



(MUDIMA)



Characteristics of Fossil Wood from Loa Tebu Kutai Kertanegara, East Kalimantan

Nani Husien^{1*}, Muhammad Nur Hidayat², Agus Sulistyo Budi³, Erwin⁴

Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

Corresponding Author: Nani Husien nanihusien@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Fossil Wood, Macroscopic, Density, Hardness Value

Received : 5 January

Revised : 19 January

Accepted : 19 February

©2023 Husien, Hidayat, Budi, Erwin:

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



ABSTRACT

Fossil Wood is wood that has petrified as a result of wood or plant stems being buried by sediment, does not experience decay and the cells in the wood are replaced by minerals over a long period of time but the outer structure of the wood is still maintained. One way to find out the characteristics of fossil wood is by observing or characterizing it both macroscopically and microscopically. This study aims to determine the macroscopic characteristics, hardness values and density of wood fossils found in Loa Tebu Village, Kutai Kertanegara. Observations of macroscopic characteristics included the color of wood fossils which were observed by naked eye and with a loupe magnification of 10x, and observations of other macroscopic characteristics were carried out on three areas of wood namely transverse, tangential and radial planes using a Nikon SMZ 645 Stereo Microscope with a magnification of 30x. The hardness value uses a rock hardness test tool, namely "Diamond Selector II", while the density uses the general calculation standard for specific gravity, namely the ratio of mass to volume. The results showed that the characteristics of the fossil wood from Loa Tebu were light brown, dark brown, white and gray in color. The color found in the wood fossils is probably caused by cells that have been mixed with inorganic elements and mineral constituents around the location of the wood fossils. Another macroscopic structural observation was the discovery of wood cells such as those of broad leaf wood in general, namely the presence of vessel cells (pores), radius cells and clusters of fiber cells. Axial intercellular channels (SIA) were also found in the samples and arranged tangentially. The AIA characteristics found here are common characteristics that are often found in several species of wood from the Dipterocarpaceae family. The results of the measurement of the sample hardness value were 4 on the Mohs scale and the density was 3.26

Karakteristik Fosil Kayu Asal Loa Tebu Kutai Kertanegara Kalimantan Timur

Nani Husien^{*}, Muhammad Nur Hidayat², Agus Sulisty Budi³, Erwin⁴

Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman

Corresponding Author: Nani Husien nanihusien@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata kunci: Fosil Kayu, Makroskopis, Massa Jenis, Nilai Kekerasan

Received : 5 January

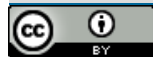
Revised : 19 January

Accepted : 19 February

©2023 Husien, Hidayat, Budi, Erwin:

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](#).

[Commons Atribusi 4.0 Internasional](#).



ABSTRAK

Fosil Kayu merupakan kayu yang membatu akibat kayu atau batang tanaman terkubur oleh sedimen, tidak mengalami pembusukan dan sel-sel dalam kayu tergantikan oleh mineral dalam kurun waktu yang lama tapi struktur luar kayu masih tetap terjaga. Salah satu cara untuk mengetahui ciri karakteristik fosil kayu adalah dengan melakukan pengamatan atau pencirian baik secara makroskopis maupun mikroskopis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik makroskopis, nilai kekerasan dan massa jenis fosil kayu yang ditemukan di Kelurahan Loa Tebu, Kutai Kertanegara. Pengamatan karakteristik makroskopis meliputi warna fosil kayu yang diamati secara kasat mata dan dengan loupe perbesaran 10x, dan pengamatan karakteristik makroskopis lainnya dilakukan pada tiga bidang kayu yaitu bidang transversal, tangensial dan radial menggunakan Stereo Mikroskop Nikon SMZ 645 dengan perbesaran 30x. Nilai kekerasan menggunakan alat uji kekerasan batu yaitu "Diamond Selector II", sedangkan massa jenis menggunakan standar perhitungan umum berat jenis yaitu perbandingan massa per volume. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fosil kayu asal Loa Tebu memiliki warna coklat muda, coklat tua, putih, dan abu-abu. Warna yang terdapat pada fosil kayu ini kemungkinan disebabkan oleh sel-sel yang telah tercampur dengan elemen anorganik dan penyusun mineral yang ada di sekitar lokasi fosil kayu berada. Pengamatan struktur makroskopis lainnya adalah ditemukannya sel-sel kayu seperti sel kayu daun lebar pada umumnya yaitu adanya sel pembuluh (pori), sel jari-jari dan dan kumpulan sel serabut. Saluran interseluler aksial (SIA) ditemukan pula pada sampel dan tersusun secara tangensial. Karakteristik SIA yang ditemukan ini merupakan ciri umum yang sering ditemukan pada beberapa jenis kayu Famili Dipterocarpaceae. Hasil pengukuran nilai kekerasan sampel sebesar 4 skala mohs dan massa jenis sebesar 3,26

