

## **PENINGKATAN KUALITAS KAYU SAWIT DENGAN PERLAKUAN KOMPREGNASI MENGGUNAKAN TANIN RESORSINOL FORMALDEHIDA** *(Quality Improvement of Oil Palm Wood using Compregnation Treatment with Tannin Resorcinol Formaldehyde)*

**Okti Rachmawati<sup>1</sup>, Purwantiningsih Sugita<sup>1</sup>, & Adi Santoso<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas MIPA IPB  
Jl. Tanjung Kampus IPB Dramaga, Bogor16680,Telp/Fax. (0251) 8624567,  
<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan,  
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor16001, Telp. (0251) 8633378; Fax. (0251) 86333413  
E-mail : octi\_rachma@yahoo.co.id

Diterima 14 Juli 2018, direvisi 19 Juli 2018, disetujui 24 Agustus 2018

### **ABSTRACT**

*Indonesia is one of the largest palm oil producers in the world. The availability of oil palm trunk as a waste of the final crop-harvesting is enormous, inexpensive, and can be a source of sustainable alternative wood for various applications if it can be utilized properly. The weaknesses of oil palm wood characteristics are low in specific gravity, as well as physical and mechanical properties compared to other biomaterial especially wood. This paper studies the oil palm wood quality improvement through compregnation technique using tannin resorcinol formaldehyde (TRF). The study was carried out by coating sample surface of oil palm wood (5 cm × 5 cm × 2 cm) with TRF adhesive composition 1:0.05:0.05 (v/v/v) and followed by cold pressing for 10 mins at 10 kg/cm<sup>2</sup> pressure and then followed by hot pressing at 120°C and pressure of 12 kg/cm<sup>2</sup> for 10 minutes. Density, hardness, thickness swelling as well as formaldehyde emission, were measured and compared to controls. Results showed that the compregnated wood significantly increased its density by 104.61%, and its hardness by six folds, and the thickness swelling decreased by 85.98%. The compregnated oil palm wood has also increased in strength quality, i.e from strength class V to III.*

*Keywords: Acacia mangium, adhesive, compregnation, oil palm wood, tannin resorcinol formaldehyde*

### **ABSTRAK**

Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Ketersediaan batang sawit sebagai limbah dari proses panen akhir tanaman sawit sangat besar, murah dan dapat menjadi sumber kayu alternatif yang berkelanjutan untuk berbagai aplikasi jika dapat dimanfaatkan dengan baik. Kelemahan batang sawit adalah berat jenis, sifat fisis, dan mekanis tergolong rendah dibandingkan produk biomaterial lainnya seperti kayu. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kualitas kayu sawit melalui teknik kompregnasi menggunakan campuran perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF). Studi ini dilakukan dengan melaburkan permukaan sampel kayu sawit berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm dengan campuran perekat TRF komposisi 1:0,05:0,05 (v/v/v) yang diikuti dengan perlakuan kempa dingin selama 10 menit pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> selanjutnya dilakukan kempa panas pada suhu 120°C dengan tekanan 12 kg/cm<sup>2</sup> selama 10 menit. Pengujian dilakukan dengan penentuan kerapatan, kekerasan, pengembangan tebal, dan emisi formaldehida yang kemudian dibandingkan dengan kontrol kayu sawit tanpa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu sawit hasil kompregnasi secara signifikan mampu meningkatkan kerapatan kayu sebesar 104,61%, kekerasan menjadi enam kali lebih besar, dan menurunkan pengembangan tebal sebesar 85,98%. Kayu sawit kompregnasi juga berhasil meningkatkan kelas kuat kayu V menjadi kelas kuat kayu III.

Kata kunci: *Acacia mangium*, kayu sawit, kompregnasi, perekat, tanin resorsinol formaldehida

## I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia. Produksi kelapa sawit Indonesia pada tahun 2015 berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan adalah sebesar 31,3 juta ton dengan luas areal perkebunan mencapai 11,3 juta hektar. Besarnya produksi sawit ini menyisakan batang sawit yang sudah tidak produktif lagi setelah usia sekitar 25 tahun, yang biasanya dibiarkan di lokasi perkebunan atau dibakar setelah akan dimulai aktifitas penanaman kembali. Hal ini tentu saja berdampak pada masalah lingkungan. Potensi limbah batang sawit nasional sekitar 81,5 juta m<sup>3</sup> per tahun (Dirjenbun, 2015). Ketersediaan batang sawit sebagai limbah dari proses panen akhir ini sangat besar, murah dan dapat menjadi sumber kayu alternatif yang berkelanjutan untuk berbagai aplikasi jika dapat dimanfaatkan dengan baik. Batang sawit memiliki berat jenis, sifat fisis dan mekanis tergolong rendah dibandingkan dengan jenis biomaterial lainnya yaitu kayu (Siregar, 2011). Kerapatan yang rendah dan tingginya kandungan karbohidrat pada batang sawit juga menjadi alasan utama pemanfaatannya yang terbatas (H'ng et al., 2011).

