

Fortification of Bioadhesive with Phenol Formaldehyde: Characteristics and its Application for Afrika Laminated Wood

Dini Lestari^{1*}, Rima Vera Ningsih¹, Fauzan Fahrussiam¹, Sofia Mustamu²

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

²Program Studi Kehutanan, Fakultas Perikanan dan Kehutanan, Universitas Muhammadiyah Maluku, Ambon, Indonesia;

Article History

Received : February 10th, 2023

Revised : March 20th, 2023

Accepted : March 28th, 2023

*Corresponding Author: **Dini Lestari**,

Program Studi Kehutanan,
Fakultas Pertanian, Universitas
Mataram, Mataram, Indonesia;
Email: dinilestari@unram.ac.id

Abstract: Nowadays, there is growing interested in development of environmentally friendly and nontoxic wood adhesives. The objective of this research was to determined the characteristics of starch, tannin, and cowhide adhesives by adding phenol formaldehyde as a fortifier. The quality of its bonding properties for afrika laminated wood was also investigated. Determination of characterization of bioadhesive was conducted based on SNI 06-4567-1998. The quality of bonding properties for laminated wood was conducted based on SNI 06-6049-1991 and all parameters values compare to JAS 1152-2007. Based on the research characteristic of bioadhesive values for visualisation tes, viscosity tes fullfill SNI 06-4567-1998 requirement. For pH, solid content, and glatination time not all sampel fullfill requirement values. All parameters of physical properties of all of sample afrika laminated wood meet the JSA 1152-2007 requirement. For Afrika laminated wood made from starch and tannin adhesive have good value for delamination test. Moreover, for shear strength parameter test not fullfill JSA 1152-2007 requirement. All of sampel have only for interior purposes.

Keywords: afrika laminated wood, characteristics of bioadhesive, cowhide adhesive, starch adhesive, tannin adhesive.

Pendahuluan

Kayu laminasi atau glulam adalah cara alternatif untuk mengoptimalkan penggunaan potongan-potongan kayu dengan menggabungkannya salah satu atau lebih jenis kayu yang direkatkan menjadi satu kesatuan (Gusmawati *et al.* 2018). Peningkatan akan kebutuhan kayu laminasi menyebabkan kebutuhan akan perekat semakin meningkat. Tidak bisa dipungkiri perekat sintetis mendominasi ketersediaan perekat di pasaran.

Perekat sintetis merupakan perekat yang tidak dapat diperbaharui sehingga suatu saat ketersediaannya berkurang. Selain itu perekat sintetis dapat berpengaruh buruk terhadap kesehatan akibat emisi formaldehida yang dikeluarkan (Santoso *et al.* 2014). Oleh karena itu dibutuhkan solusi yang dapat menyelesaikan berbagai permasalahan tersebut. Frihart (2015)

melaporkan bahwa semua perekat dari bahan alami secara signifikan dapat mengurangi efek yang berbahaya akibat emisi dan penguapan bahan organik dari papan berbasis kayu. Oleh karena itu perekat alami diharapkan dapat mengurangi bahkan dapat menggantikan penggunaan perekat sintetis untuk produk kayu laminasi.

Saat ini penggunaan perekat alami yang berbahan dasar biomassa serta ramah lingkungan sebagai pengganti perekat sintetis telah menjadi perhatian (Chen *et al.*, 2013). Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa perekat dari pati, tanin, dan kulit hewan telah digunakan sebagai perekat kayu (Lestari *et al.*, 2015, Monroy *et al.*, 2019, Zaini *et al.*, 2017). Namun perekat alami memiliki sifat perekatan yang kurang disukai dibandingkan dengan perekat sintetis (Frihart, 2006). Oleh karena itu dibutuhkan upaya untuk

menghasilkan perekat alami sehingga memiliki sifat sebaik perekat sintetis.

Beberapa upaya dilakukan untuk meningkatkan sifat perekat alami salah satunya yaitu dengan menambahkan fortifiers. Fortifiers merupakan perekat non-*base* yang memiliki sifat lebih unggul dibandingkan perekat *base* (Ruhendi *et al.*, 2007). Tujuan dari penelitian ini adalah mendeterminasi karakteristik perekat alami dengan penambahan fortifiers serta mengetahui kualitas perekatannya ketika diaplikasikan pada pembuatan kayu laminasi dari kayu afrika.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Biokomposit Departemen Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, IPB University bulan Oktober 2015. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode deskriptif. Bahan utama dari penelitian ini adalah perekat pati, tanin, kulit, dan fenol formaldehida.

