

SIFAT FISIKA DAN LAJU PENGERINGAN ALAMI PADA ARAH AKSIAL DAN RADIAL KAYU GERUNGGANG (*Cratoxilon arborensis*) DI KALIMANTAN TENGAH**Physical Properties and Natural Drying Rate on Axial and Radial direction of Gerunggang Wood (*Cratoxilon arborensis*) In Central Kalimantan****Wahyu Supriyati*, Alpian**Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya
Jalan Yos Sudarso Tunjung Nyaho Palangka Raya 73111a*Corresponding author: wahyu.supriyati@for.upr.ac.id**ABSTRACT**

Wood needs to be dried until it reaches the amount of moisture content (KA) that meets the needs of the buyer, namely the environmental conditions where the wood will be used later. Position on the stem can affect the properties of wood. The aims of this study were a) to analyze the physical properties in the axial and radial directions of Gerunggang wood, namely: maximum moisture content, air moisture content, specific gravity, shrinkage; b) Analyze the natural drying rate in the axial and radial directions of Gerunggang wood. The method used in the physical properties test refers to British standards. Parameters measured were specific gravity, moisture content and radial/tangential shrinkage, natural drying rate. Statistical analysis used a completely randomized design with a 2x2 factorial. The results showed that the location in the axial and radial directions of the wood had no significant effect on the physical properties of gerunggang wood;. The natural drying rate of Gerunggang wood is significantly influenced by its location in the axial direction, where the base has a lower value than the tip.

Keywords: gerunggang, physical properties, natural drying rate, axial, radial

ABSTRAK

Kayu perlu dikeringkan hingga mencapai besaran kadar air (KA) yang sesuai kebutuhan pembeli yaitu kondisi lingkungan di mana kayu tersebut nantinya digunakan. Letak pada batang dapat mempengaruhi sifat kayu. Tujuan penelitian ini adalah a) Menganalisis sifat fisika pada arah aksial dan radial kayu Gerunggang yaitu : kadar air maksimum, kadar air udara, berat jenis, penyusutan; b) Menganalisis sifat pengeringan alami yaitu laju pengeringan pada arah aksial dan radial kayu Gerunggang. Metode yang digunakan pada uji sifat fisika mengacu pada standar British. Parameter yang diukur adalah berat jenis, kadar air dan penyusutan radial,/tangensial, sifat pengeringan alami (laju pengeringan).. Analisis statistik menggunakan dengan rancangan acak lengkap dengan faktorial 2x2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa letak pada arah aksial dan radial kayu berpengaruh tidak signifikan pada sifat fisika kayu gerunggang; pengeringan alami kayu gerunggang dipengaruhi secara tidak signifikan oleh letak pada arah aksial (pangkal-ujung batang) dan radial (dekat kulit-dekat hati). Pola berat jenis dan besarnya penyusutan berbanding lurus sebaliknya pola berat jenis dan laju pengeringan berbanding terbalik. Penelitian lebih lanjut terhadap sifat fisika kayu gerunggang dalam diameter yang berbeda perlu dalam usaha pemanfaatan kayu secara efektif dan efisien.

Kata kunci : *gerunggang*, sifat fisika, laju pengeringan alami, aksial, radial

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Indonesia terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Kalimantan tengah yang mencapai 2.702.170 Jiwa (Badan Pusat Statistika Kalimantan Tengah, 2021). Hal ini mendorong peningkatan kebutuhan masyarakat papan. Masyarakat pun memanfaatkan kayu yang banyak ditemui di daerah setempat.

Kalimantan Tengah memiliki wilayah tertentu yang didominasi tanah rawa gambut. Salah satu jenis tumbuhan yang ditemukan dengan mudah di daerah rawa gambut adalah gerunggang (*Cratoxylon arborensis* (Vahl.) Blume). Pohon merupakan pohon dengan batang cenderung lurus.

Kayu perlu dikeringkan hingga mencapai besaran kadar air (KA) yang sesuai kebutuhan pembeli yaitu kondisi lingkungan di mana kayu tersebut nantinya digunakan. Jenis kayu, kadar air awal dan ketebalan kayu merupakan faktor dalam kayu yang mempengaruhi lamanya pengeringan.

