

STUDI PADA SIFAT FISIK, MEKANIK, DAN KARAKTERISTIK ANATOMI KAYU KACANG (*Strombosia javanica*) DI MANDIANGIN, KABUPATEN BANJAR, KALIMANTAN SELATAN

*Study On Physical, Mechanical, and Characteristic Properties of Anatomic Nut Wood (*Strombosia javanica*) in Mandiangin, District of Banjar, Kalimantan Selatan*

Muhammad Fadhil, Gusti Ahmad Rahmat Thamrin, dan Wiwin Tyas Istikowati
Jurusan Kehutanan
Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT The purpose of this study was to determine the physical, mechanical, and characteristics anatomy of kayu kacang (*Strombosia javanica*) and recommend the suitability of using kayu kacang based on data obtained in this study. The expected benefit of this research is to be able to provide information and preliminary data for industries and communities who want to develop and utilize kayu kacang, so that the use of peanut wood (*Strombosia javanica*) matches the characteristics it has. The method used is cutting kayu kacang wood sticks with small pieces in several parts that will be processed into sample material physical, mechanical, and characteristics anatomy of kayu kacang. The results showed that kayu kacang trees had class III wood strength and had very short fiber lengths and very short vessel lengths.

Keyword : Kayu kacang; Mechanical Properties; Anatomical Characteristics

ABSTRAK Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, mekanika, dan karakteristik anatomi kayu kacang (*Strombosia javanica*) serta merekomendasikan kesesuaian penggunaan kayu kacang berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian ini. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi maupun data awal bagi industri maupun masyarakat yang ingin mengembangkan dan memanfaatkan kayu kacang, sehingga pemanfaatan kayu kacang sesuai karakteristik yang dimilikinya. Metode yang digunakan adalah pemotongan batang kayu kacang dengan potongan kecil di beberapa bagian yang akan diolah menjadi bahan sampel sifat fisik, mekanik, dan karakteristik anatomi kayu kacang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon kacang memiliki kekuatan kayu kelas III dan mempunyai panjang serat pendek serta panjang vessel yang sangat pendek.

Kata Kunci : Kayu Kacang; Sifat Mekanik; Karakteristik Anatomi

Penulis untuk korespondensi: Surel: muh.fadhill92@gmail.com

PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kepentingan makhluk hidup yang ada di bumi ini, baik berupa hasil hutan kayu maupun hasil hutan bukan kayu (Naemah *et al.* 2013). Hasil hutan yang banyak dikenal penduduk adalah kayu. Setidaknya terdapat 4000 jenis kayu dan hanya 267 jenis yang bernilai ekonomi tinggi (Syahmi 2014).

Peningkatan populasi di Indonesia mengakibatkan peningkatan yang signifikan dalam konsumsi kayu. Selain itu, sumber produksi kayu cenderung menurun karena

pengurangan kawasan hutan alam. Situasi ini mengakibatkan ketidakseimbangan antara permintaan dan pasokan sumber daya kayu yang tersedia di Indonesia. Untuk mengatasi kesenjangan ini, tumbuhan jenis cepat tumbuh, seperti *Acacia mangium*, *A. auriculiformis*, *Anthocephalus cadamba*, dan *Falcataria moluccana*, menjadi tanaman yang banyak dikembangkan di hutan tanaman industri di Indonesia. Selain jenis-jenis tumbuhan cepat tumbuh tersebut, terdapat jenis lain yang potensial untuk dikembangkan akan tetapi kurang dikenal oleh masyarakat. Spesies yang tumbuh cepat dan kurang dikenal tersebut banyak ditemukan di hutan sekunder yang terbentuk setelah penebangan hutan alam ataupun karena alasan lain, seperti perladangan berpindah dan kebakaran hutan.

Kalimantan Selatan masih banyak menyimpan spesies pohon yang belum dikenal secara umum. Penelitian tentang spesies yang belum dikenal, seperti terap (*Artocarpus elasticus*), medang (*Neolitsea latifolia*), balik angin (*Alphitonia excelsa*), dan bangkal (*Nauclea officinalis*), sudah dilakukan (Istikowati *et al.* 2014, 2016; Herlina 2019). Spesies ini secara alami ditemukan melimpah di hutan sekunder di Kalimantan Selatan. Akan tetapi, masih banyak jenis-jenis lain yang belum diketahui sifat-sifatnya, diantaranya adalah kayu kacang.

