tetap. Lignin yang diperoleh tersebut selanjutnya ditentukan kadar padat, kadar abu, dan pH-nya dengan menggunakan standar JIS K 6833-1980. Sifat-sifat kimia lignin juga diamati dengan menggunakan spektrofotometer.

(2) Pembuatan Campuran Perekat

a. Pembuatan perekat hidroksimetilasi lignin

Pembuatan perekat hidroksimetilasi lignin mengacu kepada prosedur yang dilakukan oleh Gillespie (1988). Adapun formulasi perekat yang dipakai tertera pada Tabel 1.

Formulasi di atas dibuat berdasarkan asumsi bahwa 1 mol lignin setara dengan 180 bobot molekulnya, yaitu bobot rataan unit struktur $C_6 - C_3$ (unit fenilpropana) pada lignin yang bisa bereaksi dengan formaldehida.

Tabel 1. Formulasi perekat hidroksimetilasi lignin

Ratio lignin terhadap formaldehida	Komposisi				
	Lignin 70 %	NaOH 10 %	NaOH 50 %	Formal Dehida	NaOH 10 %
1 : 1	1 mol	1,44 mol	1,6 mol	1 mol	0,16 mol
1 : 2	1 mol	1,44 mol	1,6 mol	1 mol	0,16 mol

b. Pembuatan campuran perekat

Pencampuran perekat hidroksimatilasi lignin (HML) dengan perekat fenol formaldehida (FF) dilakukan dengan formulasi sebagai berikut :

20% HML dan 80% FF (HML : FF = 20 : 80)
40% HML dan 60% FF (HML : FF = 40 : 60)
60% HML dan 40% FF (HML : FF = 60 : 40)
80% HML dan 20% FF (HML : FF = 80 : 20)

(3) Penentuan kualitas perekat (JIS 6833-1980)

a. Penentuan kadar padat

Sebanyak 1,5 gram perekat dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya lalu ditimbang bobotnya. Cawan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu $(103 \pm 2)^0$ C selama 24 jam, selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin dihitung kadar padatnya.

b. Penentuan kadar abu

Sebanyak tiga gram perekat dimasukkan ke dalam cawan setelah itu ditimbang bobotnya. Cawan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam tungku pembakar yang temperaturnya 900^0 C selama 1 jam, selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan lalu dihitung kadar abunya.

c. Penentuan pH dan viskositas

pH perekat diukur dengan menggunakan pH meter (Orion 410-A), sedangkan viskositas diukur dengan alat viskotester (Rion VT-04).

(4) Pembuatan papan Partikel

Papan partikel berukuran (35 x 35 x 1,5) cm^3 dengan kerapatan sasaran sebesar 0,6 gram/cm^3 dibuat dari adonan papan partikel dan perekat seberat 1102,5 gram. Berat partikel kayu kering tanur sebesar 992,25 gram dan berat perekat padat sebesar 110,25 gram. Campuran partikel dan perekat selanjutnya dihamparkan pada cetakan berukuran (40 x 40) cm^2 dan dilakukan kempa panas pada suhu 150^0C selama 10 menit dengan tekanan sebesar 25 kg/cm^2.

(5) Pengujian papan partikel

Papan partikel yang dihasilkan tersebut selanjutnya diuji sifat fisis dan mekanisnya berdasarkan standar JIS A 5906-1983. Sifat-sifat papan partikel yang diuji adalah kerapatan, kadar air, daya serap, pengembangan tebal, internal bonding, MOE, dan MOR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik lignin

(1) Kadar padatan lignin

Kadar padat lignin yang diperoleh rata-rata sebesar 70 persen. Kadar padat yang diperoleh ini relatif tinggi, namun bukan berarti persentase ini merupakan lignin murni. Besarnya persentase ini mungkin disebabkan karena adanya *Lignin Carbohydrate Complex* (LCC) yaitu suatu ikatan kimia antara lignin dengan karbohidrat di dalam dinding sel. Hal ini dikemukakan pula oleh Anonimus (1971) bahwa adanya karbohidrat merupakan prasayarat untuk membentuk matrik lignin di dalam dinding sel. Selanjutnya dikemukakan pula bahwa polisakarida merupakan kontaminan yang umumnya terdapat di dalam lignin isolasi. Namun demikian hasil isolasi lignin dalam penelitian ini masih lebih tinggi dibandingkan data yang diperoleh oleh Karliati (1993) yang hanya sebesar 58 %. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena metoda isolasi dan sumber lindi hitam yang digunakan berbeda. Seperti telah dikemukakan bahwa lindi hitam yang diperoleh dalam penelitian ini berasal dari proses kraft dengan *extended delignification*. Perlakuan *extended delignification* dalam proses pulping dapat melarutkan lignin lebih banyak, sehingga kandungan lignin dalam lindi hitam juga banyak.

