

ANALISIS USIA DAN LINGKUNGAN HIDUP POHON JATI
(*Tectona grandis L. f.*) BERDASARKAN DENDROKRONOLOGI

Karya Tulis

Disusun untuk Memenuhi Tugas Akhir

Tahun Pelajaran 2021-2022



Oleh:

Nama : Rennita Maharani Audrey

Kelas : XII IPA 3

No. induk : 19.4026

YAYASAN PEMBINA UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
SEKOLAH MENENGAH ATAS LABSCHOOL KEBAYORAN
JAKARTA SELATAN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Rennita Maharani Audrey
Kelas : XII MIPA 3
No. Induk : 19.4026
Judul : **Analisis Usia dan Lingkungan Hidup Pohon
Jati (*Tectona grandis* L. f.) Berdasarkan
Dendrokronologi**

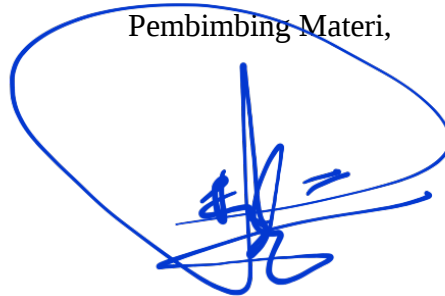
Karya Tulis ini telah dibaca dan disetujui oleh:

Pembimbing Teknik,



Dara Adinda Agrin, S.Pd.

Pembimbing Materi,



Kiki Priyanti Malik, S.Pd.

Mengetahui

Kepala SMA Labschool Kebayoran

Risang Danardana L.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya karya tulis ini yang berjudul “**Analisis Usia dan Lingkungan Hidup Pohon Jati (*Tectona grandis* L. f.) Berdasarkan Dendrokronologi**” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada proses penyusunan karya tulis ini, tidak sedikit hambatan yang Penulis alami. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua dan keluarga penulis yang telah mendukung penulis dalam setiap langkahnya. Penghargaan dan terima kasih yang luar biasa untuk Bu Kiki dan Bu Dara atas kesabaran dan bimbingan selama pembuatan karya tulis ini. Terima kasih juga untuk kakak-kakak dan adik-adik kelas penulis. Tanpa saran dan masukan kalian, karya tulis ini tidak akan dapat terselesaikan.

Kepada teman-teman Navananta, terima kasih untuk kebersamaan yang telah kita lalui selama menjalani hari-hari di sekolah ini. Penulis harap semua impian kita tercapai dan kita dapat mengharumkan nama SMA Labschool Kebayoran.

Meski telah disusun sebaik mungkin, Penulis paham bahwa karya tulis ini masih memiliki kekurangan dan tentunya jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang konstruktif untuk membuat karya tulis ini menjadi lebih baik.

Jakarta, Agustus 2021,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.3.1. Tujuan Umum	2
1.3.2. Tujuan Khusus.....	2
1.4. Kegunaan Penelitian	3
BAB II.....	4
2.1. Lingkungan Hidup.....	4
2.1.1. Iklim	5
2.1.2. Cuaca.....	8
2.1.3. Peran Unsur Klimat dalam Pertumbuhan Tanaman	8
2.2. Jati (<i>Tectona grandis L. f.</i>).....	10
2.2.1. Klasifikasi Jati	10

2.2.2.	Morfologi Pohon Jati.....	10
2.2.3.	Persebaran Pohon Jati di Indonesia	13
2.3.	Dendrokronologi.....	16
2.3.1.	Cincin Pertumbuhan	17
2.3.2.	Pertumbuhan Sekunder pada Tanaman	19
2.3.3.	Dendrokronologi pada Pohon Jati	23
BAB III		25
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.2.	Metode Penelitian	25
3.3.	Objek Penelitian	25
3.4.	Teknik Pengambilan Sampel	26
3.5.	Teknik Analisis Data	26
BAB IV		27
4.1.	Deskripsi Pengumpulan Data	27
4.1.1.	Deskripsi Alat dan Bahan.....	27
4.1.2.	Deskripsi Langkah Pengambilan Sampel A.....	27
4.1.3.	Deskripsi Langkah Pengumpulan Data A	28
4.1.4.	Deskripsi Langkah Pengumpulan Data B	28
4.1.5.	Hasil Pengumpulan Data	29
4.2.	Deskripsi Perbandingan Data	29
4.3.	Analisis Data Hasil Penelitian	31

BAB V	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1: Pohon jati dewasa.....	11
Gambar 2: Batang pohon jati dewasa.....	12
Gambar 3: Kayu jati bagian batang.....	12
Gambar 4: Dendrokronologi sebagai rekor alami kondisi lingkungan	16
Gambar 5: Cincin pertumbuhan	17
Gambar 6: Diagram pertumbuhan sekunder pohon menunjukkan pembentukan cincin pertumbuhan.....	18
Gambar 7: Pertumbuhan primer dan sekunder.....	20
Gambar 8: Perbedaan earlywood dan latewood.....	21
Gambar 9: Skema siklus musiman aktivitas kambial dan pembentukan cincin pohon di pohon konifera beriklim sedang.....	22
Gambar 10: Sampel A	30
Gambar 11: Sampel B	31
Gambar 12: Detail cincin sampel A	32
Gambar 13: Identifikasi bagian batang sampel A	32
Gambar 14: Detail cincin sampel B	33
Gambar 15: Struktur lapisan batang.....	34
Gambar 16: Struktur cincin pertumbuhan terluar	34
Gambar 17: Karakteristik anatomi cincin pohon yang terbentuk	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1: Tabel siklus musiman aktivitas kambial dan pembentukan cincin pohon di pohon konifera beriklim sedang.	23
Tabel 2: Hasil observasi karakteristik cincin kedua sampel	29
Tabel 3: Riwayat hidup sampel A	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dendrokronologi merupakan cabang ilmu anatomi kayu yang mempelajari tentang kronologi lingkaran tumbuh atau cincin pohon (tree-rings dating) yang dihubungkan dengan kondisi iklim lingkungan pembentuknya. Pertumbuhan pohon selalu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, sehingga lingkaran pohon dapat menjadi arsip alam yang dapat merekam kondisi lingkungan pada masa lalu (Robinson, 2001).

Penerapan teknik dendrokronologi di daerah tropis sangat terbatas dikarenakan pola pita kayu yang tidak terlihat atau tidak jelas. Walau siklus musiman curah hujan dan kelembaban relatif wilayah ini tidak cukup untuk menghasilkan cincin yang jelas, sinyal musiman dan komposisi isotop oksigen selulosa pohon yang dapat digunakan untuk rekonstruksi dan kronologi iklim masih mungkin dihasilkan (Poussart dkk., 2004).

Sensitivitas pohon jati terhadap iklim memberikan peluang dalam mengetahui pola iklim masa lampau melalui studi dendrokronologi. Studi ini dapat dilakukan pada jati perkebunan maupun jati alam (Manetti dan Cuttini, 2005). Jati perkebunan maupun jati alam memiliki pola penanaman yang berbeda, dimana jati perkebunan memiliki pola tanam yang teratur mulai dari pemilihan bibit sampai pada pemeliharaan di umur

dewasa. Sedangkan jati alam memiliki sistem pola tanam yang tidak teratur, pertumbuhan pohon cenderung berkompetisi, dan pola penanaman yang tidak intensif (Sinon, 2007). Maka dalam karya tulis ini, Penulis akan menganalisis usia dan lingkungan hidup sampel pohon jati (*Tectona grandis*) menurut teori dendrokronologi.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam karya tulis ini adalah:

1. Bagaimana usia dan lingkungan hidup pohon jati (*Tectona grandis*) dapat mempengaruhi pembentukan cincin pertumbuhan?
2. Apakah dendrokronologi dapat digunakan untuk menentukan usia dan lingkungan hidup pohon jati (*Tectona grandis*)?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari karya tulis ini adalah untuk pengambilan nilai ujian praktik bahasa Indonesia kelas XII SMA Labschool Kebayoran.

