



Analisis Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* Roxb) dan Papan Laminasi Kayu Bayur (*Pterospermum javanicum*)

Febriana Tri Wulandari^{1,a}, Ni Putu Ety Lismaya Dewi^{2,b} & I Gde Adi Suryawan Wangiyana^{3,*}

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jl. Pendidikan 37 Mataram, Telp. (0370) 7505654

²Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains Teknik, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl. Pemuda No. 59A Dasan Agung Baru, Mataram, NTB

³Prodi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl. Pemuda No. 59A Dasan Agung Baru, Mataram, NTB

^aEmail Penulis Pertama : febriana.wulandari@unram.ac.id, ^bemail penulis kedua : etylismayadewi@undikma.ac.id, *corresponding author : gdeadiswangiyana@undikma.ac.id

Diterima: 12 Desember 2022; Disetujui: 2 April 2023; Diterbitkan: 4 April 2023

Abstract

*Analysis of Physical and Mechanical Properties of Bamboo Petung (*Dendrocalamus asper* Roxb) Laminate Boards and Bayur Wood Laminated Boards (*Pterospermum javanicum*). Laminate boards have advantages to reduce wood defects, wood efficiency, gives aesthetic value, easy maintenance and increase the strength of interior wood and increase size and dimensions. This research uses raw material from bayur wood and petung bamboo as laminated board. The purpose of this study is to compare the physical and mechanical strength between the laminated board from bayur wood and bamboo petung. Afterwards it uses determined the strength class of the laminated board of the laminated board from bayur wood and bamboo petung. This research use experimental method and design as non-factorial Completely Randomized Design (CRD). The weight adhesive glue is 200 grams/m² with a compression pressure of 20 N.m. Based on the results, it can be concluded that physical and mechanical properties of bayur wood laminated board and petung bamboo laminated board were not significantly different. Testing of physical and mechanical properties has met the standards of JAS 234-2007, SNI 01-6240-2000 and SNI 03-2105-2006. Based on the density value, the bayur wood laminated board and petung bamboo laminated board are classified as strong class III which can be used as protected heavy construction materials.*

Key Words : *physical and mechanical properties, bamboo petung, bayur wood*

Intisari

Papan laminasi memiliki keunggulan antara lain mampu mereduksi cacat-cacat kayu, efisiensi pemanfaatan kayu, memiliki nilai estetika, mudah dalam perawatan dan meningkatkan kekuatan kayu interior serta meningkatkan ukuran dan dimensinya. Penelitian ini menggunakan bahan baku papan laminasi dari kayu bayur dan bambu petung. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui perbandingan kekuatan fisika dan mekanika antara papan laminasi kayu bayur dan bambu petung serta untuk mengetahui kelas kuat papan laminasi dari papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Berat labur yang digunakan sebesar 200 gram/m² dengan tekanan kempa sebesar 20 N.m. Berdasarkan hasil penelitian maka sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu bayur dan

papan lamimasi bambu petung tidak berbeda nyata. Pengujian sifat fisika dan mekanika telah memenuhi standar JAS 234-2007, SNI 01-6240-2000 dan SNI 03-2105-2006. Berdasarkan nilai kerapatan maka papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat terlindungi.

Kata Kunci : sifat fisika dan mekanika, bambu petung, kayu bayur

1. Pendahuluan

Papan laminasi merupakan salah satu produk papan buatan yang saat ini menjadi alternatif untuk mengatasi kebutuhan kayu yang semakin meningkat (Wulandari *et.al*, 2021). Keunggulan utama papan laminasi adalah kekuatannya yang hampir sama dengan papan solid (Wulandari & Latifah, 2022). Keuntungan pembuatan papan laminasi antara lain mampu mereduksi cacat-cacat kayu, efisiensi pemanfaatan bahan baku kayu, memiliki nilai estetika dan mudah dalam perawatan (Wulandari & Amin, 2022). Teknologi ini dapat meningkatkan kekuatan kayu interior sekaligus meningkatkan ukuran dan dimensinya serta dapat merubah dan memanfaatkan kayu-kayu kecil menjadi bentuk baru yang kekuatan, dimensi dan besarnya dapat diatur sesuai keinginan sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan furniture dan struktural dengan baik (Hadjib *et.al*, 2015).

