

Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Aditif Perekat dari Kulit Sapi pada Kayu Laminasi Jabon

(Effect of Additive Substance and Concentration in Cowhide Adhesive on Jabon Laminated Wood)

Lukmanul H Zaini^{*}, Yusuf S Hadi, Mahdi Mubarak, Aris Sunaryo

Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Dramaga Bogor 16680.

^{*} Penulis korespondensi: lukmanulhakimzaini@yahoo.com

Abstract

Recently, awareness of using natural adhesive materials for biocomposite products was increased. However, natural adhesive still facing many problems on physical and mechanical properties of the resulting biocomposite products. Therefore, adhesive modifications are needed in order to improve natural adhesives performance. The purpose of this study is to understand the effect of additive substance and concentration in cowhide adhesive on Jabon (*Anthocephalus cadamba*) laminated wood. Three types of additive substance (paraformaldehyde, polyurethane and albumin) were added into cowhide adhesive with three different concentration (10, 20 and 30%). The testing were conducted on moisture content, density, shear strength, and delamination. Shear strength was tested according to ASTM D-905 while moisture content, density, and delamination were tested according to JAS 234:2003 standard for Glue Laminated Timber. The results showed that all treatment were not affecting moisture content and density. In addition, additive substance was affecting shear strength and delamination. Nonetheless, concentration of additive substance was only affecting shear strength. The best shear strength value were 63.75 kg cm⁻². The value meets the JAS 234:2003 standard. Compared to all of the treatment applied, the best result was achieved by 30% paraformaldehyde addition. Based on this experiment, laminated wood is suitable for interior application.

Keywords: bio-adhesive, cowhide adhesive, jabon, laminated wood

Abstrak

Kesadaran menggunakan bahan perekat alami pada produk biokomposit semakin meningkat. Namun, penggunaan perekat tersebut masih banyak mengalami kendala pada sifat fisis dan mekanis produk biokomposit yang dihasilkan. Oleh karena itu, modifikasi perekat alami dalam rangka meningkatkan sifat-sifat perekat diperlukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi zat aditif perekat dari kulit sapi pada kayu laminasi jabon (*Anthocephalus cadamba*). Perlakuan berupa penambahan 3 jenis zat aditif (paraformaldehida, poliuretan, dan putih telur) pada perekat kulit sapi dengan variasi konsentrasi (10, 20 and 30%). Pengujian kayu laminasi yang dilakukan meliputi keteguhan rekat (mengacu pada ASTM D-905), kadar air (KA), kerapatan, dan delaminasi (mengacu pada JAS 234:2003 *standard for Glue Laminated Timber*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua jenis perlakuan tidak mempengaruhi nilai KA dan kerapatan. Akan tetapi, perlakuan jenis zat aditif mempengaruhi keteguhan rekat dan delaminasi kayu laminasi. Sementara itu, konsentrasi zat aditif hanya mempengaruhi keteguhan rekat kayu laminasi. Keteguhan rekat kayu laminasi tertinggi sebesar 63,75 kg cm⁻². Hasil tersebut memenuhi standar JAS 234:2003. Nilai terbaik dari keseluruhan pengujian didapatkan pada tambahan zat aditif paraformaldehida pada konsentrasi 30%. Berdasarkan hasil penelitian ini, kayu laminasi cocok digunakan pada penggunaan interior.

Kata kunci: jabon, kayu laminasi, perekat alami, perekat kulit sapi

Pendahuluan

Dalam pembuatan komposit kayu, perekatan merupakan salah satu proses yang paling penting. Perekat yang umum digunakan dalam pembuatan biokomposit berbahan dasar minyak bumi yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharu (*unrenewable*), harganya relatif mahal, dan beberapa jenis perekat dapat mengeluarkan emisi formaldehida yang dapat mengganggu kesehatan. Beberapa jenis perekat kayu sintetis yang biasa digunakan di antaranya perekat polivinil asetat (PVAc), urea formaldehida (UF), fenol formaldehida (PF), melamin formaldehida (MF), *resolsinol* formaldehida (RF), dan isosianat (contohnya, MDI). Untuk mengatasi kelemahan tersebut, sejumlah penelitian perekat berbahan dasar hayati banyak dilakukan (Eslah *et al.* 2016, Hess & Srubar 2016, Song *et al.* 2016, Lépine *et al.* 2015, Santoso *et al.* 2014).

