

**SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIS KAYU KENANGA (*Cananga odorata*)
DAN SENGON (*Paraserianthes falcataria*) TERMODIFIKASI PANAS**

***PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THERMALLY-MODIFIED
KENANGA (*Cananga odorata*) AND SENGON (*Paraserianthes falcataria*) WOOD***

Dini Lestari^{1*}, Rima Vera Ningsih¹, Hasyati Shabrina¹, Fauzan Fahrussiam¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email Penulis korespondensi: Dinilestari@unram.ac.id

Abstrak

Kayu kenanga dan sengon merupakan kayu yang memiliki sifat inferior sehingga usaha peningkatan mutunya harus dilakukan. Di Industri perkerajinan, modifikasi panas digunakan untuk meningkatkan sifat-sifat kayu khususnya stabilitas dimensi kayu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh jenis kayu dan modifikasi panas terhadap sifat fisis dan mekanis kayu. Kayu dimodifikasi panas menggunakan alat autoklaf pada suhu 126⁰C dengan tekanan 0.14 MPa selama 1 jam. Sifat fisis yang diuji antara lain kerapatan, kadar air, pengembangan volume, dan anti swelling efficiency. Sifat mekanis yang diuji yaitu modulus of elasticity dan modulus of rupture. Sifat mekanis kayu diuji menurut ASTM D 143-05 (1996) dan semua parameter dibandingkan antara kayu termodifikasi dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan dan kadar air kayu hanya dipengaruhi oleh jenis kayu sedangkan modifikasi panas dan interaksi jenis kayu dan modifikasi panas tidak mempengaruhi nilai kerapatan dan kadar air. Selanjutnya, modifikasi panas secara signifikan dapat meningkatkan nilai stabilitas dimensi kayu dilihat dari penurunan nilai pengembangan volume dan nilai anti swelling efficiency lebih dari 40%. Selain itu, modifikasi panas sedikit meningkatkan sifat mekanis kayu kenanga dan sengon dilihat dari peningkatan nilai modulus of elasticity dan modulus of rupture.

Kata-Kata Kunci: Kenanga, Sengon, Sifat Fisis, Sifat Mekanis, Modifikasi Panas

Abstract

Kenanga and sengon wood are known for their inferior properties, necessitating effort to enhance their quality. In Wood Industry, thermal modification was used to enhance wood properties especially dimensional stability. The objective of this research was to evaluate the effect of wood species and thermal modification on physical and mechanical properties of wood. The wood modified by steam treatment at temperature of 126⁰C at pressure of 0.14 MPa for 1 hour. The physical properties tested included density, moisture content, volumetric swelling, and anti-swelling efficiency. The mechanical properties tested were the modulus of elasticity and modulus of rupture. The mechanical properties of the wood were tested according to ASTM D 143-05 (1996), and all parameters were compared between the thermal-modified wood and the control. The results showed that the density and moisture content parameters were only influenced by wood species while thermal modification and interaction of wood species and thermal modification did not affect density and moisture parameters. Furthermore, thermal modification significantly improved the dimensional stability of the wood, as evidenced by a decrease in volumetric swelling and anti-swelling efficiency value higher than 40%. Additionally, thermal modification slightly enhanced the mechanical properties of kenanga and sengon wood as seen from the increased of modulus of elasticity and modulus of rupture values.

Keywords : Kenanga, Sengon, Physical Properties, Mechanical Properties, Thermal Modification

PENDAHULUAN

Kayu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan penggunaannya menjadi primadona bagi masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Kayu dapat digunakan baik untuk keperluan luar ruangan maupun di dalam ruangan. Jenis-jenis kayu yang digunakan oleh masyarakat antara lain kayu kenanga dan kayu sengon. Kayu kenanga merupakan jenis kayu cepat tumbuh dari famili *Annonaceae* yang merupakan tumbuhan asli Indonesia. Kayu kenanga telah diaplikasikan untuk bahan bangunan ringan, peti

pembungkus, bahan kerajinan serta bahan pulp dan kertas (P3HH, 2008). Kayu kenanga memiliki sifat inferior dengan kerapatan rendah, kelas kuat V, kelas awet V terhadap serangan rayap kayu kering (P3HH, 2008; Sumarni et al., 2003). Selanjutnya, kayu sengon juga termasuk kayu cepat tumbuh yang banyak ditemukan di hutan tanaman. Kayu sengon merupakan kayu ringan yang masuk kelas kuat IV/V dan kelas awet IV/V (Lessy et al., 2018). Sifat-sifat dari kayu kenanga dan sengon kurang menguntungkan jika diaplikasikan untuk keperluan luar ruangan.