Cara membuat perekat

Perekat pati

Tepung tapioka sebanyak 10 gr dicampur dengan 120 gr air lalu dipanaskan di atas api sedang sampai sedikit menggumpal. Perekat pati ditambahkan 4% perekat fenol formaldehida.

Perekat tanin

Perekat tanin dibuat dari ekstrak kayu mahoni dari hutan rakyat (Lestari *et al.*, 2015). Perekat tanin ditambahkan 4% perekat fenol formaldehida

Perekat kulit

Kulit sapi yang sudah bersih direndam di dalam air kapur selama 16 jam. Kulit direbus dengan air selama 2 jam sampai melunak. Kulit sapi dipotong-potong kemudian diblender dan disaring. Hasil saringan tersebut direbus selama 2 jam kemudian disaring kembali. Perekat kulit sapi dicampurkan 4% perekat fenol formaldehida.

Analisis data

Pengujian perekat meliputi determinasi sifat perekat pati, tanin dan kulit dengan penambahan fortifiers 4% yang dilakukan berdasarkan SNI 06-4567-1998 tentang pengujian fenol formaldehida cair untuk perekat

kayu lapis (BSN, 1998). Parameter sifat perekat yang diuji antara lain uji kenampakan, pH, kekentalan, berat jenis, kadar padatan, dan waktu gelatinasi perekat. Sifat fisis kayu laminasi yang diuji antara lain kerapatan dan kadar air. Cara pembuatan contoh uji kerapatan, kadar air, deliminasi dan keteguhan rekat dilakukan berdasarkan SNI 06-6049-1999 tentang Polivinil asetat emulsi untuk perekat pengerjaan kayu (BSN, 1999). Hasil pengujian kualitas perekatan dibandingkan dengan JAS 1152-2007 tentang *Glue Laminated Timber* (Japanese Agricultural Standart, 2007).

Hasil dan Pembahasan

Sifat perekat pati, tanin, dan kulit Kenampakan

Berdasarkan kenampakannya dari ketiga jenis perekat berbeda satu dengan yang lain. Secara visual dilakukan pengamatan meliputi adanya butiran padat, debu, dan benda lain yang merugikan perekatan. Berdasarkan penelitian terdapat benda asing seperti debu pada perekat pati dan kulit. Dengan sangat sedikitnya jumlah benda asing yang terkandung dalam perekat pati dan kulit, sehingga pengaruh benda dalam menurunkan kualitas perekatan sangat sedikit dan dapat diabaikan. Diketahui adanya debu berkontribusi untuk mengurangi kualitas atau kekuatan hasil perekatan (Krofova & Muller, 2015).

Derajat Keasaman

Nilai pH mempengaruhi kualitas perekat dan keadaan kayu. Standar derajat keasaman yang disyaratkan SNI 06-4567-1998 berkisar 10-13. Pada standar pH ini, perekat memiliki sifat yang baik karena umur pakai perekat yang cukup lama dan memperpanjang masa pakai nya (Sribudiani & Somadona, 2021). Perekat tanin telah memenuhi nilai minimal pH yang disyaratkan oleh SNI 06-4567-1998 sedangkan untuk perekat pati dan kulit tidak memenuhi nilai minimal tersebut (SNI, 1998). Derajat keasaman yang tinggi berfungsi untuk membersihkan sirekat dengan melarutkan kontaminan yang ada serta membuka struktur dinding sel sehingga penetrasi perekat akan lebih baik (Ruhendi *et al.*, 2000). Nilai pH yang tinggi pada perekat tanin di sebabkan karena larutan perekat menggunakan pelarut NaOH.