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikaruniai kekayaan alam yang sangat melimpah, termasuk kekayaan keragaman geologi (geodiversity). Banyak dari keragaman geologi itu merupakan warisan geologi (geoheritage) yang penting untuk pendidikan maupun sebagai aset wisata. (Ahmad, et al. 2018). Fosil kayu merupakan kayu yang sudah membatu dimana semua bahan organiknya telah digantikan oleh mineral (silika atau kuarsa), dengan struktur kayu tetap terjaga. Proses pembentukan fosil kayu dimulai dari masuknya air yang mengandung mineral ke dalam sel-sel pohon melapisi lignin dan selulosa yang membusuk sehingga menjadi batu. Proses terbentuknya fosil kayu mirip dengan terbentuknya fosil materi lain, karena permineralisasi secara kimiawi dan fisika melalui proses yang sangat panjang (Andianto et al, 2012). Fosil kayu merupakan salah satu fenomena geologi yang banyak ditemukan di seluruh wilayah Indonesia. Keberadaannya terus dicari dan digali tanpa dikaji dan dipelajari informasi yang terkandung di dalamnya. Fosil kayu menyimpan banyak informasi mengenai masa lampau mulai dari gambaran evolusi lingkungan (Willis dan Mc Elwan, 2002). Fosil kayu oleh masyarakat digali, diambil serta diperjual belikan dengan bebas dan kuota yang tidak terbatas. Sebagian besar fosil kayu yang diperjualbelikan tidak diketahui identitas botanisnya, sehingga kekhawatiran akan semakin langkanya keberadaan fosil kayu dan rusaknya lokasi temuan sudah mulai dirasakan (Husien et.al, 2016). Penelitian fosil kayu di Indonesia sudah dimulai sejak masa pemerintahan Belanda, berbagai penelitian mengenai fosil kayu yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penelitian fosil kayu mempunyai peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan. (Dewi, 2013). Fosil kayu di Kalimantan Timur khususnya di Kota Samarinda dan

Kutai Kartanegara juga dilakukan penelitian oleh Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman di desa Purwajaya dan desa Bangun Rejo dengan mengidentifikasi karakteristik fosil kayu secara makroskopis dan mikroskopis. Fosil kayu yang ada di desa Purwajaya memiliki karakteristik warna merah bata, putih ke abu-abuan dan hitam gelap (Sulistio, 2020) sedangkan fosil yang berada di desa Bangun Rejo memiliki warna coklat, merah dan putih serta campuran abu-abu (Maulida, 2022) yang jika dilihat dari tempat fosil kayu berasal, kedua fosil kayu ini memiliki persamaan sekaligus perbedaan warna, dalam hal ini mineral sebagai komponen penyusun yang menyebabkan warna pada fosil kayu, seperti warna hitam pada fosil kayu yang disebabkan oleh karbon dan warna merah pada fosil kayu yang disebabkan oleh kandungan besi. Penelitian fosil kayu di Indonesia dapat dinilai penting karena, fosil kayu merupakan salah satu kekayaan peninggalan sejarah tumbuhan yang hidup di Indonesia, disisi lain terjadi perdagangan intensif fosil kayu pada tingkat domestik maupun ekspor. Sejak lebih dari 3 dekade yang lalu, fosil kayu telah digali dan sampai saat hanya dimanfaatkan sebagai komoditi yang diperjualbelikan baik dalam negeri maupun luar negeri (Mandang dan Kagemori, 2004). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan, densitas (massa jenis), dan karakteristik makroskopis fosil kayu yang ditemukan.

