

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

e1394f387edb0e69fb15c9db95ff21c4c3dc1da0be86e9eb6774bbce7c93df96

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

PENGARUH PRAPERLAKUAN BAHAN BAKU TERHADAP KUALITAS PAPAN LAMINA ROTAN

(The Effect of Raw Material Pre-treatment on The Quality of Rattan Laminated Board)

Adi Santoso, Gustan Pari, Krisdianto, Karnita Yuniarti, Jasni & Heru Wibisono

Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Km 36 Cibinong 16911, Telp.: (0251) 8633378

E-mail: profadisantoso@gmail.com

Diterima 20 Februari 2022, direvisi 5 Juli 2022, disetujui 13 Juli 2022

ABSTRACT

Rattan has the potential to be developed into composite products with gluing technology into laminated rattan. However, as a raw material, rattan has a weakness, namely that it contains chemical components that inhibit the adhesive bond with the chemical molecules of rattan. In an effort to overcome this, a technique for making composite rattan was carried out in order to obtain data on the effect of pretreatment on rattan as a raw material. Rattan as a raw material is first dried by microwave, hydrothermal evaporation and conventional methods in order to reduce the levels of adhesive chemical components contained in rattan. This paper presents the results of research on the technology of making laminated rattan from the Batang (*Calamus zolingerii*) large diameter (>20 mm) with mangium tannin adhesive. The results showed that the pre-treatment of rattan as a raw material in the form of drying by means of oven, steam, frying, hydrothermal, and microwave, each produced a different effect on the chemical components contained and the degree of crystallinity. The best rattan laminate board was obtained from rattan which was pretreated using a 1 kW microwave oven (input) with a maximum energy strength of 50%.

Keywords: Rattan Batang (*Calamus zolingerii*), pretreatment, tannin mangium adhesives, rattan laminated board

ABSTRAK

Rotan berpotensi dikembangkan menjadi produk komposit dengan teknologi perekatan menjadi rotan lamina. Namun sebagai bahan baku, rotan memiliki kelemahan, yakni mengandung komponen kimia yang bersifat menghambat ikatan perekat dengan molekul-molekul kimia rotan. Upaya mengatasi hal tersebut, dilakukan teknik penyempurnaan pembuatan rotan komposit guna memperoleh data efek perlakuan pendahuluan pada rotan sebagai bahan baku. Rotan sebagai bahan baku terlebih dahulu dikeringkan dengan gelombang mikro, penguapan hidrotermal dan cara konvensional guna menurunkan kadar komponen kimia penghambat perekatan yang terkandung dalam rotan. Tulisan ini menyajikan hasil penelitian tentang teknologi pembuatan rotan lamina dari jenis Batang (*Calamus zolingerii*) berdiameter besar (>20 mm) dengan perekat tanin mangium. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan pendahuluan pada rotan sebagai bahan baku berupa pengeringan dengan cara oven, steam, penggorengan, hidrotermal, dan gelombang mikro, masing-masing menghasilkan efek yang berbeda terhadap komponen kimia yang terkandung dan derajat kristalinitasnya. Papan lamina rotan terbaik diperoleh dari rotan yang diberi perlakuan pendahuluan menggunakan gelombang mikro oven 1 kW (input) dengan kekuatan energi maksimum 50%.

Kata kunci: Rotan batang (*Calamus zolingerii*), perlakuan pendahuluan, perekat tanin mangium, papan lamina rotan

I. PENDAHULUAN

Salah satu komoditi yang termasuk Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), dengan nilai ekonomi tinggi adalah rotan. Menurut Retraubun (2013) kurang lebih 85% rotan dunia dipasok dari Indonesia. Tercatat bahwa pada tahun 2016, ekspor produk rotan, mencapai USD\$ 44.07 juta (<https://www.bps.go.id>). Pemerintah Indonesia melalui SK Menteri Perindustrian No. 199/M-Ind/Per/10/2009 terus berupaya meningkatkan nilai tambah rotan di masyarakat hulu, salah satunya adalah dengan

mengembangkan perekayasa pengolahan rotan yang sesuai dengan kemajuan teknologi. Sampai saat ini rotan yang banyak digunakan oleh pengrajin umumnya rotan yang berdiameter <20 mm dari jenis tertentu (4–5 jenis).

Rotan sebagai bahan lignoselulosa memiliki kadar holoselulosa yang tinggi (71–76%) dan komponen sel porous, menjadikan rotan berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk komposit seperti halnya produk bambu lamina dan kayu. Dengan menggunakan perekat, rotan yang bentuk aslinya

bulat dapat diolah menjadi produk panel berupa rotan komposit dan produk lainnya berbentuk papan lamina atau balok lamina. Pembuatan papan lamina dari batang rotan sudah dirintis oleh Pusat Inovasi Rotan Nasional (PIRNAS) di Palu (Tellu, 2014) dan dikembangkan lebih lanjut oleh Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH) dengan mengolah rotan berdiameter >20 mm menjadi produk papan rotan menggunakan berbagai jenis perekat sintetis dan perekat hayati (*bio-adhesive*) (Pari, Abdurachman & Santoso, 2018).

Rotan bisa dibuat papan lamina dengan menggunakan perekat sintetis maupun alami. Namun demikian, produk lamina tersebut tergolong tipe interior, meskipun menggunakan perekat impor tipe eksterior seperti resorsinol fenol formaldehida (RPF) atau isocyanat, dan perekat berbasis tanin. Hal ini ditengarai rotan masih mengandung banyak senyawa gula walaupun sudah diberi perlakuan terlebih dahulu dengan digoreng menggunakan campuran minyak tanah dan air (80:20), dan diawetkan dengan perendaman dalam boron (Santoso et al., 2016).

