

**Karakteristik Balok Laminasi Dari Batang Kelapa (*Cocos Nucifera L.*) Dan Kayu Kemiri  
(*Aleurites Moluccana Wild.*)  
(*Characteristics of Glued Laminated Beams of Coconut Trunk (*Cocos nucifera L.*) and  
Candlenut Wood (*Aleurites moluccana Wild.*)***

Iwan Risnasari\*, Irawati Azhar, Astri Novita Sitompul

<sup>a</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara Jl Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155 (\*Penulis korespondensi, i\_risnasari@yahoo.com)

<sup>b</sup>Alumnus Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

Diterima: 28 Februari 2012. Disetujui: 4 April 2012

**Abstract**

*The Utilizing forest as source of wood raw materials is tend to increase, while the supply of wood is limited. As a result it can influenced the sustainable of ecosystem and the forest condition it self. The main objective of this was to find out the substitution of construction board (lumber and plywood). This research concerned to using coconut trunk and kemiri wood as alternative raw material in producing glued laminated beams. It is needed by industrial sector as a raw material because wood has been limited and it may solve environmental problem. In this research, the treatment is number of layer on glued laminated beam (3 layer, 5 layer, and 7 layer). Coconut trunks were used as outer layers and kemiri wood was used as midle layer and bonded by Isocyanate and PVAc by different ratio of 100:15. Evaluation on physical and mechanical properties were measured based on ASTM D 198-05. The results showed: 1). The value of density of gluelam were in the range 0,63–0,68 g/cm<sup>3</sup> 2). The value of moisture content were in the range 14,14-14,37 % 3). The value of water absorption for 2 and 24 hours were in the range 8,61- 8,74 % and 21,09-21,29 % 4). The value of thickness swelling for 2 and 24 hours were in the range 0,79-0,80 % and 1,57-,59 % 5). Modulus of elasticity (MOE) value were in the range 7519,63-18358,40 kgf/cm<sup>2</sup> 6). Modulus of rupture (MOR) value were in the range 180,34-364,04 kgf/cm<sup>2</sup> 7). Internal bond (IB) value were in the range 2,48-3,95 kgf. Layers of glued laminated beams are not significantly influence the value of physical and mechanical properties, except the value of MOR. The best result achieved in this research is the beam prepared from 3 layers.*

*Keywords : Coconut trunk, kemiri wood, glued laminated beams, physical and mechanical properties.*

**PENDAHULUAN**

Kayu dibutuhkan manusia dalam banyak penggunaan, di antaranya sebagai komponen struktur rumah, jembatan, peralatan rumah tangga, alat-alat olah raga, komponen kapal serta komponen peralatan kesenian.. Kebutuhan akan kayu semakin meningkat dengan berkembangnya pembangunan di Indonesia. Namun fakta menunjukkan, besarnya laju kerusakan hutan di Indonesia menyebabkan industri kehutanan mengalami krisis bahan baku.

Kecenderungan penggunaan kayu sebagai bahan bangunan sekarang ini dan pada masa yang akan datang terus mengalami peningkatan, khususnya keperluan bangunan rumah untuk tempat tinggal, bangunan dan konstruksi ringan dan perabotan rumah tangga. Masalah lain yang dihadapi adalah jumlah penduduk Indonesia semakin bertambah dan tingkat kehidupan rakyat semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan kekurangan pasokan kayu dalam jumlah besar bersama konsekuensinya. Kondisi

seperti ini harus diantisipasi dengan mencari pengganti penggunaan kayu dengan bahan ber kayu lain yang memiliki potensi cukup besar dan dapat dimanfaatkan dengan baik. Misalnya dengan penggunaan produk komposit seperti papan laminasi. Prinsip desain laminasi adalah memaksimalkan dimensi dengan meminimalkan material. Apabila prinsip tersebut dapat dilakukan secara simultan maka tujuan penggunaan laminasi dapat dicapai secara maksimal, sehingga laminasi merupakan desain ekonomis dengan tetap memenuhi prinsip struktural (Bodig dan Jayne, 2003).

Keseluruhan persoalan yang dihadapi oleh industri pengolahan kayu baik secara parsial maupun nasional harus dicarikan jalan terbaik agar bisa keluar dari krisis tersebut di atas. Salah satu faktor penting yang perlu dilakukan adalah efisiensi bahan baku karena selain sumberdaya hutan yang semakin langka, harga kayu yang semakin mahal, juga karena tekanan dunia internasional yang menghendaki agar

seluruh produk industri per kayu yang dihasilkan dari hutan yang dikelola secara lestari dan berkesinambungan (*sustainable forest management*).

Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan jenis-jenis kayu yang tergolong *lesser used species/lesser known species* (jenis-jenis kayu yang kurang dikenal). Banyak hasil penelitian yang menunjukkan bahwa jenis-jenis kayu yang tergolong *lesser used species* memiliki sifat-sifat yang sangat baik digunakan sebagai bahan baku industri pengolahan kayu. Kayu kemiri merupakan salah satu *lesser know species* (jenis-jenis kayu yang kurang dikenal).

Berdasarkan pengelompokkannya kemiri (*Aleurites moluccana* Willd) termasuk dalam kelompok minyak lemak. Jenis ini mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak begitu banyak menuntut persyaratan tempat tumbuh sehingga dalam perkembangannya tanaman ini sudah direkomendasikan sebagai tanaman penghijauan/reboisasi (Darmawan dan Kurniadi, 2007). Kayu kemiri berwarna putih kekuningan dan sangat sederhana. Kayu ini cukup kuat meskipun bersifat sangat ringan dan halus. Berat jenis kayu kemiri adalah sekitar 0,31 atau pada kisaran 230–490 kg/m<sup>3</sup> dengan kadar air 15%. Jenis ini relatif tidak tahan terhadap pembusukan atau serangan serangga. Kayu kemiri dapat digunakan untuk papan pengeringan tanpa perlu pengecatan karena mampu mempertahankan warna putihnya untuk jangka waktu yang lama. Kayunya mudah dikerjakan secara manual dengan tangan maupun peralatan mesin, juga mudah dipotong dengan hasil permukaan yang sangat bagus. Pada sejumlah lahan pertanian, kemiri umumnya ditanam sebagai penahan angin, pembatas, penaug, stabilisator tanah dan pengisi lahan-lahan yang kosong. Di daerah perkotaan, kemiri umumnya ditanam sebagai pohon peneduh dan memberikan pemandangan yang indah dengan daunnya yang lebar dan bunga putih kecilnya yang menarik. Kayu dari pohon kemiri tidak dimanfaatkan secara meluas karena tidak tahan terhadap serangan hama dan mudah rusak. Meskipun demikian, di beberapa negara seperti Cina, Malaysia dan Indonesia, kayu kemiri telah digunakan untuk bahan pembuatan kontainer, kotak, lemari, peti kemas, sumpit dan korek api. Di Bali, beberapa ukiran atau kerajinan tangan tradisional terbuat dari kayu kemiri pilihan (Krisnawati et al., 2011). Di Hawaii, batang kayu kemiri juga digunakan untuk membuat sampan kecil untuk keperluan memancing (Elevitch dan Manner 2006).

Sementara itu potensi tanaman kelapa cukup besar di Indonesia. Meski potensinya besar, pemanfaatannya belum maksimal terutama pada bagian batangnya. Penelitian ini dilakukan dalam upaya pemanfaatan batang kelapa dan meningkatkan nilai ekonomis kayu kemiri melalui pembuatan kayu laminasi. Kayu laminasi ini dapat digunakan untuk mengganti balok atau tiang sebagai bahan bangunan yang mengutamakan kekuatan. Dari potongan-potongan kecil dapat dibuat kayu laminasi dengan panjang, lebar atau tebal yang diinginkan dengan cara menyambung ujung-ujung papan dan merekatkan sisi-sisinya. Segi positif dari kayu laminasi adalah dapat dibuat dari kayu berkerapatan rendah hingga sedang dan menghasilkan kayu dengan kekuatan kayu cukup tinggi. Kayu dengan kerapatan rendah sampai sedang banyak dijumpai di Indonesia. Penggunaan kayu laminasi juga dapat dijadikan sebagai alternatif bahan pengganti kayu dengan kualitas yang lebih baik. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji sifat fisis dan mekanis balok laminasi dari batang kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan kayu kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Program Studi Kehutanan, Universitas Sumatera, Medan dan Laboratorium Kayu Solid Bagian Keteknikan Kayu Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan adalah gergaji mesin, oven, mesin ketam, kaliper, timbangan, alat dempul, pengaduk, mesin *cold and hot press*, mesin *Universal Testing Machine* merk *Instron* dan alat dokumentasi..

Bahan yang digunakan adalah batang kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan kayu kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.) yang diperoleh dari usaha Perkayuan Maju Jaya, Pematangsiantar, perekat Isosianat dan perekat PVAc.

### Prosedur Penelitian

Balok laminasi yang terdiri dari 3 lapis, 5 lapis, dan 7 lapis dengan kayu kemiri sebagai *core* (bagian tengah), dan kayu kelapa sebagai *face* dan *back*. Papan yang akan dibuat berukuran 50 cm x 5 cm x 1,5 cm untuk setiap lapis.



