

Pengaruh Jenis Kayu dan Jumlah Lapisan Terhadap Sifat Venir Lamina (The Effect of Wood Species and the Number of Layer for Laminated Veener Properties)

Mochamad Isa Iskandar, Achmad Supriadi*

(Diterima Januari 2016/Disetujui Maret 2017)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan veneer terhadap sifat veneer lamina. Jenis kayu yang digunakan terdiri dari sengon, pinus, dan campuran sengon dengan pinus. Dibuat veneer lamina dengan jumlah lapisan bervariasi, yaitu 4, 6, dan 8 lapis. Variasi jumlah lapisan bertujuan agar dapat diketahui mutu veneer lamina yang dihasilkan dari berbagai variasi jumlah lapisan tersebut. Perekat yang digunakan adalah urea formaldehida (UF) cair. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar air veneer lamina 10,76%, kerapatan 0,54 g/cm³, delaminasi 5,8%, MOE 124.108 kg/cm², dan MOR 450,74 kg/cm². Kadar air dan hasil uji delaminasi veneer lamina yang dibuat semuanya memenuhi Standar Nasional Indonesia. Secara statistik jenis kayu berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan, MOE, dan MOR, sedangkan jumlah lapisan veneer berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR. Makin banyak jumlah lapisan veneer makin tinggi nilai kadar air, kerapatan, delaminasi, dan MOR.

Kata kunci: jumlah lapisan, pinus, sengon, urea formaldehida, veneer lamina

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of wood species and the number of layers of veneer against laminated veneer properties. Wood species consist of sengon, pine, and mixed pine sengon. Laminated veneer made by a number of layers consist of 4, 6, and 8 layers. The difference of a number of layers was to identify quality of laminated veneer. The adhesive used is urea formaldehyde (UF) liquid. The results showed that the average moisture content of 10.76%, density of 0.54 g/cm³, delamination 5.8%, MOE 124.108 kg/cm², and MOR 450.74 kg/cm². The moisture content and delamination made all meet the Indonesian National Standard. Statistically, wood species were a significant effect on moisture content, density, MOE, and MOR, while various of layers were a significant effect on moisture content, density, delamination, MOE, and MOR. The number of layer's laminated veneer made higher of water content, density, delamination, and MOR.

Keywords: laminated veneer, *paraserianthes falcataria*, pine, the number of layers, urea formaldehyde

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumber daya alam yang penting, dengan salah satu hasilnya berupa kayu. Sebagian besar pasokan kayu untuk industri pengolahan kayu di Indonesia berasal dari hutan alam. Akan tetapi kemampuan hutan alam dalam memasok kebutuhan bahan baku kayu terus menurun sehingga terjadi kekurangan bahan baku kayu dalam jumlah yang cukup besar. Balfas (2010) menyatakan bahwa dalam kebanyakan forum komunikasi ilmiah dilaporkan defisit kayu nasional akan mencapai lebih dari 50 juta m³/tahun. Fenomena seperti ini dapat dilihat di pasaran, yaitu semakin sulitnya dijumpai kayu-kayu olahan dari berbagai jenis kayu yang biasa diperdagangkan (jenis kayu komersial). Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah telah melakukan berbagai upaya diantaranya dengan mendorong penanaman jenis-jenis kayu cepat tumbuh (*fast-growing species*)

seperti mangium, sengon, rasamala, gmelina, jabon, dan lain-lain melalui pembangunan hutan tanaman, baik berupa hutan tanaman industri (HTI) maupun hutan rakyat (HR). Kedepannya diharapkan keberadaan kayu dari hutan tanaman dapat mensubstitusi kekurangan pasokan kayu dari hutan alam.

Kayu yang berasal dari hutan tanaman sebagian besar memiliki diameter kecil. Kondisi kayu seperti ini bila langsung diolah akan menghasilkan papan dan balok gergajian dengan ukuran dimensi yang sempit, sehingga memiliki keterbatasan dalam pemanfaatannya. Untuk mengatasi hal ini, dolok kayu dapat dikupas dengan menggunakan mesin kupas menghasilkan lembaran-lembaran tipis yang disebut dengan veneer.

