

**CIRI MIKROKOPIS FOSIL KAYU
ASAL DESA MANUNGGAL JAYA
CHARACTERISTICS OF FOSSIL WOOD
FROM MANUNGGAL JAYA VILLAGE**

Nani Husien¹ & Febrian²

¹Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Jalan Kihajar Dewantara, Kampus Gunung Kelua Samarinda, 75119, Telp : 0541-749068. Faks : 0541-749068
email : nanihusien@gmail.com ²baingkhan@gmail.com

ABSTRACT

Fossils woods are found in several villages in Kutai Kertanegara Regency, in recent years. The fossil woods were accidentally discovered when residents excavated their plantations. Fossil woods are petrified wood and all organic matter has been replaced by minerals that last hundreds to millions of years, but the wooden structure can still be seen. The purpose of this study is to find out the microscopic characteristics of wood fossils found in Manunggal Jaya Village, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan. Microscopic observations are conducted in three sections of observation, namely transverse, radial and tangential, by calculating pores (height, diameter, number), rays (height, width, number), as well as cell percentage (pores, rays and parenchyma) using Projection screen microscope, Microscope Eclipse E400 with magnification of 40x and 100x. Nikon D8400 camera is used for taking photos on wood fossil preparations. The method for making samples refers to the method of making thin samples from the laboratory of the Bandung Geological Agency. Observations of fossil woods show that the fossil wood found was a wide leaf wood fossils (Hardwood). Microscopic features show that the shape of vessels are round, the grouping mostly solitary, and the porosity is diffuse. The rays type are multiseriate heterogeneous and slightly uniseriate heterogeneous, with medium to high cell height. Growth ring was not found but intercellular axial canal can be seen. The results of the analysis of the similarity of fossil wood found is similar to the genus of Shorea wood today.

Keywords : Fossil wood, microscopic characters, porosity, Multiseriate, Kutai Kertanegara

ABSTRAK

Fosil kayu banyak ditemukan di beberapa desa di Kabupaten Kutai Kertanegara, beberapa tahun terakhir ini. Fosil kayu tersebut secara tidak sengaja ditemukan pada saat warga menggali lahan perkebunan mereka. Fosil kayu merupakan kayu yang sudah membatu dan semua bahan organiknya telah digantikan oleh mineral yang prosesnya berlangsung ratusan hingga jutaan tahun, namun struktur kayunya masih dapat dilihat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ciri mikroskopis fosil kayu yang ditemukan di Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Pengamatan mikroskopis dilakukan pada tiga bidang pengamatan, yaitu transversal, radial dan tangensial, dengan menghitung pori (tinggi, diameter, jumlah) jari-jari (tinggi, lebar, jumlah), serta persentase sel (pori, jari-jari dan parenkim) dengan menggunakan mikroskop layar Projection, Microscope Eclipse E400 dengan perbesaran 40x dan 100x. Kamera Nikon D8400 digunakan untuk pengambilan gambar pada preparat fosil kayu. Metode pembuatan sampel preparat fosil kayu mengacu pada metode pembuatan sayatan tipis Badan Geologi Bandung. Hasil pengamatan terhadap fosil kayu menunjukkan bahwa fosil kayu yang ditemukan merupakan fosil kayu daun lebar (Hardwood). Ciri-ciri mikroskopis memperlihatkan bentuk sel pembuluh bulat, dengan pengelompokan kebanyakan soliter, porositas tata baur. Tipe jari-jari multiseriate heterogen dan uniseriate heterogen dengan tinggi sel jari-jari sedang hingga tinggi. Tidak memiliki lingkaran tahun dan terdapat saluran interseluler aksial (SIA). Hasil analisis kesesuaian jenis fosil kayu yang ditemukan mirip dengan genus kayu shorea masa kini.

Kata Kunci : Fosil kayu, Ciri-ciri mikroskopis, porositas, Multiseriet. Kutai Kertanegara

I. 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 salah satu kekayaan geodiversity Indonesia yang berumur ratusan hingga jutaan tahun dan hidup dimasa lampau yang mengalami proses geologi. Proses terbentuknya fosil kayu mirip dengan terbentuknya fosil materi lain, yaitu karena permineralisasi secara kimiawi dan fisika melalui proses yang sangat panjang (Andianto, et al. 2012).

