



## Pengaruh Tekanan Kempa Papan Laminasi Kayu Sengon dan Bambu Petung

Febriana Tri Wulandari\*, Diah Permata Sari, Rima Vera Ningsih, Raehnayati

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, Indonesia 83125

Email Korespondensi: [febriana.wulandari@unram.ac.id](mailto:febriana.wulandari@unram.ac.id)

### Abstrak

Dalam mengatasi keterbatasan jenis kayu berkualitas rendah, papan laminasi menjadi solusi dalam meningkatkan kualitas kayu. Selain ukuran kayu yang dapat disesuaikan, tampilan dari papan laminasi ini dapat memberikan nilai dekoratif yang indah. Penelitian ini mengkombinasikan kayu solid dengan bambu untuk membuat papan laminasi. Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu sengon dan bambu yang digunakan adalah bambu petung. Salah satu faktor yang mempengaruhi papan laminasi adalah tekanan kempa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menguji bagaimana pengaruh tekanan kempa terhadap sifat fisis papan laminasi kayu sengon bambu petung dimana sifat fisis merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas papan laminasi yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan dua perlakuan tekanan pengempaan (20 Nm dan 30 Nm). Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan dari tekanan kempa berpengaruh nyata terhadap sifat fisik papan laminasi kayu sengon bambu petung. Sehingga sifat fisik papan laminasi kayu sengon bambu petung termasuk dalam standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007. Berdasarkan nilai uji sifat fisik tersebut, papan laminasi kayu sengon bambu petung termasuk dalam kelas kuat III yang dapat digunakan untuk keperluan konstruksi berat yang terlindung.

**Kata kunci:** Papan Laminasi, Kayu Sengon, Bambu Petung, Tekanan Kempa.

## ***Effect of Felt Pressure on Laminated Boards of Sengon Wood and Petung Bamboo***

### **Abstract**

*In overcoming the limitations of low-quality wood species, laminated boards are a solution in improving wood quality. In addition to customizable wood sizes, the appearance of these laminated boards can provide beautiful decorative value. This research will try to combine solid wood with bamboo to make laminated boards. The types of wood used in the study were sengon wood and bamboo used by petung bamboo. One of the factors that affect the laminate board is the pressure of the felt. Based on this, this research wants to test how the effect of pressure on the physical properties of the bamboo petung sengon wood laminated boards where the physical properties are one way to determine the quality of the resulting laminated boards. The method used in this study used an experimental method with an experimental design using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with two pressure pressure treatments (20 Nm and 30 Nm). Based on the results of the study, the treatment of felt pressure has a significant effect on the physical properties of sengon bamboo petung wood laminated board. So that the physical properties of petung bamboo sengon wood laminated boards are included in the SNI 01-6240-2000 and JAS 234-2007 standards. Based on the physical properties test value, the petung bamboo sengon wood laminated boards are included in the strength class III which can be used for protected heavy construction purposes.*

**Keywords:** Laminated Board, Sengon Wood, Petung Bamboo, Felt Pressure.

**How to Cite:** Wulandari, F. T., Sari, D. P., Ningsih, R. V., & Raehnayati, R. (2023). Pengaruh Tekanan Kempa Papan Laminasi Kayu Sengon dan Bambu Petung. *Empiricism Journal*, 4(2), 471–477. <https://doi.org/10.36312/ej.v4i2.1292>



<https://doi.org/10.36312/ej.v4i2.1292>

Copyright© 2023, Wulandari et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



## PENDAHULUAN

Kebutuhan manusia terhadap bahan konstruksi berupa kayu gergajian semakin meningkat seiring pertambahan penduduk. Meningkatnya kebutuhan kayu tersebut tidak diimbangi dengan jumlah produksi kayu yang ada di lokasi hutan. Berdasarkan hal tersebut perlu solusi untuk memanfaatkan jenis-jenis kayu berkualitas rendah untuk dimanfaatkan menjadi suatu produk papan yang memberikan nilai ekonomis yang cukup tinggi.

