

KARAKTERISTIK LAMINASI BAMBU PADA PAPAN JABON (*Characteristics of Bamboo Lamination on Jabon Board*)

Achmad Supriadi¹, I.M. Sulastiningsih¹ & Subyakto²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 86333413

²Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI
Jl. Raya Bogor KM. 46, Cibinong, Bogor 16911 Telp. (021) 87914511, Fax. (021) 87914510
E-mail : susupriadi@gmail.com

Diterima 10 April 2017, Direvisi 7 Juli 2017, Disetujui 27 Oktober 2017

ABSTRACT

Jabon (Anthocephalus cadamba Miq.) has been widely planted by communities as an alternative of building and furniture materials. However, there are two inferior jabon wood properties i.e. low strength (Class IV) and less durable (Class V). Jabon-Bamboo Laminated Board (JBLB) is one possible product that may be developed to improve jabon's wood properties. This study investigates quality improvement of jabon boards due to fabrication as JBLB and the effect of bamboo layers number on JBLB properties. Andong bamboo (Gigantochloa pseudoarundinaceae (Steudel) Widjaja) and mayan bamboo (Gigantochloa robusta Kurz) were used in this study. Initially, jabon boards and bamboo strips were preserved by soaking in 7% boron solution until reaching the targeted retention of 6 kg/m³. The JBLB were manufactured in four different layer compositions using Isocyanate adhesive. The glue spread and cold pressing time applied were 250 g/m² and one hour, respectively. Results showed that quality of JBLB was significantly affected by the number of bamboo layers, except bonding strength. Bamboo lamination on jabon board has increased the product density by 10%, modulus of elasticity (MOE) by 71%, modulus of rupture (MOR) by 34% and compression strength by 20% compared with the initial jabon properties. Strength values of JBLB are classified into wood strength class-III.

Keywords: Laminated board, jabon, mayan, andong, physical and mechanical properties

ABSTRAK

Tanaman jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) sudah banyak ditanam oleh masyarakat sebagai bahan alternatif untuk keperluan bangunan dan mebel. Kayu jabon memiliki dua kelemahan, yaitu tidak kuat (termasuk kelas kuat IV) dan tidak awet (kelas awet V). Untuk meningkatkan sifat kekuatan kayu jabon dalam penelitian ini dilakukan pembuatan papan komposit kayu jabon laminasi bambu atau papan jabon laminasi bambu (PJLB). Bambu yang digunakan adalah bambu mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz) dan bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae* (Steudel) Widjaja). Kayu jabon dan bilah bambu andong dan bambu mayan yang digunakan untuk membuat PJLB direndam dalam larutan boron 7% hingga mencapai target retensi 6 kg/m³. PJLB dibuat dengan empat macam komposisi lapisan, menggunakan perekat isosianat dengan berat labur 250 g/m² permukaan, dikempa dingin dengan lama pengempaan satu jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kualitas kayu jabon akibat rekayasa PJLB dan pengaruh jumlah lapisan bambu tersebut terhadap sifat PJLB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas PJLB secara nyata dipengaruhi oleh jumlah lapisan bambu, kecuali keteguhan rekatnya. Pelapisan bambu pada kayu jabon (PJLB) telah meningkatkan nilai kerapatan sebesar 10%, modulus elastisitas (MOE) 71%, modulus patah (MOR) 34% dan keteguhan tekan 20% dibanding kayu jabon tanpa laminasi. PJLB memiliki sifat mekanis atau kekuatan setara dengan kayu kelas kuat III.

Kata kunci: Papan laminasi, jabon, bambu andong, bambu mayan, sifat fisis dan mekanis

I. PENDAHULUAN

Pasokan kayu terutama dari hutan alam sebagai bahan baku pada berbagai industri pengolahan kayu dan industri konstruksi semakin terbatas, tidak mampu mencukupi kebutuhan domestik. Kondisi ini mendorong pemerintah untuk mengembangkan hutan tanaman dan hutan rakyat. Salah satu jenis tanaman yang saat ini mulai dikembangkan dan banyak ditanam masyarakat adalah jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.). Masyarakat tertarik menanam jabon karena tanaman jabon memiliki beberapa kelebihan antara lain mudah dalam pembudidayaannya, serta dapat tumbuh dengan baik pada berbagai ketinggian mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1.000 m di atas permukaan laut. Tekstur kayu bagus (agak halus sampai agak kasar), arah serat lurus, kadang-kadang agak berpadu, menghasilkan permukaan kayu yang licin atau agak licin. Bentuk batang lurus, silindris, kemampuan *self pruning* serta *defoliasi* yang cepat dan bebas cabang yang tinggi (Setyaji et al., 2014).

Sebagai bahan konstruksi dan mebel atau kayu pertukangan, kayu jabon memiliki kelemahan dalam hal kekuatan dan keawetannya. Menurut (Martawijaya et al., 2005), kayu jabon memiliki berat jenis rendah yaitu 0,42 (0,29 – 0,56), kelas kuat III - IV dan kelas awet V. Kondisi ini mengakibatkan kayu jabon tidak memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai kayu konstruksi dan perlu diawetkan terlebih dahulu agar usia pakainya menjadi lebih panjang. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkannya sebagai lapisan dalam atau lapisan inti (*core*) penyusun produk laminasi dengan lapisan luar dari bahan yang lebih kuat. Untuk meningkatkan pemanfaatan kayu jabon, maka dilakukan pembuatan papan komposit kayu jabon dengan laminasi bambu. Bambu digunakan sebagai lapisan luar papan komposit karena bambu mempunyai kekuatan yang tinggi.

