

Effect of Adhesive Content on Physical Properties Particleboard Made from Bamboo and Sugar Palm Waste (*Arenga Pinnata* (Wurmb.) Merr)

Rima Vera Ningsih^{1*}, Febriana Tri Wulandari¹, Sitti Latifah¹, Ani Hidayati¹

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : December 03th, 2022

Revised : December 28th, 2022

Accepted : January 09th, 2023

*Corresponding Author: **Rima Vera Ningsih**,

Program Studi Kehutanan,
Fakultas Pertanian, Universitas
Mataram, Kota Mataram,
Indonesia;

Email: [rimavera@unram.ac.id](mailto:rिमavera@unram.ac.id)

Abstract: The need for wood as a raw material for making boards is currently increasing so that the availability of forest resources is decreasing. The solution is to use industrial waste or other lignocellulosic materials to make particle board with the goal of efficient use of wood. Particle board has the advantage of using its raw materials in the form of wood or non-wood waste. This study aims to analyze the physical properties of particle board made from bamboo and palm waste. This study used an experimental method with a completely randomized design (CRD) with one factor (adhesive content) namely 10%, 12% and 14%. The results showed that the physical properties of bamboo particle board at adhesive content of 10%, 12%, and 14% respectively ranged from: water content (10.26%, 9.96%, and 9.79%); density (0.69 gr/cm³, 0.68 gr/cm³, and 0.71 gr/cm³); thick swelling (21.57%, 20.07%, and 19.23%). Meanwhile, palm sugar particle board with adhesive content of 10%, 12%, and 14% respectively: water content (11.29%, 10.91%, and 10.22%); density (0.70 gr/cm³, 0.69 gr/cm³, and 0.71 gr/cm³); thick swelling (26.00%, 22.90%, and 22.85%). From the physical properties of the two types of particle board, the water content and density of the particle board meet the JIS A-2003 standard, while the expansion thickness does not meet the JIS A-2003 standard. Based on the value of water content and specific gravity, the use of bamboo particle board and palm sugar is suitable for interior materials.

Keywords: bamboo; sugar palm; particle board; PVAc

Pendahuluan

Kebutuhan produksi kayu bulat di Indonesia sebagai bahan konstruksi ringan dan berat semakin meningkat sebesar 61,03 juta m³ per tahun namun ketersediaan kayu menurun hingga mencapai 16,16 juta m³ per tahun (Badan Pusat Statistik, 2020). Hal ini disebabkan bertambahnya perambahan hutan, degradasi lahan dan deforestasi menyebabkan kelangkaan bahan baku industri perindustrian dari hutan alam (Laemlaksakul, 2010); Chaowana, 2013). Selain itu, pemanfaatan kayu tidak diimbangi dengan penanaman tegakan baru sehingga diperlukan material baru untuk menggantikan kayu. Material tersebut berupa hasil hutan bukan kayu, seperti untuk bahan makanan, obat – obatan, bumbu, minyak alami, resin, latek, tanin, bahan

pewarna, bambu, aren, rotan, dan hasil hutan bukan kayu lainnya (Badan Pusat Statistik, 2020). Diantara material tersebut, terdapat jenis bambu dan aren memiliki bahan berlignoselulosa sebagai substitusi kayu sehingga dapat digunakan untuk bahan pembuatan komposit dan industri kerajinan. Produk komposit memiliki sifat fisis dan mekanis yang seringkali lebih baik dari kayu solid (Ferro *et al.*, 2016). Berdasarkan sifat tersebut, keduanya dapat tumbuh di berbagai tempat baik dataran rendah maupun dataran tinggi.

Banyaknya limbah bambu dan pelepah aren dari pembuatan anyaman kerai, maka hal yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah tersebut sebagai bahan baku alternatif pembuatan papan komposit. Beberapa keuntungan dari pengembangan papan komposit diantaranya

adalah memanfaatkan kayu berdiameter kecil, memanfaatkan limbah dari industri pengolahan kayu, memperoleh komponen yang lebih seragam, memperoleh produk lebih kuat dibandingkan dengan kayu aslinya dan produk yang lebih beragam bentuknya (Rowell, 2012). Produk komposit merupakan produk hasil gabungan beberapa unsur atau elemen dengan menggunakan perekat. Elemen penyusun produk komposit memiliki ukuran dan bentuk yang bervariasi meliputi serat, partikel, vinir, lamina atau papan (Stark *et al.*, 2010; Arsyad dan Trisatya, 2020). Produk komposit yang menggunakan partikel sebagai elemen penyusunnya disebut papan partikel.

