

**SINTESIS RESIN DARI EKSTRAK LIMBAH GERGAJIAN KAYU MERBAU
(*Instia spp*) UNTUK PEREKAT PAPAN SAMBUNG**

*(The Resin Synthesis from Extract of Merbau Wood (*Instia spp*) Sawdust for Joint Board Adhesive)*

Dicka Prameswara¹, Adi Santoso², dan Agus Malik Ibrahim¹

¹Sekolah Tinggi Analis Kimia Cilegon

²Puslitbang Hasil Hutan Bogor

E-mail/telp: sezhomalik@gmail.com/08176318313

ABSTRAK

Penggunaan kayu merbau pada industri saat ini berkembang sangat pesat. Produk-produk yang dihasilkan sangat beragam, salah satunya dalam pembuatan furnitur, namun produk-produk berbahan dasar kayu merbau ini pada kondisi lembab atau lingkungan yang basah seringkali menimbulkan warna bercak kemerahan yang dapat membuat estetika dari produk yang dihasilkan tidak baik. Papan sambung merupakan salah satu produk olahan kayu, namun pada industri saat ini masih menggunakan perekat impor dengan harga yang relatif tinggi, sehingga harga produk yang dihasilkan tidak ekonomis. Limbah gergajian kayu merbau pada penelitian ini digunakan untuk mensintesis resin perekat pengganti perekat impor. Berdasarkan hasil penelitian uji karakteristik perekat merbau menunjukkan bentuk cair dengan warna merah kecokelatan dan beraroma fenol. Hasil uji kekentalan sebesar 5,6 Poise dan hasil uji kemasaman sebesar pH 11. Bobot jenis perekat merbau sebesar 1,1400 g/cm³, selain itu hasil uji *solid content* sebesar 19,05%, dan didapatkan nilai emisi formaldehida bebas sebesar 0,01%. Hasil pengujian papan partikel menggunakan perekat cair dengan penambahan resorsinol memiliki kadar air berkisar antara 6,79%-7,74%, kerapatan berkisar antara 0,31 g/cm³-0,55 g/cm³, keteguhan rekat kering berkisar antara 39,28 kg/cm²-60,20 kg/cm², keteguhan rekat basah berkisar antara 16,67 kg/cm²-19,49 kg/cm², nilai MOR berkisar antara 372,03 kg/cm²-480,79 kg/cm², nilai MOE berkisar antara 49,72 kg/cm²-75,75 kg/cm², dan nilai emisi formaldehida berkisar antara 0,08 mg/L-0,43 mg/L. Kualitas papan sambung yang menggunakan perekat merbau lebih baik dari perekat isosianat. Papan partikel dengan perekat merbau telah memenuhi standar JIS A 5908 (2003).

Kata kunci: perekat, kayu merbau, resorsinol, papan sambung.

ABSTRACT

The use of merbau wood in the industry is currently growing very rapidly. The products produced are very diverse, one of them in the manufacture of furniture, but products made from merbau wood in humid conditions or wet environment often cause reddish color spots that can make the aesthetics of the product is not good. The joint board is one of wood processing products, but in the industry today still uses imported adhesive with relatively high price, so the price of the product is not economical. The merbau

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

sawn waste in this study was used to synthesize resin adhesives that can substitute imported adhesive. Based on the result of the research, the merbau adhesive characteristic test shows the liquid form with brownish-red color and phenol-scented. The result of viscosity test is 5.6 Poise, and the acidity test result is pH 11. The weight of merbau adhesive is 1,1400 g/cm³, besides the result of solid content test is 19,05%, and free formaldehyde emission value is 0, 01%. The results of particle board testing using liquid adhesives with the addition of resorcinol have a moisture content ranging from 6.79% - 7.74%, density ranged from 0.31 g/cm³ - 0.55 g/cm³, dry adhesion resistance ranged from 39.28 kg/cm² - 60.20 kg/cm², wetness adhesive strength ranged between 16.67 kg/cm² - 19.49 kg/cm², MOR values ranged from 372.03 kg/cm² - 480.79 kg/cm², MOE value ranged from 49.72 kg/cm² - 75.75 kg/cm², and formaldehyde emission values ranged from 0.08 mg/L - 0.43 mg/L. The quality of the merbau adhesive board is better than the isocyanate adhesive. Particle board with merbau adhesive meets JIS A 5908 (2003) standard.

