

**SIFAT MEKANIK PAPAN LAMINA DENGAN
KOMBINASI BAGIAN DALAM DAN LUAR
BATANG KELAPA (*Cocos nucifera* Linn)**

MUSTAMIN

M 121 02 033



NO	6-12-07
FAK	Fak. Kehutanan
EL	1 es
IN	Indic
TA	44
SR	SRP-KHOG

MHS-S.



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2007

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : *Sifat Mekanik Papan Lamina dengan Kombinasi*
Bagian Dalam dan Luar Batang Kelapa
(Cocos nucifera Linn)

Nama : Mustamin

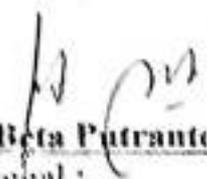
NIM : M 121 02 033

Program studi : Teknologi Hasil Hutan

Skrripsi ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan
pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I


Ir. Beta Putranto, M.Sc
Tanggal :

Pembimbing II


Ir. Baharuddin
Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Hutan


Ir. Beta Putranto, M.Sc
Tanggal :

ABSTRAK

Mustamin (M 121 02 033). Sifat Mekanik Papan Lamina dengan Kombinasi Bagian Dalam dan Luar Batang Kelapa (*Cocos nucifera* Linn), di bawah bimbingan Beta Putranto dan Baharuddin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik papan lamina dari kayu kelapa bagian dalam dan luar meliputi keteguhan lentur, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan geser. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2007. Pembuatan papan lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan dan pengujian sifat mekanik dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumberdaya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar.

Pengujian dilakukan berdasarkan standar JAS (*Japanese Agricultural Standar*) 2003 No. 234 dan pengaruh tebal lapisan terhadap sifat mekanis papan lamina dianalisis dengan menggunakan rancangan acak lengkap pada tiga jenis perekat dengan enam kali ulangan, proporsi tebal lapisan yang terdiri atas empat taraf yaitu 1:2:1; 1:3:1; 3:14:3 dan 1:8:1. Untuk menganalisis pengaruh perlakuan pada setiap taraf yang berbeda dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dan determinasi keterbasahan menggunakan uji t.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa tebal lapisan kelapa bagian dalam dan luar tidak berpengaruh terhadap keteguhan patah dari papan lamina yang menggunakan PVAc dan polistyrena, baik uji *flatwise* dan *edgewise*. Demikian juga papan lamina yang menggunakan perekat epoxy pada uji *flatwise*, sedang nilai keteguhan patah pada uji *edgewise* pada perekat epoxy dipengaruhi oleh tebal lapisan.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, kasih sayang dan karunia di setiap detik hidup hamba-NYA sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini, serta salam salawat kepada Nabi besar Muhammad SAW. Skripsi ini merupakan hasil penelitian mengenai Sifat Mekanik Papan Lamina dengan Kombinasi Bagian Dalam dan Luar Batang Kelapa (*Cocos nucifera* Linn) dan disusun untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar kesarjanaan di Program Studi Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak menemui hambatan serta rintangan, tetapi berkat bantuan berbagai pihak, penulis mampu eksis hingga terselesainya skripsi ini. Maka dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada :

- **Ir. BetaPutranto, M.Sc** , selaku pembimbing I yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk diskusi, memberikan ide, arahan dan pengetahuan, dan bijaksana menyikapi keterbatasan pengetahuan penulis.
- **Ir. Baharuddin**, selaku pembimbing II yang telah memberikan ilmu dan bimbingan serta pengetahuan yang berharga baik dalam penelitian ini maupun selama menempuh kuliah.
- **Keluargaku : Bapak Tajuddin dan Ibunda Indo Tuwo (Alm)**, yang telah mendidik, membesarkan dan membiayai kuliah dan kehidupan penulis dengan tulus hati meski dalam situasi keterbatasan, dan yang selalu mendoakan

dengan kecintaannya tanpa syarat. **Kakak2** : Miaty, Mari', Waty, Bunga, Taring, Murni, Tafa, *thanks* atas bantuan moril & materilnya.

- **Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc, Ir. Bakri, M.Sc, Suhasman, S.Hut, M.Si, Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi**, selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan saran dan koreksi yang berarti bagi penelitian ini.
- **Astuti Arif, S.Hut, M.Si** selaku Penasehat Akademik dan telah memberikan nasehat-nasehat demi kelancaran kegiatan akademik penulis.
- Dekan Fakultas Kehutanan dan Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan dan beserta seluruh dosen pengajar yang telah membagi ilmunya selama studi di Kehutanan UNHAS. Pegawai administrasi dan laboratorium (K'Heru) terima kasih atas kerjasamanya.
- Teman sesama berjuang, Rachmat, Risal, Afif, Lomo, Bolu dan seluruh teman-teman kehutanan angkatan 2002. Teman se-tim **KKN** (Tian, Achim, Edo, Ramlah, Nopi n Nita) dan **PU**. Serta sahabat yang tak dapat diesbutkan.
- Buat yang telah setia mendoakan dan memberi semangat.
- Andri n Echa *Makasih pinjaman printernya.*

Penulis telah mengusahakan yang terbaik demi kesempurnaan skripsi ini, tapi sempurna adalah kepunyaanNYA dan penulis hanyalah manusia biasa. Semoga skripsi ini bisa memenuhi harapan dan bermanfaat bagi kita semua. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Tamalanrea, Desember 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sistematika dan Gambaran Umum Batang Kelapa.....	4
B. Pengertian Kayu Lamina	6
C. Sifat Mekanik.....	7
1. Keteguhan Lentur.....	8
2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat.....	9
3. Keteguhan Geser	10
D. Proses Pembuatan kayu Lamina.....	11
1. Pemilihan dan Persiapan Kayu	12

2.	Pelaburan Perekat.....	14
3.	Penyusunan Lapisan.....	15
4.	Pengempaan.....	15
E.	Perekat.....	16
1.	Polivinyl Acetat (PVAc).....	17
2.	Resin Epoxy.....	18
3.	Polistyrena.....	19

BAB III. METODE PENELITIAN

A.	Waktu dan Tempat.....	20
B.	Alat dan Bahan.....	20
1.	Alat.....	20
2.	Bahan.....	21
C.	Prosedur Kerja.....	22
1.	Persiapan Bahan.....	22
2.	Pembuatan Contoh Uji.....	24
3.	Pelaksanaan Pengujian.....	26
D.	Rancangan Percobaan.....	33

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A.	Kadar Air dan Berat Jenis.....	36
B.	Keteguhan Patah.....	38
1.	Keteguhan Patah (<i>Modulus of Rupture/MOR</i>) dengan Uji <i>Edgewise</i>	38
2.	Keteguhan Patah (<i>Modulus of Rupture/MOR</i>) dengan Uji <i>Flatwise</i>	41
C.	Keteguhan Lentur.....	44
1.	Keteguhan Lentur (<i>Modulus of Elasticity/MOE</i>) dengan Uji <i>Edgewise</i>	44

2. Keteguhan Lentur (<i>Modulus of Elasticity/MOE</i>) dengan Uji <i>Flatwise</i>	46
D. Keteguhan Tekan Sejajar Serat	50
E. Keteguhan Rekat dan Persentase Kerusakan	56
F. Keterbasahan Batang Kelapa	58
G. Gambaran Umum Papan Lamina	59

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Hal.
1.	Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perakat Epoxy untuk uji <i>Edgewise</i>	40
2.	Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perakat Polistyrena untuk Uji <i>Flatwise</i>	48
3.	Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perakat Polistyrena	52
4.	Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perakat Epoxy.....	54

DAFTAR GAMBAR

No	<u>Teks</u>	Hal.
1.	Proporsi tebal lapisan papan lamina untuk contoh uji keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat	25
2.	Proporsi tebal lapisan papan lamina untuk contoh uji keteguhan rekat	25
3.	Contoh uji <i>flatwise</i> keteguhan lentur papan lamina.....	26
4.	Contoh uji <i>widthwise</i> keteguhan lentur papan lamina	26
5.	Contoh uji keteguhan tekan sejajar serat papan lamina.....	28
6.	Contoh uji keteguhan rekat papan lamina.....	29
7.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat PVAc	38
8.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat polistyrena.....	38
9.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat epoxy	39
10.	Kurva Respon Hubungan Antara Tebal Lapisan Bagian Dalam Papan Lamina Batang Kelapa dengan Keteguhan Patah <i>Edgewise</i> pada Perekat Epoxy	41
11.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat PVAc	41
12.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat polistyrena.....	42
13.	Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat epoxy	42
14.	Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat PVAc	44
15.	Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat polistyrena.....	45
16.	Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>edgewise</i> pada perekat epoxy	45

17. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat PVAc	46
18. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat polistyrena.....	47
19. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji <i>flatwise</i> pada perekat epoxy	47
20. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan lentur <i>flatwise</i> pada perekat epoxy	49
21. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat PVAc.....	50
22. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat polistyrena	50
23. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat epoxy.....	51
24. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan tekan pada perekat polistyrena	53
25. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan tekan pada perekat epoxy	55

DAFTAR LAMPIRAN

No	<u>Teks</u>	Hal.
1.	Kadar Air dan Berat Jenis Batang Kelapa Bagian Dalam dan Luar Sebelum Pembuatan Contoh Uji Papan Lamina	66
2.	Nilai Keterbasahan/Wettabilitas Kelapa Bagian Dalam dan Luar	67
3.	Analisis Uji T Papan Lamina Terhadap Keterbasahan/Wettabilitas dari Kelapa Bagian Dalam dan Luar	67
4.	Nilai Keteguhan Patah Batang Kelapa Bagian Dalam dan Luar (kg/cm^2).....	68
5.	Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	69
6.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
7.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polityrena untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
8.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Edgewise</i>	70
9.	Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk uji <i>Edgewise</i>	70
10.	Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2).....	71
11.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Flatwise</i>	72
12.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk Uji <i>Flatwise</i>	72
13.	Analisis Ragam Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i>	72
14.	Nilai Keteguhan Lentur Batang Kelapa bagian Dalam dan Luar (kg/cm^2).....	73

15. Nilai Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Edgewise</i> (kg/cm^2)	74
16. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>edgewise</i>	75
17. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk Uji <i>edgewise</i>	75
18. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk Uji <i>edgewise</i>	75
19. Nilai Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2).....	76
20. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc untuk Uji <i>Flatwise</i>	77
21. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk Uji <i>Flatwise</i>	77
22. Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk uji <i>Flatwise</i>	77
23. Analisis Ragam Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk Uji <i>Flatwise</i>	77
24. Nilai Keteguhan Tekan Batang Kelapa Bagian Dalam dan Luar (kg/cm^2).....	78
25. Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat untuk Uji <i>Flatwise</i> (kg/cm^2).....	79
26. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat PVAc	80
27. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena	80
28. Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena.....	80
29. Analisis Ragam Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy.....	80

30. Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy	81
31. Nilai Keteguhan Geser Batang Kelapa (kg/cm^2).....	82
32. Nilai Keteguhan Rekat Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat (kg/cm^2).....	83
33. Nilai Persentase Kerusakan Papan Lamina dengan Menggunakan Berbagai Jenis Perekat.....	83

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan kayu dan ketersediaan kayu di Indonesia mengalami ketidakseimbangan, maka perlu bahan alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Kebutuhan produk kayu dari tahun ketahun semakin meningkat, sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Hal ini juga termasuk untuk kebutuhan bahan bangunan dan bahan baku meubel. Selama ini industri perkayuan hanya tergantung pada hasil hutan kayu saja, sedangkan masih banyak hasil hutan bukan kayu dan hasil pertanian serta perkebunan yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku meubel dan konstruksi bangunan. Bahan alternatif yang dapat dimanfaatkan seperti batang bambu, palem, aren, sagu, dan kelapa (*Cocos nucifera* Linn).

Di Indonesia potensi batang kelapa cukup besar, data Biro Pusat Statistik tahun 2002, terdapat 3,7 juta hektar areal kelapa yang terdiri 94.900 hektar perkebunan besar dan 3,6 juta hektar perkebunan rakyat, berarti 95% areal tanam merupakan tanaman rakyat (Wardhani dkk, 2006). Sementara Sulawesi Selatan tahun 2005 memiliki luas areal kelapa dalam (lokal) 97.569 ha dan kelapa hibrida 18.524 ha. (BAPPEDA, 2005).

Batang kelapa sebagai substitusi kayu dapat digunakan sebagai bahan bangunan, perabot rumah tangga, alat perkakas, barang kerajinan, dan sumber energi berupa arang. Disamping itu batang kelapa memiliki nilai estetika yang unik, namun pemanfaatan kayu kelapa belum maksimal. Menurut Wardhani dkk (2006) kayu kelapa bagian dalam (*inner part*) mempunyai kerapatan rendah

hingga sedang yang kebanyakan dibuang atau dijadikan kayu bakar karena kekuatannya yang rendah. Pengetahuan dan pengolahan batang kelapa yang benar, dapat menghasilkan produk kayu yang dapat bersaing dengan beberapa jenis kayu konvensional. Pembuatan kayu lamina dari kayu kelapa merupakan salah satu pengolahan untuk meningkatkan kegunaan kayu kelapa bagian dalam.

Kayu lamina adalah papan yang direkat dengan perekat tertentu secara bersama-sama dengan arah serat paralel. Dari potongan-potongan kayu yang kecil dapat dibuat kayu lamina dengan panjang, lebar atau tebal yang diinginkan yaitu dengan cara menyambung ujung-ujung papan dan merekatkan sisi-sisinya. Kayu lamina banyak digunakan untuk konstruksi bangunan seperti hanggar, aula, gedung olah raga, perabot rumah tangga dan alat-alat olah raga (Wardhani, 1999).

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 (Anshari, 2006). Penyusunan kayu laminasi kelapa dengan kombinasi pada bagian dalam yang memiliki kerapatan yang rendah ditempatkan pada bagian tengah dan bagian luar yang memiliki kerapatan yang tinggi ditempatkan pada bagian tepi.

Pengetahuan mengenai sifat mekanik laminasi kelapa kombinasi bagian dalam dan luar yang meliputi keteguhan lentur, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan rekat geser, perlu diketahui agar pengolahan dan pemanfaatan kayu kelapa lebih maksimal. Mengingat bagian dalam kayu kelapa cukup potensial dan selama ini kurang dimanfaatkan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik papan lamina dari kayu kelapa bagian dalam dan luar meliputi keteguhan lentur, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan geser. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi mengenai pemanfaatan bagian dalam (lunak) kayu kelapa terutama dalam penggunaan bahan meubel dan bahan konstruksi bangunan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistematika dan Gambaran Umum Batang Kelapa

Sistematika tanaman kelapa menurut Tjitrosoepomo (1984) adalah sebagai

berikut :

Kingdom	: Plantarum
Divisio	: Spermatophyta
Sub Divisio	: Angiospermae
Klas	: Monocotyledonae
Ordo	: Arecales
Famili	: Palmae
Genus	: Cocos
Spesies	: <i>Cocos nucifera</i> Linn

Ciri-ciri morfologi pohon kelapa yaitu berakar serabut, tidak berbanir, bentuk batang lancip, tingginya dapat mencapai 30 meter, diameter batang rata-rata 25 cm, tajuk berbentuk payung, tidak bercabang, tidak punya mata kayu, dan kulit berwarna kelabu, pelepah bersusun, dan daun menyirip genap, bunga berupa tandan, bunga betina di bagian pangkal, dan bunga jantan di ujung tandan, bentuk buah bulat dan berserabut. Tanaman kelapa adalah tanaman yang serba guna, karena mulai dari akar, batang, daun, bunga dan buah sampai sabut dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk obat, makanan, minuman, minyak dan lain-lain (Heyne, 1950).

Batang kelapa berbentuk silindris, dengan diameter pangkal bervariasi dari 22 - 30,5 cm. Penampang lintang batang terbagi menjadi 4 lapisan, yaitu lapisan paling luar setebal 0,5 cm adalah kulit, lapisan dalam adalah bagian perifer yang terbagi menjadi eksoperifer setebal 0,5 – 1 cm terdiri atas sejumlah besar jaringan serabut dan endoperifer setebal 4 – 8 cm yang sebagian besar terdiri atas sejumlah besar ikatan pembuluh sedangkan lapisan paling dalam adalah bagian sentral dimana sebagian besar terdiri atas jaringan parenkim. Panjang serat batang kelapa berkisar antara 1.191,6 mikron sampai 1.980,8 mikron. Diameter serat batang kelapa berkisar antara 28,3 mikron sampai 42,6 mikron, tebal dinding serat kelapa bervariasi dari 5,2 mikron sampai 13,8 mikron (Sudarna, 1990).