Bilah bambu sebagai elemen penyusun lapisan bambu disamping memiliki kekuatan yang tinggi juga bersifat indah atau *fancy* karena memiliki corak penampilan serat yang bagus dan unik dengan adanya buku pada bilah tersebut sehingga menghasilkan produk yang berpenampilan indah atau *fancy*. Papan komposit kayu jabon dengan laminasi bambu dibuat dengan menggunakan bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*

(Steudel) Widjaja) dan bambu mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz) dengan perekat isosianat. Berat jenis bambu andong tanpa buku berkisar 0,5 – 0,7 dan dengan buku berkisar 0,6 – 0,8, sedangkan berat jenis bambu mayan berkisar 0,38 – 0,62 dengan rata-rata 0,55 (Dransfield & Widjaya, 1995).

Tulisan ini menyajikan hasil pembuatan papan komposit kayu dan bambu, yaitu kayu jabon dilaminasi dengan bambu mayan dan bambu andong. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui peningkatan kualitas produk kayu jabon setelah dilaminasi dengan bilah bambu menjadi produk yang disebut sebagai Papan Jabon Laminasi Bambu (PJLB) dan menyajikan gambaran tentang pengaruh jumlah lapisan bambu tersebut terhadap sifat PJLB yang dihasilkan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alatan

Bahan utama bambu dan kayu yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanaman rakyat di Jawa Barat. Jenis bambu yang digunakan adalah bambu andong (*G. pseudoarundinaceae*) dan bambu mayan (*G. robusta*) yang berumur lebih dari empat tahun, sedangkan jenis kayu yang digunakan adalah kayu jabon umur lima tahun dengan diameter lebih dari 30 cm. Perekat yang digunakan adalah perekat isosianat, sedangkan bahan pengawet yang digunakan adalah larutan boron (boraks dan asam borat). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gergaji potong, alat belah bambu, mesin serut, mesin ampelas, masker, sarung tangan, bak perendaman, klem/mesin kempa dingin, oven, timbangan, kaliper, desikator, mesin uji universal, peralatan gelas lainnya, dan peralatan keselamatan kerja.

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan dan pengawetan bilah bambu

Bambu andong dan mayan yang digunakan untuk penelitian dipotong bagian pangkalnya sepanjang ± 50 cm untuk menghilangkan bagian batang bambu dengan ruas yang tidak beraturan. Setelah dipotong bagian pangkalnya, batang bambu tersebut dipotong-potong menjadi beberapa bagian dengan panjang $\pm 1,25$ m. Batang bambu kemudian dibelah dengan bagian ujung (bagian yang diameternya lebih kecil) sebagai

acuan lintasan pembelahan dengan menggunakan alat belah bambu. Bilah bambu dengan lebar 2,5 cm hasil pembelahan selanjutnya diserut pada bagian atas dan bawah permukaannya untuk mendapatkan permukaan bilah yang rata. Target ketebalan bilah bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 mm. Bilah bambu yang telah diserut kedua permukaannya kemudian diawetkan dengan larutan boron 7% dengan cara rendaman dingin selama 2 jam. Bilah tersebut kemudian dikeringkan dengan sinar matahari sampai mencapai kadar air 25%, kemudian dilanjutkan dalam dapur pengering pada suhu 50 – 60°C selama 3 – 4 hari hingga kadar airnya mencapai 12%.

2. Pembuatan papan kayu

Dolok kayu jabon dengan diameter lebih dari 30 cm dan panjang 125 cm digergaji menggunakan gergaji pita dengan pola penggergajian satu sisi (*live sawing*) untuk mendapatkan papan dengan ketebalan 3,5 cm, 4,5 cm dan 5,5 cm. Papan yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam suhu ruangan hingga kadar airnya mencapai $\pm 15\%$. Papan yang sudah kering kemudian dibelah dengan lebar 15 cm kemudian diserut dan diampelas hingga diperoleh ketebalan yang ditargetkan (3 cm, 4 cm, dan 5 cm). Selanjutnya papan kayu jabon masing-masing diawetkan dengan larutan boron 7% dengan cara rendaman dingin dengan target retensi 6 kg/m³ dan penetrasi 90%. Papan yang sudah diawetkan kemudian dikeringkan dengan sinar matahari hingga mencapai kadar air 25%, kemudian dilanjutkan dalam dapur pengering pada suhu 50 – 60°C selama 3 – 4 hari hingga kadar airnya mencapai $\pm 12\%$.

3. Pembuatan papan bambu tipis

Papan bambu dengan ukuran 120 cm x 14 cm x 0,5 cm dibuat dengan merekatkan enam buah bilah bambu andong atau bambu mayan yang sudah diawetkan dan dikeringkan ke arah lebar dengan menggunakan perekat isosianat. Berat labur perekat yang digunakan 250 g/m² permukaan. Bilah bambu andong atau bambu mayan yang telah dipersiapkan masing-masing dilaburi perekat pada bagian tepinya kemudian direkat ke arah lebar dan dikempa dingin/diklem selama satu jam.