Beberapa penelitian terkait papan laminasi telah dilakukan antara lain adalah hasil penelitian Wulandari & Amin (2022) tentang pengaruh berat labur perekat terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi jati putih (*Gmelina arborea* Roxb). Berdasarkan hasil penelitian berat labur perekat tidak berpengaruh nyata pada semua pengujian sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon kecuali pada pengujian kadar air dan kerapatan. Wulandari *et.al* (2022) tentang pengaruh berat labur dan jenis kayu terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi. Berdasarkan hasil penelitian jenis kayu berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika dan mekanika papan laminasi kecuali pada pengujian penyusutan tebal dan *MoE*, faktor berat labur tidak berpengaruh nyata pada semua sifat fisika dan mekanika papan laminasi kecuali pada pengujian kadar air dan interaksi faktor berat labur dan faktor jenis kayu tidak berpengaruh nyata pada semua sifat fisika dan mekanika papan laminasi. Wulandari *et.al* (2021) tentang pemanfaatan papan laminasi bambu petung (*Dendrocalamus asper* Roxb) sebagai pengganti kayu. Berat labur perekat tidak berpengaruh pada semua pengujian sifat fisika papan laminasi bambu petung kecuali pada penyusutan lebar dan papan laminasi bambu petung masuk dalam kelas kuat II yang dapat digunakan untuk konstruksi berat, tahan ditempat tidak terlindungi dan terkena tanah.

Penelitian ini menggunakan bahan baku papan laminasi dari kayu bayur dan bambu petung. Kayu bayur termasuk dalam kelas kuat III dengan berat jenis berkisar antara 0,30-0,70 (rata-rata 0,53) dan memiliki tekstur agak kasar tetapi umumnya memiliki permukaan licin dan berkilap (Wulandari *et.al*, 2022). Bambu Petung memiliki berat jenis 0,71 gr/cm³ dengan nilai kadar kering udara 12 - 15% (Kamal *et.al*, 2017). Bambu petung memiliki dinding batang tebal (10 mm - 30 mm), dinding batang yang tebal akan menghemat penggunaan perekat (Wulandari *et.al*, 2021). Syarat pembuatan papan laminasi bambu yaitu berbatang lurus, usia 3 sampai 5 tahun dan tidak terserang hama penyakit (Purwanto, 2011). Perekat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perekat Polyvenil Acetat (PVAC) yang memiliki keunggulan tahan terhadap mikroorganisme dan tidak menimbulkan noda kayu (Prihandini, 2012). Tujuan dari penelitian untuk mengetahui perbandingan kekuatan fisika dan mekanika antara papan laminasi kayu bayur dan bambu petung serta untuk mengetahui kelas kuat papan laminasi dari papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu suatu percobaan yang dilakukan untuk membuktikan suatu hipotesis (Hanafiah, 2016).

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram untuk uji fisika, sedangkan untuk uji mekanika dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2022.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *Clemping* berfungsi untuk pengempaan dingin papan lamina agar benda yang direkat dengan perekat dapat saling berlekatan. Alat pelabur perekat/kuas berfungsi untuk mengoles atau meleburkan perekat pada sortimen kayu yang akan disambung. Timbangan digital berfungsi untuk menimbang berat contoh uji. Desikator berfungsi menstabilkan suhu contoh uji. Oven berfungsi untuk mengeringkan contoh uji. Kaliper berfungsi untuk mengukur dimensi kayu. Meteran berfungsi untuk mengukur panjang kayu sesuai ukuran. Mesin serut (*Planner*) berfungsi menyerut kayu agar permukaan kayu menjadi halus. Mesin pemotong berfungsi untuk memotong kayu menjadi sortimen-sortimen kayu sesuai ukuran sampel. Alat pengujian mekanika yaitu ADVANTEST 9 kapasitas 300 kN yang dihubungkan dengan computer untuk pembacaan beban.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Lem PVAC merek (Rajawali), Stik kayu bayur (3 cm x 4 cm x 30 cm dan 3 cm x 4 cm x 45 cm) dan stik bambu petung (1 cm x 2 cm x 38 cm). Ukuran papan lamina (tebal x lebar x panjang) yang dibuat serta jumlahnya adalah 3 cm x 4 cm x 90 cm untuk papan laminasi kayu sengon dan 2 cm x 5 cm x 38 cm untuk papan laminasi bambu petung masing-masing sebanyak 3 kali ulangan.

2.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Berat labur yang digunakan sebesar 200 gram/m² dengan tekanan kempa sebesar 20 N.m.

