

PENGARUH POSISI DALAM BATANG DAN HUBUNGAN KERAPATAN NORMAL TERHADAP SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA KAYU *FICUS CALLOSA* WILLD

Kusno Yuli Widiati*¹, Karyati¹, Karmini²

¹ Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

² Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

*e-mail: kywidiati@gmail.com

ABSTRAK

Terdapat banyak jenis *Ficus sp* yang belum diketahui secara luas sifat fisika dan mekanikanya termasuk jenis *Ficus callosa* Willd (pangsor). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh posisi kayu dalam batang terhadap sifat fisika dan mekanika *Ficus callosa* Willd serta hubungan kerapatan normal terhadap kekuatan kayu (sifat mekanika). Metoda yang digunakan berdasarkan standar Jerman (DIN) dengan parameter uji nilai kadar air, kerapatan, kembang susut, modulus elastisitas, keteguhan tekan sejajar serat, geser dan keteguhan pukul. Data dianalisis menggunakan anova satu faktor dan korelasi dengan program Excel. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa posisi dalam batang (pangkal, tengah dan ujung) sebagian besar tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat fisika dan mekanika kayu pangsor. Nilai tertinggi kerapatan normal terletak pada ujung batang serta pengembangan dan penyusutan pada bagian tengah batang. Sifat mekanika kayu untuk keteguhan geser, pukul dan MoE, nilai tertinggi pada ujung batang. Keteguhan tekan sejajar serat pada bagian tengah dan MoR nilai tertinggi pada bagian pangkal batang. Dari hasil analisis korelasi didapatkan korelasi yang lemah antara kerapatan normal dengan sifat fisika dan mekanika kayu pada jenis *Ficus callosa* Willd.

Kata kunci: sifat fisika, mekanika kayu, *Ficus sp*, korelasi

I. PENDAHULUAN

Menurut Loutfy et al.,(2005) jumlah *Ficus* pada daerah tropis sudah hampir mencapai 800 jenis. *Ficus* dapat ditemukan di hutan yang ada didataran tinggi sampai dataran rendah ataupun daerah terbuka. Pohon jenis ini merupakan pohon pionir yang cepat tumbuh. Banyaknya jenis *Ficus* yang dapat ditemukan di Indonesia mengindikasikan bahwa jika jenis ini dikelola dengan baik merupakan potensi yang sangat menguntungkan di masa depan.

Kayu *Ficus callosa* Willd dengan nama daerah pangsor (*Ficus callosa* Willd) merupakan pohon berbanir yang menurut Heyne (1988) mencapai ketinggian 27 m dandiameter 60-80cm. Pohon pangsor memiliki batang tegak lurus, bulat dan arah percabangan simpodial, memiliki permukaan kasar dan warnanya hijaukecoklatan .Daun tunggal, berseling, lonjong, memiliki tepi yang rata, ujungnya meruncing, pangkal tumpul, denganpanjang 2-6 cm dan lebar 1-3 cm, bertangkai pendek dan berwarna hijau, danpertulangan daunnya menyirip. Permukaan daun sebelah atas berwarna hijautua sedangkanpermukaan bawah daun berwarnapucat dan kasar terasa ditangan.

Kayunya sangat ringan, dengan warna kayu kuning kelabu dengan sejumlah garis berwarna gelap. Kayunya relatif kuat. Berat jenis kayu *Ficus callosa* Willd adalah 0,362 (0,336-0,376). MoR (*Modulus of Rupture*) antara 2283,75-2740,5 kg. Berat jenis dan MoR

tersebut setara dengan kayu *Alstonia scholaris*, *Cananga odorata*, *Pterocymbium tynctorium* dan jenis-jenis kayu cepat tumbuh lainnya. Oey Djoen Seng (1990) melaporkan bahwa pengujian 6 contoh bagian gubal (*sapwood*) kayu Pangsor memperoleh berat jenis rata-rata 0,33 dengan kelas kuat IV dan kelas awet V. Sedangkan untuk pemanfaatan lainnya hasil penelitian Sokanandi dkk (2012) menyebutkan bahwa kayu pangsor tidak cocok untuk dijadikan bahan bioetanol, hal ini menandakan bahwa kayu pangsor lebih baik diperuntukkan untuk bahan baku produk lain.