4. Pembuatan papan jabon laminasi bambu

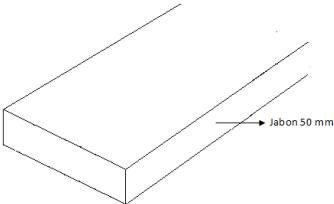
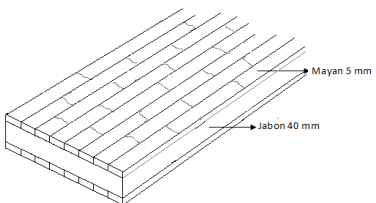
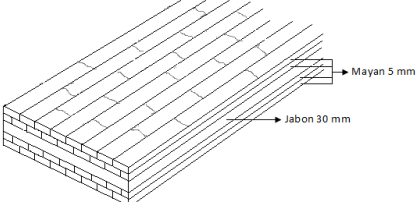
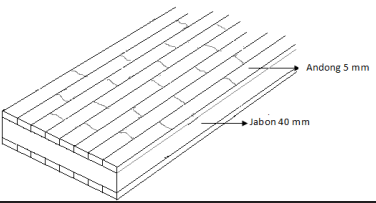
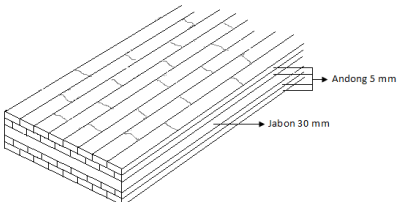
Papan jabon laminasi bambu (PJLB) yang dibuat memiliki target ketebalan 5 cm dengan lima macam komposisi lapisan. Bambu yang digunakan dua jenis yaitu bambu andong dan bambu mayan. PJLB dibuat dengan ukuran 120 cm x 14 cm x 5 cm (p x l x t) dengan lima macam komposisi lapisan. Komposisi lapisan J = kayu jabon tebal 5 cm; J1M = lapisan atas dan bawah terdiri dari satu lapis bambu mayan masing-masing tebal 0,5 cm dan lapisan dalam kayu jabon tebal 4 cm; J2M = lapisan atas dan bawah terdiri dari dua lapis bambu mayan masing-masing tebal 0,5 cm sehingga tebal lapisan atas dan bawah masing-masing bambu menjadi 1 cm dan lapisan tengah kayu jabon dengan ketebalan 3 cm; J1A = lapisan atas dan lapisan bawah terdiri dari satu lapis bambu andong masing-masing tebal 0,5 cm dan lapisan tengah kayu jabon tebal 4 cm dan J2A = lapisan atas dan bawah terdiri dari dua lapis bambu andong masing-masing tebal 0,5 cm sehingga tebal lapisan atas dan bawah masing-masing bambu menjadi 1 cm dan lapisan tengah kayu jabon dengan ketebalan 3 cm (Tabel 1).

Bahan PJLB yang telah disiapkan sesuai dengan masing-masing perlakuan direkat dengan menggunakan perekat isosianat dengan berat labur 250 g/m² permukaan dan dikempa dingin/diklem secara vertikal dengan lama waktu pengempaan satu jam. Untuk masing-masing perlakuan dibuat PJLB sebanyak tiga buah. PJLB yang sudah jadi kemudian dikondisikan dalam ruangan dengan suhu dan kelembapan sama dengan kondisi lingkungan sekitarnya selama minimum satu minggu sebelum dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanisnya.

5. Pengujian sifat fisis dan mekanis PJLB

PJLB yang dibuat kemudian diuji sifat fisis dan mekanisnya. Pengujian sifat fisis yang meliputi kadar air dan kerapatan dilakukan menurut Standar Amerika (American Society for Testing Material ASTM D 1037-93, ASTM 1995a) dengan beberapa modifikasi, sedangkan pengujian keteguhan tekan dilakukan menurut ASTM D 3501-94 (ASTM 1995b). Pengujian keteguhan rekat dengan uji geser blok dan keteguhan lentur uji datar (*flat wise*) dilakukan menurut Standar Jepang untuk kayu lamina (Japan Plywood Inspection Corporation (JPIC), 2003). Pengujian

Tabel 1. Komposisi lapisan papan jabon laminasi bambu
Table 1. Layer compositions of jabon bamboo laminated board

Kode (Code)	Komposisi lapisan (Layers composition)	Gambar skema (Scheme)
J	Kayu jabon (Jabon wood) 5 cm	
JIM	Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu mayan (Jabon wood 4 cm + 1 layer of mayan bamboo)	
J2M	Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu mayan (Jabon wood 3 cm + 2 layers of mayan bamboo)	
JIA	Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu andong (Jabon wood 4 cm + 1 layer of andong bamboo)	
J2A	Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu andong (Jabon wood 3 cm + 2 layers of andong bamboo)	

keteguhan rekat PJLB dilakukan dalam kondisi kering udara. Hasil pengujian sifat mekanis dibandingkan dengan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia (Oey, 1990) untuk mengetahui kelas kekuatan PJLB yang dihasilkan. Banyaknya ulangan untuk setiap sifat yang diuji adalah 3 buah.

C. Analisis Data

Data rata-rata hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk tabel. Untuk mengetahui pengaruh jumlah lapisan bambu terhadap kadar air, kerapatan, modulus elastisitas, modulus patah,

keteguhan tekan dan keteguhan rekat PJLB, maka dilakukan analisis statistik dengan menggunakan rancangan percobaan acak lengkap (Sudjana, 2006). Sebagai perlakuan adalah komposisi lapisan PJLB yang terdiri atas lima macam komposisi lapisan. Banyaknya ulangan pada setiap perlakuan adalah tiga buah. Jika perlakuan berpengaruh nyata terhadap sifat fisis dan mekanis PJLB, penelaahan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak program Minitab (Hendradi, 2012).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisis dan mekanis disajikan pada Tabel 2. Untuk mengetahui pengaruh komposisi lapisan terhadap sifat fisis dan mekanis PJLB, dilakukan analisa keragaman dan hasilnya disajikan pada Tabel 3. Hasil uji beda nyata jujur (BNJ) disajikan pada Tabel 4.