1.3.2. Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penulisan karya tulis ini adalah:

1. Mengidentifikasi ciri-ciri cincin pertumbuhan pohon jati (*Tectona grandis*) menurut lingkungan hidupnya.

2. Mencari tahu usia dan asal sampel pohon jati (*Tectona grandis*) melalui dendrokronologi.

1.4. Kegunaan Penelitian

Diharapkan karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca yaitu:

1. Menambah wawasan pembaca dan penulis mengenai dendrokronologi dan kegunaannya serta mengenal lebih dalam mengenai pohon jati (*Tectona grandis*).
2. Sebagai rujukan, sumber informasi dan bahan referensi penelitian selanjutnya agar bisa lebih dikembangkan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Lingkungan Hidup

Lingkungan adalah seluruh faktor luar yang memengaruhi suatu organisme; faktor-faktor ini dapat berupa organisme hidup (*biotic factor*) atau variabel-variabel yang tidak hidup (*abiotic factor*). Dari hal inilah kemudian terdapat dua komponen utama lingkungan, yaitu: a) Biotik: Makhluk (organisme) hidup; dan b) Abiotik: Energi, bahan kimia, dan lain-lain (Soegianto, 2005).

Tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau ekologi dimana tanaman tersebut tumbuh. Tanaman yang ditumbuhkan pada lingkungan yang memenuhi kebutuhan syarat tumbuhnya akan tumbuh dan berproduksi secara optimal. Namun sebaliknya akan terjadi apabila tanaman tersebut tumbuh pada lingkungan yang tidak/kurang mendukung.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman dapat dikelompokkan atas : 1) faktor iklim (cahaya, suhu, keadaan udara), 2) faktor medium tumbuh (tanah, air), dan 3) faktor biologis (organisme bermanfaat dan tidak bermanfaat) (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013).

Untuk tumbuh dan berkembang, tanaman memerlukan cahaya, suhu, kondisi udara, tanah, dan air. Beberapa tanaman membutuhkan lebih banyak cahaya, sementara tanaman lainnya membutuhkan naungan. Begitu juga dengan suhu, ada tanaman yang dapat hidup di daerah dingin dan ada yang dapat hidup di daerah panas.

2.1.1. Iklim

Iklim adalah rata-rata keadaan cuaca pada daerah yang luas dan dalam waktu yang lama. Lama terjadinya perubahan iklim biasanya sekitar 30 tahunan. Unsur penyusun iklim sama dengan cuaca. Pembentukan iklim di suatu tempat dipengaruhi oleh letak garis lintang, lereng, ketinggian, jarak dari perairan, serta kondisi arus air laut. Jenis iklim pada tiap daerah sangat dipengaruhi oleh garis lintang.

Berdasarkan garis lintangnya, iklim di permukaan Bumi dapat dibedakan menjadi iklim kutub, iklim sedang, iklim subtropis, iklim tropis, dan iklim khatulistiwa. Iklim juga dapat dibedakan berdasarkan kondisi kawasan, yaitu iklim benua, iklim bahari, iklim tundra, dan iklim gunung.

Kondisi iklim dikendalikan oleh atmosfer yang dipengaruhi faktor lingkungan seperti bentuk rupa Bumi, tutupan Bumi, dan posisi pencampuran udara di lapisan atmosfer. Atmosfer memberi pengaruh terhadap cuaca yang kemudian menjadi pembentuk iklim.

Secara umum, jenis iklim dibedakan dan dikenali melalui tinjauan dari berbagai aspek, antara lain dari aspek waktu, skala, wilayah, dan jenis. Berikut merupakan jenis iklim berdasarkan aspeknya.

a. Berdasarkan penerimaan radiasi

Berdasarkan penerimaan radiasinya, iklim dibagi menjadi lima bagian melalui pembatasan empat garis lintang. Pertama, iklim tropika dengan batas 23°LU – 23°LS . Kedua, iklim subtropik utara dengan batas 23°LU – $66,5^{\circ}\text{LU}$. Ketiga, iklim subtropik selatan dengan batas 23°LS – $66,5^{\circ}\text{LS}$. Keempat, iklim kutub utara dengan batas $66,5^{\circ}\text{LU}$ – 90°LU . Terakhir, iklim kutub selatan dengan batas $66,5^{\circ}\text{LS}$ – 90°LS .

b. Berdasarkan waktu pembentukannya

Berdasarkan aspek waktu pembentukannya, iklim dapat dibedakan menjadi iklim prasejarah, iklim sejarah, dan iklim kuartener. Ciri dari iklim prasejarah disampaikan tanpa adanya fakta-fakta sejarah. Karakteristik iklim sejarah disampaikan melalui cerita-cerita dalam bentuk tulisan. Iklim kuartener ditetapkan menggunakan data lapisan bumi atau pengetahuan tentang geologi.

c. Berdasarkan skala terjadinya

Jenis iklim berdasarkan skala kejadiannya dibedakan menjadi iklim mikro, iklim meso, dan iklim ruangan. Iklim mikro merupakan iklim dalam skala kecil, dengan satuan wilayah panjang meter dan satuan waktu menit. Iklim meso merupakan iklim dalam ukuran panjang dalam satuan kilometer dan ukuran waktu dalam satuan jam atau beberapa jam. Sedangkan iklim ruangan merupakan iklim yang dibuat dalam ruangan tertutup dan diterapkan pada pertanian di dalam rumah kaca.

d. Berdasarkan wilayah pembentukannya

Berdasarkan wilayah pembentukannya, iklim dibedakan menjadi iklim kutub, iklim tengah, iklim subtropis, iklim tropis, dan iklim khatulistiwa. Iklim kutub

merupakan iklim dengan kondisi suhu lingkungan yang sangat rendah. Iklim tengah adalah jenis iklim yang terletak di garis lintang tengah antara kawasan kutub dan kawasan tropik. Iklim tropis merupakan jenis iklim di kawasan tropik, dengan suhu lingkungan selalu tinggi dan variasi tahunan yang kecil. Iklim subtropis dicirikan dengan adanya kemarau di musim panas dan hujan di musim dingin. Sedangkan iklim khatulistiwa dicirikan dengan sedikitnya variasi suhu harian dengan hujan terjadi aling banyak dua kali dalam setahun di sembarang waktu.

e. Berdasarkan ciri lingkungannya

Berdasarkan ciri lingkungannya, iklim dibedakan menjadi iklim benua, iklim bahari, iklim monsun, iklim mediteran, iklim tundra, dan iklim gunung. Iklim benua merupakan iklim yang memiliki daratan luas skala benua. Iklim bahari merupakan jenis iklim yang memiliki perbedaan yang kecil antara suhu tahunan dan suhu udara harian. Iklim monsun merupakan jenis iklim yang terbentuk di kawasan monsun. Ciri utama dari iklim mediteran adalah lingkungan yang panas dan kering. Iklim tundra merupakan iklim yang memiliki suhu yang sangat rendah, tetapi tidak tertutup salju. Iklim gunung merupakan iklim yang memiliki lingkungan yang semakin dingin dan bertekanan rendah pada wilayah yang semakin tinggi.

Ada beberapa cara untuk mengklasifikasikan iklim, dalam metode klasifikasi modern dapat secara luas dibagi menjadi metode genetik (penyebab iklim) dan metode empiris (efek iklim). Contoh klasifikasi genetik termasuk metode berdasarkan frekuensi relatif dari jenis massa udara yang berbeda atau lokasi dalam gangguan cuaca sinoptik. Contoh klasifikasi empiris meliputi zona iklim didefinisikan oleh ketahanan

tanaman, evapotranspirasi, atau lebih umum klasifikasi iklim Köppen yang awalnya dirancang untuk mengidentifikasi iklim yang terkait dengan bioma tertentu.

2.1.2. Cuaca

Cuaca adalah keadaan udara pada suatu tempat dan pada waktu yang singkat atau tertentu, sehingga cuaca selalu berubah-ubah dan daerahnya tidak begitu luas. Perbedaan pokok antara cuaca dan iklim terletak pada spesifikasi daerah dan waktu. Unsur-unsur pembentuk cuaca yaitu suhu udara, tekanan udara, kelembapan udara, laju uap air, awan, hujan dan angin (Aldrian dkk. 2011).

Cuaca terjadi karena suhu dan kelembapan satu tempat dan tempat lainnya berbeda akibat sudut pemanasan matahari yang berbeda akibat perbedaan lintang bumi. Perbedaan yang tinggi antara suhu udara di daerah tropis dan daerah kutub bisa menimbulkan *jet stream*. Sumbu bumi yang miring dibanding orbit bumi terhadap matahari membuat perbedaan cuaca sepanjang tahun untuk daerah sub tropis hingga kutub. Cuaca di bumi juga dapat dipengaruhi oleh hal-hal yang terjadi di luar angkasa, seperti angin matahari atau *star's corona*.

