

KETEGUHAN REKAT DAN EMISI FORMALDEHIDA PAPAN LAMINA ROTAN MENGGUNAKAN PEREKAT TANIN FORMALDEHIDA (*Bonding Strength and Formaldehyde Emission of Rattan Laminated Board using Tanin Formaldehyde Resin*)

Rohmah Pari, Abdurachman, & Adi Santoso

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jalan Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16610. Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 8633413
E-mail: rohmahpari@gmail.com

Diterima 2 Januari 2018, direvisi 10 September 2018, disetujui 06 Maret 2019

ABSTRACT

Composite products made of rattan have a decorative value and potentially can be developed for current market demand. Rattan laminated board is expected to perform effective as a substitution material for wooden furniture. The aim of this research is to determine technology of making laminated rattan board from large rattan species which having diameter of more than 30 mm using phenol based adhesive from organic resources, i.e. bark (mangium, mahoni) and merbau sawdust. The laminated rattan board sizing of 1.5 cm x 7.5 cm x 90 cm were made of five layers which spreaded on one side of the surface and hot pressed with 10 kg/cm² specific pressure for three hours. Testing of rattan laminated board products includes bonding strength and formaldehyde emissions, and also the bonding strength value of samples from the National Rattan Innovation Center (PIRNas) as a comparison. Results show that bonding strength and formaldehyde emissions of the rattan laminated board was influenced by interaction type of tannin-formaldehyde, pressing temperature, and glue spread. The best quality adhesive performance of rattan boards was obtained on the use of tannin-formaldehyde mangium resin with formaldehyde emissions with a glue spread of 200 g/m² surfaces and 100°C pressing temperature, with formaldehyde emission within the safe limits. Approximately 28% of the experimental rattan laminated boards possessed bonding strength which exceeds bonding strength value of the PIRNas board, which used synthetic resin based on the imported phenolic adhesive.

Keywords: Rattan, laminated board, tannin formaldehyde resin, formaldehyde emission

ABSTRAK

Produk komposit dari rotan memiliki nilai dekoratif dan berpotensi untuk dikembangkan terhadap minat pasar saat ini. Papan rotan lamina diharapkan dapat digunakan sebagai bahan substitusi mebel kayu. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan papan rotan lamina dari jenis rotan besar berdiameter lebih dari 30 mm dengan perekat berbasis fenol dari kulit kayu mangium, kulit kayu mahoni, dan serbuk kayu gergajian merbau. Papan lamina rotan berukuran 1,5 cm x 7,5 cm x 90 cm terbuat dari lima lapis yang dilabur pada salah satu sisi permukaan dan dikempa panas dengan tekanan spesifik 10 kg/cm² selama tiga jam. Pengujian produk papan lamina rotan meliputi keteguhan rekat dan emisi formaldehida, serta nilai keteguhan rekat contoh uji dari Pusat Inovasi Rotan Nasional (PIRNas) sebagai pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keteguhan rekat dan emisi formadehida papan lamina rotan dipengaruhi oleh interaksi jenis bahan baku tanin, suhu kempa dan bobot labur. Kualitas rekat papan rotan terbaik diperoleh pada penggunaan perekat tanin formaldehida mangium berbobot labur 200 g/m² permukaan dan suhu kempa 100°C, dengan emisi formaldehida yang masih dalam batas aman. Lebih lanjut, dari sekitar 28% papan lamina rotan hasil percobaan, nilai keteguhan rekatnya melebihi nilai keteguhan rekat papan PIRNas yang menggunakan perekat sintesis impor berbasis fenolik.

Kata kunci: Rotan, papan lamina, perekat tanin formaldehida, emisi formaldehida

I. PENDAHULUAN

Rotan yang digunakan oleh pengrajin untuk dijadikan produk saat ini umumnya rotan berkualitas baik dengan diameter kurang dari 30 mm dari jenis tertentu dan laku di pasar (Rachman & Jasni, 2013). Terdapat banyak jenis rotan (20–30 jenis) yang tidak dimanfaatkan, termasuk yang berdiameter lebih dari 30 mm, dan dibiarkan di hutan.

Kebutuhan pasar terhadap produk yang memiliki nilai dekoratif seperti elemen interior berbahan rotan diminati para konsumen dalam penggunaannya pada bangunan komersial (Tjiasmanto, 2017). Produk rotan yang ada saat ini dibuat dan dibentuk dari rotan sesuai bentuk aslinya (batang silinder) sedangkan produk rotan dari komposit rotan dengan perekat tanin yang digunakan secara komersial belum ada. Kemajuan dalam teknologi perekatan memberi peluang alternatif pengolahan sumber daya rotan menjadi produk komposit.