Kadar air PJLB yang dibuat berkisar antara 10,3 – 12% dengan rata-rata 11,2%. Kadar air PJLB ini memenuhi persyaratan kadar air untuk produk kayu pada umumnya, karena nilainya kurang dari kadar air maksimum yang diperkenankan untuk produk kayu di Indonesia yaitu 14% dan memenuhi persyaratan Standar Jepang untuk kayu lamina (JPIC, 2003) karena nilainya tidak lebih dari 15%. Kadar air tertinggi terdapat pada PJLB campuran jabon dan satu lapis bambu mayan yaitu 12%, kemudian berturut-turut diikuti oleh PJLB campuran jabon dan satu lapis bambu andong yaitu 11,3%, PJLB campuran jabon dan dua lapis bambu mayan dan PJLB campuran jabon dan dua lapis bambu andong.

Kadar air kayu jabon tanpa laminasi adalah 10,9%. Kadar air rata-rata PJLB hasil penelitian ini lebih rendah dibanding kadar air kayu lamina campuran kayu kaya dan kayu bipa lima lapis dan tiga lapis yang besarnya masing-masing 13,6% dan 12,9% (Abdurachman & Hadjib, 2005). Hasil analisa keragaman pada Tabel 3 menunjukkan bahwa komposisi lapisan papan berpengaruh nyata terhadap kadar air PJLB. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata nilai kadar air PJLB campuran jabon dan satu lapis

bambu mayan (J1M) dengan PJLB lainnya (Tabel 4).

Kerapatan PJLB yang dibuat berkisar antara 0,38 g/cm³ hingga 0,48 g/cm³ dengan rata-rata 0,42 g/cm³ (Tabel 3). Nilai kerapatan tertinggi terdapat pada PJLB campuran jabon dan dua lapis bambu mayan yaitu 0,48 g/cm³, kemudian berturut-turut diikuti oleh PJLB campuran jabon dan dua lapis bambu andong yaitu 0,46 g/cm³, PJLB campuran jabon dan satu lapis bambu mayan yaitu 0,41 g/cm³ dan PJLB campuran jabon dan satu lapis bambu andong yaitu 0,39 g/cm³.

Kerapatan rata-rata PJLB hasil penelitian ini (0,42 g/cm³) berada pada posisi di atas kerapatan kayu jabon yaitu 0,34 g/cm³ dan di bawah kerapatan papan bambu lamina dari bambu andong dengan lapisan tengah kayu mangium 0,70 g/cm³ dan papan bambu lamina dari bambu andong dengan lapisan tengah kayu tusam 0,64 g/cm³ (Sulastiningsih, Hadjib, & Santoso, 2005). Hal ini berarti bahwa pelapisan bambu pada kayu jabon dapat meningkatkan kerapatan produk papan laminasi jabon sebesar 10%. Meningkatnya kerapatan papan jabon laminasi bambu disebabkan oleh bahan penyusun bambu yang memiliki kerapatan lebih tinggi, adanya lapisan perekat dan terjadinya pemadatan pada saat pengempaan papan jabon laminasi bambu. Makin banyak jumlah lapisan bambu, semakin tinggi nilai kerapatannya. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan jumlah lapisan bambu berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan PJLB. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan sangat nyata pada nilai

Tabel 2. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis PJLB

Table 2. Mean values of physical and mechanical properties of JBLB

Sifat PJLB (JBLB properties)	Komposisi lapisan (<i>Layer compositions</i>)				
	J	J1M	J2M	J1A	J2A
Kadar air (<i>Moisture content</i> , %)	10,9	12,0	11,0	11,3	10,8
Kerapatan (<i>Density</i> , g/cm ³)	0,34	0,41	0,48	0,39	0,46
Modulus elastisitas (<i>Modulus of elasticity</i> , kg/cm ²)	50.539	82.070	107.196	79.956	111.545
Modulus patah (<i>Modulus of rupture</i> , kg/cm ²)	423,0	515,4	491,8	559,1	707,7
Keteguhan tekan (<i>Compression strength</i> , kg/cm ²)	261,1	277,7	357,3	284,7	335,3
Keteguhan rekat (<i>Bonding strength</i> , kg/cm ²)	-	67,88	62,71	63,59	63,96

Keterangan (*Remarks*): J = Kayu jabon (*Jabon wood*) 5 cm; J1M = Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu mayan (*Jabon wood 4 cm + 1 layer of mayan bamboo*); J2M = Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu mayan (*Jabon wood 3 cm + 2 layers of mayan bamboo*); J1A = Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu andong (*Jabon wood 4 cm + 1 layer of andong bamboo*); J2A = Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu andong (*Jabon wood 3 cm + 2 layers of andong bamboo*).

