



Perbandingan Sifat Fisika Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung dengan Papan Laminasi Kombinasi Kayu Kemiri Bambu Petung dan Kayu Sengon Bambu Petung Sebagai Bahan Konstruksi

Febriana Tri Wulandari^{1,a}, Dini Lestari^{2,b}, Radjali Amin^{3,c*}

^{1,2} Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jl. Pendidikan 37 Mataram, Telp. (0370) 7505654

³ Pasca Sarjana Institut Teknologi Yogyakarta. Jl. Janti Km 4 Gedongkuning, Banguntapan, Daerah Istimewa Yogyakarta 55198

^aEmail penulis pertama & Corresponding Author : febriana.wulandari@unram.ac.id , ^bemail penulis kedua: -, ^cemail penulis kedua: ramliramadhan@umm.ac.id,

Diterima: 24 Desember 2023; Disetujui: 25 Februari 2024; Diterbitkan: 29 Februari 2024

Abstract

In order to develop the properties of laminated boards, the combination of wood and bamboo needs to be studied further. Candlenut and Sengon wood are types of wood that can be considered as raw materials for laminated boards. Sengon wood is a type of fast-growing Leguminosae wood that is widely cultivated in Indonesia and its demand on the market continues to increase. Fast-growing wood has several characteristics, including small diameter, low quality, contains more juvenile wood, and produces wood in smaller quantities. Kemiri wood is a type of light wood, with strength class IV and durability class IV-V. For this reason, increasing the added value of the use of sengon wood and candlenut wood must continue to be carried out. The aim of this research is to compare the physical and mechanical properties of laminated boards made from Petung bamboo, a combination of candlenut wood from Petung bamboo and a combination of Sengon wood from Petung bamboo. The method used in this research was an experimental method using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with three treatments. The results of testing the physical and mechanical properties of the combination of Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung and Petung bamboo laminated boards did not have a significant effect except when testing water content, thickness shrinkage and MoE had a significant effect. Based on the results of testing of physical and mechanical properties, the combination of Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung and Petung Bamboo laminated boards is included in strength class III and can be used as a protected heavy construction material and there is an increase in strength class IV to strength class III after being combined with bamboo. petung into laminated boards.

Key Words : laminated board, physics mechanics, candlenut wood, sengon wood, petung bamboo

Intisari

Guna mengembangkan sifat papan laminasi kombinasi antara kayu maupun bambu perlu dikaji lebih lanjut. Kayu kemiri dan Sengon merupakan jenis kayu yang bisa dipertimbangkan sebagai bahan baku papan laminasi. Kayu Sengon merupakan salah satu jenis kayu cepat tumbuh Leguminosae yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan permintaannya di pasaran terus meningkat. Kayu cepat tumbuh memiliki beberapa karakteristik antara lain berdiameter kecil, memiliki kualitas yang rendah, memiliki kandungan kayu juvenil yang lebih banyak, dan menghasilkan kayu dengan jumlah yang lebih sedikit. Kayu Kemiri merupakan jenis kayu ringan, dengan kelas kuat IV dan kelas awet

IV-V. Untuk itu peningkatan nilai tambah penggunaan kayu sengon dan kayu kemiri harus terus dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan sifat fisika dan mekanika papan laminasi yang terbuat dari bambu petung, kombinasi kayu kemiri bambu petung dan kombinasi kayu sengon bambu petung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan tiga perlakuan. Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan laminasi kombinasi Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung dan papan laminasi bambu petung tidak berpengaruh nyata kecuali pada pengujian kadar air, penyusutan tebal dan MoE berpengaruh nyata. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika dan mekanika maka papan laminasi kombinasi Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung dan papan laminasi bambu petung masuk dalam kelas kuat III dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat yang terlindungi dan terjadi peningkatan kelas kuat IV menjadi kelas kuat III setelah dikombinasikan dengan bambu petung menjadi papan lamianasi

Kata Kunci : papan laminasi, fisika mekanika, kayu kemiri, kayu sengon, bambu petung