Dewasa ini telah dikembangkan penggunaan teknologi gelombang mikro (*microwave*) sebagai salah satu alternatif untuk mempercepat pengeringan kayu (Vinden & Torgovnikov, 2000). Penggunaan gelombang mikro sebagai perlakuan pendahuluan mampu mempercepat pengeringan kayu (Zielonka & Dolowy, 1998). Mirip dengan kayu, rotan merupakan bahan berlignoselulosa yang dapat dikeringkan dengan gelombang mikro (Krisdianto et al., 2015). Adanya air di dalam sel-sel rotan memungkinkan penggunaan gelombang mikro sebagai perlakuan pendahuluan sebelum dikeringkan di tempat terbuka. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan gelombang mikro untuk pengeringan rotan secara teknis merupakan proses pemanasan dengan keunggulan prosesnya cepat dan bersih (Krisdianto et al., 2015).

Pemberian uap air panas sebagai perlakuan pendahuluan material kayu telah dilaporkan oleh Yilgor, Unsal, & Kartal (2001). Perlakuan pemberian uap air panas pada tekanan atmosfer agar air yang terkandung dalam kayu lebih cepat ke luar dan mudah diawetkan. Selama proses penguapan terjadi pergerakan resin dalam kayu dan penurunan kadar holoselulosa, hemiselulosa, dan kandungan asetat (Yilgor et al., 2001). Pemberian uap air panas selama beberapa waktu akan berakibat berubahnya kandungan gula dalam bahan lignoselulosa. Perlakuan pendahuluan dengan uap air panas pada rotan diharapkan dapat menurunkan kadar gula dalam rotan dan meningkatkan daya rekat rotan.

Teknologi lain yang ditengarai berpotensi sebagai perlakuan pendahuluan pada rotan asalan sebelum

dikeringkan yakni hidrothermal. Pada dasarnya hidrothermal adalah teknologi yang memanfaatkan tekanan uap panas dari air pada suhu dan kondisi tertentu. Teknologi ini mampu mengeluarkan senyawa-senyawa pengotor atau penyumbat yang terkandung dalam suatu bahan yang tidak dikehendaki dalam suatu zat dengan cara mengalirkan uap panas bertekanan tinggi pada waktu tertentu seperti pada pembuatan arang aktif dengan porositas yang tinggi (Saptadi, 2014).

Teknologi gelombang mikro, pemberian uap air panas, dan hidrothermal berpotensi digunakan pada rotan asalan untuk aplikasi papan lamina rotan, dengan tujuan utama mengeluarkan komponen senyawa yang tidak dikehendaki yang bersifat menghambat ikatan kimia antara perekat dengan rotan, sehingga diharapkan produk papan lamina rotan meningkat kualitasnya menjadi tipe eksterior.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah rotan jenis Batang (*Calamus zolingerii*), berdiameter besar (>20 mm), larutan boron 7% b/v sebagai bahan pengawet, perekat tanin mangium. Alat yang digunakan diantaranya mesin pembelah rotan, bak pengawetan, alat pengering gelombang mikro (*microwave oven* MODENA model MK 2203 dengan tegangan 220 V, Frekuensi 50 Hz, INPUT 1,28 kW, 5,7 A, dengan OUTPUT 800 W (IEC) Frekuensi 2450 MHz (in), reaktor hidrothermal, oven, *moulder*, mesin kempa, mesin uji universal (*Universal Testing Machine*, Instron series IX version 8.27.00 kapasitas 5 kN), spektrofotometer UV-Vis (UV-1700, Shimadzu), *pyrolysis gas chromatography mass spectrometry* (py-GCMS-QPXP-2010; Shimadzu), dan X-ray difraksi (XRD-7000, Shimadzu).

Bahan kimia yang digunakan dalam formulasi perekat antara lain resorsinol teknis, NaOH 40% untuk katalis dan pengatur pH, serta formaldehida 37% teknis sebagai *crosslinker*, dan tepung tapioka sebagai ekstender.

B. Metode Penelitian

1. Penyiapan, perlakuan pendahuluan dan pembuatan bilah rotan

Rotan asalan dibuat berukuran 40 cm, dibagi ke dalam 5 (lima) kelompok dengan setiap perlakuan pendahuluan yang berbeda, terdiri atas: 1) pengeringan dengan oven (100°C, 24 jam); 2) di *steam* (24 jam) kemudian dikeringkan di dalam oven (100°C, 24 jam); 3) digoreng dengan menggunakan minyak tanah selama 1 jam; 4) di rebus dalam alat hidrothermal (100°C, 45 menit); dan 5) dipanaskan

dengan gelombang mikro dengan kekuatan energi maksimum 50%, dan laju alir rotan 8 cm/menit.

Rotan asalan yang telah diberi perlakuan, seluruhnya setelah kering (kadar air 10–15%) dikuliti, diberi pengawet berupa larutan boron 7% dengan cara rendaman dingin selama 2 jam, selanjutnya rotan dikeringkan di udara terbuka sampai mencapai kadar air 10–15%. Setelah kering, rotan tersebut dibuat bilah-bilah berukuran 1,5 cm x 2,0 cm x 40 cm.

