

ANALISIS PENGARUH TEKANAN KEMPA DAN JENIS KOMBINASI TERHADAP NILAI FISIKA MEKANIKA PAPAN LAMINASI

Analysis of The Effect of Compression Pressure and Type of Combination on The Physical Mechanical Values of Laminated Boards

Raehanayati¹², dan Febriana Tri Wulandari^{12*}

¹Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

²Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

ABSTRACT. *This laminated board research combines wood and bamboo. The wood used in this study is rajumas wood and kemiri wood, the bamboo used is petung bamboo. Rajumas and Kemiri as raw materials because they have a light density of 0.26-0.35 and 0.33-0.39. Petung bamboo is used because it has thick and strong stem walls and long fibers. Petung bamboo that meets the requirements for making laminated boards must be 3 to 5 years old from its growth period. The adhesive used in this study uses Polyvinyl Acetate (PVAC) adhesive which has advantages including being clean, having unlimited storage time, and being resistant to microorganisms. This study aims to determine the effect of the type of combination, compression pressure and its interaction on the physical and mechanical properties of laminated boards combined with rajumas wood, petung bamboo and kemiri wood, petung bamboo. The research method used is an experimental method with a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors, four treatments and three replications. Based on the results of the ANOVA test, it shows that the compression pressure has no significant effect on the physical and mechanical properties of the laminated board except for the MoE test which has a significant effect. The type of combination has a significant effect on the physical and mechanical properties. The interaction of compression pressure with the type of combination has no significant effect on the physical and mechanical properties except for the thickness expansion test which has a significant effect. The results of the physical and mechanical properties test of the laminated board show that the compression pressure of 30 N.m with the combination type of petung bamboo rajumas meets the SNI 01-6240-2000 and JAS 234-2007 standard testing standards and is included in class III strength which can be used as a protected heavy construction raw material.*

Keywords: *Laminated board; compression pressure; type of combination; physical and mechanical properties*

ABSTRAK. Penelitian papan laminasi ini mengkombinasikan antara kayu dan bambu. Kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu rajumas dan kayu kemiri, bambu yang digunakan bambu petung. Rajumas dan Kemiri sebagai bahan baku karena memiliki berat jenis ringan yaitu 0.26-0.35 dan 0,33-0.39. Bambu petung digunakan karena memiliki dinding batang yang tebal dan kuat serta serat yang panjang. Bambu petung yang memenuhi syarat pembuatan papan laminasi harus berumur 3 sampai 5 tahun dari masa tumbuhnya. Perekat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perekat *Polyvinyl Acetat* (PVAC) yang memiliki keunggulan antara lain adalah bersih, memiliki waktu penyimpanan tidak terbatas, dan tahan terhadap mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kombinasi, tekanan kempa dan interaksinya terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi kombinasi kayu rajumas bambu petung dan kayu kemiri bambu petung. Metode penelitian yang digunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Berdasarkan hasil uji anova menunjukkan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi kecuali pada pengujian MoE berpengaruh nyata. Jenis kombinasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika. Interaksi tekanan kempa dengan jenis kombinasi tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika kecuali pada pengujian pengembangan tebal berpengaruh nyata. Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan laminasi menunjukkan tekanan kempa 30 N.m dengan jenis kombinasi rajumas bambu petung memenuhi standar pengujian standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007 dan masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi berat yang terlindungi.

Kata kunci: Papan laminasi; tekanan kempa; jenis kombinasi; sifat fisika dan mekanika.

