

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN LAMINASI MENGGUNAKAN PENGAWET ALAMI BUAH BERENUK (*Crescentia cujete*) SEBAGAI ADITIF PADA PEREKAT TANIN

*Physical Mechanical Properties of Laminated Lumber using Natural Preservatives Berenuk (*Crescentia cujete*) Fruit as an Additives of Tannin Adhesives*

Andi Sri Rahayu Diza Lestari^{1✉}, Musrizal Muin², Idiahsuti³

Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin
✉corresponding author: ayudiza@gmail.com

ABSTRACT

Tannin-based adhesives have drawn interest as a research topic because they can potentially be used in the wood panel industry as an alternative for synthetic adhesives containing formaldehyde. The development of this type of adhesives is expected not only because of the high durability of the panels produced, but also because of their high strength. The aim of this study was to determine the physical and mechanical properties of laminated lumber made from mahogany (*Swietenia mahagoni*) bark, with the addition of a biopesticide derived from berenuk fruit (also known as calabash fruit, *Crescentia cujete*) and wood from jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*). Laminated lumber (2 cm x 5 cm x 40 cm in thickness, width, and length, respectively) was manufactured with two layers of lamina. The physical and mechanical properties of the laminated lumbars were tested based on JAS 234-2007 standard. The result showed that laminated board from TBRF 0% and TBRF 5% adhesives met the standard for delamination test, and all laminated boards fulfilled the standard with regard to moisture content and formaldehyde emission test.

Key words: Laminated lumber, *Crescentia cujete* (L.) Correa; Biopesticide; Mahogany bark; Tannin-based adhesives

A. PENDAHULUAN

Hutan Tanaman Indonesia didominasi oleh jenis kayu seperti sengon (*Falcataria moluccana*), jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*), dan pinus (*Pinus merkusii*). Jenis kayu ini memiliki daur panen sekitar 5-10 tahun, diameter kurang dari 30 cm, dan berat jenis berkisar antara 0.3-0.7 (Hadi *et al.* 2015). Dengan daur panen yang pendek, proporsi kayu *sapwood* pada ketiga jenis kayu tersebut lebih besar dibandingkan *heartwood* (Fajriani *et al.* 2013). Kandungan *sapwood* yang tinggi pada kayu menyebabkan kayu memiliki kerapatan, keteguhan lentur (MOE), dan keteguhan patah (MOR) yang rendah (Lestari *et al.* 2015). Sementara penggunaan kayu dengan tujuan sebagai bahan struktural diharuskan memiliki kekuatan yang tinggi dengan dimensi yang besar. Hal ini menyebabkan ketiga jenis kayu tersebut jarang digunakan sebagai bahan struktural. Salah satu alternatif meningkatkan kualitas kayu serta pemanfaatannya dengan tidak bergantung pada dimensi kayu yakni dengan pembuatan produk laminasi. Kebutuhan penting dalam proses pembuatan produk laminasi adalah perekat yang digunakan (Lestari *et al.* 2018).

Industri produk laminasi seperti *glued laminated lumber* (glulam), *laminated veneer lumber* (LVL), dan *plywood*, masih menggunakan jenis perekat sintesis dengan bahan baku bersifat *non-renewable*. Dampaknya,

seiring berjalannya waktu bahan baku perekat semakin menipis dan harganya pun semakin meningkat. Pemanfaatan bahan baku alami yang dapat diperbarui (*renewable resources*) sebagai substitusi bahan-bahan yang berasal dari fosil dan minyak bumi (*non-renewable resources*) sedang menjadi sasaran penelitian intensif oleh para peneliti dunia. Peningkatan kebutuhan masyarakat akan mengakibatkan persediaan bahan baku dari fosil dan minyak bumi di alam akan semakin menipis bahkan habis.

Penelitian terkait perekat dengan bahan baku yang bersifat *renewable* seperti tanin telah banyak dilakukan. Di Indonesia sendiri ekstrak tanin yang telah dimanfaatkan berasal dari kulit kayu *acacia mangium* (Hendrik *et al.* 2016), kayu *Intsia bijuga* (Santoso *et al.* 2014), dan penelitian terbaru adalah menggunakan ekstrak tanin dari kulit kayu mahoni (*Swietenia mahagoni*) yang termasuk ke dalam klasifikasi tanin terhidrolisis (Lestari *et al.* 2019). Molekul tanin terhidrolisis memiliki karbohidrat (D-glukosa) pada bagian pusatnya (Campo *et al.* 2016). Karbohidrat adalah sumber energi utama dan komponen struktural utama organisme hidup (Chun *et al.* 2016), karbohidrat dalam perekat tanin mahoni dapat berfungsi sebagai sumber makanan bagi organisme perusak kayu seperti rayap dan jamur, perekat yang mengandung tanin hasil ekstraksi mahoni dianggap memiliki sifat keawetan yang lebih rendah.