Tabel 1. Sifat perekat pati, tanin dan kulit

No	Parameter	Persyaratan SNI 06-4567-1998	Perekat pati	Perekat tanin	Perekat kulit
1	Kenampakan	-	Bening, terdapat sedikit butiran debu	Warna coklat tua, tidak ada debu atau kotoran	Warna putih kekuningan, terdapat debu
2	pH	10,0 – 13,0	6	12	6
3	Viskositas (cPs)	130 – 300	200	220	130
4	Berat jenis	1,165-1,200	1,02	1,09	1,05
5	Kadar padatan (%)	40-45	50	20	50
6	Waktu gelatinasi (menit)	>30 menit	2 jam;30 menit	1 jam;17 menit;51 detik	59etik

Viskositas

Viskositas adalah parameter untuk mengukur kekentalan suatu perekat (Ruhendi *et al.*, 2007, Auliata *et al.*, 2021). Menurut penelitian viskositas ketiga jenis perekat berkisar 130-220 cps. Nilai kekentalan yang disyaratkan menurut SNI 06-4567-1998 adalah 130-300 cps sehingga nilai kekentalan perekat pati, tanin, dan kulit telah memenuhi kriteria. Viskositas perekat yang rendah menyebabkan sulit terbentuknya ikatan perekatan akibat dari penetrasi perekat yang berlebihan. Selanjutnya viskositas yang tinggi menyebabkan sulitnya distribusi perekat pada permukaan sehingga menyebabkan kekuatan ikatan yang tidak stabil (Xu *et al.*, 2020).

Berat jenis

Berat jenis dari produk cair seperti perekat dapat menunjukkan berat relatif molekul perekat dibandingkan dengan volumenya (Strauffer *et al.*, 2007). Berat jenis ketiga perekat berkisar antara 1,02-1,09 sehingga tidak memenuhi nilai minimum persyaratan SNI 06-4567-1998 (BSN, 1998). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga jenis perekat memiliki berat molekul perekat yang rendah sehingga derajat polimerisasinya rendah. Berat jenis yang rendah kemungkinan disebabkan karena pengenceran dengan air atau pelarut pada proses produksi diberikan secara berlebihan.

Kadar padatan

Kadar padatan perekat mempengaruhi sifat perekatan seperti kemampuan merekatkan

perekat dan sirekat (Chen *et al.*, 2015). Kemampuan merekatkan berhubungan erat dengan kadar padatan perekat. Semakin tinggi kadar padatan maka jumlah molekul pada polimer yang memainkan peranan penting dalam reaksi perekat dan sirekat juga semakin tinggi (Santoso *et al.*, 2022). Dapat dilihat bahwa kadar padatan perekat pati dan kulit lebih tinggi dibandingkan perekat tanin sehingga jumlah molekul polimer yang memainkan peranan penting pada perekatan kayu laminasi juga semakin tinggi sehingga nilai keteguhan geser perekat pati dan kulit lebih tinggi dibandingkan kayu laminasi berperekat tanin.

Waktu gelatinasi

Waktu gelatinasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh perekat untuk berubah bentuk menjadi kental (Ruhendi *et al.*, 2007). Reaktifitas suatu perekat dapat ditunjukkan dari waktu gelatinasinya (Dunky dan Pizzi 2002 dalam Santoso *et al.*, 2022). Perekat pati dan tanin memiliki waktu gelatinasi yang lama karena reaktifitas perekatnya rendah dibandingkan perekat kulit. Berdasarkan penelitian waktu gelatinasi dari perekat pati dan tanin memenuhi persyaratan SNI 06-4567-1998 yaitu ≥ 30 menit (BSN, 1998). Sedangkan perekat kulit tidak memenuhi persyaratan karena kurang dari 30 menit. Sesuai dengan pernyataan Ruhendi *et al.* (2007), semakin lama waktu gelatinasi yang dihasilkan maka umur simpan perekat juga lama karena perekat tidak mudah mengental. Dilihat dari waktu gelatinasinya perekat pati memiliki daya simpan yang lebih lama dibandingkan perekat tanin dan kulit.

Tabel 2. Sifat fisika dan kualitas perekatan kayu lamina

Kayu Laminasi	Sifat Fisika		Kualitas Perekatan	
	Kadar Air %	Kerapatan kg/cm ³	Delaminasi %	Keteguhan Geser kgf/cm ²
Pati	14,98	0,57	0	35,41
Tanin	14,65	0,53	0	19,20
Kulit	14,48	0,52	15,94	51
Persyaratan	<15	-	< 10	54

Kadar air kayu laminasi

Kadar air adalah jumlah air yang terkandung pada kayu pada kondisi kesetimbangan dan kelembaban sekitarnya (Bowyer *et al.*, 2003). Kadar air kayu laminasi jumlah air yang masih tinggal dalam rongga sel kayu laminasi. Kadar air kayu laminasi setelah pengondisian berkisar antara 14,65-14,82 %. Berdasarkan hasil penelitian rata-rata nilai kadar air seluruh kayu laminasi telah memenuhi standar JAS-1152-2007 yang mensyaratkan kadar air di bawah 15% (Japanese Agricultural Standar, 2007).