Penelitian dan teknologi modifikasi batang sawit untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanisnya telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Beberapa modifikasi yang telah dilakukan antara lain dengan perlakuan impregnasi terhadap batang sawit dengan variasi konsentrasi fenol formaldehida 0–50% (Bakar, Hao, Ashaari, & Choo Cheng Yong, 2013), perlakuan kompregnasi dengan menggunakan fenol formaldehida (Puteri et al., 2014), perlakuan variasi suhu kempa panas pada batang sawit pada suhu 140–220°C dengan tekanan 2 MPa selama 8 menit (Choowang & Hiziroglu, 2015), serta perlakuan proses *steaming* pada suhu 130°C selama 2 jam sebelum dikempa (Salim et al., 2016).

Kompregnasi pada bahan berlignoselulosa merupakan usaha peningkatan sifat bahan melalui gabungan proses impregnasi senyawa kimia dan proses pengempaan pada suhu dan tekanan tertentu. Teknik ini potensial untuk meningkatkan stabilitas dimensi dan kekuatan kayu (Fukuta et al., 2011; Gabrielli & Kamke, 2010). Senyawa kimia yang umumnya digunakan

sebagai bahan impregnasi kayu merupakan senyawa kimia berbasis formaldehida seperti fenol formaldehida, urea formaldehida dan melamin formaldehida (Deka & Saikia, 2000; Gabrielli & Kamke, 2010). Kandungan formaldehida diketahui dapat menyebabkan emisi yang sangat mengganggu kesehatan. Salah satu upaya alternatif mengatasi hal tersebut adalah menggunakan bahan impregnasi dengan campuran bahan alam atau perekat bahan alam.

Upaya untuk memperoleh bahan impregnasi berupa perekat bahan alam terus dilakukan antara lain dengan eksplorasi dan karakterisasi berbagai bahan yang mengandung senyawa fenolik seperti tanin yang berasal dari kulit pohon. Perekat alami dapat dibuat dari limbah kulit kayu, baik kulit kayu akasia (Feng, Cheng, Yuan, Leitch, & Xu, 2013), merbau (Santoso, Malik, & Hadi, 2015; Santoso, Sulastiningsih, Pari, & Jasni, 2016) maupun pinus (Garcia, Glasser, Pizzi, Lacoste, & Laborie, 2014). Kulit kayu kaya akan tanin yang dapat diformulasikan sebagai bahan perekat. Penggunaan tanin dapat mereduksi pemakaian resorsinol dari minyak bumi sampai 84% dan formalin 51%, serta mengurangi ketergantungan bahan perekat impor (Santoso et al., 2015). Selain itu, perekatan dengan menggunakan tanin telah memberikan hasil produk perekatan berkualitas eksterior dan rendah emisi formaldehida (*green technology and green product*).

Pencampuran tanin dengan formaldehida memberikan hasil perekat yang menyerupai fenol formaldehida dan dapat mengurangi emisi formaldehida (Kim, 2009). Potensi tanin *Acacia mangium* dapat menggantikan fenol formaldehida sebesar 80% bagian dalam pembuatan kayu lapis (Hoong, Paridah, Luqman, Koh, & Loh, 2009; Hoong, Pizzi, Tahir, & Pasch, 2010). Kulit pohon *Acacia mangium* memiliki senyawa fenolik tanin dengan rantai yang lebih bercabang dan memiliki derajat polimerisasi yang tinggi (>7,0) yang menjadikan tanin *Acacia mangium* dapat menggantikan fenol formaldehida (Hoong et al., 2010), karena memungkinkan terbentuknya ikatan yang lebih banyak antara gugus fenolik pada tanin *Acacia mangium* dengan formaldehida.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas kayu sawit yang memiliki kerapatan rendah melalui teknik kompregnasi menggunakan

perekat campuran tanin resorsinol formaldehida (TRF) pada komposisi 1:0,05:0,05 (v/v/v) dengan perlakuan kempa dingin dan panas.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit kayu pohon *Acacia mangium* berumur 7 tahun yang diperoleh dari Parung Panjang Bogor, Jawa Barat untuk proses pembuatan perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF), dan batang sawit yang diperoleh dari Malingping Kabupaten Lebak-Banten. Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, oven, Universal Testing Machine, alat pengempa panas, alat pengempa dingin, spektrofotometer UV-Vis merk Shimadzu seri 1700 PharmaSpec, jangka sorong analog, piknometer, kertas pH universal, viscotester, dan desikator.