Salah satu cara peningkatan keawetan adalah dengan melakukan penambahan bahan pengawet pada perekat yang digunakan. Beberapa bahan alami yang bersifat insektisida antara lain tanaman berenuk (*Crescentia cujete*) (Ardianti dan Kusnadi, 2014). Namun, pentingnya peningkatan nilai keawetan dari suatu perekat tentu saja tidak dapat lepas dari pengawasan performa kekuatan perekat yang dihasilkan setelah dilakukan penambahan aditif berupa bahan pengawet. Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mendeterminasi karakteristik sifat fisis dan mekanis papan laminasi menggunakan perekat berbasis ekstrak tanin mahoni dengan ekstrak buah berenuk dari berbagai konsentrasi sebagai aditif.

B. METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit kayu mahoni (*Swietenia sp*) berusia ± 15 tahun yang berasal dari Ujung genteng (Sukabumi, Jawa Barat), buah berenuk (*Crescentia cujete*) dan kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) yang diperoleh dari Sorowako (Luwu Timur, Sulawesi Selatan) berusia ± 8 tahun, formaldehida 37%, NaOH 40%, serta aquades. Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yakni kain blacu, paint scraper 5 cm, cold press, alat klem, circular saw, mesin amplas, timbangan digital, kaliper digital, oven, moisture meter, desikator, Universal Testing Machine (UTM), dan spektrometer Fourier Transform-Infra Red (FT-IR).

Ekstraksi Tanin dan Bahan Insektisida Alami

Proses ekstraksi buah berenuk dilakukan dengan cara memeras daging buah. Setelah diperas, air perasan disaring lalu dimasukkan ke dalam wadah tertutup rapat. Sementara, proses ekstraksi tanin mahoni diperoleh dari kulit kayu mahoni segar yang dipotong-potong sampai berukuran chip yakni kira-kira $3.0 \times 2.0 \times 0.5$ cm³ masing-masing untuk panjang, lebar, dan tebalnya. Selanjutnya chip direndam di dalam ekstraktor berisi air panas (70-80 °C) pada rasio volume bahan:air = 1:6. Proses ekstraksi dilakukan selama 3 jam, setelah itu hasil ekstrak didinginkan dan disaring menggunakan kain blacu. Selanjutnya, filtrat berupa tanin cair yang diperoleh dibuat

menjadi tanin bubuk menggunakan spray dryer menggunakan suhu 60 °C.

Pembuatan Perekat Tanin Mahoni Berenuk

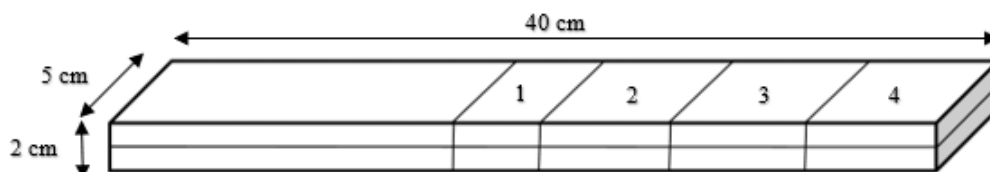
Tanin yang telah dibentuk menjadi bubuk ditambahkan dengan ekstrak buah berenuk (konsentrasi 5%, 15% dan 25%) dengan nisbah 1: 3 (b/b). Perekat tanin mahoni memiliki dua komponen, yang terdiri dari resin (tanin, resorsinol teknis, dan NaOH 40%) dan formaldehida 37% (sebagai sebagai crosslinker). Tanin (T) dicampur dengan resorsinol (R) berdasarkan rasio bobotnya (100:3), kemudian ditambahkan NaOH hingga mencapai pH 11. Campuran TR ditambahkan ke formaldehida (F) pada rasio bobot 100:5 (b/b), lalu diaduk sampai homogen. Masing-masing perekat dengan variasi penambahan ekstrak berenuk dinamakan dengan TBRF 5% (konsentrasi berenuk 5%), TBRF 15% (konsentrasi berenuk 15%), TBRF 25% (konsentrasi berenuk 25%), dan sebagai pembanding digunakan perekat TRF tanpa penambahan ekstrak berenuk (TBRF 0%).

