



Analisis Kelas Kuat Papan Laminasi Kombinasi Kayu Sengon dan Bambu Petung (Analysis Of Strength Class of Laminated Board of Combination of Sengon Wood and Petung Bamboo)

Febriana Tri Wulandari^{1*}, dan Radjali Amin²

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 83125.

²Pascasarjana Institute Teknologi Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55198

*Corresponding Author: febriana.wulandari@unram.ac.id

Article History

Received : July 29, 2023

Revised : August 21, 2023

Approved : August 22, 2023

Keywords:

strong class, laminated board, combination of sengon wood, petung bamboo

ABSTRACT

Fluctuations in raw wood supply from year to year can be a challenge for wood processing businesses. Sengon wood is one type of fast-growing wood that can be developed by the government as one of the solutions. Sengon wood is a fine to coarse wood with a specific gravity of 0.33 which is included in the light specific gravity range (0.29-0.56) and strength class III-IV. The sengon wood is laminated with bamboo laminate to strengthen the strength of the board. By testing the physical and mechanical properties of laminated boards made from sengon wood and petung bamboo, this study aims to determine whether there is an increase in strength class. The research design used was an experimental factorial design with two components, four treatments, and three replications. Except for the MoE test, all tests evaluating the physical and mechanical characteristics of laminated boards made from sengon wood and petung bamboo were accepted under the JAS 234: 2007. After being converted into laminated boards, the strength class of sengon wood increased from strength class III-IV to strength class III. Sengon wood and petung bamboo can be combined to make laminated boards that can be used for heavy construction.

© 2023 Authors

Published by the Department of Forestry,
Faculty of Agriculture, Palangka Raya
University. This article is openly accessible
under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. Pendahuluan

Untuk kebutuhan berbagai sektor pengolahan kayu, cadangan kayu, terutama yang berasal dari hutan alam, menjadi semakin langka. Untuk kebutuhan berbagai usaha pengolahan kayu, pasokan kayu mentah, terutama yang berasal dari hutan alam, menjadi semakin langka. Kementerian Kehutanan (2012) melaporkan bahwa industri primer menggunakan kayu sekitar 37,9 juta m³ pada tahun 2005 dan 60,3 juta m³ pada tahun 2014. Sementara itu, potensi ketersediaan bahan baku dari hutan alam terus menurun, dan kerusakan hutan Indonesia sudah sangat mengkhawatirkan banyak pihak. Laju

deforestasi di hutan Indonesia mencapai 61.037.595 ha pada tahun 2011 yang mendorong pemerintah untuk mulai mengembangkan spesies kayu cepat tumbuh sebagai salah satu solusi untuk memenuhi pasokan kebutuhan kayu. Penebangan liar dan kebakaran hutan dapat mengurangi ruang hijau sebanyak 40%.

Sebagai salah satu spesies yang cepat berkembang, sengon memiliki tekstur kayu yang halus hingga kasar dan permukaan yang berserabut setelah digergaji. Batang sengon biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi kertas, batang pensil, batang korek api, konstruksi bangunan ringan, mebel,

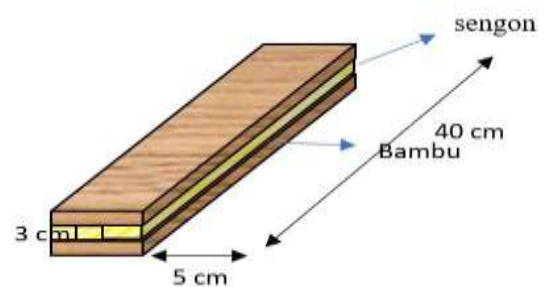
kayu lapis, kerajinan tangan, dan kebutuhan untuk membuat alat music (Wulandari & Amin 2022). Kayu sengon memiliki beberapa kekurangan sebagai bahan bangunan, antara lain berat jenisnya yang sebesar 0,33 termasuk dalam rentang berat jenis ringan (0,29-0,56) dengan kelas kuat III-IV. Kayu sengon termasuk dalam kelas kuat rendah dan, sebagai akibat dari kelemahan ini tidak layak untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Kayu sengon dilaminasi dengan laminasi bambu untuk memperkuat kekuatan papan. Karena pola seratnya yang khas pada buku dan ruasnya, bambu memiliki kekuatan yang besar serta nilai dekoratif yang indah. Jenis bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu petung. Bambu petung memiliki dinding batang yang kuat (10 mm-30 mm), sehingga tidak memerlukan perekat dan memungkinkan untuk diproduksi menjadi papan laminasi. Batang yang lurus, tanaman yang berumur 3 sampai 5 tahun, dan tidak adanya hama dan penyakit merupakan kriteria untuk membuat papan laminasi bambu (Priyanto et al., 2019).