2.1.3. Peran Unsur Klimat dalam Pertumbuhan Tanaman

Unsur-unsur klimat yang pokok meliputi radiasi matahari, suhu, kelembapan udara, tekanan udara, awan, presipitasi, evaporasi, dan angin. Pertumbuhan tanaman pada dasarnya merupakan hasil dari proses fotosintesis dan berbagai proses fisiologi lainnya. Proses fotosintesis adalah proses fisiologi dan fisika dimana energi surya dikonversi dalam bentuk elektromagnetik menjadi energi kimia dalam bentuk

karbohidrat. Selain radiasi surya, proses fotosintesis juga ditentukan oleh ketersediaan air, konsentrasi CO₂, dan juga suhu udara.

Proses fisiologis lain yang juga dialami tumbuhan adalah proses transpirasi. Proses transpirasi yang menguapkan air dari jaringan tanaman ke atmosfer merealisasikan proses dinamisasi dan translokasi energi panas, air, hara dan berbagai senyawa lainnya di dalam jaringan tanaman. Secara fisika, proses transpirasi tanaman sangat ditentukan oleh ketersediaan air tanah (kelembaban udara), radiasi surya, kelembaban nisbi dan angin.

Secara aktual, berbagai proses fisiologi, pertumbuhan dan produksi tanaman sangat dipengaruhi oleh unsur cuaca, yaitu keadaan atmosfer dari saat ke saat selama umur tanaman, ketersediaan air (kelembaban tanah) sangat ditentukan oleh curah hujan dalam periode waktu tertentu dan disebut sebagai unsur iklim, yang pada hakikatnya adalah akumulasi dari unsur cuaca (curah hujan dari saat ke saat). Demikian juga, pertumbuhan dan produksi tanaman merupakan manifestasi akumulatif dari seluruh proses fisiologi selama fase atau periode pertumbuhan tertentu oleh sebab itu dalam pengertian yang lebih teknis dapat dinyatakan bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh berbagai unsur iklim (sebagai akumulasi keadaan cuaca) selama pertumbuhan tanaman.

Secara konseptual, pendekatan informasi iklim dalam pembangunan pertanian berkaitan dengan 5 aspek dalam budidaya tanaman yaitu pengembangan wilayah dan komoditas pertanian, perencanaan kegiatan operasional, peramalan dan analisis sistem

pertanian, pengelolaan dan konservasi lahan, dan menunjang kegiatan penelitian komoditas dan sumber daya lahan serta pengkajian teknologi pertanian.

2.2. Jati (*Tectona grandis* L. f.)

Jati atau *Tectona grandis* merupakan pohon yang menghasilkan kayu bermutu tinggi. Mereka termasuk suku lamiaceae atau keluarga mint berbunga.

2.2.1. Klasifikasi Jati

Klasifikasi pohon jati adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Asteridae
Ordo : Lamiales
Famili : Lamiaceae
Genus : *Tectona* L. f.
Spesies : *T. grandis* L. f.

2.2.2. Morfologi Pohon Jati

Pohon Jati terdiri dari beberapa bagian, sebagai berikut:



Gambar 1: Pohon jati dewasa

(<https://www.reforestashop.com/en/products/semilla-de-arbol-de-teca-tectona-grandis-paquete-con-20-piezas>)

a. Akar

Sistem perakaran pohon jati berbentuk akar tunggang dengan cabang akar serabut. Pertumbuhan akar tunggangnya vertikal dan berukuran besar agar dapat menopang pohon. Supaya tidak mudah roboh. Cabang akar serabut berfungsi untuk mencari unsur hara dan sumber air.

b. Batang



Gambar 2: Batang pohon jati dewasa

(<http://dlhk.jogjaprovo.go.id/jati-kluwih-dalam-dua-sisi>)



Gambar 3: Kayu jati bagian batang

(<https://wanaswara.com/sekilas-pandang-pohon-jati/>)

Batang jati umumnya berbentuk silinder dengan permukaan halus. Warnanya cenderung coklat atau abu-abu, dengan urat jati memanjang dan kulit batang yang sedikit mengelupas. Batang pohon jati bersifat keras dan tebal.

c. Daun

Daun pohon jati berbentuk elips dengan panjang sebesar 10-75 cm dan lebar sebesar 6-52 cm. Permukaan daun cenderung kasar, *margo folii entire*, dan ujung daun *acute* atau *acuminate*. Warna daun berkisar dari hijau tua hingga hijau-kuning, dengan warna pembuluh kuning.

d. Bunga

Bunga jati terbentuk dalam *inflorescence* yang tumbuh pada ujung atau tepi cabang daun. Ukuran panjang malai sebesar 60-90 cm dan lebar sebesar 10-30 cm. Warna bunga putih dan berkelamin ganda dengan benang sari dan putik tergabung dalam satu tandan besar. Pertumbuhan bunga pohon jati terjadi pada bulan Juni sampai Agustus.

e. Buah

Buah pohon jati bersifat keras dan terbungkus kulit yang berdaging dan lunak, berambut kasar dan berinti tebal. Buah jati memiliki tiga lapisan yang terdiri dari kulit tipis yang terbentuk dari kelopak bunga, lapisan tengah tebal dan lapisan terakhir yang keras dan terbagi menjadi empat ruang biji. Ukuran diameter buah sekitar 5-20 mm.

2.2.3. Persebaran Pohon Jati di Indonesia

Jati tumbuh di hutan-hutan gugur tropis yang menggugurkan daun di musim kemarau. Sejumlah ahli botani menganggap jati sebagai spesies asli Myanmar yang kemudian menyebar ke Semenanjung India, Thailand, Filipina, dan Indonesia, namun sebagian ahli botani lain berpendapat jati sebagai spesies asli di negara-negara tersebut.

Di Indonesia sendiri, sebagian besar pohon jati terdapat di Pulau Jawa. Selain itu, Jati juga dapat ditemukan dalam jumlah terbatas di beberapa pulau lainnya. Pada 1817, Raffles mencatat bahwa hutan jati tidak ditemukan di Semenanjung Malaya atau Sumatra atau pulau-pulau berdekatan. Beberapa tahun terakhir ini, ada upaya untuk mengembangkan jati di Sumatra Selatan dan Kalimantan Selatan, namun hasilnya kurang memuaskan. Tanah di kedua tempat ini sangat asam, sementara jati adalah jenis tanaman yang membutuhkan zat kalsium dan fosfor dalam jumlah yang cukup besar.

a. Jawa

Pada tahun 1927, hutan jati tercatat banyak menyebar di Pegunungan Kapur Utara dan Pegunungan Kendeng dan Gunung Muria, mulai dari Kabupaten Jepara hingga ujung timur Kabupaten Probolinggo. Sebagian besar populasi pohon jati terdapat di Provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur, yaitu sampai ketinggian 650 mdpl. Di kedua provinsi ini, hutan jati sering terbentuk secara alami karena iklim monsun yang menimbulkan kebakaran hutan berkala. Salah satu hutan jati terluas terdapat di hutan Kabupaten Blora. Di sana terdapat Jati Denok atau bisa juga disebut Jati Randublatung, pohon jati tertua di Indonesia yang berumur lebih dari 300 tahun dengan keliling sekitar 9 m.

Sekarang, sebagian besar lahan hutan jati di Jawa dikelola oleh Perhutani, dengan luas lahan hutan Perhutani mencapai hampir seperempat luas Pulau Jawa pada tahun 2003. Sekitar setengah dari luas tersebut merupakan lahan hutan jati. Selain Perhutani, terdapat juga perkebunan jati milik swasta atau perorangan.

b. Bali

Pohon jati pada zaman dahulu hanya tumbuh di wilayah Jawa dan Bali serta pulau-pulau kecil di sekitar timur pulau Jawa.

c. Nusa Tenggara

Di wilayah Nusa Tenggara dapat ditemukan pohon jati dalam jumlah terbatas.

d. Madura

Hutan jati di wilayah Madura jumlahnya tergolong banyak.

e. Sumbawa

Pada tahun 1817, Raffles mencatat Pulau Sumbawa sebagai salah satu wilayah Nusantara yang terdapat persebaran pohon jati. Saat itu, perbukitan bagian timur laut Bima di Sumbawa tertutup penuh dengan hutan jati.