Tabel 1. Tabulasi Rancangan Percobaan
(Table 1. Experimental design tabulation)

Perlakuan	Ulangan		
	U1	U2	U3
P1	P1U1	P1U2	P1U3
P2	P2U1	P2U2	P2U3

Keterangan:

P1=papan laminasi kayu bayur

P2=papan laminasi bambu petung

U1= Ulangan 1

U2= Ulangan 2

U3= Ulangan 3

2.4 Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan Baku

Pemilihan potongan kayu yang ukuran panjangnya sesuai ukuran yang dibutuhkan. Penyerutan bahan baku dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan sortimen kayu. Pembuatan sortimen kayu dengan menggunakan mesin gergaji potong sesuai dengan ukuran sortimen yang telah ditentukan. Pengamplasan dilakukan kembali pada sortimen kayu

sampai menjadi halus supaya permukaannya menjadi rata dan memudahkan dalam proses perekatan. Sortimen kayu dioven pada suhu 60°C selama 2 hari untuk menyeragamkan kadar air. Setelah kadar air seragam dilakukan perakitan papan lamina.

2. Perakitan Papan Lamina

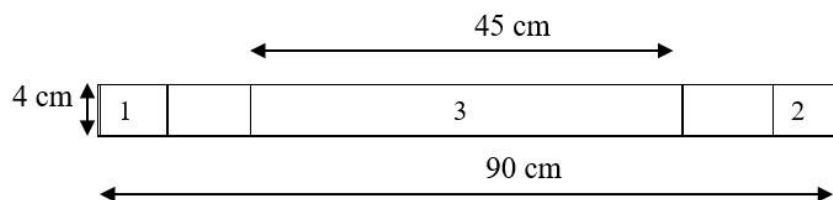
Perakitan papan laminasi meliputi langkah-langkah sebagai berikut : Masing-masing stik kayu bayur dan bambu yang sudah seragam kadar airnya dilaburkan perekat menggunakan perekat PVAC (*Polyvinil Acetat*). Pengkleman atau pengempaan dingin dilakukan setelah proses pengeleman dan penyambungan agar sortimen dan perekat dapat merekat selama 24 jam dengan tekanan kempa sebesar 20 N.m (Widyawati, 2010).

3. Pengkondisian

Papan yang dijadikan sebagai contoh uji disimpan di dalam ruangan konstan selama kurang lebih satu minggu untuk menyeragamkan kadar air dalam kayu (Herawati *et al.*, 2008).

2.5 Pembuatan Contoh Uji

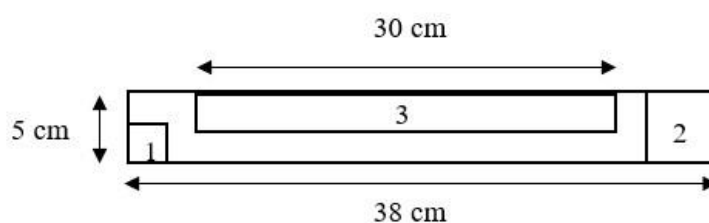
Papan laminasi yang telah jadi, dipotong untuk dibuat contoh pengujian sifat fisika dan mekanika. Pola pemotongan contoh uji papan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 1. Pola Pemotongan Contoh Uji papan laminasi kayu bayur
(*Figure 1. Cutting pattern test example of bayur wood laminated board*)

Keterangan :

1. Contoh uji kerapatan dan kadar air (4 cm x 4 cm x 3 cm)
2. Contoh uji perubahan dimensi (4 cm x 4 cm x 3 cm)
3. Contoh uji *Modulus of elasticity* dan *Modulus of Rupture* (4 cm x 3 cm x 45 cm)



Gambar 2. Pola Pemotongan Contoh Uji papan laminasi bambu petung
(*Figure 2. Cutting pattern test example of petung bamboo laminated board*)

Keterangan :

1. Contoh uji kerapatan dan kadar air (2 cm x 2 cm x 2 cm)
2. Contoh uji perubahan dimensi (5 cm x 5 cm x 2 cm)
3. Contoh uji *Modulus of elasticity* dan *Modulus of Rupture* (30 cm x 2 cm x 2 cm)

2.6 Parameter Pengujian

Sifat fisika dan mekanika balok laminasi diuji menurut JAS 234-2007 untuk kayu laminasi lem (JSA 2007). Pengujian yang dilakukan adalah pengujian fisika (kadar air, kerapatan, perubahan dimensi) dan mekanika (*Modulus of elasticity* dan *Modulus of Rupture*).