Penulis untuk korespondensi, surel: febriana.wulandari@unram.ac.id

PENDAHULUAN

Kayu merupakan komponen pokok yang digunakan dalam menunjang kehidupan manusia dalam kesehariannya baik untuk keperluan konstruksi, pembuatan prabot rumah tangga dan yang serupa. Dalam konteks ini, untuk memperoleh kayu yang telah diproses dalam dimensi yang besar dan kualitas yang tinggi menjadi tantangan karena penurunan pasokan dari hutan alam. Sementara itu, tuntutan akan bahan baku kayu terus bertambah terutama di sektor konstruksi. Akibatnya, industri per kayu mengalami kesulitan dalam mencari bahan baku untuk mendukung operasionalnya. Membuat produk papan laminasi adalah salah satu upaya dalam mengatasi berbagai permasalahan tersebut. Selain itu, pengembangan material ramah lingkungan sebagai bahan produk laminasi menjadi perhatian dalam bidang konstruksi (Lestari *et al.* 2020). Produk papan laminasi telah banyak dikembangkan sebagai salah satu alternatif bahan substitusi papan solid. Keuntungan dari pemanfaatan papan laminasi antara lain: kemampuan menghasilkan ukuran yang melebihi diameter kayu solid, dapat menggunakan kayu-kayu berdiameter kecil, dapat dibuat berbagai macam variasi susunan lamina, dapat meminimalkan cacat yang dihasilkan oleh kayu solidnya, dan dapat menggunakan kayu-kayu berkualitas rendah sebagai bahan baku (Rofii *et al.*, 2022).

Papan laminasi adalah bahan komposit yang terdiri dari beberapa lapisan material yang direkatkan menggunakan teknik pemanasan dan tekanan. Dalam industri manufaktur, papan laminasi banyak digunakan sebagai bahan dasar untuk produk furnitur, lantai, dan material bangunan lainnya. Kualitas fisika mekanika papan laminasi sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam proses pembuatannya, salah satunya adalah tekanan kempa yang diberikan selama proses pembuatan serta jenis kombinasi bahan yang digunakan pada lapisan-lapisannya (Wulandari *et al.*, 2023).

Penelitian papan laminasi ini mengkombinasikan antara kayu dan bambu. Kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu rajumas dan kayu kemiri, bambu yang digunakan bambu petung. Rajumas dan Kemiri sebagai bahan baku karena memiliki berat jenis ringan yaitu 0.26-0.35 dan 0.33-0.39 (Amin & Wulandari 2023). Bambu petung digunakan karena memiliki dinding batang

yang tebal dan kuat serta serat yang panjang (Belatrix, 2022). Bambu petung yang memenuhi syarat pembuatan papan laminasi harus berumur 3 sampai 5 tahun dari masa tumbuhnya (Wulandari *et al.*, 2022). Perekat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan perekat *Polyvinyl Acetat* (PVAC) yang memiliki keunggulan antara lain adalah bersih, memiliki waktu penyimpanan tidak terbatas, dan tahan terhadap mikroorganisme (Wulandari & Amin, 2022).

Beberapa penelitian terkait papan laminasi telah banyak dilakukan antara lain: Sifat papan laminasi kayu randu (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) dengan variasi pola gergajian lamina dan arah lapisan (Rofii *et al.*, 2022); Analisis kekuatan lentur dan kekuatan tekan balok laminasi bambu petung (*Dendrocalamus asper*) dan serat kelapa sebagai komponen konstruksi kapal (Manik *et al.*, 2022); Analisis sifat mekanik lentur papan laminasi kombinasi bambu petung dan bambu ater (Belatrix, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kombinasi, tekanan kempa dan interaksinya terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi kombinasi kayu rajumas bambu petung dan kayu kemiri bambu petung.

METODE PENELITIAN

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

Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan untuk uji fisika dan Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram untuk uji mekanika. Penelitian dilaksanakan pada bulan januari sampai April 2024.

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut : 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. Desikator berfungsi mengstabilkan suhu 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. Oven berfungsi untuk mengeringkan contoh uji. Clemping (Alat kempa dingin) berfungsi untuk pengempaan papan lamina. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Lem PVAC merk (Rajawali), stik kayu rajumas, kayu kemiri (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).

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor (jenis kombinasi dan tekanan kempa), empat perlakuan dan tiga kali ulangan.