(2) **Kadar abu lignin**

Kadar abu lignin yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 7,95 persen. Hal ini memperlihatkan bahwa lignin masih mengandung bahan-bahan anorganik yang cukup tinggi. Koch *et al.* (1990) melaporkan bahwa bahwa lignin kraft memiliki kandungan bahan anorganik yang tinggi. Lindi hitam masih mengandung garam-garam anorganik lebih dari 20 persen. Dikemukakannya pula bahwa kunci dari pemanfaatan lignin kraft adalah pemurnian untuk mengeluarkan bahan anorganik yang ada di dalam lignin. Kadar abu yang diperoleh dalam penlitian masih lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, yaitu 11,7 – 11,9 persen Santoso (1995), serta 26,0 persen Karliati (1993).

(3) **pH lignin**

Nilai pH lignin yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebesar 1,04. Nilai ini sedikit lebih rendah dibanding nilai pH lignin yang diperoleh Santoso (1995) yang berkisar antara 1,9 sampai 2,0.

(4) **Identifikasi lignin**

Hasil identifikasi dengan spektrofotometer ultraviolet menunjukkan bahwa lignin hasil isolasi dari lindi hitam mengalami perubahan struktur sebagai akibat degradasi kimia selama proses pemasakan. Spektrum lignin memperlihatkan lereng ke arah panjang gelombang yang rendah dan pundak yang jelas pada daerah 230 nm. Spektrum ini mengindikasikan adanya perubahan struktur pada cincin aromatis. Pizzi (1994) mengemukakan bawah lignin teknis tidak efektif digunakan sebagai bahan perekat karena adanya perubahan struktur pada cincin aromatisnya. Koch *et al.* (1990) mengemukakan bahwa proses pembuatan pulp menimbulkan perubahan struktur molekul lignin yang mempengaruhi reaktivitas atau kemampuan gugus-gugus reaktif lignin. Dijelaskan dalam Anonimus (1971) bahwa delignifikasi merupakan tujuan akhir dari proses pembuatan pulp sehingga lignin mengalami perubahan kimia yang lebih besar dibandingkan dengan selulosa. Apabila dilihat dari strukturnya, lignin sebagai suatu polifenol seharusnya mempunyai sifat yang sama dengan fenol formaldehida. Akan tetapi pernyataan tersebut hanya berlaku untuk *native lignin.* Sedangkan lignin teknis telah mengalami perubahan selama proses pulping yang menyebabkan berkurangnya jumlah posisi bebas dalam cincin aromatisnya, sehingga reaktifitasnya lebih rendah dibanding fenol fomardehida (Pizzi, 1994).

Kualitas perekat

Perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) mempunyai viskositas yang sama dengan perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2), akan tetapi peningkatan jumlah formaldehida ini tidak signifikan terhadap nilai pH dari campuran perekat tersebut. Secara umum dapat dikatakan bahwa kadar padatan yang diperoleh dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar padat perekat yang disarankan dalam pembuatan papan partikel yaitu sekitar 40 sampai 50% (Hse dan Hong, 1988). Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa semakin banyak perekat hidroksimetilasi lignin dalam campuran perekat HML-FF mengakibatkan kadar abu campuran perekat semakin tinggi. Secara lebih rinci data kualitas perekat tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik perekat HML – FF rata-rata

Ratio Lignin : Formaldehida	HML : FF (%) : (%)	Kadar padat (%)	Kadar abu (%)	pH	Visko-sitas (poise)
	20 : 80	36,6	9,6	11,30	3,5
1 mol : 1 mol	40 : 60	33,1	12,3	11,29	3,0
	60 : 40	32,9	14,5	11,46	2,5
	80 : 20	30,6	15,4	10,76	2,0
	20 : 80	39,8	9,9	11,56	3,5
1 mol – 2 mol	40 : 60	36,8	12,5	11,63	3,0
	60 : 40	34,4	14,6	11,50	2,5
	80 : 20	30,2	16,1	11,59	2,0

