ANALISIS SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA PAPAN LAMINASI KOMBINASI KAYU SENGON BAMBU PETUNG DAN KEMIRI BAMBU PETUNG

Analysis of Physical and Mechanical Properties of Laminated Boards in Combination of Petung Bamboo Sengon Wood and Petung Bamboo Kemiri

Febriana Tri Wulandari[1], Radjali Amin[2], dan Dini Lestari[3]

[1,3]Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia 83125.

[2]Pascasarjana Institute Teknologi Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55198.

ABSTRACT. *Bamboo has various advantages such as relatively cheap price, fast growing, physical and mechanical properties comparable to wood, and suitable for application with existing processing technologies. A combination of wood and bamboo laminated boards is an attractive choice in wood and bamboo processing. Previous studies have shown that testing of physical and mechanical properties has been carried out on laminated boards made from wood or bamboo only. Information regarding laminated boards with a combination of wood and non-timber is still very limited. Laminate boards are made from a combination of sengon-petung bamboo and kemiri-petung wood. The selection of sengon and candlenut wood as raw materials because they have a light specific gravity of 0.4 and 0.33-0. Wood with a light to medium density is very suitable for use as a raw material for laminated boards due to easier penetration of the adhesive onto the wood surface. The aim of this study was to investigate the effect of a combination of petung bamboo sengon wood and petung bamboo candlenut wood on the physical and mechanical properties of laminated boards. The method used was an experimental method with a non-factorial design with 2 treatments and 3 replications. The combined type treatment had no significant effect on the density, thickness expansion, thickness shrinkage and MoR tests, while the MoE and moisture content tests had a significant effect. Testing the physical and mechanical properties, the laminated board combination of candlenut wood and petung bamboo (J2) has a higher value than the combination of sengon wood and petung bamboo (J1). Based on the test results, the combination of the combination of kemiri wood, bamboo petung and sengon wood, bamboo petung is included in the strength class III which can be used for protected heavy construction purposes.*

Keywords: *Physics; Mechanics; Candlenut wood, Sengon wood; Petung bamboo*

ABSTRAK. Bambu memiliki berbagai kelebihan seperti harga yang relative murah, cepat tumbuh, memiliki sifat fisika dan mekanika sebanding dengan kayu, dan cocok diaplikasikan dengan teknologi pengolahan yang telah ada. Papan laminasi kombinasi dari kayu dan bambu menjadi pilihan yang menarik dalam pengolahan kayu dan bambu. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengujian sifat fisika dan mekanika telah dilakukan pada papan laminasi berbahan baku kayu atau atau bambu saja. Informasi mengenai papan laminasi dengan kombinasi kayu dan non kayu masih sangat terbatas. Papan laminasi dibuat dari kombinasi kayu sengon-bambu petung dan kayu kemiri-bambu petung. Pemilihan kayu sengon dan kemiri sebagai bahan baku karena memiliki berat jenis ringan yaitu 0,4 dan 0,33-0. Kayu dengan berat jenis ringan sampai sedang sangat cocok digunakan sebagai bahan baku papan laminasi terkait penetrasi perekat lebih mudah ke permukaan kayu. Penelitian bertujuan untuk pengaruh kombinasi kayu sengon bambu petung dan kayu kemiri bambu petung terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi. Metode yang digunakan metode eksperimen dengan rancangan non faktorial dengan 2 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan jenis kombinasi berpengaruh tidak nyata pada pengujian kerapatan, pengembangan tebal, penyusutan tebal dan MoR sedangkan pada pengujian MoE dan kadar air berpengaruh nyata. Pengujian sifat fisika dan mekanika maka papan laminasi kombinasi kayu kemiri dan bambu petung (J2) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung (J1). Berdasarkan hasil pengujian papan laminasi kombinasi kayu kemiri bambu petung dan kayu sengon bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan konstruksi berat yang terlindungi.