Pembuatan papan rotan laminasi merupakan salah satu kegiatan penelitian dan pengembangan rotan yang telah dilakukan oleh Pusat Inovasi Rotan Nasional (PIRNas) (Ulinuha, 2015). PIRNas sebagai lembaga di bawah Kementerian Perindustrian berperan langsung dalam pengembangan dan peningkatan nilai eksistensi rotan Indonesia baik di pasar lokal maupun global (Kurniadi, 2016). PIRNas merintis pembuatan rotan komposit skala pilot dari rotan berdiameter lebih dari 30 mm menjadi papan rotan menggunakan perekat resorsinol formaldehida akan tetapi belum dilengkapi dengan data kualitas dari produk tersebut (Tellu, 2014).

Penggunaan perekat impor pada produk komposit menjadi kendala tersendiri terhadap besarnya biaya produksi sehingga perlu ada upaya mengurangi kebergantungan penggunaan perekat impor (Santoso, Iskandar, & Jasni, 2014). Produk komposit yang dibuat menggunakan perekat berbasis fenol telah dipelajari seperti dalam perekatan kayu (Santoso & Abdurachman, 2016), perekatan kayu lapis (Mathur, Sharma, Shukla, & Soni, 2012; Santoso, 1999), perekatan produk laminasi bambu (Santoso, Sulastiningsih, Pari, & Jasni, 2016b), perekatan *phy*-bambu (Santoso, Hadi, & Malik, 2012), perekatan papan

lamina campuran (Santoso, Pari, & Jasni, 2015), perekatan balok lamina (Lestari, Hadi, Hermawan, & Santoso, 2015), perekatan papan partikel (Lee, Kim, Kim, & Kim, 2013), dan perekatan papan serat (Roffael, Schneider, & Dix, 2015). Selain itu, penggunaan perekat tanin pada produk komposit kayu dan produk komposit bambu belum tentu menghasilkan keteguhan rekat yang sama dengan penggunaan perekat tanin pada pembuatan produk komposit rotan.

Limbah kayu mengandung tanin dan dapat digunakan sebagai perekat di mana kandungan tanin dari setiap jenis pohon berbeda (Santoso, 1999; Santoso, Malik, & Hadi, 2015). Beberapa penelitian menggunakan tanin dari limbah kayu sebagai perekat seperti limbah kulit kayu mangium (Hendrik, Hadi, Massijaya, & Santoso, 2016; Rachmawati, Sugita, & Santoso, 2018), limbah kulit kayu mahoni (Supriatna, 2017) dan limbah serbuk kayu gergajian merbau (Surya, 2018) menunjukkan nilai emisi formaldehida yang memenuhi standar dan memberikan peluang penggunaan perekat tanin pada pembuatan produk eksterior.

Produk komposit rotan diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi produk pengolahan rotan dan dapat digunakan sebagai bahan substitusi kayu pertukangan. Tulisan ini mempelajari teknologi pembuatan papan lamina rotan menggunakan beberapa jenis perekat tanin dari bahan baku yang berbeda, yakni ekstrak tanin kulit kayu mangium, ekstrak tanin kulit kayu mahoni, dan ekstrak tanin serbuk kayu gergajian merbau yang diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti perekat impor dan lebih ramah lingkungan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan penelitian menggunakan bilah rotan *Calamus zollingeri* Becc. berdiameter > 30 mm yang diperoleh dari PIRNas, Palu, Sulawesi Tengah. Bilah-bilah rotan tersebut direkatkan dengan perekat berbasis fenol dari ekstrak kulit kayu mangium dan mahoni, serta serbuk kayu gergajian merbau. Selanjutnya kegiatan pengeringan, perekatan, dan pengujian

menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, Jawa Barat.

B. Metode

Bilah rotan berukuran 1,5 cm x 1,5 cm x 90 cm berkadar air 10–15%, digoreng dengan campuran minyak tanah dan air untuk mempercepat pengeringan, serta diberi bahan pengawet larutan boron (campuran boraks dan asam borat) berkonsentrasi 7% dengan cara rendaman dingin selama 2 jam. Perkat tanin formaldehida masing-masing dibuat dengan mengekstrak kulit kayu mangium dan mahoni, serta mengekstrak serbuk kayu gergajian merbau menggunakan ekstraktor.

Ekstraksi dilakukan dengan mencampurkan air dan kulit kayu atau serbuk kayu dengan perbandingan 1:3 (b/b) yang dipanaskan pada suhu 80°C selama 3 jam, kemudian disaring agar ekstrak yang diperoleh terpisah dari serbuknya, sebagaimana diuraikan juga dalam Santoso et al. (2016b) untuk pembuatan produk laminasi bambu. Proses ekstraksi diulang dua kali dengan perbandingan yang sama. Perkat tersebut digunakan untuk membuat papan lamina rotan lima lapis berukuran 1,5 cm x 7,5 cm x 90 cm. Pelaburan dilakukan pada salah satu sisi permukaan komponen panel kemudian dikempa dengan tekanan spesifik 10 kg/cm² selama 3 jam.

