



STUDI PERTUMBUHAN MIKROSKOPIS: PENGARUH SUHU DAN CURAH HUJAN TERHADAP AKTIVITAS KAMBIUM PADA KAYU JELUTONG

(Studied of Microscopic Growth; the Influence of Temperature and Rainfall on Cambium Activities in Jelutong Wood)

Lies Indrayanti^{1*}, Sri Noegroho Marsoem²

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

²Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

*Email: indayantilies@for.upr.ac.id

Diterima : 25 Juli 2022

Direvisi : 30 Agustus 2022

Disetujui : 3 September 2022

ABSTRACT

The cambium activity in wood formation is highly affected by temperature and rainfall. The aim of the present study was to investigate the cambium activities, i.e., cell number, cell proportion and cell size during the growth period of jelutong wood. The pinning method was employed as the marking for initiating the observations on formation and sizes of wood cells. The results revealed three patterns of the effect of the change in temperature and rainfall. First, when both temperature and rainfall increase, the fiber cells number increases, while the vessel cells, parenchyma cells, and rays decrease. The size of new fiber cells alters in which cell diameter, lumen diameter, and cell wall thickness increase, but fiber length decreases. This pattern forms short cells with thick cell walls. In the observation when temperature increases and rainfall decreases, the number of fiber cells and vessel cells increases while the number of parenchyma cells and rays decreases. New fiber cells have an increase in cell diameter, lumen diameter, and fiber length, but a decrease in cell wall thickness. The cells formed in the second pattern are long cells with thin cell walls. The third observation is when the temperature increases and rainfall decreases. In this pattern, the number of fiber cells, vessel cells and the cell size decrease, but the number of parenchyma cells and rays increases. This pattern forms short cells and thick cell walls. It causes variations in the properties of wood and affects the wood quality.

Kata kunci (Keywords): cambium activity, temperature, rainfall, wood formation.

PENDAHULUAN

Jelutong rawa (*Dyera lowii* Hock) adalah salah satu jenis pohon asli yang tumbuh khususnya pada hutan rawa gambut. Ada beberapa manfaat yang bisa didapatkan dari bagian-bagian pohon, getahnya dapat digunakan antara lain sebagai bahan permen karet. Sementara

menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Wong et al, (2011) daun dan kulitnya untuk pengobatan peradangan, demam dan nyeri. Kayu jelutong dapat untuk berbagai macam penggunaan, antara lain sebagai komponen gitar dan biola (Yahya et al, 2010). Laju pertumbuhan pohon jelutong

yang disadap lebih rendah 36-49% dari jelutung tidak disadap, namun keduanya masih lebih tinggi dari laju pertumbuhan pohon meranti maupun pohon rimba campuran lainnya (Indrayanti, 2017). Pembentukan kayu pada pohon ditentukan oleh aktivitas pembelahan sel pada kambium. Aktivitas sel yang dimaksud yaitu banyaknya sel membelah diri dan perubahan dimensi sel yang menyebabkan membesarnya diameter batang. Marsoem (2010) mengatakan bahwa pembentukan kayu pada pertumbuhan pohon ditentukan oleh jenis, genetik dan kondisi lingkungan. Faktor-faktor kondisi lingkungan yang mempengaruhi aktivitas kambium ini antara lain adalah suhu dan curah hujan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk melihat pengaruh suhu dan curah hujan terhadap aktivitas kambium ini yang pertama adalah Die *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa pada pohon jati terdapat hubungan yang kuat antara tebal kambium dengan curah hujan bulanan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Marcati *et al.* (2006) pada *Cedrela fissilis*, menyatakan bahwa aktivitas pada kambium terjadi satu kali per tahun untuk masing-masing masa aktif dan masa tidur (dorman), keduanya terjadi pada musim hujan adalah periode aktif, sedangkan pada musim kemarau atau kering adalah periode dorman. Variabilitas kayu bersumber dari tempat tumbuh dan kondisi lingkungan yang berbeda (Zobel dan Buijtenen, 1989). Menurut Die *et al.* (2012) mengatakan bahwa faktor lingkungan yaitu curah hujan mempengaruhi differensiasi sel masih sedikit diketahui. Beberapa hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa perubahan yang terjadi pada suhu dan curah hujan, akan berpengaruh terhadap pembentukan kayu dan dimensi sel. Kualitas kayu akan sangat dipengaruhi oleh dimensi sel yang terbentuk. Salah satu metode yang dapat