Kata kunci: Fisika; Mekanika; Kayu kemiri; Kayu sengon; Bambu petung

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

PENDAHULUAN

Papan laminasi merupakan salah satu produk biokomposit yang terbuat dari potongan-potongan dari satu atau beberapa jenis kayu yang direkatkan menjadi satu kesatuan (Gusmawati et al. 2018). Papan laminasi telah diaplikasi secara luas baik untuk furniture, kontruksi dan aplikasi laiinnya (Abdullah et al. 2020; Suprijono et al. 2020; Tjokrowijanto et al. 2015). Dalam beberapa tahun terakhir, keberlanjutan dan konservasi sumber daya alam menjadi perhatian penting sehingga alternatif bahan baku papan laminasi yang ramah lingkungan menjadi prioritas.

Kayu merupakan salah satu bahan baku utama untuk memproduksi produk papan laminasi. Namun, penggunaan kayu secara besar-besaran menyebabkan ketersediaannya sebagai bahan baku mengalami penurunan. Oleh karena itu, dibutuhkan kombinasi atau alternatif bahan baku selain kayu untuk memproduksi papan laminasi. Bambu adalah salah satu bahan baku non kayu yang dapat dijadikan sebagai bahan baku papan laminasi. Bambu memiliki berbagai kelebihan seperti harga yang relative murah, cepat tumbuh, memiliki sifat fisika dan mekanika sebanding dengan kayu, dan cocok diaplikasikan dengan teknologi pengolahan yang telah ada (Chaowana 2013). Papan laminasi kombinasi dari kayu dan bambu menjadi pilihan yang menarik dalam pengolahan kayu dan bambu.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengujian sifat fisika dan mekanika telah dilakukan pada papan laminasi berbahan baku kayu atau atau bambu saja(Asdar and Lempang 2006; Wulandari and Amin 2022 a:b). Akan tetapi, informasi mengenai papan laminasi dengan kombinasi kayu dan non kayu masih sangat terbatas. Papan laminasi dibuat dari kombinasi kayu sengon-bambu petung dan kayu kemiri-bambu petung. Pemilihan kayu sengon dan kemiri sebagai bahan baku karena memiliki berat jenis ringan yaitu 0,4 dan 0,33-0.39 (Asdar and Lempang 2006; Lessy *et al*. 2018). Berdasarkan Wulandari *et al*. (2022), kayu dengan berat jenis ringan sampai sedang sangat cocok digunakan sebagai bahan baku papan laminasi terkait penetrasi perekat lebih mudah ke permukaan kayu.

Penelitian bertujuan untuk pengaruh kombinasi kayu sengon bambu petung dan kayu kemiri bambu petung terhadap sifat fisika dan mekanika papan laminasi. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan bagi pelaku usaha furniture, kontruksi, serta industri perkayuan dalam pemilihan bahan baku.

METODE PENELITIAN

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

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan diLaboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram untuk uji fisika, sedangkan untuk uji mekanika dilakukan diLaboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram. Waktu 0hnpenelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Desember 2022.

Alat dan Bahan Penelitian

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

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Lem PVAC merk (Rajawali), Stik kayu kemiri dan kayu sengon dengan ukuran tebal 5 cm, lebar 5 cm, panjang 30 cm dan 40 cm, stik bambu petung dengan ukuran 3 cm x 5 cm x 80 cm.

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan dua perlakuan kombinsasi jenis kayu yaitu jenis kayu sengon bambu petung (J1) dan kayu kemiri bambu petung (J2) dengan 3 kali ulangan.

Tabel 1. Tabulasi Rancangan Percobaan

Jenis Kayu	Ulangan		
	U1	U2	U3
J1	J1U1	J1U2	J1U3
J2	J2U1	J2U2	J2U3

Keterangan:
J1= kombinasi kayu sengon bambu petung
J2= kombinasi kayu kemiri bambu petung
U1= Ulangan 1
U2= Ulangan 2
U3= Ulangan 3

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Pemilihan potongan kayu yang ukuran panjangnya sesuai dengan yang dibutuhkan. Penyerutan bahan baku dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan sortimen kayu. Pembuatan sortimen kayu dengan menggunakan mesin gergaji pemotong dengan ukuran sortimenyang telah ditentukan. Pengamplasan dilakukan kembali pada sortimen kayu sampai kayu menjadi halus supaya permukaannya menjadi rata dan memudahkan dalam proses perekatan. Sortimen kayu dioven pada suhu 60°C selama 2 hari 24 jam untuk menyeragamkan kadar air pada masing-masing sortimen kayu.