Pengeringan kayu memiliki peranan penting dalam rangkaian proses pengolahan kayu yang lebih efektif dan memberikan kualitas kayu (Purnawati & Arifudin, 2021). Pengeringan kayu memiliki keuntungan, yaitu menyebabkan kayu menjadi lebih ringan, bebas dari serangan jamur dan bubuk kayu basah, dimensi kayu lebih stabil, kekuatan kayu meningkat, bebas dari kerusakan atau pecah, warna kayu lebih cerah dan sifat akustik meningkat, dan mudah untuk pengerjaan lanjutan. Hal ini menyebabkan

permintaan pasar lebih kepada kayu yang sudah dikeringkan (Haygreen dan Bowyer. 1996). Proses pengeringan dapat mengurangi perubahan dimensi kayu dan meningkatkan sifat-sifat kayu lain di antaranya sifat mekanika kayu (kekuatan), sifat kelistrikan dan sifat insulasi panas kayu.

Ada dua macam pengeringan kayu yaitu pengeringan alami dan pengeringan buatan. Sifat pengeringan kayu memiliki berbagai variasi dikarenakan jenis dan letak pada batang. Masyarakat umumnya menggunakan pengeringan alami karena mudah dikerjakan dan biaya pengeringannya murah ketimbang pengeringan buatan. Pengenalan sifat pengeringan kayu gerunggang perlu dilakukan, mengingat penelitian pengeringan kayu belum banyak dilakukan. Laju pengeringan merupakan indikator yang menentukan kesulitan kayu untuk dikeringkan.

Letak pada batang dapat mempengaruhi sifat kayu. Memahami kualitas kayu perlu didukung pemahaman yang dalam terhadap sifat pengeringannya agar dapat kesimpulan yang benar dalam penentuan penggunaannya (Basri dkk, 2014). Pemahaman kualitas kayu perlu didukung pemahaman yang dalam sifat fisika kayu dan sifat pengeringannya agar dapat kesimpulan yang benar dalam penentuan penggunaannya (Lempang 2014; Soenardi, 2012; Wahyudi dkk,2014).

Tujuan penelitian ini adalah a) Menganalisis sifat fisika kayu Gerunggang yaitu : kadar air maksimum, kadar air udara, berat jenis, penyusutan; b) Menganalisis sifat

pengeringan alami (laju pengeringan) kayu Gerunggang.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu Gerunggang yang berasal dari Pahandut Kecamatan Jekan Raya Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Bahan lainnya berupa akuades. Penelitian sifat fisika dan sifat pengeringan alami kayu dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya. Pengambilan sampel dilaksanakan di Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Rencana penelitian dilaksanakan dengan waktu penelitian direncanakan selama 3 bulan.

Bahan yang digunakan adalah gerunggang. Peralatan untuk menguji sifat fisika kayu adalah gergaji mesin, timbangan, kaliper, oven, desikator, alat ukur. Metode yang digunakan untuk penelitian sifat fisika kayu berdasarkan standar British (BSI, 1957). Sifat pengeringan alami dilakukan sesuai Hidayat dan Karnisudirdja (1985).

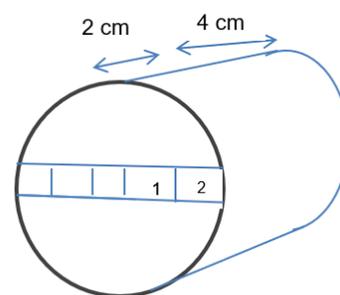
Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah gergaji potong, gergaji lingkar, timbangan analitik, oven, jarum, statif, desikator, gelas piala dan kaliper. Adapun karakteristik pohon dan tempat tumbuh diperlihatkan Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik pohon dan tempat tumbuh

Karakteristik	Satuan	
Dbh	cm	16-16,5
Jenis tanah	-	Alluvial*
Ketinggian tempat	m	20-25 dpl

Sumber : *Jenis tanah (Dinas Pekerjaan Umum Kalimantan Tengah, 2018), (Gambut, 2018).

