

# The Effect of Felt Pressure and Adhesive Lath Weight on The Physical and Mechanical Properties of The Combination of Petung Bamboo and Sengon Laminated Boards

Febriana Tri Wulandari<sup>1\*</sup>, Radjali Amin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

<sup>2</sup>Pasca Sarjana Institute Teknologi Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia;

## Article History

Received : February 02<sup>th</sup>, 2023

Revised : March 10<sup>th</sup>, 2023

Accepted : March 20<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author:

**Febriana Tri Wulandari**,  
Program Studi Kehutanan,  
Fakultas Pertanian, Universitas  
Mataram, Mataram, Nusa  
Tenggara Barat, Indonesia;  
Email:  
[febriana.wulandari@unram.ac.id](mailto:febriana.wulandari@unram.ac.id)

**Abstract:** Sengon wood as a construction material has several weaknesses, namely its specific gravity of 0.33 which is included in the light specific gravity (0.29-0.56) with a strong class III-IV. To increase the strength of sengon wood by making sengon wood into laminated boards combined with bamboo laminates. The aim of this study was to examine the effect of labor weight, compression pressure and their interactions on the physical and mechanical properties of the laminated boards of a combination of sengon wood and petung bamboo and to determine the strength class of the laminated boards based on their physical and mechanical properties. The research method used was the experimental method with a factorial Completely Randomized Design (CRD) experiment with 2 factors with 4 treatments and 3 replications. Based on the results of the study, it can be concluded that labor weight, felt pressure and their interactions have no significant effect on the physical properties of the laminated board combination of sengon wood and petung bamboo while the mechanical properties have a significant effect. All tests of physical and mechanical properties comply with SNI 01-6240-2000 and JAS 234-2007 standards. Based on the results of testing the physical and mechanical properties, the laminated board combination of sengon wood and petung bamboo is included in the strength class III which can be used for protected heavy construction.

**Keywords:** bamboo, effect of labor weight, laminated board, sengon.

## Pendahuluan

Terbatasnya cadangan kayu terutama yang berasal dari hutan alam mendorong pemerintah untuk mulai mengembangkan jenis-jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing*) sebagai salah satu solusi untuk untuk memenuhi pasokan kebutuhan kayu. Salah satu jenis kayu cepat tumbuh adalah kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*). Pohon sengon bisa mencapai ketinggian 30 sampai 45 cm dengan diameter batang bisa mencapai 70 sampai 80 cm. Tekstur kayu sengon agak halus sampai kasar dan setelah digergaji permukaan kayu sengon berserabut. Hal ini disebabkan perubahan ukuran diameter tangensial pori yang nyata dari kayu normal ke kayu tension. Batang sengon biasanya digunakan dalam bentuk kayu

olahan berupa bahan baku pembuat kertas, batang pelapis pensil, konstruksi bangunan ringan, batang korek api, mebel, kayu lapis, kerajinan, dan keperluan pembuatan alat music (Widjaya *et al.*, 2017).

Kayu sengon sebagai bahan konstruksi memiliki beberapa kelemahan yaitu berat jenisnya 0,33 masuk dalam berat jenis ringan (0,29 - 0,56) dengan kelas kuat III-IV. Berdasarkan kelemahan tersebut maka kayu sengon tidak layak digunakan sebagai bahan konstruksi karena masuk dalam kelas kuat yang rendah. Untuk meningkatkan kekuatan kayu sengon dengan cara membuat kayu sengon menjadi papan laminasi (*laminated board*) yang dikombinasikan dengan laminasi bambu. Bambu memiliki kekuatan yang tinggi dan juga memiliki

nilai dekoratif yang indah karena memiliki corak serat yang unik pada bagian buku dan ruas. Pada penelitian ini bambu yang akan digunakan adalah bambu petung. Bambu petung dapat dibuat papan laminasi karena memiliki dinding batang tebal (10 mm-30 mm), dinding batang yang tebal akan menghemat penggunaan perekat. Syarat pembuatan papan laminasi bambu yaitu berbatang lurus, usia 3 sampai 5 tahun dan tidak terserang hama penyakit (Wulandari *et al*, 2022).

