

Fortifikasi Perekat Lateks Karet Alam-Stirena dengan Isosianat: Karakteristik dan Aplikasinya pada Kayu Lapis

(Fortification of Natural Rubber Lateks-Styrene with Isocyanate: Characteristics and its Application for Plywood Adhesive)

Widya Fatriasari¹⁾, Surdiding Ruhendi²⁾

¹⁾UPT Biomaterial LIPI-Cibinong, Jl Raya Bogor KM 46 Cibinong Bogor 16911

²⁾Departemen Teknologi Hasil Hutan, Fakultas kehutanan, Institut Pertanian Bogor

Corresponding author: fatriasari@biomaterial-lipi.com (Widya Fatriasari)

Abstract

This study was to evaluate the blending composition effects of natural rubber lateks-styrena (NRL-St)/isocyanate adhesive on their properties and sengan plywood quality. The blending mixture consists of 100/0, 90/10, 80/20, 70/30 and 0/100. Physico-chemical properties of these adhesives in terms of solid content (gravimetric method), pH (pH indicator paper), viscosity (Viscometer Brookfield), and contact angle (Motic software) were characterized. The bond strength (SNI 01-2704-1992) and formaldehyde emission (WKI bottle method) of plywood were also determined. Isocyanate fortification increased the solid content and viscosity of adhesive mixture, while pH was vice versa. The contact angle of adhesive mixture was about 45°. Isocyanate fortification onto NRL-St improved plywood bond strength and significant improvement was happened on the composition of 80/20. Plywood hot pressing for 5 minutes increased the bond strength until isocyanate fortification 20%, while 10 minutes hot pressing also improved the bond strength on all of the composition adhesive. Only adhesive mixture of 70/30 that gave the lowest formaldehyde emission and fulfilled E1 standard (<0.1 ppm). Generally, the increasing of hot pressing time tended to decrease formaldehyde emission of plywood. Bond strength of plywood fulfill SNI standard and E1 standard was isocyanate fortification of 30%.

Key words: Fortification of NRL-St/isocyanate, physico-chemical properties, bond strength, sengan plywood

Pendahuluan

Pengembangan perekat dari bahan alam terbarukan (*renewable resources*) diharapkan semakin memberikan kontribusi yang berarti dalam aplikasi di industri karena penggunaan perekat sintetis baik itu *high temperature setting* dan *low temperature setting* menimbulkan emisi formaldehida yang cukup tinggi. Persyaratan mutlak untuk produk yang masuk ke pasar ekspor negara maju adalah nilai ambang batas maksimal emisinya adalah 1 ppm berarti yang bisa masuk dalam kualitas ini adalah kriteria E1

(dibawah 0,1 ppm) dan E2 (0,1-1 ppm) (Fatriasari *et al.* 2005, Hermiati *et al.* 2004a, Falah *et al.* 2005a).

Isosianat dan lateks karet alam (LKA) merupakan perekat *water based* berbahan dasar alam terbarukan, dapat menjadi alternatif untuk mensubstitusi perekat sintesis. Perekat poliisocianat/ *Aqueous Polymer Isocyanate* (API) merupakan salah satu perekat yang menghasilkan emisi formaldehida yang rendah dan telah digunakan untuk industri kayu lapis, furnitur, papan laminasi dengan proses kempa panas maupun kempa dingin dan

pemanasan frekuensi tinggi. Perekat API pada dasarnya terdiri dari polimer larut air dan emulsi, yaitu poli vinil alkohol (PVOH) dan emulsi lateks seperti *styrene butadiene rubber* (SBR), dan beberapa komposisi lateks akrilik, dengan senyawa isosianat sebagai *crosslinking agent* (Taki *et al.* 1994, 1998). Perekat API memiliki sifat perekat yang baik pada suhu lingkungan dan sangat tahan terhadap panas/air mendidih serta ramah lingkungan (Hongjiu *et al.* 2006). Perekat LKA-St merupakan campuran karet alam, polistirena bebas dan karet alam yang tercampok dengan polistirena (Yanto *et al.* 2008, Hermiati *et al.* 2008). Peningkatan kualitas LKA dapat dilakukan melalui kopolimerisasi dengan metil metakrilat (MMA) atau dengan monomer stirena (Hermiati *et al.* 2005a,b). LKA memiliki ketahanan yang baik terhadap organisme dan dapat membentuk ikatan dengan cepat pada tekanan yang relatif rendah. Meskipun demikian karakteristik adhesi dan kohesinya rendah, kurang tahan terhadap *stress* dan panas serta cukup tahan terhadap kelembapan (Marra 1992). Perekat ini juga cukup murah, tersedia secara berlimpah di Indonesia, dan aksesibilitasnya mudah (Hermiati *et al.* 2006c, Fatriasari *et al.* 2005).