METODE

Bahan Penelitian

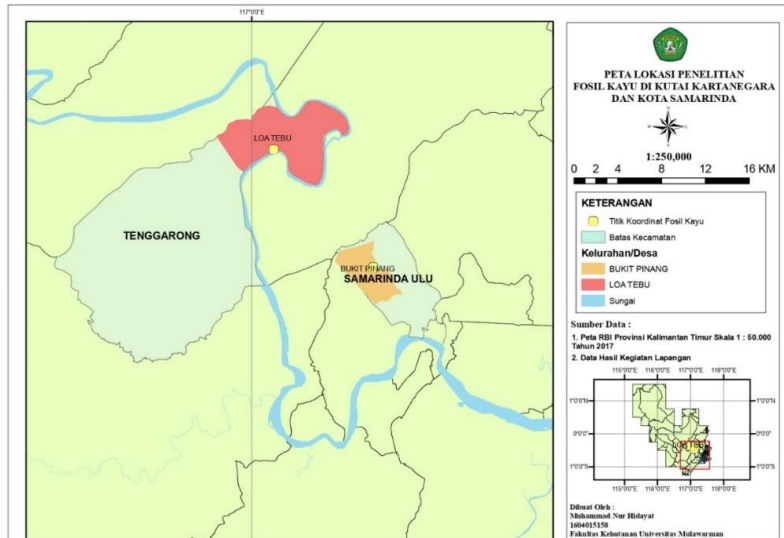
Sampel fosil kayu yang diteliti ini berasal dari Loa Tebu, Kecamatan Tenggarong, Kalimantan Timur. Pembuatan dan Pengamatan makroskopis dilakukan di Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur.



Gambar 1. Sampel Fossil Kayu yang diteliti

Table 1. Alat-alat Penelitian

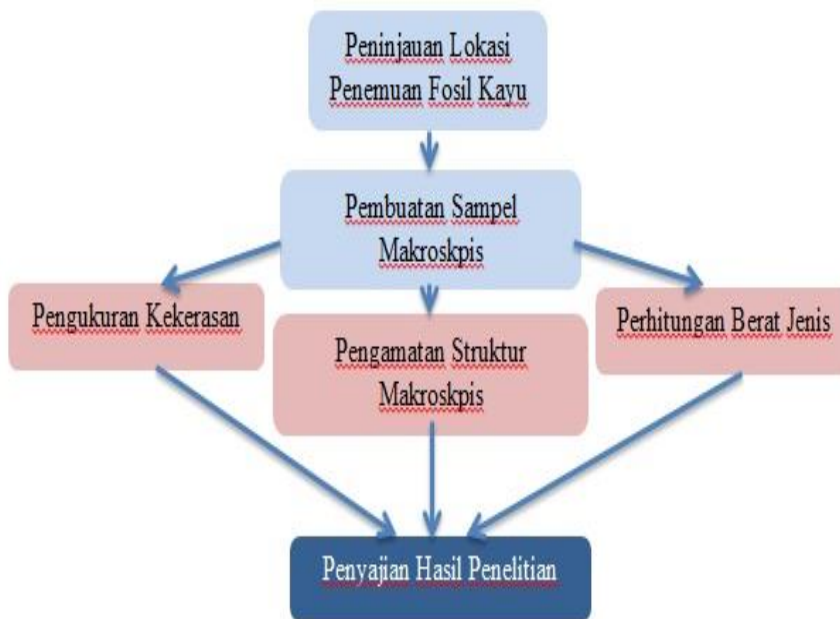
No	Nama Alat	Deskripsi	Penggunaan
1	GPS		Mengetahui titik koordinat fosil kayu yang ditemukan
2	Mesin pemotong batu	-	Memotong fosil kayu
3	Mesin penghalus permukaan batu	Wipro Bench Ginder 6000	Menghaluskan permukaan fosil kayu
4	Loupe perbesaran 10x	-	Mengamati fosil kayu
5	Kamera digital	Nikon Coolpix	Pengambilan gambar fosil kayu dengan bantuan Stereomikroskop
6	Hand counter	-	Alat bantu untuk menghitung jumlah sel-sel
7	Alat uji kekerasan	<i>Diamond selector II</i>	Mengukur nilai kekerasan fosil kayu dalam skala mohs
8	Timbangan digital	-	Mengukur berat fosil kayu
9	Gelas ukur	Pyrex® 1000 ml	Mengukur volume air
10	Stereoscope microscope	Nikon SMZ 645	Mengamati sel-sel yang terdapat pada fosil kayu



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kelurahan Loa Tebu, Kecamatan Tenggarong, Kalimantan Timur

Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada skema berikut :