Muslich dan Krisdianto (2006) menyatakan, bahwa kayu dari tanaman yang tumbuh lebih cepat dan berdaur pendek mengandung lebih banyak kayu remaja. Kayu remaja memiliki sifat lingkaran tumbuh relatif lebih lebar pada tahun awal, kerapatan rendah dengan sel yang lebih pendek dan mengandung lignin dengan kadar yang lebih tinggi, penyusutan longitudinal lebih besar dan lebih banyak arah serat spiral serta kekuatannya lebih rendah. Secara umum berat jenis kayu berkorelasi kuat dengan kekuatan mekanis kayu. Kayu yang mempunyai berat jenis tinggi lebih disukai untuk bangunan konstruksi yang mengutamakan kekuatan. Sebaliknya kayu yang berat jenisnya rendah lebih disukai untuk penggunaan yang mengutamakan kestabilan dimensi.

Mardikanto dkk (2011) menyebutkan bahwa berat jenis atau nilai kerapatan kayu sangat baik untuk dipakai sebagai indikator kekuatan kayu karena mempunyai hubungan yang baik terutama pada kayu bebas cacat. Semakin tinggi berat jenis kayu, semakin kuat kayu tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Sampel kayu *Ficus callosa* Willd yang berasal dari lahan terlantar daerah Sambera Kalimantan Timur dengan diameter ± 35 cm yang diambil setinggi dada dan bebas dari banir. Log kayu pangsor kemudian dipotong sepanjang 2 m berdasarkan ketinggian dalam batang (pangkal, tengah dan ujung). Selanjutnya dibuat papan-papan dan kemudian setelah mencapai kadar air kering udara dibuat sampel pengujian berdasarkan standar DIN. Pengujian dilakukan di Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan Universitas Mulawarman.



Gambar 2.1. Proses Pemotongan Papan untuk Sampel Pengujian

Tabel 2.1. Ukuran Sampel Berdasarkan DIN (Deutches Institute fuer Normung)

No	Pengujian	Dimensi (mm)	Standar DIN
1	Kerapatan	20 x 20 x 20	52182 – 76
2	Kadar Air	20 x 20 x 20	52183 – 77
3	Pengembangan dan Penyusutan	20 x 20 x 100	52184 – 79
4	Keteguhan Pukul	20 x 20 x 300	52189 – 81
5	Keteguhan Tekan // Serat	20 x 20 x 60	52185 – 76
6	Keteguhan Geser Tangensial	50 x 50 x 50	52186 – 77
8	Keteguhan Lengkung Statis	20 x 20 x 360	52186 – 78

l = 300

Sumber : Anonim (1988), Normen Uber Holz

2.1. Pengujian Sifat Fisika Kayu

a. Kerapatan (DIN 52182-76)

Kerapatan kering tanur =

$$\rho_0 = \frac{M_0}{V_0} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Dimana : ρ_0 = Kerapatan kering tanur (g/cm³)
 M_0 = Massa kayu kering tanur (g)
 V_0 = Volume kering tanur (cm³)

b. Kadar air (DIN 52183-77)

Kadar air kayu

$$\mu_s = \frac{M_s - M_0}{M_0} \times 100\%$$

Dimana : μ_s = Kadar air kayu segar (%)
 M_s = Massa kayu segar (g)
 M_0 = Massa kayu kering tanur (g)

c. Penyusutan volumetris maksimum

$$\beta_{\text{vol maks}} = \beta_{\text{maks r}} + \beta_{\text{maks t}} + \beta_{\text{maks l}}$$

Dimana :

$\beta_{\text{vol maks}}$ = Penyusutan volumetris maksimum (%)
 $\beta_{\text{maks r}}$ = Penyusutan maksimum bidang radial (mm)
 $\beta_{\text{maks t}}$ = Penyusutan maksimum bidang tangensial (mm)
 $\beta_{\text{maks l}}$ = Penyusutan maksimum bidang tangensial (mm)

d. Anisotropis penyusutan

$$A \beta = \frac{\beta_{\max t}}{\beta_{\max r}}$$

Dimana : $A \beta$ = Anisotropis penyusutan
 $\beta_{\max t}$ = Penyusutan maksimum bidang tangensial (mm)
 $\beta_{\max r}$ = Penyusutan maksimum bidang radial (mm)