Penelitian LKA-St dan LKA sebagai bahan baku perekat kayu dan kayu olahan dalam skala non industri telah dilakukan oleh Hermiati *et al.* (2000a) menggunakan reaksi kopolimerisasi dengan stirena dengan penambahan katalis kalium peroksidisulfat. Selain itu telah dilakukan optimalisasi kondisi sintesa dengan mengevaluasi pengaruh faktor seperti *pre-stirring*, inisiator, katalis dan waktu pemanasan terhadap konversi monomer stirena, sifat fisik-kimia polimer dalam bentuk cair dan polimer film, keteguhan rekat kayu lapis dan lamina (Hermiati *et al.* 2005, 2006). Pengaruh lama

penyimpanan dan suhu penyimpanan perekat LKA-St terhadap karakteristik sifat fisiko-kimia perekat dan keteguhan rekat kayu lapis telah dilaporkan oleh Falah *et al.* (2005b). Beberapa penelitian terkait antara lain aplikasi LKA-St untuk kayu lapis meranti tipe eksterior, dan tipe interior untuk sengon ataupun dilakukan fortifikasi dengan PF (Hermiati *et al.* 2000b, Prasetya *et al.* 2004, Hartoyo & Utama 1995, Santoso & Utama 1997), fortifikasi MF (Hermiati *et al.* 2004a) dan *filler* serbuk kulit akasia pada kayu lapis (Falah *et al.* 2005a), fortifikasi dengan perekat berbasis resorsinol untuk produk kayu lamina (Hermiati *et al.* 2004b, Yanto *et al.* 2006) serta pencampuran dengan poliisocianat untuk kayu lamina (Yanto & Hermiati 2008). Pencampuran perekat konvensional yang mengandung senyawa formaldehida dengan LKA-St mampu menurunkan kandungan formalin bebas kayu lapis dan kayu lamina (Yanto *et al.* 2006). Saat ini sedang dilakukan *scale up* produksi LKA-St untuk aplikasi ke industri sebagai pengembangan penelitian skala laboratorium.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut, belum ada informasi karakteristik perekat hasil fortifikasi LKA-St dengan isosianat dengan berbagai komposisi sebagai perekat kayu lapis terkait dengan pengaruh lama pengempaan panas terhadap kualitas kayu lapis. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait dengan karakteristik campuran perekat *water based* tersebut sebagai perekat kayu lapis sengon dengan lama pengempaan panas yang berbeda.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan baku perekat adalah isosianat dan LKA dengan kandungan total padatan

61% dari Perkebunan Jalupang, Subang, milik PTPN VIII. Bahan kimia yang digunakan adalah *caustic soda*, borak, monomer stirena teknis dan inisiator kalium peroksodisulfat (pa) (Merck). Finir sengon (*Paraserianthes falcataria*) digunakan pada pembuatan kayu lapis, dengan ukuran (25 x 25 x 2,1) cm³ (*face and back*) dan (25 x 25 x 1,5) cm³ (*core*).

Sintesa perekat LKA-St

Kedalam 250 ml lateks karet alam dengan kandungan total padatan 25% yang telah diberi bahan penstabil emulsi ditambahkan monomer stirena sebanyak 100 phr (*per hundred rubber*). Campuran diaduk dengan pengaduk magnetik pada kecepatan 550 rpm selama 1 jam. Setelah itu ditambahkan inisiator kalium peroksodisulfat sebanyak 1,5 phr dan campuran dipanaskan pada suhu 65 °C selama 1 jam sambil terus diaduk dengan kecepatan 550 rpm.

Pengamatan kualitas perekat dan wettability finir

Pengamatan perekat isosianat, LKA-St dan perekat hasil fortifikasi meliputi sifat fisiko kimia yaitu kandungan total padatan (metode gravimetri), viskositas menggunakan viskometer Brookfield LVT model 108879; 3,5 W, 230 V, 50 Hz, dengan menggunakan spindel no 2 dan kecepatan 30 rpm, dan pH (kertas pH). *Wettability* finir pada perekat LKA-St, isosianat dan fortifikasinya dilakukan dengan pengukuran sudut kontak.

Fortifikasi LKA-St dengan isosianat

Fortifikasi isosianat dilakukan pada tingkat fortifikasi 0, 10, 20, 30 dan 100% (w/w) dengan 3 kali ulangan. Fortifikasi isosianat pada LKA-st serta aplikasinya pada pembuatan kayu lapis sengon

dilakukan segera setelah LKA-St disintesa (masa simpan 0 bulan)

Pembuatan dan pengujian kayu lapis

Contoh uji dibuat menggunakan finir dengan berat labur 400 g m⁻² (*double glue line*). Ketiga buah finir disusun tegak lurus, kemudian dikempa dingin dengan tekanan 10 kg cm⁻² selama 10 menit, kemudian dikempa panas dengan tekanan 10 kg m⁻² pada suhu 120 °C selama 5 dan 10 menit. Contoh kayu lapis dikondisikan pada suhu ruang selama 2 minggu, kemudian diuji kadar air, keteguhan rekatnya menurut SNI 01-2704-1992. Contoh kayu lapis dibuat dengan 4 kombinasi fortifikasi LKA-St/isosianat tersebut. Pengukuran emisi formaldehida menggunakan metode botol WKI yang dikembangkan oleh Roffael tahun 1975 dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 410 nm.