2. Penyiapan, pembuatan, dan pengujian perekat tanin mangium

Prosedur ini mengacu kepada Santoso (2011), di mana kulit pohon *A. mangium* (kering udara) dipotong-potong dengan ukuran 2–3 cm lalu dihancurkan hingga ukuran partikel 1-2 mm. Serbuk kulit pohon ini kemudian direndam menggunakan air (1:3 b/v) pada suhu 75°C selama tiga jam. Cairan ekstrak kulit pohon mangium yang terbentuk disaring dengan menggunakan kain blacu.

Tepung tapioka dicampur dengan resorsinol, selanjutnya dimasukkan ke dalam larutan ekstrak cair kulit pohon *A. mangium* dalam gelas piala, dan diberi larutan NaOH 40%, diaduk dan dilakukan pengkondisian hingga campuran mencapai pH 11. Campuran tersebut diberi larutan formaldehida 37% sedikit demi sedikit dan diaduk hingga homogen. Karakteristik perekat tanin dilakukan dengan mengacu kepada JIS K 6833-1980 dan SNI (2000), yang terdiri atas: uji organoleptik, pH, viskositas, bobot jenis, kadar padatan, dan formaldehida bebas. Sebagai pembanding digunakan perekat phenol resorsinol formaldehida (PRF) impor (Akzonobel, 2001).

3. Penyiapan, pembuatan, dan pengujian papan rotan

Bahan baku berupa bilah rotan sebagai komponen penyusun panel yang diusahakan sama (homogen) dan telah dikeringkan hingga kadar airnya kurang dari 15 % dilaburi perekat dan disusun sedemikian rupa hingga membentuk papan lamina. Kemudian ramuan perekat tanin mangium dilaburkan pada salah satu sisi komponen panel dengan bobot labur 200 g/m² permukaan (Santoso et al., 2016). Selanjutnya komponen panel direkatkan satu dengan yang lainnya, kemudian dikempa pada suhu kamar masing-masing dengan tekanan 10 kg/cm² selama 3 jam. Contoh rotan komposit berupa papan rotan bilah berukuran 1,5 cm x 2,0 cm x 40 cm yang direkat dengan tanin mangium membentuk papan rotan lamina 9 (sembilan) lapis berukuran 1 cm x 15 cm x

40 cm. Produk perekatan ini selanjutnya didiamkan pada suhu kamar selama 1 (satu) minggu sebelum dibuat contoh untuk pengujian kualitasnya. Pengujian produk panel lamina terdiri atas kadar air, kerapatan, emisi formaldehida, keteguhan geser tekan untuk tipe eksterior I, keteguhan patah (MOR) dan keteguhan lentur (MOE), masing-masing dengan mengacu pada standar Jepang (JAS, 2003), dan Indonesia (SNI, 2000).

4. Analisis data

Data hasil pengujian produk ditabulasi, dan diolah secara statistik menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor tunggal, di mana faktornya terdiri atas 5 taraf perlakuan: penguapan dengan metode *oven*, *steam*, penggorengan, gelombang mikro (*microwave*) dan hidrothermal. Masing-masing perlakuan dilakukan dengan 5x ulangan. Bila perlakuan berpengaruh terhadap parameter uji, maka dilanjutkan dengan uji beda (Sudjana, 2012).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Rotan Sebagai Bahan Baku Papan Komposit

Rotan asalan jenis Batang (*Calamus zolingerii*) yang digunakan berukuran panjang 8 meter dengan diameter berkisar 29,23–35,45 mm, dengan rata-rata 29,74 mm, rata-rata kerapatan 0,55 g/cm³.

Hasil pengamatan struktur rantai penyusun senyawa kimia dengan XRD dan analisis dengan py-GCMS (Tabel 1) menunjukkan pola susunan struktur molekul dan komponen kimia dalam rotan mengalami perubahan setelah mengalami berbagai macam perlakuan.

Rotan terdiri dari berbagai senyawa kimia yang membentuk rantai polimer kompleks. Cowd (1991), mengemukakan bahwa dalam bahan polimer terdapat daerah yang di dalamnya rantai-rantai polimer tersusun secara teratur, yang disebut daerah berkristal (kristalit); diantara daerah-daerah teratur terdapat daerah nirbentuk (*amorf*), yang di dalamnya rantai-rantai polimer berada dalam keadaan tidak teratur. Polimer yang memiliki kekristalan tinggi dan ketahanan untuk mulur seperti serat, pada umumnya berasal dari polimer yang mempunyai kesatuan berulang setangkup dan bergaya antar-rantai yang tinggi, sementara polimer yang mempunyai derajat kekristalan lebih rendah, jika tidak banyak mengandung taut silang, dapat dilunakkan dan dibentuk pada suhu tinggi, dan polimer yang memiliki derajat kekristalan sangat rendah, bersifat kenyal dan berdaya regang besar.

Tabel 1. Derajat kristalinitas dan komponen kimia dominan dalam rotan
Table 1. The degree of crystallinity and the dominant chemical component in rattan

No.	Perlakuan (Treatment)	Derajat kristalinitas (Degree of crystallinity, %)	Komponen kimia (Chemical component, %)
1.	Tanpa perlakuan (Untreated)	19,92	Fenolik (23,95), D-Ribofuranosa (15,16), keton (9,89), asam karboksilat (9,70), amina (2,73), lain-lain (38,57).
2.	Oven (Oven)	20,84	Amida (35,45), fenolik (19,59), keton (11,74), asam karboksilat (10,08), lain-lain (23,14).
3.	Uap (Steam)	19,70	Fenolik (36,99), asam karboksilat (16,99), keton (10,12), amino (4,77), lain-lain (37,76)
4.	Penggorengan (Frying)	17,18	Amida (35,45), fenolik (20,48), keton (11,74), asam karboksilat (10,08), lain-lain (22,25).
5.	Hidrotermal (Hydrothermal)	14,71	asam karboksilat (33,24), fenolik (29,25), D-glukosa (13,24), keton (10,85), amida (7,72), lain-lain (5,7).
6.	Gelombang mikro (Microwave)	15,05	Fenolik (27,77), asam karboksilat (17,77), keton (12,99), lain-lain (41,47).