(1) **Kadar padatan perekat**

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar padat tertinggi perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 36,6% dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 30,6%. Sedangkan pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) kadar padat tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 39,8% dan kadar padat terendah diperoleh dari perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 30,2%. Kadar padat campuran perekat HML-FF yang rendah mengakibatkan gugus reaktif yang dimilikinya juga sedikit sehingga kurang memadai untuk membentuk ikatan dengan permukaan kayu yang pada akhirnya menghasilkan perekatan yang rendah. Sebaliknya semakin banyak kadar padat perekat yang digunakan di dalam sebuah papan maka semakin kuat dan stabil papan tersebut. Namun untuk alasan ekonomi tidak disarankan untuk menggunakan perekat dalam jumlah yang berlebih (Haygreen dan Bowyer, 1982).

(2) **Kadar abu**

Pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) kadar abu tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 15,4% dan kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 9,6%. Sedangkan pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) kadar abu tertinggi diperoleh pada ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 16,1% dan kadar abu terendah diperoleh pada ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 9,9%. Sementara itu Karliati (1993) melaporkan bahwa kadar abu campuran perekat hidrosimetilasi lignin-FF berkisar antara 7,85 sampai 9,03%. Kandungan abu dalam perekat dapat mengakibatkan kegagalan dalam proses perekatan. Koch *et al* (1990) mengatakan bahwa kunci dari pemanfaatan lignin kraft adalah pemurnian, karena kehadiran bahan anorganik akan mengurangi daya tahan perekat terhadap air. Bahan anorganik dalam bentuk abu ini dapat menghalangi perekatan karena dapat membatasi fungsi perekat atau mengganggu tempat reaktif pada permukaan kayu.

(3) pH perekat

Perekat hidroksimetilasi lignin di akhir proses hidroksimetilasi mempunyai pH rata-rata sebesar 10,45 untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) dan sebesar 10,36 untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2). Hse dan Hong (1988) melaporkan bahwa perekat hidroksimetilasi lignin mempunyai pH sekitar 12. Perekat hidroksimetilasi lignin-FF yang mempunyai pH antara 10,76 sampai 11,46 untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) dan antara 11,50 sampai 11,63 untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) masih dapat digunakan tanpa menimbulkan kerusakan pada struktur kayu yang direkatnya seperti yang dikemukakan oleh Houwink dan Salomon (1967). Karliati (1993) melaporkan bahwa pH campuran perekat lignin-FF berkisar antara 6,64 sampai 10,31. Dari Tabel 2 juga dapat dijelaskan bahwa pH lignin ternyata tidak berpengaruh terhadap pH perekat yang dihasilkan.

(4) Viskositas perekat

Viskositas perekat tertinggi dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) diperoleh dari perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 3,5 poise dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 2,0 poise. Sedangkan viskositas tertinggi pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) diperoleh dari perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 3,5 poise dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 2,0 poise. Baik pada kadar formaldehida rendah maupun tinggi, viskositas perekat hidroksimetilasi lignin di akhir proses hidroksimetilasi adalah sebesar 2 poise. Hse dan Hong (1988) melaporkan bahwa besarnya viskostitas perekat hidroksimetilasi lignin adalah sekitar 2,16 poise. Sementara itu Karliati (1993) melaporkan bahwa viskositas campuran perekat lignin-FF berkisar antara 1,98 sampai 2,70 poise.

Kualitas papan partikel

(1) Sifat fisis papan partikel

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah lignin yang digunakan dalam campuran perekat maka kualitas papan perekat yang dihasilkan (kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, daya serap air) semakin menurun. Secara lebih rinci hasil pengamatan terhadap sifat-sifat tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisis papan partikel

Ratio Lignin : Formaldehida	HML : FF (%) : (%)	Kera patan (gr/cm³)	Kadar air (%)	Pengem-bangan tebal [1] (%)	Daya serap air [2] (%)
1 mol : 1 mol	20 : 80	0,64	14,8	10,3	67,1
	40 : 60	0,62	15,0	19,6	83.9
	60 : 40	0,61	15,1	21,5	84,0
	80 : 20	0,56	15,4	43,5	150,8
1 mol – 2 mol	20 : 80	0,66	14,9	10,0	61,4
	40 : 60	0,63	14,9	14,4	66,2
	60 : 40	0,62	15,1	15,3	69,9
	80 : 20	0,60	15,3	30,9	105,5