2.2. Pengujian sifat mekanika kayu

a. *Modulus of Elasticity* (MoE) dan *Modulus of Reoture* (MoR) (DIN 52186)

$$MOE = \frac{L^3 \cdot \Delta F}{4 \cdot a^3 \cdot b \cdot \Delta f} \quad (N/mm^2) \qquad MOR = \frac{3 \cdot F_{maks} \cdot L}{2 \cdot a^2 \cdot b} \quad (N/mm^2)$$

Dimana : a = Tebal contoh uji (mm)
 b = Lebar contoh uji (mm)
 L = Panjang span (mm)
 F maks = Gaya yang menekan sampai patah (N)
 A F = Besarnya gaya proporsional (N)
 A f = Besarnya defleksi (mm)
 MoE = *Modulus of Elasticity* (N/mm²)
 MoR = *Modulus of Repture* (N/mm²)

b. Keteguhan tekan sejajar serat (DIN 52185)

Keteguhan tekan sejajar serat $\beta_{c//}$ adalah perbandingan muatan maksimum dalam N (Newton) untuk penampang melintang mula-mula dalam mm².

Dimana : $\beta_{c//} = \frac{F_{maks}}{a \times b}$ = Keteguhan tekan sejajar serat (N/mm²)
 F maks = Gaya maksimum yang bekerja pada kayu (N)
 a = Lebar bidang tangensial (mm)
 b = Lebar bidang radial (mm)

c. Keteguhan pukul (DIN 52189-48)

$$\omega = \frac{W}{a \times b} \quad (Joule/mm^2)$$

Dimana : ω = Keteguhan pukul (Joule/mm²)
 W = Tenaga untuk mematahkan kayu (Joule)
 a = Lebar bidang tangensial (mm)
 b = Lebar bidang radial (mm)

d. Keteguhan geser (DIN 52187)

$$\tau_s = \frac{F_{maks}}{a \times b} \quad (N/mm^2)$$

Dimana : τ_s = Keteguhan geser sejajar serat (N/mm²)
 F maks = Besarnya muatan maksimum (N)

- a = Lebar bidang tangensial (mm)
 b = Lebar bidang radial (mm)

Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan bantuan program Microsoft Excel yaitu anova satu faktor untuk mengetahui pengaruh posisi sampel dalam batang dan korelasi serta diagram Scatter. Analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara sifat fisika dengan mekanika kayu.

Nilai kadar air kering udara dan anisotropi tertinggi pada bagian pangkal dan terendah pada bagian ujung. Bagian pangkal adalah bagian paling awal dalam pertumbuhan sehingga kandungan kayunya umumnya lebih tinggi dibandingkan bagian yang lain. Savanan et.al.(2014) menyebutkan bahwa sifat fisika kayu juga dipengaruhi oleh pertumbuhan pohon dan umur. Nilai kerapatan kayu berdasarkan arah aksial (ketinggian) menunjukkan bahwa semakin mendekati tajuk nilainya semakin rendah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisika kayu pangsor (*Ficus callosa* Willd) menunjukkan nilai yang bervariasi berdasarkan posisi sampel dalam batang.

Tabel 1. Nilai Rataan Sifat Fisika Kayu *Ficus callosa* Willd

Parameter Uji	Pangkal	Tengah	Ujung
Kadar Air (%)	14.01	13.55	12.86
Kerapatan Normal (g/cm ³)	0.21	0.22	0.24
Kerapatan Kering Tanur (g/cm ³)	0.23	0.23	0.25
Pengembangan Volume Maksimal (%)	9.48	10.74	10.10
Penyusutan Volume Maksimal (%)	8,95	10.16	9.54
Anisotropi Penyusutan	4,03	3,38	3,26
Anisotropi Pengembangan	4,26	3,56	3,43