digunakan untuk melihat aktivitas kambium adalah metode pinning atau penusukan. Penggunaan metode penusukan ini dimaksudkan adalah untuk memberi penandaan pada kambium. Sehingga dapat melakukan pengamatan dan mengetahui secara lebih jelas pertumbuhan dan perkembangan sel. Sekaligus, metode ini bisa digunakan untuk mengklarifikasi laju pertumbuhan dengan metode pengukuran pada lingkaran batang. Pengamatan yang dilakukan adalah selama periode mulai penandaan sampai pada saat sampel diambil. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas dilakukan penelitian pengaruh perubahan suhu dan curah hujan terhadap pembentukan sel dan dimensi sel kayu jelutung.

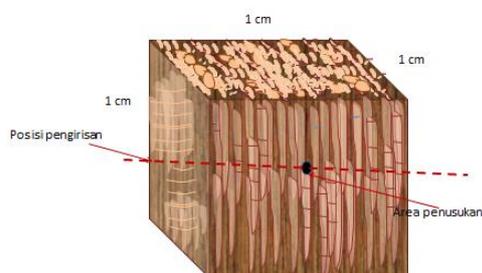
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan penelitian yang digunakan adalah empat pohon jelutung tanaman, diameter pohon berkisar dari 10-18 cm. Metode yang digunakan adalah metode penusukan menggunakan paku kecil berdiameter kurang lebih 1 - 2 mm. Paku ditusukan di ketinggian 1,30 m melalui kulit sampai dengan menyentuh bagian kambium. Pada area penusukan kemudian dilakukan penandaan bentuk kotak berukuran 2 cm x 2 cm dengan menggunakan cat. Pengambilan sampel menggunakan pahat di luar pinggiran area yang diberi tanda dengan kedalaman kurang lebih 2 cm. Sebelum penandaan dilakukan pengukuran lingkaran batang, pengukuran selanjutnya dilakukan pada saat sebelum pengambilan sample. Perlakuan tersebut adalah untuk mendapatkan data laju pertumbuhan pohon dengan metode pengukuran lingkaran batang. Ilustrasi posisi cara pengukuran keliling batang, posisi dan cara penusukan, penandaan pada batang dan peralatan yang digunakan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi dan cara pengukuran keliling batang, posisi dan cara penusukan, penandaan pada batang dan peralatan yang digunakan (a) Pengukuran lingkaran batang pada posisi setinggi 130 cm dari permukaan tanah; b) Penusukan pada kulit batang; c) Posisi pengukuran ± 10 cm di atas pengukuran lingkaran batang diberi tanda kotak ukuran 2 x 2 cm; d) Peralatan yang digunakan paku, tang, pahat, palu)

Penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yang pertama tiga tusukan dibuat ke pohon pada saat yang sama. Selanjutnya, sampel diambil untuk setiap titik, satu bulan, dua bulan dan tiga bulan sesudahnya. Cara kedua dilakukan penusukan pada pohon masing-masing dua titik. Perbedaan waktu antar penusukan selama satu bulan, sedangkan pengambilan sampel secara bersamaan. Bentuk dan ukuran sampel yang didapatkan dari kedua cara tersebut seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk dan ukuran sampel kayu dan posisi pengirisan