Gambar 1. Susunan Lapisan Balok Laminasi

#### Persiapan Bahan Baku

Batang kemiri dan kelapa dipotong dan dibelah, setelah itu setiap bahan ditandai, kemudian disusun. Kemudian diambil contoh uji untuk mengetahui kadar air batang kelapa dan kemiri tersebut yang akan digunakan sebagai acuan dalam penentuan lamanya pengeringan bahan sampai pada kadar air 12-16%. Kemudian disimpan dalam ruangan dengan suhu lebih kurang 30° C.

#### Proses Pembuatan Balok Laminasi

Masing-masing bahan dibentuk menjadi lapisan ukuran 50 cm x 5 cm x 1,5 cm. Ditimbang berat labur perekat untuk proses pelaburan yaitu :

$$\text{Jumlah Perekat (g)} = \frac{A \text{ (cm}^2\text{)} \times \text{Berat labur (g / m}^2\text{)}}{10.000}$$

Berat labur yang digunakan adalah 250 g/m<sup>2</sup>, sehingga dapat dihitung jumlah perekat yang digunakan untuk ketebalan 1,5 cm adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Perekat (g)} &= \frac{250 \text{ cm}^2 \times 250 \text{ g / m}^2}{10.000} \\ &= 6,25 \text{ g} \end{aligned}$$

Perekat disiapkan sesuai dengan standar teknik yang ditentukan dari produsen. Sebelum diaplikasikan, kedua komponen perekat yaitu resin (perekat PVAc) dan *hardener* (Isosianat) dicampur dan diaduk sampai rata dengan perbandingan 100 : 15 (berdasarkan berat). Sebelum proses perekatan, permukaan lamina dalam keadaan halus, dibersihkan dari segala kotoran. Seluruh sistem pelaburan perekat dilakukan dengan menggunakan kape, dan dilaburkan pada kedua permukaan (*double spread*) lamina dengan berat labur 250 g/m<sup>2</sup>. Perekatan dimulai pada lapisan balok *glulam* terbawah, dilanjutkan dengan lapisan lebih atas. Setelah dilaburkan bahan dikondisikan selama lebih kurang 1 menit. Kedua sisi direkatkan satu sama lain sesuai dengan perlakuan variasi jumlah susunan papan. Kayu yang sudah direkat kemudian dikempa dengan tekanan kempa 30 kgf/cm<sup>2</sup> selama 8 jam.

#### Pengkondisian dan Penyelesaian Akhir

Setelah pengempaan, sisa-sisa perekat dibersihkan dari setiap sisi kayu laminasi. Kemudian dikondisikan pada suhu kamar selama 1 minggu agar kayu yang dihasilkan dapat mencapai kadar air

kesetimbangan. Setelah 1 minggu, kayu laminasi dipotong sesuai dengan ukuran contoh uji untuk pengujian sifat fisis dan mekanis.

#### Pengujian Balok Laminasi (ASTM D 198-05) Pengujian Sifat Fisis Balok Laminasi

Pengujian contoh uji kayu laminasi berdasarkan ASTM D 198-05 dengan sedikit modifikasi dan disesuaikan dengan ukuran kayu laminasi yang dihasilkan.

##### a. Kerapatan

Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering udara dan volume kering udara. Contoh uji berukuran 2 cm x 5 cm ditimbang beratnya, lalu diukur rata-rata panjang, lebar dan tebalnya untuk menentukan volume contoh uji. Nilai kerapatan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kerapatan (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Berat (gram)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

##### b. Kadar Air (KA)

Contoh uji berukuran 2 cm x 5 cm yang digunakan adalah bekas contoh uji kerapatan. Kadar air balok laminasi dihitung berdasarkan berat awal (BA) dan Berat Kering Oven (BKO) selama 24 jam pada suhu (103 ± 2° C) atau sampai berat contoh uji konstan. Nilai kadar air dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{BA - BKO}{BKO} \times 100\%$$

##### c. Daya Serap Air (DSA)

Daya serap air dihitung dari sebelum (B<sub>1</sub>) dan sesudah (B<sub>2</sub>) perendaman dalam air selama 2 jam dan 24 jam. Nilai daya serap air dihitung dengan rumus :

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

##### d. Pengembangan Tebal (*Thickness swelling*)

Pengembangan tebal dihitung atas tebal sebelum (T<sub>1</sub>) dan sesudah perendaman (T<sub>2</sub>) dalam air selama 24 jam. Pengembangan tebal dihitung dengan rumus :

$$\text{Pengembangan Tebal (\%)} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

#### Pengujian Sifat Mekanis Balok Laminasi

##### a. MOR (*Modulus of Rupture*)

Pengujian keteguhan patah dilakukan dengan menggunakan *Universal Testing Machine*,

ukuran contoh uji 2,5 cm x 40 cm dengan jarak sangga 36 cm. nilai MOR dihitung dengan rumus:

$$MOR = \frac{3.P.L}{2.b.d^2}$$

Keterangan .