Beberapa penelitian tentang papan partikel berbahan campuran kayu dan bambu memiliki sifat fisika dan mekanika yang memenuhi standar dalam produksi papan (Rachmi dan Ignasia, 2019). Selain itu, terdapat penelitian tentang kandungan dan pengujian terhadap pelepah aren (Aminah *et al.*, 2020). Namun saat ini, pemanfaatan limbah industri berupa hasil hutan untuk pembuatan papan partikel masih kurang diperhatikan. Pada penelitian ini akan menyajikan pembuatan papan partikel dari limbah industri anyaman kerai bambu dan pelepah aren. Tujuannya untuk mengetahui sifat fisika yang dimiliki papan partikel dari limbah bambu dan pelepah aren.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah bambu dan aren dari hasil industri anyaman kerai, perekat Polivinil Asetat (PVAc). Alat yang digunakan adalah timbangan digital, moisture meter, ember, cetakan papan partikel ukuran 30 cm x 30 cm x 2 cm, plastic, karung, oven, kempa dingin hidrolik.

Tahapan penelitian

Prosedur penelitian dengan cara persiapan bahan dilakukan sebelum melakukan penelitian, bahan baku yang dipersiapkan seperti partikel bambu dan pelepah aren yang telah dikeringkan mencapai kadar air 5%. Dilakukan pencampuran bahan partikel dan perekat PVAc dengan besaran kadar perekat yaitu 10%, 12%, dan 14%. Campuran bahan dimasukkan ke dalam cetakan berukuran 30cm x 30cm x 2cm, dan hasil cetakan

selanjutnya dikempa selama 30 menit pada tekanan 20 kgf/cm². Kerapatan papan ditargetkan sebesar 0.7 gr/cm³.

Papan partikel yang telah dibentuk menjadi lembaran (*mat*) papan dikondisikan selama 14 hari pada suhu ruang, selanjutnya dipotong pada ukuran tertentu seduai dengan tujuan pengujian yang dilakukan. Ukuran contoh uji berdasarkan pada standar JIS A 5908-2003 (Japanese Standards Association, 2003). Parameter pengujian sifat fisika papan partikel meliputi kadar air, kerapatan, dan pengembangan tebal. Pengukuran kadar air dilakukan terhadap contoh uji berukuran 10 cm x 10 cm x 2 cm. contoh uji ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 103⁰C ± 2⁰C sampai berat konstan. Contoh uji ditimbang dan diukur panjang, lebar, dan tebalnya, dengan persamaan 1.

$$KA = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

KA: kadar air (%)

m₁: massa awal contoh uji (gr)

m₂: massa akhir contoh uji (gr)

Pengukuran kerapatan dilakukan terhadap contoh uji 10 cm x 10 cm x 2 cm. Contoh uji dimasukkan ke oven pada temperature 103⁰C ± 2⁰C sampai berat konstan, kemudian ditimbang dan diukur panjang, lebar, dan tebalnya, dengan persamaan 2.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

Keterangan:

ρ: kerapatan (gr/cm³)

m: massa contoh uji (gr)

v: volume contoh uji (cm³)

Pengembangan tebal dihitung atas tebal sebelum dan sesudah perendaman dalam air selama 24 jam pada contoh uji berukuran 5 cm x 5 cm x 2 cm, dengan persamaan 3.

$$PT = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

PT: pengembangan tebal (%)

T₁: tebal contoh uji sebelum perendaman (cm)

T₂: tebal contoh uji sesudah perendaman (cm)

Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap satu factor, yaitu kadar perekat dan menggunakan

analisis sidik ragam. Pengolahan data dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics 25. Model rancangan dapat dilihat pada persamaan 4.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij} \quad (4)$$

Keterangan:

Y_{ij} = respon pengaruh factor jenis partikel pada taraf ke-I dan ulangan ke-j

μ = rata-rata pengamatan;

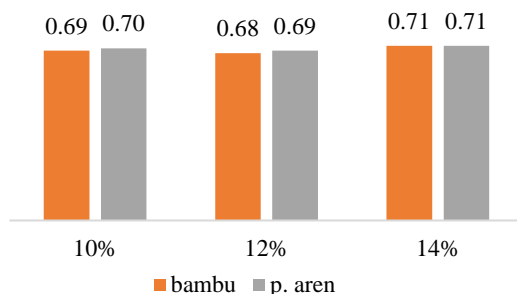
A_i = pengaruh perlakuan kadar perekat PVAc pada taraf ke-i;

E_{ij} = pengaruh acak perlakuan kadar perekat suatu galat untuk taraf ke-i dan ulangan ke-j.