Menurut Wardhani dkk (2004), kandungan kimia batang kelapa meliputi zat ekstraktif yang larut dalam air panas 6,06 %, larut dalam alkohol benzena 5, 11 %, larut dalam NaOH 1% yaitu 21,04 %, kadar abu 1.97 %. Kandungan holoselulosa yaitu 73,49 %, selulosa 31,95 %, lignin 30,99 %. Menurut Arancon (1997) dalam Wardhani, dkk. (2006), kerapatan kayu kelapa bagian dalam, tengah, dan tepi masing-masing adalah 0,11 g/cm³, 0,42 g/cm³ dan 0,85 g/cm³.

Sifat mekanik kayu kelapa semakin kearah dalam menuju pusat atau hati (horisontal) dan atau semakin ke ujung (vertikal) kekerasan dan kekuatan serat semakin berkurang, keteguhan tekan dari ujung ke pangkal bagian luar berkisar antara 322 kg/cm² - 679 kg/cm², bagian dalam 255 kg/cm² – 575 kg/cm². Keteguhan lentur dari ujung ke pangkal bagian luar 1409 kg/cm² – 920 kg/cm². bagian dalam 759 kg/cm² – 475 kg/cm² (Departemen Perindustrian, 1986).

B. Pengertian Kayu Lamina

Kayu lamina adalah papan yang direkat dengan perekat tertentu secara bersama-sama dengan arah serat paralel. Dari potongan-potongan kayu yang kecil dapat dibuat kayu lamina dengan panjang, lebar atau tebal yang diinginkan yaitu dengan cara menyambung ujung-ujung papan dan merekatkan sisi-sisinya. Kayu lamina banyak digunakan untuk konstruksi bangunan seperti hanggar, aula, gedung olahraga, perabot rumahtangga dan alat-alat olahraga (Wardhani, 1999).

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 (Anshari, 2006). Beberapa keuntungan yang diperoleh dari kayu lamina antara lain, (1) dapat dibuat dari kayu berkualitas rendah, (2) dapat dibuat dari kayu berukuran kecil yang dapat menghasilkan balok berukuran besar sehingga suplai bahan akan bertambah, (3) dapat menghasilkan bahan yang lebih panjang, lebar dan lebih tebal atau lebih besar, (4) serta dapat dibuat melengkung dengan penampang yang bermacam-macam sesuai pemusatan beban, dimana pada kayu utuh hal itu sulit dilakukan (Tsoumis, 1991).

Tsoumis (1991), mengemukakan bahwa kayu lamina dibuat dengan merekatkan dua atau lebih lapisan kayu dengan arah sejajar serat. Produk ini berbeda dengan kayu lapis dimana kayu lapis memiliki susunan venir yang saling tegak lurus. Disamping itu kayu lamina juga tidak berbentuk panel sebagaimana

halnya kayu lapis tetapi dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai tujuan penggunaannya. Kayu lamina dapat dibuat dari jenis, bentuk dan ukuran kayu yang berbeda, serta bervariasi dari kayu gergajian sampai venir tipis. Bentuk produk dapat bervariasi dari bentuk lurus sampai kurva. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan kayu lamina adalah jenis kayu, kualitas kayu, ukuran kayu, kadar air kayu dan pada keadaan tertentu diperlukan perlakuan pengawetan kayu. Kebaikan dari kayu lamina adalah (1) Menghasilkan ukuran dan bentuk yang beragam. (2) Meningkatkan pemanfaatan kayu dengan pengurangan limbah karena limbah kayu yang berukuran kecil dapat dimanfaatkan. (3) Meningkatkan kekuatan kayu dengan cara pemilihan jenis kayu dan penempatan yang tepat dalam lapisan. Selain itu, cacat pada kayu dapat dihilangkan. (4) Meningkatkan keawetan kayu, karena perlakuan pengawetan yang lebih baik pada setiap lapisan dan penempatan kayu yang lebih awet pada permukaan kayu lamina terluar.

C. Sifat Mekanik

Kekuatan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk suatu bahan disebut sebagai sifat-sifat mekanik. Ketahanan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan banyaknya bahan yang dimampatkan, terpuntir, atau terlengkungkan oleh suatu bahan yang mengenainya. Sifat-sifat mekanik biasanya merupakan ciri-ciri terpenting produk-produk kayu yang akan digunakan untuk bahan bangunan gedung (Haygreen dan Bowyer, 1996).

Sifat mekanik kayu ditentukan dari ketahanan kayu untuk menahan gaya dari luar yang cenderung mengubah bentuk kayu. Adanya pengaruh gaya-gaya dari luar yang menimbulkan adanya tegangan pada kayu. Tegangan tersebut cenderung mengubah bentuk dan ukuran kayu. Perubahan ini disebut dengan deformasi. Berbeda dengan logam dan bahan lain dengan struktur yang homogen, kayu menunjukkan sifat mekanik yang berbeda menurut perbedaan arah pertumbuhannya (radial, aksial dan tangensial) oleh karena itu disebut sifat mekanik anisotropik (Tsoumis, 1991).

Dumanauw (1990), mengemukakan bahwa pada hakekatnya semua penggunaan kayu, membutuhkan syarat kekuatan atau sifat-sifat mekanik. Oleh karena itu pengetahuan tentang sifat mekanik kayu sangat penting. Beberapa macam kekuatan kayu yaitu keteguhan tarik, keteguhan geser, keteguhan belah, keteguhan tekan, kekerasan, keuletan dan kekakuan.

1. Keteguhan Lentur

Keteguhan lentur adalah kekuatan kayu untuk menahan beban-beban mati maupun hidup selain beban pukulan yang harus dipikul oleh kayu (Dumanauw, 1990). Haygreen dan Bowyer (1996), mengemukakan konsep tegangan dan regangan yang cukup sederhana pada tarikan dan tegangan bersumbu satu, lebih kompleks pada gelagar. Apabila suatu gelagar seperti palang lantai kayu dibengkokkan, separuh bagian yang di atas tegang dalam tekan dan separuh bagian yang di bawah tegang dalam tarikan. Tegangan maksimum terjadi pada puncak permukaan dan regangan pada dasar balok tersebut. Tidak ada tegangan tekan ataupun tarikan pada bagian tengah gelagar segi empat. Bidang tengah yang

bebas dari tegangan tarik dan tekan ini disebut sumbu netral. Karena tidak terdapat tegangan tarik ataupun tekan pada sumbu netral suatu gelagar, panjang sumbu netral tetap sama bila gelagar dibengkokkan. Permukaan atas gelagar tertekan dan permukaan bawah memanjang. Gelagar melengkung akibat tegangan tarik dan tekan. Besarnya pelengkungan pada titik tengah gelagar disebut defleksi. Defleksi terjadi apabila suatu gelagar dikenai beban tergantung pada tempat dan besar beban, panjang ukuran gelagar dan modulus.

2. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Keteguhan tekan suatu jenis kayu adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan jika kayu itu diberikan beban tertentu. Keteguhan tekan dibedakan menjadi dua macam berdasarkan arah gaya luar yang bekerja pada kayu, yaitu keteguhan tekan tegak lurus serat dan keteguhan tekan sejajar serat. Keteguhan tekan tegak lurus serat menentukan ketahanan kayu terhadap beban. Keteguhan tekan tegak lurus serat pada semua kayu lebih kecil dari pada keteguhan tekan sejajar serat (Dumanauw, 1990). Keteguhan tekan suatu jenis kayu didefinisikan sebagai kekuatan kayu menahan gaya normal yang berusaha memanfaatkannya, dalam hal ini dibedakan dua macam, keteguhan tekan yaitu keteguhan tekan tegak lurus serat dan keteguhan tekan sejajar serat (Popov, 1991)

Keteguhan tekan sejajar serat menentukan beban yang dapat dipikul suatu tiang atau pancang yang pendek. Keteguhan tekan tegak lurus serat penting dalam rancangan sambungan antar suku-suku kayu dalam suatu bangunan dan pada penyangga gelagar (Haygreen dan Bowyer, 1996). Keteguhan tekan pada kayu

berbeda jika pembebanan dilakukan sejajar serat dan tegak lurus serat. Perbandingan keteguhan tekan sejajar serat, besarnya hingga lima belas kali lebih besar, dibandingkan keteguhan tekan tegak lurus serat (Tsoumis, 1991).

3. Keteguhan Geser

Haygreen dan Bowyer (1996) mengemukakan bahwa keteguhan geser berbeda dengan keteguhan tarik atau tekan dalam hal ini bahwa keteguhan geser cenderung membuat satu bagian bahan bergeser terhadap bagian di sebelahnya. Keteguhan geser sejajar serat jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan keteguhan geser melintang serat. Keteguhan geser penting dalam merancang sambungan-sambungan antar unsur-unsur struktural suatu bangunan.

Keteguhan geser umumnya ditentukan dengan menggunakan uji keteguhan geser untuk menghitung besarnya keteguhan rekat geser dan proporsi kerusakan kayu. Proporsi kerusakan kayu adalah persentase dari permukaan kayu yang rusak dengan bagian kayu yang saling berhimpit yang dilaburi perekat. Produk kayu lamina untuk struktur eksterior bangunan, rata-rata kerusakan kayu sebaiknya tidak kurang dari 75% (Tsoumis, 1991). Menurut Filler, dkk (1993) dalam Wardhani (1999) menyatakan bahwa keteguhan rekat bukan hanya dipengaruhi kerapatan kayu tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kandungan zat ekstraktif, struktur anatomi kayu, kondisi perekatan dan sebagainya. Selain itu kandungan kimia kayu merupakan satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan.

D. Proses Pembuatan Kayu Lamina

1. Pemilihan dan Persiapan Kayu

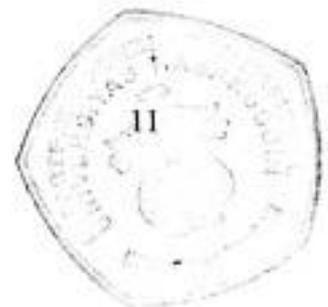
Tsoumis (1991) mengemukakan proses pembuatan kayu lamina dimulai dengan persiapan kayu, selanjutnya dilakukan pemesinan (*machining*), pelaburan perekat, penyusunan lapisan, pengempaan dan proses akhir berupa penyesuaian ukuran. Faktor-faktor yang penting dalam menghasilkan kayu lamina adalah jenis kayu, kualitas kayu, ukuran kayu, kadar air dan pada keadaan tertentu diperlukan perlakuan pengawetan kayu.

a. Jenis Kayu

Jenis kayu untuk bahan kayu lamina dapat berbeda-beda tergantung ketersediaan kayu dan tujuan penggunaannya. Secara teoritis, jenis kayu apa saja dapat digunakan jika kayu tersebut dapat disesuaikan dengan proses pembuatan dan syarat-syarat produk lamina. Kombinasi jenis kayu juga dimungkinkan. Dalam hal ini dipilih yang memiliki kesamaan sifat terutama pengembangan dan penyusutan (Tsoumis, 1991).

b. Kualitas Kayu

Kualitas bahan kayu lamina ditentukan dengan adanya pengaruh cacat kayu seperti mata kayu dan serat miring dan pertumbuhan batang seperti lebar lingkaran pertumbuhan, terhadap kekuatan struktur laminasi. Cacat kayu seperti mata kayu dan kantong resin mempunyai pengaruh merugikan terhadap perekatan. Pembuatan kayu lamina juga membutuhkan kayu berserat lurus dan tanpa cacat. Kayu teras baik digunakan pada konstruksi yang tidak terlindung dari cuaca (Tsoumis, 1991).



c. Tebal Lapisan

Ketebalan lapisan adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam pembuatan kayu lamina. Dengan memperhatikan dimensi kayu lamina, ketebalan lapisan dapat mencapai 5 cm. Ketebalan lapisan mempengaruhi proses pengeringan kayu, biaya produksi lapisan, limbah kayu dan kuantitas perekatan. Kayu lamina memerlukan ketebalan yang seragam karena mempengaruhi proses pengempaan dan perekatan (Tsoumis, 1991).

d. Kadar Air

Menurut Kollmann *et al* (1975), bahwa kadar air merupakan satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan. Kadar air yang tinggi akan menghalangi masuknya perekat kedalam rongga dan sel kayu sehingga keteguhan rekatnya akan menurun. Sebaliknya, bila kadar air terlalu rendah, maka konsumsi perekat perekatan tinggi dan garis rekat akan menjadi tebal. Garis rekat yang tebal juga akan menurunkan keteguhan rekat.

Kayu lamina yang direkat tanpa perlakuan suhu tinggi saat pengempaan, kadar airnya sebaiknya tidak lebih dari 15% atau antara 8%-15%. Perbedaan kadar air antar lapisan yang berdekatan sebaiknya tidak lebih besar dari 3% dan antar semua lapisan dalam kayu lamina tidak lebih dari 5%. Pencegahan awal ini diperlukan untuk menghindari tegangan yang berlebihan, dengan adanya pengembangan dan penyusutan, yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sambungan kayu lamina (Tsoumis, 1991). Menurut Sinaga dan Hadjib (1989) bahwa kadar air kayu sebelum direkat menjadi kayu lamina harus berkisar antara 10% – 12%.

e. Keterbasahan (*wettability*)

Menurut Bodig (1962) dan Ruhendi (1983) dalam Suhasman dkk (2005), keterbasahan (*wettability*) kayu berhubungan dengan kekuatan rekat setiap jenis kayu, sehingga terdapat kemungkinan perekat sejenis memiliki kinerja yang berbeda jika diaplikasikan pada jenis kayu yang berbeda.

Keterbasahan kayu terhadap perekat diukur dengan sudut kontak dengan permukaan (keterbasahan tertinggi pada sudut terkecil). Keterbasahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan perekat (tegangan permukaan, temperatur, *Viscosity*) dan pada kayu (kerapatan, porositas, zat ekstraktif), sedangkan jumlah zat ekstraktif yang terlalu tinggi, atau zat ekstraktif non polar seperti *terpenes* dan asam lemak dapat menimbulkan efek yang merugikan (Tsoumis, 1991). Menurut Suhasman dkk (2005), pengukuran nilai keterbasahan kayu dapat dilakukan dengan metode CWAH dengan waktu pengamatan 48 jam. Pengukuran tinggi adsorpsi air oleh serbuk kayu dilakukan setelah ujung pipa kaca berisi serbuk direndam selama 48 jam.

e. Pemesinan / *Machining*

Pemesinan termasuk pengetaman, penghilangan cacat kayu dan pembuatan sambungan bagian ujung lapisan. Pengetaman dilakukan 2 – 3 hari sebelum perekatan. Tujuan pengetaman adalah untuk menghasilkan permukaan kayu yang halus dan tebal lapisan yang seragam serta untuk mengetahui adanya cacat kayu. Pada bagian yang terdapat cacat serius seperti mata kayu, pit, dan perubahan

warna kayu akibat mikroorganisme, dihilangkan dengan pemotongan. Persiapan penyambungan ujung dilakukan dengan mesin dalam berbagai cara, biasanya dengan cara *finger jointing* (Tsoumis, 1991).

2. Pelaburan Perekat

Menurut Kollmann *et al* (1975), menyatakan bahwa pelaburan yang tepat terutama dilakukan distribusi cairan perekat yang merata pada permukaan yang akan direkat sebaiknya rata dan dipasangkan dengan tepat. Kondisi permukaan yang kasar, bergelombang dan tidak merata tidak memenuhi pelaburan perekat yang ekonomis. Pelaburan cairan perekat pada kedua permukaan dapat dilakukan dengan tangan atau mekanis. Peralatan pelaburan konvensional yang banyak digunakan dalam industri laminasi adalah *roll spreader*. Banyak metode yang dapat digunakan untuk permukaan papan dengan penggunaan perekat dapat dimasukkan melalui pelapis tirai (*curtain coating*), *spraying*, *brushing* dan *ribbon spreading*.

Selbo dan Freas (1954) dalam Hamsah (1991) mengemukakan bahwa kayu yang akan direkat harus disimpan pada suhu kamar khususnya untuk perekat yang tidak memerlukan suhu tinggi. Permukaan kayu yang akan direkat harus bersih dan bebas dari kotoran, minyak dan sebagainya. Interval antara waktu pelaburan perekat dengan pengempaan tidak boleh terlalu lama. Jika permukaan kayu telah dilaburi perekat, harus secepatnya direkatkan. Pencampuran perekat pada suhu rendah akan memerlukan waktu yang lebih lama sebelum penyusunan lapisan dibandingkan pencampuran perekat pada suhu tinggi.

3. Penyusunan Lapisan

Selbo dan Freas (1954) dalam Hamsah (1991) Mengemukakan bahwa penentuan letak sambungan harus sesuai, sebab kekuatan kayu lamina dipengaruhi oleh letak sambungan. Penyambungan kayu lamina dilakukan melalui dua cara yaitu penyambungan tepi dan penyambungan ujung. Penyambungan tepi dilakukan untuk mendapatkan kayu lamina dengan ukuran lebih lebar dan penyambungan ujung dilakukan untuk mendapatkan ukuran yang lebih panjang.