1. Pendahuluan/Introduction

Dalam pengembangan industri konstruksi, permintaan akan bahan konstruksi yang efisien, kuat dan ramah lingkungan semakin meningkat. Pemilihan bahan konstruksi dengan sifat fisika dan mekanika yang optimal menjadi penting untuk memastikan kualitas dari bahan konstruksi. Papan laminasi merupakan inovasi yang semakin mendapatkan perhatian untuk memenuhi kebutuhan akan bahan konstruksi. Papan laminasi merupakan komposit yang terbuat dari bagian-bagian kayu yang direkatkan dan digabungkan dengan bantuan perekat dibawah pengempaan dingin (Gusmawati *et al.* 2018). Papan laminasi bisa dikembangkan buat dari bahan kayu maupun non kayu seperti bambu petung (Wulandari *et al.* 2021). Bambu memiliki keunggulan-keunggulan selain cepat tumbuh juga mudah dalam kegiatan pengerjaannya (Nugroho *et al.* 2022).

Guna mengembangkan sifat papan laminasi kombinasi antara kayu maupun bambu perlu dikaji lebih lanjut. Kayu kemiri dan Sengon merupakan jenis kayu yang bisa dipertimbangkan sebagai bahan baku papan laminasi. Kayu Sengon merupakan salah satu jenis kayu cepat tumbuh Leguminosae yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan permintaannya di pasaran terus meningkat. Kayu cepat tumbuh memiliki beberapa karakteristik antara lain berdiameter kecil, memiliki kualitas yang rendah, memiliki kandungan kayu juvenil yang lebih banyak, dan menghasilkan kayu dengan jumlah yang lebih sedikit (Lestari *et al.* 2023). Kayu Kemiri merupakan jenis kayu ringan, dengan kelas kuat IV dan kelas awet IV-V (Martawijaya *et al.* 2005). Untuk itu peningkatan nilai tambah penggunaan kayu sengon dan kayu kemiri harus terus dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan sifat fisika dan mekanika papan laminasi yang terbuat dari bambu petung, kombinasi kayu kemiri bambu petung dan kombinasi kayu sengon bambu petung. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi ilmunan dan pelaku industri dalam mempertimbangkan bahan baku papan laminasi sebagai bahan konstruksi

2. Metode Penelitian/Materials and methods (Book Antiqua 11)

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram(pengujian sifat fisika) dan pengujian mekanika di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2023.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Desikator berfungsi menstabilkan suhu contoh uji. Oven berfungsi untuk mengeringkan contoh uji. Kaliper berfungsi untuk mengukur dimensi contoh uji. Meteran berfungsi untuk mengukur panjang kayu. Mesin serut (*Planner*) berfungsi menghaluskan permukaan contoh uji. Mesin pemotong berfungsi untuk memotong contoh uji. Alat pengujian mekanika yaitu ADVANTEST 9 kapasitas 300 kN yang dihubungkan dengan computer untuk pembacaan beban. Clamping (Alat kempa dingin) berfungsi untuk pengempaan papan lamina. Alat pelabur perekat/kuas berfungsi untuk mengoles atau meleburkan perekat pada sortimen kayu yang akan disambung. Timbangan digital berfungsi untuk menimbang berat dan kadar air kayu.

2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan tiga perlakuan jenis kayu yaitu kombinasi kayu sengon bambu petung (J1), kombinasi kayu kemiri bambu petung (J2) dan bambu petung (J3) dengan 3 kali ulangan.

Tabel 1. Tabulasi Rancangan Percobaan

Jenis Kayu	Ulangan		
	U1	U2	U3
J1	J1U1	J1U2	J1U3
J2	J2U1	J2U2	J2U3
J3	J3U1	J3U2	J3U3

Keterangan:

J1= kombinasi kayu sengon bambu petung

J2= kombinasi kayu kemiri bambu petung

J3= bambu petung

U1= Ulangan 1

U2= Ulangan 2

U3= Ulangan 3

2.4 Persiapan Bahan Baku

Persiapan Bahan Baku

Pemilahan potongan kayu yang ukuran panjangnya sesuai dengan yang dibutuhkan. Penghalusan bahan baku kayu dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan potongan kayu. Pembuatan potongan kayu dengan menggunakan mesin gergaji dengan ukuran yang telah ditentukan. Setelah dilakukan pemotongan kemudian dilakukan pengamplasan kembali pada potongan kayu (sortimen) sampai kayu menjadi halus supaya permukaannya menjadi rata dan memudahkan dalam proses perekatan. Penyeragaman kadar air dengan melakukan pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 2 hari 24 jam.