MOR : Modulus patah (kgf/cm<sup>2</sup>)

P : Beban Maksimum (kgf)

L : Jarak sangga (cm)

b : Lebar contoh uji (cm)

d : Tebal contoh uji (cm)

b. MOE (*Modulus of Elasticity*)

Pengujian MOE dilakukan bersama-sama dengan pengujian keteguhan patah dengan memakai contoh uji yang sama. Nilai MOE dihitung dengan rumus:

$$MOE = \frac{\Delta P.L^3}{4.\Delta Y.b.d^3}$$

MOE : Modulus lentur (kgf/cm<sup>2</sup>)

ΔP : Beban sebelum batas proporsi (kgf)

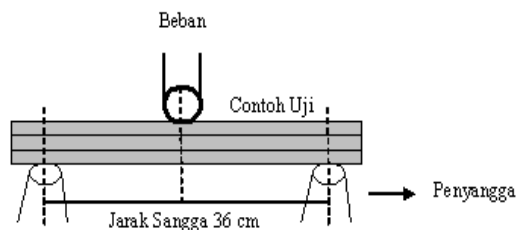
L : Jarak sangga (cm)

ΔY : Lenturan pada beban (cm)

b : Lebar contoh uji (cm)

d : Tebal contoh uji (cm)

Contoh uji pada kondisi kering udara dengan pola pembebanan seperti gambar berikut:



Gambar 2. Cara Pembebanan MOR dan MOE

c. Keteguhan Rekat Internal (*Internal Bond*)

Contoh uji berukuran 5 cm x 5 cm direkatkan pada dua buah blok aluminium dengan perekat dan dibiarkan mengering. Kedua blok ditarik tegak lurus permukaan contoh uji sampai beban maksimum. Nilai keteguhan rekat internal dihitung berdasarkan rumus:

$$IB = \frac{P \max}{A}$$

Keterangan :

IB : Keteguhan rekat internal (kg/cm<sup>2</sup>)

Pmax : Beban maksimum (kg)

A : luas permukaan contoh (cm<sup>2</sup>)

**Analisa Data**

Analisa data yang digunakan adalah analisis ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan 1 faktor perlakuan yaitu faktor susun lapisan,

untuk tiap-tiap tipe balok laminasi masing-masing dengan 3 ulangan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Sifat Fisis

Balok laminasi dari batang kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan kayu kemiri (*Aleurites moluccana* Wild.) dengan menggunakan perekat Isosianat dan PVAc yang divariasikan menjadi 3 jenis balok laminasi berdasarkan susunan lapisan, yaitu 3 lapis, 5 lapis dan 7 lapis. Balok laminasi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.

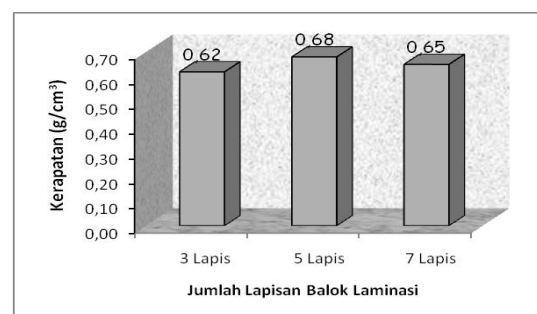


Gambar 3. Balok Laminasi yang Dihasilkan

### Pengujian Sifat Fisis

#### Kerapatan

Menurut Haygreen dan Bowyer (1996) kerapatan papan didefinisikan sebagai massa atau berat persatuan volume. Nilai rata-rata kerapatan balok laminasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Kerapatan Balok Laminasi

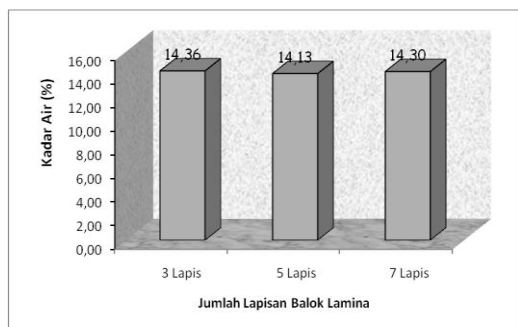
Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kerapatan balok laminasi berkisar antara 0,62-0,68 g/cm<sup>3</sup>. Nilai tertinggi kerapatan balok lamina yang dihasilkan yaitu pada papan lamina 5 lapis dengan nilai sebesar 0,68 g/cm<sup>3</sup> sedangkan nilai rata-rata terendah kerapatan balok laminasi yaitu pada lamina 3 lapis yaitu dengan nilai 0,62 g/cm<sup>3</sup>.

