

**Penyusutan dan Dimensi Serat Kayu Tumeh (*Combretocarpus rotundatus* Dans)  
pada Letak Radial**

***The Shrinkage and Fiber Dimension of Tumeh Wood (*Combretocarpus rotundatus* Dan)  
on Radial Positions***

**Wahyu Supriyati, Alpian, dan Yanciluk**

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya

email : [wahyu.supriyati@for.upr.ac.id](mailto:wahyu.supriyati@for.upr.ac.id)

**Abstract**

The shrinkage of wood and the dimensions of wood fibers in the radial positions of stem are two important factors in the use of wood. An understanding of the dimension of wood fiber and the shrinkage of the wood in the radial direction can guide the optimum use of timber. The purpose of this study is to determine the shrinkage and changes in the dimensions of the timber (*Combretocarpus rotundatus* Dans) in the radial direction. The method used refers to the British and IAWA standards. The parameters measured are the radial and tangential shrinkage of wood as well as the dimensions of the fiber. The t test is used to test statistically. The results obtained showed that the position in the radial direction of the stem had a significant influence on the tangential shrinkage of fresh-oven dry and the fiber dimensions of Tumeh wood. The tangential shrinkage of the near pith is lower than that near the bark. The nearest pith part has a shorter fiber length; a thicker fiber wall is thinner than the near bark but still in the same quality class (Grade III).

**Keywords :** *Combretocarpus rotundatus, Fiber dimension, Radial positions, Shrinkage, Tumeh.*

**Abstrak**

Penyusutan dan dimensi serat kayu pada letak radial merupakan dua faktor yang penting dalam penggunaan kayu. Pemahaman tentang dimensi serat kayu dan penyusutan kayu pada arah radial dapat mengarahkan pada pemanfaatan kayu secara optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyusutan dan perubahan dimensi kayu Tumeh (*Combretocarpus rotundatus* Dans) pada arah radial. Metode yang digunakan mengacu pada standar British dan IAWA. Parameter yang diukur adalah penyusutan radial dan tangensial kayu serta dimensi serat. Uji t digunakan untuk menguji secara statistik. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa letak pada arah radial batang berpengaruh signifikan pada penyusutan tangensial segar-kering tanur dan nilai dimensi serat kayu Tumeh. Penyusutan bagian dekat hati lebih rendah daripada bagian dekat kulit. dekat hati memiliki panjang serat lebih pendek, tebal dinding serat lebih tipis daripada bagian dekat kulit, tetapi masih dalam kelas kualitas yang sama (kelas III).

**Kata kunci :** *Combretocarpus rotundatus, Dimensi serat, Letak radial, Penyusutan, Tumeh*

## PENDAHULUAN

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Kalimantan Tengah (2023), jumlah penduduk Kalimantan Tengah pada tahun 2023 adalah 2.741.075 jiwa. Jumlah ini mengalami peningkatan sebesar 1,75% dari tahun sebelumnya, yaitu 2.669.969 jiwa. Bertambahnya jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan kayu.

Kalimantan Tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki hutan tropis yang luas. Hutan ini merupakan sumber daya alam yang penting, baik bagi perekonomian maupun lingkungan. Hutan tropis di Kalimantan Tengah sering mengalami kebakaran. Kebakaran hutan dapat menyebabkan kerusakan hutan yang parah, termasuk kematian pohon-pohon.

Pohon-pohon yang mati akibat kebakaran hutan dapat menjadi sumber kayu pionir. Kayu pionir adalah kayu yang tumbuh dengan cepat di lahan bekas kebakaran. Kayu ini sering digunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti bahan bangunan, bahan bakar, dan bahan baku industri.

Tumeh (*Combretocarpus rotundatus* Dans) merupakan salah satu jenis kayu yang mudah didapat di kawasan Palangka Raya. Tumeh merupakan tumbuhan pionir pasca kebakaran. Keunggulan dan kelimpahan tumeh telah menjadikannya selalu menarik untuk diteliti lebih dalam dan layak untuk dikembangkan.