Berdasarkan data statistik dari tahun 2018 sampai tahun 2020 nilai terus meningkat dari 2.078.551 m<sup>3</sup> meningkat menjadi 2.581.435 m<sup>3</sup> (Badan Pusat Statistik). Salah satu teknologi untuk mengatasi keterbatasan akan jenis-jenis kayu berkualitas yang terbatas dengan membuat teknologi papan laminasi. Keuntungan dengan membuat laminasi dapat diperoleh ukuran papan yang sesuai dengan yang diinginkan baik panjang dan lebarnya sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, kerajinan dan furniture. Tampilan laminasi memberikan nilai dekoratif yang indah sehingga dapat memberikan kesan mewah pada tampilannya dan bila dibandingkan dengan kayu solid tampilannya sama. Beberapa hasil penelitian laminasi juga menunjukkan kekuatan laminasi dengan papan solid tidak berbeda nyata (Wulandari, 2022).

Kayu cepat tumbuh pada umumnya mempunyai berat jenis yang rendah dan korelasinya sangat besar dengan kayu kuat sehingga mempunyai kekuatan dan modulus elastisitas yang relatif rendah. Saat ini perlindungan hutan berjalan dengan ketat, hutan tanaman industri mulai dikembangkan dengan tanaman cepat untuk memenuhi kebutuhan (Johannes, 2011). Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu dilakukan efisiensi bahan baku kayu agar penggunaan kayu solid dapat dikurangi. Salah satu solusi untuk mengatasi kebutuhan papan solid yang semakin meningkat dengan memanfaatkan potongan kayu sisa limbah kayu gergajian menjadi produk papan laminasi (Wulandari & Siti, 2022). Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini akan mencoba mengkombinasikan antara kayu solid dengan bambu untuk dibuat menjadi papan laminasi. Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian adalah kayu sengon dan bambu yang digunakan bambu petung. Kayu Sengon termasuk ke dalam kelas kurang awet yaitu, kelas awet IV-V dan kelas kuat IV-V namun Sengon sangat potensial untuk dipilih sebagai salah satu komoditas dalam pembangunan hutan tanaman, karena memiliki nilai ekonomis tinggi (Irvin, 2021). Bambu petung dipilih karena memiliki diameter yang dapat mencapai 20 cm dengan tebal dinding antara 1-3 cm sehingga cocok digunakan menjadi bambu laminasi (Febriana et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh tekanan kempa terhadap sifat fisika papan laminasi kayu sengon bambu petung dimana sifat fisika merupakan salah satu cara untuk menentukan kualitas dari papan laminasi yang dihasilkan dan menentukan papan laminasi kombinasi kayu sengon bambu petung masuk dalam standar (SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007) agar mampu dalam memenuhi persyaratan pemasaran ke manca negara sesuai standar negara tujuan.

## METODE

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

### Lokasi dan Waktu Penelitian

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

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Clemping (Alat kempa dingin) berfungsi untuk pengempaan papan lamina agar benda yang direkat dengan perekat dapat saling berekatan 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 dengan berat labur 150 gr/cm<sup>3</sup>, kayu sengon dan bambu petung.

### Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 2 perlakuan tekanan kempa 20 (B1) Nm dan 30 Nm (B2) dengan 3 kali ulangan. Tabulasi data penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

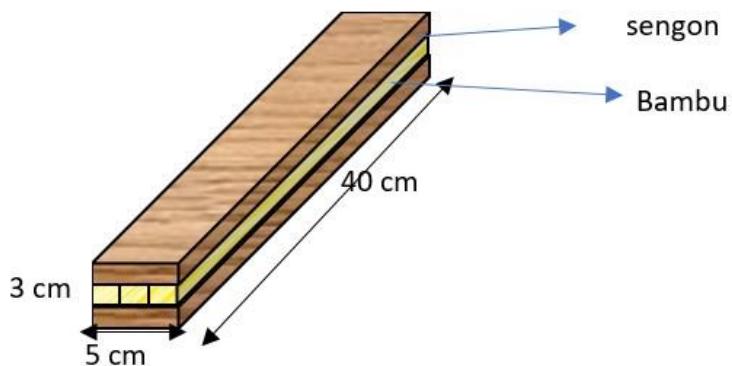
**Tabel 1.** Tabulasi Rancangan Percobaan

Tekanan Kempa	Ulangan		
	U1	U2	U3
B1	A1B1U1	A1B1U2	A1B1U3
B2	A1B2U1	A1B2U2	A1B2U3

Keterangan: B1= Tekanan Kempa 20 Nm, B2= Tekanan Kempa 30 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 udara selama 1 bulan. Setelah kering udara dilakukan 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 (dengan berat labur 150 gram/m<sup>2</sup>). 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.