Perakitan Papan Lamina

Perakitan papan laminasi meliputi langkah-langkah sebagai berikut :Sortimen kayu yang sudah seragam kadar airnya dilakukan pelaburan perekat menggunakan perekat PVAC. Sortimen kayu yang sudah siap selanjutnya dilakukan pengkombinasian jenis kayu yang akan direkatkan. Pengkleman atau pengempaan dingin dilakukan setelah proses pengeleman dan penyambungan agar sortimen kayu dan perekat dapat merekat dengan menggunakan alat pengkleman yang sudah dibuat dan dikempa selama 24 jam dengan tekanan kempa sebesar 20 N.m (Widyawati, 2010).

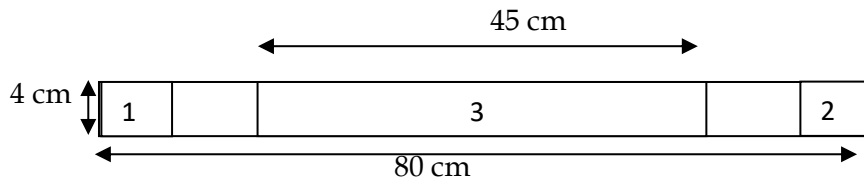
Pengkondisian

Pengkondisian meliputi langkah-langkah sebagai berikut: Setelah perakitan sortimen-sortimen kayu menjadi papan lamina selesai, kemudian dilakukan pengkondisian. Papan yang akan 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 Pemotongan Contoh Uji

Persiapan Bahan Baku

Balok laminasi yang telah jadi, dipotong untuk dibuat contoh pengujian sifat fisika dan mekanika. Hasil pemotongan contoh uji papan seperti pada Gambar 3.3.



Gambar 1. Pola Pemotongan Contoh Uji

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)

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 (MoE dan MoR).

2.6 Analisis Data

Data penelitian yang dihasilkan dianalisis keragaman (ANOVA) untuk mengetahui adanya hasilnya berbeda nyata atau tidak dengan menggunakan program SPSS16 pada taraf signifikansi 5 %.

3. Hasil dan Pembahasan/Results and Discussion (Book Antiqua 11)

3.1. Kerapatan

kerapatan kayu menunjukkan perbandingan antara massa dengan volumenya dalam kondisi kering udara (Wulandari,2021).

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kerapatan (gr/cm³)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	0,422	0,489	0,375	0,429ts
P2	0,482	0,481	0,492	0,485ts
P3	0,451	0,506	0,528	0,495ts
Rata-Rata				0,469

Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Kerapatan tertinggi pada papan laminasi P3 sebesar 0,495 gr/cm³ dan terendah pada papan laminasi P1 sebesar 0,429 gr/cm³ dengan nilai rata-rata sebesar 0,469 gr/cm³. Nilai kerapatan ini telah memenuhi standar SNI 01-6240-2000 sebesar 0,40-0,80 gr/cm³. Berbedanya nilai kerapatan disebabkan jenis bahan baku, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Yoresta, 2014). Nilai kerapatan ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Darwis *et.al* (2014) pada papan laminasi kayu kelapa dengan kerapatan 0,33 -0,38 gr/cm³ maka nilainya termasuk lebih tinggi tetpi bila dibandingkan dengan penelitian Rahmawati (2021) pada limbah kayu industri sebesar 0,69-0,97 g/cm³ maka termasuk lebih rendah. Perbedaan nilai kerapatan tersebut dipengaruhi oleh jenis lamina, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Somadona *et. al*, 2020).

Tabel 3. Hasil ANOVA Kerapatan *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,008	2	0,004	2,353	0,176
Galat	0,010	6	0,002		
Total Koreksi	0,017	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,176. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.2. Kadar Air

Nilai kadar air menunjukkan banyaknya air yang terkandung dalam kayu atau produk kayu dinyatakan sebagai kandungan air (Wulandari *et.al* 2022).