Sifat inheren dalam kayu mempengaruhi kualitas kayu. Sifat inheren dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain letak pada batang, baik radial maupun aksial batang. Umumnya penelitian tumeh

dilakukan terhadap sifat fisika dan mekanikanya (Supriyati dkk, 1997; Supriyati dan Alpian, 2020).

Letak pada batang dapat mempengaruhi sifat kayu. Sifat inheren itu dipengaruhi oleh berbagai hal antara lain letak pada batang, baik radial maupun aksial batang.. Keunggulan dan kelimpahan tumeh telah menjadikannya selalu menarik untuk diteliti lebih dalam. Umumnya penelitian tumeh dilakukan terhadap sifat fisika dan mekanikanya. Memahami kualitas kayu perlu didasari dengan pengenalan sifat kayu yang akan menghasilkan kesesuaian sifat dan penggunaannya. Pemahaman akan sifat kayu tumeh yang tumbuh melimpah dirasa perlu dilakukan agar penggunaannya dapat optimal.

Penyusutan dan dimensi serat kayu sangat diperlukan dalam menentukan kualitas kayu. Saat ini penelitian tentang anatomi dan sifat kayu tumeh pada arah radial batang yaitu dari kulit menuju hati (empulur) yang berbeda belum dilakukan sehingga dirasa penting dilakukan. Memahami kualitas kayu perlu didukung pemahaman yang dalam terhadap anatomi dan sifat fisika kayu agar dapat kesimpulan yang benar dalam penentuan penggunaannya (Lempang 2014; Soenardi, 2012; Wahyudi dkk, 2014; Supriyati dkk ,2014).

Pengenalan dalam penyusutan dan dimensi serat kayu tumeh pada arah radial yang berbeda diharapkan dapat menjadi penentuan dalam penggunaan kayu yang sesuai dengan kualitasnya.

Tujuan penelitian ini adalah a) menganalisa penyusutan kayu tumeh pada arah radial b) menganalisa dimensi serat pada arah radial yang berbeda; c)

menentukan penggunaan kayu tumeh dalam arah radial yang berbeda berdasarkan penyusutan dan dimensi seratnya.

### METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu Tumeh yang berasal dari Hampangen, Kabupaten Kasongan, Kalimantan Tengah. Bahan lainnya berupa alkohol, xylol, asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) 65 %, serbuk KClO<sub>3</sub>, enthelan, air biasa dan akuades (air suling). Peralatan

yang digunakan dalam penelitian adalah peralatan untuk meneliti sifat anatomi kayu yaitu: tabung reaksi, bunsen, warmer, gelas obyek, pinset, mikroskop layar, mikroskop riset. Peralatan untuk menguji sifat fisika kayu adalah gergaji mesin, timbangan, kaliper, oven, desikator, alat ukur. Metode yang digunakan untuk penelitian Anatomi dilakukan maserasi dengan metode Schultze (IAWA, 2008), sementara penelitian sifat fisika kayu mengacu pada standar British (BSI, 1957). Adapun karakteristik pohon dan tempat tumbuh ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pohon dan tempat tumbuh

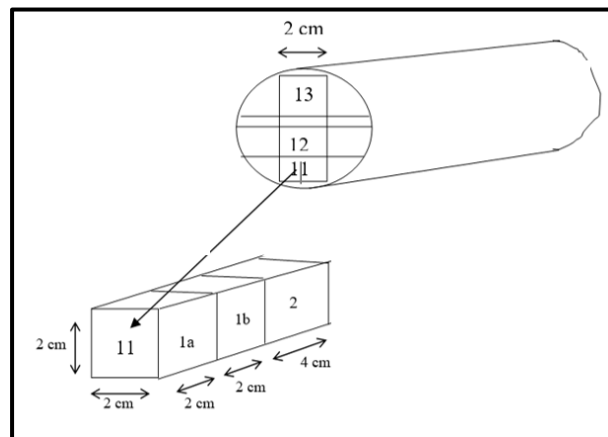
Karakter	Satuan	
Dbh	cm	15,5
Jenis tanah	-	Alluvial
Ketinggian tempat	m	5-50

Keterangan : Dbh = diameter setinggi dada, dpl = dari permukaan laut

Sumber : \* Data peta tanah KHDTK Hutan Pendidikan Hampangen dan Data Ketinggian tempat KHDTK Hampangen (Badan Pertanahan Nasional,2023).

Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) (2023) dari Stasiun Meteorologi Kasongan, Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah, rata-rata curah hujan tahunan di Kabupaten Kasongan adalah 2.978 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata 400 mm, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Agustus dengan rata-rata 100 mm. Rata-rata suhu tahunan di Kabupaten Kasongan adalah 27,5 °C. Suhu tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan rata-rata 32 °C, sedangkan suhu terendah terjadi pada bulan Desember dengan rata-rata 23 °C. Rata-rata kelembaban tahunan di

Kabupaten Kasongan adalah 85%. Kelembaban tertinggi terjadi pada bulan November dengan rata-rata 90%, sedangkan kelembaban terendah terjadi pada bulan Juni dengan rata-rata 80%. Berdasarkan data curah hujan, suhu, dan kelembaban yang telah disebutkan di atas, Kabupaten Kasongan diklasifikasikan sebagai iklim tropis basah (Af). Iklim ini dicirikan oleh curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, dengan rata-rata curah hujan tahunan lebih dari 2.500 mm. Suhu udara juga tinggi, dengan rata-rata suhu tahunan lebih dari 25 °C. Kelembaban udara juga tinggi, dengan rata-rata kelembaban tahunan lebih dari 80%.



Gambar 1. Pembuatan Contoh Uji

Pohon sampel secara acak, ditebang setinggi dada ( $\pm 130$  meter di atas permukaan tanah), diambil batang bebas cabang kemudian dipotong menurut standar pengujian. Gambar pembuatan contoh uji dapat dilihat di Gambar 1.

Analisis data untuk mengetahui pengaruh letak bagian batang terhadap penyusutan dan dimensi serat menggunakan uji t. Software yang digunakan adalah SPSS 25.

### 1. Penyusutan

Sampel dipotong dengan dimensi dengan ukuran spesimen 2(Tangensial) x 2 (Radial) x 4 (Longitudinal). Pembuatan sampel mengacu Data hasil pengukuran terdiri dari data awal yang diukur sebelum berat sebelum dilakukan pengovenan dan data akhir yang diukur setelah dioven. Berikut adalah rumus untuk menghitung penyusutan

$$Py = \frac{D_1 D_0}{D_1} \times 100\%$$

Adapun  $P_y$  adalah penyusutan (%),  $D_1$  adalah dimensi awal sampel (cm), dan  $D_0$  adalah dimensi saat sampel kering

tanur (cm). Perhitungan dimensi awal dihitung dalam kondisi segar. Nilai  $D_0$  didapat dari pengukuran dimensi sampel yang telah dikeringtanurkan dalam oven ( $103 + 2^\circ\text{C}$ ) sampai diperoleh berat konstan.

### 2. Dimensi Serat

Penelitian anatomi kayu (dimensi serat) didasarkan pada standar IAWA. Data yang diperoleh dari hasil penelitian, ditabulasikan dan dianalisa berdasarkan kriteria kualitas kayu. Penentuan tujuan penggunaan kayu didasarkan pada kriteria kualitas kayu yang ditetapkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Penyusutan Kayu

Nilai penyusutan merupakan perhitungan dimensi segar ke kering tanur. Hasil rata-rata penyusutan Tume pada arah radial disajikan pada Tabel 2. Data hasil pengukuran terdiri dari data awal yang diukur sebelum berat sebelum dilakukan pengovenan dan data akhir yang diukur setelah dioven.