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan

Kerapatan adalah banyaknya massa per satuan volume. Nilai kerapatan yang tinggi menunjukkan kekuatan tinggi pada papan dari suatu bahan tertentu. Namun sifat-sifat papan seperti kestabilan dimensi dapat berpengaruh kurang baik terhadap kerapatan (Haygreen dan Bowyer, 1989; Muhdi *et al.*, 2013). Nilai rata-rata kerapatan papan partikel bambu pada kadar perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 0.69 gr/cm³, 0.68 gr/cm³, dan 0.71 gr/cm³ (Gambar 1). Sementara papan partikel pelepah aren rata-rata berkisar 0.70 gr/cm³, 0.69 gr/cm³, dan 0.71 gr/cm³.



Gambar 1. Rata-rata kerapatan (gr/cm³) papan partikel bambu dan pelepah aren

Peningkatan nilai kerapatan papan partikel terjadi seiring dengan bertambahnya kadar perekat yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Kollmann dan Cote, 1968) menyatakan bahwa kerapatan suatu papan partikel dipengaruhi oleh konsentrasi perekat dengan keseragaman pelarutan partikel. Adanya perbedaan nilai kerapatan papan dipengaruhi

oleh faktor kadar perekat, proses pencampuran serta pengempaan yang kurang merata, dan ukuran partikel yang cukup besar. Sejalan dengan penelitian (Abdulkareem dan Adeniyi, 2017) menyatakan bahwa ukuran partikel kayu/bahan dapat membuat mat papan lebih tipis dan pemadatan rasio akan lebih tinggi yang menghasilkan kerapatan menjadi lebih tinggi.

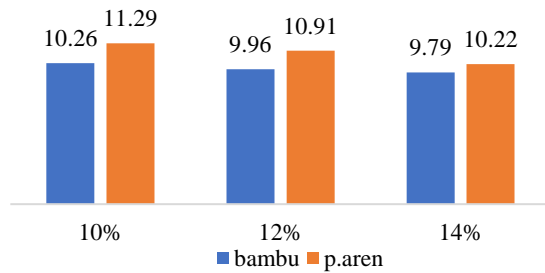
Hasil penelitian Mirza *et al.*, (2020) menyatakan bahwa tinggi rendahnya nilai kerapatan dipengaruhi oleh bahan baku dan tekanan yang diberikan selama proses pengempaan. Pembuatan produk papan partikel perlu diperhatikan dalam proses *mat forming* untuk memperoleh bentuk adonan yang merata sehingga mendapatkan tekanan yang merata pada seluruh *mat* papan. Berdasarkan pada standar JIS A 5908-2003 mensyaratkan nilai kerapatan yaitu 0.40-0.90 gr/cm³. Adanya kecenderungan peningkatan kerapatan seiring bertambahnya kadar perekat pada papan partikel bambu dan pelepah aren.

Perekat yang ditambahkan memengaruhi kerapatan disebabkan adanya penambahan beban perekat dalam papan sedangkan volume relatif sama (Rachmi dan Ignasia, 2019; Astari *et al.*, 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kerapatan papan partikel bambu dan pelepah aren yang dihasilkan memenuhi standar. Kerapatan papan meningkat pada papan partikel pelepah aren pada kadar perekat 14%. Selain jumlah perekat memengaruhi kerapatan papan, komponen penyusun bahan juga memengaruhinya. Pelepah aren memiliki komposisi yang sama dengan bambu (Aminah *et al.*, 2020).

