VARIASI ARAH AKSIAL BATANG (PANGKAL DAN UJUNG) TERHADAP SIFAT MEKANIKA PAPAN LAMINASI KAYU KELAPA (*Cocos nucifera* L) DAN KAYU NANGKA (*Arthocarpus heterophyllus* L)

Variation of Stem Axial Direction (Base and Top) to the Mechanical Properties of Laminated Board of Coconut Wood (Cocos nucifera L) and Jackfruit Wood (Arthocarpus heterophyllus L)

Violet dan Agustina
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani KM 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan

ABSTRACT. *The purpose of this research is to know the mechanical properties (MoE and MoR) and the bonding strength of laminated board made of coconat wood and jackfruit wood, based on the number of layers (3 and 5 layers) and the axial part of the stem (base and top) with 1,5 cm board thickness. The results showed that the mechanical properties (MoE and MoR) and bonding strength for 3 and 5 layers of the base of the stems were better than the 3 and 5 layers of the top part. Characteristics of laminated board decreases from the base of stem to the top of stem. The higher number of layers, MoE value tend to decrease, on the contrary MoR value tend to increase. PVAc glue properties can make good bonding strength with low wood damage percentage. The results of this study showed that the best axial direction used in the manufacture of laminate board is the base of the stem. The result of laminated board can be used as construction materials of light building, furniture and other interior equipments.*

Keywords *: Coconut wood; Jackfruit wood; laminated board; mechanical properties; bonding strength*

ABSTRAK: Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanika (MoE dan MoR) dan keteguhan rekat papan laminasi yang terbuat dari kayu kelapa dan kayu nangka berdasarkan jumlah lapisan (3 dan 5 lapis) dan bagian aksial batang (pangkal dan ujung) dengan ketebalan papan penyusun sebesar 1,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanika (MoE dan MoR) dan keteguhan rekat 3 dan 5 lapis bagian pangkal batang lebih baik dibandingkan 3 dan 5 lapis bagian ujung. Karakteristik kayu laminasi menurun dari bagian pangkal batang kebagian ujung batang. Semakin banyak jumlah lapisan maka nilai MoE semakin menurun, sedangkan nilai MoR semakin tinggi. Kekuatan perekat PVAc mampu menghasilkan keteguhan rekat yang baik dengan persentase kerusakan kayu yang rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arah aksial terbaik yang digunakan dalam pembuatan papan laminasi adalah bagian pangkal. Hasil penelitian papan laminasi dapat digunakan sebagai bahan kontruksi bangunan ringan, meubel dan pembangunan interior lainnya.

Kata Kunci : Kayu Kelapa; Kayu Nangka; Papan Laminasi; Sifat Mekanika; Keteguhan Rekat

Penulis untuk korepondensi, surel: tina.widyp@gmail.com

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk dapat mempengaruhi perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia, sehingga penggunaan bahan baku kayu selalu meningkat setiap tahunnya. Badan Pusat Statistik (BPS) mengemukakan bahwa jumlah penduduk dari tahun 2010 – 2015 mengalami peningkatan dari 237.641.326 jiwa menjadi 255.461.786 jiwa. Menurut Kementerian kehutanan penggunaan kayu oleh industri primer pada tahun 2005 sekitar 37,9 juta m^3 dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 60,3 juta m^3. Sedangkan ketersediaan bahan baku kayu yang ada di hutan alam terus berkurang potensinya, ditambah lagi kerusakan hutan yang terjadi di Indonesia cukup mengkhawatirkan banyak pihak. Kegiatan penebangan secara illegal dan terjadinya kebakaran hutan mampu menyusutkan ruang hijau sebanyak 40% dengan laju deporestasi hutan Indonesia mencapai 61.037.595 ha pada tahun tahun 2011 (Kementerian Kehutanan, 2012).