Abdurachman dan Hadjib (2005) mengemukakan bahwa jumlah lapisan berpengaruh nyata terhadap kekakuan dan kekuatan balok lamina. Artinya semakin banyak lapisan semakin tinggi nilai kekakuan dan kekuatannya. Hal ini disebabkan oleh sifat balok lamina yang semakin banyak elemen pelapisnya makin banyak perekat yang digunakan, semakin kaku dan kuat balok laminanya.

4. Pengempaan

Menurut Selbo dan Freas (1954) dalam Anshari, (2006) Mengemukakan bahwa proses pengempaan ditujukan untuk menghasilkan garis perekat setipis mungkin, bahkan mendekati ketebalan molekul bahan perekat, karena kekuatan meningkat seiring berkurangnya tebal garis rekatan. Pengempaan yang terlalu rendah menyebabkan cacat perekatan, seperti melepuh, perekat tebal, dan pecah muka. Pengempaan terlampau tinggi juga menyebabkan cacat perekatan seperti kurang perekat atau tembus akibat penetrasi berlebih. Periode atau lama pengempaan pada balok laminasi tergantung dari beberapa faktor diantaranya sifat perekat dan kayu, ketebalan kayu laminasi, jumlah balok kayu laminasi yang dikempa, serta tingkat daya serap kayu terhadap air. Pengempaan panas

membutuhkan waktu sekitar 4–20 jam untuk mendapatkan hasil terbaik, sedangkan pengempaan dingin membutuhkan waktu sehari-hari bahkan berminggu-minggu.

E. Perekat

Perekat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua benda atau lebih berdasarkan ikatan permukaan. Bahan yang dapat digunakan sebagai perekat adalah bahan cair yang mampu membasahi permukaan dari suatu bahan padat dan dapat mengeras. Ikatan permukaan dapat terjadi apabila cairan perekat masuk ke dalam benda yang direkat kemudian mengeras dan adanya daya tarik menarik antara molekul-molekul perekat dengan molekul benda yang direkat (Sutigno, 1991).

Tsoumis (1991) membagi jenis perekat menjadi dua yaitu perekat alami, yang berasal dari tumbuhan dan hewan, dan perekat sintetis. Perekat sintetis dibagi lagi menjadi perekat *thermosetting* dan perekat *thermoplastic*. Faktor utama terjadinya perekatan adalah adanya daya tarik menarik antara kayu dan perekat, dan masuknya perekat ke dalam kayu. Perekat masuk ke dalam kayu melalui pori-pori pada permukaan kayu yang terbuka, di mana perekat mengeras dan mengikat kayu. Kollmann *et al* (1975), membagi 2 jenis perekat sintetis yaitu perekat *thermosetting* terdiri dari bahan dasar urea, melamine, phenol, resorsinol, furan, epoxy, dan polyster tidak jenuh. *Thermoplastic* terdiri dari selulosa ester dan eter, *alkyd* dan *acryl ester*, *polyamide*, polystyrena, polyvinyl alkohol, dan *derivate*.

Proses perekatan melalui lima tahapan untuk membentuk ikatan yaitu : pengaliran (*flowing*), transfer (*transferring*), penetrasi (*penetrating*), pembasahan (*wetting*), pengerasan (*solidifying*). Pembentukan ikatan dimulai dengan proses pengaliran dimana perekat mengalir pada bidang rekat. Pada tahap transfer, sebagian perekat berpindah ke bidang rekat pasangannya, kemudian pada tahap penetrasi perekat memasuki dan mengisi permukaan kayu yang bersifat porous. Pada tahapan selanjutnya terjadi proses pembasahan yang menunjukkan bahwa pembentukan ikatan telah terjadi antara permukaan kayu dengan perekat, sedangkan pada tahap pengerasan, perekat mengeras membentuk ikatan yang kuat (Marra, 1992).

Kualitas rekatan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi permukaan kayu, keterbasahan dengan perekat, kadar air, dan faktor-faktor lainnya. Kondisi permukaan kayu yang dimaksud terutama berkaitan dengan kehalusan dan kebersihan permukaan kayu. Keterbasahan kayu dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti yang berhubungan dengan perekat (temperatur, viskositas, tegangan permukaan), dan kayu (kerapatan, berat jenis, dan ekstraktif) (Tsoumis, 1991).

1. Polivinyl Acetat (PVAc)

Menurut Ruhendi dan Hadi (1997) Poly-vinyl-acetate atau disingkat menjadi PVA diperoleh dari polimerisasi vinyl acetate dengan cara polimerisasi massa, polimerisasi larutan, maupun polimerisasi emulsi. Yang paling banyak digunakan dalam proses produksi adalah polimerisasi emulsi. Reaksinya dimulai dan dikontrol dengan penggunaan radikal bebas atau katalis ionik, sedangkan

untuk tujuan percobaan dapat dilakukan dengan metode katalis, termasuk katalis redoks, atau aktivasi dengan cahaya. Secara garis besar reaksinya ada tiga tahap, yaitu permulaan, pertumbuhan polimer dan terminasi.

Sebagian besar perekat *termoplastic* yang sering digunakan adalah emulsi Polivinyl acetate tanpa katalis. Perekat ini banyak ditemukan dalam penggunaan pembuatan furniture, finis dan penggunaan dalam ruangan. Perekat ini sangat lemah terhadap kelembaban (Pizzi, 1983). Menurut Urbański *et al* (1977), bahwa Polivinyl acetat adalah bahan transparan tidak berwarna. Perekat ini mudah dilarutkan dari berbagai bahan pelarut organik tapi bukan minyak tanah, tapi dengan suhu panas Polivinyl acetate akan meleleh dan berwarna gelap.

Menurut Kollmann *et al* (1975), bahwa Polivinyl acetate digunakan untuk kayu utuh seperti bahan pengikat dingin dan hampir menggantikan perekat hewani dan kasein karena mudah menggunakannya, bersih, waktu penyimpanan yang tahan lama, tahan terhadap mikroorganisme, tidak menimbulkan warna pada kayu, pengikatan yang hampir sama dan menambal celah/renggang seperti perekat hewani, dan prosesnya dengan tekanan rendah. Sedangkan kekurangannya yaitu sangat sensitif terhadap air oleh karena itu sangat tidak cocok untuk penggunaan diluar ruangan, laju penurunan kekuatan rekat cepat apabila terpengaruh suhu panas dan kelembaban.

2. Resin Epoxy

Resin epoxy adalah salah satu jenis perekat *thermosetting* yang jarang digunakan untuk perekatan pada kayu karena harganya yang mahal. Jenis perekat ini lebih cocok untuk perekatan logam dan bahan lainnya atau kayu dengan kadar

air tinggi. Daya rekat yang dihasilkan sangat kuat. Resin epoxy tahan terhadap air dan mikroorganisme dan pelarut seperti minyak. Kualitas perekatannya berbeda-beda tergantung suhu pengempaan dan penambahan katalis atau bahan aditif. Resin epoxy mengeras pada suhu ruangan hingga pada suhu tinggi ($< 200^{\circ}\text{C}$) serta diperlukan pengempaan ringan (Tsoumis, 1991).

Menurut Urbański *et al* (1977), resin epoxy mengalami perubahan dari cair menjadi padat dengan perubahan warna kuning muda menjadi coklat terang. Resin epoksi memiliki sifat pengerjaan yang bermutu (resin ini awet/tahan terhadap ruangan panas), memiliki sifat mekanik dan sifat elektrik yang baik, resin epoxy penggunaannya sangat luas seperti cetakan resin dalam industri listrik dan elektronik, dan untuk pabrik perekat, laminasi dan vernis.

3. Polistyrena

Menurut Urbański *et al* (1977), polistyrena dibuat secara komersial dengan proses polimerisasi sederhana senyawa peroksida dengan menggunakan panas. Hidrogen peroksida atau benzoil peroksida digunakan sebagai bahan baku untuk proses polimerisasi pada pembuatan polistyrena. Polistyrena bersifat *thermoplastic*, larut dalam hidrokarbon aromatik dan keton dan relatif jernih. Polistyrena tidak larut dalam minyak tanah, dan pelarut seperti alkohol dan asam organik. Polistyrena biasa ditemukan dalam bentuk yang lebar, biasa dikenal sebagai Styrofoam .

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2007, dengan lokasi pengambilan sampel batang kelapa di Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros. Pembuatan papan lamina dilakukan di Laboratorium Keteknikan dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan Fakultas Kehutanan dan pengujian dilakukan di UPTD Pemanfaatan Sumberdaya Lokal, Dinas Pekerjaan Umum dan Pemukiman, Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai

berikut :

1. Mesin Gergaji
2. Mesin Ketam
3. Amplas
4. Meteran
5. Kaliper
6. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01g
7. Pisau dempul
8. Klem
9. Mesin Penguji Kayu (*Universal Testing Machine*)
10. Alat tulis menulis
11. Kalkulator

12. Desikator
13. *Oven*
14. Cawan petri
15. Pipa kaca
16. Saringan 40 dan 60 *mesh*.
17. *Hammer Mill*

2. Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Batang kelapa.
2. Perekat PVAc, epoxy dan polistyrena

C. Prosedur Kerja

1. Persiapan Bahan

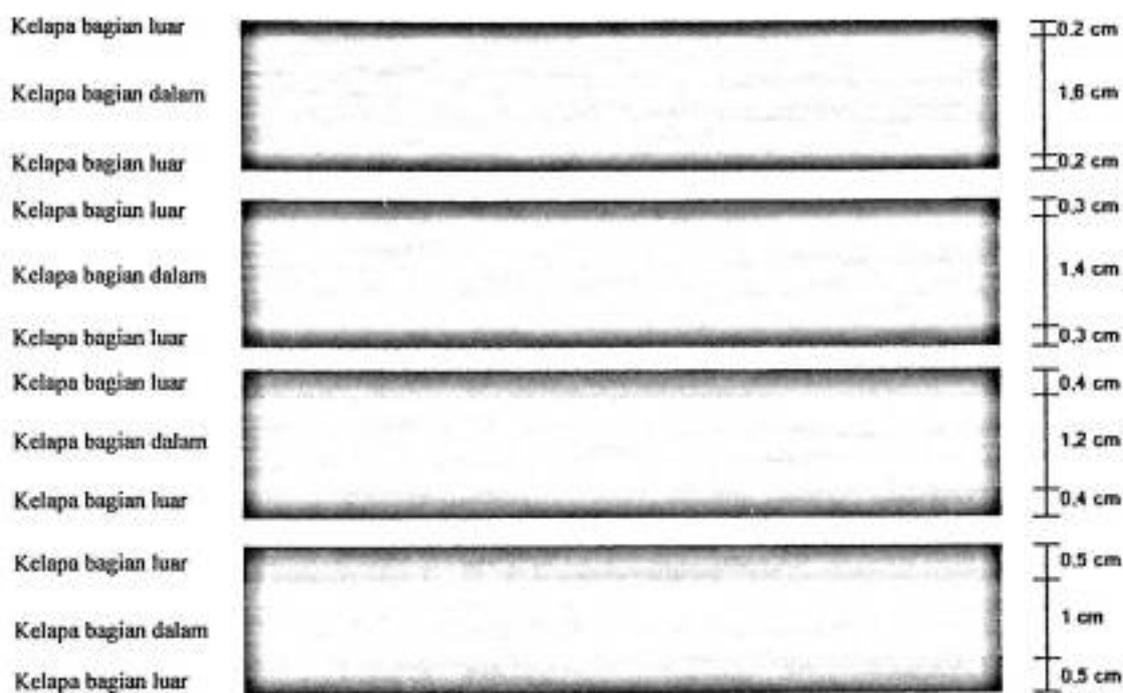
Papan lamina yang akan dibuat terdiri atas tiga lapisan dengan total 2 cm, yaitu satu lapisan tengah merupakan bagian dalam batang kelapa dan dua lapisan luar merupakan bagian luar batang kelapa. Proporsi tebal lapisan yang digunakan adalah 1:2:1 ; 1:3:1 ; 3:14:3 dan 1:8:1 untuk uji keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat, dan proporsi 1 : 1 untuk keteguhan rekat geser (proporsi bagian dalam dan luar batang kelapa pada papan lamina yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2). Prosedur pembuatan papan lamina tersebut adalah sebagai berikut :

1. Batang kelapa yang telah ditebang 1 m diatas permukaan tanah dipotong 2 m dari pangkal sepanjang 6 m lalu dibelah menjadi papan dan dipisahkan antara bagian yang luar (keras) sekitar 4 – 5 cm dan dalam (lunak).
2. Mengeringudarkan papan batang kelapa dengan cara diangin-anginkan di ruangan terbuka hingga kadar airnya $\leq 15\%$ selama 2 minggu.
3. Mengukur kadar air batang kelapa bagian dalam dan luar dengan cara mengeringtanurkan sampel batang kelapa bagian dalam dan luar menggunakan *oven* pada suhu $\pm 105^{\circ}$ C selama 24 jam, selanjutnya dikeluarkan dari *oven* lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit lalu menimbang beratnya. Contoh uji selanjutnya dikeringtanurkan lagi selama 3 jam hingga beratnya konstan. Berat awal (BA) dan berat kering tanur (BKT) sampel ditimbang menggunakan timbangan digital ketelitian 0,01 g.

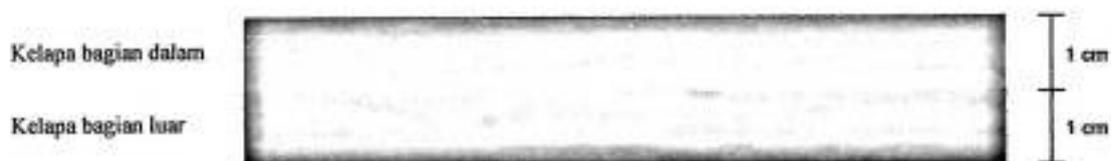
4. Menghitung kadar air sampel batang kelapa bagian dalam dan luar dengan rumus $KA = ((BA-BKT) : BKT) \times 100 \%$.
5. Membuat bilah batang kelapa bagian luar dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 2 cm, dan tebal 0,5 cm; 0,4 cm; 0,3 cm; dan 0,2 cm untuk lapisan luar papan lamina sebanyak 288 buah dan bilah batang kelapa bagian dalam dengan ukuran panjang 35 cm, lebar 2 cm, tebal 1 cm; 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm untuk lapisan tengah papan lamina dengan menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan lentur sebanyak 144 buah.
6. Membuat bilah batang kelapa bagian luar dengan panjang 10 cm, lebar 2 cm, dan tebal 0,5 cm; 0,4 cm; 0,3 cm; dan 0,2 cm untuk lapisan luar papan lamina masing-masing sebanyak 144 buah, dan bilah batang kelapa bagian dalam dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 2 cm, tebal 1 cm; 1,2 cm, 1,4 cm, 1,6 cm untuk lapisan tengah papan lamina masing-masing sebanyak 72 buah, dengan menggunakan mesin gergaji untuk contoh uji keteguhan tekan sejajar serat.
7. Membuat bilah batang kelapa bagian dalam dan luar dengan ukuran 6 cm x 2 cm x 1 cm untuk contoh uji keteguhan geser masing-masing sebanyak 18 buah menggunakan mesin gergaji.
8. Mengamplas permukaan bilah batang kelapa yang akan direkatkan hingga halus.
9. Mengukur panjang dan lebar bilah batang kelapa bagian dalam menggunakan kaliper untuk menghitung luas permukaan yang akan dilaburi perekat.

2. Pembuatan Contoh Uji

1. Melaburi satu jenis perekat (dari tiga jenis perekat yang digunakan yaitu PVAc, epoxy, polistyrena) dengan menggunakan pisau dempul pada kedua sisi bilah batang kelapa bagian dalam yang akan direkatkan dengan bilah batang kelapa bagian luar dengan berat labur 200 g/m^2 , masing-masing 24 buah untuk uji keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat, dan 6 buah untuk uji keteguhan tekan.
2. Menyusun bilah batang kelapa bagian dalam dan luar sesuai dengan proporsi 1:2:1 ; 1:3:1 ; 3:14:3 dan 1:8:1, kemudian diklem selama 24 jam.
3. Meratakan dan membersihkan permukaan papan lamina dari sisa perekat, dengan menggunakan ketam.
4. Memotong papan lamina sesuai dengan panjang yang ditentukan (berdasarkan standar JAS 2003 No. 234).
5. Mengukur panjang, lebar dan tebal papan lamina untuk mendapatkan ukuran aktual contoh uji.



Gambar 1. Proporsi tebal lapisan papan lamina untuk contoh uji keteguhan lentur dan keteguhan tekan sejajar serat.



Gambar 2. Proporsi tebal lapisan papan lamina untuk contoh uji keteguhan rekat.

