

Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Papan Laminasi Kayu Sengon dan Kayu Bayur

Febriana Tri Wulandari^{1*}, Radjali Amin², Raehanayati³

¹ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, (0370) 7505654

² Pasca Sarjana Institute Teknologi Yogyakarta

³ Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram, (0370) 7505654

*Penulis Korespondensi. Email: febriana.wulandari@unram.ac.id

Abstrak

Saat ini semakin sulit untuk memperoleh kayu gergajian dalam ukuran besar dan berkualitas karena semakin berkurangnya pasokan kayu di hutan alam. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu suatu inovasi untuk memanfaatkan limbah potongan kayu sebagai produk papan. Salah bentuk inovasi pemanfaatan limbah potongan kayu sebagai produk papan adalah papan laminasi. Dalam penelitian ini menggunakan kayu sengon dan bayur yang memiliki kelas kuat III-IV dan memiliki berat jenis yang berkisar antara 0,29-0,70. Kayu bayur dan sengon sesuai digunakan sebagai bahan baku papan laminasi karena memiliki berat jenis ringan. Tujuan dari penelitian papan laminasi kayu bayur dan sengon adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisika dan mekanika papan laminasi, pengaruh berat labur, jenis kayu dan interaksinya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) factorial. Karakteristik sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon dan bayur : kerapatan 0,412 gram/cm³; kadar air 12,459%; pengembangan tebal 2,019%; penyusutan tebal 3,183%; *MoE* 23031,922 kgf/cm²; *MoR* 357,208 kgf/cm². Berat labur, jenis kayu dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon dan bayur. Interaksi berat labur dan jenis kayu tidak berpengaruh nyata pada pengujian kadar air dan *MoR*. Berdasarkan kelas kuat kayu maka papan laminasi kayu sengon dan bayur masuk dalam kelas III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat yang terlindung.

Kata Kunci: Papan Laminasi; Kayu Sengon; Kayu Bayur; Sifat Fisika; Sifat Mekanika

Abstract

Currently, it is increasingly difficult to obtain large and quality sawn timber due to the diminishing supply of wood in natural forests. To overcome this problem, innovation is needed to utilize wood scrap waste as a board product. One form of innovation in the use of wood scrap as a board product is laminated boards. In this study, Sengon and Bayur woods were used which had strong grades III-IV and had specific gravity ranging from 0.29-0.70. Bayur and Sengon wood are suitable to be used as raw materials for laminated boards because they have a light density. The purpose of this research was to determine the physical and mechanical characteristics of laminated boards, the effect of Labur weight, wood species and their interactions. The method used in this study is an experimental method with a factorial completely randomized design (CRD). Characteristics of physical and mechanical properties of laminated boards of Sengon and clothes: density 0.412 gram/cm³; water content 12,459%; thick development 2.019%; thick shrinkage 3.183%; *MoE* 23031,922 kgf/cm²; *MoR* 357.208 kgf/cm². Laur weight, type of wood and their interactions have a significant effect on all physical and mechanical properties of Sengon and Bayur laminated boards. The interaction of pumpkin weight and wood species had no significant effect on the water content and *MoR* tests. Based on the wood strength class, Sengon and Bayur wood laminated boards are classified as class III which can be used as protected heavy construction materials.

Keywords: Laminated Board; Sengon Wood; Bayur Wood; Physical Properties; Mechanical Properties

1. Pendahuluan

Bahan baku kayu merupakan salah satu bahan dasar yang dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari untuk bahan konstruksi, bahan furniture, kerajinan dan sebagainya. Saat ini semakin sulit untuk memperoleh kayu gergajian dalam ukuran besar dan berkualitas karena semakin berkurangnya pasokan kayu di hutan alam. Sementara kebutuhan kayu di Indonesia serta penggunaannya dalam dunia konstruksi terus mengalami peningkatan. Dampaknya industri perkayuan mengalami kesulitan memperoleh bahan baku untuk menunjang proses produksinya [1]. Menurut Kementerian Kehutanan (2012) penggunaan kayu oleh industri primer pada 2005 sekitar 37,9 juta m³ dan pada tahun 2014 meningkat menjadi 60,3 juta m³.

Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu suatu inovasi untuk memanfaatkan limbah potongan kayu sebagai produk papan. Salah bentuk inovasi pemanfaatan limbah potongan kayu sebagai produk papan adalah papan laminasi. Menurut Anshari [2] papan laminasi merupakan kombinasi beberapa jenis potongan kayu menjadi satu kesatuan yang utuh. Papan laminasi dapat menghasilkan ukuran papan yang lebar dan panjang sesuai dengan yang dibutuhkan karena penyambungan dilakukan sepanjang yang dibutuhkan [3]. Keunggulan utama papan laminasi adalah kekuatannya yang hampir sama dengan papan solid [4]. Teknik laminasi merupakan cara penggabungan atau penyusunan bahan baku yang tidak seragam (sama) atau dari berbagai kualitas, kemudian di rancang melalui beberapa tahapan sehingga terbentuk sebuah produk berupa papan laminasi dengan ukuran dan bentuk yang lebih lebar sesuai keinginan [5].