2.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan analisis keragaman (ANOVA) untuk mengetahui apakah hasilnya berbeda nyata atau tidak dengan menggunakan program SPSS16 pada taraf signifikansi 5 %.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kerapatan

Nilai kerapatan kayu menunjukkan perbandingan antara massa kayu dengan volumenya dalam kondisi kering udara (Islamiyati, 2021). Kerapatan kayu bervariasi dalam satu jenis tergantung pada bagian atau letaknya kayu dalam pohon dan kondisi tempat tumbuh (Wulandari, 2021).

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kerapatan papan laminasi kedua bahan (gr/cm³)
(Table 2. The average value of the density of the laminated board for the two materials (gr/cm³))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (gr/cm ³)
	1	2	3	
P1	0,479	0,525	0,513	0,506
P2	0,435	0,373	0,411	0,406
Rata-Rata				0,456(*)

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Tabel 3. Hasil ANOVA Kerapatan papan laminasi kedua bahan
(Table 3. ANOVA results Density of laminated board of the two materials)

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,015	1	0,015	19,388	0,012
Galat	0,003	4	0,001		
Total Koreksi	0,018	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,012. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Nilai kerapatan kayu bayur (P1) lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan bambu petung (P2).

Nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kayu bayur sebesar 0,506 gr/cm³ dan papan laminasi bambu petung sebesar 0,406 gr/cm³. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wulandari (2013) mengatakan bahwa perbedaan jenis kayu berpengaruh terhadap kualitas kayu laminasi salah satunya nilai kerapatannya. Perbedaan nilai kerapatan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Yoresta, 2014). Hasil penelitian Malik dan Santoso (2005) menyatakan bahwa bervariasinya nilai kerapatan cenderung dipengaruhi oleh adanya lapisan perekat dan terjadinya pemadatan bahan kayu lamina akibat proses pengempaan serta jenis kayu dalam penyusunan lamina. Perbedaan nilai kerapatan dipengaruhi oleh jenis lamina, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Somadona *et. al*, 2020). Nilai kerapatan papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung masuk dalam standar SNI 01-6240-2000 yaitu sebesar 0,40–0,80 gr/cm³. Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Supriadi *et.al* (2017) pada papan laminasi kayu jabon dengan nilai kerapatan 0,34 gr/cm³ maka nilai kerapatan papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung termasuk tinggi tetapi bila dibandingkan dengan dengan

penelitian Rahmawati (2021) pada limbah kayu industri sebesar 0,69-0,97 g/cm³ dan penelitian Gusmawati (2018) tentang papan laminasi berdasarkan warna dan bidang orientasi kayu dengan nilai 0,510 - 0,83 g/cm³ maka termasuk rendah nilai kerapatannya.

3.2 Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam kayu atau produk kayu dinyatakan sebagai kandungan air (Wulandari *et.al* 2022). Pembuatan papan laminasi dipengaruhi oleh kadar air dan kerapatan serat bahan pembentuknya (Sari, 2011).

Tabel 4. Nilai Rata-rata Kadar Air papan laminasi kedua bahan (%)
(Table 4. Average Moisture Content of Laminated Boards for the two materials (%))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (%)
	1	2	3	
P1	14,869	14,888	14,316	14,691
P2	14,079	13,678	12,520	13,426
Rata-Rata				14,059(ns)

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Berdasarkan hasil uji analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi perlakuan 0,066. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Nilai rata-rata kadar air papan laminasi kayu bayur sebesar 14,691% dan papan laminasi bambu petung sebesar 13,426%. Nilai kadar air papan laminasi kayu bayur memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan papan laminasi bambu petung. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan bahan baku yang digunakan. Faktor-faktor yang menentukan kadar air suatu produk laminasi adalah jenis perekat, jenis bahan baku, perlakuan pendahuluan, ketebalan laminasi, berat jenis, jumlah lapisan laminasi, berat labur, kandungan air perekat dan prosedur yang digunakan dalam proses perekatan (Wulandari dan Amin,2022). Kadar air yang digunakan dalam pembuatan papan laminasi secara komersial adalah 12% atau sedikit di bawahnya karena pada kadar air 12% penyambungan ujung lamina lebih mudah dilakukan dan merupakan kadar air keseimbangan rata-rata untuk kebanyakan aplikasi interior sehingga lebih stabil terhadap perubahan dimensi akibat penyusutan atau pengembangan (Herawati *et.al* 2008). Nilai kadar air papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung telah memenuhi standar JAS 234:2007 yaitu kurang dari 15%. Nilai kadar air papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Wulandari *et.al* (2022) pada papan laminasi kayu jati putih dengan nilai kadar air sebesar 14,290% maka nilai papan laminasi bambu petung lebih rendah tetapi pada papan laminasi kayu bayur lebih tinggi nilai kadar airnya.