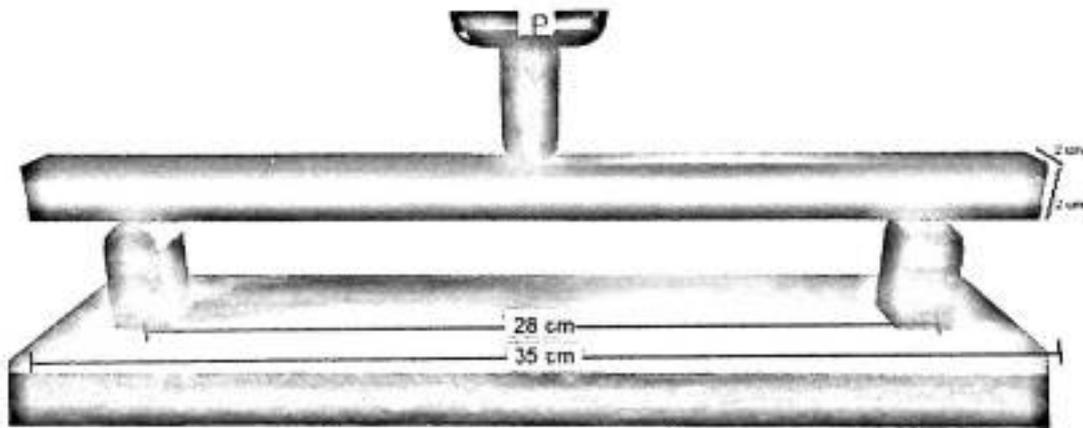


3. Pelaksanaan Pengujian

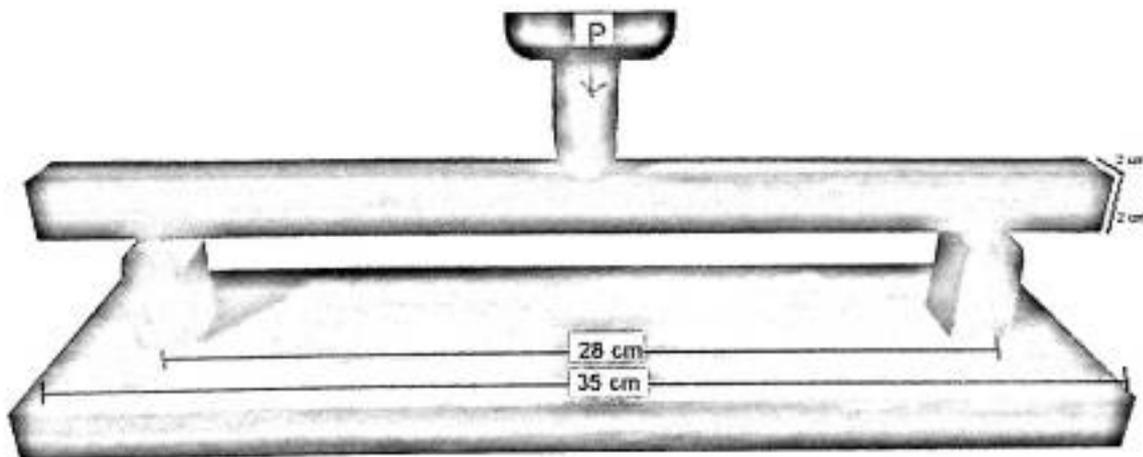
Alat yang akan digunakan dalam pengujian sifat mekanik papan lamina adalah *Universal Wood Testing Machine* Tipe AW-4 & 10. Pengujian dilakukan berdasarkan JAS 2003 No. 234 for *Glue Laminated Timber*.

a) Keteguhan Lentur

Contoh uji yang akan digunakan berukuran 35 cm x 2 cm x 2 cm dan dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji keteguhan lentur dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Contoh uji *flatwise* keteguhan lentur papan lamina.



Gambar 4. Contoh uji *widthwise* keteguhan lentur papan lamina.

Contoh uji diletakkan sedemikian rupa secara horisontal dengan jarak sanggah 28 cm dengan titik pembebanan tepat pada bagian tengah contoh uji. Selanjutnya pembebanan dilakukan secara perlahan-lahan hingga beban maksimum yang ditandai dengan rusaknya contoh uji. Besarnya beban maksimum, beban pada batas proporsi dan defleksi yang terjadi dapat dilihat pada pembacaan mesin penguji. Nilai keteguhan lentur papan lamina dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. MOE (*Modulus of Elasticity*)

$$\text{MOE} = \frac{\Delta P \cdot L^3}{48I \cdot \Delta Y}$$

Dimana :

ΔP = Perubahan beban (kg)

L = Jarak sanggah

I = Momen inersia = $bd^3/12$ (cm⁴)
(b = lebar; d = tebal contoh uji)

ΔY = Defleksi pada perubahan beban tertentu (cm)

b. MOR (*Modulus of Rupture*)

$$\text{MOR} = \frac{P \cdot L}{4Z}$$

Dimana :

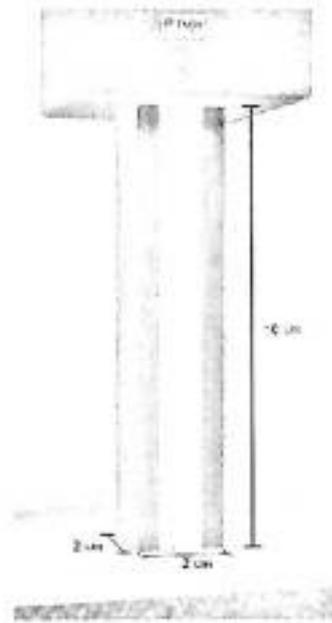
P = Beban pada batas patah (kg)

L = Jarak sanggah (cm)

Z = *Section modulus* = $bd^2/6$ (cm³)

a) Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Contoh uji keteguhan tekan berukuran 10 cm x 2 cm x 2 cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang akan digunakan dan dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji dilihat pada Gambar 5.

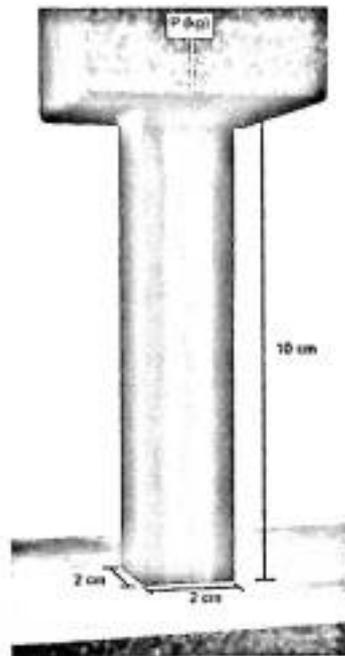


Gambar 5. Contoh uji keteguhan tekan sejajar serat papan lamina.

Pengujian keteguhan tekan sejajar serat papan lamina dilakukan sesuai dengan standar JAS 2003 No. 234. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal. Beban tekan diberikan secara perlahan-lahan sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji menjadi rusak. Nilai keteguhan tekan sejajar serat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a) Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Contoh uji keteguhan tekan berukuran 10 cm x 2 cm x 2 cm. Ukuran contoh uji disesuaikan dengan mesin uji yang akan digunakan dan dilakukan berdasarkan standar JAS 2003 No. 234. Bentuk dan ukuran contoh uji dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh uji keteguhan tekan sejajar serat papan lamina.

Pengujian keteguhan tekan sejajar serat papan lamina dilakukan sesuai dengan standar JAS 2003 No. 234. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal. Beban tekan diberikan secara perlahan-lahan sampai mencapai beban maksimum atau contoh uji menjadi rusak. Nilai keteguhan tekan sejajar serat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{P}{t \cdot l} \text{ kg/cm}^2$$

Dimana :

C = Keteguhan tekan sejajar serat

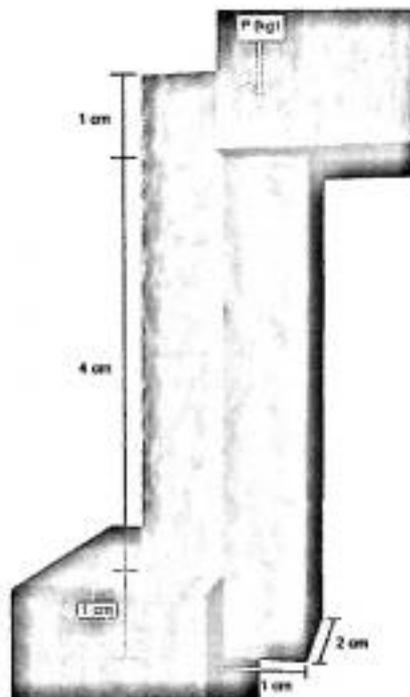
P = Beban maksimum (kg)

t = Tebal contoh uji (cm)

l = Lebar contoh uji (cm)

c) Keteguhan Rekat

Keteguhan geser papan lamina dilakukan dengan cara uji geser tekan sesuai dengan standar JAS 2003 No. 234. Untuk setiap sambungan papan lamina dipotong menjadi dua bagian selanjutnya kedua ujung potongan dibuat takik. Bentuk dan ukuran contoh uji dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh uji keteguhan rekat papan lamina.

Pengujian keteguhan rekat papan lamina dilakukan dengan cara uji geser tekan yang disesuaikan dengan standar JAS 2003 No. 234. Pengujian keteguhan

rekat dilakukan sejajar arah serat, yaitu dengan cara meletakkan contoh uji secara vertikal pada alat pengujian. Beban diberikan secara perlahan-lahan sampai bagian contoh uji bergeser dari bagian lainnya. Nilai keteguhan rekat dan persen kerusakan papan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$KR = \frac{B}{A} \text{ kg/cm}^2$$

$$KK = \frac{K}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

- KR = Keteguhan rekat
- KK = Persen kerusakan kayu
- A = Luas bidang geser (cm²)
- K = Luas kerusakan bidang geser (cm²)
- B = Beban maksimum (kg)

d) Keterbasahan (*Wettability*).

Determinasi keterbasahan dilakukan dengan metode Corrected Water Absorption Height (CWAH) atau tinggi Air Terkoreksi (Ruhendi dkk, 1989 dalam Suhasman dkk, 2005). Contoh uji sampel batang korek api *dioven* selama 48 jam pada suhu 50°C. Selanjutnya digiling menjadi serbuk dengan menggunakan *Hammer Mill*. Serbuk yang digunakan adalah serbuk yang lolos pada saringan 40 mesh dan tertahan pada saringan 60 mesh. Serbuk digunakan untuk kadar air serbuk dan untuk uji keterbasahan.

1. Kadar air serbuk.

Menyiapkan masing-masing 5 buah cawan petri untuk serbuk batang kelapa bagian dalam dan luar dan *dioven* pada suhu 100°C selama 1 jam kemudian dimasukkan ke desikator sampai mencapai suhu kamar dan ditimbang beratnya

(C). Serbuk yang disiapkan diletakkan dalam cawan petri kemudian ditimbang dan dicatat beratnya . Cawan petri dan serbuk *dioven* pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{c}$ selama 24 jam kemudian dimasukkan ke dalam desikator cawan petri dan serbuk yang telah *dioven* ditimbang kembali beratnya dan dicatat.

Menghitung kadar air serbuk dengan rumus

$$KAs = \frac{(CS'-C)-(CS'kt-C)}{CS'kt-C} ;$$

Dimana :

Kas = Kadar air serbuk (%)

CS' = Berat Cawan ditambah serbuk pada kondisi kering udara (g)

C = Berat cawan tanpa serbuk (g)

CS'kt = Berat cawan ditambah serbuk pada kondisi kering tanur (g)

2. Keterbasahan (*Wettability*).

Pengujian dilakukan dengan menyiapkan masing-masing 6 buah pipa kaca untuk serbuk kelapa bagian dalam dan luar untuk uji keterbasahan, lalu dibersihkan dengan alkohol kemudian salah satu ujung pipa disumbat dengan kapas. Pipa kaca *dioven* selama 1 jam pada suhu 100°C kemudian dikondisikan dalam desikator lalu ditimbang (b_0). Diameter bagian dalam pipa diukur dengan menggunakan kaliper. Pipa kaca diisi serbuk secara perlahan-lahan kemudian diketuk agar tidak ada ruang kosong didalamnya serta kerapatannya seragam. Tinggi serbuk untuk masing-masing pipa sekitar 50 cm. pipa kaca yang telah diisi serbuk ditimbang (b_1). Ujung yang ditutup kapas kemudian direndam dalam aquades dengan bagian serbuk yang terendam sekitar 1,5 cm. Kemudian mencatat ketinggian absorpsi pada perendaman 24 jam dan 48 jam, pipa kaca berisi serbuk selanjutnya *dioven* sampai mencapai berat konstan.

Menghitung nilai *Corrected Water Absorption Height* (CWAH) dengan

rumus :

$$\text{CWAH} = h_1 \times b = h_1 \times \frac{\{(d^2)(3,1415)(h_2)\}}{4(w)(s)}$$

Dimana:

- h_1 = tinggi absorpsi air (mm)
- b = bulk faktor
- h_2 = tinggi serbuk dalam pipa kaca (cm)
- w = berat kering tanur serbuk kayu (g)
- d = diameter pipa kaca (cm)
- s = volume spesifik air = 1 gram/cm³

D. Rancangan Percobaan

Pengaruh tebal lapisan terhadap sifat mekanis papan lamina dianalisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengaruh tebal lapisan terhadap sifat mekanis papan lamina dianalisis pada tiga jenis perekat yang digunakan dengan enam kali ulangan. Gaspersz (1991) mengemukakan model rancangan percobaan di atas adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Di mana :

- Y_{ij} = Nilai tengah pengamatan contoh uji ke-j yang memperoleh perlakuan ke-i
- μ = Nilai tengah (rata-rata populasi)
- α_i = Pengaruh perlakuan ke-i
- ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan pada contoh uji ke-j dengan perlakuan ke-i

Pengaruh dari masing-masing perlakuan diketahui dengan melakukan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan rumus sebagai berikut :

$$W\alpha = q_{\alpha(p, fe)} \cdot S_y$$

Di mana :

- W = Nilai uji BNJ
- q_{α} = Nilai tabel tukey
- p = Jumlah perlakuan
- fe = Derajat bebas galat
- S_y = Galat baku nilai tengah ($S_y = (KTG/r)^{1/2}$)
(KTG = Kuadrat tengah galat; r = Jumlah ulangan)

Untuk mengetahui perbedaan rata-rata wettabilitas (keterbasahan) batang kelapa bagian dalam dan luar digunakan uji beda sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Dengan statistik uji yang digunakan adalah statistik t :

$$t_h = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)}}$$

1) Jika ragam kedua populasi sama digunakan statistik:

$$t_h = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{Sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}; db = n_1 + n_2 - 2$$

$$Sp = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

2) Jika ragam kedua populasi tidak sama digunakan statistik:

$$t_h = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}$$

$$db = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1}{n_1} \right)^2}{n_1} + \frac{\left(\frac{S_2}{n_2} \right)^2}{n_2}}$$

Kaidah keputusan yang digunakan untuk taraf nyata α adalah sebagai berikut:

Jika $-t_{1 - \frac{1}{2}\alpha} < t_h < t_{1 - \frac{1}{2}\alpha}$, dimana $t_{1 - \frac{1}{2}\alpha}$ diperoleh dari distribusi t dengan db = $(n_1 + n_2 - 2)$ dan peluang $(1 - \frac{1}{2}\alpha)$ diputuskan terima H_0 untuk harga-harga t lainnya tolak H_0 . Penolakan H_0 berarti terdapat suatu perbedaan yang nyata dari rata-rata variabel yang diamati antara kedua sampel.

Keterangan:

\bar{X}_1 = rata-rata pengamatan keterbasahan batang kelapa bagian dalam

\bar{X}_2 = rata-rata pengamatan keterbasahan batang kelapa bagian luar

S_1 = Simpangan baku dari hasil pengamatan batang kelapa bagian dalam

S_2 = Simpangan baku dari hasil pengamatan batang kelapa bagian luar

n_1 = Jumlah pengamatan keterbasahan batang kelapa bagian dalam

n_2 = Jumlah pengamatan keterbasahan batang kelapa bagian luar

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Air dan Berat Jenis

Kadar air batang kelapa bagian luar berkisar antara 12,25 % - 14,85 % dengan rata-rata 13,33 dan simpangan baku 0,88. Sedangkan kadar air batang kelapa bagian dalam berkisar antara 11,42 % - 14,94 % dengan rata-rata 13,12 dan simpangan baku 1,08. Kedua bahan tersebut telah memenuhi persyaratan kadar air bahan papan lamina. Menurut Kollmann *et al* (1975) kadar air merupakan satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan. Kadar air yang tinggi akan menghalangi masuknya perekat ke dalam rongga dan sel papan sehingga keteguhan rekatnya akan menurun. Sebaliknya, bila kadar air terlalu rendah, maka konsumsi perekat akan tinggi dan garis rekat akan menjadi tebal. Garis rekat yang tebal juga akan menurunkan keteguhan rekat.