Perekat tanin, perekat lignin, dan perekat pati merupakan beberapa contoh perekat berbasis bahan hayati. Beberapa penelitian terkini yang memanfaatkan bahan yang bersifat dapat diperbaharui diantaranya yaitu penelitian Lei *et al.* (2014) tentang pemanfaatan perekat berbahan dasar kedelai dengan bahan penguat (*fortifier*) dari melamin formaldehida dan resin epoksi untuk aplikasi komposit kayu. Upaya sejenis pernah ditempuh oleh Xiaohua *et al.* (2011) yang meneliti pemanfaatan perekat berbahan dasar minyak canola sebagai perekat *polyurethane* alami untuk kayu, dan penelitian Hamarneh *et al.* (2010) tentang pemanfaatan perekat berbahan dasar protein dari biji jatropha. Dalam penelitian ini digunakan perekat dengan menggunakan bahan hayati dari kulit

hewan yang berasal dari limbah padat industri penyamakan kulit.

Perekat dari bahan kulit hewani sebenarnya telah lama digunakan sebagai perekat pada zaman dahulu. Namun, perekat tersebut memiliki beberapa kelemahan, di antaranya tidak tahan terhadap kelembaban tinggi, tidak tahan terhadap air, dan mudah diserang mikroorganisme. Oleh karena itu, untuk mengurangi kelemahan dan juga meningkatkan nilai keteguhan rekatnya, maka pada penelitian ini dilakukan modifikasi terhadap perekat kulit tersebut. Modifikasi dilakukan dengan melakukan adisi variasi bahan penguat (*fortifier*) atau adisi agen penaut silang (*crosslink agent*) yaitu poliuretan, putih telur dan paraformaldehida dengan variasi konsentrasi pada masing-masing zat aditif. Selanjutnya, perekat termodifikasi tersebut diaplikasikan pada pembuatan kayu lamina dari kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*).

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu perekat dari kulit sapi (PdKS), akuades, urea, KCl, $Al_2(SO_4)_3$, paraformaldehida, poliuretan, putih telur, dan kayu Jabon. Alat yang digunakan adalah pemanas, wajan, termometer, gelas piala, neraca analitik (KERN EW), alat hitung, kempa dingin, *moisture meter*, desikator, oven, jangka sorong, mesin potong, dan *Universal Testing Machine* (UTM) merek Instron.

Parameter dalam penelitian ini berupa jenis dan konsentrasi zat aditif. Jenis zat aditif terdiri dari 3 yaitu poliuretan, paraformaldehida, dan putih telur. Sementara itu, konsentrasi zat aditif terdiri dari 3 konsentrasi yang berbeda yaitu 10, 20, dan 30%. PdKS murni (100%) digunakan sebagai kontrol.

Selanjutnya perekat diaplikasikan untuk membuat kayu laminasi jabon dengan metode *double spread* dan dilakukan pengujian pada kayu laminasi tersebut.

Pengujian kayu laminasi yang dilakukan meliputi kadar air (KA), kerapatan, keteguhan rekat, dan delaminasi. Pengujian keteguhan rekat mengacu pada ASTM D-905 *Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading*, sedangkan pengujian KA, kerapatan serta delaminasi mengacu pada JAS 234:2003 *standard for Glued-Laminated Timber*.