Penelitian terkait papan laminasi telah banyak dilakukan antara lain penelitian yang dilakukan Risnasari *et al.* [6] mengenai karakteristik balok laminasi dari batang kelapa (*cocos nucifera* L.) dan kayu kemiri (*Aleurites moluccana* Willd.) menghasilkan nilai rata-rata kerapatan berkisar antara 0,62-0,68 gr/m³ dan penelitian Herawati *et al.* [7] mengenai karakteristik balok laminasi dari kayu mangium (*Acacia mangium* Willd) Menghasilkan nilai rata-rata kadar air 12,2-12,8%, dan menghasilkan nilai MoE sebesar 84100-136700kg/cm².

Dalam penelitian ini menggunakan kayu sengon dan bayur yang memiliki kelas kuat III-IV dan memiliki berat jenis yang berkisar antara 0,29-0,70. Kayu bayur dan sengon sesuai digunakan sebagai bahan baku papan laminasi karena memiliki berat jenis ringan. Berat jenis yang ringan sampai sedang menjadi syarat pembuatan papan laminasi untuk memudahkan perekat masuk ke dalam permukaan kayu. Untuk mengetahui kekuatan papan laminasi dari kayu bayur dan sengon maka perlu dilakukan pengujian sifat fisika dan mekanika. Pengujian sifat fisika diperlukan untuk mengetahui kestabilan dimensi bahan baku dan sifat mekanika untuk mengetahui kemampuan bahan baku kayu terhadap beban yang ada di atasnya. Tujuan dari penelitian papan laminasi kayu bayur dan sengon adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisika dan mekanika papan laminasi, pengaruh berat labur, jenis kayu dan interaksinya.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu suatu percobaan yang dilakukan untuk membuktikan suatu hipotesis [8].

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Mataram untuk uji fisika, sedangkan untuk uji mekanika dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Desember 2021.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

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 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, desikator, oven berfungsi untuk mengeringkan kadar air kayu dan benda uji sifat fisika, kaliper berfungsi untuk mengukur dimensi kayu, meteran berfungsi untuk mengukur panjang kayu sesuai ukuran, mesin serut (*Planner*) berfungsi menyerutkan kayu agar permukaan kayu 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, dial Gauge berfungsi mengukur besar tekanan,

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :Lem PVAC merk (Rajawali), Sortimen kayu bayur dan sengon dengan ukuran tebal 5 cm dengan lebar 5 cm dan panjang 30 cm dan 40 cm. Ukuran papan lamina (tebal x lebar x panjang) yang dibuat serta jumlahnya adalah 5 cm x 15 cm x 120 cm sebanyak 12 buah.

2.3 Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial. Faktor pertama berat labur perekat dan faktor jenis kayu. Faktor berat labur terdiri dari 2 perlakuan yaitu berat labur 150 gram/m² (B1) dan berat labur 200 gram/m² (B2). Faktor kedua jenis kayu yaitu jenis kayu bayur (J1) dan sengon (J2) dengan 3 kali ulangan.

Tabel 1. Tabulasi Rancangan Percobaan

No.	Berat Labur	Jenis Kayu	Ulangan		
			1	2	3
1.	B1	J1	B1J1U1	B1J1U2	B1J1U3
		J2	B1J2U1	B1J2U2	B1J2U3
2.	B2	J1	B2J1U1	B2J1U2	B2J1U3
		J2	B2J2U1	B2J2U2	B2J2U3

Keterangan:

B1=berat labur 150 gram/m²

B2= berat labur 200 gram/m²

U1= Ulangan 1

U2= Ulangan 2

U3= Ulangan 3

J1=bayur

J2=sengon

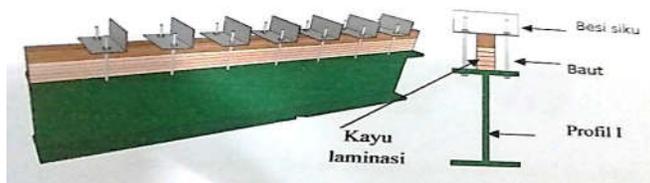
2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1. 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.

2.4.2. 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 [9]. Proses pengempaan papan lamina seperti pada Gambar 1.



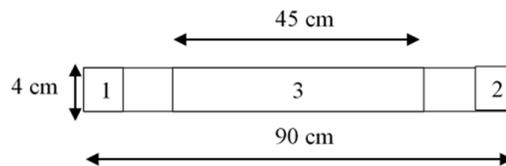
Gambar 1. Model Pengempaan Papan Lamina

2.4.3. 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 [7].

2.5 Pembuatan Contoh Uji

Balok laminasi yang telah jadi, dipotong untuk dibuat contoh pengujian sifat fisika. Adapun hasil pemotongan contoh uji papan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. 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)

2.6 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*).