Penelitian terdahulu tentang papan laminasi kayu dengan pelapis papan laminasi bambu telah dilakukan oleh Supriadi *et al* (2017) dengan menggunakan kayu jabon dan bambu andong dan bambu mayan mampu meningkatkan kelas kuat menjadi kelas kuat III. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas papan laminasi adalah berat labur dan tekanan kempa. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat pengaruh berat labur, tekanan kempa serta interaksinya terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung serta menentukan kelas kuat papan laminasi berdasarkan sifat fisika dan mekanikanya.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai September 2022.

### Metode penelitian

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

### Alat dan bahan penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Clamping (Alat kempa dingin) berfungsi untuk pengempaan papan lamina agar benda yang direkat dengan perekat dapat saling berkeatan dan memperkuat perekatan. 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 untuk menstabil suhu contoh uji. Oven berfungsi untuk mengeringkan kadar air contoh uji.

Kaliper berfungsi untuk mengukur dimensi kayu. Meteran berfungsi untuk mengukur panjang contoh uji. Mesin serut (*Planner*) berfungsi menyerutkan permukaan contoh uji agar menjadi halus. Mesin pemotong berfungsi untuk memotong kayu menjadi sortimen-sortimen kayu sesuai ukuran. 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 merk Rajawali, kayu sengon dan bambu petung.

## Rancangan percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor dan 4 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Tabulasi rancangan percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabulasi rancangan percobaan

Perlakuan		Ulangan		
Tekanan kempa	Berat labur perekat(B)	U1	U2	U3
T1	B1	T1B1U1	T1B1U2	T1B1U3
	B2	T1B2U1	T1B2U2	T1B2U3
T2	B1	T2B1U1	T2B1U2	T2B1U3
	B2	T2B2U1	T2B2U2	T2B2U3

Keterangan:

B1= berat labur 150 gr/cm<sup>2</sup> tekanan kempa 20 Nm

B2= berat labur 200 gr/cm<sup>2</sup> Nm

U1= Ulangan 1

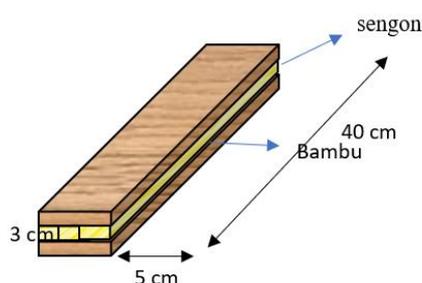
U2= Ulangan 2

U3= Ulangan 3

## Prosedur penelitian

Persiapan bahan baku meliputi langkah-langkah sebagai berikut: kayu sengon dan bambu petung dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan selanjutnya dikering udarkan selama 1 bulan. Setelah kering udara dilakuka penyerutan permukaan kayu sengon dan bambu petung serta dilakukan pengamplasan mendapatkan permukaan yang halus. Sortimen kayu dioven pada suhu 60°C selama 2 hari 24 jam untuk menyeragamkan kadar air pada masing-masing sortimen kayu. Setelah semua bahan kayu sengon dan bambu telah siap

dilakukan proses perakitan dengan menggunakan perekat. Kayu sengon disusun sebagai face dan back sementara untuk core bambu petung kemudian dilakukan pengkleman atau pengempaan dingin selama 24 jam dengan tekanan kempa kempa 20 Nm dan 30 Nm. Pola penyusunan kayu sengon bambu petung dapat dilihat pada gambar 1. Setelah selesai perakitan menjadi papan dilakukan pengkondisian selama 7 hari untuk menyeragamkan kadar air sebelum dilakukan pengujian sifat fisika dan mekanika.