Hasil dan Pembahasan

KA kayu laminasi

KA merupakan berat air yang terdapat dalam kayu yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanurnya. Kayu bersifat higrokopis, kayu mampu menarik dan menyerap air dari udara dan mengembang ketika kelembaban relatif tinggi dan akan menyusut ketika kelembaban relatif rendah. Menurut Ken (2006), kembang susut kayu menjadi permasalahan yang besar dalam proses pengerjaan kayu. KA lamina penyusun kayu lamina dan kondisi lingkungan sangat berpengaruh pada KA kayu laminasi. KA sebesar 12% banyak digunakan pada kebanyakan industri pengolahan kayu karena mendekati KA kesetimbangan dan dapat mempermudah dalam penyambungan ujungnya pada proses pengerjaan (Moody *et al.* 1999). Menurut Praptoyo (2010), KA papan laminasi silang dan kontrol sesuai dengan kisaran besarnya nilai KA kering udara untuk iklim Indonesia, yaitu 12-20%.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa KA kayu laminasi tidak mempunyai nilai yang jauh berbeda. Nilai rata-rata KA

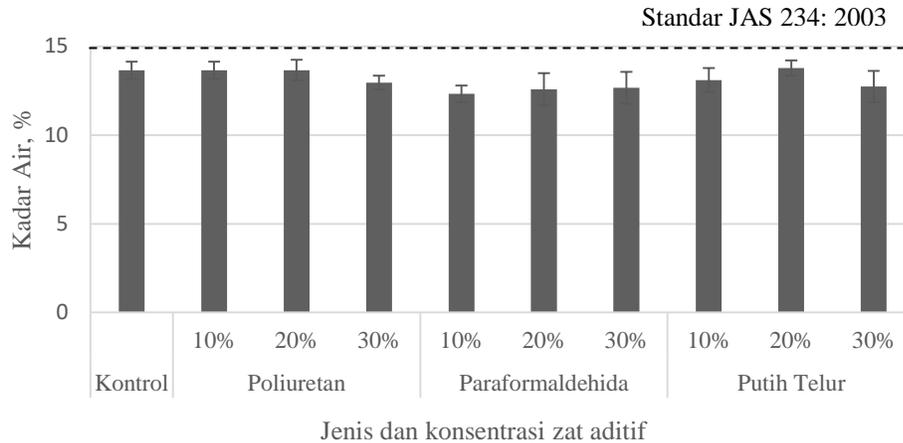
kayu laminasi pada ketiga jenis zat aditif berkisar antara 12,32-13,78%. Nilai terendah sebesar 12,32% terdapat pada kayu laminasi berperekat modifikasi poliuretan (KLBMPol) dengan konsentrasi 30%, sedangkan nilai terbesar sebesar 13,78% diperoleh pada kayu laminasi berperekat modifikasi putih telur (KLBMPPT) dengan konsentrasi 20%.

Air di dalam kayu mempengaruhi kedalaman penetrasi perekat dan waktu pematangan perekat cair. Ikatan perekat yang baik terjadi pada tingkat KA 6-14% (Ruhendi *et al.* 2007). Oleh karena itu, semakin rendah KA kayu maka semakin bagus untuk kayu laminasi karena penetrasi perekat akan lebih dalam sehingga kayu laminasi semakin kuat. Nilai KA kayu laminasi yang dibuat sudah memenuhi standar JAS 234:2003 yang memperbolehkan hingga 15%. Hasil analisis uji-t menunjukkan KA kayu laminasi berperekat dari kulit sapi 100% (KLBKS) dengan kayu laminasi yang ditambahkan zat aditif tidak ada perbedaan signifikan. Nilai KA keduanya berturut-turut sebesar 13,30 dan 12,81%.

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa perlakuan jenis zat aditif, konsentrasi zat aditif, dan kombinasi interaksi antara keduanya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap KA kayu laminasi. Hal ini disebabkan karena KA kayu laminasi sangat dipengaruhi oleh besarnya KA dari lamina penyusunnya dan kondisi lingkungan.

Kerapatan kayu laminasi

Ruhendi *et al.* (2007) menyatakan bahwa kerapatan kayu sangat berpengaruh terhadap kekuatan kayu tersebut.



Gambar 1 Histogram nilai rata-rata KA kayu laminasi.

