

Campuran Lateks Karet Alam-Stirena dan Poliisosianat sebagai Perekat Kayu Lamina

Blends of Natural Rubber Latex-Styrene and Polyisocyanate for Laminated Wood Adhesive

Dede Heri Yuli Yanto dan Euis Hermiati

Abstract

Each adhesive has its own strengths and weaknesses due to its bond strength, or its resistance to stress, heat, moisture and organisms. Blending of several adhesives could combine properties of each. Besides, it might reduce adhesives prices as well. In this research Natural Rubber Latex-Styrene (NRL-St) was blended with Polyisocyanate (PI) or API (Aqueous Polymer Isocyanate) adhesive. The aim of this research was to study the effects of compositions of adhesive blends on adhesive properties, and the effects of composition of adhesive blends and pressing time on bond strength of laminated wood (*Acacia mangium*). Blending compositions of NRL-St/PI were 100/0, 80/20, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80, and 0/100. Physico-chemical properties of these blends of adhesives, including solid content, pH, viscosity and mixtures homogeneity were analyzed. Blends of NRL-St with PI adhesive had total solid contents range from 42.39 to 50.58%, pH from 7.45 to 7.98, and viscosity from 3506 to 5661 cp. Results of this study showed that optimum composition of blends of NRL-St and API adhesives for producing laminated wood of *Acacia mangium* was 50/50 (w/w). At this composition the shear strength of laminated wood was 7.06 MPa, while delamination ratio in cold and boiling water were 0% and 4.89% respectively. These values could meet Japan Agriculture Standard (JAS) for laminated wood (shear strength > 5.4 MPa and delamination ratio < 10%). Optimum pressing time for producing laminated wood using API adhesive as well as blends of NRL-St/API (50/50) was two hours.

Key words : Natural Rubber Latex, Styrene, Polyisocyanate, blending, adhesive, laminated wood.

Pendahuluan

Perekat merupakan faktor yang paling menentukan dalam berbagai produk kayu olahan khususnya kayu lamina. Perekat yang biasa digunakan untuk produk kayu lamina merupakan perekat untuk kempa dingin. Selain itu, perekat yang mempunyai bahan dasar air atau dikenal dengan perekat jenis *water based* merupakan perekat yang sangat diminati saat ini. Disamping karena keamanan dalam penggunaannya, perekat *water based* juga merupakan solusi tersendiri dimana semakin mahalnya bahan-bahan organik yang bersumber dari minyak bumi.

Lateks karet alam (LKA) merupakan salah satu bahan baku perekat *water based* yang telah banyak diteliti sebagai bahan baku perekat. Penelitian LKA sebagai bahan baku perekat kayu telah dilakukan oleh Hermiati *et al.* (2000a) menggunakan reaksi kopolimerisasi dengan stirena dengan penambahan katalis kalium peroksidisulfat. Penelitian lateks karet alam-stirena (LKA-St) untuk berbagai produk kayu olahan juga telah dilakukan, seperti pada penelitian Hermiati *et al.* (2000b) untuk produk kayu lapis. Selain itu, penambahan bahan lain pada LKA-St untuk aplikasi pada produk kayu olahan lainnya juga telah dilakukan, misalnya dengan penambahan perekat fenol formaldehida untuk produk kayu lapis (Hermiati *et al.*

2000c; Prasetya *et al.* 2004), penambahan perekat melamin formaldehida untuk kayu lapis (Hermiati *et al.* 2004), penambahan serbuk kulit kayu Akasia untuk produk kayu lapis (Falah *et al.* 2005), fortifikasi dengan perekat berbasis resorsinol untuk produk kayu lamina (Hermiati *et al.* 2004 dan Yanto *et al.* 2006). Bahan-bahan yang ditambahkan ini merupakan perekat dengan kandungan formaldehida yang tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pencampuran perekat konvensional yang mengandung senyawa formaldehida dengan LKA-St mampu menurunkan kandungan formalin bebas yang diemisikan oleh produk kayu olahan seperti kayu lapis dan kayu lamina.