Ukuran Contoh Uji

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)

Parameter Pengujian

Pengujian sifat fisika dan mekanika balok laminasi berdasarkan JAS 234-2007 untuk kayu laminasi lem (JSA 2007). Sifat fisika yang diuji adalah kadar air, kerapatan, perubahan dimensi dan mekanika adalah MoE dan MoR.

Analisis Data

Untuk melihat pengaruh variabel, maka dilakukan analisis keragaman (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0.05$) menggunakan software SPSS. Jika nilai F hitung lebih besar dari F tabel ($P < 0.05$), maka dilakukan uji lanjut D M R T untuk membandingkan selisih nilai parameter dan nilai DMRT yang diperoleh untuk menentukan taraf perlakuan yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Sifat fisika kerapatan kayu menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volume yang dimilikinya (Megawati *et.al*, 2016). Kerapatan kayu berhubungan langsung dengan kekuatannya dimana dinding serat yang tebal dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar sehingga kayu yang berkerapatan tinggi akan lebih kuat, lebih keras dan lebih kaku dibandingkan kayu yang berkerapata lebih rendah (Nurrachmania *et al.*, 2020).

Tabel 1. Nilai Rata-rata Kerapatan

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (gram/cm ³)
	J1	J2	
T1	0,531	0,485	0,508
T2	0,544	0,481	0,512
Rata-Rata (gram/cm ³)	0,538	0,483	0,510

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m.

Tabel 1 menunjukan nilai kerapatan tertinggi pada tekanan T2 (0,512 gr/cm³) dan kombinasi jenis J1 (0,538 gr/cm³). Berdasarkan standar SNI 01-6240-2000 kerapatan papan laminasi masuk dalam standar yaitu sebesar 0,4—0,8 gr/cm³. Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh perbedaan jenis bahan baku dan tekanan kempa. Salah satu faktor mempengaruhi

kerapatan adalah bahan baku yang berbeda (Wulandari *et al*,2022). Hal ini didukung pernyataan Yoresta (2014), yang menyatakan bahwa perbedaan nilai kerapatan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, tebal dinding sel, kadar air, dan proses perekatan. Kerapatan akan berpengaruh terhadap kekuatan kayu dimana semakin besar kerapatan suatu kayu maka akan meningkat pula kekuatan pada kayu

tersebut dan begitu pula sebaliknya (Wulandari & Amin, 2022). Pemadatan bahan baku di bawah tekanan alat kempa mempengaruhi kerapatan. Selain itu, jenis lem juga berdampak pada papan laminasi, dengan daya ikat yang meningkatkan kerapatan sebesar 0,7 hingga 0,8% dengan kadar air 12% (Somadona et al., 2020).

Nilai kerapatan papan laminasi kombinasi kayu rajumas bambu petung dan kayu kemiri

bambu petung bila dibandingkan nilainya dengan penelitian Rahmawati (2021), yaitu sebesar 0,69—0,97 gr/cm³ dan penelitian Gusmawati (2018), dengan nilai rata-rata 0,51—0,83 gr/cm³ termasuk lebih rendah nilai kerapatannya. Nilai kerapatan yang diperoleh masih tinggi jika dibandingkan hasil penelitian (Lestari et al., 2020), dimana nilai kerapatan yang diperoleh dari pembuatan papan laminasi kayu jabon sebesar 0,39 gr/cm³ hingga 0,43gr/cm³.

Tabel 2. Hasil ANOVA Kerapatan

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	6,075E-05	1	6,075E-05	0,202	0,665
Jenis kayu	0,009	1	0,009	29,587	0,001
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	0,000	1	0,000	0,777	0,404
Error	0,002	8	0,000		
Total Koreksi	3,134	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa hanya perlakuan jenis kombinasi yang berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,001. Sedangkan tekanan kempa dan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,665 dan 0,404. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, uji lanjut DMRT

tidak dilakukan karena perlakuan jenis kayu hanya terdapat dua faktor.