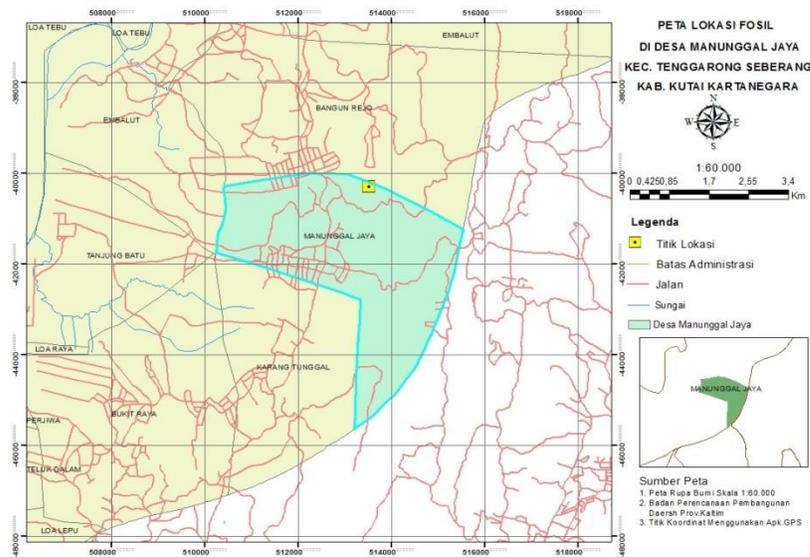
Penelitian mengenai fosil kayu termasuk ke dalam lingkup bidang ilmu paleobotani. Paleobotani merupakan ilmu yang mempelajari fosil tumbuhan. Kajian dalam bidang ilmu paleobotani meliputi aspek fosil tumbuhan, rekonstruksi taksa, dan sejarah evolusi dunia tumbuhan. Untuk dapat memahami Paleobotani dengan baik diperlukan penguasaan pada bidang-bidang ilmu pendukung, seperti geologi, anatomi tumbuhan, dan taksonomi tumbuhan (Susandarini, 2004). Fosil kayu telah ditemukan di banyak tempat di Indonesia dan sudah dimulai sejak masa pemerintahan Belanda, dan hal ini juga menunjukkan bahwa penelitian fosil kayu mempunyai peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya paleobotani. Beberapa lokasi ditemukan diantaranya di Jawa Barat (Ciampea, Jasinga, Leuwiliang, Banten, Sukabumi, dan Tasikmalaya), Jawa Tengah (Banjarnegara dan daerah perbatasan antara Sragen dan Karanganyar), Jawa Timur (Pacitan), Kalimantan Timur (Kutai Kartanegara, Samarinda, Berau) Jambi, dan Flores (Dewi, 2013 ; Husien, 2016 ; Robin, 2021).

Beberapa fosil kayu yang ditemukan di Kalimantan Timur khususnya di Kutai Kartanegara belum diketahui genus maupun spesiesnya, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini guna mengetahui karakterisasi fosil kayu baik secara mikroskopis maupun makroskopis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ciri mikroskopis dan ciri makro fosil kayu yang ditemukan di Desa Manunggal Jaya serta kesesuaian sifat fosil kayu yang ditemukan tersebut dengan jenis kayu masa kini, dan diharapkan hasil pencarian ini dapat dijadikan bahan referensi dan dasar komparasi struktur sel kayu dengan struktur kayu masa kini.

II. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Sampel fosil kayu diambil di Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, berjarak 60 menit dari Kota Samarinda Kalimantan Timur.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Fosil Kayu, Desa Manunggal Jaya, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur (warna biru).

2.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1 buah sampel fosil kayu dengan ukuran dimensi diameter 40cm dan tinggi 30cm, seperti ditunjukkan pada gambar 2.