Key words: *adhesive, merbau wood, resorcinol, joint board.*

1. PENDAHULUAN

Perekat dan perekatan semakin besar peranannya dalam industri pengolahan kayu dengan diproduksinya berbagai produk kayu komposit atau produk perekatan kayu yang dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan berupa kayu. Produk-produk seperti kayu lapis, LVL, *bare core*, papan blok, papan partikel, dan papan sambung tidak bisa lepas dari kebutuhan perekat. Perekat yang digunakan sebagian besar masih impor dengan harga relatif tinggi terutama perekat berbasis resorsinol. Berbagai upaya untuk memperoleh bahan perekat yang murah dan ramah lingkungan terus dilakukan.

Kayu merupakan biomaterial yang komponen utamanya adalah lignoselulosa. Terdapat bahan yang disebut sebagai zat ekstraktif pada kayu karena dapat diekstrak dengan bantuan pelarut baik polar maupun nonpolar tanpa merusak struktur selulosa/lignin dalam kayu (Fengel dan Wegener, 1995). Beberapa macam zat ekstraktif dalam kayu adalah tannin, polifenol, bahan pewarna, minyak atsiri, lemak, resin, *wax*, gum, dan pati. Kandungan zat ekstraktif dalam kayu mulai kurang dari 1% hingga lebih dari 30%, tergantung pada beberapa faktor yaitu kondisi pertumbuhan pohon dan musim pada saat pohon dibalak (Donegan *et al.*, 2007).

Bahan perekat dari zat ekstraktif kayu dapat diperoleh dari limbah sehingga kayu yang mengandung bahan tersebut dapat meningkat nilai tambahnya. Penemuan perekat berbahan dasar alami seperti tanin dari zat ekstraktif kulit kayu mangium (*Acacia mangium Wild*) (Santoso, 2005), mendorong dilakukannya penelitian lain untuk mendapatkan bahan alternatif perekat alami. Bahan-bahan serupa masih banyak terdapat dalam bagian-bagian dari pohon/kayu dari berbagai jenis. Salah satu jenis kayu yang diduga mengandung bahan perekat alami adalah merbau (*Instia spp*). Kayu merbau ketika disimpan dalam kondisi lembab atau terkena air hujan akan mengeluarkan senyawaan ekstraktif berwarna merah yang mirip dengan warna larutan fenol atau resorsinol. Keberadaan fenol monosiklik sederhana seperti resorsinol diyakini terdapat dalam jumlah banyak dalam tumbuh-tumbuhan. Peranan senyawa fenolik salah satunya sebagai bahan pembangun dinding sel dan sistem pertahanan tumbuhan terhadap serangga.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa senyawa yang terkandung dalam ekstrak cair limbah kayu merbau identik dengan senyawa resorsinol, yang dapat dikopolimerisasikan dengan resorsinol dan formaldehida dalam suasana basa menghasilkan resin yang dapat digunakan sebagai perekat kayu (Santoso dan Malik, 2011). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui kualitas papan sambung pada berbagai perlakuan terutama yang menggunakan perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau dibandingkan dengan standar JIS A 5908 (2003). Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat tersedianya informasi teknik pembuatan perekat dan aplikasi perekat pada pembuatan papan sambung dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah limbah kayu merbau berupa serbuk gergajian. Penelitian ini menggunakan bahan kimia antara lain resorsinol dan NaOH 50%, formaldehida serta akuades. Pembuatan perekat juga digunakan bahan pembantu seperti sagu, kertas saring, pH universal, kertas label, dan air. Peralatan gelas yang digunakan dalam proses ekstraksi antara lain penangas air, beaker glass, gelas ukur, *stopwatch*, timbangan, viskometer Ostwald, oven, saringan 40 mesh, cawan petri piknometer, viskometer, dan mesin uji universal.

Pembuatan Perekat

Pembuatan perekat terdiri dari serangkaian kegiatan mulai dari ekstraksi limbah kayu merbau hingga pembuatan perekat. Ekstraksi dilakukan menggunakan alat ekstraktor. Limbah kayu merbau berupa serbuk diekstrak dengan cara mencampurkannya dengan air dengan perbandingan 1:4 (b/b) dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 3 jam. Ekstrak yang diperoleh dipisahkan dari serbuknya melalui penyaringan. Ekstraksi diulang 3 kali dengan perbandingan yang sama. Pembuatan perekat dilakukan dengan mereaksikan ekstrak merbau dengan resorsinol teknis dan formaldehida, dengan menggunakan NaOH 50% sebagai katalis. Penambahan resorsinol dalam formulasi ini dimaksudkan sebagai pengumpan untuk mengaktifkan senyawa fenolik dari ekstrak merbau. Formulasi ditetapkan dengan mengacu pada Santoso *et al.*, (2011), dengan perbandingan (b/b) komposisi ekstrak cair limbah gergajian kayu merbau, resorsinol, dan formaldehida 37% = 100:5:10. Reaksi dilakukan pada 25°C selama 1 jam.