Pohon kelapa yang dikenal sebagai pohon serbaguna karena setiap bagian kelapa dapat dipergunakan. Biasanya bagian batang kelapa di kampung hanya dimanfaatkan sebagai jembatan atau kayu bakar. Sehingga pemanfaatan secara maksimal pada bagian batang kelapa masih kurang padahal pemanfaatan batang kelapa untuk bahan baku produk kontruksi, meubel atau produk kayu komposit seperti papan lamina dapat menambah harga jual terhadap produk olahan batang kelapa.

Salah satu cara untuk meningkatkan pemanfaatan batang kelapa ini adalah mengkombinasikan dengan kayu lain, seperti kayu nangka. Menurut Suerojo (1997) kayu nangka cukup kuat, berwarna kuning kecoklatan dengan kulit batangnya kasar berwarna abu-abu. Nangka termasuk kelas kuat II-III dan termasuk kategori kayu yang awet. Pohon nangka juga memiliki potensi hidup yang tinggi, karena dapat hidup di dataran rendah sampai 1000 m dpl dan saat ini pohon nangka menjadi pohon yang banyak terdapat di pekarangan rumah masyarakat. Memperoleh batang kelapa dan kayu nangka cukup mudah sehingga sebagai bahan baku papan laminasi sangat potensial karena pohon nangka maupun kelapa merupakan pohon yang mudah tumbuh dan kayunya dapat dimanfaatkan pada kisaran umur 15-20 tahun.

Adapun tujuan pembuatan papan laminasi ini diharapkan dapat menambah besarnya dimensi serta untuk efisiensi penggunaan bahan baku. Apabila hal ini dilakukan secara bersamaan maka tujuan penggunaan menjadi lebih efektif serta maksimal (Bodig dan Jayne, 2003).

Diharapkan penelitian ini dapat memberkan informasi tentang papan laminasi kombinasi kayu kelapa dan kayu nangka dalam berbagai lapisan (3 dan 5 lapis) yang diambil pada posisi arah aksial batang (pangkal dan ujung) sehingga dapat memberikan informasi pemanfaatan kayu kelapa dan kayu nangka sebagai papan laminasi untuk penggunaan sebagai bahan kontruksi.

METODE PENELITIAN

Pembuatan sampel uji untuk penelitian dilaksanakan di Workshop dan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Sedangkan untuk oengujian nilai keteguhan rekat (bonding strength) dan sifat mekanik (MoE dan MoR) dilakukan di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Banjarbaru. Sebagai data penunjang penelitian dilakukan pengukuran dan pengujian sifat fisika kayu yang terdiri dari berat jenis (Bj), Kadar air (ka) dan perubahan dimensi (penyusutan) dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

Waktu penelitian dilakukan selama ± 6 bulan, yang meliputi kegiatan penyusunan proposal, penebangan dan pembuatan papan laminasi, analisis data,pengujian dan penulisan laporan penelitian.

Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa pohon kelapa (*Cocos nucifera* L) dan pohon nangka (*Artocarpus*

heterophyllus L) di peroleh dari desa Palam Kecamatan Cempaka Banjarbaru. Tinggi pohon kelapa ±20 m dengan diameter pangkal sekitar 26,75 cm sedangkan pohon nangka memiliki tinggi ±15 m dengan diameter pangkal 20,06 cm. Setelah batang kelapa dan kayu nangka ditebang kemudian dipotong menjadi beberapa bagian (pangkal dan ujung) untuk digergaji menjadi balokan tebal lalu dipotong masing-masing berukuran panjang x lebar x tebal adalah 50 cm x 5 cm x 1,5 cm dan diberi tanda atau kode sesuai dengan posisi bagian kayu (pangkal dan ujung). Kemudian permukaan bahan baku kayu dibersihkan dari segala kotoran.