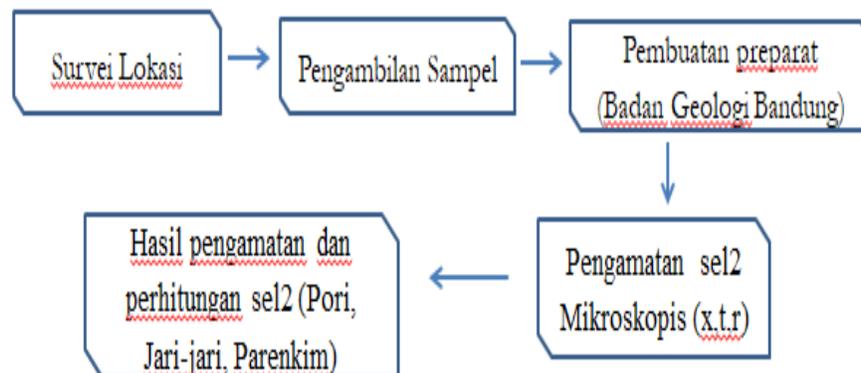


Gambar 2. Kondisi Sampel Fosil Kayu Asal Desa Manunggal Jaya di Lokasi

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut : Sampel fosil kayu, bubuk penghalus korborundum, perekat canada balsam, kertas amplas, label, objek dan cover glass, kantong plastik, loupe, kamera, GPS-Garmin, keranjang, mikroskop layar BH-2 dan mikroskop SMZ 645 serta alat tulis.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dalam alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. Alur Penelitian

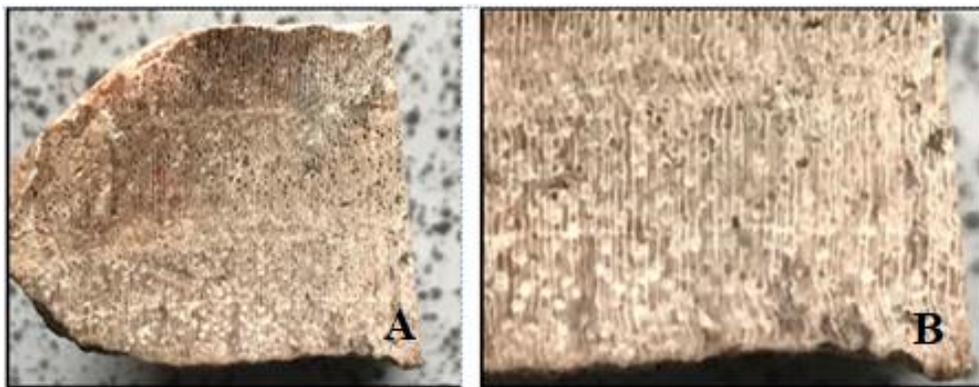
Lokasi sampel berada di Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara. Pengambilan sampel di lokasi yang berjarak sekitar 60 menit dari Kota Samarinda. Sampel dengan rata-rata diameter 30cm dan

panjang 35cm, selanjutnya dihaluskan permukaan ketiga bidang transversal, tangensial dan radial untuk pengamatan makro dan juga dibuat sampel preparat untuk pengamatan mikroskopis. Pembuatan preparat fosil kayu berdasarkan metode laboratorium Badan Geologi Bandung. Pengamatan dan perhitungan struktur sel mikroskopis fosil kayu berdasarkan standar IAWA (Wheeler et al, 1989). Pengamatan dan perhitungan sel pori, jari-jari, parenkim, serabut serta persentase sel menggunakan mikroskop layar Olympus BH-2 dan SMZ 645, yang dilakukan di Laboratorium Biologi dan Pengawetan Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda Kalimantan Timur. Analisis penentuan kesesuaian (kemiripan) jenis fosil kayu yang ditemukan dengan jenis kayu masa kini, dilakukan dengan cara memasukkan hasil pengamatan dan perhitungan data anatomi pada lembar aplikasi Identifikasi Kayu (Xylarium Bogoriense LP3HH, bogor 1915 Bogor).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengamatan Makro Fosil Kayu

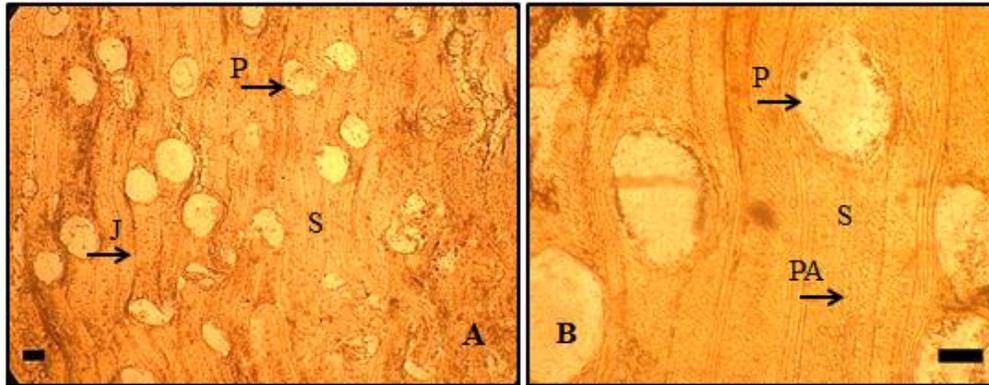
Hasil pengamatan struktur secara makro dan warna fosil kayu disajikan pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Warna fosil Kayu dan Struktur Makro pada Bidang Transversal