**Gambar 1.** Pola penyusunan kayu sengon bambu petung

### Pembuatan contoh uji

Sifat fisika laminasi diuji menurut JAS 234-2007 untuk kayu laminasi lem (JSA 2007). Papan laminasi dibuat contoh uji dengan ukuran sebagai berikut: pengujian kerapatan dan kadar air (4 cm x 4 cm x 3 cm), perubahan dimensi (4 cm x 4 cm x 3 cm), MoE dan MoR (5 cm x 3 cm x 45 cm).

### Analisis data

Data yang diperoleh, dilakukan analisis keragaman (ANOVA) untuk mengetahui apakah hasilnya berbeda nyata atau tidak dengan menggunakan program SPSS 24 pada taraf signifikansi 5 %.

### Hasil dan Pembahasan

#### Kerapatan

Kerapatan dapat memberikan gambaran kondisi suatu bahan untuk menahan beban mekanik dan merupakan sifat fisis suatu bahan bangunan (Wulandari *et.al*, 2022). Nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu ditampilkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai Rata-rata Kerapatan *Laminated Board*

Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (gram/cm <sup>3</sup> )
	T1	T2	
B1	0,49	0,45	0,47
B2	0,50	0,47	0,48
<b>Rata-Rata (gram/cm<sup>3</sup>)</b>	0,50	0,46	<b>0,50</b>

Nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 0,48 gram/cm<sup>3</sup> dengan kisaran kerapatan antara 0,45 - 0,50 gram/cm<sup>3</sup>. Nilai kerapatan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu telah memenuhi standar SNI 01-6240-2000 yaitu sebesar 0,40–0,80 g/cm<sup>3</sup>. Berat labur B1 memiliki kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan berat labur B2 sementara untuk tekanan kempa kerapatan tertinggi pada tekanan kempa T1 dibandingkan dengan tekanan kempa T2. Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2020) pada papan laminasi kayu jabon dengan kerapatan 0.39-0.43 g/cm<sup>3</sup> maka nilai lebih tinggi.

Nilai kerapatan bervariasi dipengaruhi oleh adanya lapisan perekat dan terjadinya pemadatan bahan kayu lamina akibat proses pengempaan serta jenis kayu (Malik dan Santoso, 2005). Kekuatan ikatan perekat pada kayu akan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan kerapatan kayu pada kisaran 0,7-0,8 gr/cm<sup>3</sup> (kadar air 12%) (Nurrachmania, 2020). Bila diatas kisaran tersebut maka kekuatan rekat akan mengalami penurunan. Hal itu sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurrachmania *et al.*, (2020) pada papan laminasi kayu akasia mengalami peningkatan kerapatan setelah dilakukan pelaburan perekat dari 0,61 menjadi 0,65-0,78 gr/cm<sup>3</sup>.

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 berkerapatan lebih rendah (Nurrachmania *et al.*, 2020). Semakin kuat kayu maka semakin kuat juga ikatan rekatannya (Wulandari & Atmaja, 2022).

**Tabel 3.** Hasil ANOVA Kerapatan *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,000	1	0,000	0,190	0,675
Tekanan Kempa	0,003	1	0,003	3,000	0,121
Berat Labur * Tekanan Kempa	0,00	1	0,00	0,09	0,77
Error	0,01	8	0,00		
<b>Total Koreksi</b>	<b>2,77</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 3. menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur, tekanan kempa dan interaksi antara berat labur dengan tekanan kempa berturut-turut 0,67, 0,12, dan 0,77 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu untuk dilakukan. Hasil ini sesuai dengan Komariah *et al.*, (2015) yang menyatakan tidak menemukan pengaruh yang signifikan dari tekanan kempa dan berat labur perekat pada kerapatan balok laminasi yang dihasilkan.