Hasil dan Pembahasan

Sifat fisiko-kimia perekat

Semakin tingginya proporsi isosianat dalam campuran perekat meningkatkan kadar padatan (Tabel 1). Hal ini dapat dimengerti karena isosianat memiliki kandungan total padatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan LKA-St, sehingga mempengaruhi kadar padatan campuran perekat. Kadar padatan menunjukkan jumlah molekul perekat yang akan berikatan dengan molekul sirekat. Semakin tinggi kadar padatan pada batas tertentu, maka keteguhan rekat papan yang dihasilkan semakin meningkat karena semakin banyak molekul penyusun perekat yang bereaksi dengan kayu pada saat perekatan (Vick 1999 *dalam* Ruhendi *et al.* 2007). Hal ini berarti komposisi perekat dengan kandungan total padatan campuran perekat yang lebih tinggi diduga akan memberikan keteguhan rekat yang

lebih baik, dimana hasil ini akan dapat dilihat pada hasil pengujian keteguhan rekat kayu lapis sengon. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Yanto dan Hermiati (2008) dan Yanto *et al.* (2008) meskipun komposisi fortifikasinya berbeda, tetapi juga terjadi kecenderungan peningkatan kadar padatan dengan peningkatan proporsi isosianat dalam campuran. Kecenderungan peningkatan nilai secara linier ini juga terjadi pada viskositas. Peningkatan viskositas ini sebagai akibat dari semakin besarnya proporsi isosianat dalam campuran, dimana viskositas isosianat murni sangat tinggi dibandingkan dengan LKA-St.

Peningkatan viskositas yang tinggi terjadi pada penambahan isosianat 10% pada LKA-St (B) yaitu sebesar 80% dibandingkan dengan penambahan isosianat dengan proporsi yang sama (10%) pada komposisi C (33,3%) dan D (2,08%). Kekentalan ini merupakan sifat yang penting dalam perekatan dimana kekentalan menunjukkan kemampuan

perekat untuk mengalir pada permukaan yang direkat. Semakin tinggi kekentalan, maka kemampuan membasahi dan berpenetrasi kedalam *void* permukaan yang direkat semakin sulit. Kekentalan perekat yang terlalu rendah dapat menyebabkan terjadinya over penetrasi pada *void* permukaan sirekat dan miskinnya garis rekat yang terbentuk (Ruhendi *et al.* 2007). Menurut SNI 06-4567-1998 (DSN 1992), viskositas perekat berkisar 130-300 cp, sehingga hanya komposisi E yang memenuhi standar SNI. Lebih lanjut menurut Yanto dan Hermiati (2008), perubahan nilai-nilai yang secara linier menunjukkan pencampuran antara LKA-St dengan isosianat diduga hanya terjadi secara fisik.

Nilai pH perekat campuran LKA-St/isosianat memiliki kecenderungan menurun dengan bertambahnya isosianat yang terkandung dalam campuran perekat. Hal ini berarti perekat LKA-St lebih cenderung bersifat basa dibandingkan dengan isosianat.

Tabel 1 Karakteristik perekat LKA-St dengan isosianat

Fortifikasi (LKA-St/Isosianat)	Kadar padatan (%)	pH	Viskositas (Cps)
100/0 (A)	39,59±0,36	10	10,00±4,68
90/10 (B)	43,10±1,93	9	18,00±9,91
80/20 (C)	44,73±1,94	9	24,00±8,77
70/30 (D)	52,94±1,53	8	24,50±2,09
0/100 (E)	96,80±0,83	7	293,50±10,25

Meskipun demikian pada komposisi B dan C selang pH campuran perekat masih dalam kelompok yang sama. PH perekat ini berpengaruh terhadap waktu simpan perekat dimana pH tinggi akan memperlambat proses *curing* perekat (Wulansari 2006 dalam Ruhendi *et al.*

2007). Jika dihubungkan dengan standar SNI 06-4567-1998 dimana pH perekat berkisar 10,0-13,0 maka hanya pH komposisi A yang mendekati standar (Ruhendi *et al.* 2007) dan relatif memiliki kesesuaian yang paling baik untuk aplikasi pada kayu (Haygreen & Bowyer 1996).

Menurut Wellons 1980, perekat cair yang bersifat alkali ($\text{pH} > 8$) dapat memecah ekstraktif non polar dan meningkatkan energi permukaan sehingga cukup untuk membentuk ikatan yang baik. Perekat campuran (A-D) diduga akan menghasilkan ikatan yang baik karena pH perekat campuran > 8 . Hasil penelitian ini sesuai dengan Yanto *et al.* (2008a) meskipun dengan besar fortifikasi yang berbeda.

Wettability finir

Keterbasahan merupakan kondisi permukaan yang menentukan sejauh mana cairan akan ditarik oleh permukaan, mempengaruhi absorpsi, adsorpsi, penetrasi dan penyebaran perekat (Marra 1992). Ukuran keterbasahan suatu permukaan adalah sudut kontak yang terbentuk antara cairan yang jatuh pada permukaan yang datar dan halus (Anonim 2006 dalam Sucipto 2009). Sudut kontak perekat yang besar akan mencegah kelebihan penetrasi perekat yang biasanya menyebabkan ikatan yang lemah. Pengukuran keterbasahan dengan sudut kontak pada permukaan kayu yang akan direkat relatif lebih akurat untuk menduga keteguhan rekat (Sucipto 2009). Lebih lanjut Bodig (1962) mengungkapkan keterbasahan finir mempengaruhi keteguhan rekat kayu lapis, keterbasahan tinggi akan menghasilkan keteguhan rekat yang tinggi. Pembasahan yang baik terjadi

ketika sudut kontak θ antara perekat dan substrat lebih rendah dari 90° (Wellons 1980). *Wettability* dipengaruhi oleh faktor perekat (tegangan permukaan, suhu, kekentalan) dan kayu (kerapatan, porositas, ekstraktif) (Tsoumis 1991).