**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) dan perubahan dimensi ( 4 cm x 4 cm x 3 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 signifitansi 5 %.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kerapatan

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

**Tabel 2.** Nilai Rata-rata Kerapatan *Laminated Board* (gram/cm<sup>3</sup>)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
T1	0,45	0,51	0,53	0,49
T2	0,47	0,47	0,42	0,45
Rata-Rata				0,47

Keterangan: T1 = Tekanan kempa 20 Nm, T2 = Tekanan kempa 30 Nm

Kerapatan papan laminasi kayu sengon bambu petung memiliki nilai kisaran antara 0,42-0,53 gr/cm<sup>3</sup> dengan nilai rata-rata sebesar 0,48 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai kerapatan papan laminasi kayu sengon bambu petung lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Rahmawati (2021) sebesar 0,69-0,97 gr/cm<sup>3</sup> dan penelitian Gusmawati (2019) sebesar 0,510-0,830 gram/cm<sup>3</sup>. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wulandari (2022) mengatakan bahwa perbedaan jenis kayu berpengaruh terhadap kualitas kayu laminasi salah satunya nilai kerapatannya. Wulandari (2021) menyatakan bahwa semakin tinggi berat labur perekat maka berat jenis papan akan meningkat karena bahan perekat yang masuk kedalam permukaan papan laminasi semakin tinggi dimana kekuatan rekat dapat dijadikan sebagai tolak ukur keberhasilan hasil produksi laminasi. Berat labur untuk mengetahui jumlah perekat terlabur optimum (Malik dan Santoso, 2005). Nilai kerapatan papan laminasi jati putih masuk dalam standar SNI 01-6240-2000 yaitu sebesar 0,4 – 0,8 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kayu sengon bambu petung yakni 0,50 gr/cm<sup>3</sup>, dengan kisaran nilai kadar air rata-rata yakni sebesar 13,86%. Nilai kadar ini telah memenuhi standar JAS 234:2003 yaitu kurang dari 15% ,(Wulandari & Amin, 2023).

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,002	1	0,002	2,047	0,226
Galat	0,005	4	0,001		
Total Koreksi	0,007	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,226. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

#### Kadar Air

Menurut Prawirohadmojo (2012) pengertian kadar air kering udara adalah kadar air seimbang dalam atmosfer terbuka di bawah atap. Pengujian kadar air menunjukkan banyaknya air dalam kayu dalam satuan persen (Kasmudjo, 2001). Nilai kadar air papan laminasi kombinasi kayu sengon bambu petung dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai rata-rata kadar air *laminated board* (%)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
T1	14,06	13,97	14,03	14,02
T2	14,56	14,38	14,54	14,49
Rata-Rata				14,26

Keterangan : T1 = Tekanan kempa 20 Nm, T2 = Tekanan kempa 30 Nm

Tabel 4. dapat dilihat bahwa kisaran nilai kadar air laminasi kayu sengon bambu petung antara 13,97%–14,56%. Nilai rata-rata tertinggi kadar air papan laminasi tertinggi pada tekanan kempa T2 yaitu sebesar 14,49% dan terendah pada T1 sebesar 14,02%. Kadar air rata-rata papan laminasi kombinasi kayu sengon bambu petung sebesar 14,26%. Bila dibandingkan dengan kadar air kayu kelapa yaitu berkisar antara 12,10%–12,87% dan papan laminasi dari kayu mangium yaitu sebesar 12,20%–12,80% maka nilai kadar laminasi

kayu sengon bambu petung termasuk lebih tinggi. Nilai kadar air papan laminasi kayu sengon bambu petung memenuhi standar JAS 234: 2003 yaitu kurang dari 15%. Salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah kadar air dimana pada umumnya kekuatan kayu meningkat dengan berkurangnya kadar air di bawah titik jenuh serat. Peningkatan ini terjadi karena adanya perubahan pada dinding sel yang menjadi semakin kompak, unit strukturalnya (mikrofibril) semakin rapat dan gaya tarik menarik antara rantai molekul selulosa menjadi lebih kuat (Widyawati, 2010).