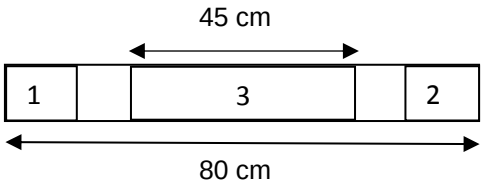
Perakitan Papan Lamina

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

Pengkondisian

Pengkondisian meliputi langkah-langkah sebagai berikut: setelah perakitan sortimen-sortimen kayu menjadi papan lamina selesai, kemudian dilakukan pengkondisian.Papan yang akan dijadikan sebagai Contoh uji disimpan di dalam ruangan konstan selama kurang lebih satu minggu untuk menyeragamkan kadar air dalam kayu (Herawati *et.al*, 2008).5. Pembuatan Contoh Uji

Balok laminasi yang telah jadi, dipotong untuk dibuat contoh pengujian sifat fisika dan mekanika. Hasil pemotongan contoh uji papan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Pemotongan Contoh Uji

Keterangan:
1. Contoh uji kerapatan dan kadar air (4 cm x 4 cm x 3 cm)
2. Contoh uji perubahan dimensi (4 cm x 4 cm x 3 cm)
3. Contoh uji Modulus of elasticity dan Modulus of Rupture (4 cm x 3 cm x 45 cm)

Gambar 2. Kombinasi Kayu Kemiri (Face dan Back) dan Bambu Petung (Core)

Gambar 3. Kombinasi Kayu Sengon (Face dan Back) dan Bambu Petung (Core)

Parameter Pengujian

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

Analisis Data

Data yang diperoleh dilakukan analisis keragaman (ANOVA) untuk mengetahui apakah hasilnya berbeda nyata atau tidak dengan menggunakan program SPSS16 pada taraf signifitansi 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Kerapatan kayu merupakan hasil dari pembagian massa kayu dengan volume kayu dengan nilai kadar air tertentu ataupun kering (Widiawati *et.al*, 2018).

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (gr/cm^3)
	1	2	3	
J1	0,45	0,51	0,53	0,49
J2	0,47	0,47	0,42	0,46
Rata-Rata				0,47

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai kerapatan papan laminasi tertinggi pada J1 sebesar 0,49 gr/cm^{3}dan terendah pada J2 sebesar 0,46 dengan nilai rata-rata 0,47 gr/cm^3. Nilai tersebut telah memenuhi standar standar SNI 01-6240-2000 yaitu sebesar 0,40–0,80 gr/cm^3. Perbedaan jenis kayu berpengaruh terhadap kualitas kayu laminasi salah satunya nilai kerapatannya (Wulandari & Amin, 2022). Perbedaan nilai kerapatan dipengaruhi oleh jenis bahan baku, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Yoresta, 2014). Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Darwis *et.al* (2014) pada papan laminasi kayu kelapa dengan nilai kerapatan berkisar antara 0,33 -0,38 gr/cm^3 maka nilainya termasuk lebih tinggi tetapi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh tetapi bila dibandingkan penelitian Rahmawati (2021) pada limbah kayu industri sebesar 0,69-0,97 g/cm^3 dan penelitian Gusmawati (2018) tentang papan laminasi berdasarkan warna dan bidang orientasi kayu dengan nilai 0,51 - 0,83 g/cm3 maka termasuk lebih rendah nilainya. Perbedaan nilai kerapatan tersebut dipengaruhi oleh jenis lamina, tebal dinding sel, kadar air dan proses perekatan (Somadona *et. al,* 2020).

