



Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jati Sumbawa Sebagai Bahan Konstruksi

Ni Putu Ety Lismaya Dewi¹, Indah Arry Pratama¹, Juanita²

¹Program Studi Teknik Sipil, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl. Pemuda No. 59 A, Mataram, NTB, Indonesia 83125

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Al Azhar, Jl. Kampus Unizar, Turida Barat, Kota Mataram, NTB, Indonesia. 83233

Email Korespondensi: etylismayadewi@undikma.ac.id

Abstrak

Kayu merupakan bagian penting dalam pembuatan konstruksi bangunan. Salah satu jenis kayu yang paling banyak digunakan adalah kayu jati. Jati (*Tectona grandis L.f.*) merupakan salah satu jenis kayu yang paling banyak diminati sejak dahulu dan memiliki harga jual yang tinggi karena memiliki corak yang unik dan elegan, kuat, awet, stabil, dan mudah dikerjakan. Kayu jati di Indonesia yang dikenal memiliki sifat dasar baik dan memiliki kualitas yang baik yaitu kayu jati yang berasal dari hutan produksi Perhutani yang berada di daerah Jawa. Namun, selain di pulau Jawa kayu jati juga terdapat di daerah lain seperti di Sumbawa Nusa Tenggara Barat yang sesuai untuk pertumbuhan jati karena memiliki musim kering tetap selama tujuh bulan. Sifat mekanika kayu merupakan sifat yang berhubungan dengan kekuatan kayu untuk menahan gaya luar yang bekerja pada kayu tersebut. Sifat ini penting untuk dijadikan sebagai bahan struktural seperti konstruksi bangunan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain. Rancangan penelitian yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) variasi aksial dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai rata-rata sifat fisika dan mekanika jati Sumbawa sebagai berikut: kadar air kering udara sebesar 16,09%: berat jenis kering udara 16,09; MoE sebesar 97.417,31 kg/cm²; MoR 809,27 kg/cm². Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika dan mekanika maka kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) Sumbawa termasuk dalam kelas kuat II-III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan, bahan baku mebel, kusen-kusen dan kerajinan kayu lainnya.

Kata kunci: Kayu Jati, Sifat Fisika, Mekanika, Sumbawa.

Characteristics of the Physical and Mechanical Properties of Sumbawa Teak Wood as a Construction Material

Abstract

*Wood is an important part in building construction. One of the most widely used types of wood is teak wood. Teak (*Tectona grandis L.f.*) is a type of wood that has been in high demand for a long time and has a high selling price because it has a unique and elegant pattern, is strong, durable, stable and easy to work with. Teak wood in Indonesia which is known to have good basic properties and good quality is teak wood which comes from Perhutani production forests in the Java area. However, apart from the island of Java, teak wood is also found in other areas such as Sumbawa, West Nusa Tenggara, which is suitable for growing teak because it has a constant dry season of seven months. The mechanical properties of wood are properties related to the strength of wood to withstand external forces acting on the wood. This property is important for use as a structural material such as building construction. This research uses an experimental method, namely a research method used to find the influence of certain variables on other variables. The research design used was a Completely Randomized Design (CRD) with axial variation with 3 treatments and 3 replications. Based on the results of the analysis, the average values for the physical and mechanical properties of Sumbawa teak were obtained as follows: air-dry water content of 16.09%: air-dry specific gravity of 16.09; MoE of 97,417.31 kg/cm²; MoR 809.27 kg/cm². Based on the results of tests on physical and mechanical properties, Sumbawa teak (*Tectona grandis L.f.*) wood is included in the strength class II-III which can be used as building construction materials, raw materials for furniture, frames and other wooden crafts.*

Keywords: Teak Wood, Physical Properties, Mechanics, Sumbawa.

How to Cite: Dewi, N. P. E. L., Pratama, I. A., & Juanita, J. (2023). Karakteristik Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jati Sumbawa Sebagai Bahan Konstruksi. *Empiricism Journal*, 4(1), 320–325. <https://doi.org/10.36312/ej.v4i1.1575>



<https://doi.org/10.36312/ej.v4i1.1575>

Copyright© 2023, Dewi et al.
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Kayu merupakan bagian penting dalam pembuatan konstruksi bangunan maupun kegunaan lain seperti mebel dan barang kerajinan. Salah satu jenis kayu yang paling banyak digunakan adalah kayu jati. Jati (*Tectona grandis* L.f.) merupakan salah satu jenis kayu yang paling banyak diminati sejak dahulu dan memiliki harga jual yang tinggi karena memiliki corak yang unik dan elegan, kuat, awet, stabil, dan mudah dikerjakan. Walaupun harga jualnya sangat tinggi namun permintaan kayu jati tetap banyak (Rini, et al, 2012).