Peningkatan mutu atau peningkatan nilai tambah penggunaan kayu kenanga dan sengon harus terus dilakukan. Salah satu upaya yang bisa diterapkan untuk meningkatkan nilai tambah kayu yaitu dengan penerapan modifikasi panas. Modifikasi kayu dengan modifikasi panas bertujuan untuk memperbaiki satu atau beberapa kekurangan kayu serta mencegah dampak negatif terhadap lingkungan pada pengaplikasiannya (Hidayat & Febrianto, 2018). Beberapa penelitian melaporkan bahwa modifikasi panas dengan suhu di atas 170°C pada kayu dapat meningkatkan stabilitas dimensi kayu namun sifat mekanisnya berkurang (Borůvka et al., 2019; Rasdianah et al., 2018). Hal ini disebabkan oleh panas menyebabkan komponen dinding sel kayu terdegrasi (Cheng et al., 2016). Pengembangan kajian mengenai modifikasi panas pada suhu yang lebih rendah untuk meningkatkan sifat mekanis kayu diperlukan untuk pengembangan yang lebih hemat energi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan *steam* pada suhu 126°C memberikan efek yang baik terhadap stabilitas dimensi dan sifat mekanis *Oriented Strand Board* yang terbuat dari bambu betung (Fatrawana et al., 2019; Lestari, 2016; Maulana et al., 2017). Oleh karena itu, penerapan modifikasi panas pada suhu 126°C perlu diterapkan pada kayu kenanga dan sengon.

Penelitian ini bertujuan untuk mendalami pengaruh modifikasi panas terhadap sifat fisis dan sifat mekanis kayu kenanga dan sengon. Usaha peningkatan mutu kayu kenanga dan sengon dengan modifikasi panas diharapkan memberikan kontribusi pengkayaan ilmu pengetahuan dalam pengembangan material kayu yang berkualitas dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan yaitu kayu kenanga (*Cananga odorata*) dan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang berumur 12 tahun. Kayu diperoleh pusat penjualan kayu di Desa Medas, Kecamatan Gunungsari, Kabupaten Lombok Barat. Alat-alat yang digunakan adalah autoklaf, oven, jangka sorong, desikator, timbangan analitik dan Universal Testing Instrument RTG 1310.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial 2 faktor (RAL Faktorial). Faktor pertama adalah jenis kayu dengan 2 taraf (kenanga, sengon) dan faktor kedua yaitu modifikasi panas dengan 2 taraf (kontrol, modifikasi panas).

Proses Penelitian

Kayu kenanga dan sengon dijemur di luar ruangan sampai mencapai kadar air kering udara. Kayu dipotong dan diampas sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan untuk pengujian. Dimensi kayu yang digunakan untuk pengujian sifat fisis yaitu 2 x 2 x 2 cm sedangkan untuk pengujian sifat mekanis yaitu 40 x 2 x 2 cm. Sampel kayu dimodifikasi panas menggunakan autoklaf pada suhu 126°C, dibawah tekanan 1.4 kgcm⁻² selama 1 jam. Setelah dipanaskan kayu

dalam kondisi basah sehingga dikeringkan kembali lalu dilakukan pengkondisian dengan menumpuk kayu selama 2 minggu.

Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Kayu

Pengujian sifat mekanis kayu dilakukan berdasarkan ASTM D 143-05 (1996). Parameter yang diuji untuk sifat mekanis kayu yaitu *Modulus of elasticity* (MOE) dan *Modulus of rupture* (MOE). Pengujian sifat fisis kayu dilakukan dengan mengukur kerapatan, kadar air, pengembangan volume, dan *Anti swelling efficiency* (ASE).