Gambar 3. Alur Penelitian

Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Sampel Makro.
 - a. Sampel yang ditemukan berupa bongkahan batu dipotong dengan gerinda menjadi bagian-bagian yang lebih kecil berbentuk persegi dengan ukuran kurang lebih 5x5x5 cm.
 - b. Sampel selanjutnya diampelas, dicuci bersih dan dilakukan pengamatan untuk menentukan bidang transversal (x), tangensial (t) dan bidang radial (r)
 - c. Pengamatan makro dilakukan pada permukaan ketiga bidang setelah sampel benar-benar bersih dan struktur kayu terlihat jelas

2. Pengamatan Struktur Makroskopis Fossil Kayu.

Pengamatan secara makroskopis dilakukan selain dengan kasat mata, juga dengan menggunakan loupe 10x dan Mikroskop stereo nikon SMZ 645 dengan perbesaran 30X digunakan untuk mengamati sel lainnya yang masih dapat terlihat pada fossil kayu.

3. Pengukuran Nilai Kekerasan Fossil Kayu

Prosedur kerja dalam menghitung nilai kekerasan fossil kayu dengan menggunakan alat uji kekerasan yaitu Diamond Selector II (Husien et.al, 2016). Cara kerjanya adalah dengan cara menempelkan ujung Diamond Selector II (ujung besi) ke sampel fossil kayu dan tekan permukaan besi yang berada di Diamond Selector dengan menggunakan jari hingga alat tersebut mengeluarkan bunyi dan lampu menunjukkan nilai/angka kekerasan dengan rentang nilai 1 - 8 mohs. Cara ini dilakukan pada sampel fossil kayu masing-masing di 4 titik yang berbeda untuk mendapatkan hasil kekerasan yang lebih akurat. Nilai dari kekerasan setiap masing-masing sampel fossil kayu dicatat dan dihitung nilai rataannya.

4. Perhitungan Massa Jenis Sampel Fossil Kayu

Menghitung massa jenis fossil kayu dengan menggunakan standar perhitungan massa jenis secara umum, yaitu dengan menimbang sampel fossil kayu dengan timbangan digital lalu memasukkan fossil kayu ke dalam gelas ukur yang diisi dengan air dan dihitung selisih perpindahan air yang naik atau terbuang dari gelas, air yang naik adalah volume yang kemudian dibagi dengan massa fossil kayu. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$MJ = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