Veneer lamina (*Laminated veneer lumber (LVL)*) adalah produk yang dibuat dengan cara merekatkan lapisan-lapisan veneer dengan menggunakan perekat dengan arah sejajar serat. Dalam hal tertentu juga diperkenankan adanya veneer silang di bawah veneer luar (SNI 2000). Pembuatan veneer lamina umumnya untuk pengganti kayu gergajian berupa papan dan balok (Sylvina *et al.* 2002). Veneer lamina selain mem-

punyai kelebihan karena dapat memiliki dimensi lebih besar dibanding kayu solidnya, juga memiliki karakteristik yang berbeda yang bahkan dapat lebih unggul dibandingkan dengan kayu solidnya serta memiliki ketebalan yang seragam (Burdurlu *et al.* 2007). LVL yang terbuat dari kayu beech dan cemara memiliki keteguhan tekan dan keteguhan lentur statis lebih tinggi dibandingkan kayu solidnya (Colak *et al.* 2005)

Tulisan ini menyajikan hasil penelitian pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan venir terhadap sifat venir lamina. Jenis kayu yang digunakan adalah kayu sengon, pinus, dan campuran sengon dengan pinus. Venir lamina yang dibuat dengan jumlah lapisan bervariasi, yaitu 4, 6, dan 8 lapis. Variasi jumlah lapisan bertujuan agar dapat diketahui sifat venir lamina yang dihasilkan dari berbagai variasi jumlah lapisan tersebut. Sifat venir yang diteliti meliputi kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR. Perekat yang digunakan adalah urea formaldehida (UF) cair.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Venir yang digunakan dalam penelitian ini adalah venir kupas dari kayu sengon, pinus, dan campuran sengon dan pinus. Perekat yang digunakan adalah urea formaldehida (UF) cair berasal dari PT Pamolite Adhesive Industry (PAI) Probolinggo, dengan spesifikasi kenampakan putih bening, kekentalan 1,2 poise, pH 10, dan resin *content* 40%, semuanya pada suhu 30 °C, serta ampelas.

Peralatan yang digunakan meliputi mesin kupas, oven, pemotong venir, meteran dari logam, gelas ukur, pengaduk, viscosimeter, timbangan, kuas, termometer, gergaji mesin meja, mesin kempa dingin, kaliper, kuas, dan mesin uji universal (*universal testing machine*).

Metode

• Pembuatan Venir

Dolok kayu sengon dan pinus dikupas menjadi venir dengan tebal 3 mm. Venir dipotong-potong dengan ukuran panjang 100 cm dan lebar 10 cm. Venir tersebut kemudian dimasukkan ke dalam oven sampai mencapai kadar air 8–12%. Venir ini siap untuk dibuat menjadi venir lamina masing-masing terdiri dari kayu sengon, pinus, dan campuran sengon dengan pinus, dengan ukuran panjang 100 cm, lebar 10 cm, dan tebal sesuai jumlah lapisan.

• Pembuatan Campuran Perekat

Komposisi perekat yang digunakan dalam penelitian dibuat dengan mencampur bahan-bahan seperti tercantum pada Tabel 1. Pencampuran bahan dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

- Perekat UF sebanyak 100 g dimasukkan ke dalam gelas ukur.
- Ditambahkan bahan ekstender berupa tepung terigu sebanyak 20 g, kemudian diaduk secara

Tabel 1 Bahan ramuan yang dicampur ke dalam perekat urea formaldehida

Komponen (<i>stufft</i>)	Banyaknya (<i>amount</i>), gram
Perekat urea formaldehida cair (<i>urea formaldehyde adhesive</i>)	100
Tepung terigu (<i>extender</i>)	20
Pengeras (<i>hardener</i>), NH ₄ Cl	1
Jumlah (Total)	121

perlahan sampai merata. Penambahan air pada setiap komposisi perekat terus dilakukan sambil diukur menggunakan viscosimeter sampai campuran mencapai kekentalan 18–20 poise.

- Kemudian pada campuran tersebut ditambahkan pengeras (*Amonium klorida*) sebanyak 1 g, lalu diaduk kembali hingga merata. Campuran ini siap untuk digunakan.

• Pembuatan Venir Lamina

Pembuatan venir lamina dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

- Venir ukuran 100 x 10 cm diampelas agar mempunyai permukaan halus, kemudian dikeringkan dalam oven sampai mencapai kadar air 10%.
- Permukaan venir dilaburi dengan campuran perekat dengan berat labur 170 g/m².
- Susun venir yang telah selesai dilabur secara tegak lurus sejajar serat, dikempa dingin selama 24 jam. Jumlah lapisan venir lamina terdiri atas 4, 6, dan 8 lapis.