Pengujian Sifat Fisiko-Kimia Perekat

Perekat dengan formula tersebut di atas diuji sifat fisiko-kimianya dengan pembanding perekat fenol resorsinol formadehida (PRF) (Akzonobel, 2003). Pengujian mencakup penentuan viskositas, bobot jenis, visual, benda asing, pH, dan kadar padatan (SNI 1998).

Penentuan Viskositas

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

Sebanyak 10 mL akuades dimasukkan ke dalam viskometer Ostwald. Akuades diatur dengan bulb hingga bagian tanda tera atas. Laju alir akuades dari tanda tera atas ke bagian bawah, dihitung waktu laju alirnya dengan stopwatch. Pengukuran dilakukan lima kali ulangan. Sebanyak 10 mL ekstrak cair kayu merbau dimasukkan ke dalam viskometer Ostwald yang berbeda. Cairan diatur dengan bulb hingga tanda tera atas Ostwald. Laju alir ekstrak kayu merbau dan cairan resorsinol formaldehida dari tanda tera atas ke bagian bawah, dihitung dengan *stopwatch*. Pengukuran dilakukan sepuluh kali ulangan. Viskositas ekstrak ditentukan dengan rumus berikut.

$$\text{Viskositas sampel} = \frac{BJ.sampel \times t.sampel}{BJ.air \times t.air} \times \eta.air$$

Keterangan:

BJ = Bobot jenis (g/cm^3)
t = Waktu laju alir (detik)
 η = Viskositas (Poise)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Perekat

Hasil penelitian pada karakteristik perekat hasil formulasi komposisi ekstrak kayu merbau ada beberapa parameter seperti uji kenampakan dan bobot jenis yang hasilnya tidak jauh berbeda dibandingkan dengan PRF dan pMDI. Formulasi ditetapkan dengan mengacu pada Santoso *et al.*, (2011), dengan perbandingan (b/b) komposisi ekstrak cair limbah gergajian kayu merbau, resorsinol, dan formaldehida 37% = 100:5:10, direaksikan selama 1 jam pada suhu kamar dengan katalis basa yaitu NaOH 50% disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik produk kopolimerisasi ekstrak limbah serbuk gergajian kayu merbau ^{*)}

No.	Parameter	Perekat merbau	Perekat komersial	
			PRF	pMDI
	Kenampakan:			
1	<input type="checkbox"/> Bentuk	Cair	Cair	Cair
	<input type="checkbox"/> Warna	Merah-cokelat	Merah-cokelat	Putih
	<input type="checkbox"/> Bau	Fenol	Fenol	Tidak berbau
2	Kekentalan (Poise)	5,6	3,4	1,5
3	Kemasaman (pH)	11	8	7
4	Bobot jenis (g/cm ³)	1,14	1,15	1,14
5	<i>Solid content</i> (%)	19,05	57,03	90,35
6	Formaldehida bebas (%)	0,01	0,04	-

Keterangan:

(*) = rata-rata dari 3x ulangan (-) = tidak ada data

PRF = fenol resorsinol formaldehida MDI = *polymeric diphenylmethane diisocyanate*

Ekstrak cair limbah kayu merbau dikopolimerisasi dengan cara mereaksikan sejumlah kecil monomer (resorsinol) dan formaldehida 37% dan NaOH 50% sebagai katalis pada suhu kamar, membentuk resin untuk aplikasi perekat kayu. Sampel ekstrak limbah gergajian kayu merbau tersebut diuji kenampakan, kekentalan, derajat keasaman, bobot jenis, total padatan, dan emisi formaldehida bebas, kemudian dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Perekat PRF dan pMDI yang digunakan sebagai pembanding dari perekat merbau dalam uji karakteristik yang memang cukup sulit didapatkan.