Salah satu perekat kayu yang tidak menghasilkan emisi formaldehida adalah perekat poliisosianat atau yang lebih dikenal dengan sebutan API (*Aqueous Polymer Isocyanate*). Perekat ini dapat digunakan baik untuk proses kempa panas maupun kempa dingin. Perekat API pada dasarnya terdiri dari polimer larut air dan emulsi, yaitu poli vinil alkohol (PVOH) dan emulsi lateks seperti SBR (*Styrene Butadiene Rubber*), dll, dengan senyawa isosianat sebagai *crosslinking agent* (Taki *et al.* 1994). Perekat poliisosianat ini mempunyai sifat daya rekat yang baik pada suhu ruang dan sangat tahan terhadap air panas atau air mendidih serta bersifat ramah lingkungan (Taki 1998; Hongjiu *et al.* 2006). Hanya saja, perekat ini masih sangat mahal sehingga

berpengaruh terhadap harga kayu olahan di tingkat produksi. Penelitian pencampuran (*blending*) LKA-St dengan perekat poliisosiadat (PI) belum pernah dilakukan. Pencampuran LKA-St dan PI diduga dapat menghasilkan perekat kayu lamina yang relatif murah tetapi juga memiliki daya rekat yang baik dan memenuhi standar daya rekat untuk kayu lamina.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan komposisi campuran LKA-St/PI dan waktu pengempaan yang optimum untuk perekat kayu lamina akasia.

Bahan dan Metode

Bahan

PI-120 dan bahan pengeras (*hardener*) H-3 diperoleh dari PT Polychemie Asia Pasific Permai di Jakarta, lateks karet alam diperoleh dari PTPN 8, Perkebunan Cikumpai-Subang. Kayu Akasia (*Acacia mangium*) digunakan untuk aplikasi campuran perekat LKA-St dan PI pada pembuatan contoh kayu lamina.

Metode

Sintesa Perekat Lateks Karet Alam – Stirena (LKA – St). Metoda yang digunakan mengikuti prosedur yang telah dilaporkan dalam (Hermiati *et al.* 2006) sebagai berikut. Ke dalam 250 ml lateks karet alam dengan kandungan total padatan 25% yang telah diberi bahan penstabil emulsi ditambahkan monomer stirena sebanyak 100 *perhundred rubber* (*phr*). Campuran diaduk dengan pengaduk magnetik pada kecepatan 550 rpm selama 1 jam. Setelah itu ditambahkan *inisiator* kalium peroksidisulfat sebanyak 1.5 *phr* dan campuran dipanaskan pada suhu 65°C selama 1 jam sambil terus diaduk dengan kecepatan 550 rpm.

Pembuatan Campuran Perekat LKA-St dan PI.

Perekat PI-120 diberi bahan pengeras (*hardener*) H3 dengan perbandingan 100:15. Setelah itu, LKA-St dicampurkan dengan perekat PI yang sudah diberi bahan pengeras pada komposisi 100/0, 80/20, 60/40, 50/50, 40/60, 20/80, 0/100. Campuran perekat diukur kadar total padatan, pH, dan viskositasnya, serta dilihat penampakan campurannya dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Pembuatan dan Pengujian Contoh Kayu Lamina.

Contoh kayu lamina dibuat menggunakan kayu Akasia (60 cm x 18 cm x 1.5 cm). Perekat digunakan dengan berat labur 300 g/m² dan dikempa dingin pada tekanan 15 kg/cm² selama 24 jam. Contoh kayu lamina dikondisikan pada suhu ruang selama sekitar 3 minggu, kemudian dilakukan uji delaminasi dan keteguhan rekat menurut *Japan Agricultural Standard (JAS) for Glued Laminated Timber* (Japan Plywood Inspection Corporation 2003). Pengukuran emisi formaldehida dilakukan dengan menggunakan metode botol WKI