Kayu kacang (*Strombosia javanica*) merupakan salah satu spesies pohon yang banyak ditemukan di hutan sekunder Kalimantan Selatan. Pemanfaatan kayu ini masih sangat terbatas karena karakteristik kayunya belum diketahui. Untuk menentukan pemanfaatan yang sesuai maka penelitian tentang sifat dan karakteristik kayu kacang perlu dilakukan. Oleh karena itu, penelitian mengenai sifat fisika, mekanika, dan karakteristik anatomi kayu kacang yang tumbuh di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan, dilakukan sebagai informasi awal untuk pemanfaatan kayu kacang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik, mekanik, dan karakteristik kayu kacang (*Strombosia javanica*) serta merekomendasikan kesesuaian penggunaan kayu kacang berdasarkan data yang diperoleh dalam penelitian ini.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di empat tempat, yaitu penelitian lapangan di KHDTK ULM; Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, Balai Riset Standarisasi (BARISTAND) Banjarbaru, Kalimantan Selatan, dan Laboratorium Utsunomiya University di Utsunomiya, Jepang. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini kurang lebih 3 bulan yang dimulai pada bulan Agustus - Oktober 2017

meliputi kegiatan persiapan, pengumpulan data serta penyusunan laporan.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: chainsaw, pisau pahat, *roll meter*, *diameter tape*, palu, mesin amplas, timbangan analitik, holder sampel, universal testing machine (UTM), mikroskop, preparat, komputer, kamera, dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon kayu kacang, aquades, alkohol, larutan safranin, dan air.

Prosedur penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan dengan melakukan pemilihan satu batang pohon kacang yang akan digunakan sebagai sampel uji. Pohon yang dipilih adalah pohon yang lurus, bebas cacat dengan tinggi bebas cabang yang tinggi.

Penebangan dan Pematangan Sampel

Langkah awal yang dilakukan dalam pengambilan sampel ini adalah melakukan penebang pohon kayu kacang dan pengumpulan disk kayu, prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Menyiapkan pohon kayu kacang yang akan ditebang dan ditandai atau diberi kode kemudian dilakukan pengukuran diameter setinggi dada menggunakan diameter tape setelah dilakukan pengecekan, selanjutnya pohon ditebang dengan menggunakan chainsaw setelah pohon tumbang, maka batang digaris sebagai tanda bagian-bagian yang akan dipotong dan mengukur tinggi pohon menggunakan roll meter, Mengumpulkan sampel berbentuk log 20 cm dan disk kayu dengan ketebalan 2 cm, Sampel dengan ketebalan 2 cm dan 20 cm digunakan untuk pengujian sifat fisik dan mekanik, Pengukuran dilakukan pada log dengan ukuran panjang 2 m yang diambil dari bagian pangkal sampai ujung batang.

2. Pengamplasan

Pada log kayu kacang berukuran 20 cm diamplas di salah satu sisi potongannya dengan menggunakan mesin pengamplas dengan ukuran kertas amplas 114 mm x 110 mm. Tujuan pengamplasan ini adalah

memperjelas lingkaran tahun kayu kacang untuk menentukan umur kayu tersebut.

3. Pengujian Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik meliputi pengujian kadar air. Adapun prosedur yang dilakukan dalam pengujian sifat fisik adalah sebagai berikut:

Disk kayu dibersihkan dari kulit, menyiapkan sampel dengan lebar 1 cm dari empulur ke bagian kulit, berat ditimbang dan diukur volume segarnya menggunakan timbangan analitik, kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 103 ± 2 °C, berat kering oven diukur untuk penentuan kadar air.

4. Pengujian Sifat Mekanik

Pengukuran sifat mekanik kayu dilakukan dua parameter yaitu uji kuat tekan dan uji kuat lentur yang diukur menggunakan alat UTM. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji keteguhan tekan sejajar serat dan uji bengkok. Pengujian ini dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi (BARISTAND) Banjarbaru.

5. Karakteristik Anatomi

Pengamatan karakteristik anatomi dilakukan pada dua parameter yaitu panjang serat dan panjang vessel. Contoh uji untuk menghitung panjang serat dan panjang vessel berbentuk stik diambil dari potongan disk pada setiap 1 cm dari bagian dekat empulur menuju bagian dekat kulit. Contoh uji berbentuk stik kemudian dimaserasi dengan larutan Schulze. Lima puluh serat kayu dan 30 vessel diukur dengan caliper digital (CD-30C, Mitutoyo, Jepang) yang diproyeksikan dengan proyektor mikro (V-12B, Nikon, Jepang).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dikumpulkan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu, pengujian sifat fisik meliputi kadar air, pengujian sifat mekanik meliputi kekuatan tekan dan kelenturan atau kekuatan lengkung yang diukur menggunakan UTM, kemudian karakteristik anatomi kayu kacang meliputi panjang serat dan panjang vessel. Tinggi pohon kayu kacang ± 18 m & ukuran diameter pohon ± 18 cm.