Pada gambar 4 terlihat sel-sel pori dengan porositas tata baur dan tampak berisi endapan Kristal berwarna putih. Garis sel jari-jari tebal terlihat secara jelas. Saluran Interseluler Aksial (SIA) terindikasi dimiliki pula oleh jenis fosil kayu ini. Warna fosil kayu seperti disajikan pada gambar 4, memperlihatkan campuran warna coklat muda, abu-abu dan putih. Hal ini seperti dijelaskan (Hasan, 2005) bahwa warna fosil kayu cenderung mengikuti warna batuan ataupun mineral yang menyusunnya, sedangkan warna coklat kemungkinan disebabkan berasal dari sedimen atau endapan pasir pada dinding sungai saat fosil terlarut (Sunarty et.al (2017). Fosil kayu yang terbentuk dari endapan sedimen merupakan salah satu fenomena geologi yang banyak ditemukan di Indonesia, yang keberadaannya terus dicari dan dipelajari. Informasi yang terkandung di dalam fosil kayu menyimpan banyak informasi mengenai masa lampau dan gambaran evolusi lingkungan (Willis dan Mc Elwan, 2002). Pada gambar 4, secara makro juga terlihat sel-sel pori dengan porositas tata baur yang tampak berisi endapan putih. Garis sel jari-jari terlihat tebal yang menandakan bahwa sel tersebut memiliki beberapa lapis sel. Lingkaran tumbuh tidak ditemukan, namun saluran interseluler aksial (SIA) terindikasi dimiliki oleh jenis fosil kayu ini.

3.2 Struktur Mikroskopis Fosil Kayu



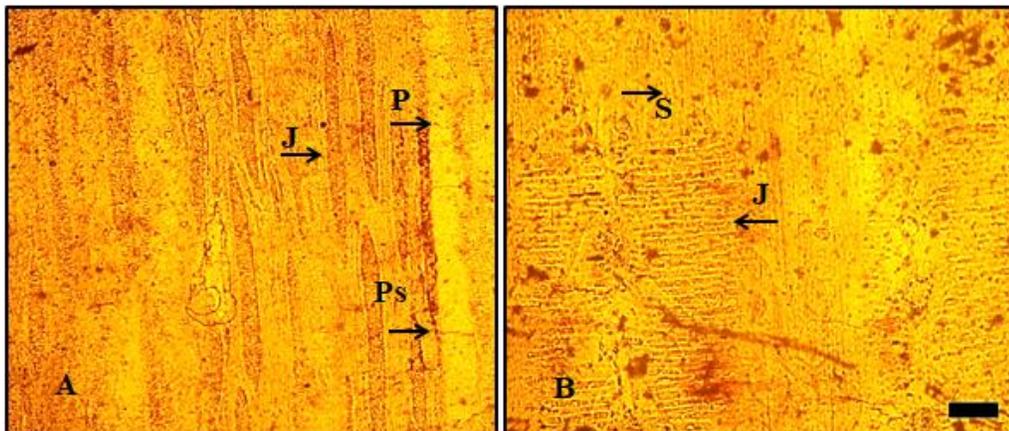
Gambar 5. Bidang Transversal dengan Sel Pori (P), Sel Jari-jari (J) dan Serabut (S) dan Parenkim Aksial (PA)

Pada Gambar 5 menunjukkan bidang transversal (x) dengan sel pori kebanyakan tunggal (soliter), berbentuk bulat namun ada sedikit yang berbentuk lonjong dan tidak beraturan. Porositas pori tergolong tata baur (Gambar 5A). Menurut Sarayar (1974), pori soliter jika sel-sel pori pada bagian melintang tampak terpisah dari jaringan sel-sel lainnya dan sebaliknya dikatakan bergerombol jika beberapa sel pori berkumpul rapat sekali.