Pembuatan Contoh Uji Kadar Air, Kerapatan, Delaminasi, MOE, dan MOR

Pembuatan contoh uji untuk pengujian sifat venir lamina yang meliputi kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR dilakukan 14 hari setelah venir lamina selesai dibuat. Prosedur pengujian mengacu pada standar venir lamina menurut Standar Nasional Indonesia (SNI, 2000), yaitu sebagai berikut:

- Kadar air dan kerapatan

Ukuran contoh uji kadar (10 x 10) cm². Contoh uji ditimbang untuk mengetahui berat awal, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 103 ± 2 °C, didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Contoh uji dikeringkan lagi dalam oven sampai beratnya tetap (berat kering oven).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat oven}}{\text{Berat oven}} \times 100\%$$

- Kerapatan

Ukuran contoh uji kerapatan (10 x 10) cm². Contoh uji setelah kering oven ditimbang untuk mengetahui berat kering oven. Diukur juga dimensinya meliputi panjang, lebar, dan tebal sehingga diketahui volume kering oven

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{Berat kering oven}}{\text{volume kering oven}}$$

- Pengujian delaminasi

Ukuran contoh uji delaminasi (7,5 x 7,5) cm². Contoh uji direndam dalam air 70 ± 3 °C selama 2 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60 ± 3 °C sampai mencapai kadar air kurang dari 8%.

Diukur panjang delaminasi pada setiap garis rekat dan pada setiap sisi contoh uji.

$$\text{Nisbah delaminasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah panjang delaminasi} \times 100\%}{\text{Jumlah panjang garis rekat}}$$

d. Pengujian MOE dan MOR

Ukuran contoh uji MOE dan MOR adalah panjang 23 kali tebal venir lamina dan lebar 9 cm. Contoh uji diletakkan datar dengan jarak sangga 21 kali tebal. Beban diberikan dengan laju maksimum 150 kg/cm² tiap menit.

$$\text{MOE (kg/cm}^2\text{)} = \frac{23 \Delta B S^3}{108 L T^3 \Delta D}$$

$$\text{MOR (kg/cm}^2\text{)} = \frac{B' S}{LT}$$

Keterangan:

B' = Beban maksimum (kg)

S = Jarak sangga (cm)

L = Lebar 9 cm

T = Tebal (cm) sama dengan lebar contoh uji

ΔB = Perbedaan beban batas atas dan batas bawah dalam selang batas proporsional

ΔD = Defleksi pada bagian tengah jarak sangga sesuai dengan ΔB

Analisis Data

Data rata-rata hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel. Untuk mengetahui pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan venir terhadap kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR venir lamina, maka dilakukan penelitian dengan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (Sudjana 2004). Sebagai perlakuan (faktor) adalah jenis kayu yang terdiri dari tiga jenis dan jumlah lapisan venir yang terdiri atas tiga macam lapisan. Pada setiap perlakuan dilakukan 3 (tiga) kali ulangan.

Model umum dari rancangan acak lengkap faktorial yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan (*Remark*):

Y_{ijk} = Nilai pengamatan satuan percobaan yang memperoleh kombinasi perlakuan jenis kayu dan jumlah lapisan venir (*value observations experimental unit that received the combination treatment of wood species and the number of layers of veneer*)

μ = Nilai rata-rata (*average value*)

α_i = Pengaruh jenis kayu (*the influence of wood species*) ke - i

β_j = Pengaruh jumlah lapisan venir (*the influence of the number of layers of veneer*) ke - j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi perlakuan (*treatment interaction effect*) ke - i dan k ke - j

ϵ_{ijk} = Kesalahan percobaan akibat perlakuan (*experimental error due to treatment*) ke - i dan ke - j percobaan (*experimental*) ke - k

i = 1, 2, dan 3

j = 1, 2, dan 3

k = 1, 2, dan 3

Bila terjadi pengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Untuk mengetahui hubungan antara jumlah lapisan venir dengan kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR venir lamina dilakukan analisa regresi linier. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software* program Minitab (Hendradi 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat venir lamina disajikan pada Tabel 2. Untuk mengetahui pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan terhadap sifat venir lamina dilakukan analisis keragaman dan hasilnya disajikan pada Tabel 3. Hasil uji beda nyata terkecil disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Kadar Air