Pengujian Sifat Fisik

Kadar Air

Tabel 1. Kadar air kayu kacang

Ketinggian dari pangkal (m)	W_0 (g)	W_1 (g)	KA (%)	KA (r)
1,3	10,29	7,08	45,48	52,11
3,3	9,69	6,11	58,74	
5,3	9,18	6,96	31,92	52,49
7,3	7,13	3,12	73,06	
9,3	6,31	4,13	52,97	59,93
11,3	6,06	3,63	66,88	
Rata-rata	8,11	5,26	58,19	
SD	1,67	1,63	20,86	

Keterangan: W_0 , Berat basah; W_1 , berat kering; KA, kadar air

Berdasarkan data hasil pengamatan persentase kadar air pada bagian tengah hingga ke ujung memiliki persentase yang tinggi dibandingkan nilai persentase pada bagian tengah ke pangkal. Nilai tertinggi persentase kadar air kayu kacang berada pada ketinggian 7,3 m dengan nilai

persentase 73,06%, sedangkan nilai persentase terendah ada pada bagian diketinggian 5,3 m dengan persentase nilai kadar air 31,92%. Menurut Lempang (2016) kadar air maksimum kayu pada pohon yang baru ditebang adalah lebih dari 40%, hal ini sejalan dengan nilai persentase pohon kayu

kacang dengan nilai rata-rata 58,19%. Persentase kadar air pada suatu pohon juga dipengaruhi oleh waktu penebangan. Persentase kadar air umumnya akan meningkat pada musim penghujan dan menurun pada musim kemarau (Manuhuwa 2007).

Tabel 1 menampilkan adanya rata-rata kadar air bagian pangkal, bagian tengah, dan bagian ujung, apabila kita amati lebih jauh terlihat data yang dihasilkan menunjukkan dari pangkal menuju ujung kadar air semakin besar, hal ini terjadi karena adanya pengaruh bagian kayu teras dan kayu gubal. Bagian pangkal kayu

merupakan bagian yang terdapat banyak kayu teras dibandingkan pada bagian ujung kayu sehingga hal ini yang memungkinkan terjadinya kadar air yang rendah pada bagian pangkal kayu kacang.

Pengujian Sifat Mekanik

Berdasarkan data hasil pengujian mekanik kayu kacang di BARISTAND, dilakukan dua pengujian yaitu kuat tekan dan kuat lentur. Data hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 2 dan kuat lentur pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan kayu kacang

Kode Uji		Hasil Uji
		Kuat Tekan (Mpa)
1	Dekat Hati	39,0
2	Tengah	48,1
3	Dekat Kulit	45,6
	Rata-rata	44,2
	SD	4,70
	Bangkal (<i>Nauclea officinalis</i>) ^a	79,8
	Akasia (<i>Acacia mangium</i>) ^b	32,8
	Terap (<i>Artocarpus elasticus</i>) ^b	37,9
	Medang (<i>Neolitsea latifolia</i>) ^b	68,0
	Balik angin (<i>Alphitonia excelsa</i>) ^b	42,3
	Jati (<i>Tectona grandis</i>) ^c	55,6
	Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>) ^c	90,5
	Meranti (<i>Shorea sp</i>) ^c	57,4

Sumber: Data primer 2017

Keterangan: SD, standar deviasi; a, Frismanti (2016); b, Istikowati *et al.* (2014); c, Naini (2018)

Tabel 3. Hasil uji kuat lentur kayu kacang

No.	Kode Uji	Kuat Lentur Kg/cm ²
1	Dekat Hati	48,81
2	Tengah	47,92
3	Dekat Kulit	35,45
	Rata-rata	44,05
	Jati ^a	72,70
	Mahoni ^a	55,95
	Meranti ^a	51,40

Sumber: Data primer 2018

Keterangan: a, Naini (2018)