Tabel 2. Nilai Rataan Penyusutan Kayu Tumeh pada Arah Radial

Bagian radial	Ulangan	Penyusutan(%) Tangensial	Penyusutan Radial (%)
Dekat hati	15	7,62	3,24
	13	8,27	3,65
Rata-rata		7,95	3,44

Salah satu karakter penting kayu adalah kestabilan dimensinya (Kokutse et al., 2010). Perbedaan dimensi yaitu penyusutan pada kayu Tumeh pada arah radial. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Haygreen & Bowyer, 1996) bahwa banyaknya penyusutan yang terjadi umumnya sebanding dengan jumlah air yang keluar dari dinding sel. Spesies dengan berat jenis tinggi haruslah menyusut lebih banyak persen perubahan kandungan airnya daripada spesies dengan berat jenis rendah.

Hubungan antara penyusutan dan berat jenis dapat merupakan hubungan yang positif (Haygreen & Bowyer, 1996). Penelitian pada penyusutan kayu tumeh menunjukkan bahwa semakin menuju kulit, penyusutan semakin besar. Berdasarkan asumsi bahwa berat jenis/kepadatan memiliki hubungan yang positif dengan penyusutan, maka penelitian ini sejalan dengan penelitian pada kayu *Triplochiton scleroxylon* dan *Antiaris*

*toxicaria* dari Ghana (Amoah & Brewbaker, 1999); kayu walnut hitam (*Juglans nigra* L.) (Miller & Siau, 1983); kayu *Quercus castaneaefolia* (Ayobi et al., 2011). Penyusutan pada dekat hati lebih rendah daripada di dekat kulit. Hal ini diduga karena pada bagian luar batang dekat kulit, sel-sel kayu yang terbentuk semakin banyak.

Hal yang sama dinyatakan oleh Kiaei (2021), Haygreen & Bowyer, (1996), Panshin and de Zeeuw (1980). Meskipun begitu uji t menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dalam penyusutan di arah radial. Faktor utama yang cenderung menutupi pengaruh kepadatan (berat jenis) terhadap penyusutan dan pengembangan adalah adanya ekstraktif yang cenderung menurunkan titik jenuh serat dan menyumbat dinding sel (Sunardi, 1976), (Haygreen & Bowyer, 1996). Analisis uji t untuk penyusutan kayu tumeh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Uji t Penyusutan Kayu Tumeh pada Arah Radial

Parameter	db	Signifikansi
Penyusutan Tangensial	26	0,331*
Penyusutan Radial	26	0,195ns

Keterangan : \* berbeda signifikan; ns = berbeda tidak signifikan

Analisis statistik uji t menunjukkan bahwa pada penyusutan tangensial dari keadaan segar ke kering tanur terdapat perbedaan yang signifikan pada kayu pada arah radial yang berbeda tersebut.

Sebaliknya penyusutan kayu arah segar ke kering tanur pada arah radial terbukti tidak signifikan.

Pada umumnya semakin tinggi penyusutan seiring dengan semakin besar

kerapatan. Perubahan pada kayu terjadi seiring perubahan keadaan lingkungan yang menyebabkan kayu menyerap air (higroskopis) (Samuel, 2021). Penelitian (Kiaei, 2021) menunjukkan bahwa ada korelasi positif antara kerapatan dan penyusutan. Hal yang sama dinyatakan

oleh (Haygreen & Bowyer, 1996), (Panshin and de Zeeuw, 1980).