Kerapatan kayu laminasi

Kerapatan papan adalah perbandingan antara massa per satuan volume (Bowyer *et al.*, 2003). Kerapatan menunjukkan kekompakan potongan-potongan kayu yang tersusun pada kayu laminasi karena berhubungan langsung dengan porositas. Nilai rata-rata kerapatan kayu laminasi berkisar 0,52-0,57 kg/cm³. Nilai kerapatan seluruh kayu lamina bersifat homogen. Jenis perekat alami tidak berpengaruh terhadap nilai kerapatan kayu laminasi. Sama seperti penelitian sebelumnya jenis perekat tidak mempengaruhi kerapatan kayu laminasi karena garis rekat sangat tipis dan tidak meningkatkan massa kayu laminasi (Lestari *et al.*, 2015).

Delaminasi kayu laminasi

Uji delaminasi dapat menunjukkan kualitas perekat yang digunakan dan kualitas ikatan perekatan pada kayu laminasi. Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa kayu laminasi yang direkatkan dengan perekat tanin dan pati tidak mengalami pengelupasan atau delaminasi (0%) sedangkan kayu laminasi dari perekat kulit mengalami delaminasi 15,94%. Kayu laminasi dari perekat kulit kurang baik apabila diaplikasikan pada kondisi kelembaban tinggi atau di luar ruangan (Zaini *et al.*, 2017). Nilai uji delaminasi untuk seluruh kayu laminasi dari perekat pati dan tanin telah memenuhi Standar

JAS-1152-2007 yaitu maksimal 10% (Japanese Agricultural Standar, 2007).

Keteguhan rekat

Keteguhan rekat kayu laminasi merupakan keteguhan nilai yang mampu dicapai atau dipertahankan oleh kayu yang direkat. Berdasarkan penelitian nilai keteguhan rekat kayu laminasi yaitu berkisar 19,20-51,00 kgf/cm². Kayu laminasi dari seluruh sampel uji belum memenuhi standar JAS-1152-2007 yang mensyaratkan nilai keteguhan rekat 54 kgf/cm² (Japanese Agricultural Standar, 2007). Nilai keteguhan rekat tertinggi dimiliki oleh perekat kulit. Keteguhan geser kayu lamina dari perekat kulit memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan perekat pati dan tanin. Perekat berbahan dasar pati hanya mengandalkan gaya ikatan hidrogen dimana gaya tersebut jauh lebih lemah daripada ikatan kimia. Perekat pati juga mudah membentuk ikatan hydrogen dengan air sehingga tidak tahan air (Antov *et al.*, 2020).

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian sifat perekat pati, tanin dan kulit meliputi parameter uji penampakan, viskositas, seluruh contoh uji memenuhi persyarat minimum SNI 06-4567-1998. Akan tetapi parameter pH, kadar padatan dan waktu glatinasi tidak semua memenuhi persyaratan minimum SNI 06-4567-1998. Seluruh parameter sifat fisis kayu laminasi dari kayu afrika telah memenuhi standar JSA-1152-2007. Untuk parameter kualitas perekatan uji delaminasi kayu lamina dari perekat pati dan tanin telah memenuhi syarat minimum JSA-1152-2007 sedangkan kayu laminasi dari perekat kulit tidak. Untuk nilai keteguhan rekat secara keseluruhan contoh uji tidak memenuhi syarat minimum. Oleh karena itu kayu lamina dari perekat alami hanya bisa diaplikasikan di dalam ruangan yang tidak terkontak langsung dengan air.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada teman-teman pascasarjana IPB tahun 2014 khususnya yang telah mengambil mata kuliah Adhesi Kayu.