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kadar air kayu adalah sifat hidroskopis jenis kayu, faktor kondisi kayu ditempatkan (suhu dan kelembaban) dan sifat kayu yang digunakan seperti jumlah pori-pori, tekstur, struktur kayu, kelas kuat dan kekerasan berat jenis (Purwanto, 2011). Kadar air lamina yang umum digunakan dalam pembuatan balok laminasi secara komersial adalah 12% atau sedikit di bawahnya karena pada kadar air 12% penyambungan ujung lamina lebih mudah dilakukan dan merupakan kadar air keseimbangan rata-rata untuk kebanyakan aplikasi interior sehingga lebih stabil terhadap perubahan dimensi akibat penyusutan atau pengembangan (Herawati *et al*, 2008). Untuk mengetahui pengaruh tekanan kempa terhadap kadar air maka dilakukan uji anova pada tabel 5.

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,333	1	0,333	53,042	0,002
Galat	0,025	4	0,006		
Total Koreksi	0,358	5			

Berdasarkan hasil uji analisis keragaman pada Tabel 5. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi perlakuan 0,002. Meskipun perlakuan signifikan, akan tetapi uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

### Pengembangan Tebal

Kandungan air dalam setiap kayu harus mencapai keseimbangan kadar air karena ketidak seimbangan kadar air dapat menyebabkan terjadinya proses kembang susut yang sangat berpengaruh terhadap kualitas kayu (Malik & Santoso, 2005).

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
T1	3,38	1,84	2,09	2,44
T2	4,56	3,07	4,81	4,15
Rata-Rata				3,29

Keterangan : T1 = Tekanan kempa 20 Nm, T2 = Tekanan kempa 30 Nm.

Nilai pengembangan tebal papan laminasi kayu sengon bambu petung paling tinggi pada tekanan T2 sebesar 4,15 % dan terendah pada tekanan T1 sebesar 2,44% dengan nilai pengembangan tebal rata-rata sebesar 3,29%. Nilai pengembangan tebal ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 (JSA 2007) dengan nilai pengembangan tebal  $\leq 20\%$ . Nilai pengembangan tebal ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Islamiati (2021) pada jenis kayu rajumas yaitu sebesar 0,819 %-2,666 % dengan nilai rata-rata sebesar 1,707%. perbedaan nilai pengembangan tebal salah satunya adalah perbedaan bahan baku yang digunakan. Perubahan dimensi menunjukkan 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 (Ginting, 2012).

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	4,389	1	4,389	5,582	0,077
Galat	3,145	4	0,786		
Total Koreksi	7,534	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 7. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,077. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

### Penyusutan Tebal

Perubahan dimensi dipengaruhi oleh hilangnya air terikat dari dinding sel yang menyebabkan sel mengalami pengerasan dan terjadilah penyusutan (Sari, 2011).

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
T1	0,58	1,50	2,74	1,60
T2	1,41	2,81	2,82	2,34
Rata-Rata				1,97

Keterangan : T1 = Tekanan kempa 20 Nm, T2 = Tekanan kempa 30 Nm.

Nilai penyusutan tebal papan laminasi kayu sengon bambu petung tertinggi pada T2 sebesar 2,34% dan nilai terendah pada T1 sebesar 1,60% dengan nilai rata-rata sebesar 1,97%. Penyusutan tebal dari papan laminasi kayu sengon bambu petung telah memenuhi memenuhi standar JAS SE-7 2003 dengan nilai standar  $\leq 14\%$ . Nilai penyusutan tebal pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Megawati *et al.* (2016) pada kayu Gerunggang (*Cratoxylon arborescens* Bl.) sebesar 6,62% dan penelitian Hidayati (2016) pada kayu jati unggul 7,90% dan kayu jati konvensional 8,50%.