Kayu berkerapatan tinggi mempunyai dinding serat yang tebal dan mampu menghasilkan tegangan yang lebih besar daripada kayu berkerapatan rendah. Sehingga, kayu berkerapatan tinggi akan lebih kuat, lebih keras, dan lebih kaku. Gambar 2 menunjukkan nilai rata-rata kerapatan kayu laminasi pada ketiga jenis zat aditif berkisar antara 0,34-0,45 g cm^{-3} . Nilai paling rendah terdapat pada KLBMPPT konsentrasi 10% sebesar 0,34 g cm^{-3} , sedangkan untuk nilai terbesar diperoleh pada KLBMPPT konsentrasi 30% sebesar 0,45 g cm^{-3} .

Hasil analisis uji-t kerapatan antara KLBKS dengan kayu laminasi yang ditambahkan zat aditif terdapat perbedaan yang signifikan dengan nilai kerapatan masing-masing sebesar 0,32 dan 0,38 g cm^{-3} . Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kayu laminasi yang ditambahkan zat aditif lebih bagus dibandingkan KLBKS.

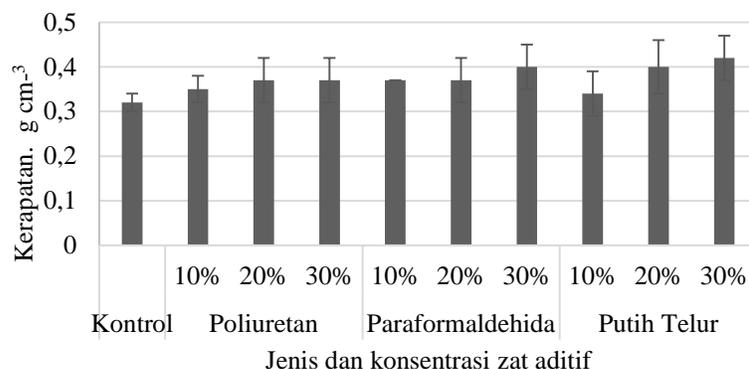
Hasil analisis varians menunjukkan bahwa perlakuan jenis zat aditif, konsentrasi zat aditif dan kombinasi interaksi antara keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan kayu laminasi. Pada saat penambahan perekat tidak terjadi perubahan berat yang signifikan

dibandingkan sebelum ditambah perekat. Berdasarkan hasil uji kerapatan, KLBMPPT dengan konsentrasi 30% menunjukkan kerapatan tertinggi dibanding kayu laminasi dengan tambahan zat aditif lainnya.

Keteguhan rekat kayu laminasi

Keteguhan rekat merupakan nilai yang mampu dicapai atau dipertahankan oleh kayu yang direkat. Keteguhan rekat diketahui dengan melakukan uji geser pada kayu laminasi yang direkat. Nilai keteguhan rekat merupakan tolak ukur yang utama dalam menganalisa kualitas perekatan. Menurut Dunky (2003) kualitas perekatan dan sifat-sifat serta performa panel-panel kayu ditentukan oleh tiga parameter antara lain kayu, perekat yang diaplikasikan dan kondisi kerja serta parameter proses.

Keteguhan rekat kayu laminasi dua jenis kayu pada berbagai konsentrasi dan jenis perekat memiliki nilai yang beragam (Gambar 3). Nilai yang paling tinggi diperoleh pada kayu laminasi berperekat modifikasi paraformaldehida (KLBMPar) konsentrasi 30% dengan nilai keteguhan rekat mencapai 63,75 kg cm^{-2} .



Gambar 2 Histogram nilai rata-rata kerapatan kayu laminasi.

Nilai tersebut lebih besar dari standar JAS 234:2003 yang mensyaratkan keteguhan rekat sebesar 54 kg cm^{-2} (JSA 2003).