Sel parenkim aksial termasuk parenkim paratrakeal scanty dan apotrakeal tersebar, yang artinya beberapa sel parenkim berada disekeliling pori dan ada yang tidak berada dekat dengan pori. Sel jari-jari pada bidang transversal tidak semua membentuk garis lurus beraturan melainkan ada yang berlekuk, dan tampak terdiri dari beberapa lapis sel. sel jari-jari yang tidak lurus beraturan ini kemungkinan di akibatkan adanya tekanan proses terisinya mineral kayu (Husien et.al. 2016). Serabut pada Gambar 5B tampak memiliki dinding tebal.

Rataan diameter pori sebesar $257,7 \mu\text{m}$ ($202,9 \mu\text{m}$ - $308,4 \mu\text{m}$), tergolong besar sedangkan rata-rata tinggi sel pori $493,0 \mu\text{m}$ ($243,8 \mu\text{m}$ – $649,3 \mu\text{m}$) tergolong sedang, dengan rata-rata jumlah $2,75 \text{ permm}^2$ ($1,5 - 4,5 \text{ permm}^2$), tergolong jarang.

Pada Gambar 6A, memperlihatkan struktur mikroskopis pada bidang tangensial dan bidang radial



Gambar 6. Bidang Tangensial dan Bidang Radial Fossil Kayu Desa Manunggal Jaya, Sel Pori (P), Sel Jari-jari (J), Perforasi Serhana (Ps), dan Serabut (S)

Sel jari-jari pada bidang tangensial (t) memperlihatkan dua macam tipe sel jari-jari yaitu uniseriate heterogen dan multiseriate heterogen (Gambar 6A). Heterogen artinya dalam satu jari-jari terdapat lebih dari dua macam sel, yaitu sel baring, sel tegak dan sel kotak yang ukuran dimensinya tidak sama (Gambar 6B). Jari-jari umumnya sulit diamati pada bidang tangensial, namun jika ukurannya cukup lebar, maka dapat dilihat dengan kasat mata seperti bintik- bintik lensa cembung atau garis-garis tipis pendek ke arah longitudinal (Mandang dan Pandit, 1997). Bidang perforasi sederhana (Ps). Menurut Soenardi (1974), sebelumnya ruas-ruas pada pori ini mempunyai dinding akhir namun dalam perkembangannya dinding akhir larut sehingga tinggal tepinya membentuk lubang yang disebut bidang perforasi.

Pengamatan pada bidang radial (r) dilakukan dengan perbesaran 100x dan disini tampak tidak begitu jelas, namun pada preparat sampel lain terlihat adanya kandungan silika dalam sel parenkim jari-jari. Dinding serat (S) terlihat tebal, namun pengukuran dimensi serat pada fosil kayu khususnya dalam penelitian ini tidak dapat dilakukan. Rataan tinggi jari-jari 1007,2 μm , tergolong tinggi (405,8 μm -1347,3 μm), lebar jari 60,1 μm (56,8 μm – 73,0 μm), tergolong sedang dan jumlah sel jari-jari 2-8 buah permm, tergolong jarang.

3.2 Kesesuaian Sifat Fosil Kayu dengan Kayu Masa Kini

Berikut adalah tabel kesesuaian jenis (genus) fosil kayu yang diidentifikasi berdasarkan aplikasi *Xylarium Bogoriense* (LP3HH, Bogor):

Tabel 1. Tabel Identifikasi Jenis Berdasarkan *Xylarium Bogoriense* (LP3HH, Bogor)