Bentuk dan warna perekat yang dihasilkan telah sesuai dengan standar SNI 06-4567 (1998) yang mensyaratkan bentuk cair dan warna perekat fenol formaldehid adalah merah kehitaman. Perekat komersial yang diuji yaitu fenol resorsinol formaldehida memberikan hasil uji karakteristik yang sama pada uji kenampakan. Hal tersebut disebabkan karena pada perekat PRF mengandung fenol yang pada uji visual berwarna merah. Sedangkan pada perekat *polymeric diphenylmethane diisocyanate* pada uji kenampakan berbeda sekali dari kedua perekat tersebut. Pada perekat pMDI hasil uji visual berwarna putih.

Hasil uji kekentalan pada perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau lebih rendah dibandingkan dengan perekat PRF dan pMDI. Pada perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau menghasilkan kekentalan sebesar 590 cps. Kekentalan

produk perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau hasil penelitian belum memenuhi persyaratan yang terdapat dalam standar SNI 06-4567 (1998) yaitu berkisar antara 130 sampai 300 cps. Pada hasil uji kekentalan produk, perekat impor PRF memiliki kekentalan yang lebih rendah yaitu sebesar 3,4 poise dibandingkan dengan pMDI yaitu sebesar 1,5 poise tetapi lebih tinggi kekentalannya dibandingkan dengan perekat merbau.

Hasil penelitian yang dihasilkan dari perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau untuk uji derajat keasaman sebesar 11. Hasil ini memenuhi persyaratan yang sesuai dengan standar SNI 06-4567 (1998) yaitu berkisar antara 10 sampai 13. Sedangkan untuk hasil uji produk komersial seperti PRF menghasilkan derajat keasaman sebesar 8, hasil ini jauh lebih rendah bila dibandingkan derajat keasaman yang telah disyaratkan oleh SNI 06-4567 (1998). Perekat pMDI menghasilkan nilai derajat keasaman yang netral yaitu sebesar 7.

Uji yang dilakukan selanjutnya adalah bobot jenis dari ketiga sampel. Ketiga sampel uji dihasilkan data yang tidak jauh berbeda baik perekat hasil sintesis maupun perekat impor. Pada perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau dengan bobot jenis sebesar $1,1400 \text{ g/cm}^3$ sedangkan perekat PRF sebesar $1,1500 \text{ g/cm}^3$ dan perekat pMDI sebesar $1,1400 \text{ g/cm}^3$. Bobot jenis dari perekat dari ekstrak limbah gergajian kayu merbau dan PRF sama-sama tidak memenuhi standar SNI 06-4567 (1998) yang mensyaratkan bobot jenis berkisar antara $1,1650\text{-}1,2000 \text{ g/cm}^3$.

Tabel 2. Kualitas produk papan sambung (*Finger Joint Board/FJB*)

Jenis kayu	Jenis perekat	Kadar Air (%)	Kerapatan (g/cm ³)	Keteguhan Rekat (kg/cm ²)		MOR (kg/cm ²)	MOE (kg/cm ²)	Emisi Formaldehida (mg/L)
				Parameter Uji				
				Kering	Basah			
Sengon	M	7,74 ^c	0,31 ^c	39,28 ^e	19,49 ^b	372,03 ^b	49.718 ^e	0,08 ^d
	I	10,50 ^b	0,31 ^c	42,89 ^d	19,53 ^b	247,30 ^c	35.322 ^f	0,03 ^e
Karet	M	6,79 ^e	0,48 ^b	42,99 ^d	19,28 ^b	468,35 ^a	75.751 ^a	0,43 ^a
	I	11,67 ^a	0,46 ^b	75,75 ^a	40,68 ^a	451,66 ^a	56.654 ^d	0,14 ^c
Pinus	M	7,12 ^d	0,55 ^a	60,20 ^c	16,67 ^c	480,79 ^a	71.990 ^b	0,22 ^b
	I	7,95 ^c	0,55 ^a	65,87 ^b	6,62 ^d	464,30 ^a	57.926 ^c	0,05 ^{de}

Keterangan:

Nilai hasil uji delaminasi untuk semua contoh uji = 0 %

Huruf yang sama di belakang angka menyatakan tidak berbeda

M = perekat merbau

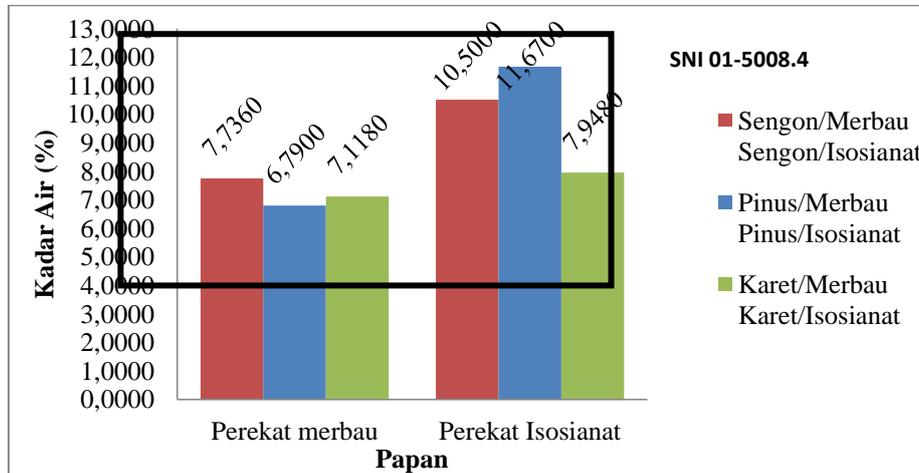
I = perekat isosianat (pabrik)

Sifat fisis kayu sangat erat hubungannya dengan sifat kekuatan kayu. Oleh karena itu, sifat fisis kayu juga harus diketahui sebelum dapat menentukan sifat kekuatan kayu. Pengujian sifat fisis dan mekanis yang dilakukan pada penelitian ini antara lain kadar air, kerapatan, *Modulus Of Rupture* (MOR), *Modulus Of Elasticity* (MOE), keteguhan rekat (kering dan basah), dan emisi formaldehida.

Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terikat oleh bahan dinyatakan dalam persen (%), maka berat kering bahan yang bersangkutan secara nyata dapat diketahui dan berat kering itu tetap. Besarnya kadar air produk *Finger Joint Board* (FJB) dengan menggunakan perekat berkisar antara 6,79-7,74%. Nilai ini terpaut jauh dengan nilai kadar air produk FJB dengan menggunakan perekat Isosianat yaitu sebesar 7,95-11,67%. Dari kedua perlakuan nilai dari uji kadar air yang dilakukan memenuhi standar SNI 01-5008.4 (1999) dimana kadar air maksimum produk papan sambung adalah 14%. Kedua perlakuan baik dengan perekat merbau maupun perekat isosianat dalam

pembuatan produk FJB pada kayu sengon, karet, dan pinus telah memenuhi persyaratan SNI 01-5008.4 (1999).



Gambar 1. Nilai kadar air papan sambung

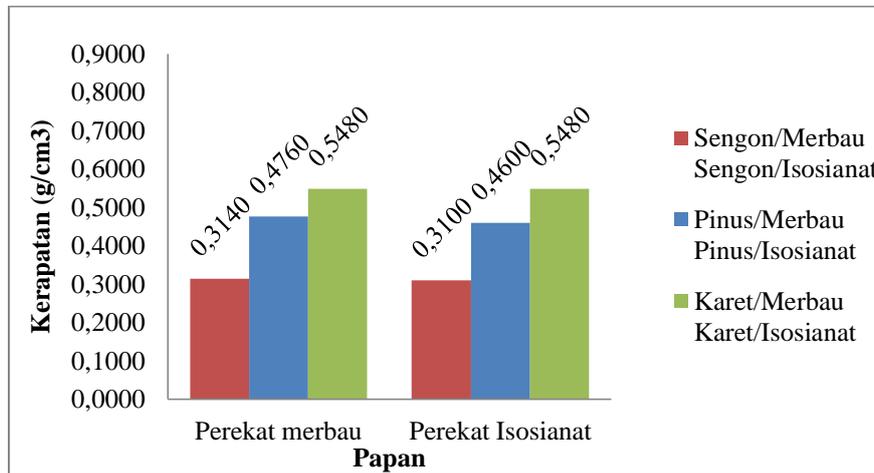
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dengan produk FJB dengan menggunakan perekat merbau berbeda nyata terhadap perekat isosianat pada produk papan sambung. Ini berarti berpengaruh nyata terhadap kadar air papan sambung. Rendahnya kadar air produk FJB dengan menggunakan kedua perekat baik perekat merbau maupun isosianat dikarenakan adanya proses pengerasan perekat, air akan diuapkan dan hanya menyisakan *solid content* yang akan mengikat dua permukaan kayu sehingga saling berikatan.

Kerapatan

Kerapatan (*density*) adalah perbandingan antara massa kayu dengan volumenya. kerapatan yang dimaksud adalah kerapatan pada kondisi kering udara (Bowyer *et al.*, 2003).