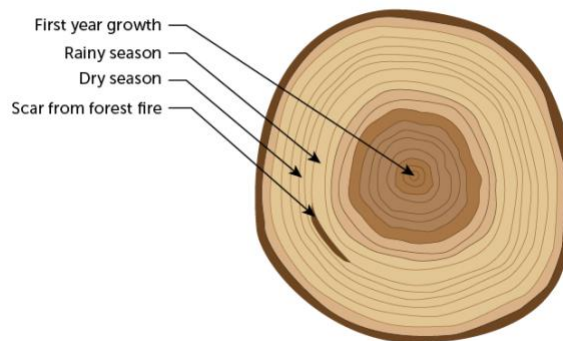
f. Sulawesi

Keberadaan jati di wilayah Pulau Sulawesi telah tercatat sejak tahun 1671 oleh Heyne. Pada saat itu, lokasi penemuannya hanya ada di beberapa titik saja, khususnya di bagian timur pulau. Kebanyakan pohon tersebut ditemukan di wilayah Sulawesi Tenggara, lebih tepatnya di beberapa pulau kecil yang berada dalam provinsi tersebut. Berdasarkan penelitian, analisis DNA mutakhir menunjukkan bahwa sesungguhnya pohon jati yang berada di wilayah Sulawesi Tenggara merupakan cabang perkembangan dari jati Jawa.

Selain Sulawesi Tenggara, pohon jati juga dapat ditemukan di Sulawesi Selatan. Namun, Sulawesi Selatan masih tergolong daerah baru untuk persebaran jati, karena pohon jati baru ditanam di Sulawesi Selatan sekitar tahun 1960-1970. Pada saat itu, banyak wilayah di Sulawesi Selatan yang sedang mengalami masa reboisasi.

2.3. Dendrokronologi

Dendrokronologi, dapat disebut juga dengan penanggalan lingkaran pohon adalah metode ilmiah dalam menentukan usia sebuah pohon berdasarkan analisis dari pola cincin pertumbuhan yang terbentuk pada potongan melintang batang pohon. Dendrokronologi dapat menentukan waktu kapan cincin tersebut terbentuk pada berbagai jenis kayu. Paleoekologi, arkeologi, dan penanggalan karbon menggunakan ilmu dendrokronologi untuk berbagai aplikasi (McGovern dkk., 1995).



Gambar 4: Dendrokronologi sebagai rekor alami kondisi lingkungan

([https://www.sciencenews.org/wp-](https://www.sciencenews.org/wp-content/uploads/2020/05/060620_reviews_inline_desktop_680.jpg)

[content/uploads/2020/05/060620_reviews_inline_desktop_680.jpg](https://www.sciencenews.org/wp-content/uploads/2020/05/060620_reviews_inline_desktop_680.jpg))

Perubahan iklim menjadi salah satu topik menarik yang dapat digali dari mempelajari dendrokronologi. Banyak penelitian telah membuktikan terbacanya sinyal iklim pada pola dan karakteristik lingkaran tahun. Pertumbuhan pohon secara radial selalu dipengaruhi oleh pengaruh iklim dan lingkungan yang kompleks. Kronologi

cincin-pohon dapat berisi informasi kunci tentang perubahan iklim dan lingkungan. Kronologi cincin-pohon panjang dapat digunakan untuk memperpanjang catatan meteorologi yang terbatas, menganalisis fluktuasi iklim per tahun hingga multi-dekade dan mengevaluasi dampak berbagai faktor iklim dari waktu ke waktu. Selain itu, rekonstruksi iklim dan lingkungan berbasis lingkaran tahun memiliki kelebihan yang signifikan dibandingkan proksi lain, misalnya distribusi spasial yang luas, resolusi tahunan tinggi, penanggalan yang tepat dan sensitivitas iklim yang tinggi (Frank dkk., 2010)

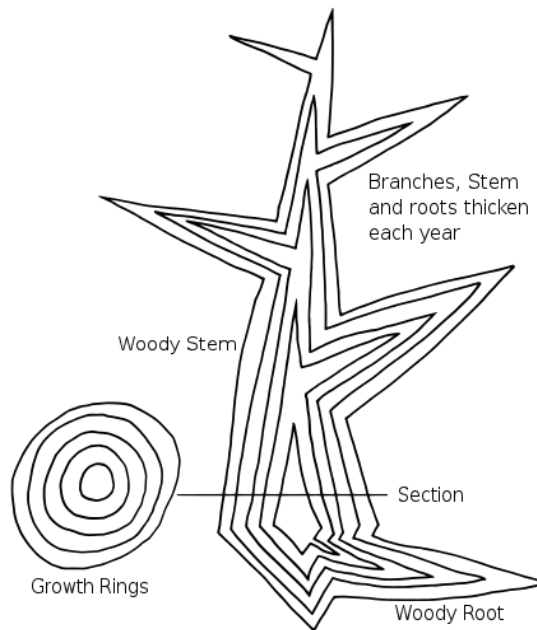
Kajian dendrokronologi sangat sedikit dilakukan pada daerah beriklim tropis sedangkan pada iklim subtropis sudah dimulai sejak awal abad ke-20. Terbatasnya kajian ini pada daerah tropis disebabkan oleh frekuensi spesies pohon yang jarang membentuk cincin pertumbuhan yang terpola dengan baik dibandingkan dengan subtropis (Worbes, 1995).

2.3.1. Cincin Pertumbuhan



Gambar 5: Cincin pertumbuhan

(<https://assets-a1.kompasiana.com/items/album/2017/09/19/91-59c100815a676f494319bfc2.jpg>)



Gambar 6: Diagram pertumbuhan sekunder pohon menunjukkan pembentukan cincin pertumbuhan

(https://en.wikipedia.org/wiki/File:Tree_secondary_growth_diagram.svg)

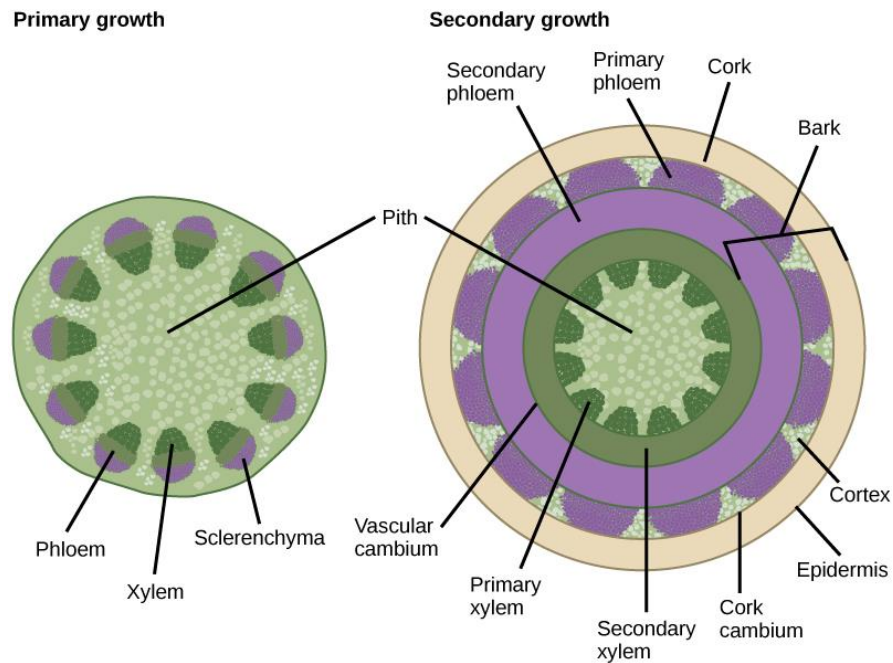
Cincin tahunan adalah Lingkaran konsentris yang terlihat pada potongan melintang batang atau batang kayu. Setiap tahun lapisan kambium menghasilkan lapisan xilem, yang pembuluhnya besar dan berdinding tipis di musim semi dan lebih kecil dan berdinding tebal di musim panas, menciptakan kontras antara cincin. Setiap tahun, pohon itu membentuk sel-sel baru, tersusun dalam lingkaran konsentris yang disebut cincin tahunan atau cincin pertumbuhan tahunan. Bagian paling tengah dari

cincin pertumbuhan kayu merupakan tahap hidup awal dari sebuah pohon yang masih mengalami pertumbuhan relatif lebih cepat, sehingga massa jenisnya lebih rendah dibandingkan dengan bagian kayu dari cincin pertumbuhan yang dekat dengan kulit terluarnya.

2.3.2. Pertumbuhan Sekunder pada Tanaman

Pertumbuhan sekunder merupakan hasil aktivitas meristem sekunder (lateral), yaitu kambium pembuluh (vaskuler) dan kambium gabus (felogen). Pada umumnya, pertumbuhan sekunder terjadi pada batang tumbuhan gymnospermae dan dikotil (Irnaningtyas, 2018).