Tabel 3. Analisis keragaman pengaruh komposisi lapisan bambu terhadap sifat fisis dan mekanis PJLB

Table 3. Analysis of variance on the effect of layer composition on physical and mechanical properties of JBLB

No.	Sifat (<i>Properties</i>)	Db (<i>df</i>)	Kuadrat tengah (<i>Mean squares</i>)	F hitung (<i>F calc.</i>)
1.	Kadar air (<i>Moisture content, %</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	4	0,875	6,12*
	Galat (<i>Error</i>)	10	0,143	
2.	Kerapatan (<i>Density, g/cm³</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	4	0,009207	21,25**
	Galat (<i>Error</i>)	10	0,000433	
3.	Modulus elastisitas (<i>Modulus of elasticity/MOE, kg/cm²</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	4	1808200174	68,58**
	Galat (<i>Error</i>)	10	26366378	
4.	Modulus patah (<i>Modulus of rupture/MOR, kg/cm²</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	4	33,813	6,66*
	Galat (<i>Error</i>)	10	5,074	
5.	Keteguhan tekan (<i>Compression strength, kg/cm²</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	4	5040	5,55*
	Galat (<i>Error</i>)	10	908	
6.	Keteguhan rekat (<i>Bonding strength</i>)			
	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)	3	15,7	0,47 ^{ns}
	Galat (<i>Error</i>)	8	33,0	

Keterangan (*Remarks*) : db (*df*) = derajat bebas (*Degree of freedom*); * = nyata (*Significant*), $p \leq 0,05$; ** = sangat nyata (*Highly significant*), $p \leq 0,01$; ns = tidak nyata (*Not significant*)

kerapatan kayu jabon yang tidak dilaminasi (J) dengan papan jabon laminasi bambu (Tabel 3). Produk tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan kerapatan kayu lamina dari campuran kayu kaya dan bipa lima lapis dan tiga lapis masing-masing 0,537 dan 0,510 g/cm³ (Abdurachman & Hadjib, 2005). Kerapatan PJLB hasil penelitian ini juga lebih rendah dibanding kerapatan kayu sengan laminasi bambu andong yaitu 0,68 g/cm³, kayu jabon dan sengan laminasi bambu andong yaitu 0,67 g/cm³, sengan laminasi bambu mayan yaitu 0,90 g/cm³ serta jabon dan sengan laminasi bambu mayan yaitu 0,88 g/cm³ (Santoso et al., 2016).

Modulus elastisitas (MOE) PJLB yang dibuat berkisar antara 47.779 kg/cm² hingga 117.609 kg/cm² dengan rata-rata 86.261 kg/cm² (Tabel 2). Nilai MOE rata-rata PJLB hasil penelitian ini

(86.261 kg/cm²) lebih tinggi dibandingkan dengan MOE kayu jabon (50.539 kg/cm²). Dengan demikian pelapisan bambu pada kayu jabon telah meningkatkan MOE produk kayu jabon tersebut sebesar 71%. Ada kecenderungan makin banyak jumlah lapisan bambu, makin tinggi nilai MOE-nya. Hasil analisa keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan bambu berpengaruh sangat nyata terhadap modulus elastisitas PJLB. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan sangat nyata nilai MOE PJLB yang dilaminasi dengan 2 lapis bambu andong (J2A) dengan kayu jabon yang tidak dilaminasi dan PJLB lainnya (Tabel 4).

MOE PJLB hasil penelitian ini (86.261 kg/cm²) lebih tinggi dibanding hasil penelitian Santoso et al. (2016) yang menyatakan bahwa MOE kayu sengan laminasi bambu andong yaitu 42.660

Tabel 4. Hasil uji BNJ sifat fisis dan mekanis PJLB
Table 4. HSD result on physical and mechanical properties of JBLB

No.	Sifat (<i>Properties</i>)	Nilai rata-rata yang diperbandingkan (<i>Comparison of mean values</i>)/Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)				
		J	J1M	J2M	J1A	J2A
1.	Kadar air (<i>Moisture content, %</i>)	10,9 a	12,0 b	10,97 a	11,32 a	10,83 a
2.	Kerapatan (<i>Density, g/cm³</i>)	0,34 a	0,41 b	0,48 c	0,39 ab	0,46 bc
3.	Modulus elastisitas (<i>Modulus of elasticity, kg/cm²</i>)	50.539 a	82.070 b	107.196 c	79.956 b	111.545 c
4.	Keteguhan tekan (<i>Compression strength, kg/cm²</i>)	261,1 a	277,7 b	357,3 c	284,7 b	335,3 c
5.	Modulus patah (<i>Modulus of rupture, kg/cm²</i>)	423,0 a	515,4 a	491,8 a	559,1 a	707,7 b

Keterangan (*Remarks*): Huruf yang tidak sama dalam satu baris, berbeda nyata (*Different letter in one row is significantly different*).
J = Kayu jabon (*Jabon wood*) 5 cm; J1M = Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu mayan (*Jabon wood 4 cm + 1 layer of mayan bamboo*); J2M = Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu mayan (*Jabon wood 3 cm + 2 layers of mayan bamboo*); J1A = Kayu jabon 4 cm + 1 lapis bambu andong (*Jabon wood 4 cm + 1 layer of andong bamboo*); J2A = Kayu jabon 3 cm + 2 lapis bambu andong (*Jabon wood 3 cm + 2 layers of andong bamboo*)

kg/cm², kayu jabon dan sengan laminasi bambu andong yaitu 45.377 kg/cm², sengan laminasi bambu mayan yaitu 73.403 kg/cm², juga lebih tinggi dibanding MOE papan lamina dari campuran kayu kaya dan bipa lima lapis dan tiga lapis masing-masing 72.498,9 kg/cm² dan 67.433,4 kg/cm² (Abdurachman & Hadjib, 2005) dan lebih tinggi dibanding MOE papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dan kayu jabon yaitu 48.127 kg/cm² untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon diletakkan di dekat lapisan luar dan 49.518 kg/cm² untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon diletakkan di bagian tengah (Abdurachman et al., 2015).