Data pada Tabel 1 menunjukkan pola rantai struktur molekul rotan tanpa perlakuan memiliki derajat kristalinitas yang relatif sama dengan rotan yang diberi perlakuan pendahuluan cara oven dan *steam*, yang mengindikasikan derajat keteraturan struktur molekul rotan tersebut relatif lebih tinggi dibanding perlakuan pendahuluan dengan cara penggorengan, hidrotermal, maupun gelombang mikro. Rotan yang diberi perlakuan pendahuluan dengan cara hidrotermal, maupun gelombang mikro memiliki derajat kristalinitas paling rendah yang mengindikasikan kedua perlakuan pendahuluan ini menyebabkan terbentuknya daerah-daerah *amorf* dalam rotan yang lebih tinggi dibanding perlakuan pendahuluan lainnya. Perbedaan tersebut ditengarai di sebabkan oleh pemutusan rantai polimer dari senyawa kimia yang terkandung dalam rotan akibat dari masing-masing perlakuan pendahuluan. Sinyalemen di atas diperkuat dengan hasil analisis py-GCMS dimana setiap perlakuan pendahuluan menunjukkan perubahan kandungan komponen kimia.

Komponen kimia dalam rotan yang diberi perlakuan pendahuluan dengan oven relatif sama dengan penggorengan, didominasi oleh senyawa golongan fenolik, keton dan ekstraktif (polar & non polar), juga senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas) seperti: asam karboksilat, amida, sementara perlakuan dengan *steam* menghasilkan senyawa golongan fenolik, keton, dan ekstraktif (polar & non polar), juga

senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas) seperti: asam karboksilat, dan amino.

Demikian pula perlakuan dengan hidrotermal, selain didominasi oleh senyawa golongan fenolik, keton, dan ekstraktif (polar & non polar), juga senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas) seperti: asam karboksilat, glukosa, dan amida. Perlakuan dengan gelombang mikro nampaknya paling banyak mengeluarkan senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas). Terbukti sisa senyawa yang dominan terkandung dalam rotan ini selain senyawa golongan fenolik, keton, dan ekstraktif (polar & non polar, juga hanya 1 senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas) yakni: asam karboksilat.

Hasil analisis lebih lanjut dengan py-GCMS terhadap cairan ekstrak produk dari perlakuan rotan asalan dengan gelombang mikro terindikasi berbagai komponen senyawa organik yang bersifat polar maupun non polar dan menghambat reaksi perekat dengan selulosa, antara lain dari golongan asam karboksilat (34,02%) seperti *Propanoic acid*, *3-bromo-2-methyl-, ethyl ester*, *Stearic acid*, *Carbamic acid* dan *Oleic acid*; golongan alkena (14,04%), seperti *3-Methyl-4-phenyl-1-butene*, dan *7-Cyano(15N)-Cyclohepta-triene*; golongan aldehida (12, 91%), seperti *2-Decenal*, *Acetaldehyde*, *trans-2-Undecenal*, *2-octenal*, dan *Octadecenyl aldehyde*, serta senyawa amida (8,20%), seperti *Butanamide* dan

oleoamida; serta golongan alkana (4,11%), seperti 2-Cyanato Methyl Cyclohexane.

Dalam hal aplikasi rotan sebagai bahan baku produk perekatan, keberadaan golongan senyawa yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas) selain akan melarutkan perekat yang dilaburkan ke permukaan rotan sehingga perekat semakin encer, juga akan berakibat garis rekat akan lebih tipis dan produk perekatan akan terdelaminasi pada saat uji rendam dalam air dingin (uji interior) maupun mendidih (uji eksterior). Akibatnya, nilai keteguhan rekat produk lamina rotan akan sangat rendah, bahkan terdelaminasi.

B. Karakterisasi Sifat Fisiko-kimia Perekat

Karakteristik dari perekat tanin mangium yang digunakan untuk merakit papan rotan disajikan pada Tabel 2. Karakteristik perekat fenolik yang disintesis dari tanin mangium secara visual memiliki sifat yang relatif serupa dengan perekat fenolik sintesis komersial impor (Phenol Resorsinol Formaldehida, PRF) yang biasa digunakan di industri pengolahan kayu. Perbedaan terdapat pada kadar padatan dan viskositas.

Kadar padatan mengindikasikan kadar resin yang terkandung dalam perekat, yang cenderung berbanding lurus dengan kekentalan. Kadar resin yang tinggi akan menghasilkan perekat yang lebih kental. Menurut Maloney (1977), resin yang berkadar padat tinggi dengan viskositas sesuai akan membuatnya mampu menembus pori kayu dengan baik dan membentuk ikatan yang optimum, sehingga

dihasilkan daya rekat yang memuaskan. Sementara Vick (1999) mengemukakan bahwa ikatan rekat maksimum dapat tercapai jika perekat membasahi semua permukaan adheren sehingga terjadi kontak antara molekul perekat dan molekul kayu, dengan demikian daya tarik intermolekul antara kayu dengan perekat dapat berikatan lebih sempurna.