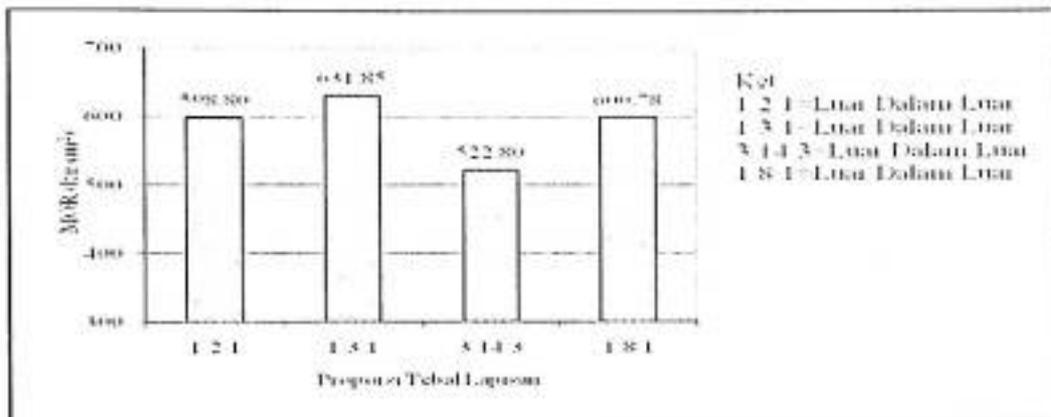
Kadar air bahan yang terlalu tinggi dapat berpengaruh buruk pada proses perekatan lapisan-lapisan pada papan lamina. Perbedaan kadar air antar lapisan harus kecil untuk menghindari tegangan yang berlebihan dengan adanya pengembangan dan penyusutan antara kedua bahan tersebut, yang dapat mengakibatkan kerusakan pada garis rekat dan sambungan papan lamina. Menurut Tsoumis (1991), papan lamina yang direkat tanpa perlakuan suhu tinggi saat pengempaan, kadar airnya sebaiknya tidak lebih dari 15 % atau antara 8 % - 15 %. Perbedaan kadar air antar lapisan yang berdekatan sebaiknya tidak lebih besar dari 3 % dan antar semua lapisan dalam papan lamina tidak lebih dari 5%.

Berat Jenis batang kelapa bagian luar berkisar antara 0,57 – 0,84 dengan rata-rata 0,70 dan simpangan baku 0,08. Sedangkan Berat jenis batang kelapa bagian dalam berkisar antara 0,30 – 0,62 dengan rata-rata 0,43 dan simpangan baku 0,10. Nilai ini sedikit berbeda dengan laporan Departemen Kehutanan (2004) bahwa berat jenis batang kelapa sepanjang tepi $\pm 0,6$ dan bagian dalam $\pm 0,4$. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh faktor tempat tumbuh. Berat jenis dapat digunakan sebagai penduga kekuatan papan, semakin tinggi berat jenis maka semakin kekuatan papan cenderung tinggi pula. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa ada kemungkinan untuk membuat pendugaan kekuatan kayu berdasar atas berat jenis, tanpa memperhatikan jenis kayu. Berdasarkan nilai berat jenis antara batang kelapa bagian luar dan dalam tersebut, kedua bahan dapat dibuat papan lamina dengan harapan laminasi kedua jenis papan itu dapat menghasilkan bahan dengan sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan dengan batang kelapa bagian dalam utuh yang memiliki kelas kuat rendah. Abdurachman dan Hadjib (2005), balok lamina lebih efisien dibandingkan kayu utuh karena dapat dibuat dengan cara menggabungkan jenis kayu bermutu rendah dengan kayu bermutu tinggi.

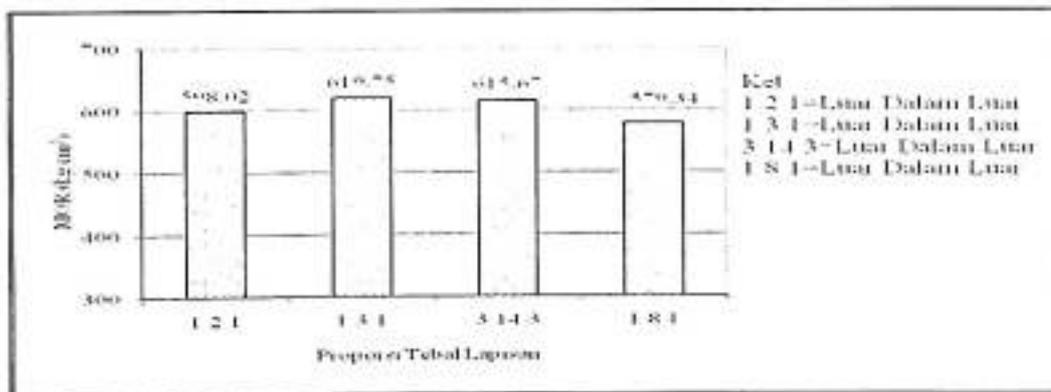
B. Keteguhan Patah

1. Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture/MOR*) dengan Uji *Edgewise*

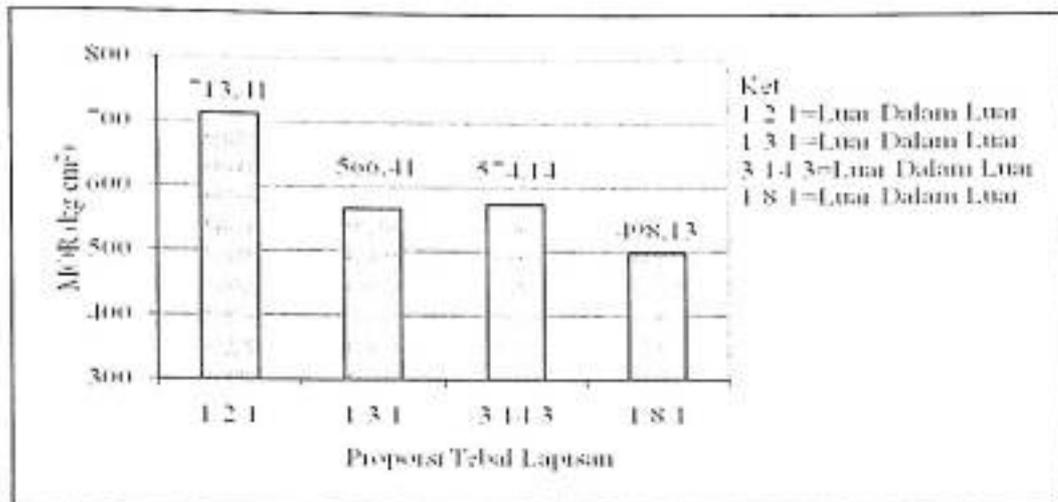
Hasil pengujian keteguhan patah dengan uji *edgewise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 5, adapun hasil analisis ragam masing-masing keteguhan patah pada perekat PVAc, polistyrena, dan epoxy dapat dilihat pada Lampiran 6,7 dan 8.



Gambar 7. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat PVAc.



Gambar 8. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat polistyrena.



Gambar 9. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat epoxy.

Hasil analisis ragam untuk perekat PVAc dan Polistyrena menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap keteguhan patah papan lamina batang kelapa. Sedang proporsi lapisan papan lamina yang menggunakan perekat epoxy berpengaruh nyata terhadap keteguhan patah papan lamina. Hal ini menyatakan bahwa penggunaan perekat PVAc dan polistyrena tidak berdampak pada keteguhan patah papan lamina meskipun diberikan perlakuan proporsi yang berbeda. Sedangkan perekat epoxy mempunyai dampak terhadap keteguhan patah papan lamina yang diberikan perlakuan proporsi lapisan yang berbeda.

Nilai rata-rata MOR *edgewise* pada perekat PVAc, polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada Gambar 10, 11 dan 12. selanjutnya hasil uji Tukey untuk keteguhan patah papan lamina yang menggunakan perekat epoxy dapat dilihat pada Tabel 1. Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan keteguhan patah yang lebih tinggi dibandingkan dengan proporsi

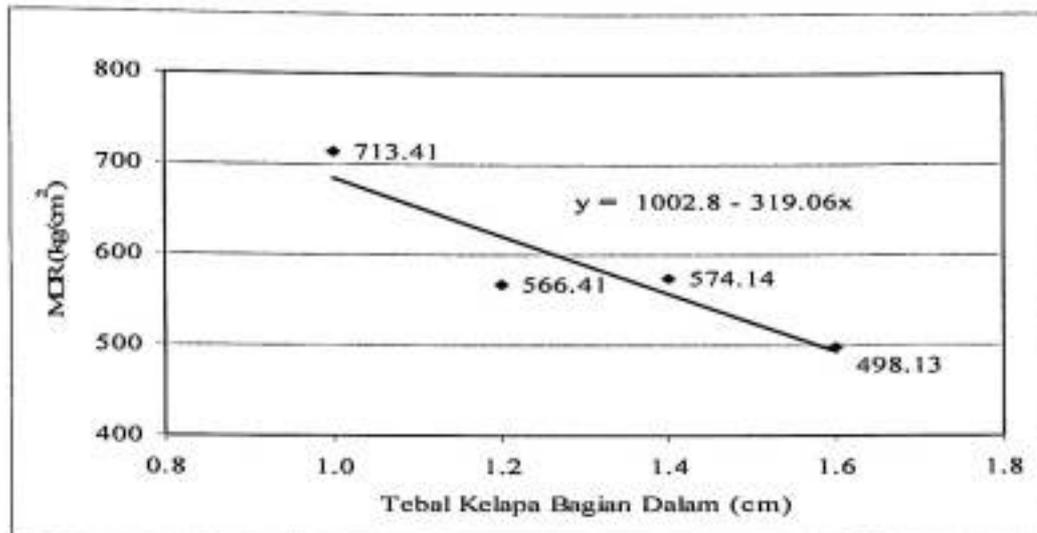
tebal lapisan 1:8:1. sedangkan tebal lapisan yang lain mempunyai keteguhan patah relatif sama. Meskipun demikian ada kecenderungan bahwa semakin kecil proporsi lapisan luar atau semakin besar proporsi lapisan dalam menghasilkan keteguhan patah yang semakin kecil.

Tabel 1. Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Patah Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy untuk uji *Edgewise*.

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Patah Rata-rata (kg/cm ²)	$\frac{BNJ}{151.51} 0,05$
1:2:1	713.41	a
3:14:3	574.14	ab
1:3:1	566.41	ab
1:8:1	498.13	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata

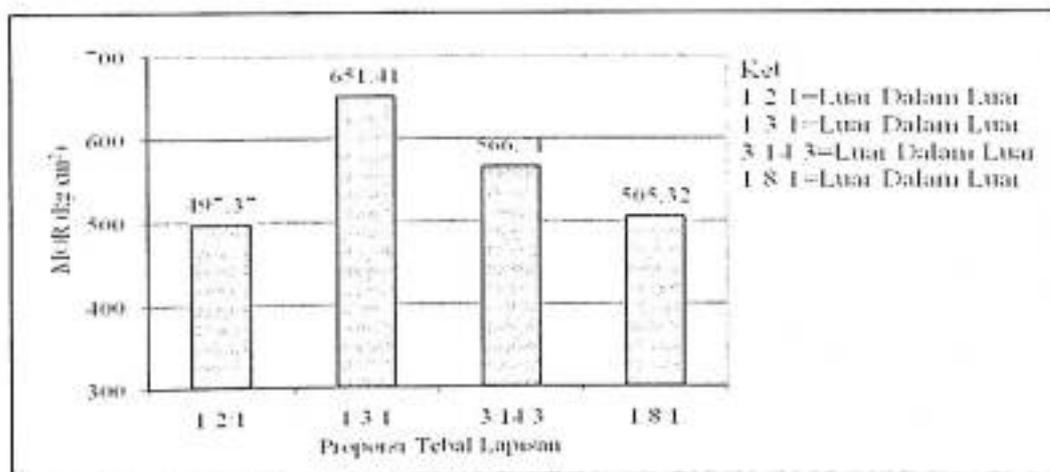
Hubungan antara tebal lapisan dalam dengan keteguhan rekat dapat dinyatakan dalam bentuk regresi linear sederhana, $Y = 1002,8 - 319,06x$ dimana Y = keteguhan patah, x = tebal lapisan dalam dari papan lamina. Hal ini berarti bahwa setiap penambahan ketebalan lapisan dalam sebesar 0,1 cm akan menurunkan keteguhan patah rata-rata sebesar 31,906 kg/cm². Grafik hubungan antara tebal lapisan bagian dalam lamina dengan keteguhan patah dapat dilihat pada Gambar 10.



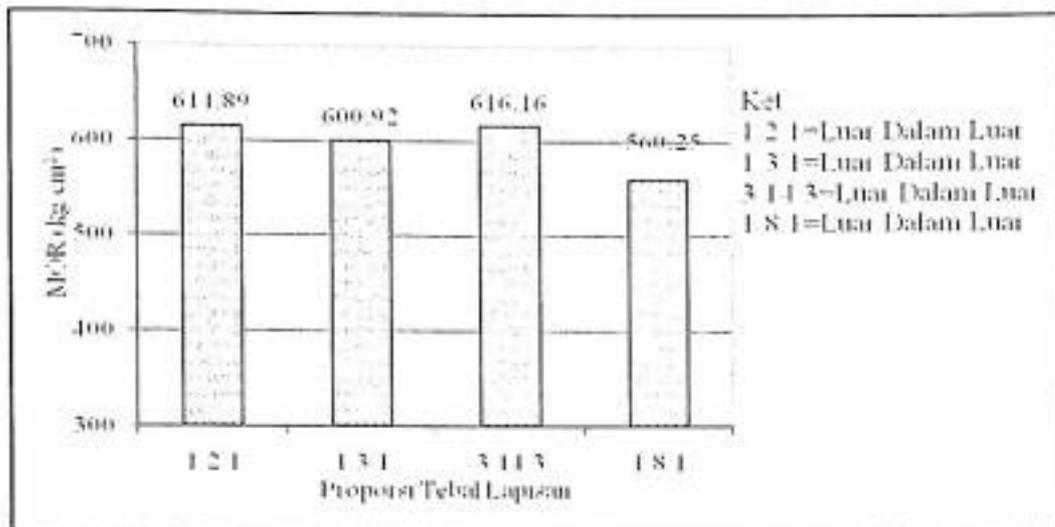
Gambar 10. Kurva Respon Hubungan Antara Tebal Lapisan Bagian Dalam Papan Lamina Batang Kelapa dengan Keteguhan Patah *Edgewise* pada Perakat Epoxy.

2. Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture/MOR*) dengan Uji *Flatwise*

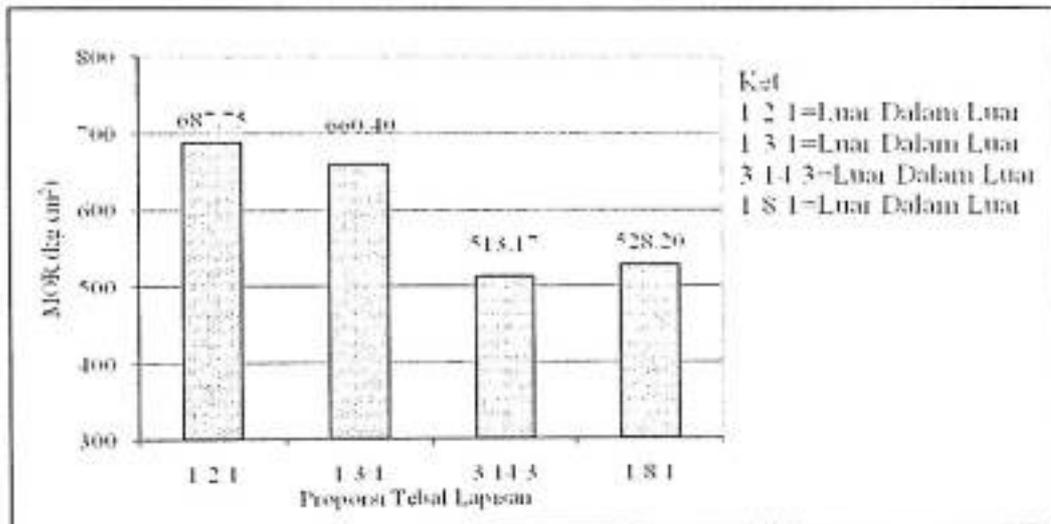
Hasil pengujian keteguhan patah dengan uji *flatwise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 10, adapun hasil analisis ragam masing-masing perekat PVAc, polistyrena dan Epoxy dapat dilihat pada Lampiran 11, 12 dan 13.