Tabel 2 menunjukkan sudut kontak komposisi perekat campuran LKA-St/isosianat dengan berbagai macam fortifikasi. Berdasarkan tabel tersebut tampak bahwa semakin besar kandungan isosianat dalam perekat campuran, semakin besar pula sudut kontak. Hal ini berhubungan dengan karakteristik perekat campuran yaitu viskositas, dimana isosianat memiliki viskositas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan LKA-St, sehingga penambahan proporsi isosianat dalam campuran perekat berpengaruh terhadap keterbasahan yang tergambar dari nilai sudut kontak yang terbentuk antara perekat dengan permukaan venir. Komposisi perekat dengan kandungan isosianat yang besar lebih sulit melakukan pembasahan pada finir atau dapat dikatakan urutan kemampuan pembasahan komposisi perekat terhadap venir sengan berturut-turut adalah $A > B > C > D > E$. Sudut kontak ini tidak berhubungan dengan kadar padatan, tetapi berhubungan signifikan dengan kualitas ikatan rekat. Secara keseluruhan sudut kontak semua fortifikasi dibawah 60° , yang berarti bahwa finir sengan masih memberikan *wettability* yang cukup baik.

Tabel 2 Sudut kontak perekat LKA-St/isosianat pada berbagai komposisi

No	Fortifikasi LKA-St/Isosianat	Sudut kontak ($^\circ$)
1	100/0	38,9
2	90/10	47,2
3	80/20	48,4
4	80/30	50,6
5	0/100	56,0

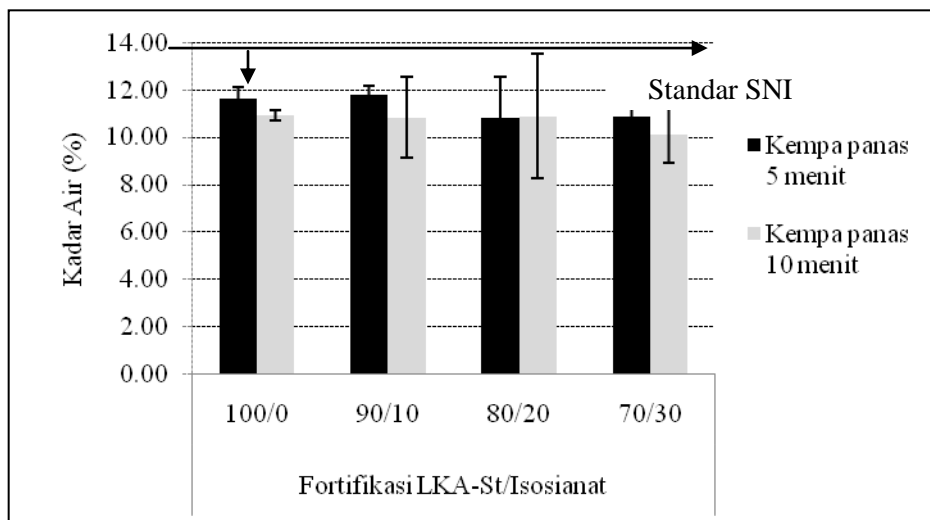
Hal ini berhubungan dengan karakteristik perekat campuran yaitu viskositas, dimana isosianat memiliki viskositas yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan LKA-St, sehingga penambahan proporsi isosianat dalam campuran perekat berpengaruh terhadap keterbasahan yang tergambar dari nilai sudut kontak yang terbentuk antara perekat dengan permukaan finis. Komposisi perekat dengan kandungan isosianat yang besar lebih sulit melakukan pembasahan pada finis atau dapat dikatakan urutan kemampuan pembasahan komposisi perekat terhadap finis sengon berturut-turut adalah A>B>C>D>E. Sudut kontak ini tidak berhubungan dengan kadar padatan, tetapi berhubungan signifikan dengan kualitas ikatan rekat. Secara keseluruhan sudut kontak semua fortifikasi dibawah 60°, yang berarti bahwa finis sengon masih memberikan *wettability* yang cukup baik.