Tabel 4. Nilai Rata-rata Kadar Air (%)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	13,980	14,494	13,724	14,066b
P2	13,354	12,852	13,391	13,199a
P3	14,065	13,971	14,035	14,024b
	Rata-Rata			13,763

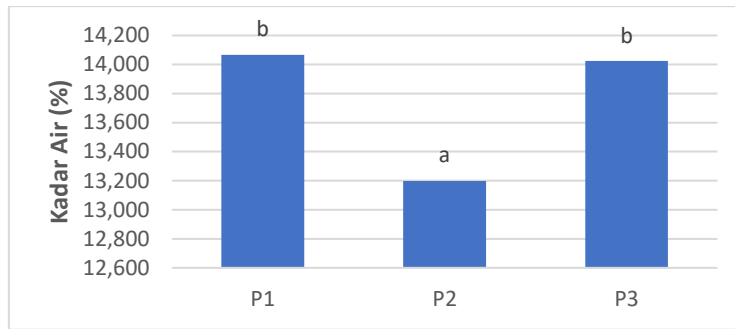
Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Kadar air tertinggi pada papan laminasi P1 sebesar 14,066% dan terendah pada papan laminasi P2 sebesar 13,199% dengan nilai rata-rata sebesar 13,763%. Kadar air papan laminasi ini telah memenuhi standar JAS 234:2007 sebesar kurang dari 15%. Kadar air ideal untuk papan laminasi sebesar 12% karena kadar air tersebut memudahkan dalam proses penyambungan (Wulandari *et.al*, 2023). 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 merupakan faktor-faktor yang menentukan kadar air suatu produk laminasi (Wulandari & Amin, 2022). Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widiawati *et al* (2018) pada papan laminasi kombinasi kayu sengon dan merbau dengan kadar air sebesar 12% maka termasuk lebih tinggi.

Tabel 5. Hasil ANOVA Kadar Air *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	1,434	2	0,717	8,715	0,017
Galat	0,493	6	0,082		
Total Koreksi	1,927	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 5. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar air *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,017. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 2. Kadar Air

Diagram di atas dapat dilihat bahwa perlakuan bambu petung dengan kombinasi kemiri bambu petung ada perbedaan yang signifikan, tapi dengan perlakuan kombinasi sengon bambu petung tidak ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya perlakuan kombinasi kemiri bambu petung dengan perlakuan bambu petung dan kombinasi sengon bambu petung menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kemudian untuk perlakuan sengon bambu petung menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dengan perlakuan kombinasi kemiri bambu petung, tapi dengan perlakuan bambu petung tidak ada perbedaan yang signifikan.

3.3. Pengembangan Tebal

Nilai pengembangan tebal menunjukkan penambahan tebal akibat perendaman dalam air selama 24 jam (Wulandari & Amin, 2023).

Tabel 6. Nilai Rata-rata Pengembangan Tebal *Laminated Board* (%)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	3,427	3,152	2,761	3,113ts
P2	1,988	1,637	2,087	1,904ts
P3	3,383	1,839	2,087	2,436ts
Rata-Rata				2,485

Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Pengembangan tebal papan laminasi tertinggi pada P1 sebesar 3,113% dan terendah pada P2 sebesar 1,904 dengan nilai rata-rata sebesar 2,485%. Nilai papan laminasi ini telah memenuhi standar Nilai pengembangan tebal ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 dengan nilai pengembangan tebal $\leq 20\%$. Berbedanya nilai pengembangan tebal tersebut disebabkan oleh kerapatan bahan baku yang berbeda (Wulandari *et.al*, 2023). Hal ini sesuai dengan pernyataan Rahmawati (2021) yang menyatakan bahwa 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. Penyebab lain terjadinya perbedaan tersebut karena perlakuan dan bahan baku yang digunakan dalam penelitian (Mochsin *et.al*, 2014). Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rinasari *et. al.*, (2012) mengenai karakteristik balok laminasi dari batang kelapa dan kayu kemiri dengan nilai kisaran 1,57-1,59% maka termasuk lebih tinggi.

Tabel 7. Hasil ANOVA Pengembangan Tebal *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	2,204	2	1,102	3,865	0,083
Galat	1,711	6	0,285		
Total Koreksi	3,915	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 7. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai

signifikansi 0,083. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

3.5. Penyusutan Tebal

Penyusutan kayu menunjukan proses terjadinya penguapan air di dalam dinding sel di bawah titik jenuh serat (Wulandari et.al, 2023).