Kadar Air

Nilai kadar air menunjukkan banyaknya air yang terkandung dalam kayu atau produk kayu dinyatakan sebagai kandungan air (Wulandari & Latifa, 2022). Kadar air dan kerapatan serat bahan pembentuknya berpengaruh terhadap pembuatan papan laminasi (Sari, 2011). Nilai rata-rata kadar air papan.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Kadar Air

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
T1	14,288	13,199	13,744
T2	14,465	13,449	13,957
Rata-Rata (%)	14,377	13,324	13,850

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m.

Tabel 3 menunjukkan nilai kadar air tertinggi pada tekanan T2 (13,957%) dan kombinasi jenis J1 (14,377%). Bervariasinya kadar air pada kayu karena adanya perbedaan kelembaban contoh uji pada saat penelitian (Purwaningrum, 2020). Nilai kadar air kayu dipengaruhi oleh sifat higroskopis jenis bahan baku, faktor kondisi kayu ditempatkan (suhu

dan kelembapan) dan sifat kayu yang digunakan seperti jumlah pori-pori, tekstur, struktur kayu, kelas kuat, kekerasan, berat jenis, dan sebagainya (Purwanto, 2011). Nilai kadar air papan laminasi kayu sengon dan papan laminasi bambu petung telah memenuhi standar JAS 234:2003 yaitu kurang dari 15%.

Papan laminasi dengan ikatan perekat terbaik pada kadar air 6—14% (Widiati *et al.*, 2018). Perbedaan kadar air antara lamina yang saling bersebelahan tidak boleh melebihi 5% agar distribusi kadar air merata sehingga menghindari tekanan akibat penyusutan dan pengembangan yang menyebabkan

kerusakan pada sambungan (Hadjib *et al.*, 2015). Nilai kadar ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Darwis *et al.* (2014), tentang papan laminasi dari batang kelapa sawit yang memiliki kadar air berkisar antara 12,10%—12,87% maka termasuk lebih tinggi.

Tabel 4. Hasil ANOVA Kadar Air

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	0,137	1	0,137	1,889	0,207
Jenis kayu	3,320	1	3,320	45,794	0,000
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	0,004	1	0,004	0,057	0,818
Error	0,580	8	0,073		
Total Koreksi	2306,022	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 4. menunjukkan bahwa perlakuan tekanan kempa dan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi yang tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,207 dan 0,818. Sedangkan perlakuan jenis kombinasi berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,000. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, uji

lanjut DMRT tidak dilakukan karena perlakuan jenis kayu hanya terdapat dua faktor.

Pengembangan Tebal

Apabila variasi kerapatan kayu mempengaruhi kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air, maka perubahan dimensi menunjukkan adanya variasi kadar air kayu (Wulandari & Latifah, 2022).

Tabel 5. Nilai Rata-rata Pengembangan Tebal

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
T1	2,482	1,904	2,193
T2	1,296	3,401	2,349
Rata-Rata (%)	1,889	2,653	2,271

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m

Tabel 5 menunjukkan nilai pengembangan tebal tertinggi pada tekanan T2 (2,349%) dan kombinasi jenis J2 (2,653%). Nilai pengembangan tebal ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 (JSA 2007) dengan nilai pengembangan tebal $\leq 20\%$. Hal tersebut terjadi karena perbedaan bahan baku yang digunakan pada pembuatan papan laminasi (Wulandari *et al.*, 2022). Perubahan dimensi menunjukan adanya perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan kayu bervariasi antara berbagai jenis pohon dan diantara pohon dari jenis yang sama (Wulandari & Atmaja, 2022).

Tidak adanya komponen tambahan seperti metanol, yang membantu mempercepat penyerapan perekat dan menyebabkan peregangan garis perekat setelah 24 jam perendaman, pengembangan tebal memiliki nilai pengembangan yang rendah (Arifin *et al.*, 2013).