Supriadi et al., (2017) melakukan penelitian sebelumnya pada papan laminasi kayu dengan pelapis papan laminasi bambu dengan memanfaatkan kayu jabon, bambu andong, dan bambu mayan dapat meningkatkan kelas kuat menjadi kelas kuat III. Sedangkan penelitian yang penulis lakukan menggunakan bambu petung untuk meneliti bambu laminasi pada tahun 2021. Papan laminasi bambu petung sudah masuk kelas kuat II berdasarkan nilai berat jenis dan kadar air, sesuai dengan hasil penelitian (Wulandari et al., 2021). Setelah itu, para peneliti membuat papan laminasi limbah kayu campuran pada tahun 2022. Papan laminasi limbah kayu campuran termasuk dalam kelas kuat III, sesuai dengan hasil penelitian (Wulandari et al., 2022). Dengan menguji sifat fisik dan mekanik papan laminasi yang terbuat dari kayu sengon dan bambu petung, penelitian ini berusaha untuk memastikan apakah ada peningkatan kelas kekuatan.

2. Metode Penelitian

2.1. Prosedur Penelitian

Pertama kayu sengon dan bambu petung ditentukan ukurannya dan kemudian dikeringkan dengan cara dijemur selama satu bulan. Permukaan kayu sengon dan bambu petung diserut dan kemudian diampelas untuk menghasilkan permukaan yang halus setelah dikeringkan. Untuk menghomogenkan kadar air dari setiap sortimen, sortimen dioven pada suhu 60°C selama dua hari dua puluh empat jam. Setelah semua komponen kayu sengon dan bambu disiapkan, lalu di rekatkan dengan ukuran perekat seberat 150 gram per meter persegi dan 200 gram per meter persegi. Kayu sengon dirakit dan di letakkan pada bagian depan (*face*) dan belakang (*back*), sedangkan inti bambu petung diletakkan di bagian tengah (*core*) kemudian ditekan pada pengepresan dingin selama 24 jam dengan tekanan 20 Nm dan 30 Nm. Pola penyusunan kayu sengon dan bambu petung dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah selesai dirakit menjadi papan, dilakukan pengkondisian selama 7 hari untuk menghomogenkan kadar air sebelum dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis.



Gambar 1. Pola penyusunan kayu sengon dan bambu petung

JAS 234-2007 sebagai standar uji untuk penelitian ini. Papan laminasi dibentuk menjadi sampel uji dengan ukuran sebagai berikut: uji kerapatan dan kadar air (0,4 m x 0,4 m x 0,3 m) dan perubahan dimensi (0,4 m x 0,4 m x 0,3 m) serta Modulus elastisitas dan Modulus Pecah (0,4 m x 0,3 m x 0,45 m).

2.2. Analisis Data

Pendekatan penelitian eksperimental digunakan untuk menentukan apakah variabel eksperimen bermanfaat atau tidak (Hanafiah, 2016). Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yaitu faktor berat perekat dengan dua perlakuan tekanan kempa dan tiga kali ulangan, dan faktor tekanan kempa dengan dua perlakuan. Berikut rancangan penelitian dapat di tinjau pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabulasi data hasil penelitian

| Perlakuan | Tekanan kempa (A) | Berat labur perekat (B) | Ulangan | | |
|-----------|-------------------|-------------------------|---------|--------|--------|
| | | | U1 | U2 | U3 |
| A1 | | B1 | A1B1U1 | A1B1U2 | A1B1U3 |
| | | B2 | A1B2U1 | A1B2U2 | A1B2U3 |
| A2 | | B1 | A2B1U1 | A2B1U2 | A2B1U3 |
| | | B2 | A2B2U1 | A2B2U2 | A2B2U3 |