Kerapatan

Pada kondisi kering udara, sampel untuk pengujian kerapatan kayu ditimbang beratnya (gr) dan volumenya (cm³). Kerapatan kayu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{massa}}{V}$$

Kadar Air

Kadar air dihitung berdasarkan massa sebelum (m1) dan setelah dioven (m2) pada suhu 103±2 °C. Kadar air kayu dihitung dengan rumus:

$$\text{KA (\%)} = \frac{m2 - m1}{m1}$$

Pengembangan Volume

Pengembangan volume kayu dihitung sebelum dan sesudah sampel direndam selama 24 jam. Pengembangan volume dihitung dengan rumus:

$$\text{PV (\%)} = \frac{\text{Volume setelah direndam} - \text{Volume sebelum direndam}}{\text{Volume sebelum direndam}} \times 100\%$$

Anti-Swelling Efficiency

Pengujian nilai ASE dilakukan dengan membandingkan pengembangan volume sebelum dan sesudah diterapkannya modifikasi panas. ASE dihitung dengan rumus:

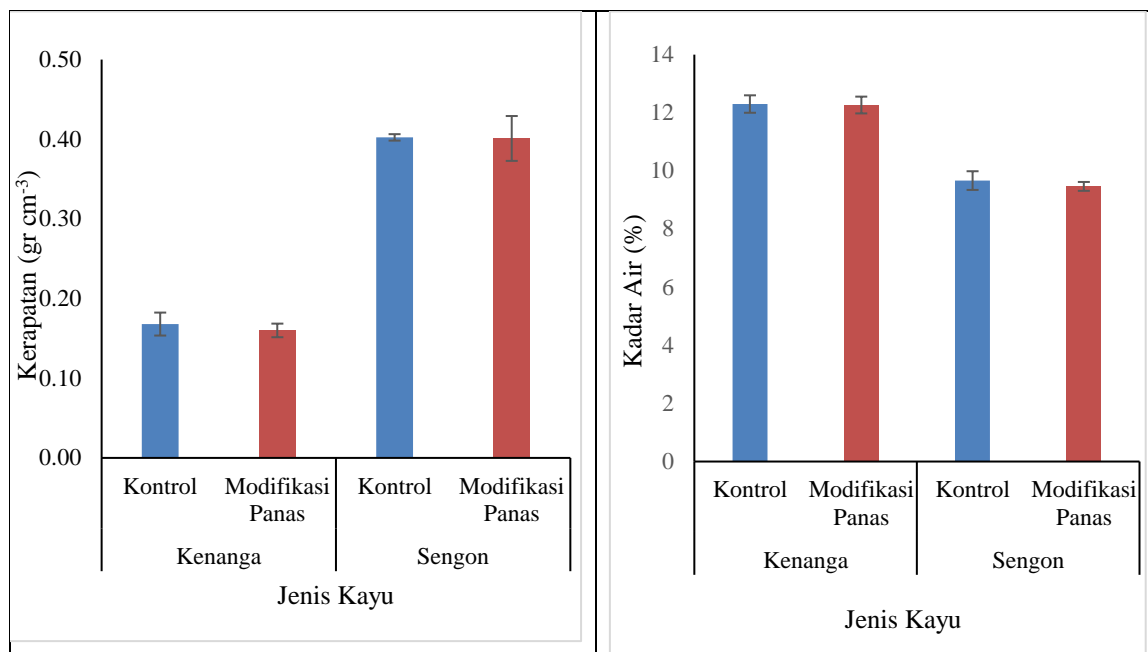
$$\text{ASE (\%)} = \frac{\text{PVkontrol} - \text{PVmodifikasi panas}}{\text{PVkontrol}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Kayu

Kerapatan dan Kadar Air

Kerapatan merupakan sifat kayu yang sangat penting karena sebagian besar sifat mekanis kayu tergantung dari parameter kerapatan (Tian et al. 2021). Kerapatan kayu menunjukkan perbandingan antara volume dinding sel dengan volume lumen atau porositas kayu tersebut (Wiedenhoeft 2012). Nilai kerapatan kayu sengon dan kenanga sebelum dan sesudah dimodifikasi di sajikan pada Gambar 1.