Sampel selanjutnya dibuat preparat yaitu untuk keperluan pengamatan

terhadap anatomi kayu. Pengamatan terdiri dari penghitungan jumlah sel proporsi sel dan pengukuran dimensi sel. Urutan cara pembuatan sampel yaitu sebagai berikut:

1. Membuat preparat irisan pada 3 penampang kayu. Pembuatan preparat menggunakan mikrotom, sampel diiris setebal 10 - 20 mikron tepat pada bagian penusukan. Irisan kemudian dimasukkan ke dalam alkohol selama 5 menit untuk menghilangkan air dari dalam irisan kayu. Kemudian irisan kayu direndam dalam safranin 2% selama 2 menit, agar pewarnaannya merata dicelupkan kembali ke dalam alkohol. Selanjutnya dicelupkan ke dalam siliol berulang-ulang agar sisa alkohol dan gelembung udara hilang. Terakhir irisan diletakkan pada gelas obyek dan dikeringkan menggunakan alat pengering slide fisher pada suhu 40-45°C. Sebelum ditutup dengan *deck glass* irisan kayu diberi Canada balsam, fungsinya sebagai pengawet dan perekat.
2. Pembuatan preparat maserasi kayu. Sampel berupa stik kayu berukuran 1 mm x 1 mm x 20 mm dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan asam asetat glasial dan perhidrol dengan perbandingan 1 : 20. Tabung reaksi ditutup kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur yang berisi air dan direbus selama 3 jam sampai serat berwarna putih dan terurai. Sampel kemudian dicuci dengan air suling, agar serat dapat terpisah tabung reaksi digojok-gojok, diberi safranin dan didiamkan beberapa saat. Serat-serat kemudian dipindahkan ke atas kaca preparat, diletakkan di atas pemanas beberapa saat, kemudian diberi silol sehingga lebih memastikan air dan alkohol hilang, diberi Canada balsam, sebelum ditutup dengan *deck glass*.

3. Pemotretan preparat. Preparat di potret dengan pembesaran 4x dan 10 x menggunakan mikroskop digital.
4. Penentuan proporsi sel. Penentuan proporsi sel dan pengukuran dimensi sel pada foto hasil pemotretan menggunakan program Image Pro plus V 4.5. Pertama menyiapkan *grid mask* dengan *spacing horizontal* dan vertikal masing-masing 100, kedua menyiapkan foto anatomi kayu yang akan diukur dan dihitung pada penampang melintang (x). Foto anatomi dihitung jumlah titik dot grid menggunakan manual tag. Hasil perhitungan di export ke Microsoft Excel. Prosentase masing-masing sel yang didapat dari jumlah titik dot grid dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ jari - jari} = \frac{\text{jumlah titik pada sel jari - jari}}{\text{jumlah titik pada foto}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Pembuluh} = \frac{\text{jumlah titik pada sel pembuluh}}{\text{jumlah titik pada foto}} \times 100\%$$

$$\% \text{ parenkim} = \frac{\text{jumlah titik pada sel parenkim}}{\text{jumlah titik pada foto}} \times 100\%$$

$$\% \text{ serabut} = \frac{\text{jumlah titik pada sel serabut}}{\text{jumlah titik pada foto}} \times 100\%$$

5. Pengukuran diameter serat, diameter lumen, tebal dinding sel dan panjang serat. Sebelum pengukuran, ditentukan jumlah serat yang diukur berdasarkan pengukuran pendahuluan yaitu 100 serat. Jumlah serat yang akan diukur dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$N = \frac{4S^2}{L}$$

Keterangan:

N = Jumlah serat yang diukur pada sampel berikutnya

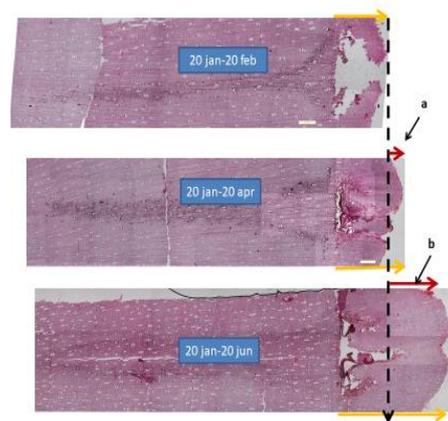
S = Standar deviasi 100 pengukuran pertama