Tabel 8. Nilai Rata-rata Penyusutan Tebal (%)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	4,213	3,851	3,237	3,767b
P2	0,581	0,832	1,162	0,858a
P3	0,578	2,739	1,496	1,604a
Rata-Rata				2,077

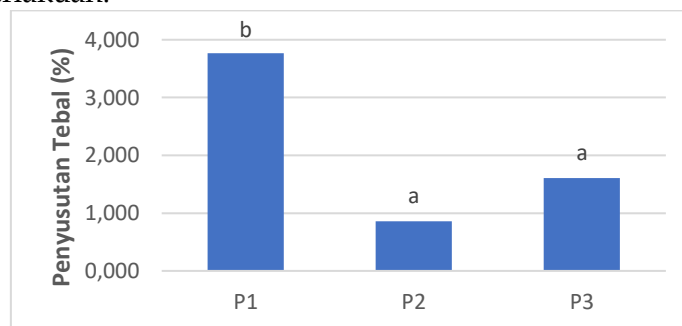
Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Nilai penyusutan papan laminasi tertinggi pada P1 sebesar 3,767% dan terendah pada P2 sebesar 0,858% dengan nilai rata-rata sebesar 2,077%. Perbedaan tersebut karena perbedaan penggunaan bahan baku papan laminasi yang digunakan (Belatrix, 2022). Nilai pengembangan tebal papan laminasi ini telah memenuhi standar standar JAS SE-72007 dengan nilai standar $\leq 14\%$. Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayati *et.al* (2016) pada papan laminasi dari kayu jati unggul sebesar 7,90% dan kayu jati konvensional sebesar 8,50% termasuk lebih rendah.

Tabel 9. Hasil ANOVA Penyusutan Tebal *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	13,694	2	6,847	13,652	0,006
Galat	3,009	6	0,502		
Total Koreksi	16,703	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 9. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,006. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 3. Penyusutan Tebal

Pada diagram di atas dapat dilihat bahwa perlakuan bambu petung dengan kombinasi kemiri bambu petung dan kombinasi sengon bambu petung ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya perlakuan kombinasi kemiri bambu petung dengan perlakuan bambu petung menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi dengan perlakuan sengon bambu petung tidak ada perbedaan yang signifikan. Kemudian untuk perlakuan sengon bambu petung menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dengan perlakuan bambu petung, tapi dengan perlakuan kemiri bambu petung tidak ada perbedaan yang signifikan.

3.5. Modulus of Elasticity

Modulus of Elasticity diperoleh dengan menguji kekuatan lengkung statis dengan mengukur lendutan (*deflection*) di daerah lengkungan bahan saat terjadi pembebanan dan ditunjukkan bila jarak titik pembebanan 1/2 jarak dari tumpuan (Purwanto, D. 2011)

Tabel 10. Nilai Rata-rata *Modulus of Elasticity* (kgf/cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	10851,881	9593,962	11312,097	10585,980b
P2	13019,427	11966,194	13102,571	12696,064c
P3	8525,891	7742,459	8012,528	8093,626a
Rata-Rata				10458,557

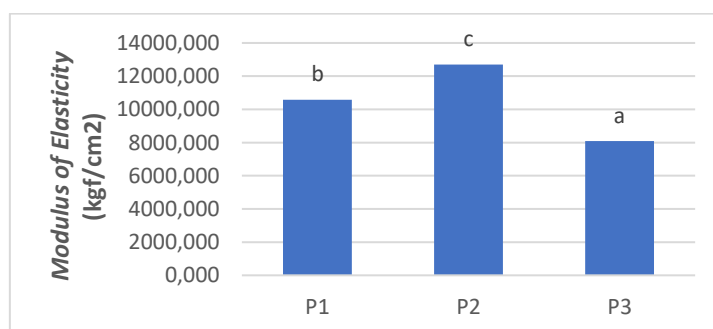
Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Modulus of Elasticity papan laminasi tertinggi pada papan laminasi P2 sebesar 12696,064 kgf/cm² dan terendah P3 sebesar 8093,626 kgf/cm². Nilai MoE papan laminasi ini tidak memenuhi standar 234:2007 dengan nilai MoE minimum 75000 kgf/cm². Nilai MoE papan laminasi dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, susunan bilah laminasi, jenis perekat yang digunakan, jumlah perekat terlabur, variasi tebal bilah, serta penyusunan setiap lapisan laminasi (Belatrix, 2022). Nilai yang MoE tinggi menunjukkan kekakuan bahan yang tinggi untuk dapat menahan tekanan besar tanpa deformasi yang besar (Wulandari, 2021). Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sulastiningsih *et al* (2014) pada bambu komposit menghasilkan nilai MoE sebesar 35389,62 kgf/cm² maka termasuk lebih rendah.