Kualitas papan lamina rotan ditelaah setelah contoh uji didiamkan pada suhu ruang selama satu minggu. Pengujian produk papan lamina rotan kondisi kering meliputi emisi formaldehida dan keteguhan rekat, masing-masing mengacu pada standar Japan Agricultural Standard (JAS) *Glued Laminated Timber* JAS 234-2003 (JAS, 2003) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) Cara uji emisi formaldehida panel kayu metode desikator gelas SNI 79.060.1-2005 (SNI, 2005) serta nilai contoh uji buatan PIRNas (Santoso, Sulastiningsih, Jasni, Abdurachman, Pari, & Tellu, 2016a) dengan produk serupa menggunakan perkat komersial (resorsinol formaldehida).

C. Analisis Data

Hasil pengujian produk ditabulasi, dihitung rataannya, dan diolah secara statistik menggunakan rancangan acak lengkap dengan

percobaan faktorial. Perlakuan dalam kegiatan penelitian ini meliputi proses pengempaan, bobot labur perkat, dan jenis perkat tanin. Proses pengempaan (faktor perlakuan A) dilakukan pada suhu kempa 60°C dan 100°C. Bobot labur perkat (faktor perlakuan B) yang dilaburkan bervariasi antara lain 100 g/m², 150 g/m² dan 200 g/m² permukaan. Jenis perkat tanin (faktor perlakuan C) yang dipakai adalah merbau, mangium, dan mahoni. Masing-masing perlakuan tersebut dilakukan sebanyak 4 kali. Bila perlakuan berpengaruh terhadap parameter uji, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata (Ott, 1994; Sudjana, 2006).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Perkat Tanin

Perkat tanin yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber bahan baku yang berbeda, yaitu mangium, mahoni, dan merbau. Karakteristik dari masing-masing perkat yang digunakan disajikan dalam Tabel 1. Spesifikasi jenis perkat tanin yang disintesis dari bahan baku alami seperti merbau, mangium, dan mahoni secara fisik memiliki sifat yang relatif serupa satu dengan yang lain. Kadar padatan mengindikasikan kadar resin yang terkandung dalam perkat, yang cenderung berbanding lurus dengan kekentalan, bobot jenis, dan waktu gelatinasinya. Kadar resin yang tinggi menyebabkan kekentalan dan bobot jenis perkat yang tinggi sementara waktu gelatinasi cenderung semakin lama.

Santoso et al. (2016b) menyatakan bahwa perkat dengan kadar padatan tinggi akan memiliki sifat rekat yang tinggi, namun apabila sifat gelatinasinya singkat akan menyebabkan *pot life* pada proses perekatan menjadi singkat sehingga bahan lamina harus segera direkat karena perkat akan cepat mengental dan mengering saat perkat dilaburkan dengan demikian daya rekat menjadi rendah.

Maloney (1977) mengemukakan bahwa resin dengan kadar padat tinggi dan viskositas yang sesuai akan membuat resin dapat menembus pori kayu dan membentuk ikatan dengan optimal, sehingga kualitas perekatan memuaskan. Hasil penelitian Santoso et al. (2016b) menunjukkan bahwa perkat dengan viskositas yang tinggi

Tabel 1. Spesifikasi perekat tanin formaldehida yang digunakan untuk pembuatan papan lamina rotan*)**Table 1. Tannin formaldehyde resin specifications used for making rattan laminated board*)**

Sifat (<i>Properties</i>)	Jenis perekat (<i>Types of adhesive</i>)		
	Mangium	Mahoni	Merbau
Organoleptik – Uji visual (<i>Organoleptic - Visual test</i>): Bentuk (<i>Phase</i>) dan Warna (<i>Colour</i>)	Cairan Merah gelap (<i>Dark red liquid</i>)	Cairan Merah gelap (<i>Dark red liquid</i>)	Cairan Merah gelap (<i>Dark red liquid</i>)
pH	10,50	10,50	10,50
Kekentalan (<i>Viscosity</i> , Poise)	12,31	11,48	12,13
Bobot jenis (<i>Specific gravity</i>)	1,08	1,05	1,07
Kadar padatan (<i>Solid content</i> , %)	18,29	15,36	17,73
Formaldehida bebas (<i>Free formaldehyde</i> , %)	0,053	0,061	0,055
Waktu tergelatinasi (<i>Gelatinous time</i>), menit (<i>minutes</i>)	278	264	261

Keterangan (*Remarks*): *) = Rata-rata dari 3x ulangan (*Means of 3 replicates*)

maka *pot life*-nya akan lebih singkat dan lebih cepat mengeras, sehingga kualitas daya rekat relatif rendah. Pizzi (1994) menyatakan bahwa nilai minimum *pot life* perekat yang dianjurkan sekitar 88 menit. Di pihak lain, Vick (1999) mengemukakan bahwa ikatan daya rekat maksimum diperoleh jika seluruh permukaan adheren dilaburi perekat sehingga ikatan daya tarik antara molekul perekat dan molekul kayu lebih sempurna sehingga peningkatan kadar resin padat cenderung meningkatkan kualitas perekatan.