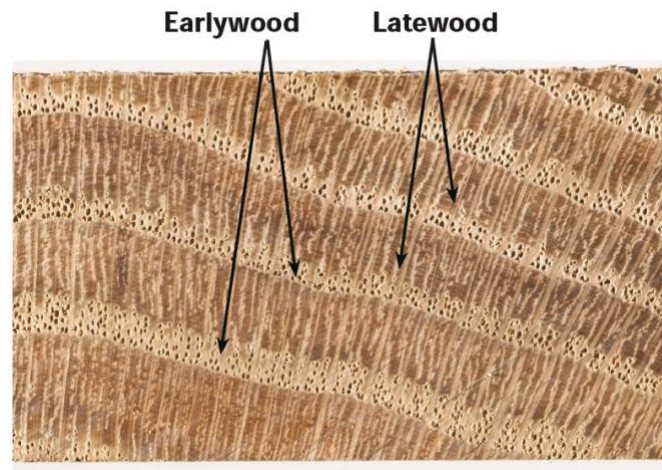
Kambium vaskuler terletak di antara xilem primer dan floem primer yaitu di berkas pengangkutan. Sel-sel kambium vaskuler membelah diri dan membentuk xilem sekunder ke arah dalam, dan floem sekunder ke arah luar. Pada tumbuhan kayu, kambium gabus adalah meristem lateral terluar. Kambium gabus menghasilkan lapisan sel yang tumbuh ke dalam yaitu feloderm. Aktivitas kambium inilah yang menyebabkan terbentuknya cincin pertumbuhan



Gambar 7: Pertumbuhan primer dan sekunder

(<https://openstax.org/books/biology/pages/30-2-stems>)

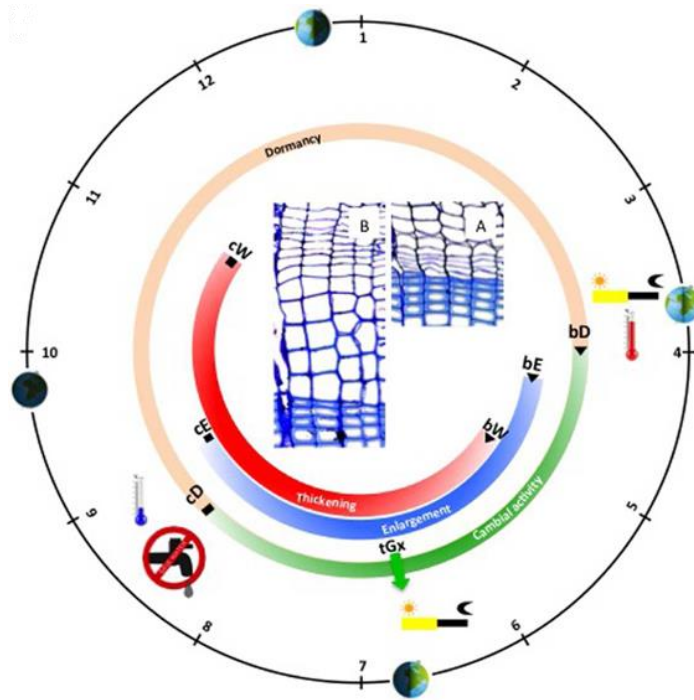
Selama musim semi, sel-sel xilem sekunder memiliki diameter internal yang besar dan dinding sel primernya tidak menebal secara ekstensif. Ini yang dikenal sebagai kayu musim semi atau *earlywood*. Selama musim gugur, xilem sekunder membentuk dinding sel yang menebal menghasilkan kayu musim gugur atau *latewood*, yang lebih padat dari *earlywood*. Pergantian kayu *earlywood* dan *latewood* ini sebagian besar disebabkan oleh penurunan musiman dalam jumlah trakea dan peningkatan musiman dalam jumlah trakeid. Ini menghasilkan terbentuknya cincin tahunan (OpenStax, 2016).



Gambar 8: Perbedaan earlywood dan latewood

(<https://www.woodmagazine.com/wood-supplies/wood-figure/what-is-latewood>)

Suhu pada awal musim tanam mempengaruhi produksi dan transportasi hormon seperti auksin dan giberelin dan translokasi nutrisi (Schrader dkk., 2003). Apabila keadaan lingkungan kering dan hangat, kadar air tanah yang rendah dan laju transpirasi pohon yang tinggi menurunkan ketersediaan air dan mengurangi tekanan turgor sel yang diperlukan untuk meregangkan dinding sel primer dan sel-sel pembentuk.



Gambar 9: Skema siklus musiman aktivitas kambial dan pembentukan cincin pohon di pohon konifera beriklim sedang.

No.	Kode	Kejadian Fenologi	Ciri Lingkungan
1	bD	Permulaan pembelahan sel kambium	Suhu hangat
2	bE	Permulaan pembesaran sel xilem	
3	bW	Permulaan deposisi dinding sel sekunder	
4	tGx	Terjadinya pertumbuhan maksimal	Cahaya matahari maksimum
5	cD	Penghentian pembelahan sel kambium	Suhu dingin Tekanan air rendah
6	cE	Penghentian pembesaran sel xilem	

7	cW	Penghentian deposisi dinding sel sekunder	
---	----	---	--

Tabel 1: Tabel siklus musiman aktivitas kambial dan pembentukan cincin pohon di pohon konifera beriklim sedang.

Pada gambar 9 lingkaran hitam menggambarkan kalender matahari, lingkaran oranye dan hijau menggambarkan evolusi musiman aktivitas kambial, sedangkan lingkaran biru dan merah menggambarkan evolusi musiman pembentukan kayu secara besar dan ketebalan.

Sekitar awal musim semi suhu mulai naik memicu aktifitas kambium. Sel kambium membelah dan membentuk xilem. Setelah sel-sel xilem pertama terbentuk, mulailah pembesaran diameter sel xilem. Beberapa minggu kemudian, penebalan dinding sel xilem dimulai. Saat sinar matahari mencapai titik maksimum, begitu pula dengan pertumbuhan sekunder. Setelah itu, aktivitas kambium dan pembesaran sel xilem mulai menurun. Saat suhu sudah turun mencapai titik rendah aktivitas kambium perbelahan sel terhenti dan pohon memasuki fase dormansi. Pada awal masa dormansi, sel-sel xilem terakhir perlahan berhenti membesar dan menebalkan dinding sel.

2.3.3. Dendrokronologi pada Pohon Jati

Jati adalah salah satu dari sedikit spesies pohon yang telah diidentifikasi untuk digunakan dalam studi lingkaran pohon tropis. Pembentukan cincin yang jelas

kemungkinan besar dipicu oleh gugurnya daun pada awal musim kemarau yang menyebabkan penghentian pertumbuhan secara virtual sampai awal musim hujan berikutnya ketika aliran pertumbuhan mendadak dimulai kembali (Bijaksana dkk., 2007). Jati dapat tumbuh sampai usia yang cukup tua (beberapa abad atau lebih) dan pola lingkaran tahunan antar pohon berbeda dalam suatu wilayah yang sama telah terbukti serupa setelah dicocokkan bersama-sama atau yang dikenal dengan istilah cross-date (Jacoby dan D'Arrigo, 1990).

Jati pertama kali terbukti cocok untuk tujuan dendrokronologis pada tahun 1930-an ketika seorang ilmuwan Belanda bernama Berlage menjelaskan kronologi lebar lingkaran pohon pertama spesies tersebut dari Jawa sejak tahun 1514 (Berlage, 1931).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dari tanggal 20 Maret sampai dengan 5 Agustus 2021. Tempat penelitian dilakukan di Tangerang, tepatnya di Foresta Primavera, BSD.

3.2. Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode eksperimen. Penulis melakukan uji coba karena perlu membandingkan. Uji coba dilakukan dengan cara menganalisis sampel kayu yang sudah diketahui kondisi hidupnya lalu menerapkan hasil analisa tersebut pada sampel kayu yang ingin diketahui datanya. Selain itu, Penulis juga melakukan kajian pustaka untuk informasi yang telah dikumpulkan melalui internet dan buku.

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah potongan kayu jati bagian pangkal batang dan meja bonggol kayu jati. Kedua sampel kayu tersebut akan dibandingkan datanya untuk mencocokkan data.