Proses Pembuatan Balok Laminasi

Balok laminasi terdiri dari 3 lapis dan 5 lapis yang berasal dari bagian pangkal dan ujung dengan kayu nangka sebagai *core* (tengah) dan kayu kelapa sebagai *face* dan *back*. Pemilihan kayu kelapa sebagai *core* karena nilai dekoratif dari serat kayu kelapa dan kayunya kuat. Selanjutnya siapkan bahan perekat PVAc dan laburkan perekat pada masing-masing permukaan sebanyak 1,6111 gram/MDGL dan kemudian rekatkan lembar papan tipis kayu nangka dan kelapa sesuai dengan susunannya. yaitu 3 lapisan (kelapa, nangka dan kelapa), dan 5 lapisan (kelapa, nangka, kelapa, nangka dan kelapa) dengan menggunakan perekat PVac. Diamkan bahan baku yang sudah direkatkan hingga perekat kering kemudian kayu dikempa dengan kempa dingin selama ±48 jam. Setelah pengempaan, bersihkan sisa-sisa perekat dari setiap sisi papan lamina. Setelah itu, dilakukan pengujian sifat mekanika (MoE dan MoR) dan nilai keteguhan rekatnya.

Data yang diperoleh untuk parameter yang diamati diolah dan dianalisa dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial Hanafiah (2012) yaitu dengan jumlah faktor 2 x 2 dan ulangan sebanyak 5 kali, sehingga jumlah papan lamina yang digunakan sebanyak 20 lembar papan lamina. Perlakuan pada penelitian ini adalah:

Faktor A adalah arah aksial batang (Pangkal dan Ujung)

A_1 = Bagian Pangkal Batang (P)

A_2 = Bagian Ujung Batang (U)

Faktor B adalah jumlah Lapisan Papan Laminasi (3 dan 5 Lapis)

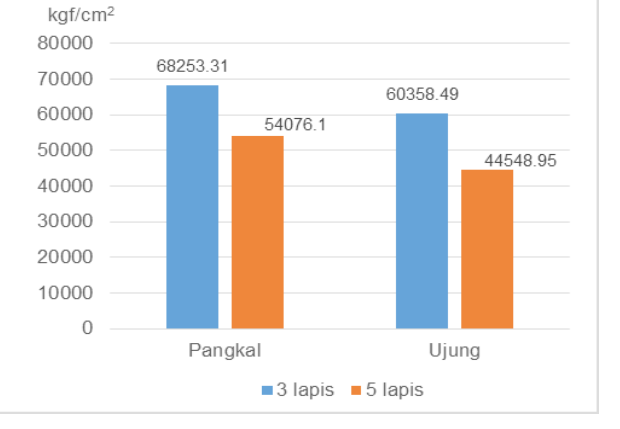
B_1 = 3 lapis (kelapa, nangka, kelapa)

B_2 = 5 lapis (kelapa, nangka, kelapa, nangka, kelapa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Keteguhan Lentur (MoE)

Hasil pengujian menunjukkan nilai rata-rata sifat mekanika (MoE dan MoR) papan laminasi memperlihatkan angka yang berbeda-beda. Nilai keteguhan lentur (MoE) papan laminasi hasil penelitian dapat dilihat secara grafis pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik nilai keteguhan lentur (MoE) papan laminasi

Nilai rata-rata MoE tertinggi terdapat pada sampel uji perlakuan 3 lapis bagian pangkal kayu sebesar 68.253,3 kgf/cm² sedangkan nilai rata-rata MoE terendah terjadi pada sampel uji perlakuan 5 lapis bagian ujung kayu dengan nilai 44.548,9 kgf/cm².

Pengaruh perbedaan perlakuan terhadap MoE papan laminasi secara statistik dapat diketahui dengan menggunakan uji F hitung atau analisis keragaman. Sebelum dilakukan uji F hitung terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan berupa uji normalitas dan homogenitas (Karim, 1990) terhadap

data MoE papan laminasi. Uji normalitas menurut *Lilieford* dan homogenitas pada data tersebut menyimpulkan data tersebut normal dan homogen. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh terhadap keteguhan lentur (MoE) papan lamina yang dihasilkan. Data analisa keragaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Analisis keragaman keteguhan lentur (MoE) papan laminasi