Keterangan 1) = Pengembangan tebal selama 24 jam.
2) = Daya serap air berdasarkan berat selama 24 jam.

a. Kerapatan papan partikel

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah perekat hidroksimetilasi lignin di dalam campuran perekat HML-FF maka kerapatan papan partikel yang dihasilkan semakin rendah. Fenomena ini telah dikemukakan oleh Nimz (1983) yang mengatakan bahwa karena jumlah gugus reaktif dan reaktifitas lignin yang lebih rendah dibandingkan perekat fenol formaldehida maka reaksi kondensasi dalam lignin tidak dapat berjalan secara efektif. Hal yang sama juga disampaikan oleh Glasser (1988) bahwa kontribusi lignin terhadap perekat fenol formaldehida terbatas oleh karena terbatasnya gugus reaktif yang tidak terkondensasi dan reaktifitasnya yang rendah, hal ini dapat ditingkatkan dengan cara memodifikasi ikatan silangnya. Namun demikian kerapatan papan partikel yang diperoleh pada penelitian ini cukup baik yaitu berkisar antara 0,56 gram/cm^3 sampai dengan 0,64 gram/cm^3 untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) dan berkisar antara 0,60 gram/cm^3 sampai dengan 0,66 gram/cm^3 untuk perekat dengan ratio lignin : perekat (1 : 2). Apabila dibandingkan dengan standar kerapatan papan partikel (JIS A 5906-1983) ternyata seluruh papan partikel yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar papan partikel tipe 100 yang menetapkan kerapatan minimum papan partikel sebesar 0,50 gr/cm^3.

b. Kadar air

Tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah perekat lignin di dalam campuran perekat HML-FF maka kadar air papan partikel akan meningkat. Dalam pembuatan perekat hidroksimetilasi lignin memang digunakan bahan pelarut dalam jumlah besar, namun dengan perlakuan kempa panas pada saat pembuatan papan partikel seharusnya dapat menurunkan kadar air sesuai standar. Tingginya kadar air tersebut mungkin disebabkan karena proses pengeringannya kurang sempurna. Setelah dibandingkan dengan standar kadar air papan partikel (JIS A 5906-1983) ternyata sifat kadar air seluruh papan yang dibuat tidak memenuhi standar karena kadar airnya lebih besar dari kadar air maksimum yang ditetapkan dalam standar.

c. Pengembangan tebal

Pengembangan tebal papan partikel yang dibuat dengan perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) cenderung lebih tinggi dari perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2). Hasil ini memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah perekat hidroksimetilasi lignin di dalam campuran perekat HML-FF maka pengembangan tebal papan partikel akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena hanya sedikit lignin yang dapat berikatan dengan perekat fenol formaldehida untuk menghasilkan gugus reaktif di dalam campuran perekat sehingga daya rekatnya rendah. Keadaan ini mengakibatkan ikatan antara partikel kayu dengan perekat kurang baik sehingga dimensinya mudah berubah. Pengembangan tebal papan partikel ini dapat diperkecil, salah caranya adalah dengan menggunakan lignin yang bebas dari bahan-bahan non lignin. Koch *et al.* (1990) juga mengemukakan bahwa kunci dari pemanfaatan lignin kraft adalah pemurnian, karena kehadiran bahan non lignin ini dapat mengurangi daya tahan perekat terhadap air. Dikemukakannya pula bahwa dengan mengurangi kandungan gula atau komponen-komponen non-lignin dapat meningkatkan kekuatan rekat yang dihasilkan sehingga pengembangan tebal dapat diperkecil.