Tabel 3. Hasil ANOVA Kerapatan *Laminated Board*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	0,002	1	0,002	2,047	0,421
Galat	0,005	4	0,001		
Total Koreksi	0,007	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,421. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Kadar Air

Wulandari (2013) menyatakan bahwa kadar air merupakan berat air yang dinyatakan dalam persen terhadap berat kering tanurnya.

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
J1	14,06	13,97	14,03	14,02
J2	14,56	14,38	14,54	14,49
Rata-Rata				**14,26**

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai kadar air tertinggi pada papan laminasi J2 sebesar 14,49% dan terendah pada J1 sebesar 14,02% dengan nilai rata-rata 14,26%. Nilai kadar air papan laminasi kayu bayur dan papan laminasi bambu petung telah memenuhi standar JAS 234:2007 yaitu kurang dari 15%. Kadar air yang digunakan dalam pembuatan papan 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). Jenis perekat, jenis bahan baku, perlakuan pendahuluan, ketebalan laminasi, berat jenis, jumlah lapisan laminasi, berat labur, kandungan air perekat dan prosedur yang digunakan dalam proses perekatan merupakan faktor-faktor yang menentukan kadar air suatu produk laminasi adalah (Wulandari dan Amin, 2022). Nilai kadar air ini bila dibandingkan dengan penelitian Wulandari *et.al* (2023) pada papan laminasi kayu bayur dengan nilai kadar air sebesar 14,69% maka termasuk lebih rendah demikian bila dibandingkan dengan penelitian Darwis *et.al* (2014) pada batang kelapa sawit dengan nilai sebesar 12,47%.

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	0,017
Galat	0,025	4	0,006		
Total Koreksi	0,358	5			

Berdasarkan hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi perlakuan 0,017. Meskipun perlakuan signifikan, akan tetapi uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Pengembangan Tebal

Perubahan dimensi kayu terjadi seiring dengan berubahnya kadar air yang terdapat pada dinding sel kayu disebabkan gugus OH (hidroksil) dan oksigen (O2) pada dinding sel bersifat menarik uap air melalui ikatan hydrogen (Wulandari, 2015).

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (%)
	1	2	3	
J1	3,38	1,84	2,09	2,44
J2	4,56	3,07	4,81	4,15
Rata-Rata				3,29

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai pengembangan tebal tertinggi pada papan laminasi J2 sebesar 4,15% dan terendah pada J1 sebesar 2,44% dengan nilai rata-rata sebesar 3,29%. Nilai pengembangan tebal papan laminasi ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari dan Amin (2023) pada papan laminasi dari kayu bayur dan bambu petung sebesar 1,34% maka termasuk lebih tinggi demikian pula bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan penelitian Rinasari *et. al.,* (2012) mengenai karakteristik balok laminasi dari batang kelapa dan kayu kemiri yang memperoleh nilai rata-rata kisaran 1,57-1,59. Berbedanya nilai pengembangan tebal tersebut disebabkan oleh kerapatan bahan baku yang berbeda. Perubahan dimensi merupakan tanda perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan dimana kerapatan bervariasi antara berbagai jenis pohon dan diantara pohon dari jenis yang sama (Rahmawati, 2021). Faktor lain terjadinya perbedaan disebabkan perlakuan dan bahan baku yang digunakan dalam penelitian (Mochsin *et.al*, 2014). Nilai pengembangan tebal ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 dengan nilai pengembangan tebal ≤ 20%.

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	0,124
Galat	3,145	4	0,786		
Total Koreksi	7,534	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,124. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Penyusutan Tebal

Penyusutan terjadi apabila kadar air berkurang sampai di bawah titik jenuh serat (<30%) yang akan berpengaruh terhadap perubahan dimensi (Risnasari, 2012).