MJ = Massa Jenis

w = Massa/Berat fossil

v = Volume

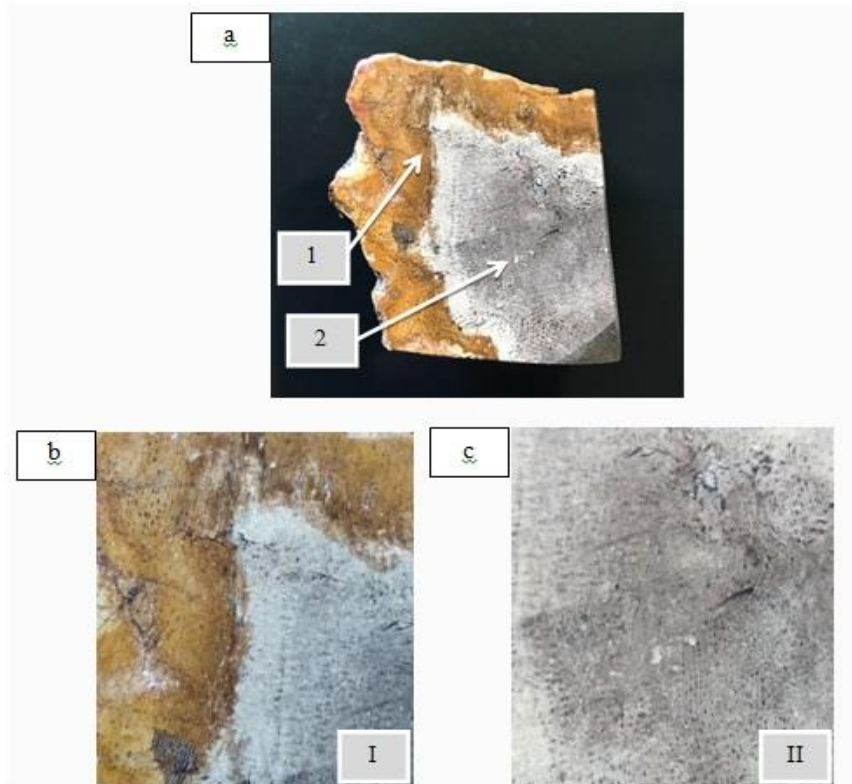
1. Penyajian Data

Data hasil pengamatan yang dilakukan disajikan dalam bentuk deskripsi gambar dan tabel serta foto yang menampilkan karakteristik makroskopis seperti warna fossil kayu, bentuk pembuluh, porositas pembuluh, keberadaan saluran interselular aksial (SIA), susunan pembuluh, pengelompokan pembuluh, jumlah pembuluh per mm², rata-rata diameter pembuluh, jumlah jari-jari per mm, rata-rata tinggi jari-jari, rata-rata lebar jari-jari, nilai kekerasan dalam skala mohs, dan massa jenis masing-masing sampel fossil kayu.

HASIL DAN DISKUSI

Pengamatan Ciri Makroskopis

Ciri makroskopis meliputi pengamatan warna fossil kayu pada bidang transversal secara kasat mata dan dengan bantuan loupe perbesaran 10x



Gambar 4. Pengamatan Warna Fossil Kayu

Gambar di atas memperlihatkan sampel fosil kayu asal Loa Tebu pada bidang transversal, Hasil pengamatan memperlihatkan warna coklat muda dan bergradasi ke warna coklat tua yang terlihat jelas pada pinggiran sampel, selain itu terdapat juga bagian fosil kayu yang berwarna putih yang tidak merata. Gambar c memperlihatkan fosil kayu memiliki warna abu-abu yang bergradasi dengan warna putih keabuan. Menurut Husien (2016) Warna

fosil kayu terdiri dari bahan penyusun yang diakibatkan oleh proses permineralisasi yang berlangsung sangat lama dan warna-warna yang muncul adalah warna penyusun mineral yang terdapat dalam fosil kayu.

Selain pengamatan secara makro yang meliputi warna, perhitungan sel lainnya seperti sel pori dan sel jari-jari fosil kayu juga dilakukan untuk melengkapi karakteristik sampel.

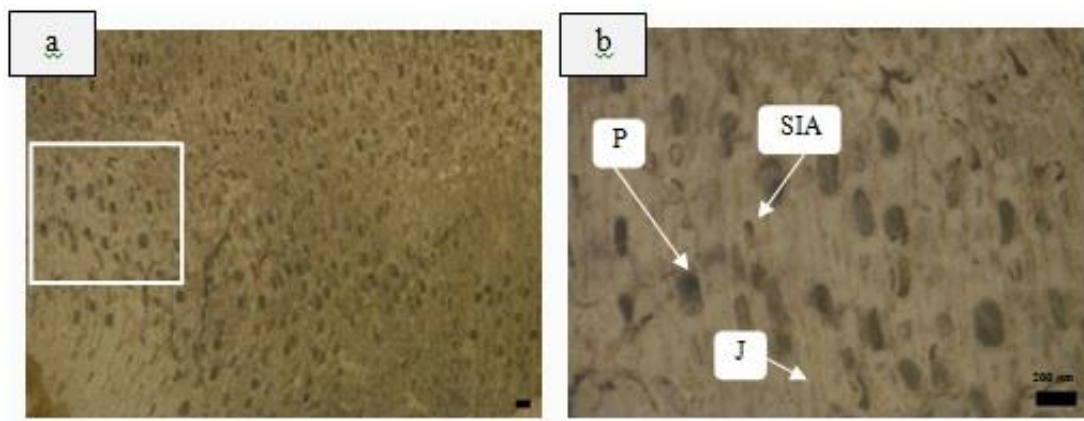
Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan dan Pengamatan Makroskopis

Ciri Makroskopis	Hasil Pengamatan
Bentuk Pembuluh	Oval dan lonjong, cenderung menggepeng
Porositas	Tata baur
Susunan pembuluh	Tidak ada pola tertentu
Pengelompokan	Soliter
Jumlah per mm ²	12 buah
Rataan diameter	106 mikron
Jumlah Jari-jari per mm	8 buah
Rataan lebar jari-jari	89 mikron
Rataan tinggi jari-jari	729 mikron
SIA	ada
Lingkar Tahun	tidak terlihat

Tabel diatas memperlihatkan rekapitulasi pngamatan dan perhitungan fosil kayu berdasarkan standar laboratorium dan IAWA (Wheeler, 2008). Hasil pengamatan sel menunjukkan bahwa fosil kayu Loa Tebu tidak memiliki lingkaran tahun, memiliki pembuluh (pori) dan sampel terlihat seperti halnya jenis kayu daun lebar (Hardwood). Bentuk pembuluh kebanyakan oval dan cenderung menggepeng, yang kemungkinan karena sel-sel yang mengalami

penekanan selama proses fosilisasi (Husien et al, 2016).