3.4. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel akan dilakukan secara tidak acak atau *purposive sampling* karena penulis secara spesifik memilih sampel yang digunakan, yaitu sampel diketahui perinciannya sebagai sampel rujukan dan sampel asing yang tidak diketahui perinciannya.

3.5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisis data kualitatif, karena data yang diperoleh penulis berupa perbandingan deskriptif dan tidak diukur dengan angka.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Pengumpulan Data

4.1.1. Deskripsi Alat dan Bahan

Alat yang dibutuhkan dalam proses pengumpulan data adalah

1. Gergaji
2. Tali rafia
3. Ampelas
4. Cling wrap
5. Alat tulis (pensil, penghapus, spidol, dan kertas)

Bahan yang dibutuhkan dalam proses pengumpulan data adalah

1. Pohon jati
2. Meja bonggol kayu jati
3. Air

4.1.2. Deskripsi Langkah Pengambilan Sampel A

Prosedur untuk pengambilan sampel adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Menandai bagian batang yang akan diambil
3. Memotong batang sesuai tanda yang telah diberikan

4. Menjemur selama satu minggu
5. Mengampelas permukaan bekas potongan sampai halus dan terlihat garis lingkaran pohonnya
6. Membasahi permukaan yang sudah diampelas lalu balut dengan *cling wrap*

4.1.3. Deskripsi Langkah Pengumpulan Data A

Prosedur untuk pengumpulan data dari sampel pertama adalah:

1. Menghitung jumlah lingkaran pohon sampel pertama
2. Mencocokkan dengan data asli tanggal tanam dan tebang sampel
3. Mengamati ciri-ciri tiap lingkaran, perhatikan ketebalan cincin dan adanya retakan, dan juga luka
4. Mencocokkan dengan data asli kondisi cuaca lingkungan hidup sampel

4.1.4. Deskripsi Langkah Pengumpulan Data B

Prosedur untuk pengumpulan data dari sampel kedua adalah:

1. Menghitung jumlah lingkaran pohon sampel kedua
2. Mengamati ciri-ciri tiap lingkaran, perhatikan ketebalan cincin dan adanya retakan, dan juga luka
3. Mencari kondisi cuaca daerah Jepara yang sesuai dengan data yang diperoleh dari sampel terhitung dari tanggal pembelian meja
4. Mencocokkan hasil tahun yang didapat dengan data yang diperoleh dari sampel

4.1.5. Hasil Pengumpulan Data

No.	Ciri	Sampel A	Sampel B
1	Jumlah cincin	8	36
2	Tebal cincin	Bervariasi cenderung tebal	Bervariasi cenderung lebih tipis
3	Retakan	Sedikit	Banyak
4	Luka	Tidak ada	Banyak

Tabel 2: Hasil observasi karakteristik cincin kedua sampel

No.	Kondisi	Keterangan
1	Usia	9 tahun
2	Curah hujan	Cenderung tinggi
3	Kelembapan udara	Cenderung lembap, namun sedikit kering pada kisaran tahun 2017 sampai 2019
4	Kebakaran	Tidak

Tabel 3: Riwayat hidup sampel A

4.2. Deskripsi Perbandingan Data

Mengambil data yang telah terkumpul dalam tabel 1 dan tabel 2, ternyata dapat terlihat gambaran besar kondisi lingkungan hidup kedua sampel jati. Pada tabel 1 sampel A diketahui memiliki 8 cincin pertumbuhan sementara pada tabel 2 usia pohon saat ditebang adalah 9 tahun. Tebal cincin sampel A diketahui bervariasi dengan

keterangan lebih lanjut cenderung lebih tebal daripada sampel B. Pada tabel 2, curah hujan lingkungan tumbuh sampel A cenderung tinggi. Ada sedikit retakan pada sampel A, lebih tepatnya di antara cincin ke-5 dan ke-6. Hal ini sesuai dengan kelembapan udara lingkungan hidup sampel A yang cenderung lembap, namun pada tahun 2017 sampai dengan 2019 mengalami sedikit kekeringan. Terakhir, dapat dilihat pada tabel 1 bahwa sampel A tidak memiliki luka yang membuktikan bahwa tidak terjadinya kebakaran semasa hidup sampel A di lingkungannya adalah benar.



Gambar 10: Sampel A



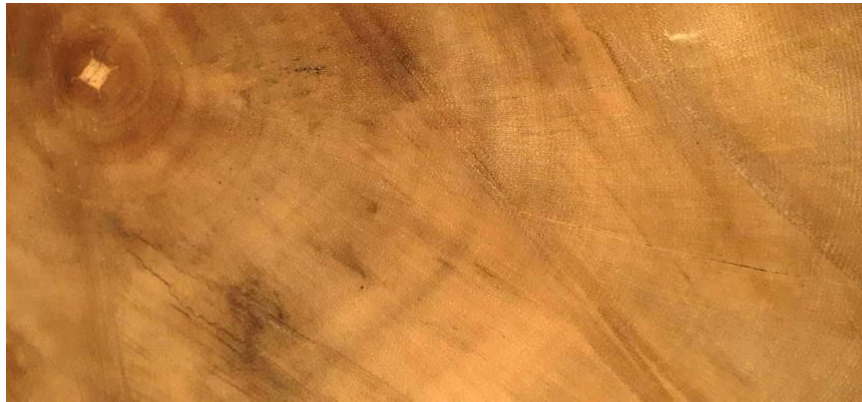
Gambar 11: Sampel B

4.3. Analisis Data Hasil Penelitian

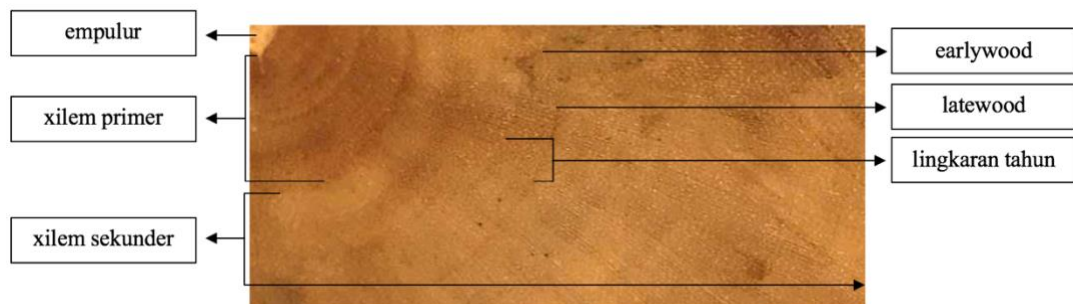
Dari data yang diperoleh dalam eksperimen ini, dapat dilihat bahwa hubungan antara usia dan lingkungan hidup pohon jati (*Tectona grandis*) dengan pembentukan lingkaran pertumbuhannya benar adanya. Jumlah cincin mengindikasikan perkiraan umur suatu pohon saat ditebang, dan ciri-ciri cincin menggambarkan keadaan lingkungan hidupnya. Tebal cincin menggambarkan curah hujan, dimana cincin yang lebih tebal berarti curah hujan yang lebih tinggi. Kelembapan udara dapat dilihat dari ada atau tidaknya retakan pada cincin pohon. Cincin yang terdapat retakan mengindikasikan cuaca yang lebih kering dari biasanya. Adanya luka pada cincin pertumbuhan merupakan tanda terjadinya kebakaran atau terbakarnya bagian pohon.

Dengan mengaplikasikan hasil analisa dari sampel A terhadap sampel B, dapat diketahui bahwa sampel berusia setidaknya 36 tahun pada saat penerbangan, hidup di daerah dengan curah hujan cenderung lebih rendah dari lingkungan sampel A, sering

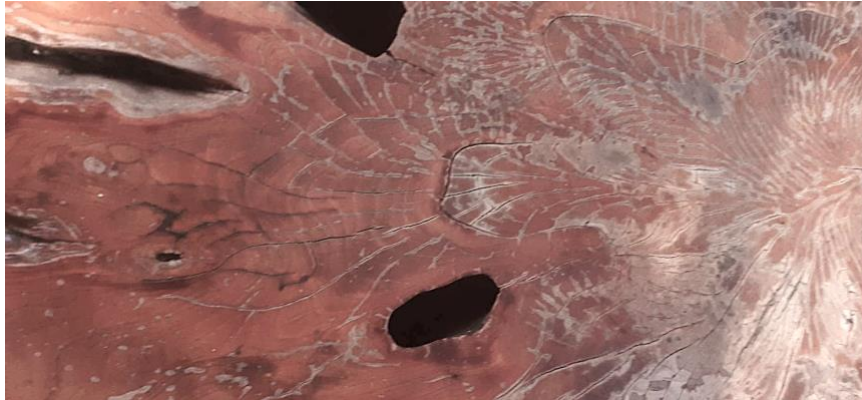
mengalami kekeringan atau keadaan lebih kering dari biasanya, dan sering mengalami kebakaran. Apabila ditelusuri dari waktu perolehan sampel yaitu pada tahun 2013, maka perkiraan tahun tanam sampel adalah pada tahun 1977. Namun setelah penelusuran yang mendalam, penulis tidak dapat menentukan daerah pasti dimana sampel tumbuh semasa hidupnya. Hal ini dikarenakan minimnya pencatatan dan info dari masa tersebut yang tersedia kepada publik.