(*Wilhelm Klaunitz Institute*) yang dikembangkan oleh Roffael tahun 1975 (Marutzky 1989). Data yang diperoleh diuji dengan ANNOVA untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran perekat dan jenis kayu terhadap kadar total padatan, rasio delaminasi, dan nilai keteguhan rekatnya.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan PI dalam campuran perekat, maka semakin tinggi kadar total padatan, dan viskositas serta semakin rendah nilai pH. Hal ini disebabkan karena nilai total padatan PI (55.13%) lebih besar dibandingkan dengan LKA-St (38.12%), demikian juga dengan nilai viskositasnya. Sedangkan pH PI lebih rendah dibandingkan dengan pH LKA-St. Perubahan nilai-nilai yang secara linier menunjukkan pencampuran antara LKA-St dengan PI diduga hanya terjadi secara fisik.

Table 1. Properties of blends of NRL-St and PI adhesive.

Compositions (LKA-St/PI)	Total solid content (%)	pH	Viscosity (cp)
100/0	38.12	9.51	68
80/20	42.39	7.98	3506
60/40	46.48	7.52	5528
50/50	46.92	7.37	1111
40/60	47.44	7.17	6203
20/80	50.58	7.45	5661
0/100	55.13	6.50	7686

Table 2. Moisture content of Acacia laminated wood adhered with NRL-St/PI adhesive.

Compositions (LKA-St/PI)	Moisture content (%)
100/0	11.34
80/20	9.40
60/40	10.54
50/50	9.90
40/60	12.26
20/80	11.20
0/100	10.70

Kadar air contoh kayu lamina yang dibuat berkisar antara 9.94% dan 12.26% (Tabel 2). Dengan demikian telah memenuhi standar kadar air kayu lamina menurut JAS yaitu < 14%. Pada Gambar 1 dapat dilihat daya rekat campuran LKA-St dan PI pada kayu lamina Akasia yang digambarkan dengan nilai *shear strength* dan rasio delaminasi. Semakin tinggi kadar PI dalam campuran perekat semakin tinggi pula nilai kekuatan geser tarik kayu

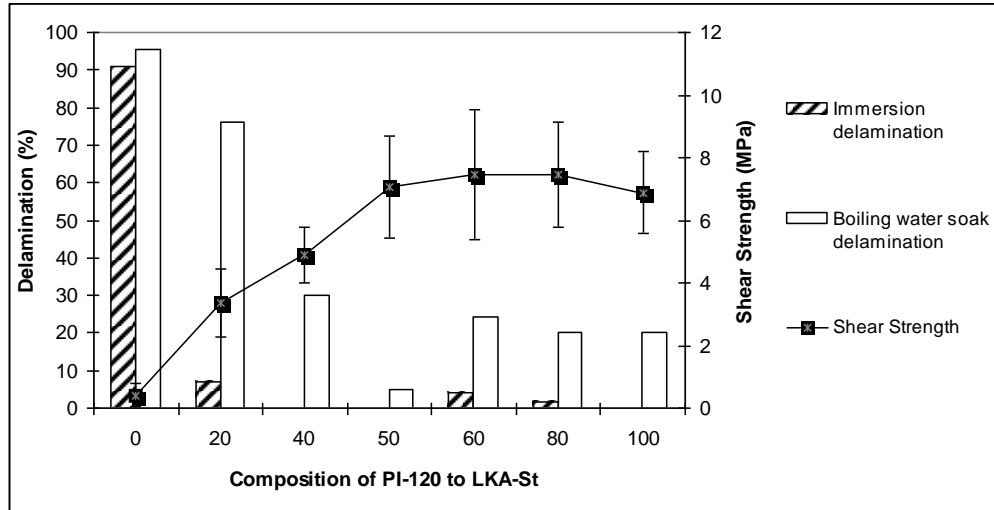


Figure 1. Bond quality of Acacia laminated wood at various compositions of NRL-St/PI
 Notes: JAS Standard Shear strength > 5.4 MPa; JAS Standard Delamination <10%