Perekat kulit sapi akan lebih baik daya rekatnya apabila dikombinasikan dengan zat aditif dengan konsentrasi yang tepat. Akan tetapi, KLBKS hasilnya juga cukup bagus karena sudah hampir memenuhstandar JAS 234:2003 yaitu 54 kg cm^{-2} (JSA 2003). Dengan kata lain, PdKS merupakan salah satu perekat alami kayu yang perlu dipertimbangkan penggunaan-nya baik untuk skala kecil (penelitian) atau bahkan untuk skala industri dengan mempertimbangkan ketersediaan dan sifatnya yang ramah lingkungan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis zat aditif dengan konsentrasi zat aditif berpengaruh terhadap nilai keteguhan rekat kayu laminasi. Hasil analisis uji-t keteguhan rekat antara KLBKS dengan kayu laminasi yang ditambahkan zat aditif menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keduanya dengan nilai keteguhan rekat masing-masing sebesar 31.87 dan 25.91 kg cm^{-2} . Namun demikian, Gambar 3 menunjukkan penambahan paraformaldehida 30% menunjukkan performa keteguhan rekat

yang memenuhi standar JAS 234:2003 (JSA 2003).

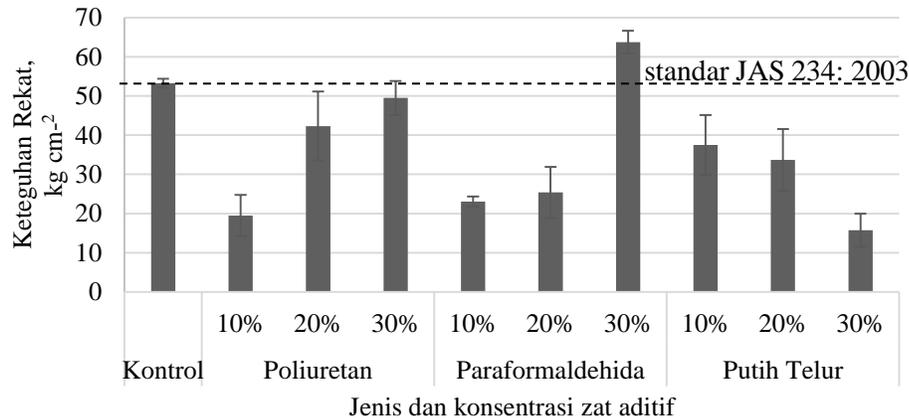
Penambahan konsentrasi zat aditif memberikan tren positif (Gambar 3). Semakin besar konsentrasi zat aditif yang ditambahkan, maka nilai keteguhan rekat akan semakin besar. Pemakaian jenis zat aditif yang berbeda juga akan menghasilkan nilai keteguhan rekat yang berbeda pula. Hal tersebut disebabkan karena masing-masing zat aditif mempunyai sifat intrinsik yang tidak sama seperti pH, kekentalan, kadar padatan dan berat jenis.

Proses perekatan sangat bergantung pada kekentalan bahan perekat. Zat aditif yang banyak digunakan berbentuk cair karena diperlukan kontak antara bahan zat aditif dengan permukaan sirekat dan peristiwa perekatan terjadi pada keadaan cair. Zat aditif yang mempunyai kekentalan tinggi keadaannya lebih stabil daripada yang encer. Jika zat aditif terlalu encer, daya atraksinya rendah karena jarak antara zat aditif dan sirekat terlalu jauh. Kekentalan zat aditif harus diatur jangan sampai terlalu kental atau terlalu encer untuk mendapatkan daya atraksi yang tinggi (Gardner *et. al.* 2014). Berdasarkan keteguhan rekatnya, hasil yang terbaik adalah KLBMPar dengan konsentrasi 30%. Hasil tersebut memenuhi standar JAS 234:2003 (JSA 2003).

Delaminasi

Uji delaminasi adalah indikator ketahanan perekat terhadap adanya tekanan pengembangan dan penyusutan

akibat adanya kelembaban yang tinggi (Vick 1999). Delaminasi merupakan kondisi mengelupasnya sambungan perekat jenis interior akibat perendaman air dalam kondisi tertentu.