Pembuatan dan karakterisasi balok laminasi

Balok laminasi berukuran 40 cm x 6 cm x 3 cm (masing masing untuk panjang, lebar, dan tebalnya) dibuat dari dua buah lamina kayu jabon merah dan direkat dengan perekat tanin mahoni (berat labur 280 g/cm², *double spread*) lalu dikempa menggunakan metode kempa dingin (tekanan spesifik 1.47 MPa) selama 4 jam lalu dilanjutkan dengan pengkleman selama 20 jam. Ulangan yang digunakan masing-masing perlakuan adalah 3 kali dan metode pengujian yang dilakukan mengacu pada standar JAS 234-2007. Adapun model pemotongan contoh uji dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Dengan faktor perlakuan konsentrasi ekstrak buah berenuk yang terdiri atas empat taraf perlakuan yaitu TBRF 0%, TBRF 5%, TBRF 15% dan TBRF 25%. Uji Duncan dilakukan apabila menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada hasil analisis keragaman (Mattjik dan Sumertajaya 2002).



Gambar 1. Contoh pemotongan sampel uji produk kayu laminasi. Keterangan: (1) Contoh uji emisi formaldehida ($5 \times 2.5 \times 2$ cm³); (2) Contoh uji delaminasi (perendaman air dingin) berukuran $5 \times 5 \times 2$ (cm³); (3) Contoh uji keteguhan rekat berukuran $5 \times 5 \times 2$ (cm³); dan (4) Contoh uji kadar air dan kerapatan berukuran $5 \times 5 \times 2$ (cm³).

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Kerapatan kayu berhubungan langsung dengan kekuatannya (Ruhendi et al. 2007). Kerapatan kayu laminasi ditunjukkan pada Tabel 1 di mana konsentrasi TBRF 0% memiliki rata-rata kerapatan tertinggi, diikuti oleh konsentrasi TBRF 15%, TBRF 25% dan TBRF 5%. Namun pada pengujian analisis keragaman (Tabel 2.) tidak ada perbedaan yang signifikan pada semua konsentrasi perekat. Kerapatan kayu laminasi dipengaruhi oleh kayu solidnya. Menurut Lempang (2014) jabon merah memiliki kisaran kerapatan 0.45 g/cm³. Nilai kerapatan tersebut tidak jauh berbeda dengan kerapatan papan laminasi yang diperoleh pada penelitian ini yakni 0.39-0.43 g/cm³. Hasil ini menandakan bahwa konsentrasi penambahan berenuk pada perekat TRF tidak mempengaruhi nilai kerapatan papan laminasi karena garis rekat sangat tipis sehingga tidak menambah bobot papan laminasi. Hasil ini sesuai dengan Komariah et al. (2015), yang tidak menemukan pengaruh yang signifikan dari tekanan kempa dan perekat pada kerapatan balok laminasi yang dihasilkan.

Kadar Air

Hasil kadar air untuk setiap jenis konsentrasi pada kayu laminasi disajikan pada Tabel 1. Kadar air rata-rata adalah 11.31% – 11.74%. Nilai tersebut memenuhi standar JAS 234-2007, yaitu di bawah 15%. Kadar air kayu laminasi antar konsentrasi perekat tidak berbeda secara signifikan menurut uji analisis keragaman pada Tabel 2. Hal ini menandakan penambahan konsentrasi ekstrak berenuk pada perekat TRF tidak mempengaruhi peningkatan kadar air pada produk laminasi yang dihasilkan. Di mana perolehan kadar air pada penelitian ini juga serupa dengan hasil penelitian Lestari et al. (2018), menggunakan jenis perekat TRF dari kulit kayu mahoni juga yang diaplikasikan pada kayu pinus (*Pinus merkusii*), jabon, dan sengon (*Falcataria moluccana*) dengan kisaran kadar air di bawah 15% dan mencapai kadar air kesetimbangan.