Kadar air

Kadar air salah satu indikator yang harus diuji pada produk kayu, sehingga kadar air merupakan banyaknya air dalam papan yang selalu berubah menurut keadaan di sekitarnya. Semua sifat fisika papan partikel sebagai salah satu produk kayu sangat dipengaruhi oleh kadar air. Kadar air adalah banyaknya air di dalam produk kayu (Haygreen dan Bowyer, 1989). Nilai kadar air papan partikel bambu pada kadar perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 10.26%, 9.96%, dan 9.79%. Papan partikel pelepah aren memiliki nilai rata-rata kadar air pada kadar perekat 10%, 12%, dan

14% masing-masing berkisar antara 11.29%, 10.91%, dan 10.22%.



Gambar 2. Rata-Rata kadar air (%) pada papan partikel bambu dan pelepah aren

Kadar air papan tertinggi terjadi pada jenis papan partikel pelepah aren dari kadar perekat 10% (Gambar 2). Sementara itu, nilai kadar air terendah terdapat pada papan partikel bambu dengan kadar perekat 14%. Semakin besar kadar perekat papan partikel maka semakin rendah kadar air papan partikel. Terlihat pada jenis papan partikel dari bambu memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan dengan kadar air papan partikel dari pelepah aren. Hal ini disebabkan bahan baku pelepah aren memiliki kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan bamboo. (Mirza *et al.*, 2020) menyatakan bahwa tinggi rendahnya kadar air papan partikel dipengaruhi oleh penggunaan bahan baku dalam pembuatan papan partikel. Jika bahan baku yang digunakan memiliki kadar air tinggi maka berpengaruh pada proses adonan perekat menjadi lebih encer.

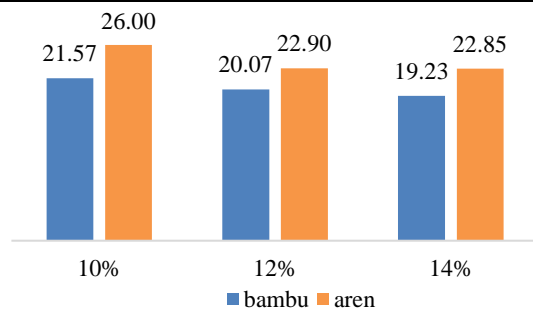
Proses pembentukan papan melalui pengempaan, partikel bagian inti lembar (*mat*) papan tidak bebas menyerap air akibat adanya ikatan perekat (Maloney, 1977). Penelitian ini memiliki nilai kadar air yang berbeda-beda. (Prasetya dan Ruhendi, 2009); (Siska *et al.*, 2018) menyatakan bahwa penentuan kadar air dapat dilihat oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor lingkungan, kadar air bahan, nilai jumlah air keluar waktu pengempaan, dan nilai jumlah air di dalam perekat. Selain itu, kerapatan juga dapat mempengaruhi nilai kadar air. Semakin tinggi nilai kerapatan papan maka semakin kecil kadar air papan partikel. Penelitian Mirza (2020) menghasilkan nilai kadar air sebesar 10,77% - 11,15% yang nilainya hampir sama dengan penelitian ini sebesar 9,79% - 10,91% dengan menggunakan jenis perekat PVAc.

Hasil nilai dari sidik ragam menunjukkan penambahan kadar perekat PVAc berpengaruh nyata terhadap kadar air papan partikel dari jenis bambu dan pelepah aren. Perubahan kadar air berubah yang dapat berpengaruh terhadap dimensi dan sifat-sifat papan. Semakin kecil kandungan kadar air dalam papan partikel maka semakin baik, hal ini disebabkan keberadaan air dalam papan berpengaruh terhadap pengembangan tebal dan kekuatan papan partikel. Kandungan air yang banyak pada papan partikel dapat menjadi penghambat penetrasi PVAc sebagai perekat antar ikatan papan partikel. Syarat mutu kadar air papan partikel menurut JIS A 5908-2003 berkisar antara 5%-13%. Dengan demikian nilai kadar air papan partikel bambu dan pelepah aren memenuhi persyaratan standar mutu.

Pengembangan tebal

Pengembangan tebal adalah salah satu indikator dalam pengujian untuk mengetahui penggunaan papan partikel baik untuk keperluan eksterior maupun interior. Nilai dari pengembangan tebal itu sendiri adalah persentase pertambahan tebal contoh uji terhadap dimensi awalnya, setelah contoh uji direndam dalam air dengan suhu ruangan selama 24 jam. Pengembangan tebal yang tinggi yang menandakan stabilitas dimensi yang rendah sehingga tidak cocok untuk penggunaan eksterior disebabkan karena sifat mekanis papan partikel menurun dan tidak dapat bertahan lama.