### B. Metode Penelitian

#### 1. Pembuatan perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF)

Bahan kulit pohon *Acacia mangium* kering dipotong hingga ukuran 2–3 cm lalu dihancurkan dibuat serbuk hingga ukuran partikel 40–60 mesh. Serbuk kulit pohon tersebut kemudian direndam menggunakan air (1:3 b/v) pada suhu 75°C selama 3 jam. Cairan ekstrak yang terbentuk kemudian dicampur dengan larutan NaOH 40% dalam gelas piala, diaduk dan dilakukan pengkondisian pH hingga kondisi basa pH 11. Selanjutnya ditambahkan larutan resorsinol 50% sedikit demi sedikit dan diaduk, lalu ditambahkan larutan formaldehida 37% sedikit demi sedikit dan diaduk kembali hingga homogen. Komposisi campuran yang ditambahkan antara larutan ekstrak tanin cair dengan resorsinol dan formaldehida adalah 1:0,05:0,05 (v/v/v) yang mengandung kadar padatan sebesar 8,33%.

#### 2. Karakterisasi perekat tanin resorsinol formaldehida (SNI-06-4567-2000)

Penentuan sifat perekat TRF meliputi kadar padatan, keasaman, bobot jenis, kekentalan, dan formaldehida bebas.

#### a. Kadar padatan

Penentuan kadar padatan dilakukan dengan menimbang cawan petri kosong (W1), lalu sebanyak 3 gr contoh perekat TRF dimasukkan kedalam cawan tersebut (W2). Selanjutnya dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu cawan didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang (W3). Kadar padatan dihitung dengan rumus pada Persamaan 1.

$$\text{Kadar padatan (\%)} = \frac{(W3-W1)}{W2} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

#### b. Keasaman (pH)

Penentuan keasaman dilakukan dengan memasukkan contoh perekat TRF sebanyak 10 mL ke dalam gelas piala kemudian dicelupkan kertas indikator pH universal. Nilai pH ditentukan dengan mencocokkan warna kertas pH setelah pencelupan dengan warna standar.

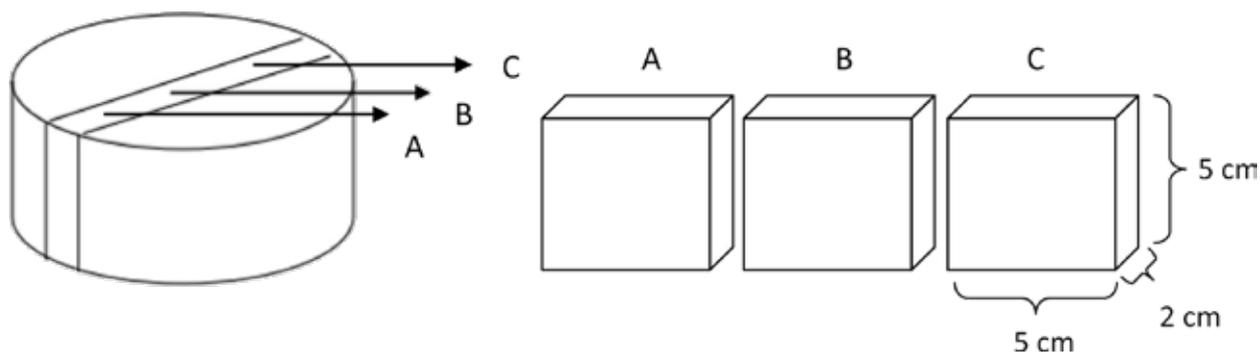
#### c. Bobot Jenis

Bobot jenis perekat TRF ditentukan menggunakan piknometer kosong 25 mL yang bersih dan kering ditimbang (W1), kemudian diisi air sampai penuh dan ditutup hingga tidak terdapat gelembung udara pada tutup piknometer, lalu piknometer tersebut ditimbang kembali (W2). Air dalam piknometer dibuang lalu dikeringkan. Selanjutnya piknometer diisi dengan contoh perekat hingga penuh dan ditutup hingga tidak terdapat gelembung udara dalam tutup piknometer, lalu ditimbang kembali (W3). Bobot jenis perekat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 2.

$$\text{Bobot jenis} = \frac{(W3-W1)}{(W2-W1)} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

#### d. Kekentalan

Kekentalan ditentukan dengan cara menuangkan perekat TRF secukupnya ke dalam bejana viskotester, kemudian diukur kekentalannya menggunakan alat viskometer dengan satuan poise.