Gambar 11. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat PVAc.



Gambar 12. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat polistyrena.



Gambar 13. Nilai keteguhan patah papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat epoxy.

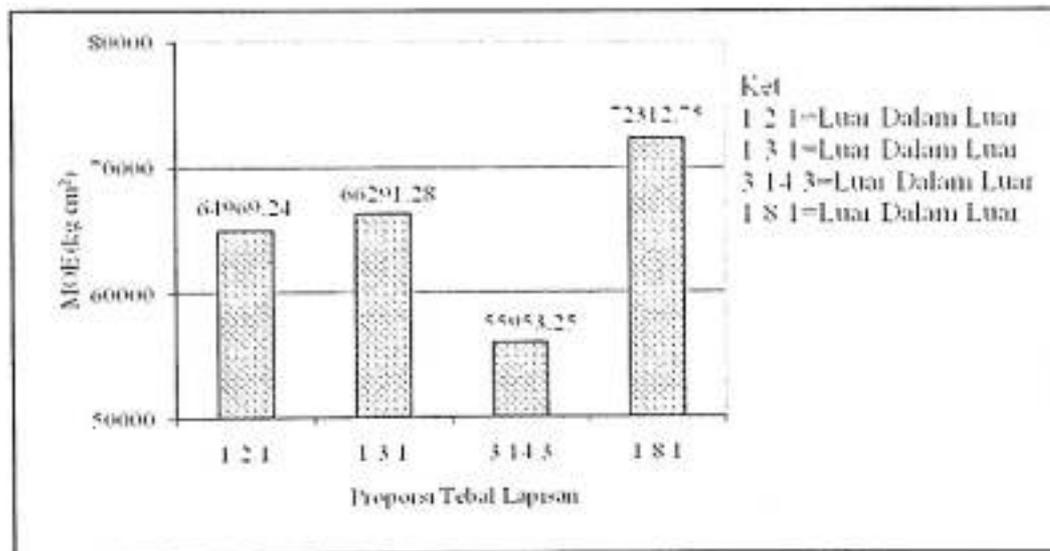
Hasil analisis ragam pada jenis perekat PVAc, polistyrena dan epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0,05$ terhadap nilai MOR papan lamina batang kelapa. Nilai rata-rata MOR *edgewise* pada jenis perekat PVAc Polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada Gambar 11, 12 dan 13. Nilai MOR *flatwise* pada berbagai jenis perekat

menunjukkan adanya variasi nilai MOR dengan adanya proporsi tebal lapisan. Akan tetapi hasil analisis ragamnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai MOR *flatwise* yang nyata pada setiap proporsi tebal lapisan atau kekuatannya relatif sama. Hal ini disebabkan karena pada sampel uji *flatwise* lapisan kelapa bagian dalam mendapat tegangan yang kecil akibat arah pembebanan sejajar dengan bidang rekat sedangkan yang terbesar pada kelapa bagian luar. Hal ini berarti bahwa proporsi tebal lapisan yang berbeda pada keteguhan patah papan lamina uji *flatwise* menghasilkan kekuatan yang sama. Berdasarkan hal ini proporsi papan lamina batang kelapa dalam pengaplikasiannya cukup menggunakan proporsi 1:8:1. Abdurachman dan Hadjib (2005), papan lamina lebih baik dibandingkan kayu utuh karena dapat dibuat dari kayu ukuran kecil, kayu kualitas rendah atau kombinasi kayu kualitas tinggi dan kualitas rendah. Dengan proporsi batang kelapa yang lebih tebal maka pemanfaatan batang kelapa bagian dalam lebih besar namun tetap mempertimbangkan kekuatannya.

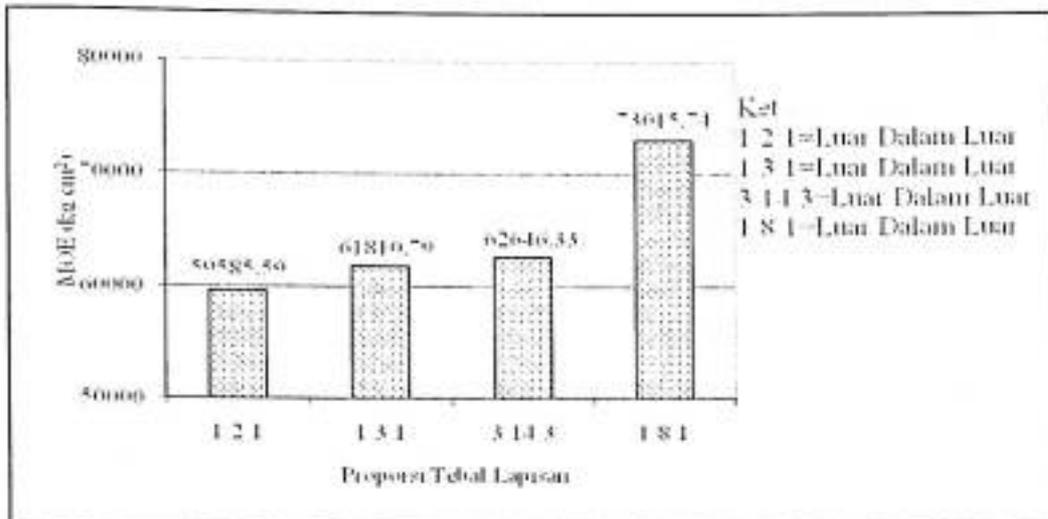
C. Keteguhan Lentur

1. Keteguhan Lentur (Modulus of Elasticity/MOE) dengan Uji Edgewise.

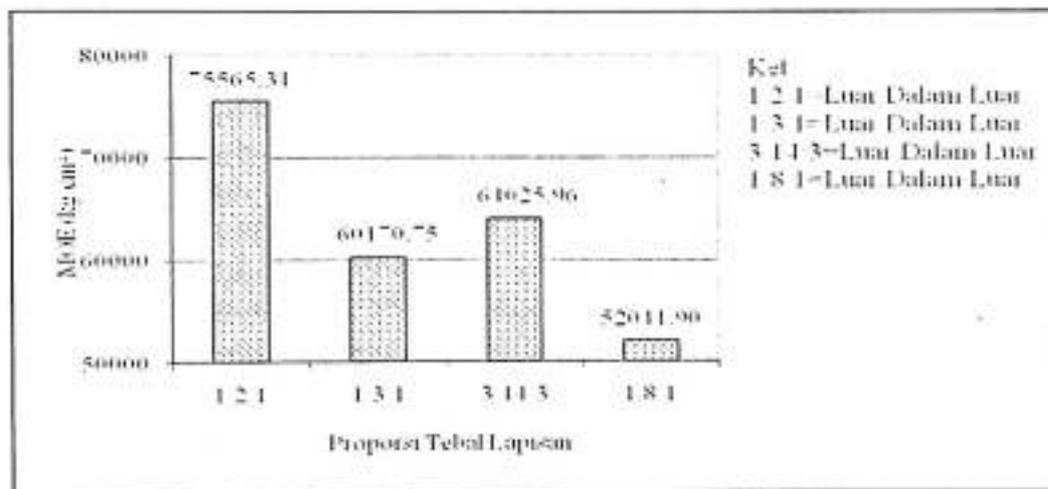
Hasil pengujian MOE dengan uji *edgewise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 15, adapun hasil analisis ragam perekat PVAc, polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada lampiran 16, 17 dan 18. Hasil analisis ragam pada jenis perekat PVAc, polistyrena dan epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap keteguhan patah papan lamina batang kelapa. Adapun nilai MOE *edgewise* rata-rata yang menggunakan perekat PVAc, polityrena dan epoxy dapat dilihat pada Gambar 14, 15 dan 16.



Gambar 14. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat PVAc.



Gambar 15. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat polistyrena.



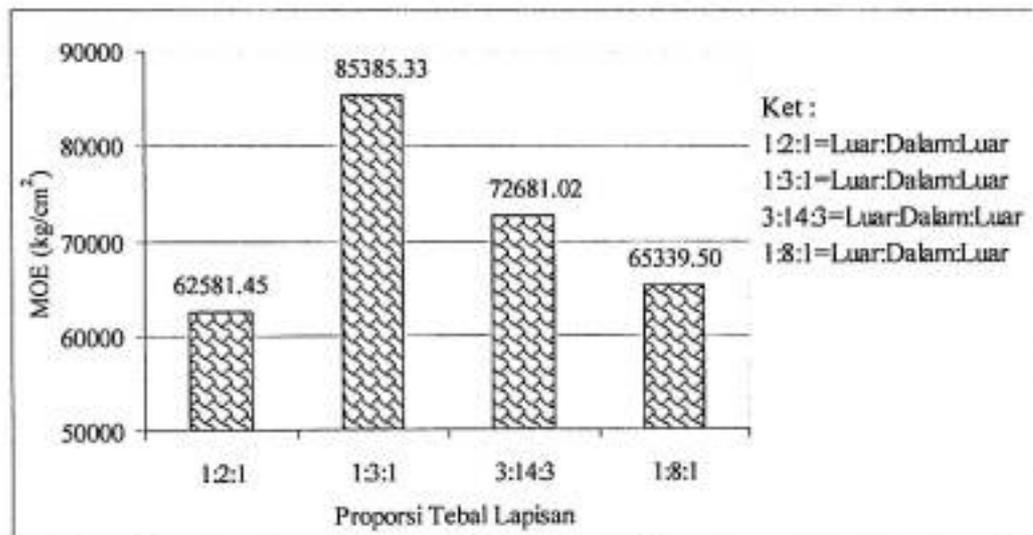
Gambar 16. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *edgewise* pada perekat epoxy.

Proporsi tebal lapisan pada jenis perekat PVAc, polistyrena dan epoxy berpengaruh tidak nyata terhadap MOE *edgewise* atau kekakuannya relatif sama. Nilai MOE dihitung untuk mengetahui elastisitas benda, Elastisitas secara tidak langsung berhubungan dengan kekakuan dan kekakuan secara tidak langsung berhubungan dengan kekuatan kayu. Semakin tinggi nilai MOE maka semakin

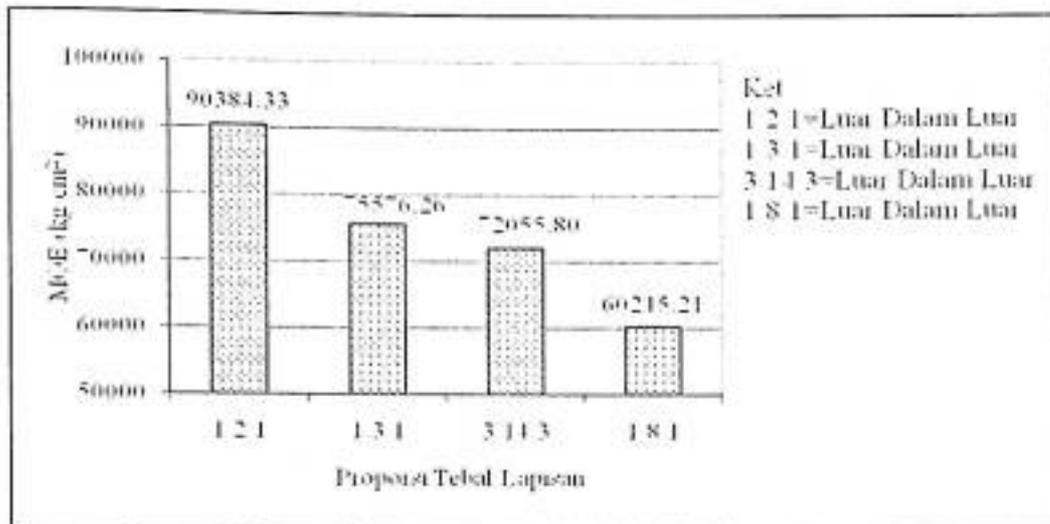
tinggi ketahanannya menahan perubahan bentuk akibat beban yang diberikan. Dari hasil pengujian keteguhan lentur menunjukkan bahwa interaksi antara proporsi tebal batang kelapa bagian luar dan dalam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap dengan MOE *edgewise* (kekakuan) papan lamina batang kelapa.

2. Keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity/MOE*) dengan Uji *Flatwise*.

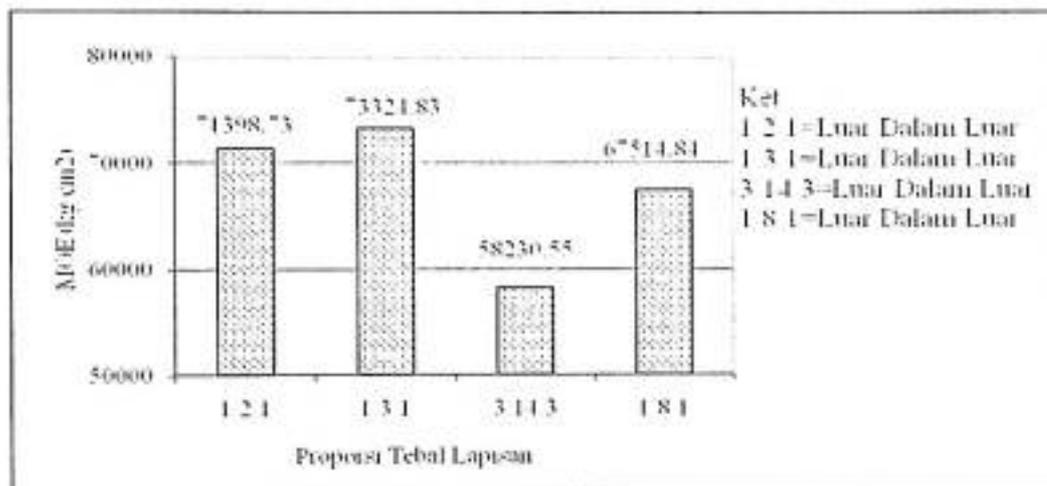
Hasil pengujian MOE dengan uji *flatwise* pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 19, adapun hasil analisis ragam masing-masing perekat PVAc, polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada Lampiran 21, 22 dan 24.



Gambar 17. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat PVAc.



Gambar 18. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat polistyrena.



Gambar 19. Nilai keteguhan lentur papan lamina dengan uji *flatwise* pada perekat epoxy.

Hasil analisis ragam untuk perekat PVAc dan epoxy menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap keteguhan lentur/MOE papan lamina batang kelapa. Sedang proporsi lapisan papan lamina yang menggunakan perekat polistyrena berpengaruh nyata terhadap keteguhan patah papan lamina. Hal ini menyatakan bahwa penggunaan perekat PVAc dan epoxy tidak berdampak pada nilai keteguhan lentur/MOE papan lamina

meskipun diberikan perlakuan proporsi yang berbeda. Sedangkan perekat polistyrena mempunyai dampak terhadap keteguhan patah papan lamina yang diberikan perlakuan proporsi lapisan yang berbeda.

Nilai rata-rata nilai MOE *flatwise* pada perekat PVAc, polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada Gambar 17, 18 dan 19. Selanjutnya hasil uji Tukey untuk keteguhan lentur/MOE papan lamina yang menggunakan perekat epoxy dapat dilihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan keteguhan lentur/MOE yang lebih tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Sedangkan tebal lapisan yang lain mempunyai keteguhan patah relatif sama. Meskipun demikian ada kecenderungan bahwa semakin kecil proporsi lapisan luar atau semakin besar proporsi lapisan dalam menghasilkan keteguhan lentur/MOE yang semakin kecil.

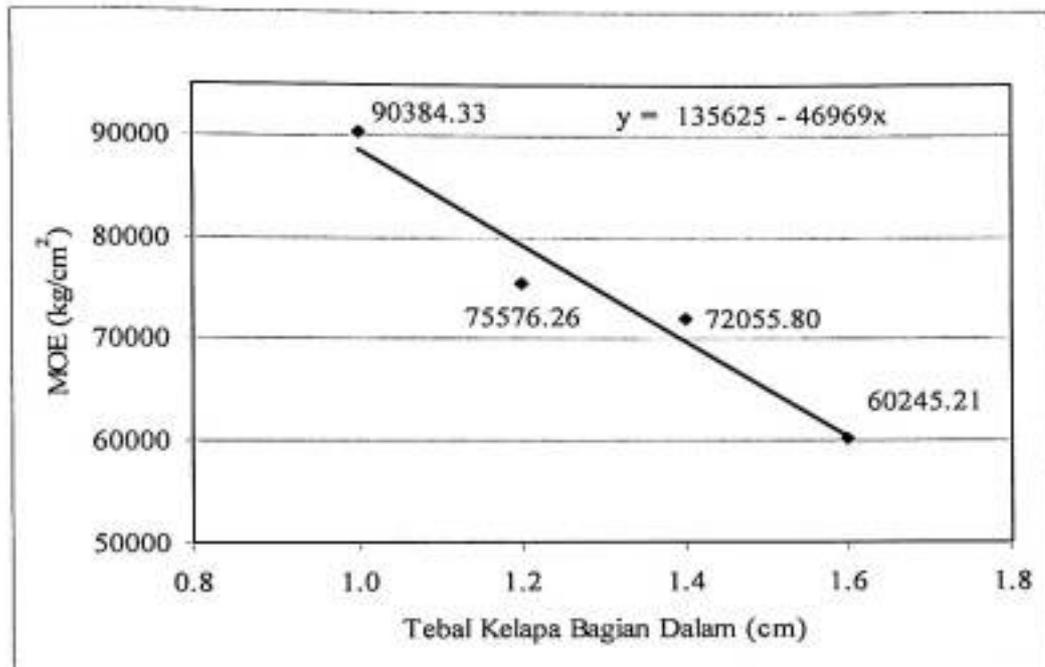
Tabel 2. Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Lentur Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena untuk Uji *Flatwise*.