MOE PJLB hasil penelitian ini lebih rendah dibanding MOE papan lamina campuran kayu sengan dan mangium yang berkisar antara 83.047,02 kg/cm² hingga 91.893,97 kg/cm² (Abdurachman & Hadjib, 2009), lebih rendah dibanding MOE papan bambu komposit 5 lapis dari bilah bambu andong (91.411 kg/cm² – 147.743 kg/cm²) hasil penelitian Sulastiningsih et al. (2014) dan lebih rendah dibanding MOE bambu komposit 5 lapis yang dibuat dari bilah bambu *Dendrocalamus strictus* dengan 3 macam

komposisi arah lapisan (A: semua lapisan sejajar memiliki nilai MOE 13,28 GPa atau 135.389,6 kg/cm², B: lapisan kedua dan keempat membentuk sudut 45° terhadap lapisan di dekatnya memiliki nilai MOE 10,51 GPa atau 107.149,5 kg/cm², dan C: lapisan kedua dan keempat 90° atau tegak lurus terhadap lapisan di dekatnya memiliki nilai MOE 13,46 GPa atau 137.224,7 kg/cm²), direkat dengan *diglycidyl ether bisphenol* dan dikempa dingin selama 24 jam (Verma & Chariar, 2012).

Modulus patah (MOR) PJLB yang dibuat berkisar antara 469,3 kg/cm² hingga 832,8 kg/cm² dengan rata-rata 568,5 g/cm² (Tabel 2). Nilai MOR rata-rata PJLB hasil penelitian ini (568,5 kg/cm²) lebih tinggi dibandingkan dengan MOR kayu jabon (423,0 kg/cm²), yang berarti bahwa pelapisan bambu pada kayu jabon telah meningkatkan MOR kayu jabon tersebut sebesar 34%. Ada kecenderungan makin banyak jumlah lapisan bambu, makin tinggi nilai MOR-nya. Hasil analisa keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan bambu berpengaruh nyata terhadap MOR PJLB yang dibuat. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata nilai MOR kayu jabon yang dilaminasi dengan dua lapis bambu andong (J2A) dengan

kayu jabon tidak dilaminasi dan PJLB lainnya (Tabel 4).

MOR PJLB ($707,63 \text{ kg/cm}^2$) lebih tinggi dibanding MOR kayu lamina dari campuran kayu kaya dan bipa 5 lapis dan 3 lapis masing-masing $447,7 \text{ kg/cm}^2$ dan $325,9 \text{ kg/cm}^2$ (Abdurachman & Hadjib, 2005), kayu lamina campuran kayu sengon dan mangium yang berkisar antara $323,94 \text{ kg/cm}^2$ hingga $440,56 \text{ kg/cm}^2$ (Abdurachman & Hadjib, 2009) kayu sengon laminasi bambu andong yaitu $202,16 \text{ kg/cm}^2$, kayu jabon dan sengon laminasi bambu andong yaitu $186,83 \text{ kg/cm}^2$, sengon laminasi bambu mayan yaitu $236,53 \text{ kg/cm}^2$ serta jabon dan sengon laminasi bambu mayan yaitu $225,06 \text{ kg/cm}^2$ (Santoso et al., 2016).

MOR PJLB hasil penelitian ini jauh lebih tinggi dibanding MOR papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dan kayu jabon yaitu $169,8 \text{ kg/cm}^2$ untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon yang diletakkan di dekat lapisan luar dan $216,6 \text{ kg/cm}^2$ untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon diletakkan di bagian tengah papan (Abdurachman et al., 2015), akan tetapi lebih rendah dibanding MOR papan bambu lamina susun tegak dari bilah bambu andong ($805,6 \text{ kg/cm}^2$ dan $806,8 \text{ kg/cm}^2$) yang lapisan tengahnya berturut-turut menggunakan kayu manii dan kayu sengon (Sulastiningsih et al., 2016).

Dibandingkan dengan produk bambu komposit lainnya maka MOR PJLB hasil penelitian ini lebih rendah dibanding hasil penelitian Ahmad dan Kamke (2011) yang menunjukkan bahwa *Parallel Strand Lumber* (PSL) 7 lapis yang dibuat dari *Dendrocalamus strictus* dengan perekat fenol formaldehida, berat labur perekat 200 g/m^2 dan dikempa panas 120°C selama 15 menit, memiliki nilai MOR sebesar 133 MPa atau $1.355,9 \text{ kg/cm}^2$, dan lebih rendah dibanding hasil penelitian yang dilakukan oleh Verma dan Chariar (2012) yang menunjukkan bahwa bambu komposit lima lapis yang dibuat dari bilah bambu *Dendrocalamus strictus* dengan tiga macam komposisi arah lapisan (A: semua lapisan sejajar, B: lapisan kedua dan keempat membentuk sudut 45° terhadap lapisan di dekatnya, C: lapisan kedua dan keempat 90° atau tegak lurus terhadap lapisan di dekatnya), direkat dengan *diglycidyl ether bisphenol* dan dikempa dingin selama 24 jam, memiliki nilai

MOR berturut-turut sebesar $128,4 \text{ MPa}$ atau 1.309 kg/cm^2 (A), $68,28 \text{ MPa}$ atau $698,1 \text{ kg/cm}^2$ (B) dan $105,74 \text{ MPa}$ atau 1.078 kg/cm^2 (C).