Berdasarkan nilai standar yang ditetapkan dalam JIS A 5906-1983 papan partikel yang memenuhi standar adalah papan partikel yang dibuat dengan ratio HML : FF (20 : 80) baik untuk ratio lignin : formaldehida (1 : 1) maupun (1 : 2). Namun dengan teknik intrapolasi dapat diketahui bahwa dengan penambahan perekat hidroksimetilasi lignin sebanyak 26,7% ke dalam campuran perekat HML-FF atau perbandingan HML-FF sebesar (26,7% : 73,3%) pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) masih dapat menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar. Demikian pula pada perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2), dengan perbandingan HML-FF sebesar (32,1% : 67,9%) juga masih memenuhi standar dan tidak mempengaruhi sifat pengembangan tebal papan partikel yang dihasilkan.

d. Daya serap

Tabel 3 memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah perekat hidroksimetilasi lignin di dalam campuran perekat HML-FF maka daya serap air papan partikel akan semakin besar pula. Hal ini disebabkan karena campuran perekat hidroksimetilasi lignin-FF tidak mampu membentuk daya rekat yang baik dengan kayu karena gugus reaktif yang terbentuk sedikit yang dapat berikatan dengan tempat reaktif yang terdapat pada partikel kayu. Keadaan ini mengakibatkan ikatan antara partikel kayu dengan perekat juga kurang baik.

Setelah dibandingkan dengan standar daya serap air papan partikel (FAO-1966), papan partikel yang memenuhi standar hanya papan partikel dengan ratio HML : FF (20 : 80) baik pada ratio lignin : formaldehida (1 : 1) maupun (1 : 2) karena daya serap airnya lebih kecil dari daya serap air maksimum standar yaitu sebesar 75 persen. Dengan teknik intrapolasi juga dapat diketahui bahwa dengan penambahan perekat hidroksimetilasi sebanyak 32,85% untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) masih menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar. Demikian pula dengan penambahan perekat HML sebanyak 48,84% ke dalam campuran perekat HML-FF untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) masih memenuhi standar dan tidak mempengaruhi sifat daya serap air papan partikel yang dihasilkan.

(2) Sifat mekanis papan partikel

Secara umum dapat dikatakan bahwa sifat mekanis papan partikel semakin menurun dengan semakin banyaknya hidroksimetilasi lignin yang digunakan dalam campuran perekat. Secara rinci hasil pengamatan sifat mekanis tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat mekanis papan partikel

Ratio Lignin : Formaldehida	HML : FF (%) : (%)	Internal Bonding (kg/cm^2)	MOE (kg/cm^2)	MOR (kg/cm^2)
	20 : 80	2,81	9155,8	68,1
1 mol : 1 mol	40 : 60	1,88	7335,8	59,7
	60 : 40	1,32	5008,3	37,3
	80 : 20	0,49	3656,6	26,1
	20 : 80	4,15	9576,5	73,7
1 mol – 2 mol	40 : 60	2,84	8913,6	75,6
	60 : 40	1,74	6921,3	59,7
	80 : 20	0,81	4398,0	28,0

(a) Internal bonding

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai keteguhan rekat tertinggi untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 2,81% kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 0,49% kg/cm^2. Nilai keteguhan rekat tertinggi untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 4,15 kg/cm^2 dan terendah untuk perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 0,81 kg/cm^2. Tabel ini juga memperlihatkan bahwa semakin banyak jumlah perekat hidroksimetilasi lignin di dalam campuran perekat HML-FF akan mengakibatkan keteguhan rekat papan partikel semakin rendah. Seperti telah dijelaskan terdahulu bahwa hal ini disebabkan karena lignin hanya memiliki sedikit gugus reaktif yang dapat bereaksi dengan formaldehida untuk membentuk perekat yang baik dan reaksi kondensasi antara lignin dengan formdehida tidak berjalan secara efektif. Fenomena ini juga berkaitan dengan nilai kadar padat dan kadar abu campuran perekat hidroksimetilasi kadar lignin-FF yang digunakan. Terlihat bahwa campuran perekat yang memiliki kadar padat yang tinggi (hidroksimetilasi lignin 20 %) menghasilkan keteguhan rekat yang juga sebaliknya. Dan campuran perekat yang memiliki kadar abu yang rendah (campuran hidroksimetilasi lignin 20 %) menghasilkan keteguhan rekat yang tinggi dan sebaliknya.