**Gambar 1. Pengambilan sampel uji kayu sawit untuk proses kompregnasi**  
**Figure 1. Oil palm wood sampling for compregnation process**

e. Formaldehida bebas

Formaldehida bebas ditentukan secara spektrofotometri, dengan cara mencampurkan 10 mL contoh perekat TRF dengan 10 mL pereaksi Nash (asetil aseton amonium asetat). Larutan tersebut dipanaskan dalam penangas air selama 10 menit pada suhu 40°C, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu kamar. Selanjutnya larutan diukur pada panjang gelombang 418 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3. Persiapan dan proses kompregnasi sampel

Sampel yang digunakan untuk proses kompregnasi adalah kayu sawit bagian dalam batang (B) dan bagian luar batang yang terdiri dari tepi kiri (A) dan tepi kanan (C) berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm yang telah dikeringkan dan dan mencapai kadar air ± 10%.

Dimensi panjang, lebar, dan tebal kayu sawit tersebut diukur menggunakan jangka sorong analog, kemudian ditimbang bobotnya. Setiap bagian kayu sawit tersebut dibuat sebanyak 4 kali ulangan. Sebelum dilakukan kompregnasi, kayu sawit tersebut dilaburkan perekat TRF 1 : 0,05 : 0,05 (v/v/v) pada bagian atas dan bawah kayu sawit hingga seluruh permukaan sampel tertutup merata (± 100 mL) oleh perekat, lalu dидiamkan sampai perekat meresap ke dalam kayu selama ± 10 menit. Selanjutnya kayu sawit dikempa dingin selama 10 menit dengan tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup>, lalu dikempa panas pada suhu 120°C selama 10 menit dan tekanan 12 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian diangkat dan dikondisikan dalam suhu ruang selama ± 1 jam agar suhu kayu sawit

setelah dikempa panas sesuai dengan suhu ruang dan kemudian ditimbang kembali. Selanjutnya, kayu sawit dibiarkan untuk pengkondisian selama satu hari (± 24 jam) sebelum digunakan untuk pengujian karakterisasi kayu sawit.

4. Karakterisasi kayu sawit hasil kompregnasi

Sampel yang dikarakterisasi terdiri dari tiga kategori yaitu kayu sawit tanpa perlakuan (kontrol), kayu sawit perlakuan (hasil kompregnasi), dan kayu sawit dengan perlakuan pelaburan saja tanpa proses kempa panas dan dingin. Karakterisasi sifat kayu sawit meliputi: kerapatan, kekerasan, pengembangan tebal dalam air dingin dan air panas serta emisi formaldehida.

a. Kerapatan

Penentuan kerapatan dilakukan dengan menimbang sampel kayu sawit hasil kompregnasi dan mengukur panjang, tinggi, serta lebar menggunakan alat jangka sorong analog. Kerapatan kayu sawit ditentukan menggunakan rumus seperti pada Persamaan 3.

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{bobot (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(3)$$

b. Pengembangan tebal

Pengembangan tebal dibagi menjadi dua, pengembangan tebal setelah perendaman air panas dan pengembangan tebal setelah perendaman air dingin. Kayu sawit berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm yang telah diukur tebal awalnya direndam dalam air biasa (air dingin) selama 24 jam dan dengan air panas suhu 80°C selama 4 jam. Semua

bagian kayu sawit harus terendam dengan air. Pengembangan tebal dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 4.

$$PT(\%) = \frac{(\text{tebal akhir-tebal awal})}{(\text{tebal awal})} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: PT = Pengembangan tebal

c. Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan cara meletakkan sampel kayu sawit perlakuan di bawah besi penekan. Kekerasan dapat diketahui dari angka yang tertera pada alat.

d. Emisi formaldehida (SNI 06-4567-2000)

Kayu sawit yang telah mengalami perlakuan dipotong menjadi ukuran 2 cm × 2 cm × 1 cm, lalu diikat pada tutup botol yang berisi 20 mL akuades sehingga contoh menggantung (2 cm di atas permukaan air). Botol lainnya berisi akuades digunakan sebagai blangko. Botol dimasukan dalam oven selama 24 jam pada suhu 40°C. Botol lalu dikeluarkan dan direndam dengan air. Selanjutnya, 10 mL dari larutan contoh dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan 10 mL pereaksi Nash (asetil aseton amonium asetat). Larutan tersebut dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air pada suhu 40°C, kemudian didinginkan hingga suhu kamar. Prosedur yang serupa dilakukan pada larutan blanko. Larutan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 418 nm.

5. Analisis data

Analisis data dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 3 × 3 dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu perlakuan (3 taraf), yakni perlakuan pelaburan, kompregnasi dan kontrol. Faktor kedua yaitu bagian kayu sawit (3 taraf), yakni bagian dalam batang (B) dan bagian luar batang yang terdiri dari tepi kiri (A) dan tepi kanan (C). Setiap perlakuan dilakukan dengan 4 kali ulangan. Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk membandingkan hasil perlakuan kompregnasi dengan kontrol dan perlakuan pelaburan perekat TRF. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan SPSS 21 (*Statistical Product and Service Solution*).