Selain faktor perekat, *wettability* ini juga dipengaruhi oleh jenis finis yang digunakan yaitu sengon, dimana termasuk kayu dengan kerapatan rendah (300-500 kg cm⁻³) (Soerianegara & Lemmens 1994 dalam Hermiati *et al.* 2005b) sehingga

kemungkinan lebih baik untuk dibasahi oleh perekat karena lebih bersifat porous yang menghasilkan keteguhan rekat yang baik karena perekat dapat berpenetrasi pada pori kayu dengan lebih mudah sehingga aksi bersikunci tidak terbatas pada lapisan sel pertama atau kedua (Ruhendi *et al.* 2007). Selain itu, keterbasahan juga dipengaruhi oleh kebersihan permukaan finis sengon, kondisi pengerjaan dengan mesin (Ruhendi *et al.* 2007) serta kondisi finis sebelum direkat. Secara umum kondisi finis yang digunakan relatif utuh, tidak banyak cacat mata kayu, tidak bergelombang, relatif bersih dan halus, tidak ada serangan jamur karena metode penyimpanan yang terkontrol, sehingga diduga akan dibasahi dengan baik oleh perekat sehingga kualitas ikatannya pun juga baik.

Kualitas kayu lapis

Kadar air contoh kayu lapis pada berbagai komposisi perekat dan lama kempa panas yang dibuat berkisar antara 10,10 -11,78% (Gambar 1).

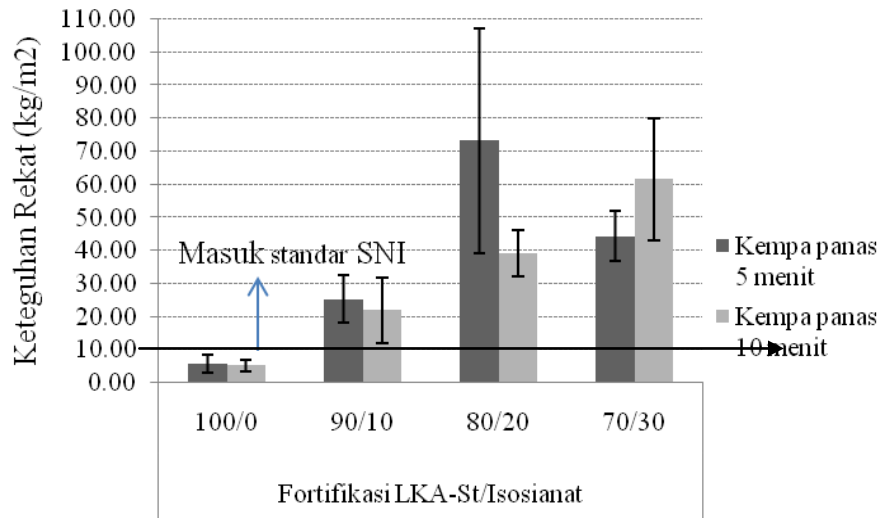


Gambar 1 Kadar air kayu lapis pada berbagai komposisi LKA-St/Isosianat.

Kadar air tersebut telah memenuhi standar kadar air kayu lapis menurut SNI yaitu < 14%. Selain itu kecuali pada komposisi C, lama pengempaan panas 10 menit memberikan nilai kadar air yang lebih rendah dibanding dengan pengempaan panas selama 5 menit. Hal ini diduga karena pengaruh waktu pengempaan yang lebih lama akan mempengaruhi air yang terkandung dalam kayu lapis. Kemungkinan air akan lebih banyak hilang dengan waktu pengempaan yang lebih panjang. Kandungan air dalam finis ini penting karena menentukan kadar air garis rekat dan akan mempengaruhi kedalaman penetrasi perekat dan waktu pematangan perekat cair serta menghambat ikatan dari cairan perekat. Meskipun demikian kadar air kayu yang ideal untuk perekatan bervariasi sesuai dengan jenis perekat dan proses perekatan, dimana ikatan perekat yang baik terjadi pada tingkat kadar air 6-14% (Ruhendi *et al.* 2007). Oleh karena itu dengan kadar air sampel kayu lapis berada pada kisaran tingkat kadar air ideal maka kemungkinan terjadinya perubahan dimensi akibat perubahan kadar air tidak terjadi. Perubahan dimensi ini akan berakibat pada kinerja ikatan perekatan, dimana perluasan/kontraksi selama *curing* dapat menekan perekat sebelum menghasilkan kekuatan yang cukup kompak (Wellons 1980).

Penambahan isosianat pada berbagai tingkat fortifikasi pada perekat dasar LKA-St meningkatkan nilai keteguhan rekat kayu lapis dengan sangat signifikan baik pada lama pengempaan panas 5 dan 10 menit (Gambar 2). Kecenderungan ini berkaitan dengan semakin tingginya kadar

padatan dari perekat campuran karena semakin banyak molekul penyusun perekat yang bereaksi dengan kayu pada saat perekatan (Vick 1999 *dalam* Ruhendi *et al.* 2007) dan hal ini didukung oleh nilai sudut kontak semua kombinasi perlakuan yang lebih rendah 60°, sehingga perekat akan memiliki *wettability* yang cukup baik. Indikator nilai sudut kontak yang semakin tinggi dengan semakin meningkatnya proporsi isosianat tampaknya bukan merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap keteguhan rekat kayu lapis. Faktor lain seperti peningkatan viskositas, pH perekat juga berperan didalamnya. Selain itu perekat isosianat ini dikategorikan untuk peruntukan struktural pada kondisi lingkungan eksterior (Frihart & Hunt 2005), sehingga memiliki keteguhan rekat yang relatif baik. Oleh karena itu fortifikasi dengan isosianat ini memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan keteguhan rekat kayu lapis. Nilai keteguhan rekat kayu lapis pada komposisi B-D diatas standar minimal yang dipersyaratkan oleh SNI. Jika dihubungkan dengan kondisi permukaan finis sagon yang relatif bersih, yang termasuk kayu berkerapatan rendah dan dengan kadar air yang ideal maka ikatan perekat yang terbentuk diharapkan relatif baik sehingga berpeluang untuk menghasilkan kontak yang sempurna antar permukaan yang akan direkat. Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil pengamatan terhadap pola kerusakan sampel setelah pengujian, dimana kerusakan umumnya terjadi pada rantai 4 dan 5 dalam sistem ikatan perekat dan sirekat.