Kadar air venir lamina yang dibuat berkisar antara 9,7–11,7% dengan rata-rata 10,7% (Tabel 2). Dengan demikian venir lamina yang dibuat tersebut semuanya memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia atau SNI Venir Lamina (2000), karena nilainya di bawah 14%. Kadar air tertinggi terdapat pada venir lamina yang menggunakan empat lapis venir dan kadar air terendah pada venir lamina delapan lapis. Ada kecenderungan makin banyak jumlah lapisan venir, makin rendah kadar air venir lamina. Hal ini disebabkan oleh adanya perekat yang mengisi rongga-rongga kosong dan mengeras, sehingga mengakibatkan kemampuan kayu untuk menyerap dan melepaskan air menjadi berkurang. Pertambahan jumlah lapisan akan memperbanyak jumlah garis rekat, sehingga perekat yang mengisi rongga akan semakin banyak pula. Hal ini yang menjadi salah satu sumber yang dapat memengaruhi kadar air venir lamina yang dibuat. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Nursiam (2003) yang mengemukakan bahwa makin meningkatnya jumlah lapisan venir kayu karet, makin menurunkan kadar air venir lamina kayu karet tersebut. Sudrajat (1980) mengemukakan bahwa dengan masuknya perekat ke dalam kayu, maka kemampuan kayu untuk menyerap dan melepaskan air menjadi berkurang, sehingga kayu akan lebih stabil. Hasil analisis keragaman menunjukkan jenis kayu dan jumlah lapisan venir berpengaruh nyata terhadap kadar air, sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata (Tabel 3). Hasil penelitian Iskandar (2014) mengemukakan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air venir lamina dari kayu sengon. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata kadar air antara kayu sengon dengan jenis kayu lainnya serta venir lamina yang menggunakan empat lapis venir dengan yang menggunakan delapan lapis venir. (Tabel 4 & 5). Kadar air rata-rata venir lamina hasil penelitian ini, yaitu 10,8% lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air venir lamina kayu mahoni, yaitu 6,96% (Iskandar 2007).

Tabel 2 Nilai rata-rata sifat venir lamina

Sifat venir lamina (<i>laminated veneer properties</i>)	Jumlah lapisan (<i>the number of layer</i>)			Rata-rata (<i>average</i>)
	4	6	8	
Kadar air, %				
Sengon	10,1	10,3	10,8	10,4
Pinus	11,0	11,3	11,3	11,3
Campuran sengon dan pinus	10,3	10,6	11,0	10,6
Rata-rata	10,5	10,7	11,0	10,7
Kerapatan, g/cm ³				
Sengon	0,42	0,45	0,48	0,45
Pinus	0,57	0,61	0,68	0,62
Campuran sengon dan pinus	0,50	0,53	0,58	0,54
Rata-rata	0,50	0,53	0,58	0,54
Delaminasi, %				
Sengon	4	5	8	5,7
Pinus	4	6	8	6,0
Campuran sengon dan pinus	4	5	8	5,7
Rata-rata	4	5,3	8	5,8
MOE, kg/cm ²				
Sengon	140.000	125.900	114.700	126.867
Pinus	131.100	121.870	112.000	121.657
Campuran sengon dan pinus	134.600	123.500	113.300	123.800
Rata-rata	135.233	123.757	113.333	124.108
MOR, kg/cm ²				
Sengon	360,40	375,60	410,05	381,92
Pinus	480,00	505,15	550,12	511,76
Campuran sengon dan pinus	425,55	460,10	490,50	458,55
Rata-rata	421,98	446,95	483,56	450,74

Tabel 3 Analisis keragaman pengaruh jenis kayu dan jumlah lapisan terhadap sifat venir lamina

Parameter mutu (<i>quality parameter</i>)	Db (<i>df</i>)	Kuadrat tengah (<i>mean squares</i>)	F hitung (<i>F calc.</i>)
Kadar air, %			
Jenis kayu	2	2,12333	11,80*
Jumlah lapisan	2	1,12333	6,24*
Interaksi	4	0,00333	0,02
Galat	18	0,18000	
Kerapatan, g/cm ³			
Jenis kayu	2	0,065033	60,97**
Jumlah lapisan	2	0,015833	14,84*
Interaksi	4	0,000533	0,50
Galat	18	0,001066	
Delaminasi, %			
Jenis kayu	2	0,33333	0,05
Jumlah lapisan	2	37,33333	5,33*
Interaksi	4	0,33333	0,05
Galat	18	7,0000	
MOE, kg/cm ²			
Jenis kayu	2	61713633	79,5**
Jumlah lapisan	2	1079954633	1391,22**
Interaksi	4	8197633	10,56*
Galat	18		
MOR, kg/cm ²			
Jenis kayu	2	38281,2	173,08**
Jumlah lapisan	4	8675,3	39,22**
Interaksi	4	135,1	0,61
Galat	18	221,2	

Keterangan (*remarks*): db (*df*) = Derajat bebas (*degree of freedom*)

* = Nyata (*significant*)