Keterangan:

A1 = Tekanan Kempa 20 Nm

A2 = Tekanan Kempa 30 Nm

B1 = berat labur 150 gr/m²

B2 = berat labur 200 gr/m²

U1 = Ulangan 1

U2 = Ulangan 2

U3 = Ulangan 3

Data yang diperoleh dimasukkan ke dalam analisis varians (ANOVA) dan analisis menggunakan program SPSS 25 pada tingkat signifikansi 5% untuk memastikan apakah hasilnya berbeda secara nyata atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kerapatan

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). Nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu ditampilkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Kayu yang lebih kuat memiliki dinding serat yang lebih tebal yang dapat menahan lebih banyak tekanan, sehingga kayu dengan kerapatan yang lebih tinggi menjadi lebih kaku dan lebih kuat dibandingkan kayu dengan

kerapatan yang lebih rendah (Nurrachmania et al., 2020). Tabel 2. di bawah ini menunjukkan kerapatan rata-rata papan laminasi yang terbuat dari campuran bambu dan kayu sengon.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata (gram/cm ³) |
|-----------------------------------|---------------|-------|-----------------------------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 0,495 | 0,455 | 0,475 |
| B2 | 0,498 | 0,470 | 0,484 |
| Rata-Rata (gram/cm ³) | 0,496 | 0,463 | 0,479 |

Papan laminasi kayu sengon dan bambu petung memiliki kerapatan yang berkisar antara 0,455-0,498 g/cm³, dengan rata-rata 0,479 g/cm³. Berdasarkan hasil uji, sudah lulus standar SNI 01-6240-2000 sebesar 0,40-0,80 g/cm³. Penelitian ini memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian papan laminasi kayu jabon dengan kerapatan 0,39-0,43 g/cm³ yang dilakukan oleh Lestari et al., (2020). Jenis lamina, ketebalan dinding sel, kadar air, dan metode perekatan mempengaruhi variasi nilai kerapatan (Somadona et al, 2020).

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 | 0,000 | 1 | 0,000 | 0,089 | 0,773 |
| Error | 0,009 | 8 | 0,001 | | |
| Total Koreksi | 2,770 | 12 | | | |

Hasil uji analisis varians menunjukkan bahwa tidak ada perlakuan yang memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap kerapatan papan laminasi, yang ditunjukkan oleh nilai signifikansi berat labur, tekanan kempa dan kombinasi berat sebesar 0,675; 0,121, dan 0,773.

3.2. Kadar Air

Bergantung pada kondisi di lingkungan sekitarnya, termasuk suhu dan kelembaban, kayu mampu menyerap dan melepaskan air (Wulandari & Amin 2023). Berikut Tabel 4 di bawah ini menunjukkan kadar air rata-rata

papan laminasi yang terbuat dari kombinasi kayu sengon dan bambu petung.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata (%) |
|---------------|---------------|--------|---------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 14,024 | 14,495 | 14,259 |
| B2 | 13,702 | 14,811 | 14,256 |
| Rata-Rata (%) | 13,863 | 14,653 | 14,258 |

Papan laminasi yang terbuat dari kombinasi kayu Sengon dan bambu Petung memiliki kisaran kadar air 13,702-14,811%, dengan nilai rata-rata 14,258%. Dengan nilai < 14%, nilai dari hasil uji kadar air ini belum memenuhi standar JAS SE-7 2003. Nilai kadar air yang diukur oleh Amin & Wulandari (2023) pada papan laminasi yang mengandung campuran bambu petung dan kayu rajumas berkisar antara 14,155-14,776%, dengan nilai rata-rata 14,395%. Dibandingkan dengan penelitian Amin & Wulandari (2023), pada penelitian yang dilakukan memiliki nilai kandungan air yang hampir sama. Kisaran kadar air 6-14% akan menghasilkan ikatan yang baik (Purwanto, 2012). Jumlah air dalam kayu akan mencegah perekat cair untuk merekat. Kayu akan dengan cepat menyerap air dari perekat ketika diaplikasikan pada kayu kering (5% KA). Jika kadar air perekat lebih rendah dari kayu kering, kayu akan menyerap air dalam jumlah besar dan membentuk lapisan perekat sebelum kayu yang direkatkan menyatu (Nurrachmania et al., 2020).