Kadar formaldehida bebas menggambarkan adanya kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembentukan suatu polimer (SNI, 2000). Penetapan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jumlah kelebihan formaldehida yang tidak bereaksi dalam pembentukan perekat tersebut, dan tingkat emisi yang kemungkinan terjadi sebagai akibat formaldehida yang dilepaskan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa formaldehida bebas dari perekat tanin mangium ini masih dalam batas aman karena kurang dari 3% seperti yang disyaratkan bagi perekat yang mengandung formaldehida (SNI, 2000), demikian pula bila dibandingkan dengan perekat PRF karena kurang dari 1%.

C. Evaluasi Kualitas Papan Rotan

Rotan asalan setelah diberi perlakuan selanjutnya dikeringkan, dikuliti dan dibuat bilah berukuran 40 cm x 2 cm x 1,5 cm. Data rendemen rata-rata rotan asalan setelah menjadi bilah berkisar 36,37–42,13 % dengan rata-rata 38,99%, dan kerapatan 0,39 g/cm³. Bilah-bilah rotan ini selanjutnya dibuat papan 5 lapis berukuran 40 cm x 10 cm x 1,5 cm, menggunakan perekat tanin mangium dengan proses kempa dingin pada suhu kamar selama 3 jam.

Tabel 2. Karakteristik perekat tanin mangium *)
Table 2. Characteristics of tannin mangium adhesives

Parameter Uji (<i>Test parameters</i>)	Nilai (<i>Value</i>)	
	Tanin mangium (<i>Tannin mangium</i>)	Fenol Resorsinol Formaldehida**) (<i>Phenol Resorsinol Formaldehyde</i>)
Uji visual (<i>Visual test</i>):		
• Bentuk (<i>Form</i>)	Cair	Cair
• Warna (<i>Color</i>)	Merah-cokelat gelap	Merah-cokelat gelap
• Bau (<i>Smell</i>)	Fenol	Fenol
pH (<i>pH</i>)	10	10–13
Kekentalan (<i>Viscosity</i> , cp)	100	139–300
Bobot Jenis (<i>Specific gravity</i>)	1,18	1,16–1,20
Kadar Padatan (<i>Solid content</i> , %)	21,39	40–45
Formaldehida Bebas (<i>Free Formaldehyde</i> , %)	0,131	<1

*Keterangan (Remarks): *) = rata-rata dari 3 x ulangan (Average value of 3 x repeat); **) sumber (Source): Santoso et al., (2015)*

Tabel 3. Sifat fisis-mekanis dan emisi formaldehida papan lamina rotan**Table 3. Physical-mechanical properties and formaldehyde emission of the rattan laminated board**

Parameter uji (<i>Test parameters</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)				
	Ov	St	Go	Hd	Mw
Kadar air (<i>Moisture content</i> , %)	11,18 ^a	11,41 ^a	13,63 ^b	12,64 ^b	10,71 ^a
Kerapatan (<i>Density</i> , kg/cm ³)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Keteguhan rekat, uji kering (<i>Bonding strenght, dry test</i> , kg/cm ²)	14,98 ^a	18,03 ^a	13,76 ^a	40,54 ^b	50,12 ^c
Keteguhan rekat uji basah (<i>Bonding strenght, wet test</i> , kg/cm ²)	0	0	0	7,86 ^a	16,95 ^b
MOR, kg/cm ²	295,23 ^a	180,72 ^b	134,51 ^b	186,90 ^b	402,74 ^c
MOE, kg/cm ²	28.283,20 ^a	28.685,40 ^a	78.458,40 ^b	18.236,60 ^a	65.259,40 ^b
Emisi formaldehida (<i>Formaldehyde emission</i> , mg/L)	1,23 ^b	0,39 ^a	0,52 ^a	0,90 ^b	0,65 ^{a,b}

Keterangan (*Remarks*): Ov=oven; St=Steam; Go = goreng (*Frying*); Hd = Hydrothermal; Mw = Microwave; Huruf yang sama di belakang angka = tidak berbeda nyata; Huruf yang sama dalam kolom (*Values followed by the same letter*) = tidak berbeda nyata (*Not significantly different*); MOR = keteguhan patah (*Modulus of rupture*); MOE = keteguhan lentur (*Modulus of elasticity*).

Kualitas produk papan rotan disajikan pada Tabel 3, yang meliputi kadar air, kerapatan, keteguhan rekat, keteguhan lentur, keteguhan patah, dan emisi formaldehida.

Sifat fisis produk papan rotan sebagai salah satu produk berbasis lignoselulosa sangat erat hubungannya dengan sifat kekuatannya. Menurut Yap (1984), sifat fisis bahan baku (rotan) akan mempengaruhi sifat mekanis produknya. Sementara kadar air berpengaruh pada kekuatan dan perekatan produk lamina. Papan rotan yang dibuat dalam skala laboratorium memiliki kerapatan rata-rata 0,32–0,42 g/cm³ (Tabel 3).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan rotan yang bahan bakunya mengalami perlakuan yang berbeda menghasilkan produk lamina yang memiliki kerapatan rata-rata yang sama yakni 0,35 g/cm³ (Tabel 3). Semua perlakuan pendahuluan yang diterapkan pada rotan bahan baku tidak berpengaruh terhadap kerapatan produk, walaupun akibat pengulitan (*debarking*) dan pembuatan bilah rotan asalan (kerapatan: 0,55 g/cm³) menyebabkan berkurangnya kerapatan rotan sebagai bahan baku. Nilai kerapatan produk lamina tersebut setara dengan kerapatan papan lamina dari jenis kayu sengon dan jabon (kerapatan: 0,25–0,37 g/cm³) berperekat tanin mahoni (Lestari, 2015).