## 2. Dimensi Serat

Data serat kayu merupakan data hasil pengukuran serat. Hasil pengukuran rata-rata dimensi serat ditunjukkan Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rataan Dimensi Serat Kayu Tumeh pada Arah Radial ( $\mu\text{m}$ )

Arah radial	Bagian	Ulangan	Panjang serat	Diameter serat	Diameter lumen	Tebal dinding sel
R1	1	20	942,75	21,33	13,16	4,08
	2	20	1128,75	20,66	10,73	4,96
Rata-rata R1			1035,75	20,99	11,95	4,52
R2	1	20	1394,25	18,70	4,52	7,09
	2	20	1345,50	17,55	4,86	6,35
	3	20	1409,25	18,23	4,19	7,02
Rata-rata R2			1383,00	18,16	4,52	6,82
Rata-rata Tumeh			1209,38	19,58	8,24	5,67
Kelas			III*			
<i>Melaleuca sp (gelam)*</i>			838,35	16,85	9,89	3,49
<i>S.leprosula**</i>			1086	22,88	18,84	2,02

Keterangan : R1=dekat hati, R2=dekat kulit;\*= Supriyati dkk (2023)\*\*=Vademicum (1976); \*\*\*= Sulistyoko dkk (2018)

Dimensi serat kayu adalah ukuran-ukuran sel-sel kayu, termasuk panjang, diameter, dan ketebalan dinding sel. Dimensi serat kayu dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk letak pada arah radial batang.

Pada umumnya, panjang serat kayu meningkat dari bagian tengah batang (inti) ke bagian tepi batang (kulit). Hal ini disebabkan oleh perbedaan komposisi sel-sel kayu pada kedua bagian tersebut. Dekat hati mengandung lebih banyak sel-sel trakeid yang memiliki panjang serat yang lebih panjang. Pada bagian dekat kulit kayu mengandung lebih banyak sel-sel parenkim yang memiliki panjang serat yang lebih pendek.

Hasil pengukuran rata-rata dimensi serat menunjukkan bahwa panjang serat dan tebal dinding serat dekat hati lebih pendek daripada bagian dekat kulit (Tabel 4). Hal terjadi diduga karena kondisi pohon yang masih relatif muda (diameter 15,5 cm). Pembentukan kayu juvenil sedang terjadi. Kayu muda masih belum membentuk kayu teras.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa panjang serat dan tebal dinding kayu tumeh dekat kulit lebih tebal dari pada dekat hati. Pola ini sejalan dengan pola penyusutan. Hasil penelitian yang serupa ditemukan pada penelitian pada kayu Matoa (*Pometia pinnata* Frost. F. Repanda Jacobs.) (Irianto dan Sulistyansih, 2006); kayu walnut hitam (*Juglans nigra*

L.) (Miller & Siau, 1983). Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang serat meningkat dari bagian tengah batang (inti) ke bagian tepi batang (kulit).

Tabel 5 menunjukkan uji t pengaruh letak pada arah radial kayu Tumeh. Hasil

menunjukkan bahwa letak pada arah radial memberikan pengaruh signifikan pada dimensi serat. Hal ini berbeda Dengan hasil penelitian Kiaei et al. (2016) kayu alder (*Alnus glutinosa*) di mana dimensi serat tidak berbeda signifikan.

Tabel 5. Analisis Uji T Dimensi Serat pada Arah Radial Kayu Tumeh

Parameter	db	Signifikansi /Sig. (2-tailed)
Panjang serat	98	0,00*
Diameter serat	98	0,00*
Diameter lumen	98	0,00*
Tebal dinding serat	98	0,00**

Keterangan : \*\* = berbeda sangat signifikan; db=derajat bebas

### KESIMPULAN

Letak pada arah radial batang berpengaruh signifikan pada penyusutan tangensial segar-kering tanur dan nilai dimensi serat kayu Tumeh. Penyusutan bagian dekat hati lebih rendah daripada bagian dekat kulit. Dekat hati memiliki panjang serat lebih pendek, tebal dinding serat lebih tipis daripada bagian dekat kulit, tetapi masih dalam kelas kualita yang sama (kelas III).

### DAFTAR PUSTAKA

Adimahavira, A., & Nugroho, W. D. (2019). The effect of radial position on the specific gravity and shrinkage of gaharu wood (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal: Jurnal Ilmu Kehutanan (Journal of Forestry Sciences)*. Vol 14 Nomor: 2: 133-140.