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,820	1	0,820	0,895	0,398
Galat	3,668	4	0,917		
Total Koreksi	4,489	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 9. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,398. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tekanan kempa berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika papan laminasi kayu sengon bambu petung. Sifat fisika papan laminasi kayu sengon masuk dalam standar SNI 01-6240-2000 dan JAS 234-2007. Berdasarkan nilai pengujian sifat fisika maka papan laminasi kayu sengon bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat digunakan untuk keperluan konstruksi berat terlindung.

### REKOMENDASI

Penelitian ini mengukur tekanan kempa berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika papan laminasi kayu sengon bambu petung. Untuk penelitian selanjutnya dapat terfokus pada kinerja struktural dari papan laminasi yang dihasilkan dengan tekanan kempa yang berbeda. Ini bisa mencakup uji kekuatan struktural, kekakuan, ketahanan terhadap beban, dan sifat-sifat yang memengaruhi daya tahan konstruksi.

**UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram yang telah mendukung proses penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Islamiati, D. (2021). *Sifat Fisika Glulam Dari Potongan Kayu Rajumas (Duabanga Mollucana)*.
- Ginting, A. (2012). *Pengaruh Luas Tampang dan Komposisi Lapisan Kayu Terhadap Kekuatan Balok Laminasi*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Diagonal*, 7(1), 73-82.
- Gusmawati, E. (2018). Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Berdasarkan Warna Bidang Orientasi Kayu. Thesis. Universitas Mataram.
- Hanafiah, K. (2016). *Rancangan Percobaan*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Herawati E, Massijaya, M. N. N.,N. (2008). Karakteristik Balok Laminasi dari kayu Mangium (Acacia mangium Willd.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan*, 1(1), 1–8.
- Irvin, D. (2021). Ketahanan Api Kayu Sengon (Paraserianthes Falcataria (L.) Nielsen) Yang Diawetkan Dengan Bahan Pengawet Boraks. *Jurnal Perennial*, 17(1), 19-25.
- Kasmudjo. (2001). *Pengantar Teknologi Hasil Hutan Bagian V Papan Tiruan Lain*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadja Mada.
- Malik, J., & Santoso, A. (2005). Keteguhan Lentur Statis Lamina Dari Tiga Jenis Kayu Limbah Pembalakan Hutan Tanaman. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(5), 385-397.
- Morisco. (2000). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Prawirohadmojo. (2012). Sifat-sifat Fisika Kayu. Yogyakarta: Cakrawala Media.
- Purwanto, D. (2012). Pembuatan Balok Dan Papan Dari Limbah Industri Kayu. *Jurnal Riset Industri*, 5(13), 20.
- Rahmawati. (2021). Sifat fisika dan mekanika balok laminasi limbah potongan kayu industri meubel. Thesis. Universitas Mataram
- Sari, R. J. P. (2011). Karakteristik Balok Laminasi dari Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria (L.) Nielson), Manii (Maesopsis eminii Wild.) dan Akasia (Acacia mangium Engl.). Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Widyawati, R. (2010). Kekuatan Sambungan Tegak (Butt Joint) Struktur Balok Laminasi (Glulam Beams) dari Kayu Lokal. *Jurnal Rekayasa*, 14(1), 28–38.
- Wulandari, F. T., Andi, T. 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. Universitas Mataram
- Wulandari F.T, Amin, R., & Wangiyana, I. G. A. S. (2022). Pengaruh Berat Labur Dan Jenis Kayu Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 40(2), 1–12.
- 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 F.T., & Sitti Latifah. (2022). Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Bayur (Pterospermum Diversifolium) Sebagai Bahan Substitusi Papan Solid. *Jurnal Wahana Forestra*, 17(2), 177-191.
- Wulandari, F. T., & Amin, R. (2023). Sifat Fisika Papan Laminasi Kombinasi Kayu Sengon dan Bambu Petung (Dendrocalamus asper). *Empiricism Journal*, 4(1), 61–68.

<https://doi.org/10.36312/ej.v4i1.1200>