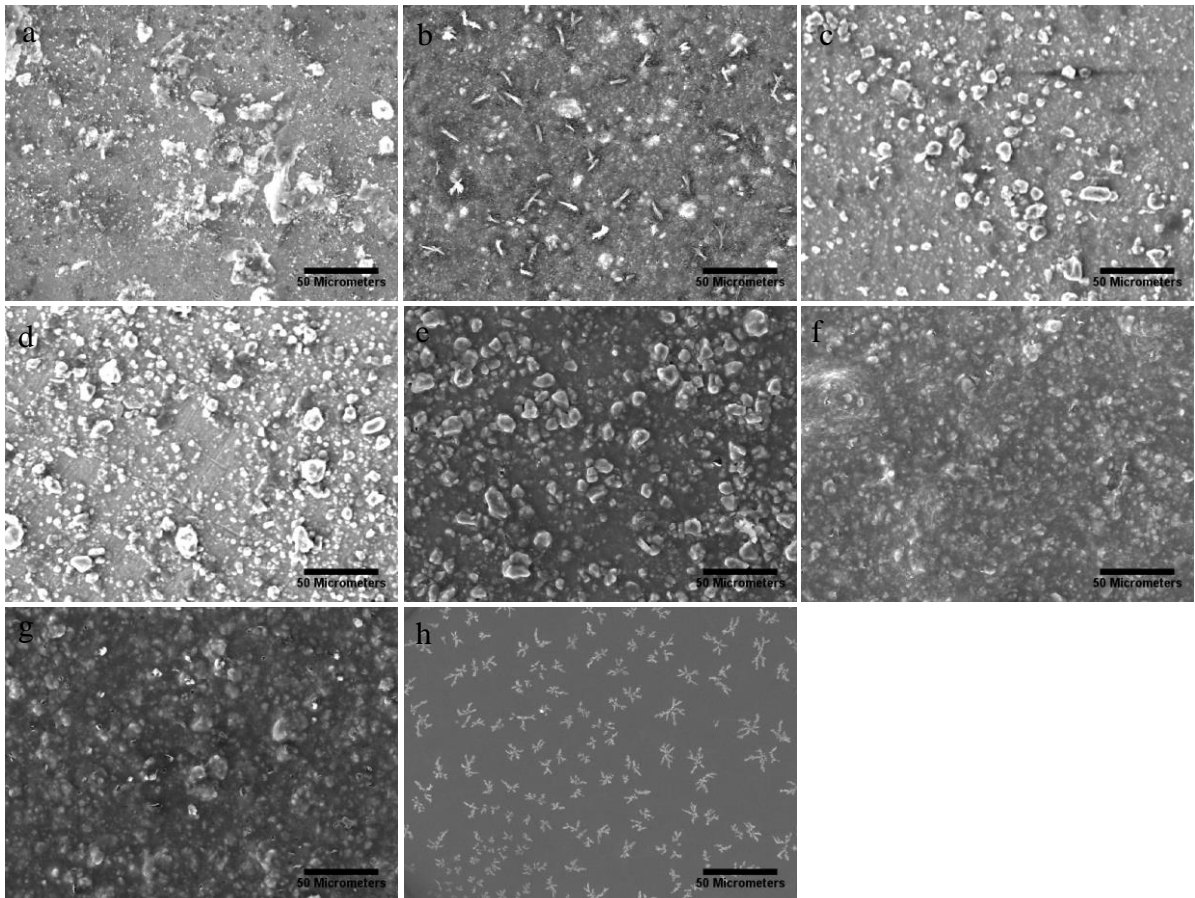


Figure 2. SEM images of the blends of Natural Rubber Latex – Styrene (NRL-St) and Polyisocyanate (PI) adhesive (a). NRL-St/PI 100/0 (b). NRL-St/PI 80/20 (c). NRL-St/PI 60/40 (d). NRL-St/PI 50/50 (e). NRL-St/PI 40/60 (f). NRL-St/PI 20/80 (g). NRL-St/PI 0/100 and (h). NRL 25%. Mag. x500.