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

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
J1	0,578	1,496	2,739	1,604
J2	1,407	2,808	2,817	2,344
Rata-Rata				1,974

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai penyusutan tebal tertinggi pada papan laminasi J2 sebesar 2,34% dan terendah pada J1 sebesar1,60% dengan nilai rata-rata 1,97%. Nilai penyusutan tebal dari papan laminasi ini telah memenuhi memenuhi standar JAS SE-7 2007 dengan nilai standar ≤ 14%. Penelitian ini bila dibandingkan dengan penelitian Hidayati *et.al* (2016) pada papan laminasi dari kayu jati unggul sebesar 7,90% dan kayu jati konvensional sebesar 8,50% termasuk lebih rendah. Perbedaan tersebut karena perbedaan penggunaan bahan baku papan laminasi yang digunakan (Belatrix, 2022).

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	0,400
Galat	3,668	4	0,917		
Total Koreksi	4,489	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap penyusutan tebal *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,400. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Modulus of Elasticity

Modulus Elastisitas (MoE) merupakan ukuran ketahanan balok laminasi menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah) dan sangat bermanfaat jika balok laminasi digunakan sebagai bahan kontruksi (Purwanto. 2011).

Tabel 10. Nilai Rata-rata *Modulus of Elasticity Laminated Board* (kgf/cm^2)

Perlakuan	**Ulangan**			**Rata-Rata**
	1	**2**	**3**	
J1	8093,63	9346,48	8674,05	8704,72
J2	11029,94	10873,64	10956,79	10953,46
Rata-Rata				**9829,09**

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai *MoE* tertinggi pada papan laminasi J2 sebesar 10953,46 kgf/cm^2 dan terendah pada J1 sebesar 8704,72 kgf/cm^2 dengan nilai rata-rata sebesar 9829,09 kgf/cm^2. Nilai *MoE* papan laminasi ini belum memenuhi standar JAS 234:2007 yang mensyaratkan nilai *MoE* minimal 75000 kgf/cm^2. Penelitian 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/cm^2 maka termasuk lebih tinggi demikian pula bila dibandingkan dengan penelitian. Sulastiningsih *et al* (2014) pada bambu komposit 5 lapis yang dibuat dari bilah bambu *Dendrocalamus strictus* dengan 3 macam komposisi menghasilkan nilai MoE sebesar 35389,62 kgf/cm^2. Nilai yang MoE tinggi menunjukkan kekakuan bahan yang tinggi untuk dapat menahan tekanan besar tanpa deformasi yang besar (Wulandari, 2021). Faktor yang mempengaruhi Nilai MoE papan laminasi dapat dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan, susunan bilah laminasi, jenis perekat yang digunakan, jumlah perekat terlabur, variasi tebal bilah, serta penyusunan setiap lapisan laminasi (Belatrix, 2022).

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	**Fhit.**	**Sig.**
Perlakuan	32775496,371	1	32775496,371	0,473	0,053
Galat	277414186,869	4	69353546,717		
Total Koreksi	310189683,240	5			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap *MoE laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,053. Meskipun perlakuan signifikan, akan tetapi uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan karena hanya terdapat dua faktor untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Modulus of Rupture

Modulus of Rupture (MoR) didefinisikan sebagai kemampuan suatu benda menahan beban maksimum hingga benda tersebut patah (Prihandini, 2012).

Tabel 12. Nilai Rata-rata *Modulus of Rupture Laminated Board* (kgf/cm^2)

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
J1	238,621	246,865	235,743	240,409
J2	243,151	173,539	210,345	209,011
Rata-Rata				224,710

Keterangan : J1 = Kayu Sengon Bambu, J2 = Kayu Kemiri Bambu

Nilai MoR papan laminasi tertinggi pada J1 sebesar 240,409 kgf/cm^2 dan terendah pada J2 sebesar 209,011 kgf/cm^2 dengan nilai rata-rata 224,71 kgf/cm^2 . Nilai *MoR* papan laminasi ini telah memenuhi standar JAS 234-2007 yaitu minimal sebesar 300 kgf/cm^2. Papan laminsi ini bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Supriadi *et.al* (2017) tentang laminasi bambu pada papan kayu jabon yang memiliki nilai MoR sebesar 568,5 kgf/cm^2 maka termasuk lebih rendah. Nilai MoR berhubungan erat dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat serta kesolidan antara bahan baku yg direkat dan bahan perekatnya (Violet & Agustina, 2018).