Gambar 2. di bawah ini menunjukkan kerapatan produk papan sambung dengan perekat merbau yaitu $0,31 \text{ g/cm}^3$ pada jenis kayu sengon, $0,48 \text{ g/cm}^3$ pada jenis kayu pinus, dan $0,55 \text{ g/cm}^3$ pada jenis kayu karet. Hasil uji kerapatan ketiga jenis kayu produk papan sambung dengan perekat merbau berkisar antara $0,31\text{-}0,55 \text{ g/cm}^3$. Hasil uji kerapatan yang didapatkan tidak jauh berbeda pada produk papan sambung dengan perekat isosianat berkisar antara $0,31\text{-}0,55 \text{ g/cm}^3$. Ketiga jenis kayu produk papan sambung tersebut dengan perekat merbau maupun dengan perekat isosianat tergolong berkerapatan rendah sampai dengan sedang, karena nilai kerapatannya berkisar $0,45\text{-}$

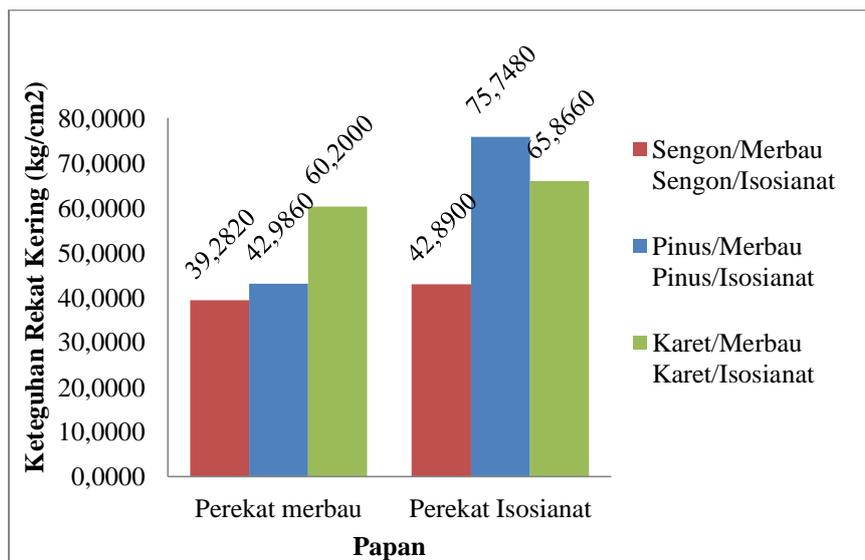
0,70 g/cm³ (Martawijaya 1990). Namun pada produk papan sambung kayu sengon, memiliki bobot jenis sebesar 0,31 g/cm³ baik dengan perekat merbau maupun dengan perekat isosianat.



Gambar 2. Nilai kerapatan (g/cm³)

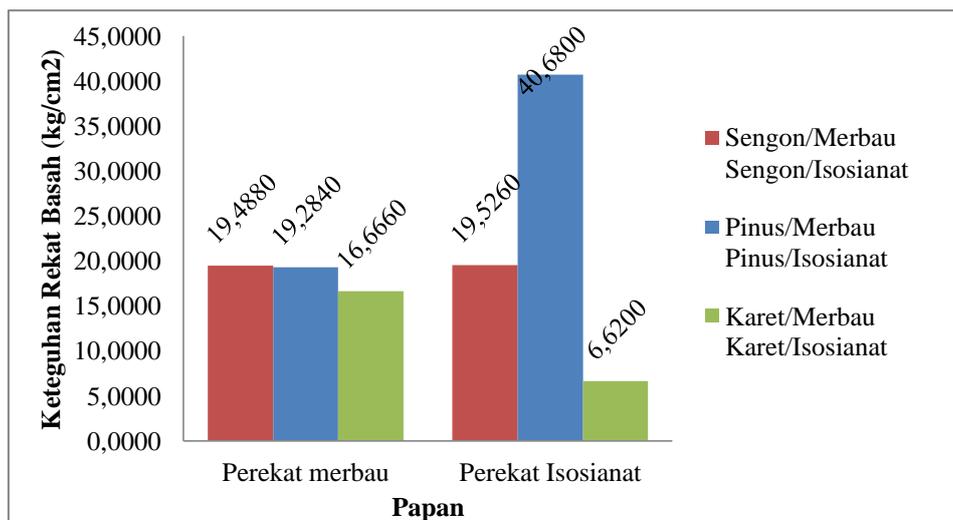
Keteguhan Rekat

Hasil pengujian keteguhan rekat pada ketiga jenis kayu produk papan sambung dengan perekat merbau yang diuji pada kondisi kering berkisar 39,28-60,20 kg/cm², sedangkan menggunakan perekat isosianat menghasilkan nilai keteguhan rekat antara 42,89-75,75 kg/cm² yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai keteguhan rekat kering (kg/cm²)