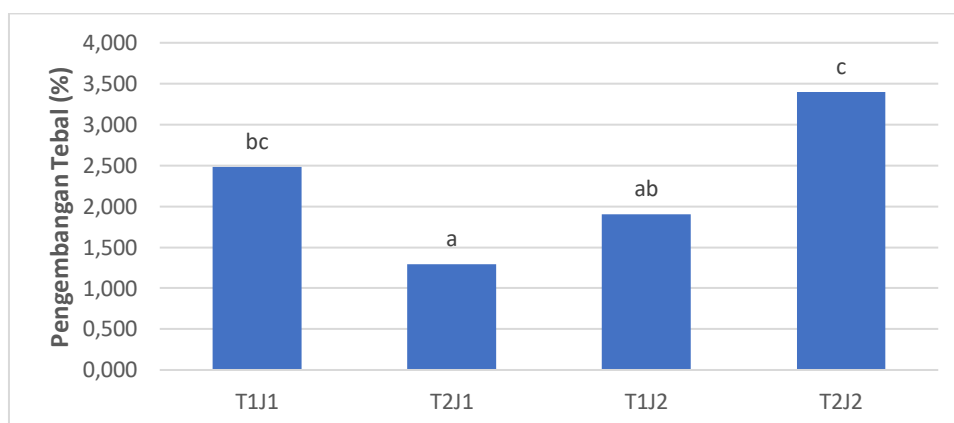
Nilai pengembangan tebal ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Islamiyati (2021), pada papan laminasi kayu rajumas dengan nilai rata-rata pengembangan tebal sebesar 1,71% termasuk tinggi untuk papan laminasi kayu sengon dan lebih rendah untuk papan laminasi bambu petung.

Tabel 6. Hasil ANOVA Pengembangan Tebal

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	0,073	1	0,073	0,256	0,626
Jenis kayu	1,748	1	1,748	6,167	0,038
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	5,403	1	5,403	19,061	0,002
Error	2,268	8	0,283		
Total Koreksi	71,390	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 6. menunjukkan bahwa hanya perlakuan tekanan kempa yang tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,626. Sedangkan perlakuan jenis kombinasi dan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi berpengaruh nyata terhadap

pengembangan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,038 dan 0,002. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, uji lanjut DMRT hanya dilakukan pada perlakuan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kayu karena perlakuan jenis kayu hanya terdapat dua faktor.



Gambar 1. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Interaksi Berat Labur Dengan Jenis kombinasi

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa perlakuan T1J1 hanya dengan perlakuan T2J1 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selanjutnya untuk perlakuan T2J1 hanya dengan perlakuan T1J2 yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kemudian selanjutnya untuk perlakuan T1J2 hanya dengan perlakuan T2J2 yang menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kemudian perlakuan T2J2 menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan hanya dengan perlakuan T1J1.

Penyusutan Tebal

Proses kembang susut dapat menurunkan kualitas kayu yang diakibatkan oleh kadar air yang tidak seimbang (Mochsin *et.al.*, 2014). Tidak seimbangnya kadar air dapat menyebabkan terjadinya proses kembang susut yang sangat berpengaruh terhadap kualitas kayu (Kasmudjo, 2001). 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 (Wulandari *et.al.*, 2023)

Tabel 7. Nilai Rata-rata Penyusutan Tebal

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
T1	2,871	0,858	1,865
T2	2,646	0,996	1,821
Rata-Rata (%)	2,759	0,927	1,843

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m.

Tabel 7 menunjukkan nilai penyusutan tebal tertinggi pada tekanan T1 (2,349%) dan kombinasi jenis J1 (2,653%). Perbedaan tersebut karena perbedaan penggunaan bahan baku papan laminasi yang digunakan (Belatrix, 2022). Penekanan yang besar pada tekanan kempa ini banyak menyebabkan terjadinya pengaliran bahan perekat ke sisi balok laminasi terutama pada bagian ujung sewaktu perekat masih belum mengeras. Pengaliran sisi ini paling banyak mempengaruhi kekuatan rekatan pada ujung balok, sehingga pada beberapa benda uji pelepasan perekat pada ujung balok lebih banyak terjadi (Wulandari *et.al*, 2022).