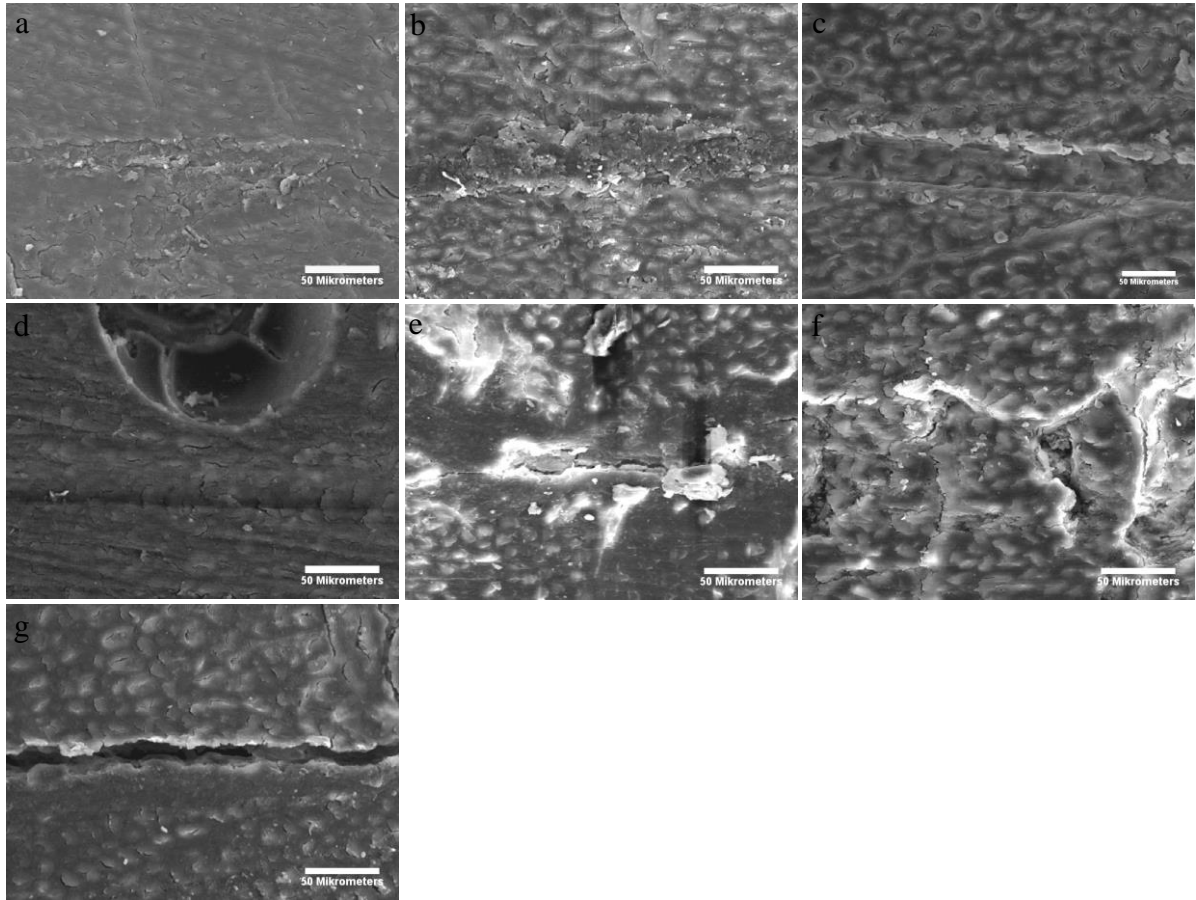


Figure 3. SEM images of glue lines of Acacia laminated wood adhered with blends of NRL-St and PI adhesive at various compositions (a) 100/0 (b). 80/20 (c). 60/40 (d). 50/50 (e). 40/60 (f). 20/80 (g) 0/100. Mag. x500.

lamina, dimana nilai optimum diperoleh pada komposisi 50/50. Pada komposisi ini kekuatan geser tarik sebesar 7.06 MPa dan telah memenuhi standar JAS untuk kayu lamina (> 5.4 MPa). Nilai rasio delaminasi air mendidih dan delaminasi air dingin semakin menurun dengan meningkatnya kadar PI. Standar JAS untuk delaminasi sebesar $< 10\%$. Komposisi 60/40 hanya memenuhi standar nilai delaminasi air dingin. Komposisi campuran LKA-St/PI yang optimum adalah 50/50.