Semakin meningkatnya permintaan kayu jati untuk memenuhi kebutuhan industri, pasokan kayu yang berasal dari hutan alam semakin berkurang. Sebagai gambaran, kebutuhan bahan baku industri perkayuan mencapai 60 juta m³/tahun (Tinambunan et al., 2006) dan tercatat bahwa kekurangan bahan baku kayu berkualitas mencapai 79% untuk jati (Sidabutar, 2007). Pada tahun 2013 kapasitas produksi Industri Primer Hasil Hutan Kayu (IPHHK) sebesar 70.013,474 m³, sementara produksi kayu bulat pada tahun yang sama hanya mencapai 23.227.012,25 m³ (Kemenhut, 2014).

Kayu jati di Indonesia yang dikenal memiliki sifat dasar baik dan memiliki kualitas yang baik yaitu kayu jati yang berasal dari hutan produksi Perhutani yang berada di daerah Jawa. Namun, selain di pulau Jawa kayu jati juga terdapat di daerah lain seperti di Sumbawa Nusa Tenggara Barat. Pohon jati yang ditanam oleh Perhutani mendapatkan perlakuan silvikultur seperti pemangkasan, penjarangan, dan peneresan selama dua tahun sebelum ditebang. Akibat dari peneresan ini kayu jati yang dihasilkan menjadi lebih kering. Kadar air merupakan salah satu sifat yang mempengaruhi kualitas kayu. (Marsoem, 2006) menyatakan bahwa sifat-sifat fisika kayu yang penting dan berpengaruh terhadap kualitas kayu adalah kadar air, berat jenis dan perubahan dimensi, yang akan mempengaruhi hasil pengolahan kayu. Sementara pohon jati yang ditanam di hutan rakyat seperti di Sumbawa tidak mendapatkan perlakuan silvikultur seperti di hutan Perhutani. Namun daerah Sumbawa memiliki kondisi alam yang kering hal ini belum diketahui apakah akan mempengaruhi kadar air dari kayu jati yang terdapat di daerah Sumbawa. Sumbawa merupakan salah satu daerah di pulau Lombok yang sesuai untuk pertumbuhan jati karena memiliki musim kering tetap. Salah satu daerah di Sumbawa sebagai daerah yang sesuai untuk pertumbuhan jati adalah Sumbawa Barat karena memiliki musim kering tetap yaitu tujuh bulan. Musim penghujan berlangsung dari bulan November sampai Maret sedangkan musim kemarau dari bulan April sampai Oktober , dengan jumlah curah hujan berkisar antara 789 mm sampai 2681 mm per tahun pada ketinggian topografi 0-730 mdpl (BMKG, 2017). Secara umum pohon jati dapat tumbuh pada daerah dengan tipe curah hujan C-F Schmid and Ferguson dengan curah hujan 750 mm sampai 2500 mm pertahun pada ketinggian 0-700 mdpl (Martawijaya et al, 2005; Sumarna, 2011). Hal ini mendorong peneliti untuk mengkaji sifat fisika dan mekanika kayu jati yang tumbuh di daerah Sumbawa.

Sifat mekanika kayu merupakan sifat yang berhubungan dengan kekuatan kayu untuk menahan gaya luar yang bekerja pada kayu tersebut. Sifat ini penting untuk bahan struktural seperti konstruksi bangunan, palang-palang lantai, tiang listrik, dan kerangka perabot rumah tangga (Bowyer et.al, 2003). Untuk melihat gambaran yang lebih lengkap mengenai sifat fisika dan mekanika dari kayu jati, maka perlu dilihat pula variasi aksialnya, karena pada kedudukan aksial terjadi perbedaan sifat-sifat kayu dibagian pangkal, tengah dengan bagian ujung karena dipengaruhi waktu pembentukan kayunya yang berbeda (Panshin dan Zeeuw, 1980).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh variabel tertentu terhadap yang variabel yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sumaryanto, 2013). Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 2022 pada laboratorium Teknologi Hasil Jurusan Kehutanan dan Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Rancangan penelitian yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan.