L = Nilai rata-rata panjang serat 100 pengukuran pertama × 0,05 (error 5%)

Pengukuran menggunakan foto dengan pembesaran 100 x. Sel yang diukur ditentukan secara acak dengan cara penentuan *gridmask*, ditentukan jumlah serat (N) yang akan diukur, selanjutnya dipilih *lay out random*, pada foto akan muncul *dot grid*, kemudian dilakukan pengukuran pada serat yang berada pada area *dot grid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada penampang kayu jelutong selama tiga periode, dengan waktu yang berbeda masing-masing satu bulan untuk pengambilan sampel masing-masing ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Penampang transversal kayu jelutong kapur, perkembangan sel kayu jelutong kapur berdasarkan periode pertumbuhan satu, tiga dan lima bulan setelah penandaan (panah warna hitam). Selisih panjang (pertumbuhan) antara tiga bulan (a) dan lima bulan (b) setelah penusukan

Tanda panah hitam merupakan daerah pertumbuhan. Antara sampel pertama, kedua dan ketiga jelas terlihat terdapat perbedaan panjang yaitu tanda panah merah. Ada tiga peristiwa yang terjadi pada saat proses pertumbuhan dan perkembangan untuk tingkat sel yaitu sel membelah, sel membesar serta diferensiasi sel (Salisbury dan Ross, 1992).



Tabel 1. Hasil Perhitungan Pertambahan panjang, pertambahan jumlah sel, proporsi sel dan dimensi sel kayu jelutung

Bulan	Pertam- bahan Panjang (mm)	Pertam- bahan Sel (buah)	Proporsi sel (%)					Dimensi sel (µm)			CH (mm)	Suhu (°C)
			Pembu- luh	Serat	Paren- kim	Jari- jari	Diame- ter Sel	Diame- Ter Lu men	Tebal Dinding sel	Panjang Serat		
Jan-Feb	1,83	75,50	4,87	59,03	12,47	23,62	17,82	13,50	2,16	1,460	503,40	27,40
Jan-Apr	2,92	106,00	3,85	68,26	10,56	17,33	21,00	16,65	2,18	1,431	561,10	27,70
Jan-Juni	4,96	185,00	4,27	76,73	4,65	14,35	22,93	18,66	2,14	1,601	135,80	28,00

Pengamatan dan perhitungan untuk melihat pertumbuhan yang terjadi setelah penandaan yaitu pertambahan panjang yang juga menunjukkan terjadi pertambahan jumlah sel, proporsi sel dan dimensi sel. Perhitungan dilakukan pada jaringan yang diberi tanda hitam pada Gambar 3. Hasil selengkapnya perhitungan untuk cara pertama dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengamatan menunjukkan diameter sel berkisar dari 17,82 - 22,93µm, diameter lumen berkisar 13,50 – 18,66 µm dan tebal dinding sel berkisar 2,14 - 2,18 µm, nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan dimensi sel jelutung menurut Martawijaya et al. (1981) yaitu diameter serat 35 µm tebal dinding sel 3,2 µm dan diameter lumen 28 µm. Hasil pengamatan untuk proporsi sel menunjukkan kalau proporsi terendah ada pada sel pembuluh yaitu berkisar antara 3,85 - 4,27 %, kemudian diikuti sel parenkim yaitu berkisar antara 4,65 - 12,47 %, selanjutnya diikuti oleh sel jari-jari yaitu berkisar antara 14,35 - 23,62 %, proporsi terbanyak pada serat yaitu 59,03 - 76,73 %. Pertambahan panjang merupakan hasil pengukuran dari pertambahan sel mulai tanda kerusakan yang terjadi akibat penusukan sampai ke bagian tepi sebelum kulit. Oleh karena itu pertambahan panjang dapat menggambarkan pertumbuhan yang terjadi. Pada Tabel 1. tersebut di atas menunjukkan bahwa terjadi pertambahan panjang dari bulan Januari-Juni, selanjutnya dari selisih pertambahan panjang tersebut dapat dihitung laju