Kadar formaldehida bebas menunjukkan kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembentukan suatu polimer (SNI, 1998). Penetapan kadar formaldehida dimaksudkan untuk mengetahui jumlah formaldehida yang tidak bereaksi dalam proses perekatan, dan kemungkinan tingkat emisi yang terjadi sebagai akibat formaldehida yang dilepaskan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formaldehida bebas yang terjadi dalam perekat hayati ini masih dalam batas aman karena perekat yang mengandung formaldehida kurang dari 3% sebagaimana dipersyaratkan oleh SNI (1998).

Tabel 2. Analisis keragaman keteguhan rekat dan emisi formaldehida**Table 2. Analysis of variances on bonding strength and formaldehyde emission**

Sumber keragaman (<i>Source of variation</i>)	db (<i>df</i>)	Keteguhan rekat (<i>Bonding strength</i>)			Emisi formaldehida (<i>Formaldehyde emission</i>)		
		Jumlah Kuadrat (<i>Sum of squares</i>)	Rata-rata kuadrat (<i>Mean square</i>)	F-hitung (<i>F-calculation</i>)	Jumlah Kuadrat (<i>Sum of squares</i>)	Rata-rata kuadrat (<i>Mean square</i>)	F-hitung (<i>F-calculation</i>)
Suhu kempa (<i>Pressing temperature</i>), A	1	409,123	409,123	7338,834 ^{sn}	0,030	0,030	143,925 ^{sn}
Bobot labur (<i>Glue spread</i>), B	2	1178,174	589,087	10567,019 ^{sn}	2,900	1,450	6905,860 ^{sn}
Jenis perekat (<i>Types of adhesive</i>), C	2	1328,307	664,154	11913,563 ^{sn}	15,320	7,660	36484,630 ^{sn}
A * B	2	399,639	199,820	3584,355 ^{sn}	0,466	0,233	1109,842 ^{sn}
A * C	2	925,730	462,865	8302,854 ^{sn}	0,184	0,092	438,071 ^{sn}
B * C	4	372,437	93,109	1670,192 ^{sn}	4,434	1,109	5279,974 ^{sn}
A * B * C	4	1034,417	258,604	4638,835 ^{sn}	1,024	0,256	1219,059 ^{sn}
Galat (<i>Error</i>)	54	3,010	0,056		0,011	0,000	
Total (<i>Total</i>)	72	56546,757			36,243		

Keterangan (*Remarks*): sn = Sangat nyata pada taraf (*Highly significant at*) 1%, db (*df*) = Derajat kebebasan (*Degree of freedom*)

B. Keteguhan Rekat dan Emisi Formaldehida Papan Lamina Rotan

Pengujian perekat tanin sebagai perekat papan lamina rotan perlu ditelaah dengan pendekatan pengujian keteguhan rekat pada contoh uji papan lamina rotan. Pengujian emisi formaldehida pada produk perekatannya pun perlu dilakukan karena perekat berbasis hayati ini menggunakan formaldehida dalam formulasinya. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu pengempaan, bobot labur, jenis bahan perekat, dan keterkaitan antar masing-masing faktor berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat dan emisi formadehida (Tabel 2).

Interaksi ketiga faktor perlakuan (suhu pengempaan, bobot labur, dan jenis bahan perekat) memberikan nilai uji beda sangat nyata baik terhadap keteguhan rekat maupun terhadap emisi formadehida. Secara umum, terdapat kecenderungan semakin tinggi suhu pengempaan dan semakin banyak bobot labur

dalam penggunaan perekat tanin dari ekstrak tanin kulit kayu maka semakin tinggi nilai keteguhan rekat dan emisi formaldehida yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh ikatan kimia antara perekat dengan sirekat, jumlah perekat tanin yang dilaburkan, dan suhu kempa yang digunakan pada proses pembuatan papan lamina rotan. Papan lamina rotan yang menggunakan perekat tanin ini memiliki nilai keteguhan rekat berkisar antara 13,25–40,36 kg/cm² dengan emisi formaldehida berkisar antara 0,025–2,121 mg/L, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa papan lamina rotan menggunakan perekat tanin dari ekstrak kulit mangium memiliki kecenderungan nilai keteguhan rekat dan emisi formadehida yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedua jenis perekat lainnya, baik pada suhu pengempaan 60°C dan 100°C maupun pada pelaburan perekat 100 g/m², 150 g/m², dan 200 g/m² permukaan. Peningkatan bobot labur mengakibatkan bertambahnya jumlah perekat per

Tabel 3. Nilai rata-rata keteguhan rekat dan emisi formaldehida papan lamina rotan
Table 3. Bonding strength and formaldehyde emission average of rattan laminated board