Tabel 11. Hasil ANOVA *Modulus of Elasticity*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	31846718,492	2	15923359,246	35,368	0,000
Galat	2701318,917	6	450219,820		
Total Koreksi	34548037,409	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 11. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap *MoE laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,000. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



Gambar 4. Modulus of Elasticity

Pada diagram di atas dapat dilihat bahwa perlakuan bambu petung dengan kombinasi kemiri bambu petung dan kombinasi sengon bambu petung ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya perlakuan kombinasi kemiri bambu petung dengan perlakuan bambu petung dan kombinasi sengon bambu petung menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kemudian untuk perlakuan sengon bambu petung menunjukkan ada perbedaan yang signifikan dengan perlakuan bambu petung dan perlakuan kemiri bambu petung.

6. *Modulus of Rupture*

Nilai *Modulus of Rupture (MoR)* menunjukkan kemampuan suatu benda menahan beban maksimum hingga benda tersebut patah (Hidayati *et.al*, 2016).

Tabel 12. Nilai Rata-rata *Modulus of Rupture* (kgf/cm²)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
P1	285,673	259,574	318,600	287,949ts
P2	263,514	279,648	284,517	275,893ts
P3	211,537	261,022	243,303	238,621ts
Rata-Rata				267,488

Keterangan : P1 = Bambu Petung, P2 = Kemiri Bambu Petung, P3 = Sengon Bambu Petung

Nilai MoR papan laminasi tertinggi pada P1 sebesar 287,949 kgf/cm² dan terendah pada P3 sebesar 238,621 kgf/cm² dengan nilai rata-rata sebesar 267,488 kgf/cm². Nilai MoR berhubungan erat dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antara bahan baku yg direkat dan bahan perekatnya (Violet & Agustina, 2018). Nilai Mor ini tidak memenuhi JAS 234-2007 yaitu minimal sebesar 300 kgf/cm². Nilai MoR ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriadi *et.al* (2017) tentang laminasi bambu pada papan kayu jabon yang memiliki nilai MoR sebesar 568,5 kgf/cm² maka termasuk lebih rendah.

Tabel 13. Hasil ANOVA *Modulus of Rupture Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	3967,858	2	1983,929	3,664	0,091
Galat	3248,787	6	541,464		
Total Koreksi	7216,645	8			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 13. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap *MoR laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,022. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan laminasi kombinasi Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung dan papan laminasi bambu petung tidak berpengaruh nyata kecuali pada pengujian kadar air, penyusutan tebal dan *MoE* berpengaruh nyata. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika dan mekanika maka papan laminasi kombinasi Kemiri Bambu Petung, Sengon Bambu Petung dan papan laminasi bambu petung masuk dalam kelas kuat III dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat yang terlindungi dan terjadi peningkatan kelas kuat IV menjadi kelas kuat III setelah dikombinasikan dengan bambu petung menjadi papan lamianasi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada pihak program studi kehutan fakultas pertanian serta rekan-rekan penelitian yang sudah berkontribusi dalam penelitian ini baik didanai atau mendapat dukungan.