Keteguhan tekan PJLB yang dibuat berkisar antara $241,6 \text{ kg/cm}^2$ hingga $381,7 \text{ kg/cm}^2$ dengan rata-rata $313,7 \text{ kg/cm}^2$ (Tabel 2). Nilai keteguhan tekan tertinggi terdapat pada PJLB campuran kayu jabon dan dua lapis bambu mayan (J2M) yaitu $357,3 \text{ kg/cm}^2$, kemudian berturut-turut diikuti oleh PJLB campuran kayu jabon dan dua lapis bambu andong (J2A) yaitu $335,3 \text{ kg/cm}^2$, PJLB campuran kayu jabon dan satu lapis bambu andong (J1A) yaitu $284,7 \text{ kg/cm}^2$ dan PJLB campuran kayu jabon dan satu lapis bambu mayan (J1M) yaitu $277,7 \text{ kg/cm}^2$. Nilai keteguhan tekan rata-rata PJLB hasil penelitian ini ($313,7 \text{ kg/cm}^2$) lebih tinggi dibandingkan dengan keteguhan tekan kayu jabon ($261,1 \text{ kg/cm}^2$), yang berarti bahwa pelapisan bambu pada kayu jabon telah meningkatkan keteguhan tekan kayu jabon tersebut sebesar 20%. Hasil sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan bambu berpengaruh sangat nyata terhadap keteguhan tekan PJLB. Hasil uji beda lebih lanjut menunjukkan terdapat perbedaan sangat nyata nilai keteguhan tekan kayu jabon yang tidak dilaminasi dengan PJLB campuran kayu jabon dan bambu. Kayu jabon yang dilaminasi dengan 1 lapis bambu berbeda sangat nyata dengan yang dilaminasi dengan dua lapis bambu baik bambu mayan maupun andong (Tabel 4).

Keteguhan tekan PJLB hasil penelitian ini lebih tinggi dibanding keteguhan tekan papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dan kayu jabon yaitu $230,5 \text{ kg/cm}^2$ untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon yang diletakkan di dekat lapisan luar dan $263,2 \text{ kg/cm}^2$ untuk papan laminasi dari campuran pelupuh bambu andong dengan kayu jabon diletakkan di bagian tengah papan (Abdurachman et al., 2015), akan tetapi lebih rendah dibanding keteguhan tekan papan bambu lamina susun tegak dari bilah bambu andong ($483,3 \text{ kg/cm}^2$ dan $522,6 \text{ kg/cm}^2$) yang lapisan tengahnya berturut-turut menggunakan kayu manii dan kayu sengon (Sulastiningsih et al., 2016), lebih rendah dibanding keteguhan tekan bambu komposit lima lapis (semuanya sejajar serat) yang dibuat dari bilah bambu *D. strictus* (80 MPa atau $815,6 \text{ kg/cm}^2$) menggunakan perekat

Tabel 5. Kelas kekuatan kayu Indonesia
Table 5. Strength class of Indonesian wood classification

Kelas kuat (<i>Strength class</i>)	Berat jenis (<i>Specific gravity</i>)	Kekuatan lentur (<i>Bending strength, kg/cm²</i>)	Kekuatan tekan (<i>Max.crushing stress, kg/cm²</i>)
I	> 0,90	> 1.100	> 650
II	0,90 – 0,60	1.100 – 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	< 0,30	< 360	< 215

Sumber (*Source*) : Oey (1990)

dihydroxy ether of bisphenol (Verma & Chariar, 2012) dan lebih rendah dibanding keteguhan tekan bambu lamina lima lapis dari bambu tali (518,7 kg/cm³) dan bambu mayan (503,1 kg/cm²) yang dibuat menggunakan perekat tanin resorsinol formaldehida dengan ekstender tepung terigu 20% (Sulastiningsih & Hadjib, 2009).

Dari nilai kerapatan, modulus patah dan keteguhan tekan PJLB dapat ditetapkan kelas kuat PJLB tersebut berdasarkan Tabel 4 (Oey, 1990). Berdasarkan Tabel 5 tersebut maka PJLB (baik dengan bambu mayan maupun andong) kelas kuatnya masuk kelas kuat III, sedangkan kelas kuat jabon tanpa laminasi termasuk kelas IV. Kelas kuat papan campuran kayu jabon dan bambu hasil penelitian ini sama dengan papan lamina campuran kayu kaya dan bipa (Abdurachman & Hadjib, 2005), tetapi lebih rendah dibanding kelas kuat bambu lamina dari bambu andong, mayan dan tali yaitu termasuk kelas kuat II (Sulastiningsih, 2008).