#### Kadar Air

Kemampuan kayu untuk menyerap dan melepaskan air tergantung pada keadaan lingkungan, suhu dan kelembaban udara disekelilingnya. Nilai rata-rata kadar air papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 14,26% dengan nilai kisaran antara 13,70-14,81% (Tabel 4). Nilai tersebut menunjukkan kadar air dari papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung telah memenuhi standar JAS SE-7 2003 dengan nilai  $\leq 14\%$ . Nilai rata-rata kadar air *Laminated Board* dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Rata-rata Kadar Air *Laminated Board*

Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (%)
	T1	T2	
B1	14,02	14,46	14,26
B2	13,70	14,81	14,27
<b>Rata-Rata (%)</b>	<b>13,86</b>	<b>14,65</b>	<b>14,26</b>

Nilai kadar air papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung masih dalam kisaran kadar air maksimum sehingga perekat bisa masuk ke dalam rongga dan sel kayu. Ikatan perekatan yang baik terjadi pada tingkat kadar air 6-14%. Penggabungannya air yang banyak terdapat dalam kayu akan menghambat ikatan dari cairan perekat. Ketika perekat diaplikasikan pada kayu kering (KA 5%) kayu akan menyerap air dari perekat dengan cepat. Jika jumlah air dalam perekat lebih sedikit dari jumlah air dalam kayu kering, kayu akan banyak menyerap air dan membentuk lapisan perekat sebelum kayu yang direkat menyatu (Nurrachmania *et al.*, 2020).

Kadar air tertinggi pada berat labur B2 dan terendah pada B1 sementara untuk tekanan kempa kadar air tertinggi pada tekanan kempa T2 dan terendah pada T1. Kadar air yang tinggi akan menurunkan efek perekat dan akan menyebabkan meningkatnya absorpsi kayu yang tinggi serta ikatan jadi lemah (Risnarsi *et al.*, 2012). Kadar air papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Yasin (2015) menggunakan bambu petung dengan perekat PVAc dan variasi besar tekanan pengempaan dengan kadar air rata-rata 12,52% maka nilainya lebih tinggi. Faktor-faktor yang menentukan kadar air suatu produk laminasi adalah jenis perekat, perlakuan pendahuluan, ketebalan laminasi, berat jenis jumlah lapisan laminasi, berat labur, kandungan air perekat dan prosedur yang digunakan dalam proses perekatan (Wulandari *et al.*, 2022).

**Tabel 5.** Hasil ANOVA Kadar Air *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	2,803E-05	1	2,803E-05	0,00	0,99
Tekanan Kempa	1,872	1	1,87	13,19	0,01
Berat Labur * Tekanan Kempa	0,305	1	0,30	2,15	0,18
Error	1,136	8	0,14		
<b>Total Koreksi</b>	<b>2442,698</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 5. menunjukkan bahwa hanya perlakuan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap kadar air *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi jenis kayu 0,01. Sedangkan perlakuan berat labur dan interaksi antara berat labur dengan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,99 dan 0,18. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, akan tetapi uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hal ini sesuai dengan penelitian Wulandari & Amin (2022), menyatakan tidak ada pengaruh yang signifikan dari tekanan kempa dan berat labur perekat pada kadar air papan laminasi.

### Pengembangan tebal

Terjadinya perubahan dimensi menunjukkan adanya perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan kayu (Wulandari & Latifah, 2022). Nilai rata-rata pengembangan tebal papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung ditampilkan pada tabel 6.

Nilai rata-rata pengembangan tebal papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 3,18 dengan nilai kisaran antara 2,08-4,15%. Nilai pengembangan tebal papan

laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal  $\leq 20\%$ . Pengembangan tebal tertinggi pada berat labur B1 dan tekanan kempa tertinggi pada T2. Nilai pengembangan tebal ini bila dibandingkan dengan penelitian tentang papan laminasi kayu bayur yang dilakukan oleh Wulandari & Latifah (2022) dengan nilai pengembangan sebesar 1,60% maka termasuk lebih tinggi.