Temperatur rata-rata di Kota Palangka Raya adalah 27,28°C, temperatur minimum 21,4°C pada terjadi bulan Juli dan maksimum 35,2°C pada bulan September. Kelembaban udara berkisar antara 65—95% dengan kelembaban rata-rata tahunan sebesar 82,89%. Curah hujan tahunan di wilayah Kota Palangka Raya adalah 168 mm dengan rata-rata 16,7 mm (pemerintah kota palangka raya, 2017). Kondisi iklim di Kota Palangka Raya menurut sistem iklim Schmid dan Ferguson, termasuk ke dalam kelas Af (iklim tropis, tanpa musim kemarau yang nyata atau pada bulan terkering >32°C). Menurut klasifikasi Oldeman, iklim di Kota Palangka Raya termasuk ke dalam kelas B1 karena pada bulan basah selama 7 bulan berturut-turut sedangkan bulan kering hanya terjadi 4 bulan.



Gambar 1. Pembuatan contoh uji

Tiga pohon sampel secara acak, ditebang setinggi dada (± 130 meter di atas permukaan tanah), diambil batang bebas cabang kemudian dipotong menurut standar pengujian..

Analisis data untuk mengetahui pengaruh bagian tempat tumbuh terhadap sifat fisika menggunakan Rancangan Acak Lengkap terdiri

dari 18 ulangan. Software yang digunakan adalah SPSS 25 (Window).

1. Kadar Air

Sampel yang sudah dipotong segera dimasukkan plastik. Pembuatan sampel mengacu pada standar British (BS, 1957). Berikut adalah rumus untuk menghitung kadar air (BS 1957).

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Di mana W_1 adalah berat awal (g), dan W_0 adalah berat kering tanur sampel (g). Berat awal dihitung dalam kondisi basah. W_0 diperoleh dengan cara sampel dikeringtanurkan dalam oven ($103 \pm 2^\circ\text{C}$) sampai mencapai berat kering konstan.

2. Berat Jenis

Pembuatan sampel mengacu standar British (BS 1957). Kondisi sampel (volume) berupa tiga kondisi yaitu kondisi setelah sampel direndam 1 minggu dalam air (Miranda et al., 2011), disebut BJ dasar. Kondisi yang digunakan dalam penelitian berupa volume kering tanur (KT).

3. 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. Hasil rata-rata kadar air kayu Gerunggung pada dua tempat tumbuh dan tiga kelas diameter diperlihatkan Tabel 2 dan uji F ditunjukkan Tabel 3 berikut

pada standar British (BS, 1957). Menggunakan caliper, dimensi sampel diukur pada arah tangensial dan radial dengan ketelitian 0,01 mm pada dua kondisi awal basah (setelah sampel direndam 1 minggu) dan kondisi kering udara. Berikut adalah rumus untuk menghitung penyusutan

$$P_y = \frac{D_1 - D_0}{D_1} \times 100\%$$

Adapun P_y adalah penyusutan (%), D_1 adalah dimensi awal sampel (cm), dan D_0 adalah dimensi saat sampel kering tanur (cm). Dimensi awal dihitung dalam kondisi basah dan kering udara. D_0 diperoleh dengan cara sampel dikeringtanurkan dalam oven ($103 \pm 2^\circ\text{C}$) sampai mencapai beratnya konstan. Koefisien anisotropi dihitung dengan menghitung T/R rasio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika Kadar Air

Kadar air segar kayu Gelam dapat menggambarkan lingkungan pada dua tempat tumbuh dapat mempengaruhi pohon di atasnya. Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata kadar air segar.

Tabel 2. Nilai Rataan Kadar Air Kayu Gerunggung pada Letak Aksial dan Radial

Parameter	n	Aksial		Radial	
		Pangkal	Ujung	Dekat hati	Dekat kulit
KA basah	120	86.69	74.09	67.66	55.71

Keterangan: KA = kadar air; n = jumlah sampel

Data hasil pengukuran terdiri dari data awal yang diukur sebelum berat sebelum dilakukan pengovenan dan data akhir yang diukur setelah dioven. Hasil rata-rata kadar air kayu Gerunggang pada dua tempat tumbuh dan tiga kelas diameter diperlihatkan Tabel 2 dan uji F ditunjukkan Tabel 3 berikut

Tabel 3. Uji F Kadar Air Kayu Gerunggang pada Letak Aksial dan Radial

Sumber Variasi	Db	KT	Fhitung
KA Segar			
Aksial	1	505,4649	2,213913
Radial	1	9110,26	39,90253
Aksial Radial	1	110,9912	0,486136
Galat	76	228,3129	
Total	80		
KA KU			
Aksial	1	3,034205	0,541534
Radial	1	0,483605	0,086312
Aksial Radial	1	1,11392	0,198809
Galat	76	5,602979	

2. Sifat Fisika Berat Jenis

Data sifat fisika kayu berat jenis merupakan data hasil pengukuran berat. Data ini merupakan hasil analisis yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya menggunakan standar British.