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

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Perlakuan	8904,908	1	8904,908	12,486	0,214
Galat	2852,846	4	713,211		
Total Koreksi	11757,753	5			

Berdasarkan hasil uji analisis keragaman pada Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *MoR laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi perlakuan 0,214. Oleh karena itu, uji lanjut DMRT tidak perlu dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

KESIMPULAN

Perlakuan jenis kombinasi berpengaruh tidak nyata pada pengujian kerapatan, pengembangan tebal, penyusutan tebal dan MoR sedangkan pada pengujian MoE dan kadar air berpengaruh nyata. Pengujian sifat fisika dan mekanika maka papan laminasi kombinasi kayu kemiri dan bambu petung (J2) memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan papan laminasi kombinasi kayu sengon dan bambu petung (J1). Berdasarkan hasil pengujian papan laminasi kombinasi kayu kemiri bambu petung dan kayu sengon bambu petung masuk dalam kelas kuat III yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan konstruksi berat yang terlindungi.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, S., Mendila, H., Febriansyah, M. C., and Ibrahim, A. 2020. Penerapan Kayu Laminasi “Glulam” sebagai Material Utama pada Struktur Bangunan Children Centre. *TIMPALAJA : Architecture student Journals* 2(1): 58–67. DOI: 10.24252/timpalaja.v2i1a7

Asdar, M., and Lempang, M. 2006. Karakteristik Anatomi, Fisik Mekanik, Pengeringan Dan Keterawetan Kayu Kemiri (Aleurites moluccana Willd.). *Perennial* 2(2): 19. DOI: 10.24259/perennial.v2i2.157

Chaowana, P. 2013. Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites. *Journal of Materials Science Research* Canadian Center of Science and Education 2(2). DOI: 10.5539/jmsr.v2n2p90

Gusmawati, E., Wulandari, F., and Rini, D. 2018. Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Berdasarkan Warna dan Bidang Orientasi Kayu. *Jurnal Belantara* 37(2): 1–8.

Lessy, I., Ohorella, S., and Karepesina, S. 2018. Sifat Fisis Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) pada Lahan Agroforestry di Ambon, Maluku. *Jurnal Agrohut* 9(1): 1–11.

Suprijono, H., Wijaya, D. K., and . K. 2020. Edukasi dan Pelatihan Pembuatan Papan Kayu Laminasi dari Limbah Kayu Jati di Kelompok Industri Meubel Rumahan Desa Mangunsari. *Abdimasku : Jurnal Pengabdian Masyarakat* 3(2): 25. DOI: 10.33633/ja.v3i2.91

Tjokrowijanto, B. B., Purwono, E. H., and Ramdlani, S. 2015. Penerapan material kayu laminasi pada konstruksi Pusat Kerajinan Rakyat di Kota Batu. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur* 3(1).

Wulandari, F. T., and Amin, R. 2022a. Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. 17(148).

Wulandari, F. T., and Amin, R. 2022b. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung (Dendrocalamus asper) dengan Susunan Bilah ke Arah Lebar P. *Jhppk*.

Wulandari, F. T., Amin, R., and Raehanayati, R. 2022. Karateristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur. *Euler : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi* 10(1): 75–87. DOI: 10.34312/euler.v10i1.13961

Somadona, Sonia, Evi Sribudiani dan 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.

Vol. 15 No. 2: 53-64.

Supriadi, Achmad, I.M. Sulastiningsih & Subyakto. 2017. Karakteristik Laminasi Bambu Pada

Papan Jabon. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 35 No. 4, Desember 2017: 263-272

Mochsin, Fadillah H. & UsmanMochsin. 2014. *Stabilitas Dimensi Kayu Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Jenis Kayu.* Jurnal Hutan Lestari. Vol. 2 (2): 229-241

Widiati, K. Yuli, B. Supraptono, and A. B. Y. Tripratono. 2018. Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Lamina Kombinasi Jenis Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.)