Berbeda dengan nilai kerapatan normal dan kering tanur nilai tertinggi pada bagian ujung batang. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Wardani dkk (2011) bahwa pada kayu pangsor kerapatan normal justru terdapat pada bagian ujung batang, berbeda dengan kayu-kayu jenis lain yang umumnya rata-rata kerapatan tertinggi terletak pada bagian pangkal batang dan semakin menurun mendekati ujung atau bagian tajuk (Nascimento et.al, 2017). Kayu-kayu cepat tumbuh umumnya mempunyai kerapatan cukup rendah, demikian pula kayu pangsor dengan kerapatan kurang dari 0,3 g/cm³ sampai dengan 0,4 g/cm³ termasuk kelas kuat IV – V (Vadamecum, 2020). Nilai anisotropi yang melebihi 1,5 membuat kayu pangsor mempunyai kestabilan dimensi yang tidak baik sehingga jika dikeringkan tidak boleh terkena panas atau cahaya matahari ekstrim secara langsung (cukup dikeringkan di bawah naungan).

Tabel 2. Hasil Analisis Anova Pengaruh Letak Posisi Kayu Dalam Batang Terhadap Sifat Fisika Kayu

Parameter Uji	F Hitung
Kadar air normal	10.16**
Kerapatan Normal	3,27 ns
Kerapatan kering tanur	5,30*
Pengembangan Volume Maksimal (%)	2,12ns
Penyusutan Volume Maksimal (%)	2,45ns
Anisotropi Penyusutan	1,51ns
Anisotropi Pengembangan	1,48ns

Hasil anova menunjukkan bahwa letak posisi dalam batang (pangkal, tengah, ujung) berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar air normal dan berpengaruh signifikan terhadap kerapatan kering tanur. Hal ini erat berkaitan dengan proses pertumbuhan pohon. Pratama (2019) menyebutkan dari hasil penelitiannya bahwa arah aksial dan radial mempengaruhi sifat fisis, mekanis, keawetan, dan kimia kayu jati cepat tumbuh. Semakin ke arah ujung (aksial) nilai kerapatan kondisi kering udara, berat jenis, dan penyusutan cenderung meningkat kecuali nilai kadar air.

Kerapatan kering tanur adalah nilai berat kayu dibanding volume kayu dalam keadaan tanpa dipengaruhi air dalam kayu. Bagian pangkal merupakan bagian paling dekat dengan akar dan paling awal dari proses pertumbuhan sehingga kandungan kayu dewasa proporsi terbesar ada di bagian pangkal sehingga secara umum struktur anatominya mempunyai tebal dinding sel yang lebih tebal dan kandungan zat ekstraktif yang tertimbun lebih banyak.

Selain nilai kadar air dan kerapatan kering tanur sifat fisika kayu yang lainnya pada kayu pangsor berdasarkan posisi kayu dalam batang tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini mengindikasikan semua bagian kayu pangsor (pangkal, tengah, ujung) dapat dimanfaatkan dengan kualitas yang sama.

Tabel 3. Nilai Rataan Sifat Mekanika Kayu *Ficus callosa* Willd

Parameter Uji	Pangkal	Tengah	Ujung
Keteguhan Tekan Sejajar Serat (N/mm ²)	18,53	18,28	16,80
Keteguhan Geser (N/mm ²)	3,13	3,42	3,66
Keteguhan Pukul (J/mm ²)	0.0091	0.0083	0.0107
<i>Modulus of Elasticity</i> (N/mm ²)	4015.99	4345.5	4375.26
<i>Modulus of Rupture</i> (N/mm ²)	30.62	32.65	30.42

Dari tabel 3. menunjukkan bahwa sebagian besar uji mekanis pada kayu pangsor menunjukkan nilai yang tertinggi pada bagian ujung. Sebagai jenis pionir *Ficus callosa* Willd termasuk kayu cepat tumbuh sehingga proporsi kayu remaja lebih banyak dibandingkan kayu dewasa. Selain itu juga tidak terdapat perbedaan yang jelas antara kayu gubal dan kayu teras. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan ekstraktif maupun ketebalan dinding sel antara kayu gubal dan teras