Kisaran berat jenis berdasarkan volume kering tanur 0,42-0,48. Berat jenis rata-rata kayu Gerunggang pada bagian batang yang berbeda disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Nilai Rataan Berat Jenis Kayu Gerunggang pada Letak Aksial dan Radial

Parameter	N	Pangkal		Ujung	
		Dekat kulit	Dekat hati	Dekat kulit	Dekat hati
BJ vol KT	80	0.48	0.47	0.44	0.42

Keterangan: BJ= berat jenis; vol= volume; R= Radial; KT= kering tanur; n = jumlah sampel

Berat jenis kayu Gerunggang di tanah rawa lebih rendah.. Kayu teras pada kayu Gerunggang di tanah bukan rawa berwarna lebih gelap dibandingkan kayu Gerunggang di tanah bukan rawa. Hal ini diduga akibat nutrisi dalam tanah bukan rawa yang banyak. Pemanfaatan kayu Gerunggang untuk tujuan struktural, hendaknya menggunakan kayu Gerunggang dengan diameter yang lebih besar lagi yaitu menunggu hingga kayu terasnya terbentuk. Berat jenis rata-rata kayu Gerunggang berdasarkan hasil penelitian hanya 0,45 (berdasarkan volume kering udara dan kering tanur). Berat jenis dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan mekanika kayu (Panshin, A. J. and de Zeeuw, 1980). Uji F berat jenis diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji F Berat Jenis Kayu Gerunggang pada Letak Aksial dan Radial

Sumber Variasi	Db	KT	Fhitung
Aksial	1	0,041405	45,01831
Radial	1	0,000245	0,266381
Aksial Radial	1	0,012005	13,05265
Galat	76	0,00092	
Total	80		

Keterangan: db= serajat bebas; KT=kuadrat tengah; ns =tidak signifikan; BJ= berat jenis; KU=Kering udara; KT= Kering tanur

Analisis uji F menunjukkan bahwa berat jenis kayu Gerunggang di pangkal dan di ujung serta pada arah radial (di dekat kulit dan dekat hati) memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini terjadi diduga karena kondisi pohon yang masih relatif muda (diameter 16 cm). Kayu muda masih belum membentuk kayu teras sehingga perbedaan akibat letak batang tidak signifikan.

Jenis tanah di kecamatan Jekan Raya adalah tanah aluvial (Dinas Pekerjaan Umum Kalimantan Tengah, 2018). Tanah Aluvial adalah tanah endapan, pembentukannya dari lumpur dan pasir halus yang mengalami erosi tanah. Ditemukan umumnya di sekitar muara sungai, di dataran rendah, , lembah-lembah, rawa-rawa, juga terdapat di kanan kiri aliran sungai besar. Tanah ini memiliki banyak kandungan pasir dan liat, tidak banyak mengandung unsur-unsur zat hara. Ciri-cirinya berwarna kelabu dengan struktur yang sedikit lepas-lepas dan peka terhadap erosi. Kadar kesuburannya sedang hingga tinggi yang mana hal ini dipengaruhi bagian induk dan iklim. Di Indonesia tanah alluvial ini adalah tanah yang baik dan dimanfaatkan untuk tanaman pangan (sawah dan palawija) musiman hingga tahunan (Indonesian Forest And Climate Support, 2014). Besarnya kandungan hara ini diduga dapat menjadikan tanah aluvial menghasilkan pohon yang memiliki berat jenis lebih besar daripada pohon di tanah rawa. Penggunaan biomasa hutan sebagai sumber nutrisi dapat meningkatkan produktifitas tempat tumbuh. (Buford et al., 1998). Sebaliknya variasi genotipe dan lingkungan dapat memiliki hubungan positif yang tidak signifikan (Eb et al., 1996); Abzes et al., 1997).