Hasil penelitian kerapatan menunjukkan bahwa jumlah susunan tidak berpengaruh terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa nilai kerapatan diperoleh relatif seragam yaitu berkisar 0,62-0,68 g/cm<sup>3</sup>.

Dalam penelitian ini kayu kemiri yang berkerapatan rendah dimodifikasikan dengan kayu kelapa yang berkerapatan sedang. Berat jenis nominal basah rata-rata 0,33 dan berat jenis kering udara rata-rata 0,39 serta berat jenis kering tanur rata-rata 0,38 untuk kayu kemiri (Asdar dan Lembang, 2006). Sedangkan kerapatan batang kelapa pada kondisi kering udara adalah 0,52 (Chauf, 2008). Sehingga papan yang berkerapatan rendah ketika digabungkan dengan papan berkerapatan sedang akan menghasilkan papan lamina dengan kerapatan yang lebih tinggi. Sebagaimana dijelaskan oleh Anshari (2006) bahwa kayu laminasi dapat dirancang dan dibuat dengan mengkombinasikan dua jenis kayu dengan kelas yang berbeda sehingga pemakaian kayu akan lebih efisien. Kayu dengan kelas kuat yang lebih tinggi ditempatkan di bagian tepi yang menahan tegangan yang besar, sedangkan kayu dengan kelas kuat yang lebih rendah ditempatkan di tengah, pada bagian yang akan menerima tegangan lebih kecil.

**Kadar Air**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air balok laminasi berkisar antara 14,13-14,36 %. Hasil pengujian kadar air balok laminasi pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Nilai Kadar Air Balok Laminasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada balok lamina 3 lapis dengan nilai rata-rata 14,36 % sedangkan nilai terendah terdapat pada balok lamina 5 lapis dengan nilai rata-rata 14,13 %.

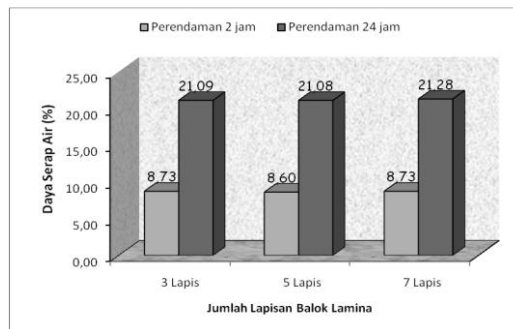
Nilai rata-rata kadar air yang dihasilkan pada papan lamina antara 3 lapis, 5 lapis dan 7 lapis relatif seragam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan

bahwa susunan lapisan balok laminasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air balok laminasi yang dihasilkan.

Air dalam kayu menentukan kadar air garis rekat, dan akan mempengaruhi kedalaman penetrasi perekat dan waktu pematangan perekat cair. Dalam penggabungannya, air yang banyak terdapat dalam kayu akan menghambat ikatan cairan perekat (Ruhendi *et al*, 2007). Kadar air yang tinggi akan menurunkan efek perekatan dan akan menyebabkan meningkatnya absorpsi kayu yang tinggi serta ikatan jadi lemah (Haygreen dan Bowyer, 1996). Dari hasil pengujian kadar air tersebut dapat dilihat bahwa semua balok laminasi memiliki kadar air di bawah kadar 16% yang disyaratkan untuk kayu laminasi. Dengan demikian kayu yang digunakan telah memenuhi persyaratan teknis laminasi (Anshari, 2006).

**Daya Serap Air**

Daya serap air merupakan sifat fisis balok laminasi yang mencerminkan kemampuan balok untuk menyerap air setelah direndam dalam air selama 2 jam dan 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai daya serap air balok laminasi selama perendaman 2 jam berkisar antara 8,60-8,73 %, untuk perendaman selama 24 jam berkisar antara 21,08-21,28 %. Hasil pengujian daya serap air balok laminasi selama perendaman 2 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Nilai Daya Serap Air Balok Laminasi