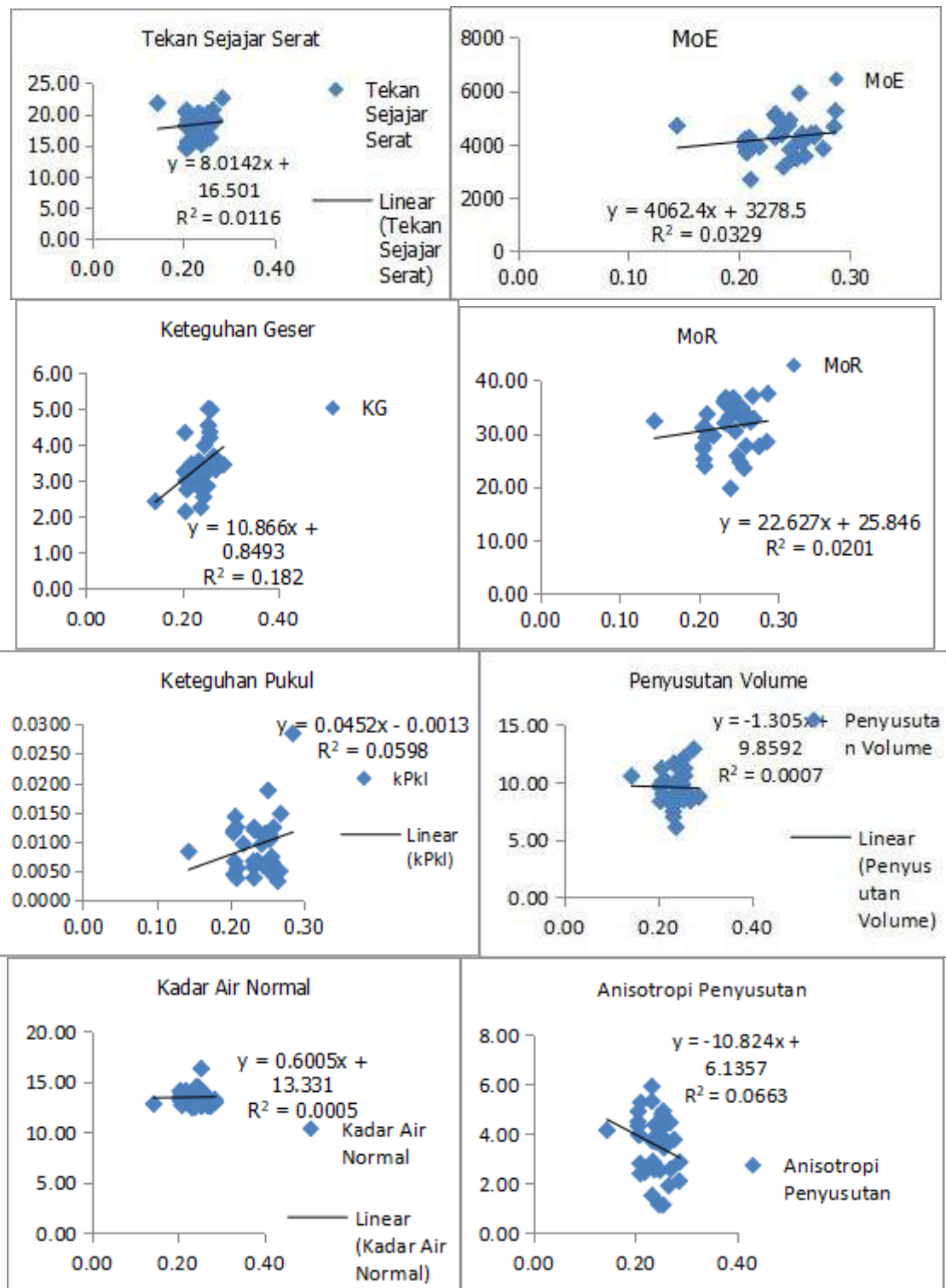
Tabel 4. Hasil Analisis Anova Pengaruh Letak Posisi Kayu Dalam Batang Terhadap Sifat Mekanika Kayu

Parameter Uji	F Hitung
Keteguhan Tekan Sejajar Serat (N/mm ²)	0,76ns
Keteguhan Geser (N/mm ²)	1,67ns
Keteguhan Pukul (J/mm ²)	0,62ns
<i>Modulus of Elasticity</i> (N/mm ²)	1,20ns
<i>Modulus of Rupture</i> (N/mm ²)	0,89ns