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perekat yang digunakan sebagai bahan impregnasi adalah perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF) 1:0,05:0,05 (v/v/v) dengan kadar padatan sebesar 8,33%. Tanin yang dipergunakan berasal dari ekstrak kulit kayu pohon *Acacia mangium*. Karakteristik perekat tersebut seperti tercantum pada Tabel 1.

Hasil pengujian sifat batang kayu sawit yang telah diberi perlakuan disajikan pada Tabel 2.

A. Kerapatan

Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan bahwa rerata kerapatan kayu sawit yang dikompregnasi untuk seluruh bagian dalam batang kayu dan bagian luar batang di kedua tepi mengalami

**Tabel 1. Karakterisasi perekat TRF sebagai bahan impregnasi\*)**

**Table 1. Characterization of TRF adhesive as impregnation\*)**

Sifat ( <i>Properties</i> )	Perekat TRF ( <i>TRF Adhesive</i> )
Visual ( <i>Appearance</i> )	Cairan kental berwarna hitam kecokelatan ( <i>Black brownish viscous liquid</i> )
Keasaman ( <i>Acidity</i> , pH)	10
Kekentalan ( <i>Viscosity</i> , poise)	2,65
Kadar padatan ( <i>Solid content</i> , %)	8,33
Bobot jenis ( <i>Specific gravity</i> )	1,17
Formaldehida bebas ( <i>Free formaldehyde</i> , %)	0,09

Keterangan (Remarks): \*) = rerata dari empat kali ulangan (*Averages from four replication*)

**Tabel 2. Nilai rerata kualitas kayu sawit pada berbagai perlakuan\*)**

**Table 2. Average quality of oil palm wood in various treatments\*)**

Parameter Uji (Tested parameters)	Bagian batang (Part of stem)	Perlakuan (Treatments)		
		Kontrol (Control)	Pelaburan (Resurfacing)	Kompregnasi (Compregnation)
Kerapatan (Density, g/cm <sup>3</sup> )	A	0,345 a	0,352 a	0,562 f
	B	0,171 b	0,193 d	0,346 a
	C	0,212 c	0,432 e	0,527 g
Pengembangan tebal dalam air dingin (Thickness swell in cold water, %)	A	98,255 a	72,415 d	17,200 f
	B	102,380 b	92,455 e	14,330 fg
	C	109,193 c	94,503 e	11,520 g
Pengembangan tebal dalam air panas (Thickness swell in boiled water, %)	A	131,375 a	94,738 d	36,730 g
	B	127,315 b	106,095 e	51,520 h
	C	136,255 c	109,760 f	30,435 i
Kekerasan (Hardness, kg/cm <sup>2</sup> )	A	74,000 a	164,750 c	254,750 e
	B	24,750 b	75,500 a	85,250 a
	C	34,000 b	224,500 d	488,750 f
Emisi formaldehida (Formaldehyde emissions, mg/L)	A	0,000 a	0,109 b	0,106 b
	B	0,000 a	0,157 c	0,109 b
	C	0,000 a	0,361 d	0,304 e

Keterangan (Remarks): \*) = rerata dari empat kali ulangan (*Averages from four replication*), A = bagian luar tepi kiri (*Outside left edge*), B = bagian dalam (*Inside*), C = bagian luar tepi kanan (*Outside right edge*). Angka-angka pada baris dan kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (*Values at the same row and column followed by the same letter means not significant different at level of significance 5%*)

peningkatan, masing-masing sebesar 53,64% dibandingkan tanpa kompregnasi (pelaburan saja), dan 104,61% dibandingkan dengan kontrolnya (kayu sawit tanpa perlakuan). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan perlakuan kompregnasi mampu meningkatkan kerapatan sebesar 80,70% pada kayu Sengon (Nandika, Darmawan, & Arinana, 2015). Berdasarkan uji ANOVA diketahui bahwa bagian kayu bagian dalam dan luar batang memiliki nilai kerapatan yang berbeda nyata antara perlakuan kayu sawit (kontrol), pelaburan dan kompregnasi.

Peningkatan kerapatan dapat juga mengindikasikan bahwa TRF berpenetrasi ke dalam pori-pori kayu sawit, sehingga porositas kayu sawit berkurang dan kerapatannya meningkat. Perlakuan kompregnasi memberikan hasil kerapatan yang lebih besar jika dibandingkan dengan perlakuan pelaburan saja, hal ini menunjukkan proses kempa membantu proses curing resin TRF sehingga mampu berpenetrasi lebih dalam pada kayu sawit yang mengakibatkan kerapatannya lebih meningkat dan kayu sawit menjadi lebih padat.