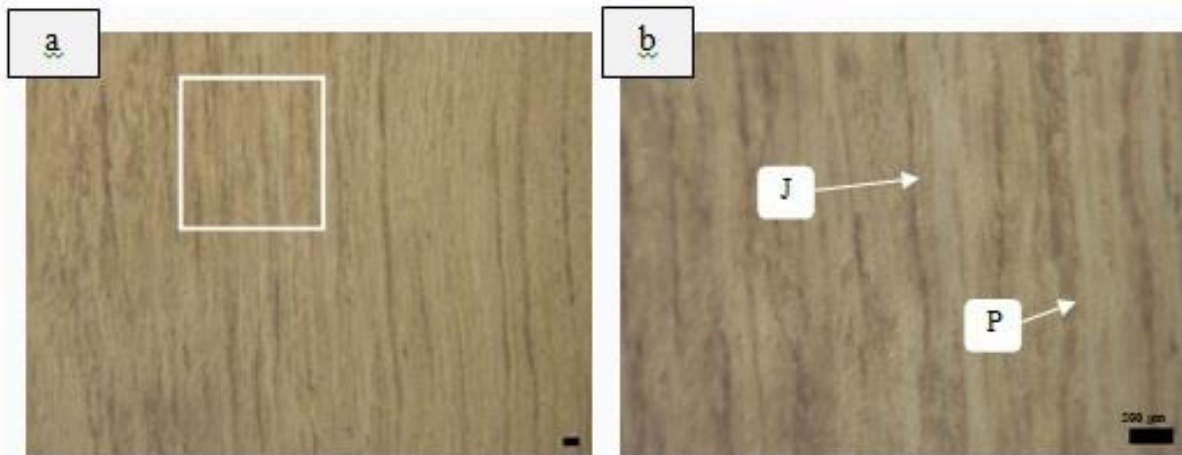
Secara lengkap pengamatan makro selanjutnya melalui gambar pada tiga bagian penampang fosil kayu antara lain bidang transversal, tangensial dan radial dengan menggunakan stereomikroskop nikon SMZ 645 perbesaran 30x. Hasil pengamatan ciri makroskopis dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5. Makroskopis Bidang Transversal.; Pembuluh (P) ; Jari-Jari (J) ; Saluran Interseluler Aksial (SIA).

Pada bidang transversal pembuluh (pori) secara kasat mata masih dapat terlihat jelas, porositas pembuluh tata baur, dan susunan pembuluh tidak memiliki pola tertentu. Fosil kayu memiliki pengelompokan pembuluh soliter, hanya sedikit yang tersusun ganda. Rataan jumlah pembuluh 12

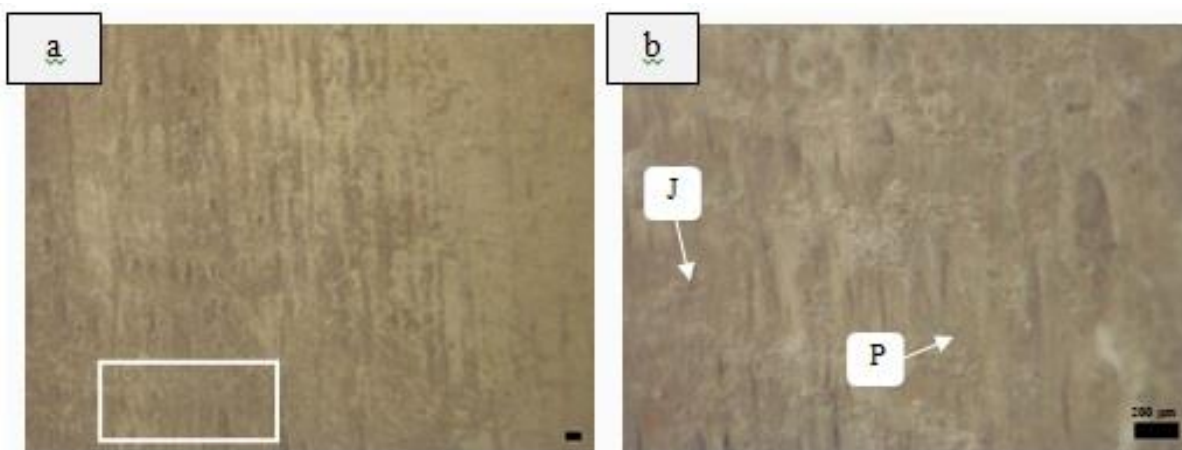
buah per mm², dengan rata-rata diameter 106 μm. Saluran Interseleuler aksial (SIA) pada bidang transversal juga terlihat tersusun secara tangensial. Karakteristik SIA yang ditemukan ini merupakan ciri umum yang sering ditemukan pada beberapa jenis kayu Famili Dipterocarpaceae.