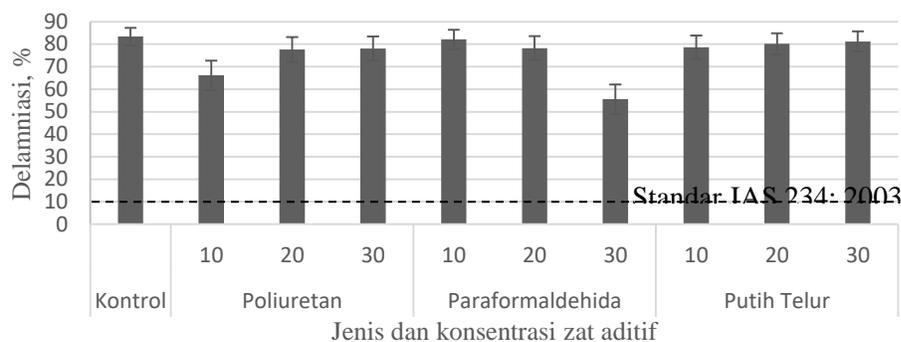
Gambar 3 Histogram nilai rata-rata keteguhan rekat kayu laminasi.

Hasil analisis uji-t menunjukkan bahwa data varian homogen, tidak ada perbedaan yang signifikan antara keduanya. Secara berturut-turut nilai keduanya masing-masing sebesar 77,00 dan 67,21%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kayu laminasi yang ditambahkan zat aditif lebih bagus dibandingkan KLBKS.

Delaminasi kayu laminasi mempunyai nilai yang cukup besar pada berbagai jenis dan konsentrasi adisi perekat (Gambar 4). Pada KLBMPPT semua jenis kayu laminasi dan konsentrasi memiliki nilai di atas 60%. Hal tersebut menunjukkan bahwa putih telur tidak mampu meningkatkan kemampuan perekat dari kulit sapi dalam aplikasi pada kelembaban tinggi. Kekuatan rekatan kayu laminasi tidak mampu bertahan apabila diaplikasikan pada keadaan ekstrim. Hal serupa juga terjadi pada KLBMPol pada berbagai konsentrasi.

Berdasarkan hasil uji delaminasi, tidak ada contoh uji yang memenuhi standar yang disyaratkan oleh JAS 234:2003 (JSA 2003) yaitu nilai delaminasi harus lebih kecil dari 10%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perekat dari kulit sapi kurang baik apabila diaplikasikan pada kondisi kelembaban tinggi atau di luar ruangan dan interior.

Berdasarkan hasil analisis varians, perlakuan konsentrasi zat aditif, serta kombinasi interaksi antara jenis dan konsentrasi zat aditif tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap delaminasi kayu laminasi. Namun demikian, perlakuan jenis zat aditif memberikan pengaruh yang nyata terhadap delaminasi kayu laminasi. Berdasarkan hasil tersebut, jenis zat aditif alternatif lainnya untuk meningkatkan kemampuan perekat dari kulit sapi dari paparan kelembaban tinggi perlu dipertimbangkan.



Gambar 4 Histogram nilai rata-rata delaminasi kayu laminasi.

Di sisi lain, KLBMPar mempunyai nilai delaminasi yang paling bagus. Hal tersebut sejalan dengan Ruhendi *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa paraformaldehida memiliki keunggulan tahan terhadap air dan temperatur tinggi. Berdasarkan hasil uji delaminasi dapat diketahui bahwa penambahan jenis zat aditif paraformaldehida dengan konsentrasi sebesar 30% merupakan kondisi yang terbaik.

Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa interaksi antara jenis zat aditif dengan konsentrasi zat aditif berpengaruh terhadap nilai keteguhan rekat kayu laminasi. Namun demikian, semua jenis perlakuan tidak berpengaruh terhadap nilai KA dan kerapatan kayu laminasi.