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 | 0,000 | 0,989 |
| Tekanan Kempa | 1,872 | 1 | 1,872 | 13,190 | 0,007 |
| Berat Labur * Tekanan Kempa | 0,305 | 1 | 0,305 | 2,151 | 0,181 |
| Error | 1,136 | 8 | 0,142 | | |
| Total | 2442,698 | 12 | | | |
| Koreksi | | | | | |

Hanya perlakuan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi, yang ditunjukkan oleh hasil uji analisis keragaman dengan nilai signifikansi sebesar 0,007. Namun, pada berat labur dan

interaksinya antara berat labur dengan tekanan kempa tidak terdapat pengaruh nyata yang ditunjukkan dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,989 dan 0,181. Terdapat dua kriteria yang menentukan perbedaan antar perlakuan, oleh karena itu meskipun terdapat perlakuan yang berbeda nyata, uji lanjut DMRT tidak diperlukan.

3.3. 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 6 menampilkan nilai rerata pengembangan ketebalan papan laminasi yang terbuat dari campuran bambu petung dan kayu sengon.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata (%) |
|---------------|---------------|-------|---------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 2,436 | 4,147 | 3,292 |
| B2 | 2,084 | 4,044 | 3,064 |
| Rata-Rata (%) | 2,260 | 4,095 | 3,178 |

Dengan nilai rata-rata 3,178%, papan laminasi kombinasi kayu Sengon dan bambu Petung memiliki rentang nilai 2,084-4,147%. Standar JAS 234-2007 yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal < 20% telah terpenuhi dengan hasil uji pengembangan tebal. Hasil ini berbeda dan lebih tinggi dengan penelitian yang dilakukan oleh Amin & Wulandari (2023) pada papan laminasi yang terbuat dari bambu petung dan kayu rajumas dimana memiliki nilai pengembangan tebal berkisar antara 1,296-2,482%, dengan nilai rata-rata 1,972%. Karena kurangnya 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).

Tabel 7. Hasil ANOVA Pengembangan Tebal *Laminated Board*

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | db | Kuadrat Rata-rata | Fhit. | Sig. |
|---------------------------|----------------|----|-------------------|--------|-------|
| Berat Labur | 0,155 | 1 | 0,155 | 0,229 | 0,645 |
| Tekanan Kempa | 10,106 | 1 | 10,106 | 14,877 | 0,005 |
| Berat Labur*Tekanan Kempa | 0,047 | 1 | 0,047 | 0,069 | 0,800 |
| Error | 5,434 | 8 | 0,679 | | |
| Total Koreksi | 136,920 | 12 | | | |

Hanya perlakuan tekanan kempa yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tebal papan laminasi, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil analisis sidik ragam yang ditandai dengan nilai signifikansi sebesar 0,005. Namun, kerapatan papan laminasi tidak dipengaruhi oleh perlakuan berat labur maupun interaksi antara berat labur dengan tekanan kempa dimana nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,800 dan 0,645. Terdapat dua kriteria yang menentukan perbedaan antar perlakuan, oleh karena itu meskipun terdapat perlakuan yang berbeda nyata, uji lanjut DMRT tidak diperlukan.

3.4. Penyusutan Tebal

Proses kembang susut dapat menurunkan kualitas kayu yang diakibatkan oleh kadar air yang tidak seimbang (Mochsin et al., 2014). Tabel 8 menunjukkan penyusutan tebal rata-rata papan laminasi yang terbuat dari bambu petung dan kayu sengon.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata (%) |
|---------------|---------------|-------|---------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 1,604 | 2,344 | 1,974 |
| B2 | 2,193 | 1,769 | 1,981 |
| Rata-Rata (%) | 1,899 | 2,057 | 1,978 |

Papan laminasi kayu sengon dan bambu petung memiliki penyusutan tebal berkisar antara 1,604 hingga 2,344%, dengan rata-rata 1,978%. Nilai ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 (JSA 2007) dimana persyaratan penyusutan tebal kurang dari 14%. Nilai penyusutan tebal ini lebih kecil jika dibandingkan dengan penelitian Amin & Wulandari (2023) pada papan laminasi yang

terbuat dari bambu petung dan kayu rajumas yang memiliki nilai rata-rata 2,684% dan nilai antara 2,595 dan 2,871%. Kerapatan, kadar, dan jenis kayu yang berbeda menyebabkan variasi nilai tersebut (Wulandari et al., 2022).