Gambar 2 Keteguhan rekat kayu lapis pada berbagai komposisi LKA-St/Isosianat.

Rantai 4 dan 5 ini merupakan cerminan dari ikatan adhesi antara molekul perekat dan molekul sirekat (Ruhendi *et al.* 2007). Berdasarkan hasil penelitian Yanto dan Hermiati (2008) dan Yanto *et al.* (2008), pada komposisi 50/50 homogenitas campuran LKA-St dengan poliisosianat sangat baik, begitu pula dengan interaksi campuran perekat dengan kayu sangat baik dan homogen sehingga membentuk gaya adhesi yang kuat antara perekat dengan kayu. Hal ini berarti proporsi isosianat yang lebih banyak dalam perekat campuran lebih memungkinkan terjadinya interaksi perekat dan kayu yang lebih baik dan homogen. Meskipun demikian, tingkat kehomogenan campuran perekat isosianat dan LKA-St perlu dibuktikan melalui pengamatan mikroskopis dengan SEM.

Pada dasarnya pada proses perekatan terjadi tiga mekanisme yaitu ikatan mekanikal, reaksi kimia antara molekul perekat dan kayu, serta ikatan fisik antara molekul perekat dan kayu karena distribusi elektron (Ruhendi *et al.* 2007). Pada penelitian ini belum dilakukan pembuktian khususnya terjadinya ikatan kimia selain ikatan mekanikal dan fisik. Meskipun demikian berdasarkan hasil

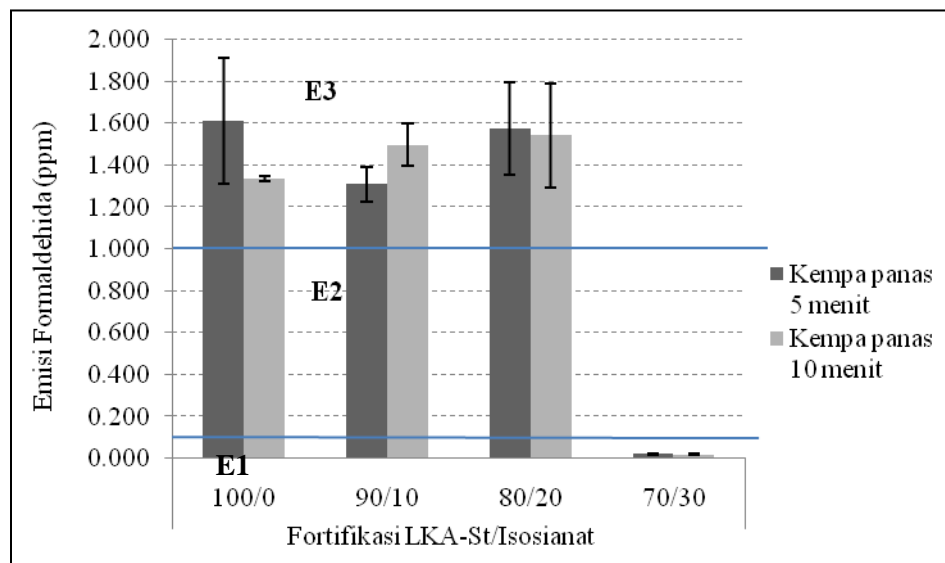
TG/DTA penelitian Hermiati *et al.* (2005) membuktikan bahwa pada suhu 100-120 °C terjadi kehilangan pelarut, terjadi reaksi kimia dimana terjadi polimerisasi dan reaksi ikatan silang pada perekat. Waktu pengempaan berkaitan dengan suhu pengempaan dan jenis perekat yang digunakan. Dalam hal ini karena perekat LKA-St sebagai *base/binder* maka dipilih suhu pengempaan dimana terjadi *curing* pada perekat tersebut, seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya. Pertambahan waktu pengempaan panas umumnya berpengaruh terhadap turunnya nilai keteguhan rekat kayu lapis kecuali pada kayu lapis dengan komposisi campuran perekat LKA-St/isosianat 70/30 (D). Hal ini mengindikasikan kemungkinan sampai penambahan isosianat 20%, waktu pengempaan panas yang diperlukan cukup sampai 5 menit, sedangkan untuk fortifikasi isosianat 30% lebih baik digunakan lama pengempaan panas 10 menit. Standar deviasi pada keteguhan rekat LKA-st/isosianat 80/20 relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang kombinasi lain dimana kemungkinan hal ini terkait dengan tingkat ketelitian yang kurang baik karena pencampuran

perekat dan pembuatan papan secara manual. Penyebab pasti fenomena ini belum diketahui dan memerlukan penelitian yang lebih lanjut.