3.3 Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah penambahan tebal akibat perendaman dalam air selama 24 jam (Wulandari & Amin, 2022).

Tabel 5. Nilai Rata-rata Pengembangan Tebal papan laminasi kedua bahan (%)
(Table 5. The average value of the development of the thickness of the laminated boards of the two materials (%))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (%)
	1	2	3	
P1	1,444	1,072	1,494	1,337
P2	3,396	0,603	0,608	1,536
Rata-Rata				1,436 (ns)

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Hasil uji analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,843 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Nilai pengembangan tebal papan laminasi kayu bayur sebesar 1,337 dan papan laminasi bambu petung sebesar 1,536. Perbedaan nilai pengembangan tebal tersebut disebabkan oleh perbedaan nilai kerapatan bahan baku. Perubahan dimensi merupakan tanda perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan dimana kerapatan bervariasi antara berbagai jenis pohon dan diantara pohon dari jenis yang sama (Rahmawati, 2021). Nilai pengembangan tebal ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 dengan nilai pengembangan tebal $\leq 20\%$. Nilai pengembangan tebal ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Islamiyati, 2021) pada papan laminasi kayu rajumas dengan nilai antara 0,82%-2,67%.

3.4 Penyusutan Tebal

Sarinah & Jemi (2019) mengatakan bahwa penyusutan kayu merupakan proses terjadinya penguapan air di dalam dinding sel di bawah titik jenuh serat. Menurut Mochsin, *et al.* (2014) penyusutan secara umum terjadi ketika adanya penurunan kadar air di dalam kayu. Penurunan kadar air tersebut diakibatkan oleh tekanan yang terjadi pada kayu sehingga memaksa air dari dinding sel menjadi keluar.

Tabel 6. Nilai Rata-rata Penyusutan Tebal papan laminasi kedua bahan (%)
(Table 6. Average Shrinkage Value of Laminated Board Thickness of the two materials (%))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (%)
	1	2	3	
P1	3,946	3,298	3,357	3,534
P2	6,538	6,763	6,295	6,532
Rata-Rata				5,033(*)

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Tabel 7. Hasil ANOVA Penyusutan Tebal papan laminasi kayu Kedua bahan
(Table 7. ANOVA Results Shrinkage Thickness of laminated wood boards Both materials)

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	13,486	1	13,486	47,145	0,000
Galat	0,367	4	0,092		
Total Koreksi	13,853	5			

Hasil uji analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,000. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Nilai kerapatan bambu petung (P2) lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan kayu bayur (P1).

Nilai rata-rata penyusutan tebal papan laminasi kayu bayur sebesar 3,534% dan papan laminasi bambu petung sebesar 6,532%. Sailana *et al.* (2014) yang mengatakan bahwa semakin besar keberadaan jumlah air bebas yang terdapat pada suatu bahan penyusun laminasi maka untuk mencapai kadar air titik jenuh serat juga semakin besar sehingga berpengaruh terhadap stabilitas dimensi bahan penyusun tersebut. Nilai penyusutan tebal dari papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung telah memenuhi memenuhi standar JAS 234-2007 dengan nilai standar $\leq 14\%$. Nilai penyusutan tebal pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian (Megawati *et al.*, 2016) pada kayu Gerunggang (*Cratoxylon arborescen* Bl.) sebesar 6,62% dan penelitian Hidayati *et al.* (2016) pada kayu jati unggul sebesar 7,90% dan kayu jati konvensional sebesar 8,50%.

3.5 Modulus of Elasticity (MoE)

Nilai MoE didapatkan dengan menguji kekuatan lengkung statis dengan mengukur lendutan (*deflection*) pada daerah lengkung suatu bahan ketika terjadi pembebanan. Nilai MoE dilihat jika jarak titik pembebanan 1/2 jarak dari tumpuan (Oka, 2008).