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Lentur Rata-rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,05</u> 22035,27
1:2:1	90384,33	a
1:3:1	75576,26	ab
3:14:3	72055,80	ab
1:8:1	60245,21	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata

Hubungan antara tebal lapisan dalam dengan keteguhan rekat dapat dinyatakan dalam bentuk regresi linear sederhana $Y = 135625 - 46969x$ dimana $Y =$ keteguhan patah, $x =$ tebal lapisan dalam dari papan lamina. Hal ini berarti bahwa setiap penambahan ketebalan lapisan dalam sebesar 0,1 cm akan

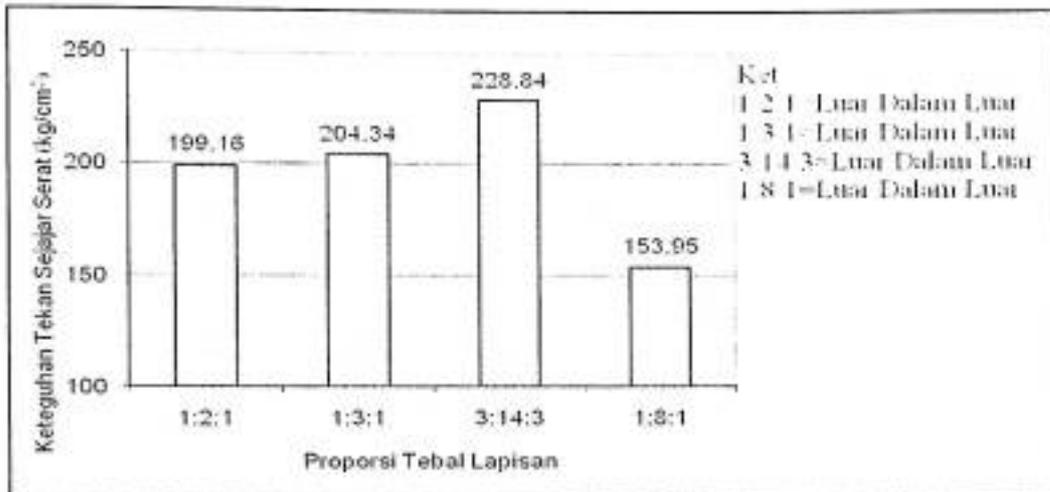
menurunkan keteguhan patah rata-rata sebesar $4696,9 \text{ kg/cm}^2$. Grafik hubungan antara tebal lapisan bagian dalam lamina dengan keteguhan lentur/MOE uji *edgewise* pada perekat polistyrena dapat dilihat pada Gambar 20.



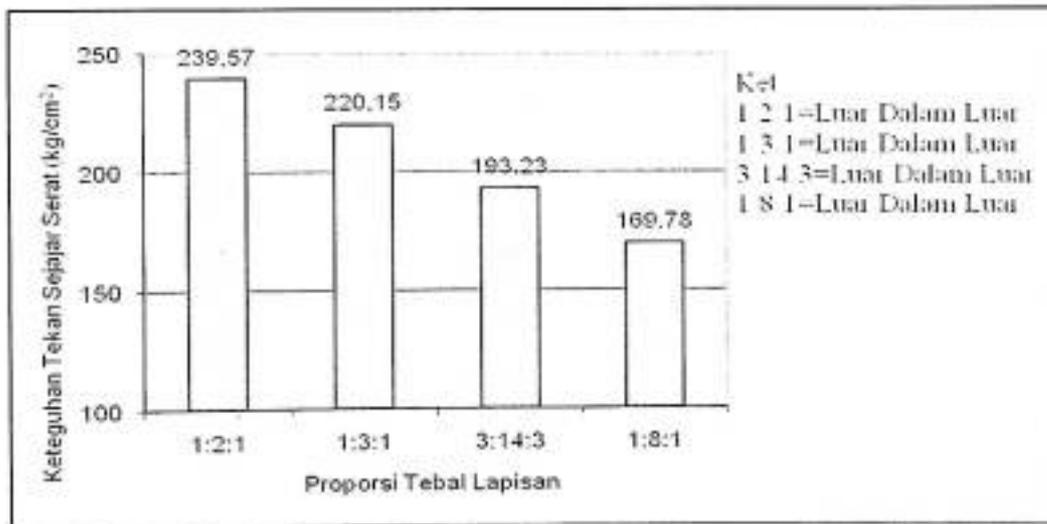
Gambar 20. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan lentur *flatwise* pada perekat epoxy.

D. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

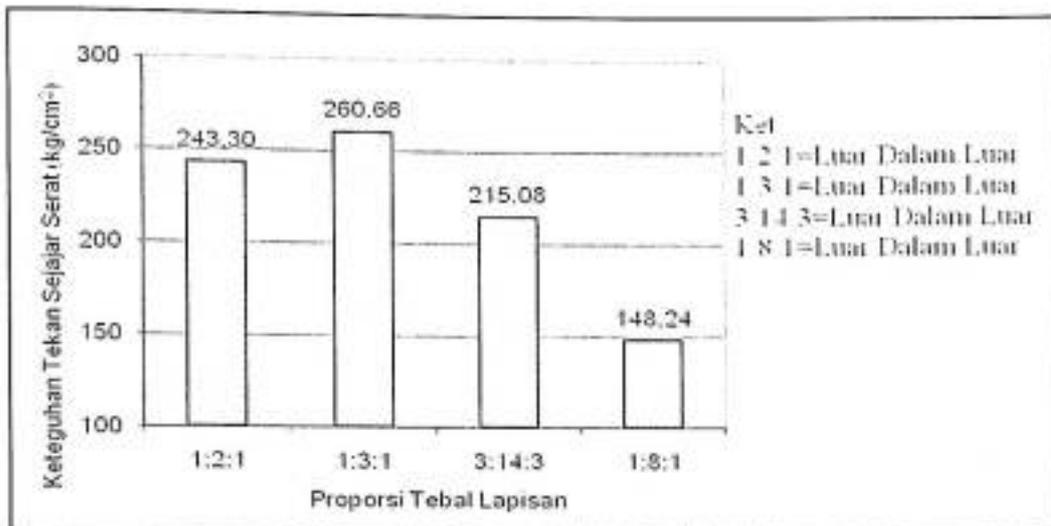
Hasil pengujian keteguhan tekan sejajar serat pada berbagai jenis perekat dapat dilihat pada Lampiran 25, adapun hasil analisis ragam masing-masing perekat PVAc, polistyrena, dan epoxy dapat dilihat pada Lampiran 26, 27 dan 29.



Gambar 21. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat PVAc.



Gambar 22. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat polistyrena.



Gambar 23. Nilai keteguhan tekan sejajar serat papan lamina perekat epoxy.

Hasil analisis ragam untuk perekat PVAc menunjukkan bahwa perlakuan proporsi lapisan berpengaruh tidak nyata pada $\alpha = 0.05$ terhadap keteguhan tekan sejajar serat papan lamina batang kelapa. Sedang proporsi lapisan papan lamina yang menggunakan perekat polistyrena berpengaruh nyata dan pada perekat epoxy berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tekan sejajar serat papan lamina. Hal ini menyatakan bahwa penggunaan perekat PVAc tidak berdampak pada keteguhan tekan sejajar serat papan lamina meskipun diberikan perlakuan proporsi yang berbeda. Sedangkan perekat polistyrena dan epoxy mempunyai dampak terhadap keteguhan tekan sejajar serat papan lamina yang diberikan perlakuan proporsi lapisan yang berbeda.

Nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat pada perekat PVAc, polistyrena dan epoxy dapat dilihat pada Gambar 20, 21 dan 22. Selanjutnya hasil uji Tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat papan lamina yang menggunakan perekat polistyrena dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang lebih

tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 3:14:3 dan 1:8:1, kemudian proporsi tebal lapisan 1:8:1 menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang lebih rendah dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan 1:3:1. Sedangkan tebal lapisan yang lain mempunyai keteguhan tekan sejajar serat relatif sama. Meskipun demikian ada kecenderungan bahwa semakin kecil proporsi lapisan luar atau semakin besar proporsi lapisan dalam menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa diperlukan proporsi ketebalan lapisan kelapa bagian luar untuk menghasilkan ikatan yang baik antara perekat dengan kelapa bagian dalam dan luar agar papan lamina dapat memberikan nilai keteguhan tekan sejajar serat yang lebih tinggi.

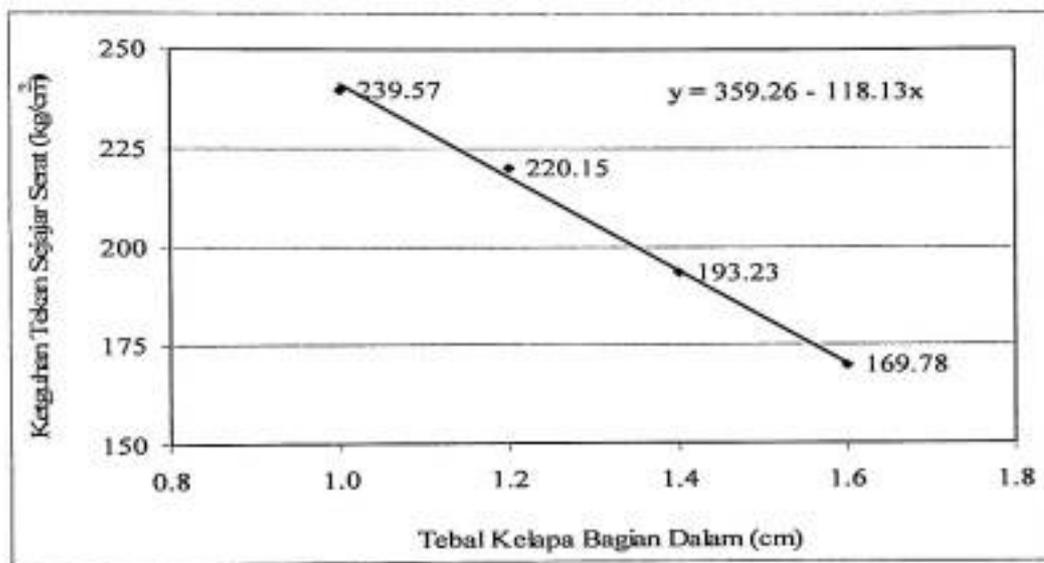
Tabel 3. Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Polistyrena.

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Tekan Sejajar Serat Rata-rata (kg/cm ²)	<u>BNJ 0,05</u> 45,48
1:2:1	239,57	a
1:3:1	220,15	ab
3:14:3	193,23	bc
1:8:1	169,78	c

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui respon keteguhan tekan pada perekat polistyrena terhadap setiap proporsi tebal lapisan. Hasil analisis pengaruh tebal lapisan terhadap keteguhan tekan pada perekat polistyrena dapat dilihat pada Lampiran 30. Berdasarkan analisis tersebut pada perekat polistyrena terlihat proporsi tebal lapisan berpengaruh secara linear terhadap nilai keteguhan tekan, dimana makin tebal lapisan batang kelapa bagian dalam memberikan respon negatif terhadap keteguhan tekan sejajar serat. Persamaan regresi dari

hubungan tersebut adalah $Y = 359,26 - 118,13x$ dimana y = keteguhan tekan dan x = tebal kelapa bagian dalam dari papan lamina. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin besar lapisan kelapa bagian dalam semakin kecil nilai keteguhan tekan sejajar serat dengan laju penurunan keteguhan tekan sejajar serat sebesar $11,813 \text{ kg/cm}^2$ setiap penambahan tebal lapisan kelapa bagian dalam $0,1 \text{ cm}$. Kurva respon pengaruh proporsi tebal lapisan pada keteguhan tekan sejajar serat perekat polistyrena dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 24. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan tekan pada perekat polistyrena.

Adapun hasil uji Tukey untuk keteguhan tekan sejajar serat papan lamina yang menggunakan perekat epoxy dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa proporsi tebal lapisan 1:2:1 dan 1:3:1 menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang lebih tinggi dibandingkan dengan proporsi tebal lapisan 1:8:1. Sedangkan tebal lapisan yang lain mempunyai keteguhan tekan sejajar serat relatif sama. Meskipun demikian ada kecenderungan bahwa semakin kecil

proporsi lapisan luar atau semakin besar proporsi lapisan dalam menghasilkan keteguhan tekan sejajar serat yang semakin kecil. Hal tersebut menunjukkan bahwa diperlukan proporsi ketebalan lapisan kelapa bagian luar untuk menghasilkan ikatan yang baik antara perekat dengan kelapa bagian dalam dan luar agar papan lamina dapat memberikan nilai keteguhan tekan sejajar serat yang lebih tinggi.

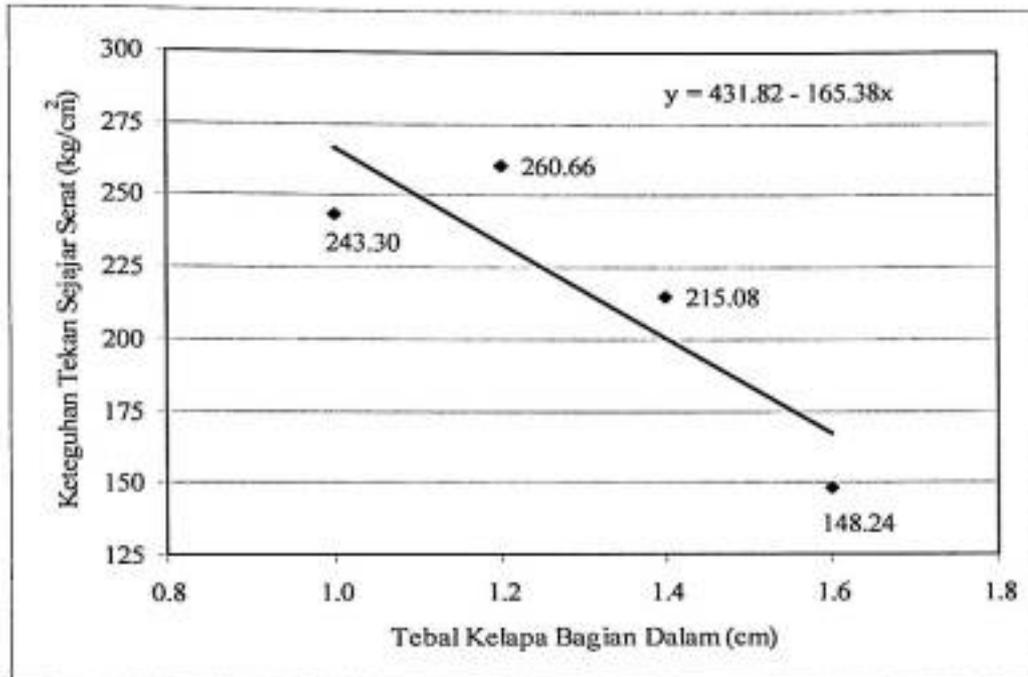
Tabel 4. Uji Tukey Pengaruh Perlakuan Proporsi Tebal Lapisan Terhadap Nilai Keteguhan Tekan Papan Lamina dengan Menggunakan Perekat Epoxy.