Berdasarkan Standar SNI 03-2105-2006 maka nilai penyusutan tebal papan laminasi kayu bayur tidak memenuhi standar (6,5%—9,5%). Banyaknya keberadaan jumlah air bebas yang terdapat pada suatu bahan penyusun laminasi maka untuk mencapai kadar air titik jenuh serat juga semakin besar yang akan berpengaruh terhadap stabilitas dimensi bahan penyusun tersebut (Sari, 2011). Nilai rata-rata penyusutan tebal papan laminasi pada penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian Islamati (2021) pada papan laminasi kayu rajumas dengan nilai rata-rata sebesar 5,91% maka lebih rendah.

Tabel 8. Hasil ANOVA Penyusutan Tebal

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	0,006	1	0,006	0,021	0,888
Jenis kayu	10,060	1	10,060	38,137	0,000
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	0,099	1	0,099	0,375	0,557
Error	2,110	8	0,264		
Total Koreksi	53,038	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan tekanan kempa dan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi yang tidak berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,888 dan 0,557. Sedangkan perlakuan jenis kombinasi berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,000. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, uji lanjut DMRT tidak dilakukan

karena perlakuan jenis kombinasi hanya terdapat dua faktor.

Modulus of Elasticity

Pengujian *Modulus of Elasticity* bertujuan untuk mengetahui apakah kayu dapat menahan tekanan beban yang bekerja tanpa mengalami perubahan bentuk (Wulandari *et al*, 2022).

Tabel 9. Nilai Rata-rata *Modulus of Elasticity*

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (kgf/cm ²)
	J1	J2	
T1	11308,157	12696,064	12002,111
T2	9532,366	11330,784	10431,575
Rata-Rata (kgf/cm ²)	10420,262	12013,424	11216,843

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m

Nilai *MoE* papan laminasi tertinggi pada tekanan T1 12002,111kgf/cm² dengan jenis kombinasi J2 12013,424 kgf/cm². Nilai *MoE* ini telah memenuhi standar JAS 234: 2007 yang mensyaratkan nilai *MoE* minimal 75.000 kgf/cm². Nilai *MoE* papan laminasi ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriadi *et.al* (2017) pada papan laminasi bambu pada papan kayu jabon dengan nilai sebesar 86261 kgf/cm² maka termasuk lebih rendah tetapi lebih tinggi bila

dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Wulandari & Amin (2023) pada kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 8673, 63 kgf/cm² termasuk lebih tinggi. Nilai *MoE* dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, susunan bilah laminasi, tekanan kempa, jenis perekat yang digunakan, jumlah perekat terlabur, variasi tebal bilah, serta penyusunan setiap lapisan laminasi (Belatrix, 2022).

Tabel 10. Hasil ANOVA *Modulus of Elasticity Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	7399746,841	1	7399746,841	7,573	0,025
Jenis kayu	7614501,847	1	7614501,847	7,793	0,024
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	126389,666	1	126389,666	0,129	0,728
Error	7817068,852	8	977133,607		
Total Koreksi	1532768420,111	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 10. menunjukkan bahwa perlakuan tekanan kempa dan jenis kombinasi yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Elasticity* papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,025 dan 0,024. Sedangkan perlakuan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Elasticity* papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,728. Meskipun ada perlakuan yang

signifikan, uji lanjut DMRT tidak dilakukan karena perlakuan tekanan kempa dan jenis kombinasi hanya terdapat dua faktor.

Modulus of Rupture

Pengukuran *Modulus of Rupture* (MoR) untuk mengetahui seberapa kuat kayu dalam menahan gaya yang diberikan kepadanya (Risnasari *et al.*, 2012).