Tiga kedudukan aksial dalam batang, terdiri tiga yaitu:

1. Pangkal Batang (P).
2. Tengah Batang (T).
3. Ujung Batang (U).

Tabel 1. Contoh tabulasi data hasil penelitian

Perlakuan	Ulangan		
	Pohon 1 (1)	Pohon 2 (2)	Pohon 3 (3)
P	P 1	P 2	P 3
T	T 1	T 2	T 3
U	U 1	U 2	U 3

Keterangan: P: Pangkal, T: Tengah, U: Ujung

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air kering udara

Pengujian kadar air menunjukkan banyaknya air dalam kayu dalam satuan persen (Prawirohadmojo, 2012).

Tabel 2. Nilai rata-rata Kadar Air Kering Udara (%)

Pangkal	Tengah	Ujung	Rata-rata
16,33	16,00	15,93	16,09

Nilai rata-rata kadar kering udara dari pangkal, tengah dan ujung berturut-turut 16,33%, 16,00% dan 15,93% dengan nilai rerata sebesar 16,09%. . Nilai kadar air kering udara jati Sumbawa telah masuk dalam standar kayu-kayu di Indonesia yaitu sebesar 12% - 20%.

Kadar kering udara jati Sumbawa cenderung mengalami peningkatan dari ujung menuju pangkal. Hal ini disebabkan pada titik tumbuh terdapat sel-sel yang masih aktif dalam proses pertumbuhan dan mempunyai persentase cairan yang lebih besar dibandingkan sel-sel yang telah dewasa (Wardhani, IY, 2011). Menurut Hakim (2008) kayu dengan kadar air lebih dari 20% akan beresiko mudah terserang jamur.

Nilai kadar air kering udara kayu jati Sumbawa ini lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai kadar air kayu jati pada penelitian Hadjib *et.al* (2006), jati lokal Binjai dengan nilai kadar air kering udara 16,86%, jati lokal Sulawesi dengan nilai kadar air kering udara 17,16%, jati lokal Kutai dengan nilai kadar air kering udara 16,84%, dan jati super Parung dengan nilai kadar air kering udara 17,36%.

Asdar dan Lempang (2006) menyatakan, pada spesies yang sama, sifat-sifat kayu dapat bervariasi disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor lingkungan mikro micro environment) seperti perbedaan tempat tumbuh (perbedaan geografis dan ketinggian) dan faktor genetik (*genetic constitution*).

Analisis keragaman pada taraf signifikan 5% bahwa kedudukan aksial batang pada pohon tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air kering udara kayu jati Sumbawa. Hasil ini sesuai dengan pendapat Tsoumis (1991) yang menyatakan bahwa kadar air pada kayu keras tidak ada perbedaan yang nyata akibat letak aksialnya. Jadi kadar air kayu jati Sumbawa pada bagian pangkal, tengah, dan ujung tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Berat Jenis volume kering udara

Berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan antara kerapatan kayu (atas dasar kering tanur dan volume pada kandungan air yang telah ditentukan) dengan kerapatan air pada 4°C (Bowyer *et.al*, 2003).

Tabel 3. Nilai rata-rata Berat Jenis Volume Kering Udara.

Pangkal	Tengah	Ujung	Rata-rata
0,56	0,53	0,58	0,55

Berat jenis volume kering udara kayu jati Sumbawa berturut dari bagian pangkal sampai ujung,yaitu bagian pangkal dengan nilai 0,56 bagian tengah 0,53 dan bagian ujung 0,58 dengan rerata sebesar 0,55.

Nilai berat jenis volume kering udara kayu jati Sumbawa ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai berat jenis volume kering udara kayu jati pada penelitian sebelumnya yang berasal dari daerah lain seperti Hadjib et.al (2006), jati lokal Kutai dengan nilai berat jenis volume kering udara 0,51; jati lokal Lampung dengan nilai berat jenis volume kering udara 0,45; jati lokal Palembang dengan nilai berat jenis volume kering udara 0,50; dan jati super Parung dengan nilai berat jenis volume kering udara 0,49.

Berat jenis kayu jati Sumbawa ini termasuk kelas kuat III (0,40-0,60). Berat jenis kayu dibagi menjadi tiga, yaitu ringan dengan berat jenis kurang dari 0,36; kayu sedang dengan berat jenis antara 0,36 – 0,50 dan kayu berat dengan berat jenis lebih dari 0,50 (Panshin & de Zeeuw, 1980). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi variasi berat jenis antara lain tempat tumbuh, iklim, lokasi geografis dan spesies.