Pengujian keteguhan rekat PJLB dilakukan dengan cara geser tekan (geser blok) dan dilakukan dalam keadaan kering, sesuai standar Jepang mengenai kayu lamina (JPIC, 2003). Keteguhan rekat PJLB berkisar antara 56,22 g/cm³ hingga 72,57 g/cm² dengan rata-rata 64,53 g/cm² (Tabel 2). Dengan demikian keteguhan rekat PJLB tersebut semuanya memenuhi persyaratan standar Jepang (JPIC, 2003) karena nilainya berada di kisaran 55,08 – 97,92 kg/cm². Nilai keteguhan rekat tertinggi terdapat pada PJLB satu lapis bambu mayan (J1M) yaitu 67,88 kg/cm², kemudian berturut-turut diikuti oleh PJLB dua lapis bambu andong (J2A) yaitu 63,96 kg/cm², PJLB satu lapis bambu andong (J1A)

yaitu 63,59 kg/cm³ dan PJLB dua lapis bambu mayan (J2M) yaitu 62,71 kg/cm². Hasil analisa keragaman pada Tabel 3 menunjukkan jumlah lapisan bambu tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan rekat papan jabon laminasi bambu. Nilai keteguhan rekat PJLB (64,53 kg/cm³) lebih tinggi dibandingkan kayu lamina campuran kayu sengon dan mangium yang berkisar antara 15,14 kg/cm² hingga 22,98 kg/cm² (Abdurachman & Hadjib, 2009), kayu sengon laminasi bambu andong yaitu 24,82 kg/cm², kayu jabon dan sengon laminasi bambu andong yaitu 23,47 kg/cm², sengon laminasi bambu mayan yaitu 11,68 kg/cm² serta jabon dan sengon laminasi bambu mayan yaitu 13,58 kg/cm² (Santoso et al., 2016). Akan tetapi lebih rendah dibanding bambu lamina dengan perekat tanin resorsinol formaldehida (TRF) yang lapisan tengahnya menggunakan kayu mangium yaitu 86,80 kg/cm² dan kayu tusam yaitu 50,97 kg/cm² (Sulastiningsih et al., 2005).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Sifat fisis dan mekanis PJLB secara nyata dipengaruhi oleh jumlah lapisan bambu, kecuali keteguhan rekatnya. Pelapisan bambu pada kayu jabon (PJLB) telah meningkatkan nilai kerapatan produknya sebesar 10%, modulus elastisitas 71%, modulus patah 34% dan keteguhan tekan 20% dibanding kayu jabon tanpa laminasi. PJLB baik yang dibuat dari bambu mayan maupun bambu andong memiliki sifat mekanis atau kekuatan setara dengan kayu kelas kuat III.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman & Hadjib, N. (2005). Kekuatan dan kekakuan papan lamina dari dua jenis kayu kurang dikenal. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(2), 87-100.
- Abdurachman & Hadjib, N. (2009). Sifat fisik dan mekanik kayu lamina campuran kayu mangium dan sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3), 191-100.
- Abdurachman, Hadjib, N., Jasni, & Balfas, J. (2015). Sifat papan komposit kombinasi bambu dan kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 27(3), 191-100.
- Ahmad, M. & Kamke, F.A. (2011). Properties of parallel strand lumber from calcutta bamboo (*Dendrocalamus strictus*). *Wood Science Technology*, 45, 63-72.
- American Standard for Testing Material (ASTM). (1995a). *Standard test methods for evaluating properties of wood-based fiber and particle panel materials*. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia.
- American Standard for Testing Material (ASTM). (1995b). *Standard test methods for wood-based structural panels in compression*. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia.
- Dransfield, S., & Widjaja, E. A. (1995). *Bamboos Plant Resources of South East Asia*. Backhys Publisher, Leiden. Prosea Foundation, 7.
- Hendradi, T. C. (2012). *Statistik six sigma dengan Minitab. Panduan cerdas inisiatif kualitas*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Japan Plywood Inspection Corporation (JPIC). (2003). Japanese agricultural standard for glued laminated timber. *MAFF, Notification No. 234*. The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Tokyo: Japan Plywood Inspection Corporation.
- Martawijaya, A., Kartasudjana, I., Mandang, Y.I., Kadir, K., & Prawira, S. A. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid II (edisi revisi)*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Oey D.S. (1990). Berat jenis dan jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman Nr. 13*. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- Santoso, A., I.M. Sulastiningsih, Pari, G., & Jasni. (2016). Pemanfaatan ekstrak kayu merbau untuk perekatan produk laminasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(2), 89-100.
- Setyaji, T., Nirsatmanto, A., Sunarti, S., Surip, D., Kartikaningryas, Yuliasruti, D. S., & Sumaryana. (2014). *Budidaya intensif jabon merah*. Bogor: IPB Press.
- Sudjana. (2006). *Desain dan analisis eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Sulastiningsih, I. M. (2008). Beberapa sifat bambu lamina yang terbuat dari tiga jenis bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 26(3), 277-287.
- Sulastiningsih, I.M., & Hadjib, N. (2009). Physical and mechanical properties of laminated bamboo board. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(3), 246-251.
- Sulastiningsih, I.M., Hadjib, N., & Santoso, A. (2005). Pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bambu lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(1), 15-22.
- Sulastiningsih, I.M., Ruhendi, S., Massijaya, M.Y., Darmawan, I.W., & Santoso, A. (2014). Pengaruh komposisi arah lapisan terhadap sifat papan bambu komposit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(3), 221-232.
- Sulastiningsih, I. M., Santoso, A., & Krisdianto. (2016). Karakteristik papan bambu lamina susun tegak dari bilah bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea* (Steud.) Widjaja). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 167-177.
- Verma, C. S., & Chariar, V. M. (2012). Development of layered laminate bamboo composite and their mechanical properties. *Composites Part : B43*, 1063-1069.