Hasil pengujian campuran perekat dan permukaan perekatan kayu dengan SEM memperkuat dugaan bahwa komposisi LKA-St/PI 50/50 adalah komposisi optimum. Berdasarkan hasil pengujian terlihat pada komposisi 50/50, homogenitas campuran LKA-St dengan PI sangat baik, begitu pula dengan interaksi campuran perekat dengan kayu sangat baik dan homogen sehingga membentuk gaya adhesi yang kuat antara perekat dengan kayu. Gambar SEM untuk campuran perekat pada berbagai komposisi terlihat pada Gambar 2.

Hasil pengamatan pada perekatan kayu lamina dengan campuran perekat LKA-St dan PI menunjukkan

pada komposisi LKA-St/PI 50/50 partikel-partikel perekat mampu secara homogen berikatan dengan kayu Akasia. Sedangkan pada komposisi yang lain masih terlihat adanya jarak antara perekat dengan kayu Akasia. Gambar 3 menunjukkan hasil pengamatan permukaan perekatan kayu lamina dengan SEM.

Hasil pengujian optimasi waktu pengempaan dingin untuk campuran perekat dengan komposisi LKA-St/PI 50/50 menunjukkan bahwa lama pengempaan tidak berpengaruh terhadap kekuatan geser tarik, delaminasi air dingin dan delaminasi air mendidih (Gambar 4). Pada waktu pengempaan selama 2 jam kondisi optimum untuk kekuatan geser tarik, delaminasi air dingin dan delaminasi air mendidih telah tercapai dan memenuhi standar JAS untuk kayu lamina. Pada kondisi ini kekuatan geser tarik adalah 11.55 MPa, sedangkan delaminasi air dingin dan air mendidih adalah 0%. Sebaliknya, hasil pengujian optimasi waktu pengempaan dingin untuk perekat PI 100% menunjukkan bahwa lama pengempaan sangat berpengaruh terhadap kekuatan geser tarik, tetapi tidak berpengaruh pada delaminasi air dingin dan air mendidih (Gambar 5).

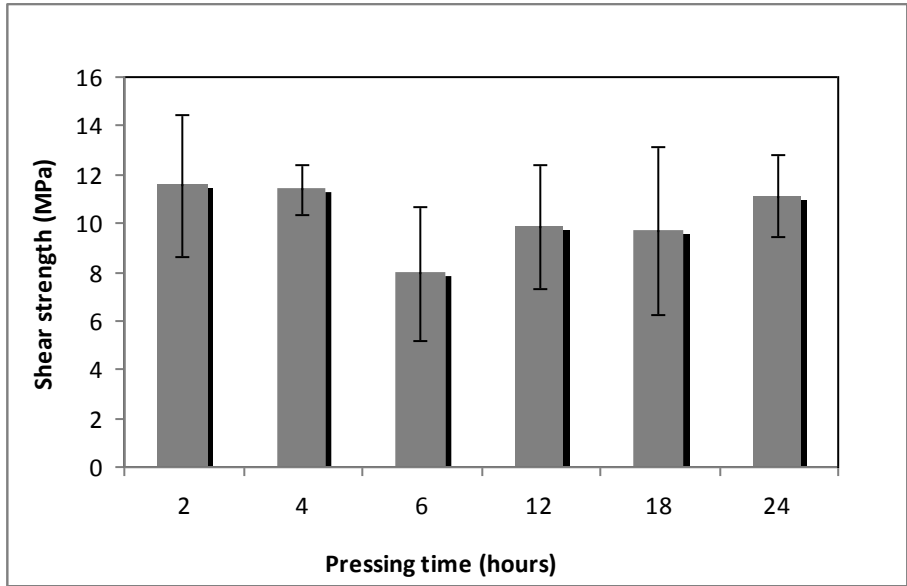


Figure 4. Shear strength of Acacia laminated wood with composition of NRL-St/PI 50/50 at various pressing time. Note: JAS Standard Shear Strength > 5.4 MPa.