Tabel 2 menunjukkan hasil uji kuat tekan kayu kacang. Untuk hasil uji kuat tekan pada bagian dekat hati menghasilkan nilai 39,0 MPa, sedangkan untuk pada bagian tengah lebih besar dengan nilai 48,1 MPa, untuk bagian dekat kulit nilai yang dihasilkan sebesar 45,6 MPa. Berdasarkan nilai yang diperoleh dapat kita ketahui nilai tertinggi berada pada bagian tengah dan untuk bagian terendah berada pada bagian dekat hati. Rata-rata dari ketiga bagian kayu kacang ini adalah sebesar 44,2 MPa. Jika kita bandingkan dengan nilai kekuatan tekan kayu lain, nilai kekuatan tekan kayu kacang hampir serupa dengan nilai rata-rata kayu lainnya, sedangkan apabila menurut angka, kayu kacang hampir memiliki nilai kekuatan tekan yang hampir serupa dengan balik angin dan lebih rendah dibandingkan dengan kayu bangkal, dan kayu medang, namun memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan akasia dan terap (Makino *et al.* 2012; Istikowati *et al.* 2014).

Hasil uji kuat lentur ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan data hasil pengamatan uji lentur, nilai rata-rata yang diperoleh adalah 44,05 Kg/cm². Nilai tertinggi ada pada bagian dekat hati dengan nilai 48,81 Kg/cm², selanjutnya bagian tengah dengan nilai rata-rata 47.92 Kg/cm², dan nilai rata-rata terendah ada pada bagian

dekat kulit dengan nilai rata-rata 35,45 Kg/cm². Kuat lentur kayu kacang terbilang rendah jika dibandingkan dengan nilai kuat lentur seperti jenis jati, meranti, dan mahoni (Naini 2018).

Nilai MoE, MoR, dan kekerasan dalam penelitian ini lebih tinggi dari beberapa jati super dan lokal yang berumur muda (4-7 tahun), yaitu nilai MoR 243-529 kg/cm², dan kekerasan 199-327 kg/cm² (Hadjib *et al.* 2006). Nilai penelitian ini masih dalam kisaran jati konvensional 8 tahun (Wahyudi & Arifien 2005) yaitu nilai MoR 640-960 kg/cm² maupun jati klon (7 tahun) dengan nilai MoE 78-86 × 10³ kg/cm² (Yunianti *et al.* 2011).

Nilai keteguhan tekan kayu jati Perhutani berumur 12 tahun yaitu setara 386 dan 398 kg/cm² (Hidayati *et al.* 2014). Sulistyio & Marsoem (2000) melaporkan pada kayu jati dari Perhutani di KU IV, VI, dan VIII memiliki keteguhan lengkung 113-144 × 10³ kg/cm² (MoE) dan 983-1.108 kg/cm² (MoR). Jika dibandingkan dengan nilai rata-rata hasil uji tekan kayu kacang 451,36 kg/cm² artinya nilai uji tekan kayu kacang berada pada kekuatan tekan di bawah kuat tekan kayu jati tapi ada beberapa jenis kayu jati yang nilai rata-rata kayu kacang justru lebih tinggi atau lebih baik dalam pengujian kuat tekan.

Karakteristik Anatomi

Tabel 4. Data panjang serat dan panjang vessel kayu kacang

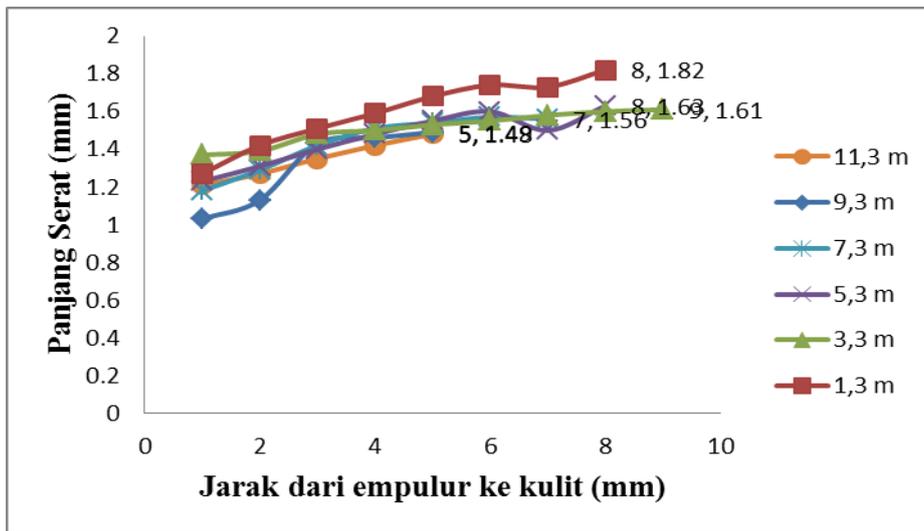
Tinggi pohon (m)	Panjang serat (mm)	Panjang vessel (mm)
1,3	1,6	0,5
3,3	1,5	0,5
5,3	1,4	0,4
7,3	1,4	0,4
9,3	1,2	0,4
11,3	1,3	0,4
Rata-rata	1,4	0,43
SD	0.14	0.05
Kayu Bangkal ^a	1,8	0,9