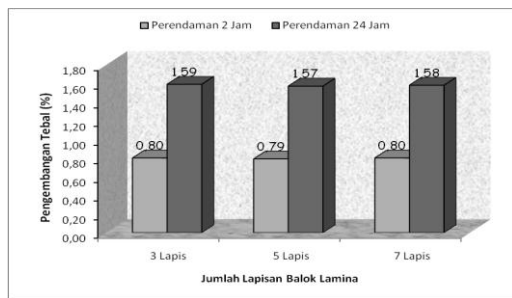
Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai daya serap air balok lamina dengan perendaman selama 2 jam relatif sama untuk semua perlakuan, demikian juga pada perendaman 24 jam. Nilai rata-rata tertinggi daya serap air balok lamina selama 2 jam terdapat pada papan lamina 3 lapis dan 7 lapis dengan nilai 8,73% sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 5 lapis dengan nilai rata-rata 8,60%. Nilai rata-rata tertinggi daya serap air papan lamina selama 24 jam terdapat pada papan lamina 7

lapis dengan nilai 21,28 % sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 5 lapis dengan nilai rata-rata 21,08%.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin lama perendaman maka akan meningkatkan daya serap air pada balok laminasi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan air akan masuk mengisi rongga sel kayu dengan adanya proses perendaman. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa susunan lapisan balok laminasi tidak berpengaruh nyata terhadap daya serap air balok laminasi perendaman selama 2 jam maupun 24 jam.

### Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal balok laminasi merupakan sifat fisis untuk mengukur kemampuan balok untuk menjaga stabilitas dimensinya selama direndam di dalam air. Hasil pengujian pengembangan tebal perendaman 2 jam dan 24 jam dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Nilai Pengembangan Tebal Balok Laminasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata pengembangan tebal balok laminasi selama perendaman 2 jam berkisar antara 0,79-0,80 %, sedangkan untuk perendaman selama 24 jam berkisar antara 1,57-1,59 %.

Gambar 7 menunjukkan bahwa nilai rata-rata tertinggi pengembangan tebal papan lamina selama 2 jam terdapat pada balok laminasi 3 lapis dan 7 lapis dengan nilai 0,80 % sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada balok laminasi 5 lapis dengan nilai rata-rata 0,79 %. Nilai rata-rata tertinggi pengembangan tebal papan lamina selama 24 jam terdapat pada papan lamina 3 lapis dengan nilai 1,59% sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 5 lapis dengan nilai rata-rata 1,57%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal balok lamina dengan perendaman selama 2 jam relatif sama untuk semua

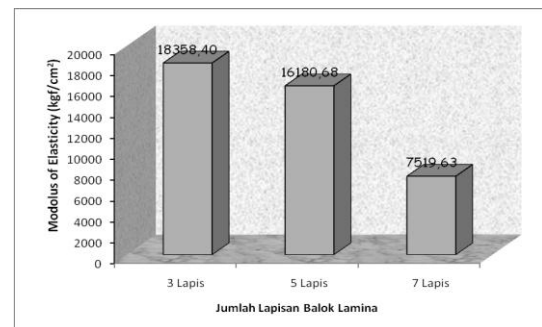
perlakuan, demikian juga pada perendaman 24 jam. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa susunan lapisan balok laminasi tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal balok laminasi perendaman selama 2 jam maupun 24 jam. Perubahan dimensi menandai adanya perubahan kadar air yang besar dan berakibat nyata pada kinerja ikatan perekat. Saat kayu disatukan akan mengalami penyusutan dan pengembangan, yang menimbulkan tegangan yang cukup kuat untuk mematahkan ikatan perekat dengan kayu (Ruhendi *et al*, 2007).

### Pengujian Sifat Mekanis

Sifat mekanis papan lamina adalah sifat yang berhubungan dengan ukuran kemampuan papan untuk menahan gaya luar yang bekerja padanya. Termasuk ke dalam sifat mekanis papan lamina adalah keteguhan patah, keteguhan lentur, dan keteguhan rekat.

### Keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity*)

Modulus Elastisitas (MOE) adalah ukuran ketahanan balok laminasi menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Sifat ini sangat penting jika balok laminasi digunakan sebagai bahan konstruksi. Keteguhan lentur merupakan sifat mekanis papan lamina yang menunjukkan ketahanan terhadap pembengkokan akibat adanya beban yang diberikan sebelum papan lamina tersebut patah. Hasil pengujian keteguhan lentur balok dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) Balok Laminasi

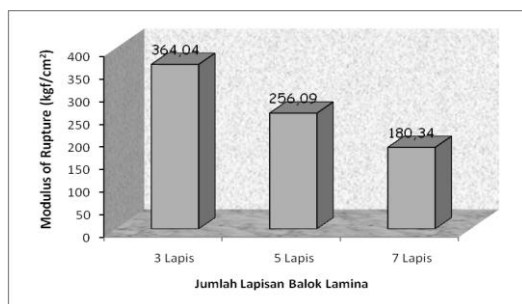
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas balok laminasi yang dihasilkan berkisar antara 7519,63-18358,40 kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata tertinggi modulus elastisitas balok laminasi terdapat pada balok lamina 3 lapis dengan nilai 18358,40 kgf/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 7 lapis dengan nilai 7519,63 kgf/cm<sup>2</sup>.