Emisi formaldehida

Emisi formaldehida merupakan pengeluaran sebagian zat formaldehida bebas dari perekat berformaldehida karena sebagian zat formaldehida tersebut terikat dengan selulosa (Pasaribu *et al.* 2009). Pada kadar diatas ambang batas, emisi formaldehida dapat mengganggu kesehatan terutama jika digunakan dalam ventilasi terbatas (Santoso & Paribroto 2004). Menilik fenomena tersebut pencampuran perekat LKA-St dan isosianat ini diharapkan akan mampu meminimalisasi dampak negatif tersebut.

Hanya komposisi D yang memberikan emisi formaldehida dibawah 0,1 ppm (E1), sedangkan kisaran besar emisi formaldehida campuran perekat adalah 0,021-1,612 ppm (Gambar 3). Semakin lama waktu pengempaan panas cenderung menurunkan nilai emisi formaldehidanya kecuali pada komposisi B, meskipun demikian besar penurunan nilainya tampaknya tidak signifikan. Belum diketahui secara pasti fenomena penurunan emisi formladehida yang drastis pada campuran perekat D, hanya saja secara umum pemberian isosianat pada perekat LKA-St berpengaruh terhadap penurunan emisi formaldehida kayu lapis.



Gambar 3 Emisi formaldehida kayu lapis pada berbagai komposisi LKA-St/Isosianat.

Kesimpulan

Fortifikasi isosianat pada perekat LKA-St berpengaruh terhadap peningkatan kadar padatan perekat dan viskositas serta cenderung menurunkan pH campuran perekat. Selain itu terjadi peningkatan besar sudut kontak dengan bertambahnya

proporsi isosianat dalam campuran perekat. Finir sengon diduga akan memberikan *wettability* yang cukup baik karena sudut kontak yang terbentuk pada seluruh kombinasi fortifikasi dibawah 60°. Seluruh kadar air sampel kayu lapis memenuhi standar SNI dan peningkatan lama pengempaan cenderung menurunkan

kadar airnya. Fortifikasi isosianat pada LKA-St meningkatkan nilai keteguhan rekat kayu lapis, yang cukup signifikan pada komposisi LKA-St/isosianat 80/20 dan termasuk dalam standar SNI. Pada kempa panas 5 menit sampai komposisi LKA-St/Isosianat 80/20 keteguhan rekatnya meningkat, sedangkan lama pengempaan 10 menit, peningkatan keteguhan rekat terjadi pada seluruh komposisi perekat. Hanya komposisi perekat LKA-St/Isosianat 70/30 yang menghasilkan emisi formaldehida yang masuk dalam katagori E1 (dibawah 0,1 ppm) dan pada umumnya peningkatan waktu kempa panas cenderung menurunkan kadar emisi formaldehidanya. Kombinasi perlakuan yang memiliki keteguhan rekat yang memenuhi standar SNI dan kadar emisi formaldehida E1 adalah fortifikasi isosianat 30%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ir.Euis Hermiati, M.Sc. atas bantuannya untuk menggunakan bahan baku perekat LKA-St, pada segenap teknis di UPT Biomaterial LIPI atas bantuannya selama proses pembuatan sampel kayu lapis dan penyiapan contoh uji, Ismadi, S.T atas bantuannya pada proses pengujian *shear strength*, R. Budi P.L A,Md dan Luki R, S.Si atas bantuannya dalam pengujian emisi formaldehida, dan Firda A.S. S.TP, M.Si. atas bantuannya dalam pengambilan foto sudut kontak.

Daftar Pustaka

- Bodig J.1962.Wettability related to gluability of the Philippines mahagonies. *For. Prod. J* 12(6):265-270.
- [DSN]. Dewan Standarisasi Nasional. 1992. *Mutu kayu lapis penggunaan umum*. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-2704-1992). Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Falah F, Hermiati E, Fatriasari W. 2005a. Pengaruh penambahan serbuk kulit kayu akasia pada lateks karet alam stirena terhadap keteguhan rekat kayu lapis. *Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia VIII*; Tenggarong, 3-5 September 2005.hlm. B85-B91.
- Falah F, Fatriasari W, Hermiati E. 2005b. Quality changes of wood adhesive made of natural rubber latex-styrene during storage. *Proceeding of the 6th International Wood Science Symposium*; Denpasar, 29 – 31 August 2005.hlm. 215-219.
- Fatriasari W, Hermiati E, Falah F.2005. Perubahan kualitas perekat kayu lapis dari bahan dasar pati selama masa penyimpanan. *Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia VIII*; Tenggarong, 3-5 September 2005. hlm B92-B95.
- Frihart CR, Hunt CG. 2005. Adhesive with wood materials: bond formation and permormance. In: Rowel RM, Editor. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. Washington: CRC Press.
- Hartoyo, Utama M. 1995. Studi pemakaian lateks alam metal metakrilat dan stirena kopolimer untuk bahan perekat kayu lapis. *Prosiding Simposium Nasional Polimer*. hlm. 252 – 253.
- Hermiati E, Fatriasari W, Prianto AH. 2004a. Sifat dan daya rekat campuran lateks karet alam–stirena dan melamin formaldehida sebagai perekat kayu lapis tipe eksterior *Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu*