Keteguhan Rekat

Keteguhan rekat merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas dari suatu perekatan. Pengujian keteguhan rekat dilakukan untuk melihat kinerja perekat dalam pembuatan papan laminasi (Susanto, 2013). Keteguhan rekat diketahui dengan melakukan uji geser pada kayu lamina yang direkat dan dilakukan dalam kondisi kering. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai keteguhan rekat tertinggi dimiliki oleh TBRF 0% diikuti oleh TBRF 5%, TBRF 15%, dan TBRF 25%. Namun keteguhan rekat dari semua papan laminasi tidak memenuhi standar JAS 234-2007 (nilai keteguhan rekat minimum 54 kg/cm²). Sementara hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antar penambahan konsentrasi berenuk pada perekat. Hal ini menandakan bahwa rendahnya nilai keteguhan rekat disebabkan oleh perekat tidak berpenetrasi dengan baik ke dalam kayu. Berdasarkan hasil penelitian Lestari (2018), perekat TRF lebih sesuai pada kayu berkerapatan rendah dibandingkan dengan kayu berkerapatan tinggi, di mana kayu sengon dan jabon memiliki kerapatan lebih rendah (masing-masing 0.34 g/cm³) sedangkan kayu jabon merah memiliki kerapatan yang lebih tinggi yaitu 0.45 g/cm³.

Uji Delaminasi

Vick (1999) mengemukakan bahwa salah satu indikator ketahanan perekat terhadap adanya tekanan pengembangan dan penyusutan akibat adanya kelembaban yang tinggi adalah dengan melakukan pengujian delaminasi. Hasil uji delaminasi pada air dingin pada setiap konsentrasi perekat TBRF yaitu 0% sebesar 0.00%, 5% sebesar 0.00%, 15% sebesar 38.31% dan 25% sebesar 63.43%. Hasil uji analisis ragam nilai delaminasi pada Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang nyata untuk nilai rata-rata delaminasi pada penambahan konsentrasi berenuk. Setelah dilakukan uji lanjut Duncan's (Tabel 3) menunjukkan bahwa perekat TBRF 0%, 5%, dan 15% berbeda secara signifikan dengan perekat TBRF 25%.

Tabel 1. Sifat fisis dan mekanis kayu laminasi

Jenis Kayu	Konsentrasi Perekat TBRF	Fisis		Mekanis
		Kerapatan (g/cm ³)	Kadar Air (%)	Keteguhan Geser (kg/cm ²)
Jabon Merah	0%	0.43 (0.04)	11.38 (0.25)	48.72 (13.85)
	5%	0.39 (0.02)	11.74 (0.83)	32.98 (6.48)
	15%	0.43 (0.03)	11.30 (0.24)	30.19 (15.85)
	25%	0.42 (0.01)	11.34 (0.28)	29.07 (14.88)

Catatan: Angka yang berada di dalam tanda kurung merupakan nilai standar deviasi.

Tabel 2. Analisis keragaman sifat fisis dan mekanis kayu laminasi

Parameter	Konsentrasi Perekat TBRF
Kerapatan	NS
Kadar Air	NS
Uji Delaminasi	*
Keteguhan Geser	NS

Catatan: *Berbeda signifikan ($p\text{-value} \leq 0.05$); NS = Tidak berbeda signifikan

Tabel 3. Uji lanjutan Duncan's *multi-range*

Konsentrasi Perekat	Rasio Delaminasi
TBRF 0%	0.00 ^{a*}
TBRF 5%	0.00 ^a
TBRF 15%	38.31 ^{ab}
TBRF 25%	63.43 ^b

Catatan: *Huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda secara signifikan

Tabel 4. Emisi formaldehida kayu laminasi

Jenis Kayu	Konsentrasi	Emisi (mg/L)	Klasifikasi*
Jabon Merah	0%	0.12	F****
	5%	0.12	F****
	15%	0.08	F****
	25%	0.14	F****

Keterangan : *Kategori berdasarkan JAS 234-2007

Berdasarkan standar JAS 234-2007 nilai delaminasi menggunakan perendaman air dingin (selama 6 jam) yang disyaratkan adalah 10% sehingga uji delaminasi dingin yang memenuhi syarat hanya pada TBRF 0% dan 5% sementara perekat TBRF 15% dan 25% tidak memenuhi standar. Hal ini disebabkan proses perekatan menghasilkan garis rekat yang kurang bagus dan diduga penambahan konsentrasi buah berenergi berpengaruh terhadap kualitas perekat. Berdasarkan nilai delaminasi menggunakan perendaman air dingin, diketahui bahwa kayu laminasi dengan konsentrasi perekat TBRF 0% dan 5% dapat digunakan untuk pemakaian produk interior, sedangkan pada konsentrasi perekat TBRF 15% dan 25% belum mampu bertahan terhadap kondisi yang ekstrim.