Tabel 8. Nilai Rata-rata MoE papan laminasi kedua bahan (kgf/cm²)
(Table 8. Average MoE value of laminated board for both materials (kgf/cm²))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (kgf/cm ²)
	1	2	3	
P1	37659,039	16530,901	27912,330	27367,424
P2	13146,697	14795,256	20146,197	16029,384
Rata-Rata				21698,404 (ns)

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Hasil uji analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap MoE papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,154. sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Nilai MoE papan laminasi kayu bayur sebesar 27367,424 kgf/cm² dan papan laminasi bambu petung sebesar 16029,384 kgf/cm². MoE tinggi menunjukkan kekakuan bahan yang tinggi untuk dapat menahan tekanan besar tanpa deformasi yang besar (Wulandari, 2021). Berdasarkan standar JPIC No. 1152 2007 nilai MoE papan laminasi belum memenuhi standar yaitu minimum 75000 kgf/cm² tetapi bila menggunakan SNI 03-2105-2006 maka nilai MoE telah memenuhi standar yaitu >11000 kgf/cm². Nilai MoE papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rahmawati, 2021) dengan nilai berkisar 29584,12-77613,59 kgf/cm² dan (Gusmawati, 2018) berkisar 75723-121654 kgf/cm² maka termasuk rendah.

3.6 Modulus of Rupture (MoR)

Modulus of Rupture (MoR) didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda menahan beban maksimum hingga benda tersebut patah (Prihandini, 2012).

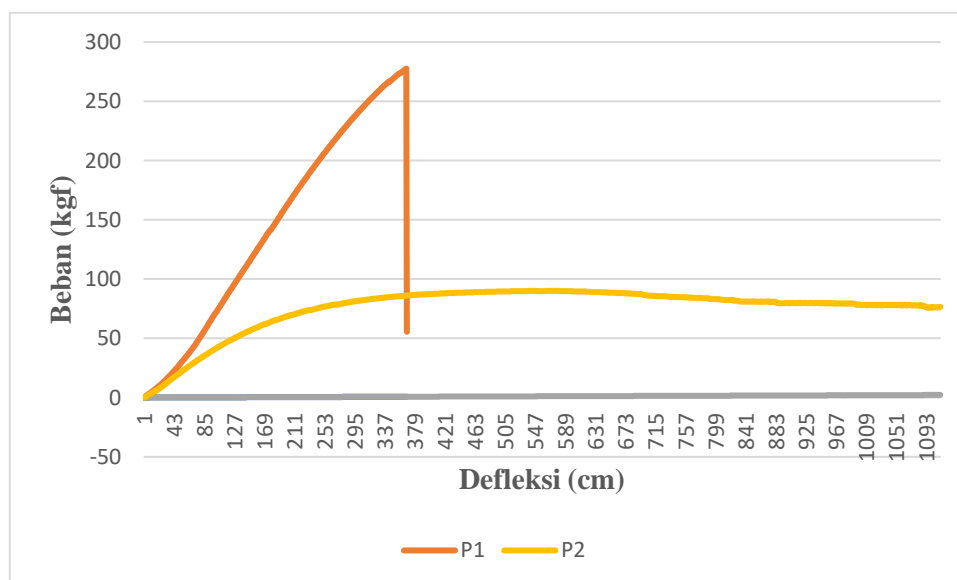
Tabel 9. Nilai Rata-rata *MoR* papan laminasi kedua bahan (kgf/cm²)
 (Table 9. Average *MoR* value of laminated board for both materials (kgf/cm²))

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (kgf/cm ²)
	1	2	3	
P1	404,866	430,565	387,002	407,478
P2	320,875	358,796	422,106	367,259
Rata-Rata				387,368

Keterangan : P1 = bayur, P2 = bambu petung, *Signifikan antara perlakuan, ns = tidak signifikan

Berdasarkan hasil uji analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *MoR* papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi perlakuan 0,279 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Nilai rata-rata *MoR* papan laminasi kayu bayur sebesar 407,478 kgf/cm² dan papan laminasi bambu petung sebesar 367,259 kgf/cm². Perbedaan nilai *MoR* pada papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung karena perbedaan nilai kadar air dan kerapatan. Keteguhan patah sangat erat kaitannya dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antara bahan direkat dan bahan perekat (Yoresta, 2014). Semakin tinggi kadar air akan menurunkan keteguhan patah dan jika kerapatan semakin tinggi maka keteguhan patahnya semakin tinggi pula (Abdurachman & Nurwanti, 2005). Menurut Violet dan agustina (2018) keteguhan patah sangat erat kaitannya dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antara bahan yang direkat dan bahan perekat. Nilai *MoR* papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung telah memenuhi standar JAS 234-2007 yaitu minimal sebesar 300 kgf/cm². Nilai *MoR* papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Rahmawati (2021) sebesar 467,96-928,77 kgf/cm² tetapi lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Risnasari *et al.* (2012) dengan nilai *MoR* berkisar antara 180,34-364,04 kgf/cm².