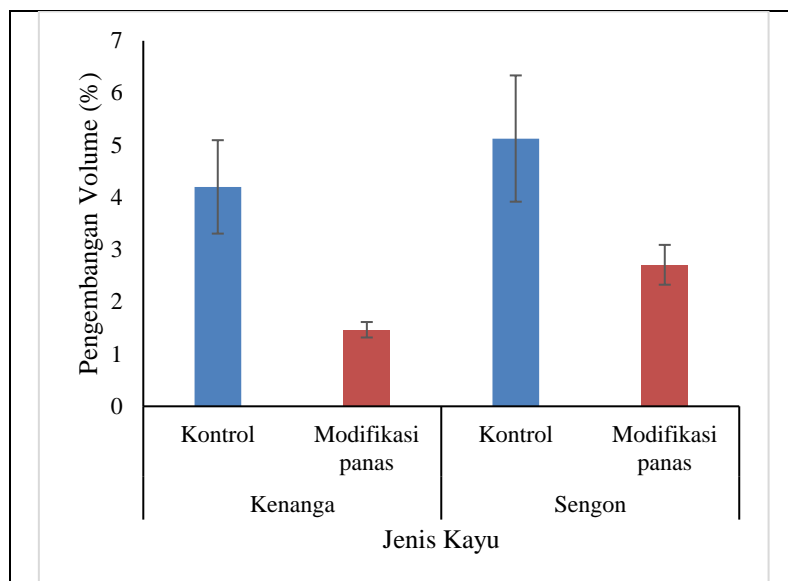
Gambar 1. Kerapatan dan Kadar Air

Berdasarkan uji statistik nilai kerapatan dan kadar air kayu hanya dipengaruhi faktor tunggal yaitu jenis kayu. Modifikasi panas dan interaksi antara jenis kayu dan modifikasi panas tidak mempengaruhi nilai kerapatan dan kadar air kayu.

Nilai kerapatan kayu kenanga yaitu sekitar 0.16-0.17 gcm⁻³ sedangkan sengon 0.40 gcm⁻³. Berdasarkan nilai kerapatannya nilai kerapatan kayu kenanga lebih rendah dibandingkan kayu sengon. Artinya proporsi zat dinding sel kayu sengon lebih tebal dibandingkan dengan kayu kenanga. Nilai kadar air kayu kenanga yaitu 12.27±0.30% sampai 12.30±0.30% sedangkan kadar air kayu sengon 9.47±0.15% sampai 9.67±0.32%. Pada penelitian ini, nilai kadar air kayu kenanga lebih tinggi dibandingkan dengan kayu sengon. Menurut Panshin de Zeeum (1980) dalam (Luhan et al., 2020) kerapatan yang lebih rendah cenderung memiliki tempat penampungan air yang lebih tinggi karena rongga sel lebih lebar sehingga kadar airnya meningkat.

Pengembangan Volume dan Anti Swelling Efficiency

Stabilitas dimensi kayu merupakan perubahan dimensi kayu akibat dari perubahan kandungan air kayu (Sargent, 2022). Perubahan dimensi kayu selama penggunaan sangat mempengaruhi kinerja produk kayu karena dapat menyebabkan masalah seperti retak, distorsi, dan kehilangan fungsinya. Target utama dari modifikasi panas pada berbagai belahan dunia adalah mengatasi perubahan dimensi kayu. Untuk mengukur stabilitas dimensi bisa ditentukan dengan parameter pengembangan volume dan ASE. Pengembangan volume merupakan perubahan volume kayu yang terjadi setelah kayu direndam dalam air dingin selama 24 jam yang dinyatakan dalam % sedangkan ASE merupakan parameter yang digunakan untuk melihat tingkat keberhasilan suatu perlakuan dalam mengurangi ketidakstabilan dimensi kayu. Nilai pengembangan volume kayu dan ASE dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 2. Pengembangan Volume