Dengan menggunakan standar keteguhan rekat papan partikel (JIS A5906-1983) ternyata hanya papan partikel yang dibuat dengan campuran perekat hidroksimetilasi lignin sampai 40 % (untuk ratio lignin : formaldehida = 1 : 1) dan 60 % (untuk ratio lignin : formaldehida = 1 : 2) saja yang memenuhi standar. Sedangkan papan partikel perlakuan-perlakuan lain tidak memenuhi standar sebab sifat keteguhan rekatnya lebih rendah dari pada keteguhan rekat minimum papan partikel tipe 100 yaitu sebesar 1,5 kg/cm^2. Dengan teknik intrapolasi dapat diketahui bahwa sebenarnya dengan penambahan perekat hidroksimetilasi lignin sampai dengan sebanyak 53,46% untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) dapat menghasilkan papan partikel yang memenuhi standar. Demikian pula dengan penambahan perekat hidroksimetilasi sebanyak 65,92% dalam campuran perekat HML-FF untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2), papan partikel yang dihasilkan masih memenuhi standar keteguhan rekat papan partikel tipe 100 dan tidak mempengaruhi sifat keteguhan rekatnya.

(b) MOE dan MOR

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa MOE atau modulus elastisitas tertinggi papan partikel untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) diperoleh pada perlakuan dengan ration HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 9155,8 kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 3656,6 kg/cm^2., sedangkan modulus elastisitas tertinggi papan partikel untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 9576,5 kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan dengan ration HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 4398,0 kg/cm^2. MOR atau modulus patah tertinggi papan partikel untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 1) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 : 80) yaitu sebesar 68,1 kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 26,1 kg/cm^2. Sedangkan modulus patah tertinggi untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) diperoleh pada perlakuan dengan ratio HML : FF (20 ; 80) yaitu sebesar 73,7 kg/cm^2 dan terendah pada perlakuan dengan ratio HML : FF (80 : 20) yaitu sebesar 28,0 kg/cm^2.

Hasil ini memperlihatkan bahwa apabila semakin banyak jumlah perekat hidroksimetilasi lignin di dalam campuran perekat HML-FF akan mengakibatkan modulus elastisitas dan modulus patah papan partikel akan semakin rendah. Modulus elastisitas dan modulus patah ini berkaitan dengan nilai kerapatan maupun nilai keteguhan rekat papan partikel. Terlihat bahwa papan partikel yang memiliki kerapatan yang tinggi maupun keteguhan rekat yang tinggi akan menghasilkan modulus elastisitas dan modulus patah yang juga tinggi. Dan sebaliknya bila kerapatan dan keteguhan rekatnya rendah maka modulus elastisitas dan modulus patah papan parikel akan rendah pula.

Dengan membandingkan dengan standar MOE papan partikel (JIS A 5906-1983) ternyata semua papan partikel yang dibuat tidak memenuhi standar keteguhan lentur papan partikel. Oleh karena sifat keteguhan lentur seluruh papan partikel yang dibuat lebih rendah dari pada keteguhan lentur minimum papan partikel tipe 100 yaitu sebesar 15000 kg/cm^2. Sedangkan bila dibandingkan dengan standar MOR papan partikel (JIS A 5906-1983) ternyata hanya papan partikel untuk perekat dengan ratio lignin : formaldehida (1 : 2) dengan campuran hidroksimetilasi lignin sebesar 20% saja yang memenuhi standar karena sifat keteguhan patahnya lebih besar daripada keteguhan patah minimum papan partikel tipe 100 yaitu sebesar 80 kg/cm^2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Lignin yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki kadar padat, kadar abu dan pH masing-masing sebesar 7,30%, 7,95, dan 1,04.

2. Campuran perekat lignin – fenol formaldehida dengan perbandingan mol lignin : formaldehida = 1 : 2 mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan campuran perekat lignin – fenol formaldehida dengan perbandingan mol lignin : formaldehida = 1 : 1.

3. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin banyak perekat lignin yang digunakan, maka sifat fisis – mekanis papan partikel yang dihasilkan akan semakin rendah.

4. Jumlah penambahan maksimum perekat hidroksimetilasi lignin ke dalam campuran perekat lignin – fenol formaldehida masing-masing sebanyak 73,4 % dan 65,9 % ternyata masih memenuhi standar dan belum mempengaruhi sifat daya serap dan sifat keteguhan rekat papan partikel.

Saran

Untuk meningkatkan kualitas papan partikel yang dihasilkan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terutama untuk mencari metoda isolasi dan pemurnian lignin teknis serta untuk mengetahui sifat fisiko-kimia lignin secara lebih detail.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous. 1971. The lignin paradigm. University of Toronto, Toronto, Canada.

Gillespie, R.H. 1988. Durable Wood Adhesive from Kraft Lignin. *Dalam* R. W. Hemingway, Anthony H. Conner