Nilsen) dan Jenis Kayu Merbau (Intsia Spp.). Jurnal Hutan Tropis, vol. 2, no. 2, hal 93–97.

Wulandari, 2015. Papan Komposit: Produk Hasil Hutan yang Ramah Lingkungan. Jurnal Sangkareang Mataram vol. 1, no. 2 hal 1-9.

Risnasari, Azhar, and A. N. Sitompul. 2012. Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* wild.). *FORESTA Indonesian Journal of Forestry* vol. 1, no. 2, hal 79–87

Purwanto, D. 2011. Pembuatan Balok dan Papan dari Limbah Industri Kayu.Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Jurnal Riset Industri, vol 5 no.2, hal 13-20.

Hanafiah, K.A. 2016.Rancangan Percobaan. Penerbit PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Violet dan Agustina. 2018. Variasi Arah Aksial Batang (Pangkal Dan Ujung) Terhadap Sifat Mekanika Papan Laminasi Kayu Kelapa (Cocos Nucifera.L) Dan Kayu Nangka (Arthocarpus Heterophyllus.L). Jurnal Hutan Tropis Vol. 6 No. 1.

Rahmawati, 2021. Sifat Fisika dan Mekanika Balok Laminasi Industri Meubel. Skripsi. Program Studi Kehutanan Universitas Mataram.

Herawati E, Massijaya, M.Y., Nugroho N. 2008. Karakteristik Balok Laminasi dari kayu Mangium (Acacia mangium Willd.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan. Vol. 1, 1-8.

Hidayati, F., Isti Tamira Fajrin, Muhammad Rosyid Ridho, Widyanto Dwi Nugroho, Sri Nugroho Marsoem, & Mohammad Na'iem. 2016. Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jati Unggul "Mega" Dan Kayu Jati Konvensional Yang Ditanam Di Hutan Pendidikan Wanagama, Gunungkidul, Yogyakarta. Jurnal Ilmu Kehutanan. Vol. 10 No. 2 – Juli-September 2016

Prihandini, F.D.A. 2012. Kayu Laminasi Asimetris Sebagai Komponen Dinding Sekat. Skripsi. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Purwanto, D. 2011. Pembuatan Balok dan Papan dari Limbah Industri Kayu. Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Jurnal Riset Industri. Vol. 5. 13-20.

Yoresta, F. S. 2014. Studi eksperimental perilaku lentur balok glulam kayu pinus (Pinus merkusii). Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis. Vol. 12(1), 33–38.

Wulandari, F. T. 2013. Produk papan komposit dengan pemanfaatan limbah non kayu. Jurnal Media Bina Ilmiah. Vol.7 No, 6 hal.1–4.

Wulandari F.T & Radjali Amin, 2022. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon. Jurnal Hutan Tropika. Vol. 17 No.1 Hal. 40-50.

Belatrix (2022b) 'Analisis Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Kombinasi Bambu Petung Dan Bambu Ater.', Jurnal Inersia, 18(1), pp. 1–8.

Atmawi Darwis, Muhammad Y Massijaya, Naresworo Nugroho, Eka M Alamsyah, 2014. Karakteristik Kayu Laminasi dari Batang Kelapa Sawit. J. Ilmu Teknol. Kayu Tropis Vol. 12 No.2 hal 1-12.

Yoresta, F. S. (2014). Studi eksperimental perilaku lentur balok glulam kayu pinus (Pinus merkusii). Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis, 12(1), 33–38.

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, Dini Lestari1 dan Ni Putu Ety Lismaya Dewi, 2023. Analisis Pengaruh Jenis Papan, Berat Labur Perekat Dan Interaksinya Terhadap Sifat Fisika Dan Mekanika PapanLaminasi. Jurnal Daun, Vol. 10 No. 1, hal 1-17.

Wulandari, 2021. Pengaruh Berat Labur Perekat Terhadap Sifat Fisika Papan Laminasi Bambu Petung. Jurnal Media Bina Ilmiah Vol.16 No.3, hal 1-8.