**Tabel 6.** Nilai rata-rata pengembangan tebal *Laminated Board*

Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (%)
	T1	T2	
B1	2,44	4,15	3,29
B2	2,08	4,04	3,06
<b>Rata-Rata (%)</b>	<b>2,26</b>	<b>4,09</b>	<b>3,18</b>

Rendahnya nilai pengembangan disebabkan karena tidak adanya bahan tambahan seperti methanol yang berfungsi menambah daya serap terhadap perekat. Jenis perekat PVAC yang digunakan pada papan laminasi termasuk jenis perekat interior yang tidak tahan suhu dan kelembaban yang tinggi sehingga saat dilakukan perendaman selama 24 jam terjadi peregangannya pada garis perekatnya yang mengakibatkan rendahnya nilai pengembangan (Susanto, 2013).

**Tabel 7.** Hasil ANOVA Pengembangan Tebal *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,15	1	0,15	0,229	0,64
Tekanan Kempa	10,11	1	10,12	14,88	0,00
Berat Labur * Tekanan Kempa	0,05	1	0,05	0,07	0,80
Error	5,43	8	0,679		
<b>Total Koreksi</b>	<b>136,920</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 7. menunjukkan bahwa hanya perlakuan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi jenis kayu 0,005. Sedangkan perlakuan berat labur dan interaksi antara berat labur dengan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,645 dan 0,800. Meskipun ada perlakuan yang signifikan, akan tetapi uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan

karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Wulandari & Amin (2022) bahwa tidak pengaruh yang signifikan antara berat labur dan tekanan kempa terhadap pengembangan tebal papan laminasi.

### Penyusutan tebal

Tidak seimbangnya kadar air dapat menyebabkan terjadinya proses kembang susut yang berpengaruh terhadap mutu kayu (Mochsin

*et al.*, 2014). Nilai rata-rata penyusutan tebal papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung ditampilkan pada tabel 8.

**Tabel 8.** Nilai rata-rata penyusutan tebal *Laminated Board*

Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (%)
	T1	T2	
B1	1,60	2,34	1,97
B2	2,19	1,77	1,98
<b>Rata-Rata (%)</b>	1,90	2,06	<b>1,98</b>

Nilai rata-rata pengembangan tebal kayu sengon dan bayur sebesar 1,98% dengan kisaran antara 1,60-2,34%. Berdasarkan standar JAS 234-2007 (JSA 2007) maka papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung telah

memenuhi syarat nilai pengembangan tebal  $\leq 20\%$ . Nilai penyusutan tebal ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Wulandari *et al.*, (2022) pada papan laminasi kayu bayur dan sengon sebesar 2,02% maka termasuk lebih tinggi.

Perbedaan nilai tersebut disebabkan oleh perbedaan kerapatan jenis kayu yang digunakan. Hal ini didukung oleh pernyataan Ginting (2012) yang menyatakan bahwa perubahan dimensi merupakan tanda adanya perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan kayu dimana kerapatan kayu bervariasi antara berbagai jenis pohon dan di antara pohon dari jenis yang sama.

**Tabel 9.** Hasil ANOVA Penyusutan Tebal *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,00	1	0,00	0,000	0,99
Tekanan Kempa	0,07	1	0,07	0,11	0,74
Berat Labur * Tekanan Kempa	1,02	1	1,02	1,55	0,25
Error	5,24	8	0,65		
<b>Total Koreksi</b>	<b>53,26</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 9. menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur, tekanan kempa dan interaksi antara berat labur dengan tekanan kempa berturut-turut 0,988, 0,744 dan 0,248. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu untuk dilakukan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Islamiyati (2021) bahwa tidak ada pengaruh signifikans antara berat labur dan tekanan kempa terhadap penyusutan tebal papan laminasi yang dihasilkan.

### Modulus of Elasticity (MoE)

Modulus of Elasticity merupakan kemampuan kayu dalam menahan tekanan dari beban yang bekerja tanpa adanya perubahan bentuk dan volume yang tetap atau tidak pada benda uji. Nilai rata-rata MoE papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung ditampilkan pada tabel 3.