Suhu kempa (Pressing temperature, °C)	Bobot labur (Glue spread, g/m ²) permukaan (surface)	Jenis perekat (Types of adhesive)	Parameter Uji (Test parameters)			
			Keteguhan Rekat (Bonding strength, kg/cm ²)		Emisi Formaldehida (Formaldehyde emission, mg/L)	
			$\bar{X} \pm Sd^{**}$	KK (%)	$\bar{X} \pm Sd^{**}$	KK (%)
60	100	merbau	14,63 ± 0,333 b	2,27	0,075 ± 0,003 b	4,22
	150		17,57 ± 0,314 d	1,79	0,145 ± 0,003 cd	1,90
	200		28,58 ± 0,206 i	0,72	0,175 ± 0,002 d	1,36
	100	mangium	39,27*± 0,167 n	0,43	0,538 ± 0,028 e	5,14
	150		36,59*± 0,197 m	0,54	1,082 ± 0,018 f	1,68
	200		29,50 ± 0,168 j	0,57	1,283 ± 0,028 h	2,16
	100	mahoni	13,25 ± 0,105 a	0,79	0,025 ± 0,001 a	5,08
	150		15,84 ± 0,102 c	0,65	0,075 ± 0,002 b	2,79
	200		22,60 ± 0,358 f	1,58	0,075 ± 0,003 b	3,55
100	100	merbau	20,70 ± 0,338 e	1,63	0,044 ± 0,003 ab	7,19
	150		25,55 ± 0,325 g	1,27	0,065 ± 0,003 b	4,48
	200		35,62*± 0,210 l	0,59	0,124 ± 0,004 c	2,89
	100	mangium	13,70 ± 0,111 a	0,81	0,173 ± 0,001 d	0,75
	150		36,52*± 0,183 m	0,50	1,152 ± 0,035 g	3,02
	200		40,36*± 0,284 o	0,70	2,121 ± 0,025 i	1,17
	100	mahoni	27,31 ± 0,095 h	0,35	0,045 ± 0,004 ab	7,73
	150		29,42 ± 0,298 j	1,01	0,054 ± 0,004 ab	6,69
	200		31,55 ± 0,138 k	0,44	0,063 ± 0,001 b	2,07

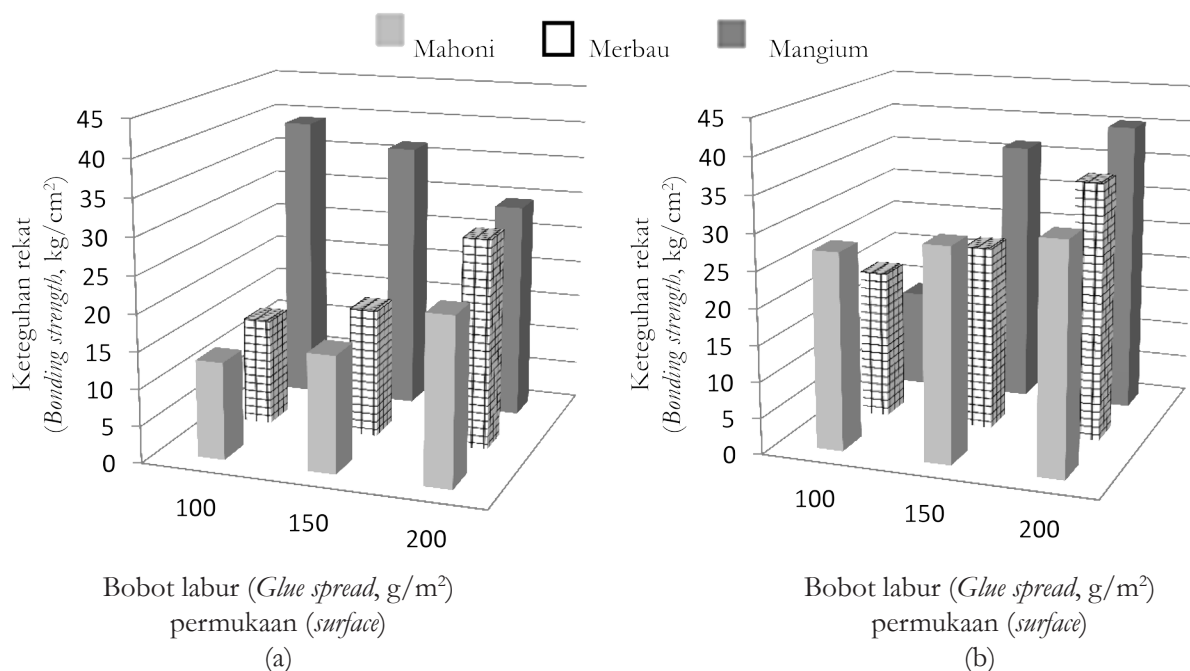
Keterangan (Remarks): $\bar{x}$ = Nilai rerata (Mean value), Sd = Simpangan baku (Standard deviation), KK = Koefisien keragaman (Coeff. of variation), ** = Nilai rata-rata diikuti huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata (Mean value followed by the same letter means not significantly different), * = Nilai keteguhan rekat contoh uji melebihi nilai keteguhan rekat contoh uji buatan PIRNas (The bonding strength value of sample exceeds the bonding strength value of PIRNas sample) 35,49 kg/cm² (Santoso et al., 2016a)