Kerapatan digunakan untuk menerangkan massa suatu bahan persatuan volume. Berdasarkan kedalamannya di dalam batang sawit, kayu pada bagian tepi (luar) lebih tinggi kerapatannya dan menurun ke arah tengah batang (dalam). Kerapatan setiap bagian yang diamati mengalami peningkatan setelah diberi perlakuan kompregnasi. Hal serupa diperoleh pada penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa nilai kerapatan meningkat saat tekanan panas meningkat pada penelitian menggunakan kayu *Paulownia* spp. (Candan, Korkut, & Unsal, 2013). Nilai rata-rata sebelum perlakuan dari bagian ujung tengah dan tepi berkisar antara 0,171-0,345 g/cm<sup>3</sup>. Merujuk pada SNI 3257 (1994) tentang mutu dan ukuran kayu bangunan, maka kayu sawit tersebut tergolong dalam kayu kelas V (nilai kerapatan < 0,3 g/cm<sup>3</sup> (SNI 3257, 1994). Setelah perlakuan kompregnasi, kerapatan kayu sawit meningkat menjadi 0,346–0,562 g/cm<sup>3</sup> atau mengalami peningkatan sebesar 62,9–148,58%. Nilai kerapatan kayu sawit yang diperoleh meningkat, hingga tergolong menjadi kelas kuat kayu III (nilai kerapatan 0,4–0,6g/cm<sup>3</sup>). Hal ini sejalan

dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa proses impregnasi dengan stirena pada kayu kelapa sawit mampu meningkatkan kualitas kuat kayu menjadi kayu golongan III (kerapatan  $0,47 \text{ g/cm}^3$ ) dari kayu golongan V (kerapatan  $0,25 \text{ g/cm}^3$ ) (Siregar, 2011). Berdasarkan data tersebut nampak bahwa penggunaan TRF dan proses kompregnasi pada kayu sawit mampu meningkatkan kelas kekuatan kayu sawit. Proses impregnasi dengan resin formaldehida mampu meningkatkan stabilitas dimensi kayu dengan semakin meningkatnya kerapatan (Fukuta et al., 2011; Gabrielli & Kamke, 2010).

## B. Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menunjukkan peningkatan kualitas kayu sawit. Hal ini karena kayu sawit memiliki sifat sangat higroskopis, semakin rendah nilai pengembangan tebal, maka semakin baik kualitasnya. Kayu sawit yang baik akan lebih stabil setelah dilakukan perendaman, sebaliknya bila nilai pengembangan tebal tinggi, kayu sawit mengalami pertambahan tebal yang cukup banyak bila ditempatkan pada lingkungan lembab yang berarti menunjukkan kualitas kayu yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa sifat pengembangan tebal dapat menentukan apakah suatu produk komposit partikel kayu dapat digunakan untuk keperluan eksterior atau interior.

Kayu sawit yang telah mengalami kompregnasi menunjukkan hasil nilai pengembangan tebal lebih rendah baik setelah perendaman dalam air panas maupun air dingin dibandingkan dengan kayu sawit dan hasil pelaburan. Sebagian besar pengembangan tebal kayu sawit pada pengujian memenuhi SNI 4567 (2000) yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal maksimum sebesar 25% dari tebal semula. Rerata pengembangan tebal setelah direndam dalam air dingin selama 24 jam maupun dalam air panas selama 4 jam pada kayu sawit yang telah mengalami kompregnasi menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan dengan kontrol dan hasil pelaburan.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pada perendaman selama 24 jam baik dalam air dingin maupun air panas memberikan nilai yang berbeda nyata antar perlakuan (kontrol, pelaburan

dan hasil kompregnasi). Pengembangan tebal yang tinggi menunjukkan stabilitas dimensi produk tersebut kurang baik dan tidak dapat digunakan untuk penggunaan eksterior atau untuk jangka waktu yang lama, karena sifat mekanis yang dimilikinya menurun secara perlahan akibat pengaruh suhu, udara dan cuaca (Nandika et al., 2015).

Proses kompregnasi dengan TRF telah berhasil menurunkan pengembangan tebal kayu kelapa sawit rerata sebesar 85,98% dari tebal semula. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan perlakuan kempa panas mampu menurunkan pengembangan tebal pada kayujenis pinus hingga mencapai 74% (Laine, Rautkari, Hughes, & Kutnar, 2013). Kayu jenis *Anthocephalus cadamba* Miq. yang dimodifikasi kimia dengan resin termoseting PF, MF dan UF masing-masing mengalami peningkatan dimensi sebesar 70,59%; 68,23% dan 48,50% (Deka & Saikia, 2000). Rendahnya nilai pengembangan tebal kayu sawit, juga diduga karena TRF tergolong resin yang tahan terhadap kelembapan tinggi. Maka, perlakuan lebih lanjut dari proses impregnasi yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu dengan kompregnasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan stabilitas dan lebih tahan terhadap perubahan cuaca bila digunakan sebagai produk eksterior.