Keteguhan rekat tertinggi diperoleh dari kayu laminasi yang menggunakan perekat KLBMPar 30% ($63,75 \text{ kg cm}^{-2}$) dan memenuhi standar JAS 234:2003. KA kayu laminasi berkisar antara 12-14% dan sesuai dengan standar yang ditetapkan JAS 234:2003.

Berdasarkan uji delaminasi, jenis zat aditif alternatif lainnya untuk meningkatkan kemampuan PdKS dari paparan kelembaban tinggi perlu

dipertimbangkan. Hasil uji delaminasi menunjukkan baik kontrol maupun kayu laminasi yang diberikan perlakuan tidak ada yang memenuhi standar JAS 234:2003. Nilai delaminasi terbaik ditunjukkan oleh KLBMPar konsentrasi 30%.

Ucapan terima kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- [ASTM] American Society for Testing and Materials. 1998. *ASTM D-905 Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading*. Philadelphia: ASTM.
- [JSA] Japanese Standards Association. 2003. *JAS 234:2003 Glued Laminated Timber*. Tokyo: JSA.
- Dunky M. 2003. *Adhesives in the wood industry. Handbook of Adhesive Technology*. New York: Marcel Dekker, INC.
- Eslah F, Jonoobi M, Faezipour M, Afsharpour M, Enayati AA. 2016. Preparation and development of a

- chemically modified bio-adhesive derived from soybean flour protein. *Internat J Adhes Adhesives* 71:48-54.
- Gardner DJ, Blumentritt M, Wang L, Yildirim N. 2014. Adhesion theories in wood adhesive bonding. *Rev Adhes Adhesives* 2(2):127-172.
- Hamarneh AI, Heeres HJ, Broekhuis AA, Picchioni F. 2010. Extraction of *Jatropha curcas* proteins and application in polyketone-based wood adhesives. *Internat J Adhes Adhesives* 30(7): 615–625.
- Hess KM, Srubar WV. 2016. Activating relaxation-controlled diffusion mechanisms for tailored moisture resistance of gelatin-based bioadhesives for engineered wood products. *Composites Part A: Appl Sci Manufact.* 84:435-441.
- Ken H. 2006. *More Woodworker's Essential, Formulas and Short-Cuts*. Illinois: Cambium Press.
- Lei H, Du G, Wu Z, Xi X, Dong Z. 2014. Cross-linked soy-based wood adhesives for plywood. *Internat J Adhes Adhesives* 50: 199–203.
- Lépine E, Riedl B, Wang XM, Pizzi A, Delmotte L, Hardy JM, Da Cruz MJR. 2015. Synthesis of bio-adhesives from soybean flour and furfural: relationship between furfural level and sodium hydroxide concentration. *Internat J Adhes Adhesives* 63: 74-78.
- Moody RC, Hernandez R, Liu JY. 1999. *Wood and Handbook, Wood as Engineering Material*. Madison: USDA.
- Praptoyo H. 2010. Sifat Anatomi dan sifat fisika kayu mindi (*Melia azedarach* Linn) dari Hutan Rakyat di Yogyakarta. *J Ilmu Kehutanan*. 4(1):21-27.
- Ruhendi S, Koroh DS, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Santoso A, Hadi YS, Malik J. 2014. Composite flooring quality of combined wood species using adhesive from merbau wood extract. *Forest Prod J*. 64(5):179-186.
- Song YH, Seo JH, Choi YS, Kim DH, Choi BH, Cha HJ. 2016. Mussel adhesive protein as an environmentally-friendly harmless wood furniture adhesive. *Internat J Adhes Adhesives* 70 :260-264.
- Vick CB. 1999. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Forest Product Technology*. Madison: USDA Forest Product Service, Forest Product Laboratory.
- Xiaohua Kong, Liu Guoguang, Curtis Jonathan M. 2011. Characterization of canola oil based polyurethane wood adhesives. *Internat J Adhes Adhesives* 31(6): 559–564.
- Riwayat naskah:
Naskah masuk (*received*): 8 Oktober 2016
Diterima (*accepted*): 10 Desember 2016