Tabel 9. Hasil ANOVA Penyusutan Tebal *Laminated Board*

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Db | Kuadrat Rata-rata | Fhit. | Sig. |
|---------------------------|----------------|----|-------------------|-------|-------|
| Berat Labur | 0,000 | 1 | 0,000 | 0,000 | 0,988 |
| Tekanan Kempa | 0,075 | 1 | 0,075 | 0,114 | 0,744 |
| Berat Labur*Tekanan Kempa | 1,016 | 1 | 1,016 | 1,551 | 0,248 |
| Error | 5,238 | 8 | 0,655 | | |
| Total Koreksi | 53,265 | 12 | | | |

Dari penyajian uji analisis varians pada tabel diatas menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari setiap perlakuan terhadap penyusutan ketebalan papan laminasi. Interaksi berat, tekanan kempa, dan tekanan kempa dengan berat labur memiliki nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,988, 0,744, dan 0,248.

3.5. Modulus of Elasticity

Tujuan dari uji modulus elastisitas adalah untuk mengetahui apakah kayu dapat menahan tekanan beban yang bekerja tanpa mengalami perubahan bentuk (Wulandari et al, 2022). Berikut Tabel 10 menampilkan nilai MoE rata-rata untuk papan laminasi kombinasi bambu petung dan kayu sengon.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata(kgf/cm ²) |
|---------------|---------------|----------|---------------------------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 8093,626 | 9346,481 | 8720,054 |
| B2 | 10164,606 | 7089,807 | 8627,207 |
| Rata-Rata (%) | 9129,116 | 8218,144 | 8673,630 |

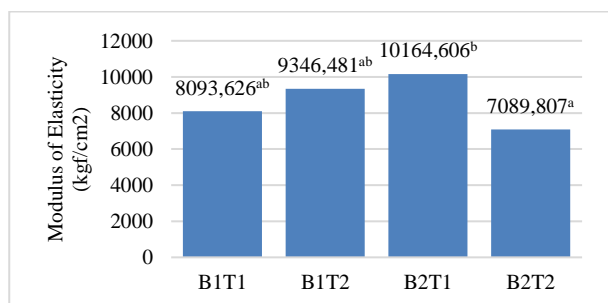
Nilai rata-rata pengujian MoE adalah 8673.630 kgf/cm², dengan rentang nilai dari 7089.807 hingga 10164.606 kgf/cm². Menurut JAS 234:2007, nilai MoE minimum yang harus dipenuhi oleh papan laminasi ini adalah 75000 kgf/cm² sehingga nilai MoE yang dihasilkan pada penelitian ini belum memenuhi standar. Sebaliknya, penelitian papan laminasi oleh

Amin & Wulandari (2023) yang menggunakan bambu petung dan kayu rajumas memiliki nilai rata-rata 9461,756 kgf/cm², dengan kisaran nilai 7426,235-11308,157 kgf/cm² dan termasuk lebih rendah. Bahan baku, berat labur, lem, dan teknik perekatan merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas papan laminasi (Wulandari, 2021). Dampak kekakuan kayu laminasi akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah lem karena perekat sangat penting bagi kekuatan kayu laminasi (Persson & Wogelberg, 2011).

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 | 0,911 |
| Tekanan Kempa | 2489609,33 | 1 | 2489609,33 | 1,28 | 0,291 |
| Berat Labur* Tekanan Kempa | 14046441,96 | 1 | 14046441,96 | 7,20 | 0,028 |
| Error | 15599317,97 | 8 | 1949914,75 | | |
| Total Koreksi | 934943577,75 | 12 | | | |

Nilai MoE papan laminasi, yang didefinisikan dengan nilai signifikansi 0,028, hanya dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan interaksi berat labur dengan tekanan kempa, sesuai dengan hasil analisis varian tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan berat labur maupun tekanan kempa dengan masing-masing memiliki nilai signifikansi 0,911 dan 0,291. Setelah salah satu perlakuan penting ditetapkan, uji DMRT kedua dijalankan.