Alpian, T.A.Prayitno, J.P.Gentur Sutapa, Budiadi. 2014. Pemanfaatan

Biomassa dan Karbon Gelam sebagai Bahan Baku Arang, Arang Aktif dan Asap Cair dalam Rangka Pengembangan Pengelolaan Hutan Rawa Gambut Kalimantan Tengah. Disertasi.

Amoah, F. E., & Brewbaker, J. L. (1999). Radial variation in specific gravity of two tropical rain forest tree species in Ghana *Jurnal: Forest Ecology and Management*. Vol 119/ 2-3: 163-172.

Ayobi, E, M. Kiaei, R. Bakhshi. 2011. Heartwood and sapwood properties of *Quercus castaneaeef olia* in the Iranian forests. *Middle East Journal of Scientific Research* 8/3:669-673.

Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah. Palangka Raya.

Basri, E. dan I. Wahyudi. 2013. Sifat Dasar Kayu Jati Plus Perhutani dari berbagai Umur dan Kaitannya dengan Sifat dan Kualitas Pengeringan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 3(2):93-102.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2023). Stasiun Meteorologi Kasongan, Kabupaten Kotawaringin Timur,

- Kalimantan Tengah. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Sampit.
- Badan Pertanahan Nasional (BPN). (2023). Data Ketinggian Tempat Desa Hampangen. Badan Pertanahan Nasional. Kasongan.
- Badan Pertanahan Nasional (BPN). (2023). Data Peta Tanah Desa Hampangen. Badan Pertanahan Nasional. Kasongan
- Basri, E. dan S. Hidayati. 1993. Pengerinan alami dan Buatan Sepuluh Jenis Kayu Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* (3):122-127.
- BSI (British Standard Institution). 1957. *British Standard Methodes of Testing Small Clear Specimens of Timber* (B.S. 373: 1957). London.
- Buford, M. A., Stokes, B. J., Sanchez, F. G., & Carter, E. A. (1998). Using biomass to improve site quality and carbon sequestration. *IEA Bioenergy*, 1. <https://jurnal.ugm.ac.id/JML/article/view/18729/12022>.
- Departemen Pertanian. (1976). *Vademicum Kehutanan Indonesia*. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum Kalimantan Tengah. (2018). *Gambaran Umum Wilayah Kota Palangka Raya. Review Dokumen RP12-JM Kota Palangka Raya*, 37–50.
- Eb, C., Simpson, D., & Morgenstern, E. K. (1996). *Variation In The Relationship Of Wood Density With Growth In 40 Black Spruce ( Picea Mariana )*. 28(1). <https://jurnal.ugm.ac.id/JML/article/view/18729/12022>
- Haygreen, J. G. & J.Bowyer. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu (diterjemahkan oleh: Sucipto, A.H)* (Soenardi Prawirohatmodjo (ed.)). Gadjah Mada University Press.1996.
- Hadjib, N., Muslich, M., & Sumarni, G. (2006). Sifat Fisis Dan Mekanis Kayu Jati Super Dan Jati Lokal Dari Beberapa. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(4), 359–369. <https://doi.org/10.20886/jpjh.2006.24.4.359-369>
- Hidayat, S., & Karnasudirdja, S. (1987). Sifat Pengerinan Alami dan Dehumidifikasi Beberapa Jenis Kayu Indonesia. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 4(3), 41-44.
- Irianto, R.Y., & Sulistyanyingsih, R.A. (2006). Karakteristik sifat fisik dan mekanis kayu matoa (*Pometia pinnata* Frost. F. Repanda Jacobs.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1).
- Kiaei, M., H.R. Najji, H. Abdul-Hamid, M. Farsi., 2016. Radial Variation Of Fiber Dimensions, Annual Ring Width, And Wood Density From Natural And Plantation Trees Of Alder (*Alnus Glutinosa*) Wood *Wood Research* 61 (1): 55-64
- Kiaei M., Effect of site and elevation on wood density and shrinkage and their relationships in *Carpinus betulus* No Title. *Forestry Studies in China*, 14, 2290234. <https://jurnal.ugm.ac.id/JML/article/view/18729/12022> (10 Mey 2012)
- Kokutse, A., L. Brancheriau & G. Chaix. Rapid prediction of shrinkage and fibre saturation point on teak (*Tectona grandis*) wood based on near-infrared spectroscopy. *Annals of Forest Science*, 67(4) (2010).
- Lempang, M. (2014). Sifat Dasar dan Potensi Kegunaan Kayu Jabon Merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* Vol 3, No 2 (2014).
- Miller, E. J., & Siau, J. F. (1983). Radial variation in specific gravity and fiber dimensions of black walnut (*Juglans nigra* L.) *Jurnal: Wood*