Kadar air papan rotan berkisar antara 10,71–13,63% (Tabel 3), yang sesuai dengan pernyataan Hoyle (1973) dalam Soelaeman (1998), bahwa produk laminasi biasanya dibuat dengan kadar air rata-rata 10–16%. Kadar air produk ini juga memenuhi standar JAS 234-2003 di mana ketentuan kadar air untuk

produk lamina (glulam) adalah <15%. Hasil uji statistik menunjukkan semua faktor perlakuan masing-masing berpengaruh nyata terhadap kadar air papan rotan. Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai kadar air produk yang bahan bakunya diperlakukan dengan oven, *steam* dan gelombang mikro berbeda nyata dengan perlakuan hidrothermal dan goreng. Sedangkan kadar air antar perlakuan oven, *steam* dan microwave tidak berbeda nyata demikian pula pada perlakuan hidrothermal dan goreng juga tidak berbeda nyata. Hal ini diduga berkaitan dengan perbedaan pola rantai struktur dan komponen kimia dalam rotan yang mengalami perubahan secara kualitatif maupun kuantitatif, setelah masing-masing diberi perlakuan pendahuluan.

Pengujian keteguhan rekat dengan cara keteguhan geser tekan dilakukan untuk mengetahui kinerja perekat terhadap papan rotan. Nilai rata-rata keteguhan rekat papan rotan yang bahan bakunya diperlakukan berbeda, dalam kondisi uji kering (tipe interior) berkisar 14,98–50,12 kg/cm² (Tabel 3). Nilai keteguhan rekat uji kering tertinggi dicapai pada produk yang bahan bakunya diberi perlakuan dengan gelombang mikro, sementara yang terendah dicapai pada produk lamina yang bahan bakunya mengalami penggorengan.

Secara statistik semua faktor perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan rekat papan rotan yang diuji dalam kondisi kering. Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai keteguhan rekat uji kering pada perlakuan oven, *steam* dan goreng berbeda nyata dengan perlakuan hidrothermal dan gelombang mikro. Sedangkan nilai keteguhan rekat uji kering

pada perlakuan oven, *steam* dan goreng tidak berbeda nyata. Demikian pula nilai pada perlakuan hidrothermal berbeda nyata dengan perlakuan gelombang mikro.

Tingginya nilai keteguhan rekat ini diduga karena rotan yang diperlakukan dengan gelombang mikro terlebih dahulu sudah tidak mengandung komponen kimia yang bersifat higroskopis dan mudah terhidrolisis dalam air (dingin maupun panas), yang bersifat mengganggu perekatan, seperti senyawa golongan asam karboksilat, amida, amina, gula dan amino seperti yang sudah dikemukakan sebelumnya (Tabel 1). Hasil di atas sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Fu et al. (2017) yang mengemukakan bahwa perlakuan pendahuluan dengan gelombang mikro mampu menghilangkan kandungan senyawa yang bersifat polar seperti golongan gula dan asam karboksilat dalam material lignoselulosa dan mudah terhidrolisis dalam air. Hal ini diperkuat dengan hasil uji keteguhan rekat dalam kondisi basah (eksterior) yang nilainya mencapai 16,95 kg/cm² sementara rotan yang mengalami perlakuan pendahuluan dengan *oven*, goreng, maupun *steam* seluruhnya mengalami delaminasi, sementara perlakuan hidrothermal menghasilkan nilai keteguhan rekat papan rotan 7,86 kg/cm².

Nilai keteguhan rekat papan rotan (uji kering) lebih tinggi dibanding produk serupa yang dibuat dalam skala pilot di PIRNAS-Palu menggunakan perekat komersial (resorsinol formaldehida) dengan rata-rata 35,49 kg/cm² (Santoso, Jasni, Krisdianto, 2016) demikian pula bila dibandingkan dengan papan lamina berbahan baku dari bilah bambu andong, mayan dan betung, yang masing-masing menggunakan perekat dari ekstrak serbuk kayu merbau (21,46–33,52 kg/cm²) (Santoso, Sulastiningsih, Pari, dan Jasni, 2016), dan produk lamina dari jenis kayu campuran kecapi dan sengon (18,99 kg/cm²) yang menggunakan perekat komersial isosianat (*P.I. Bond*) hasil penelitian Muthmainnah (2011).

Nilai keteguhan patah, *Modulus of Rupture* (MOR) produk perekatan ini berkisar 180,72–402,74 kg/cm², di mana nilai tertinggi rata-rata diperoleh dari papan rotan yang bahan bakunya diberi perlakuan dengan gelombang mikro, sementara yang terendah dicapai pada papan rotan yang bahan bakunya diberi perlakuan dengan *steam*. Nilai MOR papan rotan buatan PIRNAS berkisar 260–268 kg/cm² (Santoso et al., 2016). Hasil uji statistik menunjukkan semua faktor perlakuan masing-masing berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan patah papan rotan. Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai keteguhan patah antara perlakuan goreng, *steam* dan hidrothermal tidak

berbeda nyata. Sementara nilai keteguhan patah pada perlakuan oven berbeda nyata dengan gelombang mikro.