Tabel 11. Nilai Rata-rata *Modulus of Rupture Laminated Board*

Tekanan Kempa	Jenis Kayu		Rata-Rata (kgf/cm ²)
	J1	J2	
T1	318,244	275,893	297,068
T2	334,448	265,920	300,184
Rata-Rata (kgf/cm ²)	326,346	270,906	298,626

Keterangan : J1 = Rajumas Bambu Petung, J2 = Kemiri Bambu Petung, T1 = Tekanan Kempa 20 N.m, T2 = Tekanan Kempa 30 N.m

MoR papan laminasi dengan tekanan kempa tertinggi T2 (300,184 kgf/cm²) jenis kombinasi tertinggi J1 (326,346 kgf/cm²). *MoR* ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 minimal 300 kgf/cm² tetapi untuk papan laminasi kombinasi kemiri bambu petung belum memenuhi standar. Penelitian ini bila

dibandingkan dengan yang dilaksanakan 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 tetapi bila dibandingkan dengan Wulandari & Amin (2022) pada kombinasi kayu sengon dan bambu petung dengan nilai *MoR*

sebesar 230,23 kgf/cm² maka termasuk lebih tinggi. *MoR* berkaitan erat dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat antara bahan yang direkat dan bahan perekat dimana semakin tinggi kadar air maka

akan menurunkan keteguhan patah pada balok laminasi dan bila kerapatan semakin tinggi maka keteguhan patahnya akan semakin tinggi (Widiati et al, 2018).

Tabel 12. Hasil ANOVA *Modulus of Rupture Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Tekanan Kempa	29,119	1	29,119	0,069	0,800
Jenis kayu	9220,614	1	9220,614	21,737	0,002
Tekanan Kempa * Jenis Kayu	513,953	1	513,953	1,212	0,303
Error	3393,539	8	424,192		
Total Koreksi	1083287,677	12			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 12. menunjukkan bahwa hanya perlakuan jenis kombinasi yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,002. Sedangkan perlakuan tekanan kempa dan interaksi antara tekanan kempa dengan jenis kombinasi tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture* papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,800 dan 0,303. Namun, perlakuan jenis kombinasi tidak perlu dilakukan uji lanjut DMRT karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji anova menunjukan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi kecuali pada pengujian *MoE* berpengaruh nyata. Jenis kombinasi berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika. Interaksi tekanan kempa dengan jenis kombinasi tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika kecuali pada pengujian pengembangan tebal berpengaruh nyata. Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan laminasi menunjukan tekanan kempa 30 N.m dengan jenis kombinasi rajumas bambu petung memenuhi standar pengujian standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007 dan masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi berat yang terlindungi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, R., & Wulandari, F. T. 2023. Kombinasi Kayu Rajumas dan Bambu Petung Sebagai Produk Papan Laminasi. *Empiricism Journal*, 4(1), 1–10.
- Arifin, F., Parlindungan Manik, S. J. S. 2017. Analisa Pengaruh Suhu Kempa Dan Waktu Kempa Terhadap Kualitas Balok Laminasi Bambu Petung Untuk Komponen Konstruksi Kapal Kayu. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(4), 1–12.
- Belatrix. 2022. Analisis Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kombinasi Bambu Petung Dan Bambu Ater. *Jurnal Inersia*, 18(1), 1–8.
- Darwis, Atmawi, Massijaya, M. Y., Nugroho, N., & Alamsyah, E. M. 2014. Karakteristik Glulam dari Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, Vol. 12(2), pp: 157-168.
- 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.
- Hadjib, N., Abdurachman, & Basri, E. 2015. Karateristik Fisis dan Mekanis Glulam Jati, Mangium dan Trembesi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(2), 105–114.
- Hadjib, N., Abdurachman, & Basri, E. 2015. Karateristik Fisis dan Mekanis Glulam Jati, Mangium dan Trembesi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(2), 105–114.