- and Fiber Science, Volume: 15. Nomor: 4:09-320.
- Miranda, I., Sousa, V., & Pereira, H. (2011). Wood properties of teak (*Tectona grandis*) from a mature unmanaged stand in East Timor. *Journal of Wood Science*, 57(3), 171–178.  
<https://doi.org/10.1007/s10086-010-1164-8>
- Panshin, A. J. and de Zeeuw, C.. *Textbook of Wood Technology: Structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada* (4th ed.). McGraw-Hill Series in Forest Resources. New York, McGraw-Hill Book Co. (1980)
- Soenardi. (2012). Sifat-sifat Fisika Kayu. Cakrawala Media. Yogyakarta
- Najiyanti, S dan Muslihat, L. 2013. Mengenal Tipe Lahan Rawa Gambut Wetlands International-Indonesia Programme Bogor. Diakses melalui <http://www-personal.umich.edu/~thoumi/Research/carbon/Forest/.../Agri05.pdf>. Pada tanggal 9 Maret 2013
- Samuel, S. (2021). CHAPTER 4 Moisture Relations and Physical Properties of Wood. In *Wood Handbook-wood as an Engineering Material* (pp. 1–22).  
[https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr282/chapter\\_04\\_fpl\\_gtr282.pdf](https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr282/chapter_04_fpl_gtr282.pdf)
- Sulistyo, J., H. Praptoyo, G. Lukmandaru, R. Widayorini, Widyatno, O. Karyanto, F. Ishiguri, and S.N. Marsoem. Wood Anatomical Features and Physical Properties of Fast Growing Red Meranti from Line Planting at Natural Forest of Central Kalimantan . *Wood Research Journal* Vol.9 No.2.2018:52-59.
- Supriyati, W., Alpian. (2020). Sifat Mekanika Kayu Tumeh (*Combrecarpus rotundatus* Dans) pada Arah Radial. *Jurnal Daun*. Vol 7 No.2 :167-170.
- Supriyati, W., Sudarmadji, Mahali (1997). Variabilitas Sifat Fisika Kayu Tumeh (*Combrecarpus rotundatus* Dans) dan Kayu Bangkirai (*Shorea leavis* Ridl.) pada Arah Radial. Skripsi. Universitas Palangka Raya.
- Supriyati, W., T.A. Prayitno Sumardi, S.N. Marsoem (2013). Sifat Fisika-Mekanika Kayu Gelam yang Tertimbun di Rawa Gambut pada Tiga Kelas Diameter. *Jurnal Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. Vol.15 No.3 (2013): 165-169
- Supriyati, W., T.A. Prayitno Sumardi, S.N. Marsoem. (2014). Proporsi Kayu Teras dan Sifat Fisik Mekanik pada Tiga Kelas Diameter Kayu Gelam (*Melaleuca cajuputi*) di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* Vol 12(I):56-64
- Supriyati, W., S. Mayawati, Yanciluk, Alpian, A.S. Budi. (2023). The Anatomical Structure Of Gelam Wood (*Melaleuca cajuputy*) On Two-Type Place Growing And Three Diameter Classes. *Bahan Presentasi IWORS*. Bogor.