** = Sangat nyata (*highly significant*)

Untuk mengetahui hubungan antara jumlah lapisan venir dengan kadar air venir lamina, dilakukan sidik regresi. Hasilnya adalah $Y = 11,8 - 0,175 X$. Hubungan tersebut berupa regresi linier. Nilai koefisien regresi bertanda negatif. Hal ini berarti

makin banyak jumlah lapisan venir, kadar air venir lamina makin rendah, dan sebaliknya. Nilai F 45,37 menunjukkan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air venir lamina, R² sebesar 0,98 menunjukkan bahwa variabel jumlah

Tabel 4 Uji beda terhadap rata-rata mutu venir lamina berdasarkan jenis kayu

Parameter mutu (quality parameter)	Perbandingan nilai rata-rata (comparison between means)		
	W1	W2	W3
Kadar air, %	10,40 a	11,30 b	10,60 a
Kerapatan, g/cm ³	0,45 a	0,62 b	0,54 c
MOE, kg/cm ²	126.867 a	121.657 b	123.800 c
MOR, kg/cm ²	382,02 a	511,76 b	458,55 c

Keterangan (Remarks): W = Jenis kayu (*wood species*); W1 = sengon; W2 = pinus; dan W3 = campuran sengon dan pinus (sengon *mixed* pinus); Huruf yang tidak sama dalam satu baris, berbeda nyata (*different letter in one row is significant difference*)

Tabel 5 Uji beda terhadap rata-rata mutu venir lamina berdasarkan jumlah lapisan

Parameter mutu (quality parameter)	Perbandingan nilai rata-rata (comparison between means)		
	P1	P2	P3
Kadar air, %	11,17 a	10,47 b	10,73 ab
Kerapatan, g/cm ³	0,50 a	0,53 b	0,58 c
Delaminasi, %	4,0 a	5,3 a	8,0 b
MOE, kg/cm ²	135.233 a	123.757 a	113.333 c
MOR, kg/cm ²	421,82 a	446,95 b	483,56 c

Keterangan (remarks): P = Jumlah lapisan venir (*the number of venir layer*); P1 = 4 lapis (4 *layer*); P2 = 6 lapis (6 *layer*); P3 = 8 lapis (8 *layer*); Huruf yang tidak sama dalam satu baris, berbeda nyata (*different letter in one row is significant difference*)

lapisan venir dapat menjelaskan variabel kadar air sebesar 98%.

Kerapatan

Kerapatan venir lamina yang dibuat berkisar antara 0,40–0,71 g/cm³ dengan rata-rata 0,54 g/cm³ (Tabel 2). Kerapatan venir lamina hasil penelitian ini hampir sama dengan kerapatan venir lamina campuran kayu mahoni dan baros yang berkisar antara 0,48–0,56 (Purwanti *et al.* 2011). Nilai kerapatan rata-rata tertinggi terdapat pada venir lamina kayu pinus, yaitu 0,62 g/cm³, diikuti oleh venir lamina campuran kayu pinus dan sengon 0,54 g/cm³, dan venir lamina kayu sengon 0,45 g/cm³. Nilai kerapatan venir lamina kayu pinus hasil penelitian ini (0,62 g/cm³) lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan venir kayu pinus (0,57 g/cm³), disebabkan adanya lapisan perekat dan terjadinya pematatan pada saat pengempaan venir dibuat venir lamina. Demikian juga nilai kerapatan venir lamina kayu sengon (0,45 g/cm³) lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan venir kayu sengon (0,34 g/cm³). Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Sulastiningsih *et al.* (1993) yang mengemukakan bahwa kerapatan venir lamina yang dibuat dari jenis kayu tunggal selalu lebih tinggi daripada kerapatan venir penyusunnya. Sebagai contoh venir meranti II yang mempunyai kerapatan 0,50 g/cm³ jika dibuat venir lamina, kerapatan venir lamina yang dihasilkan adalah 0,60 g/cm³. Menurut Kelly (1977) kerapatan akhir panel dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis kayu (kerapatan kayu), besarnya