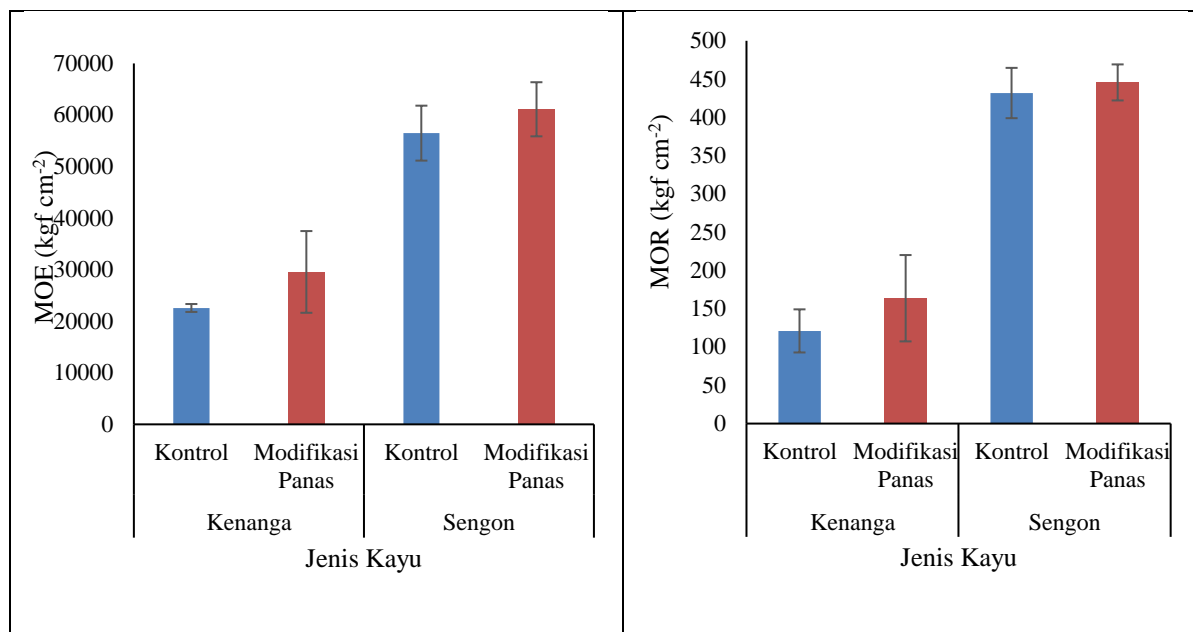
Ketika modifikasi panas diterapkan nilai pengembangan volume kayu kenanga menurun dari 4.20 ± 0.89 menjadi $1.47 \pm 0.15\%$ sedangkan sengon menurun dari $5.13 \pm 1.21\%$ menjadi $2.71 \pm 0.38\%$. Penurunan nilai pengembangan volume ini cukup signifikan dibuktikan dengan menghasilkan nilai ASE yang baik. Kayu kenanga yang dimodifikasi panas menghasilkan nilai ASE 65.11% sedangkan kayu sengon sebesar 47.14%. Semakin tinggi nilai ASE maka tingkat keberhasilan perlakuan modifikasi panas akan semakin baik. Suatu perlakuan upaya peningkatan stabilitas dimensi kayu dikatakan berhasil jika memiliki nilai ASE lebih dari 40% (Fernandes, 2014). Oleh karena itu, modifikasi panas berhasil meningkatkan stabilitas dimensi kayu kenanga dan kayu sengon.

Keberhasilan modifikasi panas dalam stabilisasi dimensi kayu disebabkan karena transformasi struktur kimia kayu karena temperature tinggi mengurangi jumlah gugus hidroksil dari reaksi autokatalis dinding sel kayu (Xu et al., 2019; Yan & Morrell, 2014). Gugus hidroksil merupakan gugus yang sangat reaktif yang mudah mengikat air ke dalam kayu.

Sifat Mekanis Kayu

Modulus of Elasticity (MOE) dan Modulus of Rupture (MOR)

MOE atau kekakuan kayu merupakan kemampuan material mempertahankan bentuk dan ukuran awal ketika pembebanan diterapkan. Setiap material yang diberikan tekanan cenderung mengalami perubahan bentuk dan besarnya dipengaruhi oleh nilai MOE. Keelastisitasan kayu hanya berlaku sampai dengan batas proporsi, jika melewati batas proporsi maka kayu akan berubah bentuk maupun ukurannya (Mardikanto et al., 2017). Untuk parameter MOR merupakan kapasitas beban maksimum yang dapat diterima material sampai patah. Berdasarkan uji statistik, nilai MOR kayu dipengaruhi oleh jenis kayu. Nilai MOE dan MOR kayu kenanga dan sengon ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. MOE dan MOR

Uji statistik menunjukkan bahwa nilai MOE dan MOR kayu hanya dipengaruhi oleh jenis kayu sedangkan modifikasi panas dan interaksi jenis kayu dan modifikasi tidak mempengaruhi nilai MOE dan MOR kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai MOE dan MOR kayu kenanga lebih rendah dibandingkan kayu sengon. Berdasarkan Mardikanto et al., (2017) banyak faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu salah satunya yaitu berat jenis atau kerapatan kayu. Semakin tinggi nilai kerapatan maka semakin banyak kandungan zat kayu pada dinding sel. Penelitian ini membuktikan bahwa kerapatan kayu kenanga lebih rendah dibandingkan dengan sengon. Hal ini mengindikasikan bahwa dinding sel kayu kenanga lebih tipis dibandingkan dengan sengon.