Daftar Pustaka

- Belatrix (2022). Analisis Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kombinasi Bambu Petung Dan Bambu Ater. *Jurnal Inersia*, 18(1), 1–8.
- Gusmawati, E., Wulandari, F., and Rini, D. (2018). Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Berdasarkan Warna dan Bidang Orientasi Kayu. *Jurnal Belantara* 37(2), 1–8.
- 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*. 10, 2.
- I.M. Sulastiningsih, Surdiding Ruhendi, Muh. Yusram Massijaya, Wayan Darmawan & Adi Santoso. (2014). Pengaruh Komposisi Arah Lapisan Terhadap Sifat Papan Bambu Komposit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(3), 221-234.
- Herawati E, Massijaya, M.Y., Nugroho N. (2008). Karakteristik Balok Laminasi dari kayu Mangium (*Acacia mangium* Willd.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 1, 1-8.
- Hidayati, F., Isti Tamira Fajrin, Muhammad Rosyid Ridho, Widyanto Dwi Nugroho, Sri Nugroho.
- Lestari, D., Ningsih, R. V., And Fahrussiam, F. (2023). Anatomical Properties And Quality Of African Wood Fiber As A Raw. 19(2), 1–5.
- Mochsin, Fadillah H. & Usman Mochsin. (2014). Stabilitas Dimensi Kayu Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Jenis Kayu. *Jurnal Hutan Lestari*. 2(2), 229-241.
- Martawijaya, A., I. Karatsujana, K. Kadir dan S.A. Prawira. (2005). Atlas kayu Indonesia jilid II. Edisi Revisi. Badan Litbang Kehutanan. Dep. Kehutanan. Bogor.
- 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*, 10(2).
- Nugroho, N., Bahtiar, E. T., & Lelono, A. B. (2022). Kekuatan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* Backer ex (The Strength of Betung Bamboo (*Dendrocalamus asper* Backer ex K. Heyne). *Penelitian Hasil Hutan* 40(1), 37–48. DOI: 10.20886/jphh.2022.40.1.37.
- Rahmawati. (2021). Sifat Fisika dan Mekanika Balok Laminasi Industri Meubel. Skripsi. Program Studi Kehutanan. Universitas Mataram.
- Risnasari, Azhar, and A. N. Sitompul. (2012). Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* wild.). *FORESTA Indonesian Journal of Forestry*, 1(2), 79–87.
- Somadona, Sonia, Evi Sribudiani & 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*, 15(2), 53-64.
- Supriadi, Achmad, I.M. Sulastiningsih & Subyakto. (2017). Karakteristik Laminasi Bambu Pada Papan Jabon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(4), 263-272.
- Violet dan Agustina. (2018). Variasi Arah Aksial Batang (Pangkal Dan Ujung) Terhadap Sifat Mekanika Papan Laminasi Kayu Kelapa (*Cocos Nucifera*.L) Dan Kayu Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*.L). *Jurnal Hutan Tropis*, 6(1).
- Widiati, K. Yuli, B. Suprptono, & A. B. Y. Tripratono. (2018). Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Lamina Kombinasi Jenis Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nilsen) dan Jenis Kayu Merbau (*Intsia* Spp.). *Jurnal Hutan Tropis*, 2(2), 93–97.
- Wulandari F.T & Radjali Amin. (2022). Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika*. 17(1), 40-50.
- Wulandari dan Radjali Amin. (2023). Sifat Fisika Papan Laminasi Kombinasi Kayu Sengon dan Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*). *Jurnal Emperiscm*, 4(1), 1-8.
- Wulandari, Dini Lestari dan Ni Putu Ety Lismaya Dewi. (2023). Analisis Pengaruh Jenis Papan, Berat Labur Perekat Dan Interaksinya Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi. *Jurnal Daun*, 10(1), 1-17.
- Wulandari. (2021). Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Papan Laminasi Bambu Petung. *Jurnal Media Bina Ilmiah*, 16(3), 1-8.
- Wulandari, F. T., Amin, R., and Raehanayati, R. (2022). Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 10(1), 75–87. DOI: 10.34312/euler.v10i1.13961
- Wulandari, F. T., Habibi, & Amin, R. (2023). Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi

- Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) dengan Susunan Bilah Ke Arah Lebar. *Jurnal Hutan Tropika*, 18(1), 1–8.
- Wulandari, F. T., Rini, D. S., Wahyuningsih, E., and Lestari, A. T. (2021). Pemanfaatan Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) sebagai Pengganti Kayu. *Media Bina Ilmiah* 1(1), 1–9.
- Yoresta, F. S. (2014). Studi eksperimental perilaku lentur balok glulam kayu pinus (*Pinus merkusii*). *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, 12(1), 33–38