tekanan kempa, jumlah lapisan penyusun panel, kadar perekat, serta bahan tambahan lainnya. SNI tidak mensyaratkan besarnya kerapatan untuk venir lamina. Terdapat kecenderungan makin banyak jumlah lapisan venir, semakin tinggi nilai kerapatannya. Hasil analisis keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan dan jenis kayu berpengaruh nyata terhadap kerapatan venir kayu lamina, sedangkan hasil interaksi antara jenis kayu dan jumlah lapisan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan venir lamina (Tabel 3). Hasil penelitian Purwanti *et al.* (2011) menunjukkan bahwa komposisi LVL berpengaruh nyata terhadap kerapatan. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata kerapatan antar jenis kayu dan antar jumlah lapisan venir lamina yang dibuat (Tabel 4 & 5). Penambahan jumlah lapisan tidak selalu akan menaikkan kerapatan venir lamina. Hasil penelitian Nursiam (2003) pada pembuatan venir lamina menggunakan venir kayu karet yang terdiri dari 3, 5, 7, dan 9 lapis venir menunjukkan bahwa terjadi penurunan kerapatan pada venir lamina yang menggunakan sembilan lapis venir. Hal ini terjadi disebabkan oleh besarnya tekanan kempa yang digunakan untuk semua lapisan adalah sama, sehingga dengan meningkatnya jumlah lapisan maka ikatan antar permukaan venir menjadi tidak optimal. Kerapatan rata-rata venir lamina hasil penelitian ini, yaitu 0,54 g/cm³ lebih rendah dibandingkan dengan kerapatan venir lamina kayu mahoni, yaitu 0,67 g/cm³ (Iskandar 2007).

Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan $Y = 0,417 + 0,02 X$. Hubungan tersebut berupa regresi linier. Nilai koefisien regresi bertanda positif, yang berarti makin banyak jumlah lapisan venir, kerapatan venir lamina makin tinggi dan sebaliknya. Nilai F 48 menunjukkan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan venir lamina, R² sebesar 0,98 menunjukkan bahwa variabel jumlah lapisan venir dapat menjelaskan variabel kerapatan sebesar 98%.

Delaminasi

Delaminasi venir lamina berkisar antara 2–13% dengan rata-rata 5,8% (Tabel 2). Dengan demikian, nilai delaminasi venir lamina tersebut semuanya memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia karena nilainya kurang dari 33%. Nilai delaminasi rata-rata tertinggi terdapat pada venir lamina kayu sengon, yaitu 6,1%, diikuti oleh venir lamina campuran kayu pinus dan sengon, yaitu 6%, dan venir lamina kayu pinus, yaitu 5,7%. Ada kecenderungan makin banyak jumlah lapisan venir, makin tinggi delaminasi venir lamina. Hasil penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Nursiam (2003) pada pembuatan venir lamina dari kayu karet yang menggunakan sembilan lapis venir mengalami delaminasi tertinggi dan terendah pada venir lamina tiga lapis venir. Banyaknya jumlah lapisan venir yang digunakan akan membuat proses pematangan perekat di bagian tengah venir lamina akan semakin sulit dicapai, sehingga interaksi antara perekat dengan bidang

lamina menjadi kurang optimal. Ekawati (1988) mengemukakan bahwa nilai delaminasi dipengaruhi oleh bidang geser, jenis perekat, serta interaksinya. Hasil analisis keragaman menunjukkan jenis kayu tidak berpengaruh nyata, sedangkan jumlah lapisan venir berpengaruh nyata terhadap delaminasi (Tabel 3). Hasil penelitian Iskandar (2014) mengemukakan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap delaminasi venir lamina dari kayu sengon. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata delaminasi antara venir lamina yang menggunakan delapan lapis venir dengan yang lainnya. (Tabel 5).

Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan $Y = -0,23 + 1,0 X$. Hubungan tersebut berupa regresi linier. Nilai koefisien regresi bertanda positif, yang berarti makin banyak jumlah lapisan venir, delaminasi venir lamina makin tinggi, dan sebaliknya. Nilai $F_{24,49}$ menunjukkan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap delaminasi venir lamina, R^2 sebesar 0,96 menunjukkan bahwa variabel jumlah lapisan venir dapat menjelaskan variabel delaminasi sebesar 96%.

Modulus Elastisitas (MOE)

MOE venir lamina yang dibuat berkisar antara 111.110–140.100 kg/cm² dengan rata-rata 124.108 kg/cm² (Tabel 2). Nilai MOE rata-rata tertinggi terdapat pada venir lamina kayu sengon, yaitu 126.867 kg/cm², diikuti oleh venir lamina campuran kayu pinus dan sengon 123.800 kg/cm², dan venir lamina kayu pinus 121.657 kg/cm². Nilai rata-rata MOE hasil penelitian ini (124.108 kg/cm²) lebih rendah dibandingkan MOE bambu lamina yang lapisan tengahnya menggunakan kayu mangium, yaitu 135.068 kg/cm², tetapi lebih tinggi dibanding MOE bambu lamina yang lapisan tengahnya menggunakan kayu tusam, yaitu 121.674 kg/cm² (Sulastiningsih *et al.* (2005). Menurut hasil penelitian Iskandar (2014), nilai MOE venir lamina dari kayu sengon berkisar antara 116.126,88–131.964,94 kg/cm². Nilai MOE LVL kayu sengon pada empat variasi penampang hasil penelitian Basuki *et al.* (2015), nilainya berkisar antara 2.532,58–2.854,02 N/mm². SNI tidak mensyaratkan besarnya MOE untuk venir lamina non struktural. Terdapat kecenderungan makin banyak jumlah lapisan venir, semakin rendah nilai MOE. Hasil analisis keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan dan jenis kayu berpengaruh sangat nyata terhadap MOE venir kayu lamina, begitu juga hasil interaksi antara jenis kayu dan jumlah lapisan berpengaruh nyata terhadap MOE venir lamina. Hasil penelitian Iskandar (2014) mengemukakan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap MOE venir lamina dari kayu sengon. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata MOE antar jenis kayu dan antar jumlah lapisan venir lamina yang dibuat. (Tabel 4 & 5).

Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan $Y = 156.458 - 5,475 X$. Hubungan tersebut berupa regresi linier. Nilai koefisien regresi bertanda negatif, yang berarti makin banyak jumlah lapisan venir, MOE venir lamina makin rendah, dan sebaliknya. Nilai $F_{1.300,1}$ menunjukkan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap MOE venir lamina, R^2 sebesar 0,99 menunjukkan bahwa variabel jumlah lapisan venir dapat menjelaskan variabel MOE sebesar 99%.

Modulus Patah (MOR)

MOR venir lamina yang dibuat berkisar antara 340,90–590,10 kg/cm² dengan rata-rata 450,74 kg/cm² (Tabel 2). Nilai MOR venir lamina hasil penelitian ini lebih rendah dibanding MOR bambu lamina yang lapisan tengahnya menggunakan kayu mangium, yaitu 1.130 kg/cm² maupun menggunakan kayu tusam, yaitu 962 kg/cm² (Sulastiningsih *et al.* (2005). Nilai MOR rata-rata tertinggi terdapat pada venir lamina kayu pinus, yaitu 511,76 kg/cm², diikuti oleh venir lamina campuran kayu pinus dan sengon 458,55 kg/cm², dan venir lamina kayu sengon 381,92 kg/cm². Menurut hasil penelitian Iskandar (2014), nilai MOR venir lamina dari kayu sengon berkisar antara 476,03–721,81 kg/cm². SNI tidak mensyaratkan besarnya MOR untuk venir lamina yang tidak menahan beban (*non structural*). Terdapat kecenderungan makin banyak jumlah lapisan venir, semakin tinggi nilai MOR. Hasil analisis keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan dan jenis kayu berpengaruh sangat nyata terhadap MOR venir kayu lamina, sedangkan hasil interaksi antara jenis kayu dan jumlah lapisan tidak berpengaruh nyata terhadap MOR venir lamina. Hasil penelitian Iskandar (2014) mengemukakan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap MOR venir lamina dari kayu sengon. Colak *et al.* (2005) yang meneliti tentang pengaruh dolok yang telah diup dan pengeringan venir terhadap sifat mekanis LVL menyatakan bahwa LVL yang terbuat dari kayu beech dan cemara memiliki keteguhan tekan dan lentur statis lebih tinggi dibandingkan kayu solidnya. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata MOR antar jenis kayu dan antar jumlah lapisan venir lamina yang dibuat (Tabel 4 & 5).

Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan $Y = 358 + 15,4 X$. Hubungan tersebut berupa regresi linier. Nilai koefisien regresi bertanda positif, yang berarti makin banyak jumlah lapisan venir, MOR venir lamina makin tinggi dan sebaliknya. Nilai $F_{86,86}$ menunjukkan bahwa jumlah lapisan venir berpengaruh sangat nyata terhadap MOR venir lamina, R^2 sebesar 0,99 menunjukkan bahwa variabel jumlah lapisan venir dapat menjelaskan variabel MOR sebesar 99%. Ringkasan persamaan regresi antara jumlah lapisan venir dengan sifat venir lamina disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Persamaan regresi hubungan antara jumlah lapisan veneir dengan sifat veneir lamina

Hubungan antara (<i>relationship between</i>)	Persamaan regresi (<i>regression equation</i>)	R ²	F hitung (F <i>calculated</i>)
Jumlah lapisan veneir (X) dengan kadar air (Y)	$Y = 11,8 - 0,175 X$	0,98	45,37**
Jumlah lapisan veneir (X) dengan kerapatan (Y)	$Y = 0,417 - 0,02 X$	0,98	48**
Jumlah lapisan veneir (X) dengan delaminasi (Y)	$Y = - 0,23 + 1,0 X$	0,96	24,49**
Jumlah lapisan veneir (X) dengan MOE(Y)	$Y = 156,96 - 5,48 X$	0,99	1.300,1**
Jumlah lapisan veneir (X) dengan MOR (Y)	$Y = 358 + 15,4 X$	0,99	86,86**