Nilai rata-rata MoE papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 8673, 63 kgf/cm<sup>2</sup> dengan kisaran antara

7089,807-10164,606 kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai MoE ini telah memenuhi standar JAS 234: 2007 yang mensyaratkan nilai *MoE* minimal 75.000 kgf/cm<sup>2</sup>. Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Violet dan Agustina (2018) pada papan laminasi kayu kelapa dan nangka dengan nilai MoE berkisar antara 44548,9-68253,3 kgf/cm<sup>2</sup> maka nilai MoE papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung termasuk rendah tetapi bila dibandingkan dengan tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Arifin *et al* (2017) nilai MoE balok laminasi bambu sebesar 1361,626 kgf/cm<sup>2</sup> lebih tinggi.

**Tabel 10.** Nilai Rata-rata *Modulus of Elasticity Laminated Board*

Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (kgf/cm <sup>2</sup> )
	T1	T2	
B1	8093,63	9346,48	8720,05
B2	10164,61	7089,81	8627,21
<b>Rata-Rata (%)</b>	9129,12	8218,14	<b>8673,63</b>

MoE pada berat labur B1 lebih tinggi daripada berat labur B2 demikian pula MoE dengan tekanan kempa T1 lebih tinggi dari T2.

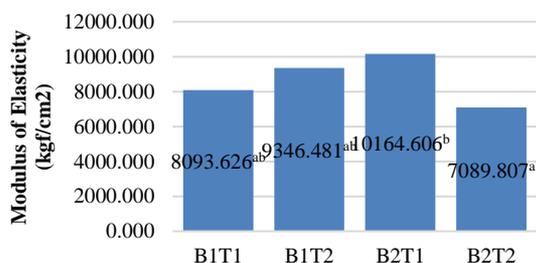
Jumlah perekat yang semakin banyak akan meningkatkan sifat kekakuan kayu laminasi karena perekat ini berperan penting dalam memperkuat kayu laminasi yang dihasilkan

(Persson & Wogelberg 2011). Faktor yang mempengaruhi kualitas papan laminasi antara lain adalah bahan baku, berat labur, proses pengeleman dan pengempaan (Wulandari, 2021).

**Tabel 11.** Hasil ANOVA *Modulus of Elasticity Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	25861,52	1	25861,52	0,01	0,91
Tekanan Kempa	2489609,33	1	2489609,33	1,28	0,29
Berat Labur * Tekanan Kempa	14046441,96	1	14046441,96	7,20	0,03
Error	15599317,97	8	1949914,75		
<b>Total Koreksi</b>	<b>934943577,74</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 11. menunjukkan bahwa hanya perlakuan interaksi berat labur dengan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Elasticity laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,028. Sedangkan perlakuan berat labur dan tekanan kempa tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Elasticity laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,911 dan 0,291. Adanya salah satu perlakuan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut DMRT.



**Gambar 2.** Hasil Uji Lanjut DMRT

**Perlakuan interaksi berat labur dengan tekanan kempa *Laminated Board***

Perlakuan B1T1 pada gambar 2 dengan perlakuan yang lain tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selanjutnya B1T2 dengan perlakuan yang lain juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selanjutnya untuk perlakuan B2T1 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan B2T2, tapi tidak dengan perlakuan B1T1 dan B1T2. Kemudian perlakuan B2T2 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan B2T2, tapi tidak dengan perlakuan B1T1 dan B1T2.

***Modulus of Rupture (MoR)***

*Modulus of Rupture (MoR)* merupakan salah satu sifat mekanika kayu yang menunjukkan kekuatan kayu dalam menahan beban yang bekerja padanya (Risnasari *et.al*, 2012). Nilai rata-rata MoR papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung ditampilkan pada tabel 12.