Proporsi Tebal Lapisan	Keteguhan Tekan Sejajar Serat Rata-rata (kg/cm^2)	<u>BNJ 0,05</u> 58,90
1:3:1	260,66	a
1:2:1	243,30	a
3:14:3	215,08	ab
1:8:1	148,24	b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama berbeda tidak nyata

Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui respon keteguhan tekan pada perekat epoxy terhadap setiap proporsi tebal lapisan. Hasil analisis pengaruh tebal lapisan terhadap keteguhan tekan pada perekat epoxy dapat dilihat pada Lampiran 30. Berdasarkan analisis tersebut pada perekat epoxy terlihat proporsi tebal lapisan berpengaruh secara linear terhadap nilai keteguhan tekan, dimana makin tebal lapisan batang kelapa bagian dalam memberikan respon negatif terhadap keteguhan tekan. Persamaan regresi dari hubungan tersebut adalah $Y = 431,82 - 165,38x$ dimana y = keteguhan tekan dan x = tebal kelapa bagian dalam. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin besar lapisan kelapa bagian dalam semakin kecil nilai keteguhan tekan dengan laju penurunan keteguhan

tekan sebesar $16,538 \text{ kg/cm}^2$ setiap penambahan tebal lapisan kelapa bagian dalam $0,1 \text{ cm}$. Kurva respon pengaruh proporsi tebal lapisan pada keteguhan tekan perekat polistyrena dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 25. Kurva respon hubungan antara tebal lapisan bagian dalam papan lamina batang kelapa dengan keteguhan tekan pada perekat epoxy.

E. Keteguhan Rekat dan Persentase Kerusakan

Hasil perhitungan keteguhan rekat papan lamina batang kelapa bagian luar dan dalam dapat dilihat pada lampiran 36. Nilai rata-rata keteguhan rekat papan lamina tertinggi pada perekat epoxy sebesar $49,72 \text{ kg/cm}^2$ kemudian PVAc sebesar $27,18 \text{ kg/cm}^2$ dan terendah adalah polistyrena yaitu $33,75 \text{ kg/cm}^2$. Nilai rata-rata keteguhan rekat pada perekat epoxy dan polistyrena lebih tinggi dari keteguhan geser batang kelapa bagian dalam utuh namun lebih rendah dari keteguhan geser batang kelapa bagian luar utuh. Hal ini diakibatkan kerusakan pada sisi batang kelapa bagian dalam yang mudah terlepas dari ikatan perekat. Dimana bilah kelapa bagian dalam memiliki kerapatan yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan bagian luar sehingga penetrasi perekat terjadi dengan baik pada bilah kelapa bagian dalam. Maka adhesi mekanik terjadi lebih baik pada bilah bagian dalam sehingga pada uji keteguhan rekat lebih banyak terjadi kerusakan. Sementara pada bilah bagian luar, adhesi spesifik lebih banyak berperan karena penetrasi perekat lebih kecil. Hal ini sesuai dengan pendapat Filler *et al* (1993) dalam Wardhani (1999) bahwa keteguhan rekat dipengaruhi oleh kerapatan kayu dan juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti kandungan zat ekstraktif, struktur anatomi kayu, kondisi perekatan dan sebagainya. Selain itu, kandungan kimia kayu merupakan satu faktor yang mempengaruhi kualitas perekatan.

Pengukuran persentase kerusakan papan lamina dilakukan untuk mengetahui hubungan keteguhan rekat dengan kerusakan papan lamina. Hasil perhitungan persentase kerusakan papan lamina dapat dilihat pada Lampiran 37. Berdasarkan hasil perhitungan persentase kerusakan pada papan lamina terlihat bahwa kerusakan papan lamina lebih banyak terjadi pada papan lamina yang menggunakan perekat epoxy, selanjutnya PVAc dan polistyrena. Hasil ini dapat mengindikasikan bahwa nilai keteguhan rekat diakibatkan oleh sisi kelapa bagian dalam yang mudah terlepas. Pada lamina batang kelapa bagian dalam dan luar perekat PVAc dan epoxy cocok untuk digunakan karena kerusakannya lebih dari 75 %. Menurut Tsoumis (1996), produk papan lamina untuk aplikasi struktur bangunan eksterior kerusakan papan lamina rata-rata sebaiknya tidak kurang dari 75 %.

Persentase kerusakan yang lebih kecil adalah pada perekat polistyrena, dimana kerusakan banyak terjadi pada garis rekatnya. Hal ini terjadi karena perekat sulit berpenetrasi dan membentuk ikatan dengan kelapa, sehingga hanya adhesi spesifiklah yang berperan. Sementara untuk perekat epoxy memberikan hasil persentase kerusakan yang tertinggi hal ini disebabkan karena kerusakan terjadi pada papan lamina dan bukan pada garis rekatnya. Kerusakan papan lamina mengindikasikan bahwa perekat yang digunakan cocok untuk jenis kayunya, sehingga perekat dapat berpenetrasi dan menjangkar dengan baik ke dalam kayu. Hal ini sesuai dengan pendapat Kollmann *et al* (1975) menyatakan bahwa adhesi mekanik memberi pengaruh yang kecil terhadap total kekuatan perekatan pada kayu. Adhesi spesifik yaitu kerja molekul-molekul atau atom-atom

antara perekat dengan permukaan kayu lebih berperan dibandingkan dengan adhesi mekanis. Selanjutnya Wardhani (1999) menjelaskan bahwa faktor utama yang mempengaruhi kerusakan kayu adalah kesesuaian perekat yang diaplikasikan dengan jenis kayunya, terutama kerapatan dan struktur anatomi.

F. Keterbasahan Batang Kelapa

Hasil perhitungan keterbasahan (CWAH) papan kelapa bagian luar dan dalam dapat dilihat pada Lampiran 2. Keterbasahan batang kelapa bagian luar berkisar antara 678,36 – 951,18 dengan rata-rata 822,85, sedangkan keterbasahan batang kelapa bagian dalam berkisar antara 1072,25 – 1570,90 dengan rata-rata 1333,02. Adapun analisis uji T dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan analisis uji T nilai keterbasahan batang kelapa bagian dalam dan luar berbeda nyata pada taraf 5 %, nilai rata-rata keterbasahan batang kelapa bagian dalam lebih tinggi. Nilai keterbasahan ini menunjukkan kemampuan bahan untuk menyerap air, dengan demikian pada kelapa bagian dalam yang memiliki nilai keterbasahan tinggi merupakan bahan yang lebih mudah menyerap air, sedangkan kelapa bagian luar nilainya lebih rendah. Menurut Tsoumis (1991), keterbasahan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan kayu (kerapatan, porositas dan zat ekstraktif), sedangkan jumlah zat ekstraktif yang terlalu tinggi atau zat ekstraktif non polar seperti *terpenes* dan asam lemak dapat menimbulkan efek yang merugikan/menghambat.

Pada proses penentuan nilai CWAH, bahan dengan kerapatan tinggi seperti pada kelapa bagian luar lebih padat sehingga secara fisik dapat menghambat pergerakan air. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kelapa bagian

luar yang memiliki kerapatan yang lebih tinggi akan menghambat penetrasi perekat dan menghambat ikatan perekat dengan kelapa. Menurut Suhasman dkk (2005) menyatakan bahwa selain pengaruh kerapatan, komponen ekstraktif juga dapat mempengaruhi nilai CWAH kayu. Oleh karena dalam determinasi CWAH ini digunakan aquades, maka jika komponen ekstraktif dalam kayu bersifat non polar maka ekstraktif tersebut dapat menghambat proses penyerapan air dan keterbasahan yang lebih rendah dapat ditunjukkan tingginya kerusakan garis rekat dalam pengujian. Hal ini didukung oleh Wardhani dkk (2004), distribusi zat ekstraktif bagian dalam lebih tinggi dibandingkan dengan bagian luar.

G. Gambaran Umum Papan Lamina

Nilai MOR papan lamina kelapa *edgewise* berkisar antara 498,129 – 713,411 (kg/cm^2) MOR *flatwise* 497,37 – 677,11 (kg/cm^2). Sedangkan MOE *edgewise* berkisar antara 52041,90 – 75565,34 (kg/cm^2), MOE *Flatwise* rata-rata berkisar antara 58230,55 – 90384,33 (kg/cm^2). Keteguhan tekan sejajar berkisar antara 148,24 – 260,66 (kg/cm^2). Berdasarkan tujuan pembuatan papan lamina, yaitu memperbaiki sifat mekanis kelapa bagian dalam, maka papan lamina pada penelitian memiliki nilai keteguhan patah, modulus elastisitas dan keteguhan tekan sejajar serat yang lebih besar dari kelapa bagian dalam utuh. Adapun nilai rata-rata MOR kelapa bagian dalam utuh 417,69 kg/cm^2 , MOE 41391,13 kg/cm^2 , keteguhan tekan sejajar serat 162,53 kg/cm^2 . Dengan demikian tujuan pembuatan papan lamina ini telah tercapai karena dengan rekayasa lamina papan kelapa

bagian dalam dan luar sebagai pengganti kayu kuat, sifat mekanis bagian dalam menjadi lebih baik. Papan laminasi kombinasi bagian dalam dan luar pada penelitian ini setara dengan kayu kelas kuat IV – III.

Nilai Keteguhan rekat pada perekat PVAc berkisar antara 33,41 – 54,78 kg/cm², polistyrena 24,22 – 32,17 kg/cm², dan epoxy 41,08 – 77,20 kg/cm². Hasil uji dibandingkan dengan penelitian Santoso (2005) bahwa hasil uji keteguhan rekat kombinasi bagian lunak dan keras kelapa hibrida dengan perekat lignin resorsinol formaldehida 52,80 - 68,48 kg/cm². Nilai ini sama pada perekat epoxy dan lebih rendah dari PVAc dan polistyrena, hal ini diakibatkan karena perbedaan jenis perekat yang digunakan.

Hasil penelitian sifat mekanis papan lamina kombinasi batang kelapa bagian dalam dan luar menunjukkan bahwa Nilai MOE *edgewise* memenuhi standard JAS 2003 No. 234, sedangkan MOE *flatwise* tidak memenuhi. Nilai MOR, baik *edgewise* maupun *flatwise* memenuhi standard JAS 2003 No. 234, sedangkan keteguhan rekat tidak memenuhi standar. Pada standar JAS 2003 No. 234 besarnya nilai MOE, MOR, keteguhan rekat ditentukan berdasarkan jenis kayu bahan papan lamina. Untuk itu, papan lamina pada penelitian ini dibandingkan dengan papan lamina dari jenis kayu *Shorea Spp.* Hal ini dilakukan karena pada standar tersebut tidak disebutkan papan lamina batang kelapa. Berdasarkan standar JAS 2003 No. 234 dipersyaratkan nilai MOR papan lamina tidak kurang dari 315 kg/cm², MOE tidak kurang dari 85.000 kg/cm², sedangkan nilai keteguhan rekat tidak kurang dari 20 kg/cm², dan persentase kerusakan papan lamina tidak kurang dari 65 %.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Secara umum tebal lapisan kelapa bagian dalam dan luar tidak berpengaruh terhadap keteguhan patah dari papan lamina yang menggunakan PVAc dan polistyrena, baik uji *flatwise* dan *edgewise*. Demikian juga papan lamina yang menggunakan perekat epoxy pada uji *flatwise*, sedang nilai keteguhan patah pada uji *edgewise* pada perekat epoxy dipengaruhi oleh tebal lapisan, semakin tebal lapisan luar semakin tinggi keteguhan patah.
2. Tebal lapisan kelapa bagian dalam dan luar tidak berpengaruh terhadap keteguhan lentur dari papan lamina yang menggunakan PVAc dan epoxy, baik uji *flatwise* dan *edgewise*. Demikian juga papan lamina yang menggunakan perekat polistyrena pada uji *edgewise*, sedang nilai keteguhan patah pada uji *flatwise* pada perekat polistyrena dipengaruhi oleh tebal lapisan, semakin tebal lapisan luar semakin tinggi keteguhan lentur.
3. Sifat mekanis kelapa bagian dalam meningkat dengan rekayasa lamina kombinasi bagian dalam dan luar.

B. Saran

Sebaiknya pemanfaatan batang kelapa bagian dalam lebih diperluas mengingat bahwa sifat mekanis batang kelapa bagian dalam dapat ditingkatkan dengan rekayasa laminasi, dengan memanfaatkan batang kelapa bagian luar sebagai pelapis dengan porsi yang sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan Hadjib, N., 2005. **Kekuatan dan Kekakuan Balok Lamina dari Dua jenis Kayu Kurang Dikenal.** Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor. 23 ;(2) : 87-100 http://www.dephut.go.id/informasi/humas/2004/121_04.htm. [diakses 27-02-2007].
- Anshari, B., 2006. **Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi dari Kayu Meranti dan Keruing.** <http://www.puslit.petra.ac.id/journals/civil.pdf> [diakses 23-02-2007].
- BAPPEDA, 2005. **Sulawesi Selatan dalam Angka 2005.** Kerjasama BAPPEDA dengan Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. Makassar.
- Departemen Kehutanan, 2004. **Batang Kelapa Sebagai Alternatif Mengatasi Kekurangan Bahan Baku Kayu.** Siaran Pers. <http://www.Dehut.go.id> [diakses 27-02-2007].
- Departemen Perindustrian, 1986. **Penentuan Proposional Batang Kelapa untuk Maksimasi Penggunaannya sebagai Substitusi Bahan Kayu.** Badan Penelitian dan Pengembangan Industri. Banjarbaru.
- Dumanauw, J. F., 1990. **Mengenal Kayu.** Kanisius, Yogyakarta.
- Gaspersz, V., 1991. **Metode Perancangan Percobaan.** CV Armico, Bandung.
- Haygreen, J. G. dan Bowyer, J. L., 1996. **Hasil Hutan dan Ilmu Kayu.** Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Alih Bahasa Sutjipto, A.H.
- Hamsah, H., 1991. **Sifat Mekanik Kayu Lamina Gabungan dari Kayu Meranti Putih (*Shorea Sp.*) dengan Kayu Palapi (*Heritiera Sp.*).** Skripsi Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar. [tidak dipublikasikan].
- Heyne, K., 1950. **Tumbuhan Berguna Indonesia : Volume I.** Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Japanese Agricultural Standard (JAS), 2003. **Glue Laminated Timber.** Japan Plywood Inspection Corporation, Japan.

- Koolmann, F.F.P., Kuenzi, W.K., dan Stamm, A.J., 1975. *Principles of Wood Science and Technology, Vol II. Wood Based Materials*. Springer-Verlag Berlin Hiedelberg. New York.
- Marra, A.A., 1992. *Technology of Wood Bonding, Principles in practice*. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Pizzi, A., 1983. *Wood Adhesives*. Marcel Bekker Inc., New York.
- Popov, E.P., 1991. **Mekanika Teknik**. Edisi II Versi S1. Erlangga, Jakarta.
- Ruhendi S, dan Hadi YS, 1997. **Perekat dan Perekatan**. Bogor : Jurusan Teknologi Hasil Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, Adi, 2005. **Keteguhan Rekat Papan Lantai Lamina Kombinasi Kayu dan Batang Kelapa dengan Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida**. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Litbang Hasil Hutan: Penguatan Industri Kehutanan Melalui Peningkatan Efisiensi, Kualitas dan Diversifikasi Produk Hasil Hutan : Halaman 85-89 , 2005.
- Sinaga, M. dan N. Hadjib, 1989. **Sifat Mekanis Kayu Lamina Gabungan dari Kayu *Pinus merkusii* dan *Eucalyptus alba***. Duta Rimba No. 113-114/XV/1989. Puslitbang Hasil Hutan Bogor. p. 43- 49. Bogor.
- Sudarna, N. S., 1990. **Anatomi Batang Kelapa (*Cocos nucifera* Linn)**. Jurnal Penelitian Hasi Hutan Vol &, N0.3 pp. 111-117. Bogor.
- Suhasman, Ruhendi, S., dan Rilatupa, J., 2005. **Optimasi Pembuatan Kayu Lamina dengan Menggunakan Perekat Non Formaldehida**. Jurnal Sains dan Teknologi EMAS. Vol 15. No. 1. Bogor.
- Sutigno, P., 1991. **Perekat dan Perekatan**. Pusat Pembinaan dan Latihan Kehutanan Departemen Kehutanan, Bogor.
- Tjiptrosoepomo, G., 1989. **Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)**. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tsoumis, G., 1991. *Science and Technology of Wood : Structure, Properties and Utilization*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Urbański, J., Czerwiński, W., Janicka, K., Majewska, F., dan Zowall, 1977. *Analysis of Synthetic Polymers and Plastics*. John Wiley and Sons Inc. New York. Alih Bahasa Cameron, G. G.

Wardhani, I. Y., 1999. **Kualita Perekatan Kayu Lamina dari Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal**. <http://www.unmul.ac.id>. [diakses 21-02-2007]

Wardhani, I. Y., Surjokusumo, S., Hadi, Y.S., dan Nugroho, N., 2004. **Distribusi Kandungan Kimia Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L)**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol.2. No.1, p. 1-7 Bogor http://biomaterial-lipi.org/mapeki/wp-content/uploads/2006/07/Vol2_No1.pdf [diakses 04-06-2007]

_____, 2006. **Penampilan Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn) Bagian Dalam yang Dimampatkan**. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol.4. No.2, p. 50-54 Bogor http://biomaterial-lipi.org/mapeki/wp-content/uploads/2006/07/Vol4_No2.pdf [diakses 21-02-2007]