- Indonesia VII*; Makassar, 5-6 Agustus 2004.hlm. B64-B69.
- Hermiati E, Falah F, Prianto AH, Santoso A, Iskandar MI. 2004b. Substitusi perekat fenol resorsinol formaldehida dengan lateks karet alam–stirena pada pembuatan kayu lamina. *Prosiding Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia(MAPEKI) VII*; Makassar, 5-6 Agustus 2004.hlm. B142-B147.
- Hermiati E, Fatriasari W, Falah F. 2006. Effects of several synthesis conditions on bond strength of plywood adhered with natural rubber latex–styrene adhesive. *J Ilmu Teknol. Kayu Trop.* 4(1): 33 – 38.
- Hermiati E, Fatriasari W, Falah F. 2005. Bond strength of natural rubber latex–styrene as plywood adhesive. *Report of IFS Project (Part II)*. Bogor: R & D Unit for Biomaterials LIPI.
- Hermiati E, Utama M., Prasetya B, Sudijono. 2000a. Kopolimerisasi lateks karet alam dengan monomer stirena dan aplikasinya sebagai perekat kayu lapis. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia II*.hlm. E3-1–E3-6.
- Hermiati E, Sudijono, Nurhayati. 2000b. Substitusi perekat fenol formaldehida dengan lateks karet alam pada pembuatan kayu lapis. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia III*. hlm.301–306.
- Hermiati E, Yanto DHY, Falah F. 2008. Synthesis of aqueous polymer isocyanate for plywood adhesive. *Report of IFS Project AF/3268-1: Blending of Natural Rubber Latex–Styrene with Elected Commercial Wood Adhesives for Production of Some Wood Panels*. Bogor: R & D Unit for Biomaterials LIPI.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar*. Terjemahan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hongjiu H, Hong L, Junjin Z, Jie L. 2006. Investigation of adhesive performance of aqueous polymer latex modified by polymeric methylene diisocyanate. *J Adhesion* 82(1): 93 –114.
- Marra AA. 1992. *Technology of Wood Bonding*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Marutzky R. 1989. Release of Formaldehyde by Wood Products. In: Pizzi, A., Editor. *Wood Adhesives–Chemistry and Technology* Vol. 2., New York: Marcel Dekker.Pp. 307 – 387.
- Pasaribu G, Kusumah SS, Parubak BS, Massijaya MY. 2009. Pemanfaatan ekstrak sengon sebagai tambahan perekat formaldehida pada pembuatan kayu lapis (IV): Kadar emisi formladehida. Di dalam: Nawawi DS, Editor. *Prosiding Simposium Nasional I Forum Teknologi Hasil Hutan (FTHH)*. 30-31 Oktober 2009. Bogor: FT HH.
- Prasetya B, Hermiati E, Sudijono. 2004. The effects of catalyst percentage in peparation of wood liquid on its bond strength as phenol formaldehyde substitute for plywood adhesive. *J Ilmu Teknol. Kayu Trop.* 2(2):95–98.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Santoso A, Utama M. 1997. Pengaruh kadar monomer stirena dan ekstender dalam kopolimer lateks karet alam–stirena terhadap keteguhan rekat kayu lapis tusam (*Pinus merkusii*).

- Prosiding Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*. hlm.97 – 100.
- Santoso A, Paribroto S. 2000. Penelaahan pengaruh waktu pengkondisian dan penggunaan paraffin pada contoh uji terhadap emisi formaldehida kayu lapis. *Bul. Penel. Hasil Hutan* 18 (2): 79-86.
- Sucipto T. 2009. *Determinasi keterbasahan (Wettability) kayu*. Medan: Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Tsoumis G. 1991. *Science and Technology of Wood Structure, Properties, Utilization*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Taki K. 1998. Recent development of water-based polymer-isocyanate adhesives. *Adhesive Technology and Bonded Tropical Wood Products. Taiwan Forestry Research Institute / TFRI Extension Series* No. 96. Pp. 95–103.
- Taki K, Yoshida H, Yamagishi Y, Inoue T. 1994. Mechanical properties and bond strength of water-based polymer-isocyanate adhesives. *Proceedings of The Adhesives and Bonded Wood Symposium* (Proceedings No. 4735/FPS). Pp. 307–316.
- Wellons JD. 1980. Wettability and gluability of Douglas-fir Veneer. *For. Prod. J* 20(7):53-55.
- Yanto DHY, Fatriasari W, Hermiati E. 2006. Fortification of Deernol 33E and PI-120 on natural rubber latex–styrene. *Widyariset* 9: 49–54.
- Yanto DHY, Hermiati E. 2008a. Campuran lateks karet alam-stirena dan poliisosianat sebagai perekat kayu lamina. *J Ilmu Teknol. Kayu Trop.* 6 (2):63-68.
- Riwayat naskah (*article history*)
- Naskah masuk (*received*): 21 Desember 2009
Diterima (*accepted*): 25 Maret 2010