Lembar Identifikasi Fosil Kayu		
No	Deskripsi	Ket.
	Lingkar Tumbuh :	
2	Batas lingkaran tumbuh tidak jelas atau tidak ada	✓
	SEL PEMBULUH / PORI :	
	Porositas Pembuluh :	
5	Kayu berpori tata baur	✓
	Pengelompokan Pembuluh :	
9	Pembuluh seluruhnya soliter (90% atau lebih)	✓
	Pembuluh Soliter :	
	Diameter Lumen Pembuluh :	
15	100 -200 μm	✓
16	$\geq 200 \mu\text{m}$	✓
	Jumlah Pembuluh per mm^2 :	
18	≤ 5 pembuluh per mm^2	✓
19	5-20 pembuluh per mm^2	
	Rata-Rata Panjang Sel Pembuluh :	
25	350-800 μm	✓
26	$\geq 800 \mu\text{m}$	✓
	SEL PARENKIM AKSIAL	
28	Parenkim aksial tidak ada atau sangat jarang	
	Parenkim Aksial Apotrakea :	
29	Parenkim aksial baur (diffuse)	✓
30	Parenkim aksial kelompok baur	
	Parenkim Aksial Paratrakea :	
31	Parenkim aksial paratrakea jarang	✓
32	Parenkim aksial vasisentrik	✓

	SEL JARI-JARI :	
	Lebar Jari-Jari :	
38	Jari-jari seluruhnya satu seri	
39	Lebar jari-jari 1-3 sel	✓
40	Jari-jari besar biasanya 4-10 seri	✓
41	Jari-jari besar biasanya > 10 seri	
42	Jari-jari dengan bagian multiseri sama lebar dengan bagian 1 seri	
	Tinggi Jari-Jari :	
43	Tinggi jari-jari > 1 mm	✓
	Jumlah Jari-Jari Per Milimeter (mm) :	
44	$\leq 4 / \text{mm}$	✓
45	4-12 / mm	✓
46	$\geq 12 / \text{mm}$	
Golongan Tumbuhan : Hardwood (Kayu berdaun lebar), Genus : <i>Shorea sp</i>		

Hasil kesuaian (identifikasi) jenis (genus) sampel fosil kayu terdapat pada 17 sifat, yaitu pada pencirian nomor 2,5,9,12,15,16,18,25,26,29,31,32,39,40,43,44,45, dan ciri-diri yang ditemukan ini menyerupai ciri genus *shorea* famili Dipterocarpacea, terutama pada keberadaan saluran interseluler aksial (SIA) yang tersusun secara baur dan arah radial yang merupakan ciri genus *shorea* masa kini, disamping adanya kandungan kristal pada parenkim jari-jari dan isi pori yang berupa endapan. Menurut Tsoumis (1969), saluran interseluler adalah saluran yang berada di antara sel-sel kayu dan saluran interseluler ini tidak selalu ada pada setiap jenis. kayu, tetapi hanya terdapat pada jenis-jenis tertentu, misalnya beberapa jenis kayu dalam famili Dipterocarpaceae, seperti : meranti (*Shorea spp*), kapur (*Dryobalanops spp*), keruing (*Dipterocarpus spp*), dan mersawa (*Anisoptera spp*).

IV. KESIMPULAN

Ciri fosil kayu yang ditemukan di Desa Manunggal Jaya, Kutai Kertanegara, secara makro memiliki Warna berupa campuran warna coklat muda, abu-abu dan putih. Porositas tata baur , sel pori kebanyakan tunggal, berbentuk bulat dan oval, berisi endapan putih, tidak ada lingkaran tahun, namun terlihat adanya saluran interseluler aksial (SIA) arah radial dan baur. Secara mikroskopis sel pori bulat, pengelompokan soliter, bidang perforasi sederhana, dengan tipe sel jari-jari uniseriate heterogen dan multiseriate heterogen. Parenkim aksial tipe paratrakeal vasicentrik dan apotrakeal tersebar. Sel serat memiliki dinding tebal. Fosil kayu asal Desa Manunggal Jaya Kabupaten Kutai Kartanegara, memiliki ciri-ciri menyerupai kayu genus *Shorea* masa kini yang dicirikan dengan adanya endapan pada pori, kristal pada parenkim jari-jari, susunan pori tunggal, dan keberadaan saluran interseluler aksial (SIA).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim Badan Geologi Bandung, yang telah membantu dalam pembuatan preparat fosil kayu, tim fosil kayu laboratorium Biologi dan Identifikasi Kayu serta bapak Yadi di Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman yang telah membantu dalam survey lapangan dan pembuatan sampel.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis: Nani Husien (NH) dan Febrian (F)

Kontribusi penulis:

Ide, desain, dan analisis dilakukan oleh NH dan F; pengumpulan data dan analisis data dilakukan oleh NH dan F; penulisan manuskrip NH dan F; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh NH.