Gambar 6. Bidang Tangensial. Pembuluh (P) ; Jari-Jari (J).

Sel Jari-jari pada bidang tangensial secara makro masih dapat dilihat berdampingan sel pembuluh dan merupakan jari-jari multiseriate. Rataan jumlah jari-jari 8 buah per mm, rata-rata lebar jari-jari 89 μm dan

rataan tinggi jari-jari dengan 729 μm. Lebar jari-jari berdasarkan lebar/lapis selnya adalah uniseriat dan biseriata (1 sampai 2 seri).



Gambar 7. Bidang Radial; Pembuluh (P), Jari-Jari (J).

Sel jari-jari pada bidang radial masih bisa terlihat samar, berbentuk memanjang seperti susunan batu bata. Berdasarkan pengamatan, susunan sel jari-jari yang ada pada bidang radial adalah heteroseluler

(heterogen) dan memiliki bidang perforasi sederhana.

Kekerasan Fosil Kayu

Perhitungan tingkat kekerasan dilakukan secara manual dengan menggunakan alat uji kekerasan yang mempunyai nilai dengan skala 1 sampai 8 mohs (Husien et. al, 2016). Perhitungan dilakukan pada permukaan sampel pada 4 titik yang berbeda. Mohs mendefinisikan 10 tingkatan kekerasan mineral, besaran ini berupa skala dengan nilai 1 sampai 10 dimana semakin besar skalanya

maka semakin keras atau semakin sulit tergores. Skala kekerasan mohs merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan kondisi batu, semakin menurun skala kekerasannya maka benda tersebut telah mengalami pelapukan atau kerusakan (Anonim, 2018). Hasil pengukuran tingkat kekerasan sampel disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Nilai Kekerasan Fosil Kayu

Ulangan	Titik Pengamatan	Nilai Kekerasan (Mohs)
1	Titik 1	4
2	Titik 2	4
3	Titik 3	4
4	Titik 4	4

Berdasarkan pengukuran nilai fosil kayu asal Loa Tebu memiliki rata-rata nilai kekerasan sebesar 4 skala mohs, maka dapat dikatakan sifat fisik mineral penyusun batuan yang terdapat pada fosil kayu asal Loa Tebu adalah Apatit, yaitu mineral dengan rumus kimia $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$. Apatite adalah salah satu dari beberapa mineral yang diproduksi dan digunakan oleh sistem mikro-lingkungan biologis. Apatit adalah mineral yang memiliki kekerasan 5 pada skala Mohs. Apatite terdistribusi luas disemua tipe batuan tetapi hanya sebagian kecil berupa butir-butir yang tersebar. Apatite bersumber dari dua sumber yaitu biologis dan deposit mineral (Anonim, 2015).

Apatit mempunyai nilai kekerasan 4 skala Mohs Mineral ini relatif berwarna transparan namun pada beberapa tempat mineral ini berwarna agak putih; cerat putih; pecahan uneven/irreguler dan conchoidal ; densitas 3.1 – 3.25 g/cm³; kilap kaca, dapat ditembus oleh cahaya (Anonim, 2015).

Berat Jenis

Berat jenis jenis adalah perbandingan relatif antara berat jenis jenis sebuah zat dengan berat jenis jenis air murni, dan dalam penelitian ini ialah

perbandingan berat jenis jenis fosil kayu kepada berat jenis air (Husien et. al, 2016). Fosil kayu asal Loa Tebu memiliki berat jenis 3,26, Menurut Apri (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi berat jenis fosil kayu berbeda dengan kayu normal. Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai berat jenis fosil kayu adalah jumlah berat yang dimiliki oleh fosil yang dipengaruhi jenis material pengisi didalamnya.