Keterangan (*remarks*): R² = Koefisien determinasi (*determinaton coefficient*); * = Nyata (*significant*); ** = Sangat nyata (*highly significant*)

KESIMPULAN

Kadar air veneir lamina rata-rata 10,76%, kerapatan 0,54 g/cm³, delaminasi 5,8%, MOE 124.108 kg/cm², dan MOR 450,74 kg/cm². Kadar air dan hasil uji delaminasi veneir lamina yang dibuat semuanya memenuhi Standar Nasional Indonesia. Hasil uji sidik ragam menunjukkan jenis kayu berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan, MOE, dan MOR, sedangkan jumlah lapisan veneir berpengaruh nyata terhadap kadar air, kerapatan, delaminasi, MOE, dan MOR. Makin banyak jumlah lapisan veneir makin tinggi nilai kadar air, kerapatan, delaminasi, dan MOR. Hasil uji regresi linier menunjukkan hubungan yang positif antara jumlah lapisan veneir dengan nilai delaminasi dan MOR, sedangkan dengan kadar air, kerapatan, dan MOE menunjukkan hubungan yang negatif.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2000. SNI 01-6240-2000. *Veneir Lamina*. Badan Standardisasi Nasional.
- Balfas J. 2010. Jenis kayu alternative untuk pertukangan. In *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pengolahan Jati Cepat Tumbuh dan Kayu Pertukangan Lainnya*. (pp. 98–107).
- Basuki A, As'ad S, Putri RN, Hermawan. 2015. Kapasitas lentur balok (LVL) kayu sengon pada variasi penampang. *Prosiding MAPEKI ke XVII*. 11 Nopember 2015. Medan, Sumatera Utara. pp: 131–137.
- Burdurlu E, Killic M, Ilce AC, Uzunkavak O. 2007. The effect of ply organization and loading direction on bending strength and modulus of elasticity in laminated veneer lumber (LVL) obtained from beech (*Fagus orientalis L.*) and lombardy poplar (*Populus nigra L.*). *Construction and Building Materials*. 21(8): 1720–1725. <http://doi.org/dnx4ns>
- Colak S, Colakoglu G, Aydin I. 2005. Effects of logs steaming, veneer drying and aging on the mechanical properties of laminated veneer limber (LVL). *Building and Environment*. 42(1): 93–98. <http://doi.org/fj3mj7>
- Ekawati D. 1998. *Pengaruh jenis perekat dan pengaturan letak kayu meranti merah serta kelapa terhadap sifat fisik mekanik balok lamina. Contoh kecil bebas cacat*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hendradi TC. 2012. *Statistik Six Sigma dengan Minitab. Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas*. Yogyakarta (ID): ANDI OFFSET.
- Iskandar MI. 2007. Pembuatan LVL mahoni dengan perekat phenol formaldehida. *Prosiding MAPEKI ke X*. 9 – 11 Agustus 2007. Pontianak, Kalimantan Barat. pp: 986–993.
- Iskandar MI. 2014. Pengaruh jumlah lapisan dan macam sambungan terhadap sifat-sifat veneir lamina. *Prosiding MAPEKI ke XVI*. 6 November 2014. Balikpapan, Kalimantan Timur. pp: 372–380.
- Kelly MW. 1977. *Critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboards*. General Technical Report FLL-10.
- Nursiam T. 2003. *Pengaruh jumlah lapisan terhadap sifat fisis mekanis papan veneir lamina dari kayu karet (Hevea brasiliensis)*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Purwanti R, Hastuti N, Massijaya MY. 2011. Pengaruh komposisi veneir terhadap karakteristik LVL dari kayu mahoni (*Swietenia mahagoni (L) Jack*) dan baros (*Manglietia glauca*). *Prosiding MAPEKI ke XIV*. Yogyakarta. 2 November 2011. pp: 233–239.
- Sudjana. 2004. *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung (ID): Tarsito.
- Sudrajat R. 1980. *Studi tentang pengujian kayu kapur dan meranti untuk veneir lamina*. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sulastiningsih IM, Memed R, Sutigno P. 1993. Pengaruh jenis campuran kayu terhadap sifat veneir lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 11(8): 308–312.
- Sulastiningsih IM, Nurwati, Santoso A. 2005. Pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bamboo lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 23(1): 15–22.