DAFTAR PUSTAKA

- Andianto, NE Lelana, A Ismanto. 2012. Identifikasi Fossil Kayu dari Kali Cemoro Kabupaten Sragen, Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Biologi, Prospektif Biologi dalam Pengelolaan Sumber Hayati. Fakultas Biologi, UGM. Yogyakarta.
- Dewi, L.M; YI Mandang; S Rulliaty dan Suprihatna. 2012. A New Record of *Shoreoxylon* (Dipterocarpaceae) Fossil Wood From Flores Island, Indonesia. Makalah akan dipresentasikan dalam 8th Pacific Regional Wood Anatomy Conference, Nanjing.
- Dewi L. M. 2013. *Penelitian Fossil Kayu: Status dan Prospeknya di Indonesia*. Makalah, Disajikan pada Diskusi Litbang Anatomi Kayu Indonesia di IPB International Convention Center, 3 Juni 2013.
- King, H.M. 2005. [www.geology.com/stories/ Apa-itu-fossil-kayu/](http://www.geology.com/stories/Apa-itu-fossil-kayu/) (diakses 02 April 2019)
- Hassan, K.M. 2015. The fossil wood of East Cairo, Egypt: A mineralogical view. *Journal Mineralogia*, 45, No 1-2: 47-57 (2014) DOI: 10.1515/mipo-2015-0003
- Husien, N. A. Sulisty Budi, Gandi. 2016. Preliminary Research: Feature of Cross Section, Hardness, and Specific Gravity Some Pertified Wood from Loa Janan, Kutai Kartanegara, East Kalimantan. *Journal Modern Environmental Science and Engineering* (10) : 716-722.
- Husien, N; S. Wahyuni; Erwin: A. Sulisty Budi. 2021. Identification of Fossil Wood from Samarinda, East Borneo. *Advances in Biological Sciences Research*, volume 11. Proceedings of the Joint Symposium on Tropical Studies (JSTS-19). Atlantis Press.
- IAWA Committee. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. Rijksherbarium Leiden The Netherlands
- Kusmiyarti T.B. 2015. Penuntun Praktikum Mata Kuliah Agrogeologi dan Lingkungan. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Denpasar.
- Lembaga Pusat Penelitian dan Pengembanagn Hasil Hutan Bogor. [www. xylarium.pustekolah.org](http://www.xylarium.pustekolah.org). Identifikasi Kayu Asia Tenggara (Diakses tanggal 20 Mei 2021)
- Mandang, I.Y dan D. Martono. 1996. Keanekaragaman fosil kayu di bagian barat pulau jawa. *Jurnal Buletin Hasil Hutan Vol. 14 No.5*. Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Bogor
- Pandit, I. K. N. & Ramadan, H. 2002. *Anatomi Kayu: Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Baku*. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- R. Sulisty; Husien, N; Erwin, AS. Budi. 2021. Ciri Makroskopis, Kekerasan dan Berat Jenis Fossil Kayu Asal Desa Purwajaya Kutai Kartanegara. Vol 5, No1.
- Sarayar. 1974. *Dasar-dasar Identifikasi Kayu*. Buku I. Direktorat Jendral Kehutanan.
- Soenardi. 1977. *Ilmu Kayu*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Syarhibi, A; Sutrisno dan H. Syarifuddin. 2018. Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Jambi Karakteristik Geokimia Komposisi Mineral Fossil Kayu: Isolasi Dan Identifikasi Kandungan Lignin Dalam Kayu Petrisian Dan In-Situaraucarioxylon Di Geopark Merangin. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan Volume 1, No 18*
- Susandarini, R. 2004. Pengantar Paleobotani. [http://elisa1.ugm.ac.id/chapterview php?BIO3107.Paleobotani&294](http://elisa1.ugm.ac.id/chapterview.php?BIO3107.Paleobotani&294). Diakses tanggal 31 Mei 2013.

- Tsoumis, G. 1969. Wood as Row Material. Pergamon Press. Oxford. London. Edinburg. New York.
- Willis, K. J. dan Mc Elwain, J. C. 2002. The Evolution of Plants. Oxford University Press, New York.
- Wheeler, E.B ; B, Kathleen ; R, Shirley, 2008. Wood Identification Database Enhancement: Descriptions and Images of Fossil and Modern Woods. North Carolina State University Raleigh, Raleigh, NC, United States.