Produk yang bahan bakunya diperlakukan dengan gelombang mikro memenuhi persyaratan produk glulam menurut standar Jepang, karena nilai MOR-nya >300 kg/cm², dan jauh lebih tinggi daripada papan lamina *flooring composite* yang *face*-nya menggunakan jenis kayu mangium, *core*-nya kayu karet dan *back*-nya kayu sengon (179 kg/cm²) yang diproduksi di Semarang-Jawa Tengah dengan perekat dari ekstrak serbuk kayu merbau (Santoso, Hadi, dan Malik, 2012), namun lebih rendah bila dibandingkan dengan produk bambu lamina (429–537 kg/cm²) dengan jenis perekat yang sama (Santoso, Sulastiningsih, Pari & Jasni, 2016).

Nilai keteguhan lentur, *Modulus of elasticity* (MOE) papan rotan ini rata-rata berkisar 18.236,60–78.458,40 kg/cm² (Tabel 3), sementara MOE papan rotan buatan PIRNAS: 15.362–18.597 kg/cm² (Santoso et al., 2016). Nilai MOE dari produk yang bahan bakunya diperlakukan dengan digoreng maupun gelombang mikro lebih unggul dibanding produk lamina berupa CLT 5 lapis dari empat jenis kayu, yaitu: pangsor, Mindi, pinus dan Mangium yang MOE-nya berkisar: 20.843 – 54.233 kg/cm² (Santoso, Iskandar, dan Jasni, 2014). Hasil uji statistik menunjukkan semua faktor perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan lentur papan rotan. Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai keteguhan lentur antara perlakuan hidrothermal, oven dan *steam*, maupun perlakuan gelombang mikro dan goreng masing-masing tidak berbeda nyata. Namun nilai keteguhan lentur pada perlakuan hidrothermal, oven dan *steam* berbeda nyata dengan perlakuan gelombang mikro dan goreng. Produk yang bahan bakunya diperlakukan dengan digoreng secara statistik tidak berbeda nyata dengan perlakuan gelombang mikro, namun secara kuantitas perlakuan dengan digoreng yang memenuhi persyaratan produk glulam menurut standar Jepang, karena nilai MOE-nya >75.000 kg/cm².

Emisi formaldehida papan rotan rata-rata berkisar antara 0,39–1,23mg/L yang berarti tergolong pada klasifikasi produk rendah emisi (F* - F****). Menurut hasil uji statistik, semua perlakuan pendahuluan pada rotan asalan berpengaruh sangat nyata terhadap emisi formaldehida papan rotan. Uji lanjut menunjukkan bahwa nilai antar perlakuan goreng, *steam* dan gelombang mikro tidak berbeda nyata, namun rata-rata nilai emisi formaldehida pada perlakuan goreng dan *steam* berbeda nyata dengan perlakuan hidrothermal dan oven. Hasil perlakuan gelombang mikro tidak berbeda nyata dengan perlakuan

Tabel 4. Perbandingan durasi pengerjaan setiap perlakuan pendahuluan

Table 4. Comparison of the duration of the work of each preliminary treatment

Parameter (Parameters)	Perlakuan (Treatment)				
	Ov	St	Go	Hd	Mw
Waktu pengerjaan (Processing time)	24 jam	1 jam	1 jam	45 menit	15 menit
Visual (Visual)	Kesan raba lengket, mengkilap, dapat langsung diawetkan	Basah, perlu pengeringan lanjutan sebelum diawetkan, bila terlambat dikeringkan berjamur	Kesan raba licin, perlu pengeringan lanjutan sebelum diawetkan, mengkilap	Basah, perlu pengeringan lanjutan sebelum diawetkan, bila terlambat dikeringkan berjamur	Kesan raba licin, kering, mengkilap, dapat langsung diawetkan

Keterangan (Remarks): *Ov* = oven; *St* = Steam; *Go* = goreng; *Hd* = Hidrothermal; *Mw* = Microwave

hidrothermal, dan perlakuan hidrothermal hasilnya tidak berbeda nyata dengan perlakuan oven. Dalam hal pengerjaan, perlakuan pendahuluan dengan gelombang mikro relatif singkat dengan hasil yang secara visual lebih baik dibanding perlakuan lainnya (Tabel 4).

Bertolak dari uraian di atas, nampak bahwa perlakuan pendahuluan pada rotan asalan berakibat pada perubahan komponen kimia rotan tersebut menjadi lebih didominasi oleh senyawa polar yang sesuai dengan komponen senyawa perekat yang juga polar, dan secara fisik mengubah struktur rotan menjadi lebih amorf (derajat kristalinitas lebih rendah) dibanding tanpa perlakuan (Tabel 1), sehingga semakin banyak rongga yang dapat dimasuki oleh cairan perekat. Konsekwensi dari perubahan tersebut ikatan komponen kimia perekat dengan komponen kimia rotan semakin kokoh, dengan demikian daya rekat dan sifat fisis-mekanis papan lamina rotan semakin baik, dengan emisi formaldehida yang rendah sehingga produk rotan lamina ini ramah lingkungan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Perlakuan pendahuluan pada rotan Batang berdiameter besar (>20 mm) berpengaruh nyata terhadap perubahan komponen kimia maupun strukturnya. Hasil terbaik dicapai pada rotan yang diberi perlakuan pendahuluan dengan teknik gelombang mikro (*microwave*) oven 1 kW (input) dengan kekuatan energi maksimum 50%, yang memiliki tampilan visual terbaik dibanding

perlakuan dengan oven, *steam*, goreng, dan hidrothermal.

Rotan tersebut dapat diolah menjadi papan rotan lamina, menggunakan perekat berbasis tanin dari kulit kayu mangium dengan bobot labur perekat 200 g/m² permukaan.