Referensi

- Antov P., Savov V., & Neykov N. (2020). Sustainable Bio-based Adhesives for Eco-friendly Wood Composites a Review. *Wood Research*, 65(1), 51–62. DOI: <https://doi.org/10.37763/wr.1336-4561/65.1.051062>
- Aulita S., Sribudiani E., & Somadona S. (2021). Karakteristik Perekat dan Perekatan Tanin Resolsinol Formaldehida pada Sirekat Akasia (*Acacia mangium*) dan Pulai (*Alstonia scholaris*). *Parrenial*, 17 (2), 35-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.24259/parenial.v17i2.12759>.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). Pengujian Fenol Formaladehida Cair untuk Perekat Kayu Lapis. SNI 06-4567-1998. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (1999). tentang Polivinil Asetat Emulsi untuk Perekat Pengerjaan Kayu Indonesia. SNI 06-6049-1999. Jakarta
- Bowyer JL., Shmulsky., Haygreen JG. (2003). *Forest Products and Wood Science-An Introduction*. Iowa (US): Iowa State University Press.
- Chen N., Lin Q., Rao J., & Zeng Q. (2013). Water Resistances and Bonding Strengths of Soy-based Adhesives Containing Different Carbohydrates. *Industrial Crops and Products*, 50, 44–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.038>
- Chen X., Xia N., Guo C., Qi. 2015. Dry Bond Strength and Water Resistance of Konjac Glucomannan, Chitosan, and Polyvinyl Alcohol Blend Adhesive. *Bioresources* 10(4): 7038-7052. DOI: [10.15376/biores.10.4.7038-7052](https://doi.org/10.15376/biores.10.4.7038-7052).
- Frihart CR. (2006). Biobased Adhesives and Non-Conventional Bonding. Sustainable Development In The Forest Product Industry, 88–110.
- Frihart CR. (2015). Wood Adhesives: Past, Present, and Future. *Forest Products Journal*, 65(1–2), 4–8. DOI: <https://doi.org/10.13073/65.1-2.4>
- Gusmawati E., Wulandari FT., & Rini DS. (2018). Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Berdasarkan Warna dan Bidang Orientasi Kayu. *Jurnal Belantara*, 37(2), 1–8. DOI: <https://ci.nii.ac.jp/naid/110003378770>
- Japanese Agricultural Standard. (2007). Japanese Agricultural Standard for Glued laminated timber. *Japanese Agricultural Standard*, 1152, 1–45.
- Krofová A., & Müller M. (2015). Influence of Dusty Micro-particles Contamination on Adhesive Bond Strength. *Agronomy Research*, 13(3), 654–661.
- Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y. S., Hermawan, D., & Santoso, A. (2015). Glulam Properties of Fast-growing Species Using Mahogany Tannin Adhesive. DOI: [10.15376/biores.10.4.7419-7433](https://doi.org/10.15376/biores.10.4.7419-7433)
- Monroy, Y., Rivero, S., & García, M. A. (2019). Sustainable Panels Design Based on Modified Cassava Starch Bioadhesives and Wood Processing Byproducts. *Industrial Crops and Products*, 137(April), 171–179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.062>
- Ruhendi S., Febrianto F, NS. (2000). Likuida Kayu untuk Perekat Kayu Lapis Eksterior. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. <https://fauzifebrianto.files.wordpress.com/2010/02/likuida-kayu-untuk-perekat-kayu-lapis-eksterior.pdf>
- Ruhendi S., Koroh DN., Syamani FA., Yanti H., Nurhaida SS., & Sucipto T. (2007). Analisis Perekatan Kayu. In Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Santoso A., Aini EN, Prastiwi DA. (2022). Bonding Characteristic of Gambir Tannin-based Adhesive on Tusam Wood (*Pinus merkusii*) in Various Ages: Effects of Gambir Leaves Condition and Extender Addition. *Wood Reasearch Journal Vol 13* no 1.12-24
- Santoso A., Hadi YS., & Malik J. (2014). Composite Flooring Quality of Combined Wood Species Using Adhesive from

- Merbau Wood Extract. *Forest Products Journal*, 64(5–6), 179–186. DOI: <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-13-00051>
- Sribudiani E., Somadona S. (2021). Karakteristik Perekat dan Perekatan Tanin Resolsinol Formaldehida pada Sirekat Akasia (*Acacia mangium*) dan Pulai (*Alstonia scholaris*). *Perennial*, 17(2), 35–44. DOI:<https://journal.unhas.ac.id/index.php/perennial/article/view/12759>
- Xu, Y., Han, Y., Shi, S. Q., Gao, Q., & Li, J. (2020). Preparation of a Moderate Viscosity, High Performance and Adequately Stabilized Soy protein-based adhesive via recombination of protein molecules. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120303>
- Zaini LH., Hadi YS., Mubarak M. (2017). 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). *J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis*, 15(1), 89–96. DOI:<https://doi.org/10.51850/jitkt.v15i1.355.g309>