Bowyer et.al (2003) menyatakan, kayu dengan berat jenis tinggi umumnya memiliki kekuatan serta kualitas yang tinggi pula dan apabila diolah akan menghasilkan rendemen yang tinggi. Kayu jati Sumbawa ini memiliki kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan dengan kayu jati yang berasal dari beberapa daerah lain di Indonesia seperti Kutai, Lampung, Palembang, dan Parung.

Analisis keragaman pada taraf signifikan 5% bahwa kedudukan aksial batang pada pohon tidak berpengaruh nyata terhadap berat jenis volume kering udara kayu jati Sumbawa.

Modulus of Elasticity (MoE)

Keteguhan lentur merupakan sifat mekanika papan lamina yang menunjukkan ketahanan terhadap pembengkokan akibat adanya beban yang diberikan sebelum papan lamina tersebut patah (Somadona et al, 2020).

Tabel 4. Nilai rata-rata Modulus of Elasticity (MoE).

Pangkal	Tengah	Ujung	Rata-rata
101.127,49	90.203,25	100.921,21	97.417,31

Nilai rata-rata (MoE) kayu jati Sumbawa berturut dari bagian pangkal sampai ujung, yaitu 101.127,49 kg/cm² , 90.203,25 kg/cm² dan 100.921,21 kg/cm² dengan nilai rata-rata 97.417,32 kg/cm². Nilai tersebut telah masuk dalam kisaran dimana arah aksial bervariasi antara $25,48 \times 10^3$ kg/cm²– $173,23 \times 10^3$ kg/cm²(Marsoem,2006). Berdasarkan Nilai MoE maka kayu jati Sumbawa masuk dalam kelas kelas kuat III yaitu berkisar antara 90 – 112 (10^3 kg/cm²).

Nilai MoE kayu jati Sumbawa ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai MoE kayu jati pada penelitian sebelumnya yang berasal dari daerah lain seperti kayu jati konvensional umur 8 tahun berasal dari Semarang yang memiliki nilai MoE sebesar 73.000 kg/cm². Arifin, (2004). Hadjib et.al (2006). Menunjukan bahwa, Modulus elastisitas (MoE) jati lokal berasal dari Kutai (53253,32 kg/cm²), Lampung (46328,91 kg/cm²), Palembang (45520,29 kg/cm²), Binjai (42330,58 kg/cm²) dan jati lokal berasal dari Sulawesi (26534.21 kg/cm²). Berdasarkan perbandingan nilai MoE diatas maka kayu jati Sumbawa ini memiliki kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan dengan kayu jati yang berasal dari beberapa daerah lain di Indonesia seperti Semarang, Lampung, Kutai, Binjai, Palembang, dan Sulawesi.A

Analisis keragaman pada taraf signifikan 5% bahwa kedudukan aksial batang pada pohon tidak berpengaruh nyata terhadap Modulus of Elasticity (MoE) kayu jati Sumbawa.

Modulus of Rupture (MoR)

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

Tabel 5. Nilai rata-rata Modulus of Rupture (MoR)

Pangkal	Tengah	Ujung	Rata-rata
860,02	733,31	834,48	809,27

Nilai rata-rata MoR kayu jati Sumbawa berturut dari bagian pangkal sampai ujung yaitu 860,02 kg/cm², 733,31 kg/cm² dan 834,48 kg/cm² dengan nilai rata-rata 809,27 kg/cm². Nilai tersebut masuk dalam kisaran kayu pada arah aksial bervariasi antara 560,45 kg/cm² - 1630,4 kg/cm² (Marsoem,2010). Nilai MoR kayu jati Sumbawa termasuk dalam kuat kelas II yang memiliki kisaran nilai MoR 725-1100 kg/cm².

Nilai MoR kayu jati Sumbawa ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai MoR kayu jati pada penelitian sebelumnya yang berasal dari daerah lain seperti Hadjib *et al*, (2006). Menunjukkan bahwa, keteguhan patah (MoR) jati lokal yang berasal dari Palembang (558,30 kg/cm²), jati lokal dari Kutai (502,33 kg/cm²), Binjai (437,13 kg/cm²), Lampung (379,28 kg/cm²) dan terendah jati dari Sulawesi (308,68 kgf/cm²). Jadi kayu jati Sumbawa ini memiliki kualitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan kayu jati yang berasal dari beberapa daerah lain di Indonesia seperti Palembang, Kutai, Binjai, Lampung, dan Sulawesi. Analisis keragaman pada taraf signifikan 5% bahwa kedudukan aksial batang pada pohon tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan lengkung statik pada batas patah (MoR) kayu jati Sumbawa.