2.7 Analisis Data

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

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kerapatan

Kerapatan kayu adalah hasil dari pembagian massa kayu dengan volume kayu dengan nilai kadar air tertentu ataupun kering, selanjutnya kepadatan kayu berhubungan erat dengan berat jenis (BJ) kayu dan kekuatan kayu, semakin ringan sebuah kayu maka semakin ringan kekuatannya atau sebaliknya [10].

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kerapatan

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (gram/cm ³)
	J1	J2	
B1	0,506	0,341	0,423
B2	0,506	0,294	0,400
Rata-Rata (gram/cm ³)	0,506	0,317	0,412

Keterangan : B1 = Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bayur, dan J2 = Sengon

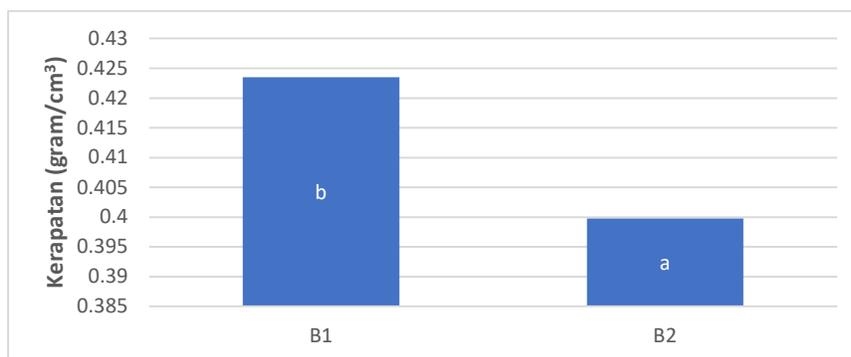
Nilai rata-rata kerapatan papan laminasi kayu bayur dan sengon sebesar 0,412 gram/cm² dengan nilai kisaran antara 0,294-0,506 gram/cm³. Kerapatan papan laminasi tertinggi pada berat labur B1 dan jenis kayu J1. Berdasarkan standar SNI 01-6240-2000 yaitu sebesar 0.4 – 0,8 gram/cm³ maka nilai kerapatan papan laminasi kayu sengon dan bayur masuk dalam standar. Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mutiara [11] tentang papan laminasi dari kayu sengon dengan nilai kerapatan rata-rata sebesar 0,289 gr/ cm³ maka kerapatan kayu sengon dan kayu bayur lebih tinggi. Tetapi bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Risnasari *et al* [6] tentang karakteristik balok laminasi dari batang kelapa (*Cocos macnifera* L) dan kayu kemiri (*Aleurites moluccana* Wild) dengan nilai sebesar 0,68 gr/cm³ maka papan laminasi dari kayu bayur danb sengon lebih rendah. Perbedaan nilai tersebut karena jenis kayu.

Perbedaan nilai kerapatan papan laminasi tersebut karena perbedaan jenis kayu (bahan baku) yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan [12] yang menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas kayu laminasi antara lain bahan baku, bentuk sambungan, proses perekatan, pengempaan serta pemberian perekat yang berlebihan. Perbedaan jenis kayu berpengaruh terhadap kualitas kayu laminasi salah satunya nilai kerapatannya[4]. Kerapatan kayu berpengaruh terhadap kekuatan kayu, semakin besar kerapatan kayu maka semakin meningkat kekuatan yang dimiliki kayu atau sebaliknya [13].

Tabel 3. Hasil ANOVA Kerapatan

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,002	1	0,002	7,565	0,025
Jenis Kayu	0,107	1	0,107	478,844	0,000
Berat Labur * Jenis Kayu	0,002	1	0,002	7,373	0,026
Error	0,002	8	0,000		
Total Koreksi	0,112	11			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 3. menunjukkan bahwa semua perlakuan berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan laminasi kayu sengon dan bayur yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur, jenis kayu dan interaksi antara berat labur dengan jenis kayu berturut-turut 0,025, 0,000, dan 0,026 sehingga semua perlakuan berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan laminasi kayu sengon dan bayur maka perlu dilakukan uji lanjut DMRT.

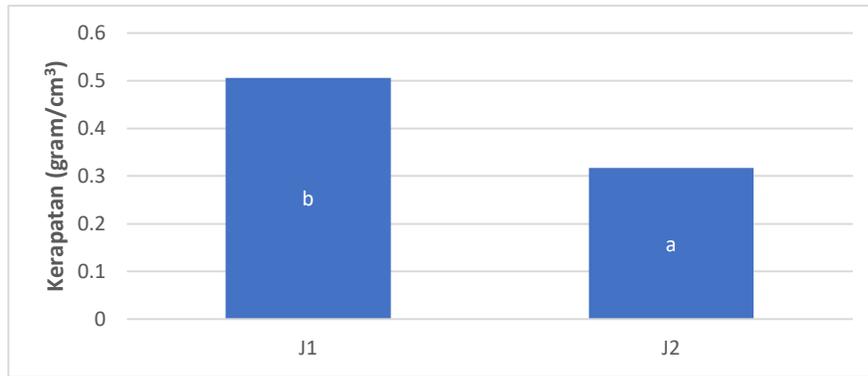


Keterangan : B1 = Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm²

Gambar 3. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Berat Labur

Gambar 3. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan berat labur sehingga secara langsung dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut

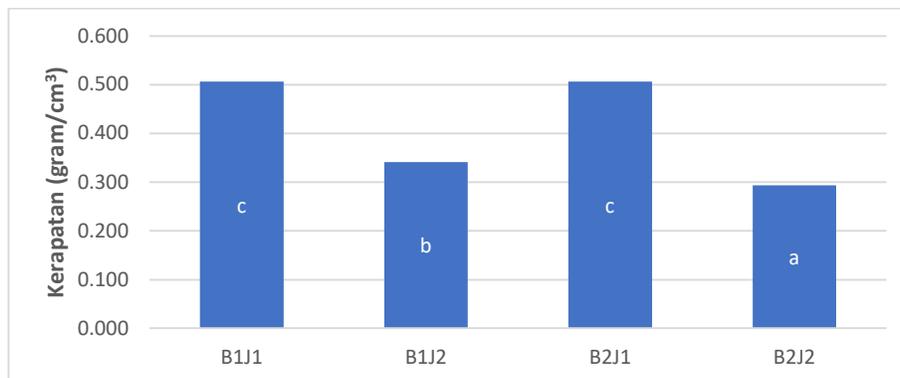
perlakuan dengan berat labur 150 gram/cm² memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan berat labur 200 gram/m².



Keterangan : J1 = Bayur dan J2 = Sengon

Gambar 4. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Jenis Kayu

Pada Gambar 4. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan jenis kayu sehingga secara otomatis dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut perlakuan dengan jenis kayu bayur memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan jenis kayu sengon.



Keterangan : B1 = Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bayur, dan J2 = Sengon

Gambar 5. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Interaksi Berat Labur Dengan Jenis Kayu

Pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa perlakuan B1J1 dengan perlakuan B1J2 dan B2J2 menunjukkan perbedaan yang signifikan. Namun B1J1 dengan B2J1 tidak ada perbedaan yang signifikan. Selanjutnya B1J2 dengan perlakuan lain menunjukkan perbedaan yang signifikan. Selanjutnya untuk perlakuan B2J1 menunjukkan perbedaan yang signifikan pada perlakuan B1J2 dan B2J2, tapi tidak pada perlakuan B1J1. Kemudian perlakuan B2J2 menunjukkan perbedaan yang signifikan pada semua perlakuan.

3.2 Kadar Air

Nilai kadar air didapat dengan cara membagi hasil pengurangan berat basah dan berat kering tanur dengan berat kering tanurnya. Kemampuan kayu untuk menyerap dan melepaskan air tergantung pada keadaan lingkungan atau suhu dan kelembaban udara disekelilingnya [12]. Nilai rata-rata kadar air disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-rata kadar air

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
B1	13,600	10,002	11,801
B2	14,691	11,545	13,118
Rata-Rata (%)	14,146	10,773	12,459

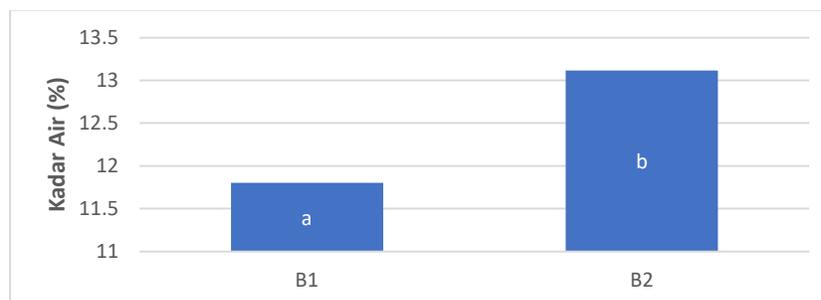
Keterangan : Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bayur, dan J2 = Sengon

Nilai rata-rata kadar air papan laminasi kayu sengon dan bayur sebesar 12,459% dengan kisaran antara 10,002-14,691%. Kadar air tertinggi pada berat labur B2 dan jenis kayu J1. Berdasarkan standar maka nilai kadar air papan laminasi kayu sengon dan bayur telah masuk standar JAS 234:2003 yaitu kurang dari 15%. Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Islamiyati [13] tentang papan laminasi dari kayu rajumas dengan nilai rata-rata kadar air sebesar 10,491% maka nilainya lebih tinggi, tetapi bila dibandingkan dengan papan laminasi dari kayu bayur dengan nilai sebesar 14,146% maka nilainya lebih rendah. Faktor-faktor yang menentukan perbedaan kadar air suatu produk laminasi adalah bahan baku, jenis perekat, perlakuan pendahuluan, ketebalan laminasi, berat jenis, jumlah lapisan laminasi, berat labur, kandungan air perekat dan prosedur yang digunakan dalam proses perekatan [3]. Kekuatan mekanika akan meningkat seiring dengan menurunnya nilai kadar air [14]. Herawati *et al.* [7] menyatakan bahwa pada umumnya kadar air kayu yang digunakan dalam pembuatan balok laminasi secara komersial adalah 12% atau sedikit di bawahnya.