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung		Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	3	1.506.743.542,00	502.247.847,33	686,63	**	3,24	5,29
Faktor A	1	1.124.006.919,25	1.124.006.919,25	1.536,64	**	4,49	8,53
Faktor B	1	379.406.037,02	379.406.037,02	518,69	**	4,49	8,53
Interaksi AB	1	3.330.585,73	3.330.585,73	4.55	*	4,49	8,53
Galat	16	11.703.555,24	731.472,20				
Total	19						

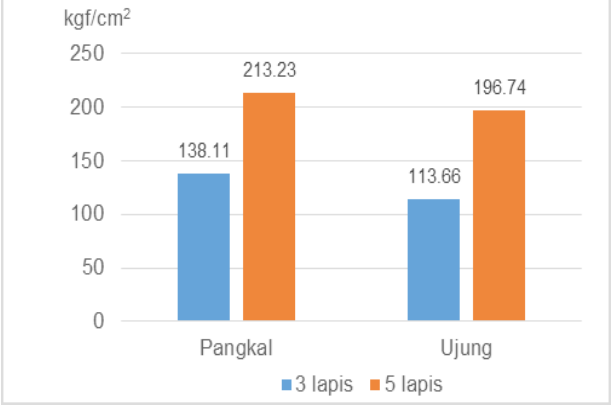
Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata
* = berpengaruh nyata

Tabel 1 menyajikan tentang analisis keragaman untuk data MoE pada papan laminasi. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa pengaruh perlakuan berupa banyak lapisan dan bagian dari batang berpengaruh sangat signifikan terhadap MoE papan laminasi, yang terlihat dari nilai Fhitung > Ftabel

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata MoE pada papan laminasi 3 lapis pada bagian pangkal lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka keteguhan lentur yang didapat semakin menurun. Hal ini karena dengan semakin banyaknya lapisan maka akan semakin banyak bidang permukaan celah pada papan laminasi. Celah tersebut dapat menimbulkan perlemahan. Geseran pada permukaan yang bersentuhan menyebabkan ikatan yang ada antar lapisan menjadi lemah, jika beban yang diberikan semakin besar maka akan menimbulkan defleksi yang besar juga, yang pada akhirnya akan menurunkan nilai keteguhan lentur kayu tersebut.

Nilai Keteguhan Patah (MoR)

Data hasil pengujian MoR papan laminasi untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat secara grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik nilai keteguhan patah (MoR) papan laminasi 3 dan 5 lapis dari bagian pangkal dan ujung batang.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata keteguhan patah (MoR) papan laminasi 5 lapis pada bagian pangkal lebih besar dari pada papan laminasi 3 lapis bagian ujung kayu. Rata-rata nilai keteguhan patah sampel uji 3 lapis bagian pangkal 138,11 kgf/cm², sampel uji 3 lapis bagian ujung 113,66 kgf/cm², sampel uji 5 lapis bagian pangkal 213,13 kgf/cm² dan sampel uji 5 lapis bagian ujung 196,74 kgf/cm².

Hal ini terjadi karena lapisan yang tebal lebih kuat menahan beban dan papan laminasi bagian pangkal kayu lebih kuat dibanding bagian ujung kayu. Semakin ujung bagian kayu yang diambil maka akan semakin muda jaringan kayu tersebut sehingga berat jenis bagian ujung kayu juga semakin rendah. Kadar air sangat menentukan dan berpengaruh terhadap sifat mekanis kayu (MoR) sesuai dengan

yang diutarakan Kurdiansyah et al. (2005), jika kadar air kayu turun, kekuatannya naik dan sebaliknya. Ini disebabkan karena terjadinya perubahan-perubahan dalam dinding sel yang menjadi lebih padat.