KESIMPULAN

Nilai rata-rata sifat fisika dan mekanika jati Sumbawa sebagai berikut : kadar air kering udara sebesar 16,09%; berat jenis kering udara 16,09; MoE sebesar 97.417,31 kg/cm²; MoR 809,27 kg/cm². Sifat fisika dan mekanika kayu jati Sumbawa tidak memiliki perbedaan yang signifikans antara bagian pangkal,tengah dan ujung. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisika dan mekanika maka kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) Sumbawa termasuk dalam kelas kuat II-III yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan, bahan baku mebel, kusen-kusen dan kerajinan kayu.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan kayu jati pada sambungan tampang dua konstruksi bangunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Teknologi Hasil Jurusan Kehutanan dan Fakultas Teknik Universitas Mataram dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1957). Standar British 373, 1957. *Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber.*, London.
- Asdar, M., & Lempang M. (2006). KarakteristiK Anatomi, fisik Mekanik, Pengeringan dan Keterawetan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana Wild*). *Jurnal Perennial*, 2 (2) 19-25.
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. & Haygreen, J. G. (2003). *Forest Products and Wood Science. An Introduction. 4th edision*. Iowa State Press, USA.
- Desch, H. E. & Dinwoodie, J. M. (1981). *Timber. Its Structure, Properties and Utilisation. 6th edition*. The Macmillan Press. London.
- Hadjib. N., Muslich, M., & Sumarni, G. (2006). Sifat Fisika dan Mekanika Jati Super dan Jati Lokal Dari Beberapa Daerah Penanaman. Vol.24. No, 4. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*.
- Kasmudjo. (2001). Pengantar Teknologi Hasil Hutan Bagian V Papan Tiruan Lain. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan. UGM. Yogyakarta.
- Kementrian Kehutanan, (2014). Statistik Kementrian Kehutanan Tahun 2013. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

- Koch, P. (1972). *Utilization of Southtern Pines Volume I*. USA Departemen of Agriculture Forest Service. Washington.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I. K., Kadir., & Prawira, S. A. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid III*. Balai Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan. Bogor.
- Marsoem, S. N. (2006). *Pengantar Sifat Mekanika Kayu* (Bahan Kuliah). Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Marsoem, S. N. (2010). Karakteristik Sifat Fisika, Mekanika, dan Kimia Kayu Terhadap Proses dan Kualitas Hasil Pengeringan. Pengeringan Kayu dan Solusi Permasalahannya. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Panshin, A. J. & Zeeuw, C. De. (1980). *Textbook of Wood Technology. 4th ed. Structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada*, McGrow-Hill Book Company, New York.
- Prawirohatmodjo, S. (2012). Sifat-sifat Fisika Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rini. D. S., Marsoem, S. N., & Sulisty, J. (2012). Upaya Penurunan Kadar Air Kayu Jati (*Tectona grandis. L.f*) Hutan Rakyat Dengan Metode Teresan.Vol.9. No. 6, ISSN No. 1978-3787. Media Bina Ilmiah.
- Risnasari I., Azhar I., & Sitompul N. A. (2012). Karakteristik Balok Laminasi dari Batang Kelapa (*Cocos nucifera L.*) dan Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana Wild*). *Jurnal Foresta Indonesia Journal of Ferestry*, 87–179.
- Seng, O. D. (1964). Berat Jenis dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu Untuk Keperluan Praktek. Diterjemahkan oleh Soewarsono P.H. 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Pendidikan. Bandung : Alfabeta.
- Sumarna, D. (2011). *Kayu Jati Panduan Budidaya dan Proses Bisnis*. Buku. Penebar Swadaya. Depok. 18-21 p.
- Somadona *et al.* (2020) 'Karakteristik Balok Laminasi Kayu Akasia (*Acacia mangium*) dan Meranti Merah (*Shorea leprosula*) berdasarkan Susunan Lamina dan Berat Labur Perekat Styrofoam.', *Wahana Foresta Jurnal Kehutanan*, 15(2), pp. 53-64.
- Tsoumis, G. (1991). Struktur dan Sifat Kayu. Jilid I. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hakim D. F. (2008). Pengaruh Perubahan Temperatur Pengering terhadap kualitas Kayu Suren, Segon, danMahoni. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.