Sumber: Data primer 2017

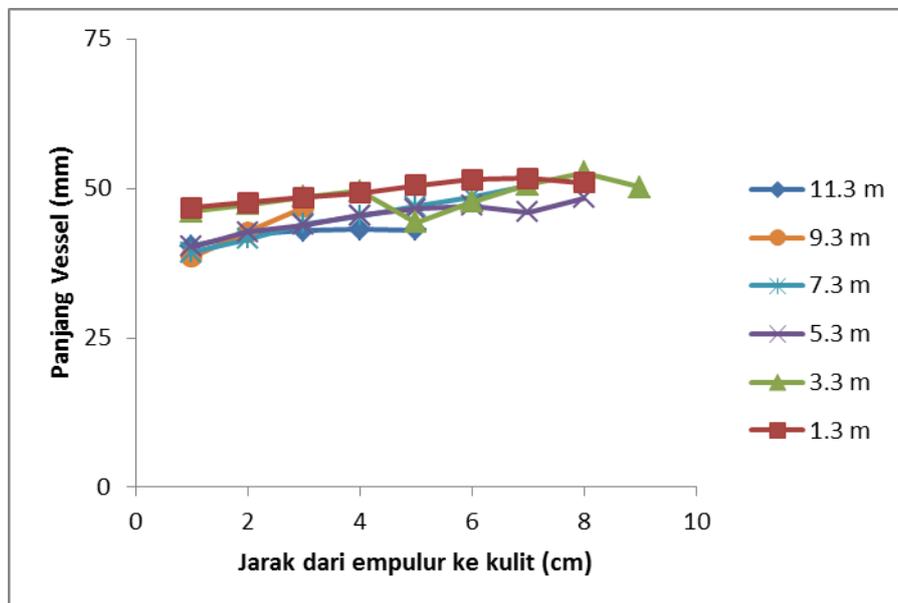
Keterangan: SD, standar devisiasi; a, Frismanti (2017)

Panjang serat kayu kacang diperoleh secara berurutan dari pangkal hingga ke ujung batang 1,6 mm, 1,5 mm, 1,4 mm, 1,4 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm, dengan nilai rata-rata 1,4 mm. Nilai rata-rata panjang serat kayu kacang lebih rendah dengan nilai panjang serat kayu bangkal dengan nilai rata-rata 1,8 mm (Frismanti. 2017). Panjang

vesel kayu kacang dari bagian pangkal ke ujung secara berurutan sebesar 0,5 mm, 0,5 mm, 0,4 mm, 0,4 mm, 0,4 mm, dan 0,4 mm, dengan nilai rata 0,43 mm. Nilai panjang vesiel kayu kacang lebih kecil dibandingkan dengan nilai panjang vesiel kayu bangkal (Frismanti 2017).



Gambar 3. Panjang serat variasi radial kayu kacang



Gambar 4. Panjang vessel variasi radial kayu kacang

Gambar 3 menunjukkan variasi radial panjang serat kayu kacang dari ketinggian yang berbeda. Panjang serat menunjukkan peningkatan dari empulur ke arah kulit. Panjang serat terpendek ada pada

ketinggian 9,3 m dari pangkal, sedangkan panjang serat terpanjang terlihat pada ketinggian 1,3 m.

Variasi panjang vesiel kayu kacang mengalami sedikit kenaikan dari empulur ke

arah kulit (Gambar 4). Hal ini terlihat dari gambar diagram dan data hasil yang ditampilkan, panjang vessel hampir memiliki nilai panjang vessel yang serupa, terlihat berbeda pada bagian pangkal terhadap bagian ujung batang dengan nilai selisih 0,1 mm.