KESIMPULAN

1. Warna penampang permukaan sampel Fosil Kayu didominasi campuran berwarna coklat muda, coklat tua, putih dan abu-abu.
2. Karakteristik makro antara lain memiliki struktur sel seperti kayu daun lebar (hardwood) pada umumnya, yaitu adanya pembuluh (pori), jari-jari, serabut dan saluran interseluler aksial (SIA).
3. Pembuluh (pori) berbentuk oval, porositas baur, pengelompokan tunggal (soliter) dengan jumlah 12 buah/mm², sedangkan Jari-jari multiseriata heterogen dengan rata-rata 8 buah/mm.
4. Nilai kekerasan fosil kayu Loa Tebu sebesar 4 skala mohs dan massa jenis 3,26.

DAFTAR PUSTAKA

- Andianto, NE Lelana, A Ismanto. 2012. Identifikasi Fosil Kayu dari Kali Cemoro Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Prospektif Biologi dalam Pengelolaan Sumber Hayati. Fakultas Biologi, UGM. Yogyakarta.
- Andreani, P.A. 2020. Eksplorasi Karakteristik Material Fosil Kayu dalam Penerapannya di Dunia Desain Produk Industri Kreatif. Jurnal Desain Produk. Program Studi Desain Produk, Institut Seni Indonesia Yogyakarta.
- Anonim, 2015. Sifat Fisik, Kandungan dan proses Pembentukan Mineral Fluorite. <https://dokumen.tips/%20documents%20/mineral-fluorite.html>. Diakses pada : 05-12-2020
- Anonim, 2018. Skala Mohs. <http://borobudurpedia.id/skala-mohs/>. Diakses pada : 06-03-2021
- Aqsha, E.S ; E.R.R. Siagian ; I.D. Rahayu ; W.N.JI ; Y.G. Oviandari. 2017. Analisis Struktur Geologi Desa Bhuana Jaya Bagian Timur, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Prosiding Seminar Nasional IV.
- Dewi, L.M. 2013. Penelitian Fosil Kayu : Status dan Prospeknya di Indonesia
- Erakua, S. S. ; Aang Panji Permana ; Evi Hulukatic. 2017. Potensi Sumber Daya Alam Fosil Kayu di Daerah Gorontalo. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Vol. 7 No. 2 (Agustus 2017): 172-177b
- Husien, N ; A. S. Budi ; Gandi. 2016. Preliminary Research: Feature of Cross Section, Hardness, and Specific Gravity Some Petrified Wood from Loa Janan, Kutai Kartanegara, East Kalimantan. Journal Modern Environmental Science and Engineering (10) : 716-722
- Mandang, I.Y dan N. Kagemori. 2004. A Fossil Wood of Dipterocarpaceae from Pliocene Deposit in the West Region of Java Island, Indonesia. Journal of Biodiversitas. Vol. 5, No 1. January 2004. P: 28 – 35.
- Mandang, I.Y dan M. Rulliaty Sri. 1988. Anatomical Features of Several Industrial Forest Plantation Timber. Forest Product Research Journal. Vol. 5, No 6. 1988. P: 326 – 336.
- Maulida, M., Husien, N., A. S.Budi, E.,Erwin, & A, Aryanto. (2022). Struktur Makroskopis Dan Mikroskopis Fosil Kayu Asal Desa Bangun Rejo, Kabupaten Kutai Kartanegara. Ulin: Jurnal Hutan Tropis, 6(1), 91-97.
- Sasmito. K, 2014. Geologi dan Pola Sebaran Batubara Daerah Separi. Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 7, No. 1, Januari 2014.
- Sulistio, R., Husien, N., Erwin., & Budi (2021). Ciri Makroskopis, Kekerasan Dan Berat Jenis Fosil Kayu Asal Desa Purwajaya Kutai Kartanegara. Ulin: Jurnal Hutan Tropis, 5(1), 41. <https://doi.org/10.32522/Ujht.V5i1.5408>
- Willis, K. J. dan Mc Elwain, J. C. 2002. The Evolution of Plants. Oxford University Press, New York
- Willis, K. J. dan Mc Elwain, J. C. 2002. The Evolution of Plants. Oxford University Press, New York