3. Sifat Fisika Penyusutan Kayu

Data sifat fisika kayu penyusutan kayu merupakan data hasil pengukuran dimensi kayu.

Data ini hasil analisis yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Palangka Raya menggunakan standar British. Penyusutan kayu Gerunggang pada letak batang yang berbeda disajikan dalam tabel 6 berikut.

Tabel 6. Nilai Rataan Penyusutan Kayu Gerunggang pada Letak Aksial dan Radial

		N	P R Segar	SD	P T Segar	SD
Aksial	Pk	10	4.27	0.49	5.68	0.48
	U	10	4.20	0.52	5.79	0.38
Radial	DK	8	4.19	0.62	5.80	0.84
	DH	8	3.67	0.56	5.22	0.68

Keterangan: Pk= pangkal; Ujung; n = jumlah sampel; P= penyusutan; R= Radial;; T=tangensial; SD= standar deviasi

Besarnya penyusutan di bagian pangkal dan dekat kulit lebih tinggi daripada di daerah ujung dan dekat hati Hal ini sesuai dengan pernyataan (Haygreen & Bowyer, 1996) bahwa banyaknya penyusutan yang terjadi umumnya sebanding dengan jumlah air yg keluar dari dinding sel. Kayu 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). Pada kayu Gerunggang di hal ini sesuai. Meskipun begitu uji statistik menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan dalam penyusutan di dua letak pada batang. Faktor utama yang cenderung menutupi pengaruh kerapatan (berat jenis) terhadap penyusutan dan pengembangan adalah adanya ekstraktif yang cenderung menurunkan titik jenuh serat dan menyumbat dinding sel (Sunardi, 1976),(Haygreen & Bowyer, 1996).

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). Hal ini juga ditemukan pada penelitian pada Gerunggung ini di mana penyusutan memiliki pola yang sama dengan berat jenis. Analisis uji F untuk penyusutan radial dan tangensial kayu Gerunggung dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Analisis Uji F Penyusutan Radial Kayu Gerunggung pada Letak Aksial dan Radial

Sumber Variasi	Db	KT	Fhitung
Aksial	1	0,854222	2,895958ns
Radial	1	0,761801	2,582633ns
AksialRadial	1	0,449001	1,522188ns
Galat	16	0,29497	
Total	20		

Keterangan : db= serajat bebas; KT=kuadrat tengah; ns =tidak signifikan.

Tabel 8. Analisis Uji F Penyusutan Tangensial Kayu Gerunggung pada Letak Aksial dan Radial

Sumber Variasi	Db	KT	Fhitung
Aksial	1	0,461573472	1,276217501ns
Radial	1	0,49141125	1,358716814ns
AksialRadial	1	1,06491125	2,944403127ns
Galat	16	0,361673047	
Total	20		

Keterangan : db= serajat bebas; KT=kuadrat tengah; ns =tidak signifikan.

Analisis statistik uji statistik menunjukkan bahwa pada penyusutan tangensial dan radial dari keadaan segar ke kering tanur terdapat perbedaan yang tidak nyata pada kayu di dua tempat tumbuh yang berbeda tersebut. Penyusutan kayu arah tangensial dan radial segar ke kering tanur dari tempat tumbuh yang berbeda terbukti tidak signifikan. Penyusutan kayu kering udara pada arah tangensial, dan radial pada tempat tumbuh yang juga tidak signifikan. Uji t terhadap Ratio T/R menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan.

Sunardi (1976) menyatakan bahwa angka penyusutan dan ratio T/R merupakan alat untuk menaksir kestabilan dimensi suatu jenis kayu. Kayu yang baik untuk penggunaan yang memerlukan syarat kestabilan dimensi adalah kayu dengan T/R rendah dan angka-angka penyusutan T dan R yang rendah pula. Angka perbandingan antara pengerutan tangensial dan radial (T/R) yang baik adalah semakin rendah.