Hasil dari pengujian menghasilkan nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel bambu pada kadar perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 21.57%, 20.07%, dan 19.23% (Gambar 3). Papan partikel pelepah aren nilai rata-rata kadar air pada kadar perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 26.00%, 22.90%, dan 22.85% (Gambar 3). Papan partikel memiliki nilai pengembangan tebal tertinggi terdapat pada papan partikel pelepah aren sebesar 22.85-26.00% pada gambar 3. Hal ini diduga karena adanya zat ekstraktif yang terkandung pada partikel pelepah aren yang bersifat hidrofobik yang dapat mengurangi sifat terhadap stabilitas dimensinya.



Gambar 3. Nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel bambu dan pelepah aren

Penambahan kadar perekat dari papan partikel menunjukkan nilai pengembangan tebal yang rendah. Sesuai dengan pendapat Kartika dan Pratiwi (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah perekat yang ditambahkan terhadap bahan maka jumlah perekat mampu menutupi pori-pori bahan yang semakin tinggi. Hal ini memperlihatkan ikatan antar partikel terjalin lebih rapat dan terbentuk sempurna, sehingga papan partikel dengan jumlah perekat lebih tinggi lebih sulit dimasuki air. Kemudian, Sonjaya *et al.*, (2013) menyatakan bahwa peningkatan pemakaian perekat menghasilkan permukaan partikel yang dikenai perekat semakin luas sehingga ikatan antar partikel terbentuk satu sama lain menjadi lebih baik.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kadar perekat PVAc 10%, 12%, dan 14% tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel dari jenis bambu dan pelepah aren. Berdasarkan pada JIS A 5908:2003 memberikan persyaratan untuk pengembangan tebal maksimum sebesar 12%. Papan partikel bambu dan pelepah aren yang dibuat belum memenuhi persyaratan standar JIS A 5908-2003. Tingginya nilai pengembangan tebal papan partikel tidak dapat digunakan untuk keperluan eksterior. Hal ini disebabkan stabilitas produk yang rendah dan dapat berpengaruh pada sifat mekaniknya yang menurun secara drastis dalam jangka waktu yang singkat (Mardikanto *et al.*, 2018). Papan yang dihasilkan pada penelitian ini tidak cocok untuk digunakan untuk keperluan eksterior karena nilai pengembangan tebal yang tinggi.

Kesimpulan

Sifat fisika papan partikel dari bambu dan pelepah aren menghasilkan rata-rata nilai

kerapatan pada kadar perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 0.68 gr/cm³ - 0.71 gr/cm³. Nilai rata-rata kadar air tertinggi terdapat pada papan partikel pelepah aren pada perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 11.29%, 10.91%, dan 10.22%. Sementara itu, kadar air terendah terdapat pada papan partikel bambu pada perekat 10%, 12%, dan 14% masing-masing berkisar antara 10.26%, 9.96%, dan 9.79%. Semakin tinggi kadar perekat papan maka kadar air akan menjadi rendah. Sementara, pengembangan tebal dari kedua jenis partikel bambu dan pelepah aren memiliki rata-rata nilai yang tinggi. Sifat fisika papan partikel, pada penelitian ini hanya kadar air yang tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003. Nilai kerapatan tertinggi terjadi pada kadar perekat Sehingga papan yang dihasilkan pada penelitian ini tidak cocok untuk digunakan untuk keperluan eksterior.

Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak pemberi dana penelitian PNBPU Universitas Mataram atas bantuan dana dalam pelaksanaan penelitian. Kepada semua pihak yang ikut membantu penelitian ini, baik mahasiswa, Laboran THH Kehutanan Unram, Teknisi Lab Teknik, serta rekan peneliti yang terlibat, penulis juga ucapkan banyak terimakasih.