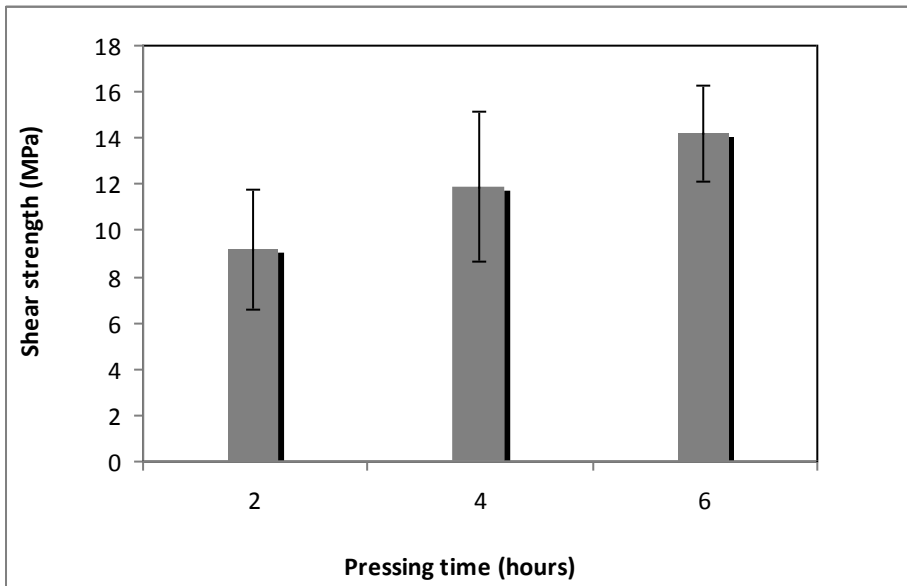


Figure 5. Shear strength of Acacia laminated wood with PI adhesive 100% at various pressing time. Note: JAS Standard Shear Strength > 5.4 MPa

Diduga kekuatan geser tarik akan terus meningkat setelah waktu pengempaan selama 6 jam, meskipun pada waktu pengempaan selama 2 jam telah tercapai kekuatan geser tarik sebesar 9.14 MPa (memenuhi standar JAS untuk kayu lamina) dengan delaminasi air dingin dan air mendidih adalah 0%.

Campuran LKA-St/PI pada komposisi 50/50 menghasilkan perekat dengan waktu pengempaan lebih singkat untuk mencapai kondisi optimum dibandingkan dengan perekat PI 100%. Hal ini diduga karena

terdapatnya LKA-St yang dapat mempercepat waktu pengikatan antara LKA-St dan PI pada permukaan kayu lamina. Homogenitas perekat campuran LKA-St/PI 50/50 yang terbentuk diduga juga mempercepat tercapainya kondisi optimum. Disamping itu, kekuatan geser tarik kayu lamina dengan perekat LKA-St/PI (50/50) pada waktu pengempaan 2 jam (11.55 MPa) jauh lebih besar daripada perekat PI 100% (9.14 MPa).

Kesimpulan

Campuran perekat LKA-St/PI mencapai kondisi optimum untuk perekat kayu lamina Akasia pada komposisi LKA-St/PI (50/50) dengan nilai kekuatan geser tarik, delaminasi air dingin dan delaminasi air mendidih berturut-turut sebesar 7.06 MPa, 0% dan 4.89%. Homogenitas campuran perekat LKA-St/PI serta campuran perekat dengan kayu lamina Akasia sangat baik pada komposisi ini. Pencampuran perekat LKA-St dan PI dengan komposisi 50/50 dapat mempercepat waktu pengempaan dingin kayu lamina Akasia daripada perekat PI. Lama pengempaan optimum dengan perekat LKA-St/PI (50/50) adalah 2 jam.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *International Foundation for Science (IFS)* dan *Organization for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW)* yang telah bekerja sama memberikan dana untuk melakukan penelitian ini melalui *IFS Research Agreement* No. AF/3268-1. Penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada PT Polychemie Asia Pasific Permai di Jakarta atas pemberian perekat PI dan *hardener* H-3.