B. Saran

Untuk menghasilkan produk laminasi kualitas eksterior dari rotan Batang diameter besar dengan perekat tanin, rotan bahan baku perlu diberi perlakuan pendahuluan dengan metode gelombang mikro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampakan banyak terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan yang telah mendanai dan memfasilitasi hingga terlaksananya penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain, dan rancangan percobaan dilakukan oleh AS dan GP; percobaan dan perlakuan pengujian dilakukan oleh AS, KY dan HSW; pengumpulan data dan analisis data dilakukan oleh AS, GP, KY dan KS; penulisan manuskrip oleh AS, GP DAN KY; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh AS dan KY.

DAFTAR PUSTAKA

- Akzonobel. (2001). Synteko phenol-resorcinol adhesive 1711 with hardeners 2620, 2622, 2623. Casco Adhesive, Asia.
- Alrasjid, H. (1989). Teknik penanaman rotan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Badan

- Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Cowd, M.A. (1991). Kimia Polimer. Terjemahan. Penerbit ITB, Bandung.
- Dransfield, J., & Manokaran, N. (1996). PROSEA 6: Rotan. Terjemahan dari judul asli *Rattan*. Yayasan PROSEA (Bogor) dan UGM (Yogyakarta).
- FU Jia-Jia, Shen SHEN, Jun-Lu DUAN, Chen TANG, Xiao-Ying DU, Hong-Bo WANG, & Wei-Dong GAO. 2017. Microwave Heating: A Potential Pre-Treating Method for Bamboo Fiber Extraction. *Thermal Science*, 21(00):55-55.
- Krisdianto, Jasni, Martono. D., Santoso, A., & Supriadi, A. (2015). Inovasi teknik pengolahan rotan. *Laporan Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil hutan, Bogor.
- Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y. S., Hermawan, D., & Santoso, A. (2015). Glulam properties of fastgrowing species using mahogany tannin adhesive. *BioResources*, 10(4), 7419–7433. doi: 10.15376/biores.10.4.7419-7433.
- Japanese Industrial Standard (JIS).1980. *General Testing Method for Adhesives*. (JIS K 6833-1980). Tokyo.
- Pari R, Abdurachman, & A Santoso. (2018). Keteguhan Rekat dan Emisi Formaldehida Papan Lamina Rotan. Menggunakan Perekat Tanin Formaldehida. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(1), 33-41. doi: 10.20886/jphh.2016.34.4.269-284.
- Rachman, O. (2001). Pengolahan rotan lepas panen. Seri pengembangan PROSEA 6.3. PROSEA Indonesia. Yayasan PROSEA Bogor.
- Rachman, O dan Jasni. (2008). Rotan, Sumber Daya, Sifat dan Pengolahannya. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta. Pp. 133.
- Rachman, O & Jasni. (2013). Rotan. Sumberdaya, Sifat dan Pengolahannya Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Buku.
- Retraubun, A.S.W. (2013). Hilirisasi Industri Rotan Menjadi Komitmen Utama Kementerian Perindustrian. Furnicraf Today. Membangun Pertumbuhan Indutri yang Terbesar di Kawasan Regional. Media Informasi Industri Mebel dan Kerajinan Nasional. pp. 32-33.
- Santoso A, G Pari, & Jasni. (2015). Kualitas Papan Lamina dengan Perekat Resorsinol dari Ekstrak Limbah Kayu Merbau. *Jurnal Penelitian Hasil hutan*, 33 (3), 253–260. doi: 10.20886/jphh.2016.34.4.269-284.
- Santoso A, Sulastiningsih, Jasni, Abdurachman, Rohmah P, Tantra T (2016). *Teknologi pembuatan rotan komposit*. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Saptadi D. (2014). *Karbon Nanoporous dari Biomasa Hutan Melalui Proses Karbonisasi Bertingkat: Pirolisis, Hidrotermal dan Aktivasi*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana IPB-Bogor.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2000). Fenol formaldehida cair untuk perekat kayu lapis (SNI 4567-2000). Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sulastiningsih IM, A Santoso, Barly, & MI Iskandar. (2013). Karakteristik Papan Bambu Lamina dengan Tanin Resorsinol Formaldehida. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 11(1), 62–72.
- Sulastiningsih IM, A Santoso, & Krisdianto. (2016). Karakteristik Balok Bambu Lamina Susun Tegak dari Bilah Bambu Andong (*Gigantochloa pseudo-arundinacea* (Steud.) Widjaja). *Jurnal Penelitian Hasil hutan*, 34(3), 167–177. doi: 10.20886/jphh.2016.34.4.269-284.
- Sudjana. (2012). *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Tellu, T. (2014). Kemenperin Diminta Tetapkan Jenis Papan Rotan. <http://www.jurnas.com/halaman/28/2014-03-28/294155/> Akses 8 Mei 2014.
- Teresia, A.. (2013). Tempo.co. <http://www.tempo.co/read/news/2013/01/28/09457414/Papan-Rotan-Indonesia-Diminati-Pasar-Global/> Akses 8 Mei 2014.
- Vinden, P. dan G. Torgovnikov. (2000). *The physical manipulation of wood properties using microwave*. Proceed. IUFRO Conference,

- launceston, Tasmania, Australia. Pp. 240-247.
- Yilgor, N., Unsal, O., & Kartal, S.N. (2001). Physical, mechanical and chemical properties of steamed beech wood. *Forest Product Journal*, 51(11-12), 89-93.
- Zielonka, P. dan K. Dolowy. (1998). Microwave drying of Spruce, moisture content, temperature and heat energy distribution. *Forest Products Journal*, 48(6), 77-80.