**Tabel 12.** Nilai Rata-rata *Modulus of Rupture Laminated Board*

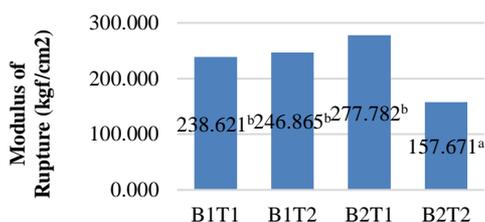
Berat Labur	Tekanan Kempa		Rata-Rata (kgf/cm <sup>2</sup> )
	T1	T2	
B1	238,62	246,86	242,74
B2	277,78	157,67	217,73
<b>Rata-Rata (%)</b>	<b>258,20</b>	<b>202,27</b>	<b>230,23</b>

Nilai rata-rata MoR papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sebesar 230,23 kgf/cm<sup>2</sup> dengan kisaran nilai 157,67-277,78 kgf/cm<sup>2</sup>. Nilai MoR ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 minimal 300 kgf/cm<sup>2</sup>. Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Mutiara (2021) tentang papan laminasi dari kayu sengon dengan nilai berkisar antara 318,20-341,72 kgf/cm<sup>2</sup> dengan nilai rata rata sebesar 329,25kgf/cm<sup>2</sup> maka termasuk lebih rendah. MoR sangat erat kaitannya 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, sedangkan jika kerapatan semakin tinggi maka keteguhan patahnya akan semakin tinggi pula (Widiati *et al*, 2018).

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	1877,390	1	1877,39	2,58	0,15
Tekanan Kempa	9385,682	1	9385,68	12,91	0,01
Berat Labur * Tekanan Kempa	12356,226	1	12356,23	17,00	0,00
Error	5814,172	8	726,77		
<b>Total Koreksi</b>	<b>665529,56</b>	<b>12</b>			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 13. menunjukkan bahwa perlakuan tekanan kempa dan interaksi berat labur dengan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi berturut-turut 0,007 dan 0,003. Sedangkan perlakuan berat labur tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,147. Adanya perlakuan yang signifikan, maka dilakukan uji lanjut DMRT. Namun, perlakuan tekanan kempa tidak perlu dilakukan uji lanjut DMRT karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.



**Gambar 3.** Hasil uji lanjut DMRT perlakuan interaksi berat labur dengan tekanan kempa *Laminated Board*

Perlakuan B1T1 dengan perlakuan B1T2 dan B2T1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi tidak dengan perlakuan B2T2 (gambar 3). Selanjutnya B1T2 dengan perlakuan B1T1 dan B2T1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi tidak dengan perlakuan B2T2. Selanjutnya, perlakuan B2T1 dengan perlakuan B1T1 dan B1T2 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi tidak dengan perlakuan B2T2. Kemudian perlakuan B2T2 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan yang lain.

### Kesimpulan

Berat labur, tekanan kempa serta interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap

sifat fisika papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung sedangkan untuk sifat mekanika berpengaruh nyata. Semua pengujian sifat fisika dan mekanika telah memenuhi standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika dan mekanika maka papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat digunakan untuk konstruksi berat yang terlindungi.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada institusi Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan dana dalam penelitian ini dan rekan-rekan dosen, laborat dan mahasiswa yang terlibat.

### Referensi

- Andi Sri Rahayu Diza Lestari, M. M. & I. (202 C.E.). Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Laminasi Menggunakan Pengawet Alami Buah Berenuk (*Crescentia Cujete*) Sebagai Aditif Pada Perekat Tanij 167. *Jurnal Perennial*, 16(2), 68–72. doi: 10.24259/perennial.v.16i2. 11468.
- 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.
- Ginting, A. (2012). *Pengaruh Luas Tampang dan Komposisi Lapisan Kayu Terhadap Kekuatan Balok Laminasi*.
- Hanafiah, K. (2012). Rancangan Percobaan. In *PT. Raja Grafindo Persada*.
- Komariah, R. N., Hadi, Y. S., Massijaya, Y. M., & Suryana, J. (2015). Physical mechanical properties of glued laminated timber made from tropical small diameter logs grown in