Gambar 3. Grafik Nilai Antara Beban dengan Defleksi
 Figure 3. Graph of Value Between Load and Deflection

Berdasarkan Gambar 3. Dapat dilihat perbedaan yang signifikan nilai beban laminasi kayu bayur dengan laminasi bambu petung. Nilai beban maksimal yang dimiliki laminasi kayu bayur lebih besar dibandingkan bambu petung.

4. Kesimpulan

Sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung tidak berbeda nyata, kecuali nilai kerapatan dan penyusutan tebal dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,012 dan 0,000. Pengujian sifat fisika dan mekanika telah memenuhi standar JAS 234-2007, SNI 01-6240-2000 dan SNI 03-2105-2006. Berdasarkan nilai kerapatan maka papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat terlindungi.

Daftar Pustaka

- Adurrachman dan Nurwati Hadjib. 2008. *Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Lamina Campuran Kayu Mangium dan Sengon*. Pusat Litbang Hasil Hutan. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 27 No. 3, September 2009: 191-200.
- Dian Islamiati, 2021. *Sifat Fisika Glulam dari potongan Kayu Rajumas (Duabanga mollucana)*. Skripsi. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.
- Gusmawati E, 2018. *Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Berdasarkan Warna Bidang Orientasi Kayu*. Skripsi. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.
- Hanafiah, K.A. 2016. *Rancangan Percobaan*. Penerbit PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hidayati, F., Isti Tamira Fajrin, Muhammad Rosyid Ridho, Widyanto Dwi Nugroho, Sri Nugroho Marsoem, & Mohammad Na'iem. 2016. *Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jati Unggul "Mega" Dan Kayu Jati Konvensional Yang Ditanam Di Hutan Pendidikan Wanagama, Gunungkidul, Yogyakarta*. Jurnal Ilmu Kehutanan. Vol. 10 No. 2 – Juli-September 2016
- Hadjib, Nurawati, Abdurrachman dan Efrida Basri. 2015. *Karakteristik Fisik dan Mekanis Glulam Jati, Mangium dan Trembesi*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 33 No.2
- Herawati E, Massijaya, M.Y., Nugroho N. 2008. *Karakteristik Balok Laminasi dari kayu Mangium (Acacia mangium Willd.)*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan. Vol. 1, 1-8.
- Japan Agricultural Standard. 2007. JAS (Japan Agricultural Standard) For Flooring No. 234-2007.
- Kamal, P Manik, S Samuel - Jurnal Teknik Perkapalan, 2017. *Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Bambu Laminasi Apus Dan Petung Sebagai Material Alternatif Pembuatan Komponen Kapal Kayu*. Jurnal Teknik Perkapalan Vol. 5, No. 2 hal 1-6.
- Megawati, Usman, F. H., & Tavita, G. E. 2016. *Sifat fisik dan mekanik kayu gerunggang (Cratoxylon arborescen BI) yang didensifikasi berdasarkan waktu pengukusan dan waktu kempa*. Jurnal Hutan Lestari. Vol. 4(2), 163-175.
- Mochsin, Fadillah H. & UsmanMochsin. 2014. *Stabilitas Dimensi Kayu Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Jenis Kayu*. Jurnal Hutan Lestari. Vol. 2 (2): 229-241.
- Malik, J & Santoso, A. 2005. *Keteguhan Lentur Statis Lamina dari Tiga Jenis Kayu Limbah Pembalakan Hutan Tanaman*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 23. 385-397.
- Oka, G. M. 2008. *Analisis Arah Laminasi Vertikal Dan Horisontal Terhadap Perilaku Lentur Balok Bambu Laminasi*. Jurnal SMARTek. Vol. 6, No. 2, Mei 2008: 94 - 103.