satuan luas permukaan sirekat dan berpeluang meningkatkan emisi formaldehida. Namun di sisi lain dengan meningkatnya jumlah perekat per satuan permukaan sirekat menyebabkan semakin banyaknya ikatan kimia antara molekul-molekul perekat dengan sirekat sehingga menghasilkan daya rekat yang lebih baik. Selain itu, suhu kempa yang lebih tinggi mempercepat proses *curing* perekat manakala ikatan antara perekat dengan sirekat telah terbentuk, dengan demikian gaya *interlock* ikatan antara kedua molekul itu menjadi lebih kuat dan mengakibatkan keteguhan rekat menjadi lebih baik.

Namun demikian, kecenderungan di atas tidak terjadi pada penggunaan perekat mangium berbobot labur 100 g/m^2 permukaan dengan suhu kempa 100°C yang memberikan nilai keteguhan rekat yang rendah, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Di pihak lain, penggunaan perekat mangium berbobot labur 100 g/m^2 permukaan dengan suhu kempa 60°C memiliki nilai keteguhan rekat yang tinggi. Hal tersebut ditengarai oleh perbedaan karakter tanin dari masing-masing bahan baku. Kecenderungan ini memerlukan penelitian lebih lanjut.

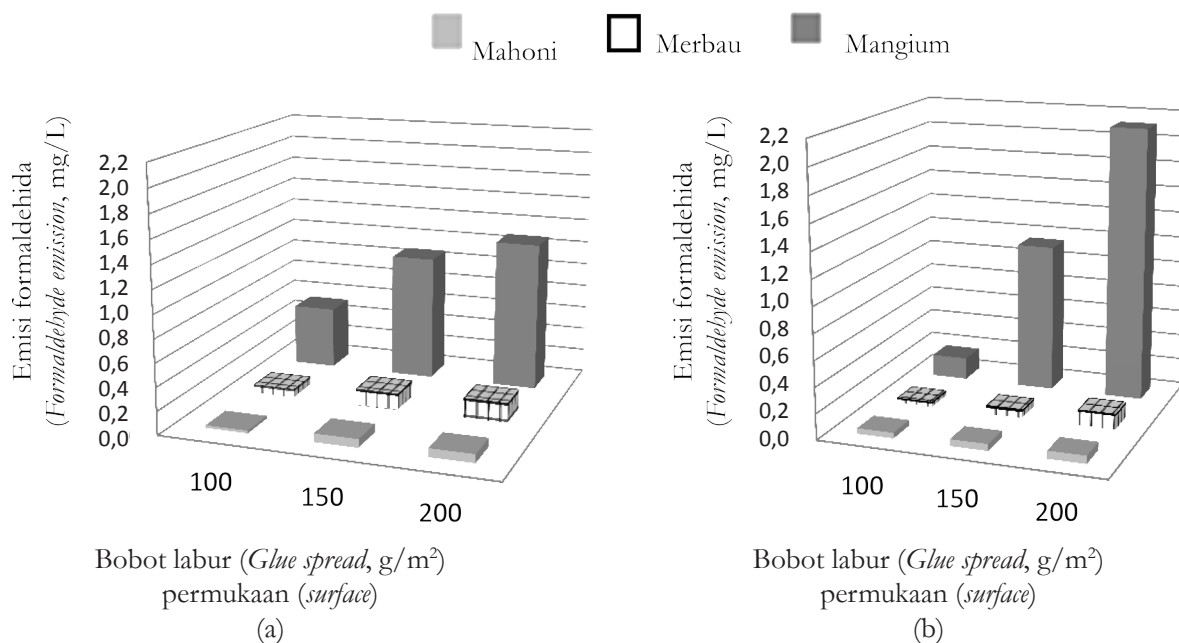
Nilai keteguhan rekat dan emisi formadehida yang tinggi dalam penggunaan perekat tanin mangium dibandingkan dengan penggunaan perekat tanin merbau dan perekat tanin mahoni, sebagaimana terlihat pada Gambar 1 dan Gambar 2, menunjukkan bahwa ekstrak tanin yang diperoleh dari bahan baku (jenis pohon) yang berbeda memiliki kualitas perekatan yang berbeda pula, di mana jenis bahan perekat berbasis tanin mangium memperlihatkan kinerja yang lebih baik dalam hal keteguhan rekatnya. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar padatan perekat mangium (Tabel 1) dibandingkan dengan merbau dan mahoni. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Santoso (1999) dan Santoso et al. (2016b).