Pengujian selanjutnya uji keteguhan rekat dari ketiga jenis kayu produk papan sambung dengan perekat merbau pada kondisi basah berkisar 16,67-19,49 kg/cm², jika menggunakan perekat isosianat menghasilkan nilai keteguhan rekat antara 6,62-40,68 kg/cm² dapat dilihat dari Gambar 4. Sementara uji delaminasi menghasilkan nilai 0% untuk seluruh produk penelitian ini sehingga memenuhi persyaratan SNI (2000) untuk tipe eksterior.



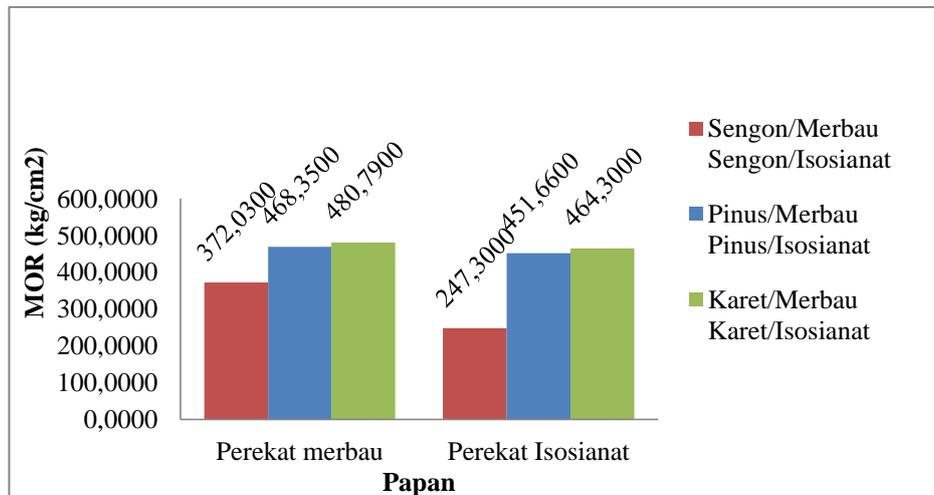
Gambar 4. Nilai keteguhan rekat basah (kg/cm²)

Sifat Mekanis

Sifat mekanis menentukan kekuatan kayu tersebut untuk dijadikan bahan struktural. Sifat mekanis akan meningkat seiring dengan penurunan kadar air dalam kayu. Sifat mekanis yang diuji diantaranya adalah modulus elastisitas (MOE) dan modulus patah (MOR).

Modulus Of Rupture (MOR)

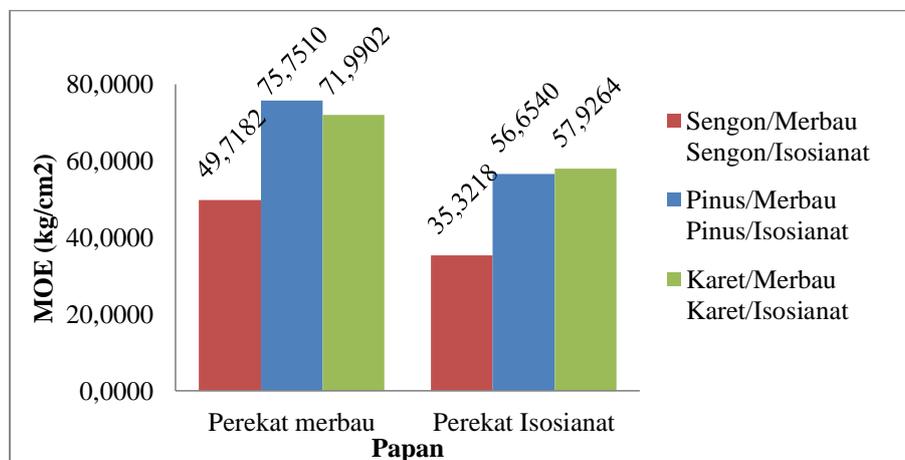
Nilai uji MOR produk papan sambung dengan perlakuan perekat merbau berkisar 372,03-480,79 kg/cm². Nilai uji MOR yang tertinggi dari ketiga jenis kayu produk papan sambung yaitu produk papan sambung karet dengan perlakuan perekat merbau maupun isosianat, sementara nilai MOR yang terendah dari ketiga jenis kayu produk FJB yaitu produk FJB kayu sengon. Ketiga jenis produk papan sambung dengan perlakuan perekat merbau setara dengan produk papan sambung buatan pabrik yang menggunakan perekat isosianat berkisar 247,30-464,30 kg/cm².