Berdasarkan uji statistic modifikasi panas tidak mempengaruhi nilai MOE dan MOR kayu. Walaupun begitu terdapat kecenderungan modifikasi dapat meningkatkan nilai MOE kayu walaupun nilainya tidak berbeda nyata. Rata-rata nilai MOE kayu kenanga meningkat dari 22571.5 ± 768.61 menjadi 29562.02 ± 7926.12 kgf cm⁻² sedangkan kayu sengon meningkat dari $56.482,63 \pm 5.328,36$ menjadi 61110 ± 5247.44 kgf cm⁻². Begitu pula dengan nilai MOR kayu kenanga meningkat dari 121.05 ± 28.14 menjadi 163.74 ± 56.39 kgf cm⁻² dan kayu sengon meningkat dari 431.77 ± 32.85 menjadi 445.64 ± 23.44 kgfcm-2. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan penelitian dengan pola serupa pada jenis kayu berbeda menunjukkan bahwa sifat mekanis kayu sedikit naik pada suhu 150 atau 160°C dan mulai menurun ketika suhu ditingkatkan (Wang et al. 2018; Xu et al. 2019). Hal ini diduga panas menyebabkan index kristalinitas dari komponen dinding sel selulosa meningkat. Selain itu, lignin mengalami reaksi kondensasi melalui reaksi ikatan silang dengan komponen furfural hasil degradasi hemiselulosa (Wang et al. 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kerapatan dan kadar air dipengaruhi oleh jenis kayu sedangkan modifikasi panas dan interaksi antara jenis kayu dan modifikasi panas tidak mempengaruhi nilai kerapatan dan kadar air kayu. Modifikasi panas meningkatkan stabilitas dimensi kayu kenanga dan sengon yang ditandai dengan penurunan parameter pengembangan volume dan peningkatan nilai ASE. Sifat

mekanis kayu dipengaruhi oleh jenis kayu sedangkan modifikasi panas dan interaksi antara jenis kayu dan modifikasi panas tidak mempengaruhi nilai sifat mekanis kayu. Akan tetapi terdapat kecenderungan modifikasi panas sedikit meningkatkan nilai MOE dan MOR kayu kenanga dan sengon. Berdasarkan sifat fisis dan sifat mekanisnya kayu sengon lebih baik dibandingkan kayu kenanga. Penelitian selanjutnya penting sekali dilakukan terkait dengan perubahan komponen kimia kayu kenanga dan sengon akibat dari perlakuan modifikasi panas sebagai bukti tambahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh anggota tim penelitian atas kerjasama selama proses penelitian. Selanjutnya terimakasih penulis sampaikan kepada Universitas Mataram yang memberikan dana dari program Penelitian Dosen Pemula dari PNBP.