Pengaruh yang tidak signifikan berdasarkan arah longitudinal atau ketinggian tersebut membuktikan bahwa kualitas kayu pangsor dari mulai pangkal sampai dengan ujung batang mempunyai kualitas yang sama meski terdapat hubungan liner positif. Hasil ini hampir sama dengan Rodrigo et.al. (2013) bahwa untuk jenis *Abies alba* Mill menyebutkan bahwa terjadi variasi nilai sifat fisika dan mekanika berdasarkan ketinggian, dimana terjadi kecenderungan penurunan nilai dari pangkal menuju ujung dan tidak semua parameter uji menunjukkan hasil signifikan atau perbedaan nyata.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Analisis Korelasi Kerapatan Normal terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Kayu dengan Diagram Scatter.

Parameter Uji	Nilai R ²	r	Kriteria Hubungan
Tekan Sejajar Serat	0,0116	0,108	Korelasi Linear Positif yang Lemah
Geser	0,182	0,427	Korelasi Linear Positif yang Lemah
Pukul	0,0598	0,245	Korelasi Linear Positif yang Lemah
MoE	0,0329	0,182	Korelasi Linear Positif yang Lemah
MoR	0,0201	0,142	Korelasi Linear Positif yang Lemah
Penyusutan Volume	0,0007	- 0,026	Korelasi Linear Negatif yang Lemah
Kadar Air Normal	0,0005	0,022	Korelasi Linear Positif yang Lemah
Anisotropi Penyusutan	0,0663	- 0,257	Korelasi Linear Negatif yang Lemah



Gambar 3.1. Diagram Scatter Kerapatan Normal dan Sifat Mekanika Kayu Pangsor

Hasil analisis korelasi antara kerapatan normal dengan sifat mekanika kayu pangsor menunjukkan korelasi linear positif dengan hubungan yang lemah. Hal ini diduga karena selain termasuk pohon cepat tumbuh, kerapatan kayu pangsor termasuk rendah dan masuk kelas kuat IV sehingga tidak memiliki hubungan yang kuat dengan sifat mekanika kayu. Meskipun secara umum nilai kerapatan kayu mempengaruhi sifat mekanika kayu (Mardikanto dkk, 2011). Sedangkan korelasi kerapatan normal dengan penyusutan volume maksimal dan anisotropi penyusutan mempunyai korelasi linear negatif yang dengan kata

lain semakin tinggi kerapatan normal maka nilai penyusutan akan semakin rendah. Hasil ini berbeda dengan penelitian Hidayati dkk (2018) menyebutkan bahwa kerapatan dasar berkorelasi positif secara signifikan terhadap penyusutan radial dan tangensial serta kekuatan tekan sejajar dan tegak lurus serat pada kayu *Acacia mangium* yang juga termasuk pohon cepat tumbuh.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada sifat fisika kayu untuk nilai tertinggi kadar air normal terletak pada bagian pangkal sebesar 14,01%, kerapatan normal 0,47 g/cm³ pada ujung batang, dan kerapatan kering tanur pada bagian pangkal senilai 0,47 g/cm³. Nilai anisotropi penyusutan 4,03 tertinggi pada pangkal dan penyusutan volume maksimal 10,74% terdapat pada bagian tengah batang.
2. Sifat mekanika kayu menunjukkan bahwa nilai tertinggi keteguhan sejajar serat 15,53 N/mm² dan MoR 30,62 terletak pada bagian pangkal. Keteguhan geser 3,66 N/mm², pukul 0,0107 J/mm² dan MoE 4375,26 N/mm² terletak pada bagian ujung batang.
3. Hasil anova satu faktor posisi dalam batang berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar air normal dan berpengaruh signifikan terhadap kerapatan kering tanur sedangkan sifat mekanika kayu tidak berpengaruh signifikan. Hasil korelasi antara kerapatan normal terhadap sifat fisika dan mekanika kayu menghasilkan korelasi linear positif dan negatif yang lemah.