- Hanafiah, K. 2016. Rancangan Percobaan. PT. Raja Grafindo Persada.
- Kasmudjo. 2001. Pengantar Teknologi Hasil Hutan Bagian V Papan Tiruan Lain. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjadara.
- Lestari, A. S. R. D., Muin, M., & Idiahsut. 2020. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Laminasi Menggunakan Pengawet Alami Buah Berenuk (*Crescentia cujete*).
- Manik P, Samuel S, Tuswan T, Jokosisworo S, Nadapdap RK. 2022. Mechanical Properties of Laminated Bamboo Composite as A Sustainable Green Material For Fishing Vessel: Correlation Of Layer Configuration In Various Mechanical Tests. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials* 31(1): 673–690. De Gruyter Open Ltd.
- Megawati, F., Usman, & Tavita, G. 2016. Physical and Mechanical Properties of Wood Gerunggang (*Cratogeomys arborescens* Bl) Densified by Time Steaming and Pressing Time. *Journal of Sustainable Forests*, 4(2), 163–175.
- Mochsin, & Usman, F. H. 2014. Stabilitas dimensi berdasarkan suhu pengeringan dan jenis kayu. *Jurnal Hutan Lestari*, Vol 2 (2), pp: 229–241.
- Nurrachmania, M., Rozalina, & Sidabukke, S. 2020. Kualitas Laminasi Kayu Akasia (*Acacia mangium*) Menggunakan Perekat Isosianat. *Jurnal Menara Ilmu*, 14(2), 1–11.
- Purwanto, D. 2011. Pembuatan Balok Dan Papan Dari Limbah Industri Kayu. Balai Riset Dan Standardisasi Industri Banjarbaru. *Jurnal Riset Industri*, 5, 13–20.
- Rahmawati, 2021. Sifat Fisika dan Mekanika Balok Laminasi Industri Meubel. Skripsi. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.
- Risnasari I., Azhar I., & Sitompul N., A. 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.
- Rofii, M. N., Prasetyo, V. E., Listyanto, T., Primaningtyas, A., Suranto, Y., Prayitno, T. A., & Widyorini, R. 2022. Sifat Papan Laminasi Kayu Randu (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) dengan Variasi Pola Gergajian Lamina dan Arah Lapisan. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 16(1), 101–107.
- Sari, R. J. (2011). Karakteristik Balok Laminasi dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielson), Manii (*Maesopsis eminii* Wild.) dan Akasia (*Acacia mangium* Engl.). In *Institut Pertanian Bogor*.
- Somadana, S., Sribudiani, E., & Valencia, D. E. 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(2), pp: 53–64.
- Supriadi, Achmad, I.M. Sulastiningsih & Subyakto. 2017. Karakteristik Laminasi Bambu Pada Papan Jabon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 35 No. 4.
- Widiati, Yuli, K., Suprpto, B., & Tripratono, A. B. Y. 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 & Radjali Amin. 2022. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika* Vol. 17 No. 1 Hal 1-11.
- Wulandari dan Radjali Amin, 2023. Sifat Fisika Papan Laminasi Kombinasi Kayu Sengon dan Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*). *Jurnal Emperiscm* Vol. 4, No 1, hal 1-8.
- Wulandari F. T., Lestari, D., & Dewi, N. P. E. L. 2023. Analisis Pengaruh Jenis Papan, Berat Labur Perekat Dan Interaksinya Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi. *Jurnal Daun*, 10(1), 97-113.
- 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*, Vol. 10 No. 1, hal 1-17.
- Wulandari, F., & Amin, R. 2022. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika*, 17(1).
- Wulandari, F. T., & Latifah, S. 2022. Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Bayur (*Pterospermum diversifolium*) Sebagai Bahan Substitusi Papan Solid. *Jurnal Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, Vol. 17(2), pp: 1-15.

- Wulandari, F. T., & Amin, R. 2022. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika*, Vol. 17 (1), pp: 114-124.
- 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, Febriana Tri, Amin, R., & Atmaja, I. G. D. (2022). Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb). *Jurnal Media Bina Ilmiah*, 16(9), 1–10.
- Yoresta, F. S. (2014). Studi eksperimental perilaku lentur balok glulam kayu pinus (*Pinus merkusii*). *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. 12(1), 33–38.