Gambar 5. Nilai modulus of rupture (kg/cm²)

Modulus Of Elasticity (MOE)

Berdasarkan hasil pengujian nilai uji MOE pada ketiga jenis kayu produk papan sambung dengan perekat merbau berkisar 49.718-75.751 kg/cm², sedangkan dengan perekat isosianat berkisar 35.322-57.926 kg/cm².



Gambar 6. Nilai modulus of elasticity (kg/cm²)

Berdasarkan efisiensi sambungan dari produk *finger joint board* (FJB) ini rata-rata sebesar 113,01% pada kayu sengon, 80,41% pada kayu karet, dan 116,91% pada kayu pinus. Sementara efisiensi sambungan produk FJB dengan jenis kayu yang sama yang menggunakan perekat isosianat rata-rata sebesar 80,29% pada kayu sengon, 60,14% pada kayu karet, dan 94,69% pada kayu pinus. Hasil perhitungan efisiensi sambungan tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas rekat produk FJB dengan perlakuan perekat

merbau lebih baik dibandingkan dengan FJB yang menggunakan perekat pMDI. Menurut Santoso *et al.*, (2005) produk FJB yang memiliki tingkat efisiensi sambungan >50% cocok untuk pemakaian galar balok dan konstruksi bagian dalam dinding kapal.

4. KESIMPULAN

Produk kopolimer ekstrak cair limbah kayu merbau menghasilkan resin yang dapat diformulasikan menjadi perekat. Kualitas perekat ekstrak cair limbah gergajian kayu merbau setara dengan kualitas perekat fenolik impor dan isosianat. Aplikasi perekat ekstrak cair limbah gergajian kayu merbau cocok untuk pembuatan finger joint board pada tiga jenis kayu, yaitu sengon, karet, dan pinus, dengan kualitas perekatan dan sifat mekanik produk tersebut setara dengan produk sejenis berperekat isosianat (impor).

DAFTAR PUSTAKA

- Akzonobel. 2001. *Synteko Fenol-resorcinol Adhesive 1711 with Hardeners 2620, 2622, 2623*. Casco Adhesive (Asia). Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 1998. SNI 06-457-1998 Tentang Fenol Formaldehida Cair untuk Perekat Kayu Lapis. Jakarta: BSN.
- Donegan V, J. Fantozzi, C. Jourdain, K. Kersell, A. Migdal, R. Springate & J. Tooley. 2007. *Understanding Extractive Bleeding*. Website <http://www.calredwood.org/ref/pdf/extract.pdf>. Diakses tanggal 20 Nopember 2007.
- Fengel D dan G. Wegener. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, dan Reaksi-Reaksi*. Terjemahan H. Sastrohamidjojo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Martawijaya. 2005. *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Bogor: Media Aksara.
- Santoso A dan J. Malik. 2011a. Tannin dan Lignin Dari Acacia Mangium Wild. Sebagai Bahan Perekat Kayu Majemuk Masa Depan. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Pengolahan Hasil Hutan. Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan, tanggal 25 Oktober 2011 di Jakarta.

- Santoso A dan J. Malik. 2011b. *State of the Art: Penelitian Perekat dan Perekatan Kayu* di Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Makalah Utama, disampaikan pada Diskusi Perekatan tanggal 30 Juni 2011 di Bogor.
- Santoso A. 2005. Pemanfaatan Lignin dan Tannin Sebagai Alternatif Substitusi Bahan Perekat Kayu Komposit. Bandung: Proseding Simposium Nasional Polimer V, 22 November. Halaman: 155-164.
- Standar Nasional Indonesia. 1999. 01-5008.4: Kayu Bentukan (Moulding) Rimba Spesifikasi: Kayu Bentukan Utuh, Papan Sambung dan Bilah Sambung.