Hasil penelitian keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity*) menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka nilai modulus elastisitas balok laminasi yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini diduga dengan semakin banyaknya lapisan maka akan semakin banyak bidang permukaan celah pada balok laminasi. Celah tersebut dapat menimbulkan perlemahan. Mardikanto (1979) menyatakan bahwa bila suatu bidak atau balok yang dilenturkan terdiri dari lempengan-lempengan bahan yang disatukan dengan panjang yang sama, maka akan terjadi geseran pada permukaan tiap lempengan yang bersentuhan. Dengan geseran yang terjadi, menyebabkan ikatan yang ada antar lapisan akan menjadi lemah, jika beban yang diberikan semakin besar maka akan menimbulkan defleksi yang besar juga, yang pada akhirnya akan menurunkan nilai keteguhan lentur kayu tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai modulus elastisitas balok lamina yang dihasilkan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa susunan lapisan balok laminasi tidak berpengaruh nyata terhadap modulus elastisitas balok laminasi yang dihasilkan.

#### Keteguhan Patah (*Modulus Of Rupture*)

Modulus patah (*Modulus of Rupture*) merupakan salah satu sifat mekanis kayu yang menunjukkan kekuatan kayu dalam menahan beban yang bekerja padanya. Dalam penelitian, keteguhan patah yang diteliti hanyalah keteguhan patah tegak lurus serat. Hasil pengujian keteguhan patah balok dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Nilai *Modulus of Rupture* (MOR) Balok Laminasi

Gambar 9 menunjukkan bahwa nilai modulus patah balok laminasi yang dihasilkan berkisar antara 180,34-364,04 kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai rata-rata tertinggi modulus elastisitas balok laminasi terdapat pada balok lamina 3 lapis dengan nilai 364,04 kgf/cm<sup>2</sup>, sedangkan

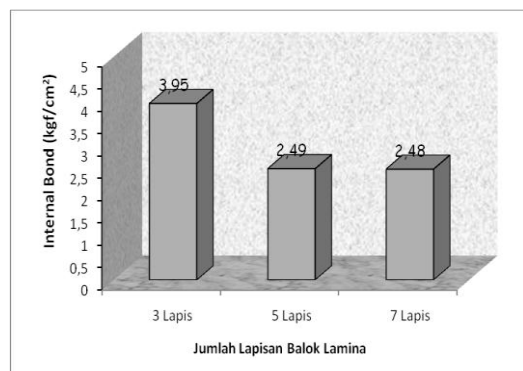
nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 7 lapis dengan nilai 180,34 kgf/cm<sup>2</sup>.

Hasil penelitian keteguhan patah (*Modulus of Rupture*) menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka nilai modulus patah balok laminasi yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini diduga dengan semakin banyaknya lapisan maka akan semakin banyak bidang permukaan celah pada balok laminasi, sehingga menyebabkan ikatan antara papan dengan perekat pada balok laminasi semakin kecil. Maloney (1993) menjelaskan bahwa nilai MOR dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat perekat dan panjang serat.

Penurunan nilai modulus patah diduga pula disebabkan oleh tidak ratanya permukaan kayu kelapa. Hal ini dikarenakan kayu kelapa yang digunakan adalah kayu yang dekat dengan bagian kulit yang menyebabkan pada saat proses penyerutan mengalami kesulitan, sehingga papan yang dihasilkan kurang rata permukaannya. Ini akan mengakibatkan terjadinya celah antara papan dengan papan pada saat perekatan, sehingga akan berpengaruh terhadap kekuatan rekat balok laminasi yang dihasilkan. Menurut Soepijanto (2004) bahwa batang kelapa memiliki sifat yang bervariasi dan mencolok mulai dari bagian tepi batang ke arah bagian dalam dan dari bagian pangkal batang ke arah tajuk. Pangkal batang pada umumnya memiliki sifat kekuatan dan keawetan yang lebih baik dibanding bagian dalam dan ujung batang.