Uji normalitas menurut *Lilieford* dan homogenitas pada data tersebut menyimpulkan data tersebut normal dan homogen. Hal tersebut menujukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh keteguhan patah papan laminasi yang dihasilkan. Data analisis keragaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Analisis keragaman keteguhan patah (MoR) papan laminasi

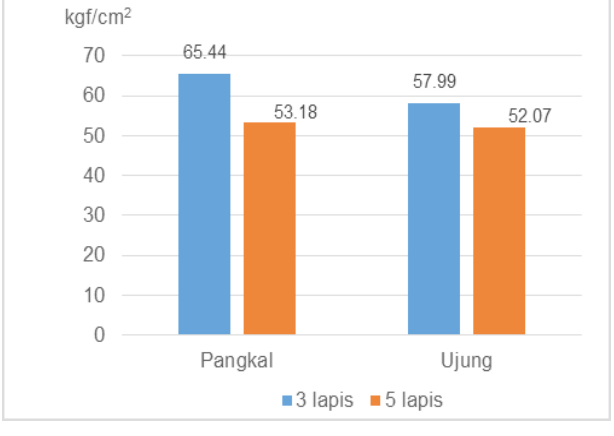
Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung		Ftabel	
						5%	1%
Perlakuan	3	52,11	17,37	696,14	**	3,24	5,29
Faktor A	1	48,3	48,3	1.935,96	**	4,49	8,53
Faktor B	1	3,47	3,47	139,28	**	4,49	8,53
Interaksi AB	1	0,33	0,33	13,19	**	4,49	8,53
Galat	16	0,4	0,02				
Total	19	52,5					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata

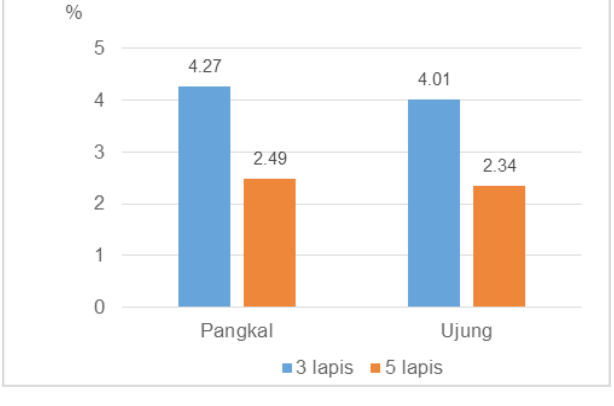
Semua perlakuan pada Tabel 2 memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap keteguhan patah papan laminasi. Hal ini berarti bahwa semua perlakuan yang diberikan menghasilkan pengaruh sama terhadap keteguhan patah papan laminasi yang dihasilkan. Keteguhan patah sangat erat kaitannya dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antar bahan direkat dan bahan perekat. Semakin tinggi kadar air akan menurunkan keteguhan patah. Sedangkan jika kerapatan semakin tinggi maka keteguhan patahnya semakin tinggi pula. Perlakuan A2B1 menghasilkan keteguhan patah terbesar yaitu dengan nilai 213,23 kgf/cm². hal ini disebabkan karena tebalnya lapisan papan laminasi (5 lapis) dan bagian kayu pangkal yang digunakan. Hal ini disebutkan pada bagian pangkal batang kerapatannya lebih besar di bandingkan bagian ujung batang (Haygreen dan Bowyer, 1989).

3. Keteguhan Rekat

Hasil penelitian diperoleh nilai keteguhan rekat papan laminasi seperti terlihat secara grafis pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik nilai keteguhan rekat papan laminasi



Gambar 4. Grafik nilai kerusakan kayu pada papan laminasi

Hasil pengujian menggunakan uji geser blok yaitu untuk mengetahui besarnya beban yang di berikan sehingga akan diketahui berapa nilai keteguhan rekat dan persentasi kerusakan kayu yang terjadi. Nilai keteguhan rekat adalah parameter dari besarnya beban yang dapat di