Berdasarkan data hasil karakteristik kayu kacang dapat disimpulkan bahwa kayu kacang merupakan tanaman *fast growing* dengan nilai kekuatan kelas III, artinya kayu kacang khususnya bagian batangnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi bangunan ringan ataupun sebagai bahan pengolahan industri mebel dimana dalam pemanfaatannya kayu kacang lebih kuat berada pada kondisi bagian interior ruangan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Nilai rata-rata kadar air kayu kacang adalah 58,19%. Kandungan air yang besar terdapat pada bagian tengah hingga ujung, sedangkan untuk bagian pangkal hingga tengah memiliki kandungan air yang lebih rendah, hal ini disebabkan adanya peran kayu teras dan kayu gubal. Pengujian sifat mekanik, meliputi 2 parameter kuat tekan dan kuat lentur, kuat tekan kayu kacang sebesar 44,2 MPa sedangkan kuat lentur kayu kacang 44,05 Kg/cm².

Kayu kacang memiliki panjang serat yang pendek dengan nilai 1,4 mm sedangkan panjang vessel 0,43 mm.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan kekuatan pada kayu kacang masuk ke dalam kelas III kategori yang bagus memiliki batang yang kuat dan keras, sehingga cocok dalam pembuatan konstruksi bangunan ringan dan mebel.

Saran

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai topik ini dengan mencoba parameter lainnya. Sebelum melakukan penelitian ada baiknya untuk terlebih dahulu mempelajari prosedur kerja dan penggunaan kinerja alat yang digunakan dalam pengujian, agar dapat meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Frismanti AAR. 2017. Sifat-sifat kayu bangkal (*Nauclea officinalis*) dari hutan sekunder di Kalimantan Selatan, Indonesia [skripsi]. Kalimantan Selatan (ID): Universitas Lambung Mangkurat.
- Herlina, WT Istikowati & Fatriani. 2019. Analisis kimia dari serat kayu bangkal (*Nauclea officinalis*) sebagai alternatif bahan baku pulp kertas. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* 10(1) , 25-26.
- Hidayati F, Ishiguri F, Iizuka K, Makino K, Marsoem SN, & Yokota S. 2014. Among-clone variations of anatomical characteristics and wood properties in *Tectona grandis* planted in Indonesia. *Wood and Fiber Science* 46(3), 1-9.
- Istikowati WT, F Ishiguri, H Aiso, F Hidayati, J Tanabe, K Lizuka, B Sutiya, I Wahyudi, S Yokota. 2014. Physical and mechanical properties of woods from three native fast-growing species in a secondary forest in South Kalimantan, Indonesia. *Forest Product Journal*. 64 (1/2): 48-49.
- Istikowati WT, F Ishiguri, H Aiso, F Hidayati, J Tanabe, K Lizuka, B Sutiya, I Wahyudi, S Yokota. 2016. Study of radial variation in anatomical characteristics of three native fast-growing tree species of a secondary forest in South Kalimantan for evaluation as pulpwood. *Appita*. 69 (1): 51-54
- Lempang M. 2016. Sifat dasar dan potensi kegunaan kayu saling-saling. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5 (1): 79 - 90.
- Makino K, F Ishiguri, I Wahyudi, Y Takashima, K Iizuka, S Yokota & N Yoshizawa. 2012. Wood properties of young *Acacia mangium* trees planted in Indonesia. *Forest Products Journal*. 62 (2): 102 - 106.
- Manuhuwa E. 2007. Kadar air dan berat jenis pada posisi aksial dan radial kayu sukun (*Arthocarpus communis*, J.R dan G.Frest). *Jurnal Agroforestri*. 2 (1): 49 - 55.
- Naemah L, D Payung & W Soekarendra. 2013. Budidaya Tanaman Aren (*Arenga pinnata* merr.) Sebuah Alternatif dalam Upaya Peningkatan Pendapatan Masyarakat. Disampaikan pada Seminar

Nasional Agroforestry ke 4: Pengembangan Teknologi Agroforestry dan Produknya untuk Ketahanan Energi dan Kesehatan 2013.

Naini U. 2018. Studi komparasi mutu kayu jati, kayu mahoni, kayu johar, kayu akasia dan kayu meranti antara hasil uji laboratorium dengan analisis SNI Surakarta [skripsi].Surakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sulistyo J & SN Marsoem. 2000. Pengaruh umur terhadap sifat fisika dan mekanika kayu jati (*Tectona grandis* L.f). Prosiding Seminar Nasional II MAPEKI. Yogyakarta, 2-3 September 1999. 49-63.

Syahmi S. 2014. Potensi Sumber Daya Hutan di Indonesia. <http://ipsgampang.blogspot.com>. [Akses 11 Februari 2017]

Yunianti AD, I Wahyudi, IZ Siregar, & Pari G. 2011. Studi mutu kayu jatidi hutan rakyat gunungkidul IV. Sifat mekanika kayu. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kayu Tropis* 9(1): 93-100.