Gambar 12: Detail cincin sampel A

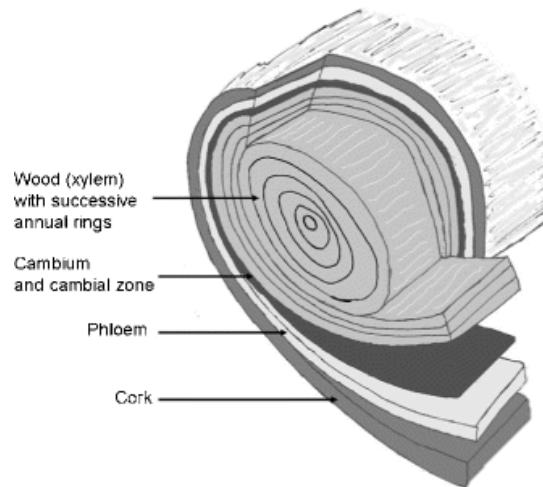


Gambar 13: Identifikasi bagian batang sampel A

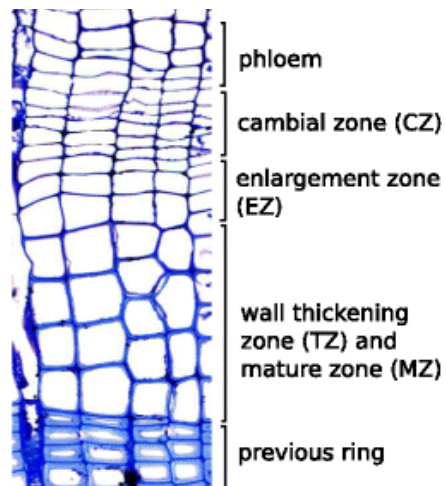


Gambar 14: Detail cincin sampel B

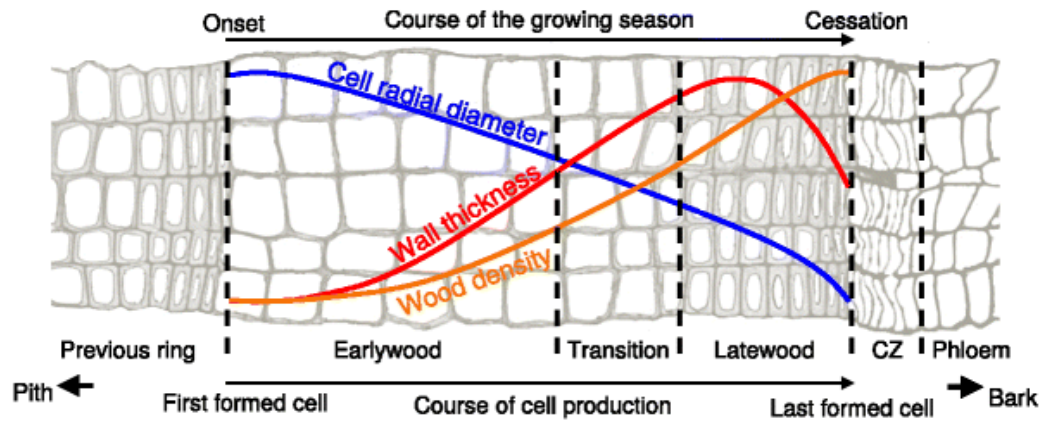
Selain itu, kedua sampel ditemukan memiliki garis cincin yang samar dan tidak tajam. Ini menunjukkan perbedaan cuaca yang kurang ekstrem dibandingkan daerah subtropis. Pohon di daerah tropis tumbuh dengan kondisi lingkungan yang mirip sepanjang tahun, namun masih terdapat perubahan musim yaitu musim hujan dan kemarau. Perbedaan musim tersebut yang mengakibatkan cincin pertumbuhan pada jati tetap terlihat walau samar.



Gambar 15: Struktur lapisan batang



Gambar 16: Struktur cincin pertumbuhan terluar



Gambar 17: Karakteristik anatomi cincin pohon yang terbentuk

Pada gambar 15 dapat dilihat diagram karakteristik anatomi cincin pohon yang seharusnya, dengan perbedaan jelas batas cincin tahun sebelumnya dengan cincin yang baru. Sementara pada sampel A dan B perbedaan fisik *earlywood* dan *latewood* tidak terlalu menonjol sehingga perbatasan antara cincin sebelum dan cincin baru terlihat samar

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Usia dan lingkungan hidup pohon jati (*Tectona grandis*) mempengaruhi ciri yang terbentuk pada cincin pertumbuhannya. Maka dari itu, dendrokronologi dapat digunakan untuk menentukan usia dan lingkungan hidup pohon jati (*Tectona grandis*).
2. Ciri fisik cincin pertumbuhan dapat menentukan usia dan keadaan lingkungan hidup pohon yang meliputi curah hujan, kelembapan udara, serta terjadinya kebakaran semasa hidupnya.
3. Ciri fisik cincin pertumbuhan yang dapat menentukan usia dan keadaan lingkungan hidup pohon adalah jumlah cincin, tebal cincin, retakan, dan luka.
4. Dengan mengaplikasikan hasil analisa dari sampel A terhadap sampel B, dapat diketahui bahwa sampel berusia setidaknya 36 tahun pada saat penerbangan, hidup di daerah dengan curah hujan cenderung lebih rendah dari lingkungan sampel A, sering mengalami kekeringan atau keadaan lebih kering dari biasanya, dan sering mengalami kebakaran.

5. Pohon yang tumbuh di daerah tropis seperti jati (*Tectona grandis*) memiliki cincin pertumbuhan yang lebih samar dibandingkan dengan pohon yang tumbuh di daerah subtropis dikarenakan keadaan lingkungan yang lebih konsisten dengan perubahan-perubahan yang tidak terlalu ekstrem.

5.2. Saran

Setelah melakukan percobaan, penulis ingin menyampaikan saran kepada pembaca yang ingin melakukan percobaan yang serupa, sebagai berikut:

1. Untuk sampel yang memiliki perkiraan usia yang lebih tua, akan lebih baik apabila pembaca dapat melakukan kunjungan langsung ke daerah asal sampel dikarenakan kemungkinan terbatasnya informasi.
2. Pembaca sebaiknya menggunakan sampel kayu sehat yang tepat pada pangkal batangnya dan menghindari penggunaan sampel kayu berupa bonggol dikarenakan bentuknya yang tidak teratur dapat mempersulit perhitungan cincin pertumbuhan dan identifikasi ciri-ciri.
3. Agar garis lingkaran pertumbuhan dapat terlihat lebih jelas, pembaca disarankan untuk mengampelas permukaan kayu sampai rata dan dipoles dengan pernis.
4. Pembaca diharapkan untuk mempersiapkan data riwayat keadaan lingkungan perkiraan sampel sebelum memulai percobaan agar tidak terlalu lama menghabiskan waktu mengumpulkan dan memilah di saat yang bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Aldrian, dkk. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Pusat perubahan Iklim dan Kualitas Udara, Kedeputian Bidang Klimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Berlage, Hendrik Petrus. 1931. On the relationship between thickness of tree rings of Djati trees and rainfall on Java. *Tectona*, 24: 939-953.
- Bijaksana, Satria, dkk. 2007. *Status of Tree-ring Research from Teak (Tectona grandis) for Climate Studies*. Jakarta: Himpunan Ahli Geofisika Indonesia.
- Capon, Brian. 2005. *Botany for Gardeners* (edisi ke-2). Portland: Timber Publishing.
- Castagneri, Daniele, dkk. 2017. How does climate influence xylem morphogenesis over the growing season? Insights from long-term intra-ring anatomy in *Picea abies*. *Annals of Botany*, 119: 1011-1020.