Tabel 5. Hasil ANOVA Kadar Air

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	5,205	1	5,205	25,210	0,001
Jenis Kayu	34,121	1	34,121	165,272	0,000
Berat Labur * Jenis Kayu	0,153	1	0,153	0,741	0,414
Error	1,652	8	0,206		
Total Koreksi	41,130	11			

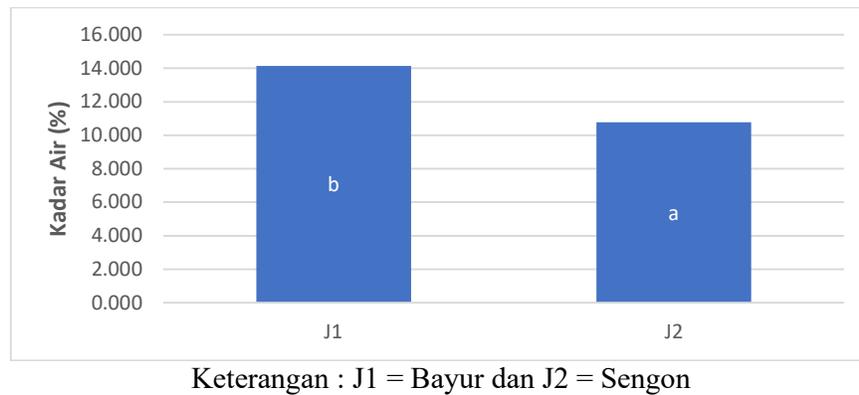
Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 5. menunjukkan bahwa perlakuan berat labur dan jenis kayu yang berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur 0,001 dan jenis kayu 0,000. Sedangkan perlakuan interaksi berat labur dengan jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,414. Oleh karena ada perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap kadar air papan laminasi maka perlu dilakukan uji lanjut DMRT. Hasil uji lanjut DMRT disajikan pada Gambar 5.



Keterangan : B1 = Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm²

Gambar 6. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Berat Labur

Pada Gambar 6. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan berat labur sehingga secara langsung dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut perlakuan dengan berat labur 150 gram/m² memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan berat labur 200 gram/m².



Gambar 7. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Jenis Kayu *Laminated Board*

Pada Gambar 7. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan jenis kayu sehingga dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut perlakuan dengan jenis kayu bayur memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan jenis kayu sengon.

3.3 Pengembangan Tebal

Terjadinya Perubahan dimensi kayu 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 [15].

Tabel 6. Nilai Rata-rata Pengembangan Tebal

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
B1	1,870	2,197	2,034
B2	1,337	2,672	2,004
Rata-Rata (%)	1,603	2,435	2,019

Keterangan : Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bayur dan J2 = Sengon

Nilai rata-rata pengembangan tebal kayu sengon dan bayur sebesar 2,019% dengan kisaran antara 1,337%-2,672%. Berdasarkan standar nilai papan laminasi kayu bayur dan sengon telah memenuhi standar JAS 234-2007 (JSA 2007) yang mensyaratkan nilai pengembangan tebal ≤ 20%. Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Islamiyati [13] tentang papan laminasi dari kayu rajumas dengan nilai rata-rata pengembangan tebal sebesar 1.707 % dengan kisaran antara 0.819 % - 2.666 % maka nilai pengembangan tebal kayu sengon dan bayur lebih tinggi. %. Perbedaan nilai pengembangan tebal karena perbedaan perlakuan dan bahan baku yang digunakan dalam penelitian tersebut. Perubahan dimensi (termasuk pengembangan kayu) menandai adanya perubahan kadar air dalam kayu karena kemampuan dinding sel kayu untuk mengikat air yang disebabkan oleh perbedaan kerapatan kayu dimana kerapatan dan berat jenis kayu bervariasi antara berbagai jenis pohon dan diantara pohon dari jenis yang sama [16].

Tabel 7. Hasil ANOVA Pengembangan Tebal

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,003	1	0,003	0,004	0,952
Jenis Kayu	2,072	1	2,072	3,136	0,115
Berat Labur * Jenis Kayu	0,763	1	0,763	1,154	0,314
Error	5,286	8	0,661		
Total Koreksi	8,123	11			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 7. menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur, jenis kayu dan interaksi antara berat labur dengan jenis kayu berturut-turut 0,952, 0,115, dan 0,314 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu untuk dilakukan.