Gambar 2. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Interaksi Berat Labur Dengan Tekanan Kempa *Laminated Board*

Gambar 2 mengilustrasikan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik antara perlakuan B1T1 dan perlakuan lainnya. Selain itu, B1T2 tidak menunjukkan perubahan yang signifikan. kemudian perbedaan yang signifikan diamati antara perlakuan B2T1 dan B2T2, tetapi tidak pada perlakuan B1T1 dan B1T2. Namun, pada perlakuan B1T1 dan B1T2 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

3.6. *Modulus of Rupture*

Dengan mengukur *Modulus of Rupture* (MoR), dapat diketahui seberapa kuat kayu dalam menahan gaya yang diberikan kepadanya (Risnasari et al., 2012). Tabel 12 menampilkan nilai rata-rata MoR untuk papan laminasi kombinasi bambu petung dan kayu sengon.

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

| Berat Labur | Tekanan Kempa | | Rata-Rata (kgf/cm ²) |
|---------------|---------------|---------|----------------------------------|
| | T1 | T2 | |
| B1 | 238,621 | 246,865 | 242,743 |
| B2 | 277,782 | 157,671 | 217,727 |
| Rata-Rata (%) | 258,201 | 202,268 | 230,235 |

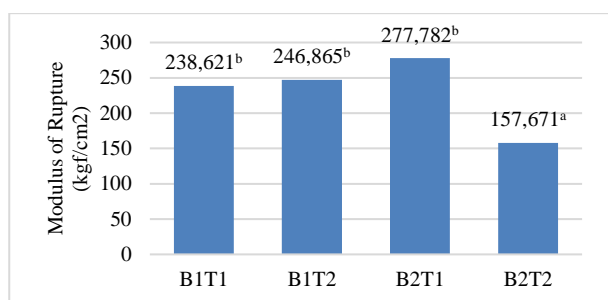
Dengan nilai rata-rata 230,235 kgf/cm², maka MoR papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung berkisar antara 157,671-277,782 kgf/cm². Nilai MoR ini telah memenuhi kriteria JAS 234-2007 yaitu minimal 300 kgf/cm². Nilai MoR pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Amin & Wulandari (2023) pada kombinasi bambu petung dan kayu rajumas yang memiliki nilai rata-rata 289,311 kgf/cm² dan nilai antara 205.000-334.448 kgf/cm². Dengan meningkatnya kadar air, keteguhan patah balok laminasi menurun; sebaliknya, dengan meningkatnya kerapatan, keteguhan patah juga meningkat (Widiati et al, 2018).

Perlakuan tekanan kempa dan interaksi berat kempa dengan tekanan kempa berpengaruh nyata terhadap Modulus of Rupture papan laminasi, yang ditunjukkan oleh hasil uji analisis keragaman dengan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,007 dan 0,003. Namun demikian, *MoR* papan laminasi

yang memiliki nilai signifikansi 0,147 tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan berat labur. Setelah itu, uji DMRT kedua dilakukan. Namun, karena hanya ada dua parameter yang menentukan perbedaan perlakuan, maka perlakuan tekanan kempa tidak memerlukan uji DMRT tambahan.

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

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



Gambar 3. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Interaksi Berat Labur Dengan Tekanan Kempa *Laminated Board*

Pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa perlakuan B1T1 dengan perlakuan B1T2 dan B2T1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi tidak dengan perlakuan B2T2. Selanjutnya B1T2 dengan perlakuan B1T1 dan B2T1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, tapi tidak dengan perlakuan B2T2. Selanjutnya untuk 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.

Gambar 3 mengilustrasikan bahwa tidak ada perubahan signifikan yang diamati ketika perlakuan B1T1 dikombinasikan dengan perlakuan B1T2 atau B2T1, tetapi tidak demikian halnya dengan perlakuan B2T2. Selain itu, perlakuan B1T2 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan B1T1 atau

B2T1, namun tidak dengan B2T2. Selain itu, tidak ada perbedaan yang terlihat antara terapi B2T1 dan B1T2, tetapi tidak dengan perlakuan B2T2. Setelah itu, ada perbedaan yang nyata antara perlakuan B2T2 dan perlakuan lainnya.