## C. Kekerasan

Kekerasan merupakan ukuran kemampuan kayu dalam menahan tekanan setempat pada permukaan kayu, atau kemampuan kayu untuk menahan kikisan pada permukaan. Nilai kekerasan setelah proses kompregnasi mengalami peningkatan dibandingkan kayu sawit kontrol dan pelaburan. Peningkatan kekerasan kayu sawit yang dikompregnasi terjadi diduga karena adanya pemampatan struktur sel-sel akibat pengempaan, termasuk menyempitnya rongga-rongga (lumen/metaxylem) atau pori-pori dalam sel kayu sawit (Hartono, 2012). Selain itu, pori-pori batang sawit menyempit juga terisi oleh perekat TRF yang di kompregnasikan (Gambar 2), sehingga kayu menjadi bertambah berat dan padat. Kayu sawit dengan nilai kekerasan yang lebih besar akan menjadi lebih keras dan tidak rapuh.



**Gambar 2. Permukaan kayu sawit sebelum (a) dan setelah (b) proses kompregnasi menggunakan perekat TRF**

**Figure 2. Surface of oil palm wood before (a) and after (b) impregnation process using TRF adhesive**

Nilai rerata kekerasan kayu sawit yang telah mengalami kompregnasi lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol dan hasil pelaburan, yaitu mengalami peningkatan kekerasan sebesar rerata lebih dari 6 kali dan 3 kali lipat dari kekerasan semula masing-masing terhadap perlakuan kompregnasi dan pelaburan seperti disajikan pada Tabel 2. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan proses kompregnasi mampu meningkatkan kekerasan sebesar 54,61% pada kayu sengon (Nandika et al., 2015).

#### **D. Emisi Formaldehida**

Rerata nilai emisi formaldehida pada kayu sawit yang telah mengalami kompregnasi lebih rendah dibandingkan dengan hasil pelaburan, namun lebih tinggi dari kontrol. Hasil nilai emisi formaldehida yang diperoleh baik pada perlakuan pelaburan dan kompregnasi masih di bawah persyaratan SNI 4567 (2000) yaitu sebesar 0,5–5,0 mg/L. Selain itu hasil analisis statistik menunjukkan perbedaan signifikan nilai emisi formaldehida hasil pengukuran pada bagian batang. Nilai emisi formaldehida hasil kompregnasi lebih rendah 16,37% dibandingkan hasil pelaburan. Emisi formaldehida yang rendah setelah proses kompregnasi mengindikasikan bahwa perlakuan

kompregnasi semakin menyempurnakan proses curing antara TRF dengan molekul-molekul kayu sawit sehingga emisi yang terjadi pun menjadi rendah.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikemukakan bahwa teknik kompregnasi dengan TRF secara signifikan mampu meningkatkan kualitas kayu sawit dilihat dari sifat fisik (kerapatan dan pengembangan tebal) serta sifat mekanisnya (kekerasan).

## **IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Kompregnasi menggunakan campuran resin TRF 1:0,05:0,05 (v/v/v) terhadap kayu sawit mampu meningkatkan kerapatan, kekerasan, dan menurunkan pengembangan tebal kayu sawit, serta meningkatkan kuat kelas kayu sawit dari kelas kuat kayu V menjadi III.