terima oleh suatu ikatan perekatan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai tertinggi terjadi pada papan laminasi 3 lapis bagian pangkal dengan nilai rata-rata 65,44 kgf/cm² dengan persentasi kerusakan kayu 4,27%. Sedangkan nilai terendah terjadi pada papan laminasi 5 lapis bagian ujung dengan nilai rata-rata 52,07 kgf/cm² dan presentas kerusakan kayu 2,37%. Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Iwan Risnasari *et all* (2012) menggunakan kayu kelapa yang dikombinasikan dengan kayu kelapa, nilai keteguhan rekat papan laminasi yang dihasilkan berkisar antara 2,48 – 3,95 kgf/cm². Nilai rata-rata tertinggi keteguhan rekat terdapat pada papan laminasi 3 lapis dengan nilai 3,95 kgf/cm², sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada papan laminasi 7 lapis dengan nilai 2,48 kgf/cm².

Uji normalitas menurut *Lilieford* dan homogenitas pada data tersebut menyimpulkan data tersebut normal dan homogen. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh keteguhan rekat papan laminasi yang dihasilkan. Data analisis keragaman tersebut dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Analisis keragaman keteguhan rekat papan laminasi

Sumber Keragaman	derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung		Ftabel 5%	Ftabel 1%
Perlakuan	3	0,15	0,05	38,89	**	3,24	5,29
Faktor A	1	0,12	0,12	92,66	**	4,49	8,53
Faktor B	1	0,02	0,02	16,84	**	4,49	8,53
Interaksi AB	1	0,01	0,01	7,17	*	4,49	8,53
Galat	16	0,02	0				
Total	19	0,17					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata
* = berpengaruh nyata

Semua perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata dan kombinasi perlakuan AB hanya memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai keteguhan rekat pada papan laminasi. Hasil pengujian keteguhan rekat menunjukkan bahwa semakin banyak lapisan maka keteguhan rekat yang dihasilkan semakin menurun. Pada papan laminasi 5 lapis mengalami penurunan nilai keteguhan rekat, hal ini disebabkan oleh besarnya tekanan pada saat pengempaan, banyak lapisan mempengaruhi penyebaran tekanan yang tidak maksimal pada papan laminasi 5 lapis. Lain halnya dengan 3 lapis, nilai keteguhan rekat menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan 5 lapis. Semakin tipis tebal bahan maka penyebaran tekanan akan semakin baik, sehingga keteguhan rekat papan laminasi yang dihasilkan semakin tinggi. Faktor perekatan juga mempengaruhi kualitas papan laminasi yang dihasilkan, namun cara perekatan secara manual mengakibatkan tidak semua perekat tersebar merata. Hal ini jelas akan mengakibatkan ikatan antara perekat dengan papan akan menjadi lemah yang akan berakibat keteguhan rekat papan laminasi akan semakin rendah.

Apabila dilihat standar mutu keteguhan rekat ASTM D1759-64 (1976) maka nilai keteguhan rekat hasil penelitian memenuhi kriteria dan dinyatakan baik dengan angka minimal 3,52 kg/cm², sedangkan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) standar lulus adalah 7kgf/cm². Jadi papan laminasi yang terbuat dari kayu kelapa dan nangka ini dapat direkomendasikan sebagai kayu yang baik untuk diolah menjadi produk kayu yang dengan menggunakan teknologi perekatan.

Berdasarkan kriteria kesesuaian kayu apabila dilihat dari sifat mekanika dan nilai keteguhan rekat papan laminasi maka dapat disimpulkan berbagai penggunaan seperti pada tabel 4

Tabel 4. Kriteria kesesuian kayu

No	Parameter	Rata-rata (kgf/cm²)		Standar ASTM D (kgf/cm²)	Hasil Uji	Kelas kuat	Kegunaan
1	Sifat Mekanika	Pangkal	Ujung				
	MoE 3 lapis	68.253,30	60.358,50	60.000	L	Kelas IV	**Kontruksi ringan, meubel interior**
	MoE 5 lapis	54.076,10	44.549,00		TL	Kelas V	
	MoR 3 lapis	138,11	113,66	47,78	L	Kelas II	
	MoR 5 lapis	213,23	196,74		L	Kelas I	
2	Keteguhan Rekat						
	3 lapis	65,44	57,99	3,52	L		Kontruksi ringan, meubel interior
	5 lapis	53,18	52,07		L		