- Indonesia. *Journal of Korean Wood Science and Technology*, 43(2), 156. doi: 10.5658/WOOD.2015.43.2.156.
- Malik, J., & Santoso, A. (2005). Keteguhan Lentur Statis Lamina Dari Tiga Jenis Kayu Limbah Pembalakan Hutan Tanaman. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23, 13–20.
- Mochsin, F. H. & U. (2014). Stabilitas Dimensi Kayu Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Jenis Kayu. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(2), 229–241. doi: 10.26418/jhl.v2i2.6139.
- Mutiara. (2021). *From Sengon Wood (Paraserianthes Falcataria) Based on Wood Fiber Direction*.
- Persson M, W. S. (2011). *Analytical models of pre-stressed and reinforced glulam beams: A competitive analysis of strengthened glulam beams*.
- Risnasari I., Azhar I., & S. N. A. (2012). Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild). *Jurnal Foresta Indonesia Journal of Forestry*, 87–179.
- Santoso, A., I.M. Sulastiningsih, Pari, G. dan J. (2016). Pemanfaatan ekstrak kayu merbau untuk perekatan produk laminasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(2), 89–100.
- Violet & Agustina. (2018). Variation of Axial Direction (Base and Tip) on Mechanical Properties of Coconut Wood (*Cocos Nucifera*.L) and Jackfruit Wood (*Arthocarpus Heterophyllus*.L) Laminated Boards. *Journal of Tropical Forests*, 6(1).
- Widiati, Yuli, K., Suprpto, B., & Triprato, 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. DOI 10.32522/ujht.v2i2.1640.
- Widjaya E, Manik P, & Jokosisworo S. (2017). Analysis of Tensile Strength and Flexural Strength of Beams laminates of Petung Bamboo and Sengon Wood for Wooden Ship Components. *Journal Shipping*, 5, 431–437.
- Wulandari, F.T, & Amin, R. (2022). Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika*, 17(1). doi:10.36873/jht.v17i1.4155.
- Wulandari, F.T, Andi Tri L, Endah W, D. S. R. (2020). Pemanfaatan Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult. F.) Backer Ex Heyne) Sebagai Pengganti Kayu. *Laporan Penelitian PNPB Jurusan Kehutanan Universitas Mataram*.
- Wulandari, F.T, 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. doi: 10.33084/daun.v9i2.4186.
- Wulandari, F.T, H. & R. V. N. (2022). Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*.Backer) Dengan Susunan Bilah Ke Arah Tebal. *Jurnal Hutan Tropika*, 17(2), 207–214. doi: 10.36873/jht.v17i2.5220
- Wulandari, F. . & I. G. D. A. (n.d.). *Analisis Perbandingan Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Jati Putih (Gmelina Arborea. Roxb) Dan Papan Laminasi Bambu Petung (Dendrocalamus Asper)*.
- Wulandari, F. . & S. L. (2022). Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Bayur (*Pterospermum Diversifolium*) Sebagai Bahan Substitusi Papan Solid. *Jurnal Wahana Forestra*, 17(2), 1–15.
- Wulandari F.T, R. A. & I. G. A. S. W. (n.d.). Pengaruh Berat Labur Dan Jenis Kayu Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 40(2), 1–12. doi: 10.20886/iphh.2020.40.2.93-104.
- Wulandari F.T, R. A. & R. (2020). Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur. *Jurnal Ilmiah Matematika, Sains Dan Teknologi*, 10(1), 75–87. doi: 10.34312/euler.v10i1.13961
- Yasin, I. (2015). The Influence of Lateral Stress Variation to Shear Strength Bamboo Lamination Blocks. *Proceedings of International Conference on Green Technology*. doi: 106084/M9.FIGSHARE.3504212.V1