3.4 Penyusutan Tebal

Menurut Haygreen dan Bowyer [17] penyusutan merupakan pengurangan dimensi kayu karena terjadi penurunan kadar air kayu. Terjadinya penyusutan apabila kadar air berkurang sampai di bawah titik jenuh serat (<30%) yang akan berpengaruh terhadap perubahan dimensi

Tabel 8. Nilai Rata-rata Penyusutan Tebal

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (%)
	J1	J2	
B1	3,451	3,015	3,233
B2	3,534	2,733	3,133
Rata-Rata (%)	3,492	2,874	3,183

Keterangan:

Berat labur 150 gram/cm²,

B2 = Berat labur 200 gram/cm²,

J1 = Bayur, dan

J2 = Sengon

Nilai rata-rata penyusutan tebal kayu papan laminasi kayu sengon dan bayur sebesar 3,183% dengan nilai kisaran antara 2,733%-3,534%. Berdasarkan Standar SNI 03-2105-2006 nilai penyusutan tebal papan laminasi kayu bayur dan sengon tidak memenuhi standar (6,5% – 9,5 %). Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Islamiyati [13] tentang papan laminasi kayu rajumas dengan nilai rata-rata penyusutan 5.910 % dan kisaran antara 1.036 % - 7.631 % maka nilai penyusutan tebal kayu sengon dan bayur nilainya lebih rendah. Perubahan dimensi tidak dipengaruhi oleh hilangnya air bebas dari rongga sel, tetapi dipengaruhi oleh hilangnya air terikat dari dinding sel yang menyebabkan sel mengalami pengerutan dan terjadilah penyusutan [18]. Hal ini didukung dengan pernyataan Malik dan Santoso [19] yang menyatakan bahwa semakin besar keberadaan jumlah air bebas yang terdapat pada suatu bahan penyusun laminasi, maka untuk mencapai kadar air titik jenuh serat juga semakin besar sehingga berpengaruh terhadap stabilitas dimensi bahan penyusun tersebut. Sari [20] yang mengatakan bahwa semakin besar keberadaan jumlah air bebas yang terdapat pada suatu bahan penyusun laminasi, maka untuk mencapai kadar air titik jenuh serat juga semakin besar sehingga berpengaruh terhadap stabilitas dimensi bahan penyusun tersebut.

Tabel 9. Hasil ANOVA Penyusutan Tebal

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	0,030	1	0,030	0,106	0,753
Jenis Kayu	1,147	1	1,147	4,110	0,077
Berat Labur * Jenis Kayu	0,099	1	0,099	0,357	0,567
Error	2,232	8	0,279		
Total Koreksi	3,507	11			

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, jenis kayu dan interaksi antara berat labur dengan jenis kayu berturut-turut 0,753, 0,077, dan 0,567 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu untuk dilakukan.

3.5 Modulus of Elasticity

Menurut Herawati *et al.* [7] menyatakan bahwa Modulus of Elasticity (*MoE*) merupakan kemampuan kayu dalam menahan tekanan dari beban yang bekerja tanpa adanya perubahan bentuk dan volume.

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

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (kgf/cm ²)
	J1	J2	
B1	22692,990	18893,319	20793,154
B2	27367,424	23173,954	25270,689
Rata-Rata (kgf/cm ²)	25030,207	21033,636	23031,922

Keterangan : Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bajur, dan J2 = Sengon

Nilai rata-rata Modulus of Elasticity (*MoE*) papan laminasi kayu sengon dan bayur sebesar 23031,922 kgf/cm² dengan kisaran antara 18893,319 - 27367,424 kgf/cm². Berdasarkan standar JAS 234: 2007 yang mensyaratkan nilai *MoE* minimal 75.000 kgf/cm² maka papan laminasi kayu sengon dan bayur belum memenuhi standar.

Nilai *MoE* pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rachmad [21] mengenai pengujian sifat fisis dan mekanis papan laminasi silang kayu mindi (*Melia azedarach* Linn) menggunakan perekat isosianat memiliki nilai *MoE* paling tinggi sebesar 34305 kgf/cm². Menurut Risnasari *et al.* [6] semakin banyak lapisan pada balok laminasi maka nilai modulus elastisitas pada balok laminasi yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini diduga dengan semakin banyaknya lapisan pada balok lamina maka akan semakin banyak pula bidang permukaan celah pada balok laminasi.

Tabel 11. Hasil ANOVA *Modulus of Elasticity*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	60144944,163	1	60144944,163	1,325	0,283
Jenis Kayu	47917722,888	1	47917722,888	1,056	0,334
Berat Labur * Jenis Kayu	116308,011	1	116308,011	0,003	0,961
Error	363129628,606	8	45391203,576		
Total Koreksi	471308603,669	11			

Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 11. menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Elasticity* papan laminasi yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur, jenis kayu dan interaksi antara berat labur dengan jenis kayu berturut-turut 0,283, 0,334, dan 0,961 sehingga uji lanjut DMRT tidak perlu untuk dilakukan.

3.6 *Modulus of Rupture*

Menurut Risnasari *et al* (2012) pengujian *Modulus patah (MoR)* merupakan salah satu sifat mekanika kayu yang menunjukkan kekuatan kayu dalam menahan beban yang bekerja padanya.