4. Kesimpulan

Selain uji *MoE*, semua pengujian yang menganalisa karakteristik fisik dan mekanik papan laminasi yang terbuat dari kayu sengon dan bambu petung telah lulus uji standar JAS 234: 2007. Kelas kuat kayu sengon meningkat menjadi kelas IV-III sebelum dibuat papan laminasi, dan meningkat menjadi kelas III setelah dibuat papan laminasi dengan bambu petung. Papan laminasi kayu sengon dan bambu petung dapat digunakan sebagai bahan pelindung bangunan berat.

Daftar Pustaka

- 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.
- Priyanto, Agus, Yasin, Iskandar, 2019. Pemanfaatan Laminasi Bambu Petung Untuk Bahan Bangunan. *Jurnal ScienceTechnology Vol. 5 No.2 Hal 1-8*.
- Persson M, W. S. (2011). Analytical models of pre-stressed and reinforced glulam beams: A competitive analysis of strengthened glulam beams.
- Iwan Risnasari, Irawati Azhar, Astri Novita Sitompul, 2012. Karakteristik Balok Laminasi Dari Batang Kelapa (*Cocos Nucifera L.*) Dan Kayu Kemiri (*Aleurites Moluccana Wild.* *Jurnal FORESTA vol 1 no.2 hal 1-9*).
- Hanafiah, K. (2012). Rancangan Percobaan. In PT. Raja Grafindo Persada.
- Lestari, A. S. R. D., Muin, M., & Idiahsut. 2020. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Laminasi Menggunakan Pengawet Alami Buah Berenuk (*Crescentia cujete*).

- Mochsin, & Usman, F. H. (2014). Stabilitas dimensi berdasarkan suhu pengeringan dan jenis kayu. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(2), 229–241.
- Meylida Nurrachmania, Rozalina & Simon Sidabukke. (2020). Kualitas Laminasi Kayu Akasia (*Accacia Mangium*) Menggunakan Perekat Isosianat. *Jurnal Menara Ilmu* Vol.14, No.2.
- Purwanto, D. 2012. Pembuatan Balok Dan Papan Dari Limbah Industri Kayu. Balai Riset Dan0 Standardisasi Industri Banjarbaru. *Jurnal Riset Industri*,5.13-20.
- 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
- 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.
- Wulandari, Habibi & Radjali Amin. (2023). Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) dengan Susunan Bilah Ke Arah Lebar. *Jurnal Hutan Tropika* Volume 18, No.1, hal 1-8.
- Wulandari & Radjali Amin. (2023). Arah Aksial, Keberadaan Buku Dan Ruas Terhadap Kadar Air Dan Berat Jenis Bambu Dikawasan HKm Desa Aik Bual. *Journal of Sustainable Dryland Agriculture* Vol.16, No.1, hal 41-55.
- Radjali Amin & Wulandari. (2023). Kombinasi Kayu Rajumas dan Bambu Petung Sebagai Produk Papan Laminasi. *Empiricism Journal* Vol. 4, No.1, hal 1-10.
- Wulandari, R. Amin & Raehanayati. (2022). Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur. *Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi* Vol. 10, No. 1, Hal. 75-87.
- Wulandari & Radjali Amin. (2022). Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. *Jurnal Hutan Tropika* Vol. 17 No. 1 Hal 1-11.
- Wulandari & Sitti Latifah. 2022. Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Bayur (*Pterospermum Diversifolium*) Sebagai Bahan Substitusi Papan Solid. *Jurnal Wahana Forestra* Vol. 17 No. 02 Hal 1-15.
- Wulandari, Radjali Amin & I Gde Dharma Atmaja. (2022). Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Jati Putih (*Gmelina Arborea* Roxb). *Jurnal Media Bina Ilmiah* Vol.16, No.9, Hal 1-10.
- Wulandari. (2021). Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult. F.) Backer Ex Heyne). *Jurnal Media Bina Ilmiah*. Vol.16 No.3 Hal 1-8.
- Wulandari, Dwi Sukma Rini, Endah W & Andi Tri L. (2021). Pemanfaatan papan laminasi bambu petung (*Dendrocalamus Asper* (Schult. F.) Backer Ex Heyne), sebagai pengganti kayu. *Jurnal Media Bina Ilmiah* Vol 15 No.8 Hal 1-19.