Emisi formaldehida tertinggi ($2,121 \text{ mg/L}$) dalam penelitian ini dicapai oleh papan lamina rotan yang menggunakan perekat tanin mangium, sementara emisi formaldehida terendah dicapai oleh produk serupa yang menggunakan perekat tanin mahoni ($0,025 \text{ mg/L}$), yang menurut standar tergolong pada klasifikasi produk rendah emisi ($F^* - F^{****}$) (JAS, 2003). Hasil pengujian pada papan lamina rotan menunjukkan terdapat lima contoh



Gambar 1. Histogram keteguhan rekat papan lamina rotan pada suhu kempa 60°C (a) dan 100°C (b)

(Figure 1. Histogram of laminated rattan board bonding strength of 60°C (a) and 100°C (b) pressing temperatures)



Gambar 2. Histogram emisi formaldehida papan lamina rotan pada suhu kempa 60°C (a) dan 100°C (b)

(Figure 2. Histogram of laminated rattan board formaldehyde emission at 60°C (a) and 100°C (b) pressing temperatures)

uji (28%) yang nilai keteguhan rekatnya melebihi nilai keteguhan rekat contoh uji produk buatan PIRNas di mana empat contoh uji di antaranya menggunakan perekat tanin formaldehida dari mangium dan satu contoh uji menggunakan perekat tanin formaldehida dari merbau. Selain itu, nilai keteguhan rekat papan lamina rotan tersebut setara dengan papan lamina yang dibuat dari bilah bambu andong, mayan, dan betung dengan menggunakan perekat dari ekstrak serbuk kayu merbau (21,46–33,52 kg/cm²) (Santoso et al., 2016b), akan tetapi lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Muthmainnah (2011) pada produk lamina dari jenis campuran kayu kecapi dan sengan (18,99 kg/cm²) yang menggunakan perekat isosianat (P.I. Bond).

KESIMPULAN

Rotan komposit berupa papan rotan lamina dapat dibuat dari rotan dengan diameter batang lebih dari 30 mm dengan kombinasi tiga faktor, yang meliputi suhu pengempaan, bobot labur perekat, dan jenis perekat berbasis tanin. Berdasarkan hasil penelitian, masing-masing perlakuan dan keterkaitan ketiga faktor tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan

rekat maupun emisi formadehida. Dari semua contoh uji, 28% papan lamina rotan yang diuji memiliki nilai keteguhan rekat yang melebihi nilai keteguhan rekat produk serupa dari PIRNas. Papan rotan dengan nilai keteguhan rekat terbaik adalah papan lamina rotan dengan menggunakan perekat tanin mangium berbobot labur 200 g/m² permukaan dengan suhu kempa 100 °C, dan emisi formadehida sebesar 2,121 mg/L yang menurut standar JAS 234-2003 tergolong kategori F*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dra. Jasni, M.Si, Dr. I.M. Sulastiningsih, M.Sc., dan. Prof. Dr. Andi Tanra Tellu, M.S. yang telah memberi arahan dan saran dalam penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain dan rancangan percobaan dilakukan oleh RP, ABD, dan AS. Pengambilan data dilakukan oleh RP, ABD, dan AS. Analisis data dilakukan oleh RP dan AS dan penulisan manuskrip dilakukan oleh RP dan AS. Perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh RP, ABD, dan AS.

DAFTAR PUSTAKA

- Hendrik, J., Hadi, Y. S., Massijaya, M. Y., & Santoso, A. (2016). Properties of laminated composite panels made from fast-growing species glued with mangium tannin adhesive. *BioResources*, 11(3), 5949–5960. doi: 15376/biores.11.3.5949-5960.
- Japanese Agricultural Standard, (JAS). (2003). *Glued laminated timber* (JAS 234-2003). Japanese Plywood Inspection Corporation (JPIC), Tokyo.
- Kurniadi, M. A. (2016). *Perancangan interior gedung Pusat Inovasi Rotan Nasional (PIRNas) di Kota Palu (Pendekatan eksplorasi material rotan laminasi sebagai elemen interior)*. (Skripsi Sarjana). Program Studi Desain Interior, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Bandung.
- Lee, J. H., Kim, J., Kim, S., & Kim, J. T. (2013). Characteristics of particleboards using tannin resin as novel environment-friendly adhesion system. *Indoor and Built Environment*, 22(1), 61–67. doi: 10.1177/1420326X12469552.
- 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.
- Maloney, T. M. (1977). *Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing*. San Fransisco: Miller-freeman publication.
- Mathur, S., Sharma, P., Shukla, K. S., & Soni, P. L. (2012). Potential of tannins for exterior grade plywood. *Forest Products Journal*, 62(7–8), 559–565. doi: 10.13073/ FPJ-D-12-00060.1.
- Muthmainnah. (2011). *Pembuatan cross laminated timber (CLT) dari kayu sengon dan kecapi*. (Tesis Pascasarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ott, L. (1994). *Statistical methods and data analysis* (Fourth). Boston, USA: Duxbury Press.
- Pizzi, A. (1994). *Tannin base wood adhesive and preservative chemistri and tecnology*. New York: Marcel Dekker.
- Rachman, O., & Jasni. (2013). *Rotan. Sumberdaya, sifat dan pengolahannya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Rachmawati, O., Sugita, P., & Santoso, A. (2018). Sintesis perekat tanin resorsinol formaldehida dari ekstrak kulit pohon mangium untuk peningkatan kualitas batang sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(1), 33–46. doi: 10.20886/jphh.2018.36.1. 33-46.
- Roffael, E., Schneider, T., & Dix, B. (2015). Influence of moisture content on the formaldehyde release of particle- and fibreboards bonded with tannin–formaldehyde resins. *European Journal of Wood and Wood Products*, 73(5), 597–605. doi: 10.1007/s00107-015-0921 -1.
- Santoso, A. (1999). Penelitian pemanfaatan tanin sebagai perekat kayu lapis. *Dalam E. S. Bakar, Y. S. Hadi, & L. Karlinsari (Eds.), Hasil-Hasil Penelitian Bidang Teknologi Hasil Hutan. Proceedings Seminar Nasional - I Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) 24 September 1998* (pp. 79–89). Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Santoso, A., & Abdurachman. (2016). Karakteristik ekstrak kulit kayu mahoni sebagai bahan perekat kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 269–284. doi: 10.20886/jphh.2016.34.4.269-284.
- Santoso, A., Hadi, Y. S., & Malik, J. (2012). Tannin resorcinol formaldehyde as potential glue for the manufacture of plybamboo. *Journal of Forestry Research*, 9(1), 10–15. doi: 10.20886/ijfr.2012.9.1.10-15.