### **B. Saran**

Kayu sawit hasil kompregnasi menggunakan TRF 1:0,05:0,05 (v/v/v) dapat digunakan untuk aplikasi penggunaan keperluan eksterior yang mensyaratkan pengembangan tebal maksimum sebesar 25% dari tebal semula.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) atas fasilitas pendanaan melalui program Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) Tahun 2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bakar, E. S., Hao, J., Ashaari, Z., & Choo Cheng Yong, A. (2013). Durability of phenolic-resin-treated oil palm wood against subterranean termites a white-rot fungus. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 85, 126–130. doi: 10.1016/j.ibiod.2013.04.019.
- Candan, Z., Korkut, S., & Unsal, O. (2013). Effect of thermal modification by hot pressing on performance properties of paulownia wood boards. *Industrial Crops and Products*, 45, 461–464. doi: 10.1016/j.indcrop.2012.12.024.
- Choowang, R., & Hiziroglu, S. (2015). Properties of thermally-compressed oil palm trunks (*Elaeis guineensis*). *Journal of Tropical Forest Science*, 27(1), 39–46.
- Deka, M., & Saikia, C. N. (2000). Chemical modification of wood with thermosetting resin : Effect on dimensional stability and strength property. *Evaluation*, 73, 179–181.
- Dirjenbun. (2015). Tree crop estate statistics of Indonesia 2014-2016. Directorate General of Estate Crops, (December 2015), 79. Diakses dari [http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2016/SAWIT\\_2014-2016.pdf](http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2016/SAWIT_2014-2016.pdf), tanggal 27 Juli 2017.
- Feng, S., Cheng, S., Yuan, Z., Leitch, M., & Xu, C. (2013). Valorization of bark for chemicals and materials: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 560–578. doi: 10.1016/j.rser.2013.06.024.
- Fukuta, S., Watanabe, A., Akahori, Y., Makita, A., Imamura, Y., & Sasaki, Y. (2011). Bending properties of compressed wood impregnated with phenolic resin through drilled holes. *European Journal of Wood and Wood Products*, 69(4), 633–639. doi: 10.1007/s00107-010-0506-y.
- Gabrielli, C. P., & Kamke, F. A. (2010). Phenol-formaldehyde impregnation of densified wood for improved dimensional stability. *Wood Science and Technology*, 44(1), 95–104. doi: 10.1007/s00226-009-0253-6.
- Garcia, D. E., Glasser, W. G., Pizzi, A., Lacoste, C., & Laborie, M. P. (2014). Polyphenolic resins prepared with maritime pine bark tannin and bulky-aldehydes. *Industrial Crops and Products*, 62, 84–93. doi: 10.1016/j.indcrop.2014.08.010.
- H'ng, P. S., Wong, L. J., Chin, K. ., Tor, E. S., Tan, S. E., Tey, B. T., & Maminski, M. (2011). Oil palm trunk as a resource of starch and other sugars.pdf. *Journal of Applied Sciences*, 11(16), 3053–3057.
- Hartono, R. (2012). *Peningkatan kualitas batang kelapa sawit bagian dalam dengan metode close system compression dan kompregnasi fenol formaldehida*. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hoong, Y. B., Paridah, M. T., Luqman, C. A., Koh, M. P., & Loh, Y. F. (2009). Fortification of sulfited tannin from the bark of *Acacia mangium* with phenol-formaldehyde for use as plywood adhesive. *Industrial Crops and Products*, 30(3), 416–421. doi: 10.1016/j.indcrop.2009.07.012.
- Hoong, Y. B., Pizzi, A., Tahir, P., & Pasch, H. (2010). Characterization of *Acacia mangium* polyflavonoid tannins by MALDI-TOF mass spectrometry and CP-MAS <sup>13</sup>C NMR. *European Polymer Journal*, 46(6), 1268–1277. doi: 10.1016/j.eurpolymj.2010.03.002.

- Kim, S. (2009). Environment-friendly adhesives for surface bonding of wood-based flooring using natural tannin to reduce formaldehyde and TVOC emission. *Bioresource Technology*, *100*(2), 744–748. doi: 10.1016/j.biortech.2008.06.062.
- Laine, K., Rautkari, L., Hughes, M., & Kutnar, A. (2013). Reducing the set-recovery of surface densified solid scots pine wood by hydrothermal post-treatment. *European Journal of Wood and Wood Products*, *71*(1), 17–23. doi: 10.1007/s00107-012-0647-2
- Nandika, D., Darmawan, W., & Arinana. (2015). Peningkatan kualitas *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen melalui teknik kompregnasi. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*, *25*(2), 125–135.
- Puteri, I., Khairunnisha, N., Bakar, E. S., Azwa, A. N., Cheng, A., & Choo, Y. (2014). Effect of combination oven and microwave heating in the resin semi curing process on the physical properties of “Compreg”oil palm wood, *Bioresources*, *9*(1), 4899–4907.
- Salim, N., Hashim, R., Sulaiman, O., Ibrahim, M., Nasir, M., Sato, M., & Hiziroglu, S. (2016). Improved performance of compressed oil palm trunk prepared from modified pre-steaming technique. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, *13*(1), 1-7. doi: 10.1007/s13196-015-0155-1.
- Santoso, A., Malik, J., & Hadi, Y. S. (2015). *Teknik pembuatan dan aplikasi perekat resorsinol dari ekstrak limbah kayu Merbau*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Santoso, A., Sulastiningsih, I., Pari, G., & Jasni. (2016). 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.
- Siregar, M. S. (2011). Penguatan sifat mekanik kayu kelapa sawit dengan teknik impregnasi reaktif monomer stirena. *Agrium*, *16*(3), 158–162.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (1994). *Mutu dan ukuran kayu bangunan*. (SNI 3257-1994) Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (2000). *Fenol formaldehida cair untuk perekat kayu lapis* (SNI 4567-2000) Badan Standardisasi Nasional.