- D'Arrigo, Rosanne D., Gordon C. Jacoby, dan Paul J. Krusic. 1994. *Progress in Dendroclimatic Studies in Indonesia*. Taipei: Chinese Geoscience Union.
- Dewi, Listya Mustika. 2019. *Dendrokronologi: Analisis Lingkaran Tumbuhan Pohon untuk Estimasi Umur, Rekonstruksi Iklim dan Dinamika Tegakan Hutan*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Dasar-dasar Budidaya Tanaman*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Frank, David, dkk. 2010. A noodle, hockey stick, and spaghetti plate: a perspective on high-resolution paleoclimatology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(4), 507–516.
- Irma, Yolanda. 2019. *Studi Anatomi Pohon Berdaun Jarum di Sumatra Barat*. Padang: Universitas Andalas.
- Irnaningtyas. 2018. *Biologi untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kunniholm, P.I. 2001. *Dendrochronology and Other Applications of Tree-ring Studies in Archaeology*. West Sussex: John Wiley & Son, Ltd.

Laegard, J.G. 2016. *Dendrochronology*. Manchester: Manchester Metropolitan University.

Mahfudz, dkk. 2003. *Sekilas Tentang Jati*. Yogyakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.

Manetti, Maria Chiara dan Andrea Cuttini. 2005. *Tree Ring Growth of Silver Fir (Abies alba Mill.) in Two Stands Under Different Silvicultural Systems in Central Italy*. Arezzo: CRA Istituto Sperimentale per la Selvicoltura.

McGovern, Patrick Edward, dkk. 1995. *Science in Archaeology: A Review*. Massachusetts: Archaeological Institute of America.

Poussart P. F., M.N. Evans, dan D.P. Schrag. 2004. *Resolving Seasonality in Tropical Trees: Multi-decade, High-resolution Oxygen and Carbon Isotope Records from Indonesia and Thailand*. *Earth and Planetary Science Letters*, 218: 301-316.

Prasetyawati, C. Andriyani dan N. A'ida. 2019. *Morphological Characterization of Different Provenances of Teak (Tectona grandis L.)*. Bristol: IOP Publishing.

Ram, Somaru, H. P. Borgaonkar, dan A. B. Sikder. 2008. *Tree-ring Analysis of Teak (Tectona grandis L. F.) in Central India and its Relationship with*

Rainfall and moisture Index. Pune: Indian Institute of Tropical Meteorology.

Robinson, Richard. 2001. *Plant Sciences*. New York: Macmillan Reference USA.

Sarojam, N. 2005. *An Annotated Bibliography on Teak (Tectona grandis Linn. F.)*. Kerala: Kerala Forest Research Institute.

Schrader, Jarmo, dkk. 2003. Polar auxin transport in the wood-forming tissues of hybrid aspen is under simultaneous control of developmental and environmental signals. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 100: 10096–101.

Sinon, Iriwi Louisa S. 2007. *Pertumbuhan Lingkaran Pohon Jati pada Dua Sistem Kultur Berbeda di Jawa Timur*. Manokwari: Universitas Papua.

Soegianto, Agoes. 2005. *Ilmu Lingkungan, Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Suseno, Oemi Hani'in. 2000. *The History of Teak Silviculture in Indonesia*. Dalam: Hardiyanto, Eko B. (peny.). *Proceeding of the Third Regional Seminar on Teak*. Yogyakarta, Indonesia. July 31- August 4, 2000. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan UGM, Perum Perhutani, dan TEAKNET-Wilayah Asia Pasifik.

Wiraatmaja, I Wayan. 2017. *Zat Pengatur Tumbuh Giberelin dan Sitokinin*.

Kuta: Universitas Udayana

Wirjohamidjojo, Soerjadi, dan Yunus Swarinoto. 2007. *Praktek Meteorologi*

Pertanian. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.

Wirjohamidjojo, Soerjadi, dan Yunus Swarinoto. 2010. *Iklim Kawasan*

Indonesia: Dari Aspek Dinamik-Sinoptik. Jakarta: Badan Meteorologi

Klimatologi dan Geofisika.

Worbes, Martin. 1995. *How to Measure Growth Dynamics in Tropical Trees a*

Review. Leiden: Brill.

Web

Balai Pelestarian Situs Manusia Purba Sangiran. 2015. "Dendrochronology

Salah Satu Metode Penanggalan dalam Arkeologi."

<https://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpsmpsangiran/dendrochronology>

-salah-satu-metode-pertanggalan-dalam-arkeologi/. Diakses pada 13

Februari 2021

Farm Forest Line. 2009. "Wood Growth and Structure."

http://www.farmforestline.com.au/pages/2.1.2.1_wood.html. Diakses

pada 27 Juli 2021

GBIF Secretariat. 2019. "GBIF Backbone Taxonomy: *Tectona grandis* L.f.."

<https://doi.org/10.15468/39omei>. Diakses pada 25 Februari 2021.

OpenStax. 2016. "Biology Unit 6. Plant Structure and Function: Stems."

<https://openstax.org/books/biology/pages/30-2-stems>. Diakses pada 12 Agustus 2021

Organismal Biology. "Plant Development II: Primary and Secondary Growth."

<https://organismalbio.biosci.gatech.edu/growth-and-reproduction/plant-development-ii-primary-and-secondary-growth/>.

Diakses pada 12 Agustus 2021.

Wong, Yan. 2021. "Do trees in rainforests have seasonal growth rings?"

<https://www.sciencefocus.com/nature/do-trees-in-rainforests-have-seasonal-growth-rings/>. Diakses pada 13 Agustus 2021

LAMPIRAN



Permukaan potongan kayu sampel A setelah diampelas dan dibasahi agar lingkaran pertumbuhan terlihat jelas



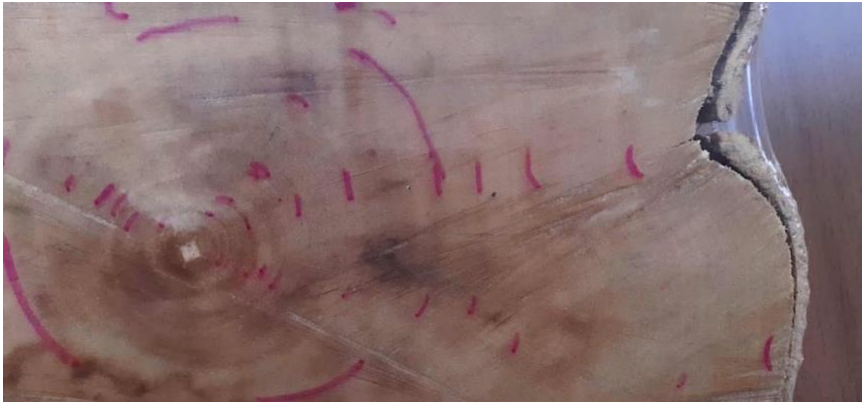
Detail permukaan sampel A dengan cincin yang samar namun terlihat



Proses penandaan ciri lingkaran tahun sampel A menggunakan *cling wrap*.



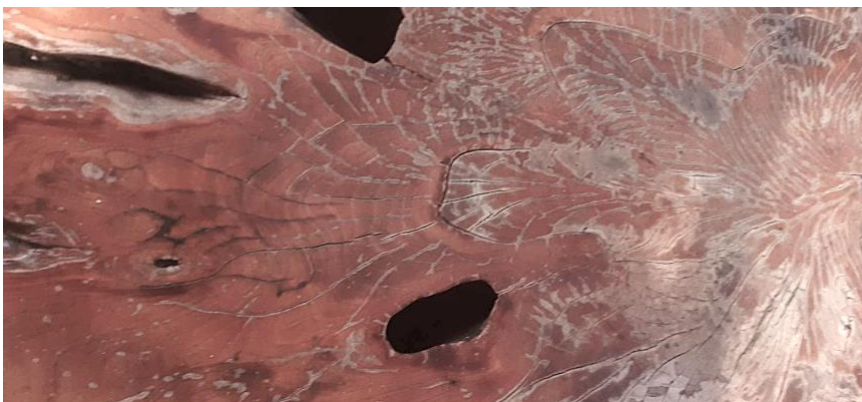
Retakan di antara cincin ke-5 dan ke-6 sampel A



Perbedaan warna dan ketebalan cincin sampel A



Meja bonggol kayu jati dari Jepara, sampel A



Lekukan terjauh dari cincin pertama sampel B



Cincin pertama/pusat pohon sampel B