- Parlindungan Manik, Samuel. 2017. *Analisa Teknis Dan Ekonomis Penggunaan Bambu Laminasi Apus Dan Petung Sebagai Material Alternatif Pembuatan Komponen Kapal Kayu*. Jurnal Teknik Perkapalan. Vol. 5, No. 2.
- Prihandini, F.D.A. 2012. *Kayu Laminasi Asimetris Sebagai Komponen Dinding Sekat*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwanto, D. 2011. *Pembuatan Balok dan Papan dari Limbah Industri Kayu*. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Jurnal Riset Industri. Vol. 5. 13-20.
- Rahmawati, 2021. *Sifat Fisika dan Mekanika Balok Laminasi Industri Meubel*. Skripsi. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.
- Risnasari I., Azhar I., & Sitompul NA. 2012. *Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (Cocos nucifera L.) dan Kayu Kemiri (Aleurites moluccana Wild.)*. Jurnal Foresta Indonesia Journal of Forestry. Vol. 1. 79-87.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6240-2000. 2000. *Persyaratan Keteguhan Patah (MOR), Uji Delaminasi, dan Kerapatan untuk Penggunaan Papan Lamina Struktural*.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006. 2006. *Papan Partikel (SNI 03 2105-2006)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Somadona, Sonia, Evi Sribudiani dan Ditiya Elsa Valencia. 2020. *Karakteristik Balok Laminasi Kayu Akasia (Acacia mangium) dan Meranti Merah (Shorea leprosula) berdasarkan Susunan Lamina dan Berat Labur Perekat Styrofoam*. Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan. Vol. 15 No. 2: 53-64.
- Supriadi, Achmad, I.M. Sulastiningsih & Subyakto. 2017. *Karakteristik Laminasi Bambu Pada Papan Jabon*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 35 No. 4, Desember 2017: 263-272
- Sailana, G. E, Usman F. H, Yani, A. 2014. *Physical and mechanical properties of mahang wood (Macaranga hypoleuca (reichb.f.et zoll.) m.a) are densification by steam time and temperatur felts*. Jurnal Hutan Lestari. Vol. 2, 1-10.
- Sari, R.J.P. 2011. *Karakteristik Balok Laminasi dari Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria (L.)Nielson), Manii (Maesopsis eminii Wild.) dan Akasia (Acacia mangium Engl.)*. Skripsi. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Violet dan Agustina. 2018. *Variasi Arah Aksial Batang (Pangkal Dan Ujung) Terhadap Sifat Mekanika Papan Laminasi Kayu Kelapa (Cocos Nucifera.L) Dan Kayu Nangka (Arthocarpus Heterophyllus.L)*. Jurnal Hutan Tropis Vol. 6 No. 1.
- Wulandari, F. T. 2013. *Produk papan komposit dengan pemanfaatan limbah non kayu*. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.7 No,6 hal.1-4.
- Wulandari, F,T, 2021. *Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Papan Laminasi Bambu petung Dendrocalamus Asper (Schult. F.) Backer Ex Heyne*. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.16 No.3 hal 1-8.
- Wulandari F.T, Dwi Sukma Rini & Endah Wahyuningsih 2021. *Pemanfaatan Papan Laminasi Bambu Petung (Dendrocalamus Asper (Schult. F.) Backer Ex Heyne) Sebagai Pengganti Kayu*. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.15 No.8 hal 1-12.
- Wulandari F.T, Radjali Amin & Raehanayati 2022. *Karateristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur*. EULER: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi. Vol. 10 No. 1 hal. 75-87.

- Wulandari F.T, Radjali Amin & I Gde Dharma Atmaja. 2022. *Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Danmekanika Papan Laminasi Jati Putih (Gmelina Arborea Roxb)*. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.16 No.9 hal 1-10.
- Wulandari F.T & Radjali Amin, 2022. *Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon*. Jurnal Hutan Tropika. Vol. 17 No.1 Hal. 40-50.
- Wulandari F.T, Habibi, Raehanayati, & Rima Vera Ningsih. 2022. *The Effect of Strip Arrangement on Physical and Mechanical Properties of Petung Bamboo Laminated Board (Dendrocalamus asper Backer)*. Wood Research Journal. Vol.13 No.1 hal.1-5.
- Wulandari F.T & Latifah, 2022. *Karateristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Bayur (Pterospermum diversifolium) Sebagai Bahan Substitusi Papan Solid*. Jurnal Kehutanan Wahana Forestra. Vol. 17 No.2 hal 1-15.
- Wulandari F.T, Radjali Amin & I Gde Adi Suryawan Wangiyana. 2022. *Pengaruh Berat Labur Dan Jenis Kayu Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol.40 No.2 hal. 1-12.
- Widyawati, R. 2010. *Kekuatan Sambungan Tegak (Butt Joint) Struktur Balok Laminasi(Glulam Beams) dari Kayu Lokal*. Jurnal Rekayasa. Vol. 14. 28-38.
- Yoresta, F. S. 2014. *Studi eksperimental perilaku lentur balok glulam kayu pinus (Pinus merkusii)*. Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis. Vol. 12(1), 33-38.