- Santoso, A., Iskandar, M. I., & Jasni. (2014). Pemanfaatan ekstrak cair limbah kayu merbau sebagai bahan perekat balok lamina. *Dalam* Dulsalam, G. Pari, A. Santoso, Djarwanto, & Krisdianto (Eds.), *Prosiding Ekspose Hasil Penelitian "Teknologi Peningkatan Nilai Tambah Hasil Hutan"* (pp. 75–86). Bogor: Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Diakses dari http://www.forda-mof.org/files/Gabungan_Ekspose20132_kecil.pdf pada tanggal 8 Maret 2018.
- Santoso, A., Malik, J., & Hadi, Y. S. (2015). *Seri paket iptek: Teknik pembuatan dan aplikasi perekat resorsinol dari ekstrak limbah kayu merbau*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor: Diakses dari http://www.forda-mof.org/files/Resorsi_nol_dari_Ekstrak_Limbah_Kayu_Merbau.pdf pada tanggal 3 Desember 2017.
- Santoso, A., Pari, G., & Jasni, J. (2015). Kualitas papan lamina dengan perekat resorsinol dari ekstrak limbah kayu merbau. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(3), 253–260. doi: 10.20886/jphh.2015.33.3.253-260.
- Santoso, A., Sulastiningsih, I. M., Jasni, Abdurachman, Pari, R., & Tellu, T. (2016a). Teknologi pembuatan rotan komposit. *Laporan Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Santoso, A., Sulastiningsih, I. M., Pari, G., & Jasni. (2016b). Pemanfaatan ekstrak kayu merbau untuk perekat produk laminasi bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(2), 89–100. doi: 10.20886/jphh.2016.34.2.89-100.
- Standar Nasional Indonesia, (SNI). (1998). *Kumpulan SNI Perekat*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, (SNI). (2005). *Cara uji emisi formaldehida panel kayu metode desikator gelas (SNI 79.060.1-2005)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Sudjana. (2006). *Desain dan analisis eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Supriatna, T. F. (2017). *Aplikasi kopolimer tanin resorsinol formaldehida dari ekstrak kulit kayu mahoni (Swietenia mahagoni) untuk peningkatan kualitas batang kelapa sawit*. (Skripsi Sarjana). Universitas Pakuan, Bogor.
- Surya, G. (2018). *Upaya peningkatan kualitas batang kelapa sawit dengan kompregnan dari ekstrak kayu merbau (Intsia bijuga)*. (Skripsi Sarjana). Universitas Pakuan, Bogor.
- Tellu, A. T. (2014). Kemenperin diminta tetapkan jenis papan rotan. Diakses dari <http://www.jurnas.com/halaman/28/2014-03-28/294155> pada tanggal 8 Mei 2014.
- Tjiasmanto, B. (2017). Perancangan modular panel dekoratif berbahan dasar rotan untuk interior bangunan komersial. *Intra*, 5(2), 286–295. Diakses dari <http://publication.petra.ac.id/index.php/desain-interior/article/view/5796> pada tanggal 8 Maret 2018.
- Ulinnuha, M. K. (2015). Desain gitar akustik berbahan rotan. *Jurnal Sains Dan Seni*, 4(2), 76–81. Diakses dari http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/13991 pada tanggal 4 April 2017.
- Vick, C. B. (1999). Adhesive bonding of wood material. *Wood Handbook, Wood as an engineering material*. New York: Forest Product Society. doi: 10.2737/FPL-GTR-113.