Referensi

- Abdulkareem, S., & Adeniyi, A. (2017). Production of Particle Boards Using Polystyrene and Bamboo Wastes. *Nigerian Journal of Technology*, 36(3), 788–793. <https://doi.org/10.4314/njt.v36i3.18>
- Aminah, D., Fatriani, F., & Arryati, H. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Pelepah Aren (*Arenga pinnata Merr*) Untuk Bahan Baku Alternatif Pulp dan Kertas. *Jurnal Sylva Scientiae*, 3(3), 460. <https://doi.org/10.20527/jss.v3i3.2179>
- Arsyad, W. O. M., & Trisatya, D. R. (2020). Pengaruh Kadar Perekat Phenol Formaldehida Terhadap Keawetan Papan Partikel Bambu Andong. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 38(1), 40–45. <https://doi.org/10.20886/jphh.2020.38.1.40>

- Astari, L., Prasetyo, K. W., & Suryanegara, L. (2018). Properties of Particleboard Made from Wood Waste with Various Size. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 166(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/166/1/012004>
- Astashin, A. E., Pashkin, M. N., Pudeeva, O. N., Bad'In, M. M., & Fomina, A. I. (2021). Composition, Structure, Spatial Organization and Current Condition of the Urban Forest in a Large City (on the Example of the beyond the River Part of Nizhniy Novgorod, Russia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 688(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/688/1/012021>
- Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Produksi Kehutanan. *Penelitian Terapan Kajian Strategi Nasional*, 1–22.
- Chaowana, P. (2013). Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites. *Journal of Materials Science Research*, 2(2). <https://doi.org/10.5539/jmsr.v2n2p90>
- Ferro, F., Dos Santos, L., Almeida, T., Icimoto, F., & Lahr, F. R. (2016). Performance of OSB with different Preservative treatments to dry wood termites attack. *WCTE 2016 - World Conference on Timber Engineering, September*.
- Japanese Standards Association. (2003). *JIS A 5908 Particleboards*. Japanese Standards Association. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- John G. Haygreen dan Jim L. Bowyer. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu* (Gadjah Mada University Press (ed.)).
- Kartika, I. A., & Pratiwi, D. F. (2018). Karakteristik Papan Partikel Dari Bambu Dengan Perikat Getah Damar. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 28(2), 127–139. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.2.127>
- Kollmann, F., & Cote, W. A. (1968). *Principles of Wood Science and Technology* (Vol. 2). Springer-Verlag.
- Laemlaksakul, V. (2010). Physical and mechanical properties of particleboard from bamboo waste. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 40(4), 566–570.
- Maloney, T. M. (1977). Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing. In *Air pollution Engineering manual: Vol. I*.
- Mardikanto, T.R., Karlinasari, L., Bahtiar., E.T. (2018). *Sifat Mekanis Kayu* (IPB Press) (ed.)
- Mirza, H., Mahdie, M. F., Rahmat, G. A., Program, T., & Kehutanan, S. (2020). Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Dari Serbuk Gergajian Kayu Sengon Laut (*Paraserianthes falcataria*) Menggunakan Perikat PVaC. *Jurnal Sylva Scientiae*, 03(5), 855–867.
- Muhdi, Risnasari, & Putri, L. A. . (2013). Studi Pembuatan Papan Partikel Dari Limbah Pemanenan Kayu Akasia (*Acaciamangium L.*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisika*, 15(1), 14–19.
- Prasetya, S. R., & Ruhendi, S. (2009). *Keteguhan Rekat Internal Papan Partikel Ampas Tebu dengan Swa Adhesi dan Perikat Urea Formaldehida*. 30–31.
- Rachmi, D. T., & Ignasia, S. (2019). Properties of particleboard made from mixture of jabon wood and andong bamboo. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(2), 123–136.
- Rowell, R. M. (2012). Moisture properties. In *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Second Edition* (Issue October). <https://doi.org/10.1201/b12487>
- Siska, G., Sarinah, & Bangun, D. L. (2018). *Kualitas Papan Partikel Dari Limbah Gergajian Kayu Bangkirai (Shorea laevis Ridl)* (*Quality. XIII*(1), 25–30.
- Sonjaya, M. L., Haryanto, I., & Kusananto. (2013). Pengaruh Kombinasi Lapisan Papan Partikel Dari Limbah Partikel Aren (*Arenga pinnata*) Dan Limbah Serutan Bambu (*Dendrocalamus asper*) Dengan Jumlah Perikat Urea Formaldelhida Terhadap Sifat Papan Partikel. *ASEAN Journal of Systems Engineering*, 1(1), 14–18.
- Stark, N. M., Cai, Z., & Carll, C. (2010). Chapter 11 - Wood-Based Composite Materials Panel Products , Glued-Laminated Timber , Structural Materials. *Wood Handbook* -

*Wood as an Engineering Material, January
2018, 1–28.*