DAFTAR PUSTAKA

- Borůvka, V., Dudík, R., Zeidler, A., & Holeček, T. (2019). Influence of site conditions and quality of birch wood on its properties and utilization after heat treatment. Part I-elastic and strength properties, relationship to water and dimensional stability. *Forests*, 10(2), 1-22. <https://doi.org/10.3390/f10020189>
- Cheng, S., Huang, A., Wang, S., & Zhang, Q. (2016). Effect of different heat treatment temperatures on the chemical composition and structure of chinese fir wood. *BioResources*, 11(2), 4006–4016. <https://doi.org/10.15376/biores.11.2.4006-4016>
- Fatrawana, A., Maulana, S., Nawawi, D. S., Sari, R. K., Hidayat, W., Park, S. H., Febrianto, F., Lee, S. H., & Kim, N. H. (2019). Changes in chemical components of steam-treated betung bamboo strands and their effects on the physical and mechanical properties of bamboo-oriented strand boards. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77(5), 731–739. <https://doi.org/10.1007/s00107-019-01426-7>
- Fernandes, A. (2014). Stabilisasi dimensi kayu Shorea retusa meijer dengan Poly Vinyl Acetate (PVAc). *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.20886/jped.2014.8.1.1-6>
- Hidayat, W., & Febrianto, F. (2018). *Teknologi Modifikasi Kayu Ramah Lingkungan: Modifikasi Panas dan Pengaruhnya Terhadap Sifat-Sifat Kayu*. Pusaka Media: Bandar Lampung.
- Lessy, I., Ohorella, S., & Karepesina, S. (2018). Sifat fisis kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) pada lahan agroforestry di Ambon, Maluku. *Jurnal Agrohut* 9(1), 1–11.
- Lestari, D. (2016). Peningkatan Mutu Papan Untai Bambu Berarah Melalui Modifikasi Untai [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Luhan, G., Damiri, M., Joni, H., Yanciluk, & Mujaffar, A. (2020). Pengaruh bagian kayu dan ketebalan stiker pada pengeringan alami terhadap sifat fisika kayu Gerunggang (*Cratoxylon arborescens* Bl.). *Hutan Tropika*, 14(1), 60–70. <https://doi.org/10.36873/jht.v14i1.333>
- Mardikanto, T., Karlinasari, L., & Bahtiar. (2017). *Sifat Mekanis Kayu*. IPB Press: Bogor.
- Maulana, S., Busyra, I., Fatrawana, A., Hidayat, W., Sari, R. K., Sumardi, I., Wistara, I. N. J., Lee, S. H., Kim, N. H., & Febrianto, F. (2017). Effects of steam treatment on physical and mechanical properties of bamboo oriented strand board. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 5(6), 872–882.

- <https://doi.org/10.5658/WOOD.2017.45.6.872>
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan [P3HH]. (2008). *A Handbook of Selected Indonesian Wood Species*. Indonesian Sawmill and Woodworking Association (ISWA): Jakarta Pusat.
- Rasdianah, D., Zaidon, A., Hidayah, A., & Lee, S. H. (2018). Effects of superheated steam treatment on the physical and mechanical properties of light red meranti and kedondong wood. *Journal of Tropical Forest Science*, 30(3), 384–392. <https://doi.org/10.26525/jtfs2018.30.3.384392>
- Sargent, R. (2022). Evaluating dimensional stability in modified wood: an experimental comparison of test methods. *Forests*, 13(4), 1-19. <https://doi.org/10.3390/f13040613>
- Sumarni, G., Roliadi, H., & Ismanto, A. (2003). Keawetan 99 jenis kayu indonesia terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 21 (3), 239–249.
- Tian, M., Zhang, B., Wu, Z., Yu, L., Li, L., & Xi, X. (2021). Effects of steam heat-treatment on properties of *Pinus massoniana* wood and its bonding performance. *Jurnal of Renewable Materials*, 9(4), 789-801. <https://doi.org/10.32604/jrm.2021.013844>
- Wang, X., Chen, X., Xie, X., Wu, Y., Zhao, L., Li, Y., & Wang, S. (2018). Effects of thermal modification on the physical, chemical and micromechanical properties of Masson pine wood (*Pinus massoniana* Lamb.). *Holzforschung*, 72(12), 1063–1070. <https://doi.org/10.1515/hf-2017-0205>
- Wang, X., Deng, Y., Wang, S., Min, C., Meng, Y., Pham, T., & Ying, Y. (2014). Evaluation of the effects of compression combined with heat treatment by nanoindentation (NI) of poplar cell walls. *Holzforschung*, 68(2), 167–173. <https://doi.org/10.1515/hf-2013-0084>
- Wiedenhoeft, A. C. (2012). *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Second Edition: Structure and function of wood*. University of Wisconsin: Madison.
- Xu, J., Zhang, Y., Shen, Y., Li, C., Wang, Y., Ma, Z., & Sun, W. (2019). New perspective on wood thermal modification: Relevance between the evolution of chemical structure and physical-mechanical properties, and online analysis of release of VOCs. *Polymers*, 11(7), 1-19. <https://doi.org/10.3390/polym11071145>
- Yan, L., & Morrell, J. J. (2014). Effects of thermal modification on physical and mechanical properties of douglas-fir heartwood. *BioResources*, 9(4), 7152–7161. <https://doi.org/10.15376/biores.9.4.7152-7161>