Kayu pangsor dengan kelas kuat V – IV dapat digunakan pada bagian pangkal, batang dan ujung dengan kualitas yang sama sebagai bahan konstruksi ringan maupun bahan kerajinan kayu. Pemanfaatan kayu pangsor sebagai konstruksi sedang sebaiknya dikombinasikan dengan jenis kayu yang mempunyai kerapatan tinggi ataupun dijadikan kayu olahan untuk meningkatkan kualitas dan kelas kuatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Heyne, K. 1988. Tumbuhan Berguna Indonesia. Yayasan Sarana Wana Jaya. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Hidayati, F., Ramadhani Ayu Purnama, Harry Praptoyo dan Sri Sunarti. 2018. Pengaruh Kecepatan Pertumbuhan Terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Kayu *Acacia mangium* Umur 4 Tahun asal Wonogiri Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan* Vol.12. hal. 248-254.
- Loutfy, M. H. A., E. A. K. Karakist, S. F. Khalifa, And E. R.A. Mira. 2005. Numerical Taxonomic Evaluation Of Leaf Architecture Of Some Species Of Genus *Ficus* L. *International Journal Of Agriculture And Biology*.1560–8530/2005/07–3–352–357
- Mardikanto, TR., Lina Karlinasari, dan Effendi Tri Bahtiar. 2011. Sifat Mekanis Kayu. IPB Press. Bogor.
- Muslich M. dan Krisdianto. 2006. Upaya Peningkatan Kualitas Kayu Hutan Rakyat Sebagai Bahan Baku Industri. *Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan*. 110-129
- Nascimento., Maria Fátima Do, Diego Henrique De Almeida, Tiago Hendrigo De Almeida, André Luis Christoforo, and Francisco Antonio Rocco Lahr. 2017. Physical And Mechanical Properties Of *Sabiá* Wood (*Mimosa Caesalpiniaefolia* Benth.) *Current Journal Of Applied Science And Technology*. Vol.25(4), p. 1-5.

- Nur'aini, Syamsuardi, Ardinis Arbain. 2013. Tumbuhan Ficus L (Moraceae) di Hutan Konservasi Prof. Soemitro Djojohadikusumo, PT. Tidar Kerinci Agung (TKA), Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* Vol.2. No.4. hal. 235-241.
- Oey Djoen Seng. 1990. Berat Jenis Dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia Dan Pengertian Beratnya Untuk Keperluan Praktek (Terjemahan). *Puslitbang Hasil Hutan*. Bogor.
- Pratama, Muhamad Fauzan Rahayu, dan Istie Sekartining. 2019. Pengaruh Arah Aksial Dan Radial Terhadap Sifat Fisis, Mekanis, Keawetan, Dan Kimia Kayu Jati Cepat Tumbuh (*Tectona Grandis* Linn F.) <http://Repository.Ipb.Ac.Id/Handle/123456789/99155>. Diakses 12 Juni 2021.
- Rodrigo, Beatriz González-, 1 Luis G. Esteban. 2013. Variation Throughout The Tree Stem In The Physical-Mechanical Properties Of The Wood Of *Abies Alba* Mill. From The Spanish Pyrenees. *Madera Y Bosques* 19(2), p.87-107
- Saravanan, V., K.T. Parthiban, R.Thirunirai, P. Kumar, S. Vennila And S. Umesh Kanna. 2014. Comparative Study Of Wood Physical And Mechanical Properties Of *Melia Dubia* With *Tectona Grandis* At Different Age Gradation. *Research Journal Of Recent Sciences*. Vol. 3(ISC-2013), 256-263
- Sokanandi, A., Gustan Pari, Dadang Setiawan & Saepuloh. 2012. Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Kurang Dikenal :Kemungkinan Penggunaan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 32 No.3.hal. 209-220.
- Vademecum Kehutanan Indonesia. 2020. "Sebuah Panduan Singkat Bagi Para Rimbawan Dan Siapa Saja Yang Memerlukan Informasi Tentang Hutan Dan Kehutanan Indonesia. *Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan*.
- Wardani, L., Effendi Tri Bahtiar, Ignasia Maria Sulastiningsih, Atmawi Darwis, Lina Karlinasari, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo. 2011. Kekuatan Tekan Dan Rasio Poisson Kayu Pangsor (*Ficus Callosa* Willd) Dan Kecapi (*Sandoricum Kucape Merr*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Hutan* Vol.4. No.1. hal.1-7.