Emisi Formaldehida

Nilai emisi formaldehida pada Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi perekat TBRF pada kayu laminasi dari jabon merah terklasifikasi sebagai produk dengan *grade* F****. Hasil yang diperoleh serupa dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2015), di mana *grade* F**** menandakan produk laminasi yang dihasilkan memiliki kadar emisi terendah dan terbaik untuk digunakan.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji fisis dan mekanis, nilai kerapatan, kadar air, dan keteguhan rekat papan laminasi dari perekat TRF dengan konsentrasi berenergi 5%, 15%, dan 25% yang dihasilkan tidak berbeda secara signifikan dengan perekat TRF tanpa penambahan ekstrak berenergi (0%). Papan laminasi dengan perekat TBRF 0% dan TBRF 5% memenuhi persyaratan JAS 234-2007 pada pengujian delaminasi sehingga sesuai untuk digunakan pada produk komposit interior. Sementara itu, seluruh papan laminasi memenuhi standar JAS 234-2007 pada pengujian kadar air (minimum 12%) dan emisi formaldehida (dengan kategori F**** yakni terbaik dan terendah).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Hasanuddin atas *sponsorship* yang telah diberikan pada penelitian ini melalui program Hibah Penelitian Dosen Pemula UNHAS (Hibah PDP) 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianti, A., & Kusnadi, J. (2014). Ekstraksi anti bakteri dari daun berenuk (*Crescentia cujete* Linn) menggunakan metode ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(2): 28–35.
- Campo, M., Pinelli, P., & Romani, A. (2016). Hydrolyzable tannins from sweet chestnut fractions obtained by a sustainable and eco-friendly industrial process. *Natural Product Communications* 11(3): 409–415.
- Chun, S. W., Kim, S. H., Kim, C. H., Sohn, S. Y., Ahn, K. J., Chon, S., Cho, D. H., & Hwang, Y. C. (2016). A noisy carbohydrate addition. *Journal of Korean Diabetes* 17(3): 147–154. DOI: 10.4093/jkd.2016.17.3.147.
- Hendrik, J., Hadi, Y. S., Massijaya, M. Y., & Santoso, A. (2016). "Properties of laminated panels made from fast-growing species glued with mangium tannin adhesive," *BioResources* 11(3), 5949–5960. DOI: 10.15376/biores.11.3.5949-5960.
- Hadi, Y. S., Rahayu, I.S., & Danu, S. (2015). Termite resistance of jabon wood impregnated with methyl methacrylate. *Journal of Tropical Forest Science* 27(1): 25–29.
- Fajriani, E., Ruelle, J., Dlouha, J., Fournier, M., Hadi, Y.S., & Darmawan, W. (2013). Radial variation of wood properties of sengon (*Paraserianthes falcataria*) and jabon (*Anthocephalus cadamba*). *Journal of the Indian Academy of Wood Science* 10(2): 110–117.
- [JAS] Japan Agricultural Standard. (2007). Glued laminated timber. JAS 234. Tokyo (JP): Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries.
- Komariah, R. N., Hadi, Y. S., Massijaya, Y. M., & Suryana, J. (2015). Physical-mechanical properties of glued laminated timber made from tropical small-diameter logs grown in Indonesia. *Journal of Korean Wood Science and Technology* 43(2): 156–167.
- Lempang, M. (2014). Sifat dasar dan potensi kegunaan kayu jabon merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 3(2): 163–175.
- Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y.S., Hermawan, D., & Santoso, A. (2019). Physical and mechanical properties of glued-laminated lumber from fast-growing tree species using mahogany tannin adhesive. *Wood and Fiber Science* 51(2): 132–143.
- Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y. S., Hermawan, D., & Santoso, A. (2018). Physical and mechanical properties of glued laminated lumber of pine (*Pinus merkusii*) and jabon (*Anthocephalus cadamba*). *J Korean Wood Sci. Technol* 46(2):143–148. doi: 10.5658/WOOD.2018.46.2.143.
- Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y.S., Hermawan, D., & Santoso, A. (2015). Glulam properties of fast-growing species using mahogany tannin adhesive. *Bioresources* 10(4):7419–7433. doi: 10.15376/biores.10.4.7419-7433.
- Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. 2002. Perancangan Percobaan (dengan Aplikasi SAS dan Minitab) Jilid I Edisi kedua. Bogor (ID): IPB Press.
- Ruhendi, S., Koroh, D. N., Syamani, F. A., Yanti, H., Nurhaida, Saad, S., & Sucipto, T. (2007). Analysis of wood adhesion. Bogor (ID): IPB Press.
- Susanto, H. (2013). Karakteristik balok laminasi (Glulam) kayu ekaliptus (*Eucalyptus urophylla* ST. Blake). Skripsi IPB University.