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

Berat Labur	Jenis Kayu		Rata-Rata (kgf/cm ²)
	J1	J2	
B1	484,527	305,819	395,173
B2	407,478	231,009	319,243
Rata-Rata (kgf/cm²)	446,002	268,414	357,208

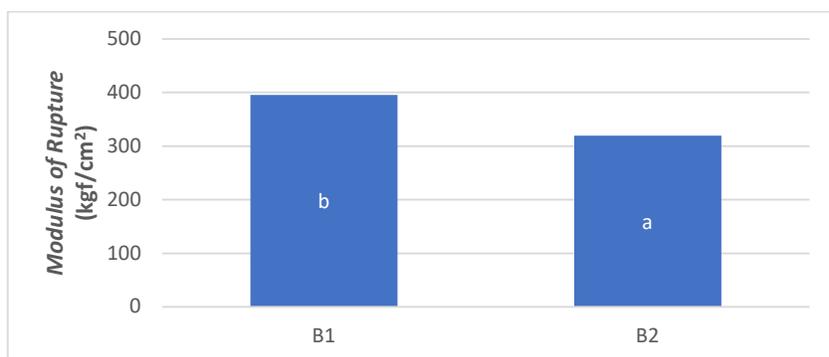
Keterangan : Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm², J1 = Bayur, dan J2 = Sengon

Nilai rata-rata *Modulus of Rupture* papan laminasi kayu sengon dan bayur sebesar 357,208 kgf/cm² dengan nilai kisaran antara 231,009 kgf/cm² - 484,527 kgf/cm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua perlakuan memenuhi standar JAS 234-2007 minimal 300 kg/cm². Bila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Mutiara [11] tentang papan laminasi dari kayu sengon dengan nilai berkisar antara 318,203-341,720 kgf/cm² dengan nilai rata rata sebesar 329,248 kgf/cm² maka nilai MoR papan laminasi kayu bayur dan sengon lebih tinggi. Menurut Widiati *et al.* [9] MoR sangat erat kaitannya dengan kadar air, berat jenis, jumlah dan komposisi bahan perekat antara bahan yang direkat dan bahan perekat. Semakin tinggi kadar air maka akan menurunkan keteguhan patah pada balok laminasi. Sedangkan jika kerapatan semakin tinggi maka keteguhan patahnya akan semakin tinggi pula.

Tabel 13. Hasil ANOVA *Modulus of Rupture*

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Rata-rata	Fhit.	Sig.
Berat Labur	17295,885	1	17295,885	6,195	0,038
Jenis Kayu	94612,793	1	94612,793	33,890	0,000
Berat Labur * Jenis Kayu	3,762	1	3,762	0,001	0,972
Error	22334,111	8	2791,764		
Total Koreksi	134246,551	11			

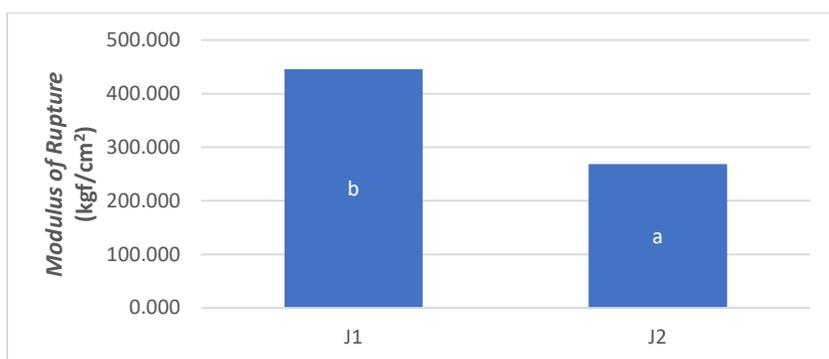
Hasil uji analisis keragaman pada Tabel 13. menunjukkan bahwa perlakuan berat labur dan jenis kayu yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture* yang ditandai dengan nilai signifikansi berat labur 0,038 dan jenis kayu 0,000. Sedangkan perlakuan interaksi berat labur dengan jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture* kadar air *laminated board* yang ditandai dengan nilai signifikansi 0,972. Oleh karena ada perlakuan yang berpengaruh nyata terhadap *Modulus of Rupture* maka perlu dilakukan uji lanjut DMRT. Hasil uji lanjut DMRT disajikan pada Gambar 8.



Keterangan : B1 = Berat labur 150 gram/cm², B2 = Berat labur 200 gram/cm²

Gambar 8. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Berat Labur

Pada Gambar 8. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan berat labur sehingga secara otomatis dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut perlakuan dengan berat labur 150 gram/m² memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan berat labur 200 gram/m².