Daftar Pustaka

- Falah, F.; W. Fatriasari; E. Hermiati. 2005. Quality Changes of Wood Adhesive Made of Natural Rubber Latex-Styrene during Storage. *Proceedings of the 6th International Wood Science Symposium* pp. 215 – 219.
- Hermiati, E.; M. Utama; B. Prasetya; Sudijono. 2000a. Kopolimerisasi Lateks Karet Alam dengan Monomer Stirena dan Aplikasinya sebagai Perekat Kayu Lapis. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses Kimia II*, hal. E.3-1 – E.3-6.
- Hermiati, E.; B. Prasetya; Sudijono; Nurhayati. 2000b. Upgrading of Natural Rubber Latex-Styrene Copolymer as Plywood Adhesive. *Proceedings of the 3rd International Wood Science Symposium*, p. 120 – 125.
- Hermiati, E.; Sudijono; Nurhayati. 2000c. Substitusi Perekat Fenol Formaldehida dengan Lateks Karet Alam pada Pembuatan Kayu Lapis. *Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia*, hal.: 301 – 306.
- Hermiati, E.; W. Fatriasari; A.H. Priyanto. 2004. Properties and Bond Strength of Mixture of Natural Rubber Latex-Styrene and Melamine Formaldehyde as Exterior Grade Plywood Adhesive. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu*

- Indonesia VII. pp. B-64 – B-69. (in Indonesian)
- Hermiati, E.; W. Fatriasari; F. Falah. 2006. Effects of Several Synthesis Conditions on Bond Strength of Plywood Adhered with Natural Rubber Latex-Styrene Adhesive. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 4(1): 33 – 38.
- Hongjiu, H.; L. Hong; Z. Junjin; L. Jie. 2006. Investigation of Adhesive Performance of Aqueous Polymer Latex Modified by Polymeric Methylene Diisocyanate. *Journal of Adhesion* 82(1): 93 – 114.
- Japan Plywood Inspection Corporation. 2003. *Japanese Agricultural Standard for Glued Laminated Timber*.
- Marutzky, R. 1989. Release of Formaldehyde by Wood Products. In: *Wood Adhesive (Skeist, I. Ed.)*. pp. 401-407.
- Prasetya, B.; E. Hermiati; Sudijono. 2004. The Effects of Catalyst Percentage in Preparation of Wood Liquid on its Bond Strength as Phenol Formaldehyde Substitute for Plywood Adhesive. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 2(2): 95 - 98. (in Indonesian)
- Taki, K.; H. Yoshida; Y. Yamagishi; T. Inoue. 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.
- 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.
- Yanto, D.H.Y.; E. Hermiati; W. Fatriasari. 2006. Fortifikasi Perekat Berbasis Resorsinol dan Isosianat pada Perekat Lateks Karet Alam-Stirena. *Prosiding Seminar Nasional IX Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia*, Banjarbaru.

Makalah masuk (*received*) : 11 Desember 2007
Diterima (*accepted*) : 18 Mei 2008
Revisi terakhir (*final revision*) : 24 Juni 2008

Dede Heri Yuli Yanto, Euis Hermiati
UPT Balai Litbang Biomaterial,
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
(*Research and Development Unit for Biomaterials,
Indonesian Institute of Sciences*)
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911
Tel. : +62-21-87914511
Fax : +62-21-87914510
Email : dhyy@biomaterial-lipi.org
euis.hermiati@lipi.go.id
e_hermiati@yahoo.com