Pada umumnya semakin tinggi penyusutan seiring dengan semakin besar kerapatan. Perubahan pada kayu terjadi seiring perubahan keadaan lingkungan yang menyebabkan kayu menyerap air (hidroskopis) (Samuel, 2021; Bahanawan dkk, 2020)

4. Sifat Pengeringan Alami

Data sifat pengeringan alami kayu merupakan data hasil pengukuran di bangsal pengeringan. Pengukuran dilaksanakan selama 30 hari dengan suhu Hasil pengukuran rata-rata sifat pengeringan kayu ditunjukkan Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Rataan Sifat Pengeringan Alami (Laju Pengeringan) Kayu Gerunggung pada Letak Aksial dan Radial

		n	Laju pengeringan
Aksial	Pangkal	10	0.59
	Ujung	10	0.73
Radial	Dekat Kulit	10	0.63
	Dekat Hati	10	0.68

Keterangan : n= jumlah sampel;

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kayu Gerunggung pangkal memiliki kecepatan pengeringan yang lebih rendah. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan antar bagian pangkal dan bagian ujung. Hal ini sejalan dengan pendapat Tobing, 1995 menyatakan bahwa kayu (pangkal) yang memiliki BJ tinggi

umumnya sukar dikeringkan dan mengalami cacat lebih besar dibandingkan kayu yang memiliki BJ rendah. Pola ini berbeda dengan pola berat jenis. Adapun uji statistik disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Analisis Variasi Sifat Pengeringan Alami Kayu Gerunggang

Sumber Variasi	Db	KT	Fhitung	Signifikansi
Aksial	1	0,095	4.765	0,440*
Radial	1	0,017	0,842	0,373ns
AksialRadial	1	0,014	0,677	0,423ns
Galat	16	0,200		
Total	20			

Keterangan: db= serajat bebas; KT=kuadrat tengah; *= signifikan, ns =tidak signifikan.

Rata-rata laju pengeringan kayu gerunggang adalah sebesar 0,66. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan kayu Monggo yang memiliki laju pengeringan 0,62.(Basri dan Hidayat, 1993).

KESIMPULAN

Kadar air pada kayu Gerunggang tidak berbeda signifikan pada letak pada bagian batang. Laju pengeringan alami bagian pangkal berbeda signifikan dengan bagian ujung, di mana bagian pangkal lebih rendah nilai laju pengeringannya dibandingkan bagian ujung. Penelitian lebih lanjut terhadap sifat fisika kayu gerunggang dalam diameter yang berbeda perlu dalam usaha pemanfaatan kayu secara efektif dan efisien.

Ucapan terimakasih

Penghargaan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Palangka Raya. yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpien, 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.
- Barchia, M.F. 2006. Gambut Agroekosistem dan Transformasi Karbon. Gadjah Mada University Press. 36-37.
- 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.
- Basri, E. dan S. Hidayati. 1993. Pengeringan 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. Vademecum 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>

- Gambut, B. R. (2018). *Profil Desa Jabiren-Desa Peduli Gambut*. <https://brgm.go.id/wp-content/uploads/2019/03/Kalteng-Pulang-Pisau-Jabiren-Desa-Jabiren.pdf>
- 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/jphh.2006.24.4.359-369>
- Hidayat, S., & Karnasudirdja, S. (1987). Sifat Pengeringan Alami dan Dehumidifikasi Beberapa Jenis Kayu Indonesia. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 4(3), 41-44..
- Lemgang, M. 2014. Sifat Dasar dan Potensi Kegunaan Kayu Jabon Merah. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* Vol 3, No 2 (2014).
- 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>
- 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
- 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 sp*) dari Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. Vol. 12 No. 1 (2014) : 56-
- Supriyati, W., Alpihan, T.A. Prayitno, Sumardi, S.N. Marsoem. (2016). *Local Wisdom In Utilizing Peat Swamp Soil And Water To Improve Quality Of Gelam Wood*. *Tropical Wetland Journal*. Vol. 2 No.2 (2016):27-37.
- Wahyudi, I., T. Priadi, I.S. Rahayu. 2014. Karakteristik dan Sifat-Sifat Dasar Kayu Jati Unggul Umur 4 dan 5 Tahun Asal Jawa Barat. *Jurnal Ilmu pertanian Indonesia*. Vol 19, No.1(2014).