Keterangan : J1 = Bujur dan J2 = Sengon

Gambar 9. Hasil Uji Lanjut DMRT Perlakuan Jenis Kayu

Pada Gambar 9. dapat dilihat hanya ada dua kelompok dari perlakuan jenis kayu sehingga dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari dua kelompok tersebut. Pada gambar tersebut perlakuan dengan jenis kayu bujur memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai perlakuan dengan jenis kayu sengon.

4. Kesimpulan

Karakteristik sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon dan bujur : kerapatan 0,412 gram/cm³; kadar air 12,459%; pengembangan tebal 2,019%; penyusutan tebal 3,183%; *MoE* 23031,922 kgf/cm²; *MoR* 357,208 kgf/cm². Berat labur, jenis kayu dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap semua sifat fisika dan mekanika papan laminasi kayu sengon dan bujur. Interaksi berat labur dan jenis kayu tidak berpengaruh nyata pada pengujian kadar air dan *MoR*. Berdasarkan kelas kuat kayu maka papan laminasi kayu sengon dan bujur masuk dalam kelas III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi berat yang terlindung.

Referensi

- [1] I. Iskandar, "Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat Sengon (*Paraserianthes Falcataria* (1) Nielsen) Untuk Kayu Rakitan," *Prosiding Seminar Litbang Hasil Hutan*, 2006.

- [2] B. Anshari, "Pengaruh Variasi Tekanan Kempa Terhadap Kuat Lentur Kayu Laminasi Dari Kayu Meranti dan Keruing," *Jurnal Civing Engineering Dimension*, vol. 8, pp. 25–33, 2006.
- [3] D. Purwanto, "Pembuatan Balok Dan Papan Dari Limbah Industri Kayu. Balai Riset Dan Standardisasi Industri Banjarbaru," *Jurnal Riset Industri*, vol. 5, pp. 13–20, 2011.
- [4] F. T. Wulandari, "Papan Komposit: Produk Hasil Hutan yang Ramah Lingkungan," *Jurnal Sangkareang Mataram*, vol. 1, no. 2, 2015.
- [5] P. Gunawan, "Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Keruntuhan Geser Balok Laminasi Gaar dan Bilah Vertikal Bambu Petung," Jurusan Teknik, Universitas Sebelah Maret Surakarta, Surakarta, 2007.
- [6] I. Risnasari, I. Azhar, and A. N. Sitompul, "Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* wild.)," *FORESTA Indonesian Journal of Forestry*, vol. 1, no. 2, pp. 79–87, 2012.
- [7] E. Herawati, M. Y. Massijaya, and N. Nugroho, "Karakteristik Balok Laminasi Dari Kayu Mangium (*Acacia Mangium* Willd.)," *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan*, vol. 1, pp. 1–8, 2008.
- [8] K. A. Hanafiah, *Rancangan Percobaan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2016.
- [9] W. Widiati, K. Yuli, B. Suprptono, and A. B. Y. Tripratono, "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, pp. 93–97, 2018.
- [10] A. H. Iswanto, "Sifat Fisika Kayu: Berat Jenis dan Kadar Air pada beberapa Jenis Kayu," Universitas Sumatra Utara, Medan, 2008.
- [11] Mutiara, "Sifat Fisika Dan Mekanika Glulam Dari Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*) Berdasarkan Arah Serat Kayu," Universitas Mataram, Mataram, 2021.
- [12] P. Jihannanda, "Studi Kuat Lentur Balok Glulam Kayu Sengon dengan Kayu Kelapa di Daerah Gunung Pati Semarang," Universitas Negeri Semarang, Semarang, 2013.
- [13] D. Islamiyanti, "Sifat Fisika Glulam Dari Potongan Kayu Rajumas (*Duabang Mollucana*)," Universitas Mataram, Mataram, 2021.
- [14] K. Kasmudjo, *Pengantar Teknologi Hasil Hutan Bagian V Papan Tiruan Lain*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, 2001.
- [15] T. Sucipto, "Stabilitas Dimensi kayu," Universitas Sumatra Utara, Medan, 2009.
- [16] D. A. R. Ginting, "Balok Laminasi dengan Kombinasi dari Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan Kayu Mahoni (*Swetenia mahagoni*)," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2012.
- [17] J. G. Haygreen and J. L. Bowyer, *Bidang Orientasi Kayu*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2009.
- [18] A. Adurrachman and N. Hadjib, "Sifat Fisik dan Mekanik Kayu Lamina Campuran Kayu Mangium dan Sengon," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 27, no. 3, pp. 191–200, Sep. 2008.
- [19] J. Malik and A. Santoso, "Keteguhan Lentur Statis Lamina Dari Tiga Jenis Kayu Limbah Pembalakan Hutan Tanaman," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 23, pp. 13–20, 2005.
- [20] R. J. P. Sari, "Karakteristik Balok Laminasi dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielson), Manii (*Maesopsis eminii* Wild.) dan Akasia (*Acacia mangium* Engl.)," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2011.
- [21] S. Rachmad, "Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Silang Kayu Mindi (*Melia Azedarach* Linn) Menggunakan Perekat Isosianat," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2013.