#### Keteguhan Rekat (*Internal Bond*)

Keteguhan rekat internal merupakan sifat papan lamina yang menunjukkan kekuatan tarik antara papan-papan pada lapisan tengah papan lamina, kayu kelapa pada lapisan atas dan bawah sedangkan kemiri pada lapisan tengah. Hasil pengujian keteguhan rekat balok laminasi dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Nilai *Internal Bond* (IB) Balok Laminasi

Gambar 10 menunjukkan bahwa keteguhan rekat balok laminasi yang dihasilkan berkisar antara 2,48-3,95 kgf. Nilai rata-rata tertinggi keteguhan rekat balok laminasi terdapat pada balok lamina 3 lapis dengan nilai 3,95 kgf, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan lamina 7 lapis dengan nilai 2,48 kgf.

Hasil penelitian keteguhan Rekat (*Internal Bond*) menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka keteguhan rekat balok laminasi yang dihasilkan akan semakin menurun. Pada balok laminasi 5 lapis dan 7 lapis mengalami penurunan keteguhan rekat, hal ini diakibatkan oleh besarnya tekanan pada saat pengempaan. Setiap perlakuan dikempa dengan tekanan yang sama mengakibatkan penyebaran tekanan tidak maksimal terhadap bahan terutama pada kayu yang dibentuk 5 lapis dan 7 lapis. Lain halnya dengan 3 lapis, keteguhan rekat menjadi lebih tinggi dibanding dengan 5 lapis dan 7 lapis. Pada awalnya tekanan mempengaruhi ikatan pada kayu. Semakin tipis tebal bahan maka penyebaran tekanan akan semakin baik, sehingga keteguhan rekat balok lamansi yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Faktor perekatan juga mempengaruhi kualitas balok laminasi yang dihasilkan, cara perekatan secara manual mengakibatkan tidak semua perekat tersebar secara merata. Hal ini jelas akan mengakibatkan ikatan antara perekat dengan papan akan menjadi lemah yang berakibat keteguhan rekat balok laminasi akan semakin rendah. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa susunan lapisan balok laminasi tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat balok laminasi yang dihasilkan.

#### KESIMPULAN

1. Faktor jumlah susunan balok laminasi tidak berpengaruh terhadap sifat fisis balok laminasi yang dihasilkan.
2. Faktor jumlah susunan balok laminasi hanya berpengaruh terhadap pengujian modulus patah, sedangkan pengujian modulus elastisitas dan keteguhan rekat tidak berpengaruh.
3. Hasil penelitian ini diperoleh balok yang memiliki kualitas yang terbaik yaitu balok dengan 3 lapisan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asdar, M dan Lempang, M. 2006. Karakteristik Anatomi, Fisik Mekanik, Pengerangan dan Keterawetan kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.). *Jurnal Perennial*, 2(2) : 19-25 .
- ASTM. 2005. *Standard Test Methods of Static Tests of Lumber in Structural Sizes*, ASTM D 198 (2005), West Conshohocken: Annual Book of American Society for Testing and Materials Standards.
- Bodiq, J., Jayne, B.A., 2003. *Mechanics of Wood and Wood Composites*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, Hal: 335.
- Chauf, K.A. 2008. Pengaruh Faktor L/d terhadap Perilaku Mekanik Balok Kayu Kelapa (*Cocos nucifera*). *J. Tropical Wood Science and Technology* Vol. 6, No. 2, 2008.
- Darmawan, S dan Kurniadi, R. 2007. Studi Pengusahaan Kemiri di Flores, NTT dan Lombok, NTB. *Info Sosial Ekonomi*, Vol. 7 No. 2, 117-129.
- Effendi, K. 2005. Pengaruh Perendaman dan Kadar Perekat Terhadap Sifat Fisis Mekanis Papan Partikel dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*). Skripsi Program Studi THH. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. USU. Medan. Tidak dipublikasikan.
- Elevitch, C.R. dan Manner, H.I. 2006 *Traditional tree initiative: species profiles for Pacific Islands agroforestry*. <http://www.agroforestry.net/tti/Aleurites-kukui.pdf>
- Haygreen J.G. dan J.L. Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu* (terjemah Sujipto, A.H).Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Krisnawati, H, Kallio, M dan Kanninen, M. 2011. *Aleurites moluccana* (L.) Willd: Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. ISBN 978-602-8693-49-3.



- Maloney, T.M. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Edisi Revisi. USA: Miller Freeman Inc. San Fransisco.
- Mardikanto, T.R. 1979. *Sifat-Sifat mekanis Kayu*. Diktat Kuliah Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ruhendi, S, D.N. Koroh, F.A. Syamani, H. Yanti, Nurhaida, S. Saad dan T. Sucipto. 2007. *Analisis Perekat Kayu*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Soepijanto, B. 2004. *Batang Kelapa Sebagai Alternatif Mengatasi Kekurangan Bahan Baku*. <http://www.dephut.go.id/index.php?q=id/node/1798>