Sumber: ASTM, 1976

Keterangan: ASTM = American Society for Testing and Material
L = Lulus Uji
TL = Tidak Lulus Uji

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Faktor arah aksial batang (pangkal dan ujung) dan lapisan papan laminasi (3 dan 5 lapis) berpengaruh terhadap sifat mekanika (MoE dan MoR). Nilai rata-rata MoE papan laminasi 3 lapis adalah sebesar 68.253,31 kgf/cm² (bagian pangkal) dan sebesar 60.358,49 kgf/cm² (bagian ujung) batang. Nilai rata-rata MoE papan laminasi 5 lapis adalah sebesar 54.076,10 kgf/cm² (bagian pangkal) dan 44.548,95 kgf/cm² (bagian ujung). Nilai rata-rata MoR 3 lapis adalah sebesar 138,11 kgf/cm² (bagian pangkal) dan 113,66 kgf/cm² (bagian ujung). Nilai rata-rata MoR 5 lapis adalah sebesar 213,23 kgf/cm² (bagian pangkal) dan 196,74 kgf/cm² (bagian ujung). Nilai rata-rata keteguhan rekat papan laminasi 3 lapis 65,44 kgf/cm² (bagian pangkal) dan 57,99 kgf/cm² (bagian ujung). Nilai rata-rata keteguhan rekat papan laminasi 5 lapis 53,18 kgf/cm² (bagian pangkal) dan 52,07 kgf/cm² (bagian ujung).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa papan yang memiliki nilai MoR terbaik adalah papan laminasi dengan 5 lapis sebesar 213,23 kgf/cm² (bagian pangkal), nilai MoE terbaik adalah papan laminasi 3 lapis sebesar 68253,31 kgf/cm² (bagian pangkal) dan nilai keteguhan rekat terbaik adalah 3 lapis sebesar 65,44 kgf/cm² (bagian pangkal). Hasil penelitian untuk semua perlakuan memenuhi standar ASTM, kecuali untuk pengujian sifat keteguhan lentur (MoE) pada papan laminasi 5 lapis bagian pangkal maupun bagian ujung.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, papan laminasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan kontruksi ringan, meubel/ furnitur.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1976. *ASTM Standart Methods of Testing Small Clear Specimentsof Timber,* D. 142-52 *Annual Book of ASTM Standart,* part 22. *Woo, adhesives*, Philadelphia, USA

Badan Pusat Statistik. 2014. Penduduk Indonesia menurut Provinsi 1971, 1980, 1990, 1995, 2000 dan 2010. www.bps.go.id. [Akses: 1 Februari 2016]

Bodiq, J., Jayne, B.A., 2003. *Mechanics of Wood and Wood Composites*, New York: Van Nostrand Reinhold Company, Hal: 335

Hanafiah, A.K. 2012. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi Edisi Ketiga*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang.

Haygreen dan Bowyer. 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Terjemahan Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press.

Karim, A.A. 1990. *Penelaahan Data dan Pengacakan*. Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat.

Kementerian Kehutanan Indonesia. 2012. Data Buku Statistik Kehutanan Indonesia Kemenhut tahun 2011 dalam *www.cirebonmedia.com* (diakses 19 Mei 2016)

Kurdiansyah. Violet. Wardani, Lusita. 2005. Buku ajar Sifat Fisika dan Mekanika. Fakultas Kehutanan ULM. Banjarbaru

Risnasari, Iwan. Irawati Azhar, Astri Novita Sitompul. 2012. Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* W.). Universitas Sumatera Utara. Medan

Suerojo, B.H. 1997. Derajat Stabilisasi Dimensi dan Kadar Air Titik Jenuh Serat Beberapa Jenis Kayu Pertukangan Indonesia. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian. Bogor