pertumbuhan diameter batang jelutung kapur per bulan yaitu 0, 1292 cm/bulan atau 1,55 cm/tahun. Hasil ini lebih rendah dari pengamatan laju pertumbuhan dengan pengukuran lingkaran batang pada pohon yang sama yaitu rata-rata 1,72 cm/tahun. Perbedaan dalam hasil pengukuran diduga disebabkan oleh diameter yang dihasilkan oleh pengukuran lingkaran batang termasuk kulit batang, sehingga didapatkan ukuran yang lebih tinggi. Makinen et al. (2008) mengemukakan bahwa pertambahan diameter yang diukur dengan dendrometer lebih besar daripada metode pinning.. Menurut Keeland dan Sharitz (1993) perbedaan hasil pengukuran lingkaran batang berhubungan dengan kulit dan karakteristik batang.

Kemungkinan lainnya adalah karena tingkat ketelitian pengukuran dengan lingkaran batang lebih rendah selain disebabkan alat ukur berupa meteran dari baja yang kemungkinan bias terjadi pemuaian. Menurut Pesonen (2004) yang mengukur perubahan diameter batang dengan menggunakan band dendrometer yang terbuat dari baja yang secara teoritis akurasi alat tersebut adalah 0,03 mm.

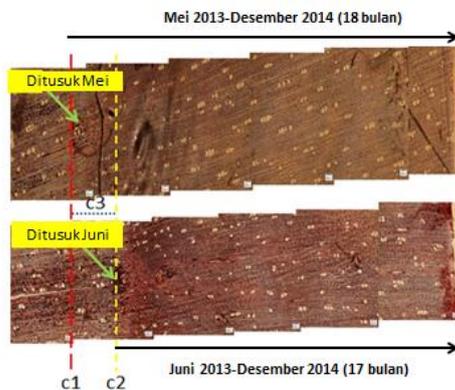
Pengamatan cara kedua dilakukan selama 18 bulan (Mei – Desember) dengan perlakuan dua penandaan yang berbeda satu bulan dilakukan, tetapi pengambilan sampel dilakukan pada hari dan tanggal yang bersamaan. Hasil pengamatan pada contoh uji yang mengalami penandaan dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 2. Pertambahan panjang, pertambahan jumlah sel dan proporsi sel kayu jelutung kapur sebelum dan sesudah penandaan

Penandaan	Periode Bulan	Pertambahan Panjang (mm)	Pertambahan Jumlah sel (buah)	Proporsi sel (%)			
				Pembuluh	Serat	Parenkim	Jari-jari
Sebelum	April	0	0	8,18	77,82	2,82	11,27
	Mei	0	0	5,17	71,1	3,72	20,01
Sesudah	Mei	15,25	270,00	7,89	76,98	2,75	12,38
	Juni	14,11	242,00		71,44	3,71	19,71

Tabel 3. Dimensi sel kayu jelutung kapur sebelum dan sesudah penandaan

Penandaan	Periode Bulan	Dimensi sel μm				Suhu $^{\circ}\text{C}$	Curah hujan (mm)
		Diameter serat	Diameter lumen	Tebal dinding serat	Panjang serat		
Sebelum	April	28,9	23,71	2,59	1,58	27,70	561,10
	Mei	32,86	26,76	3,05	1,46	27,70	284,50
Sesudah	Mei	26,68	22,09	2,29	1,37	27,70	284,50
	Juni	32,06	26,42		1,38	28,0	135,80



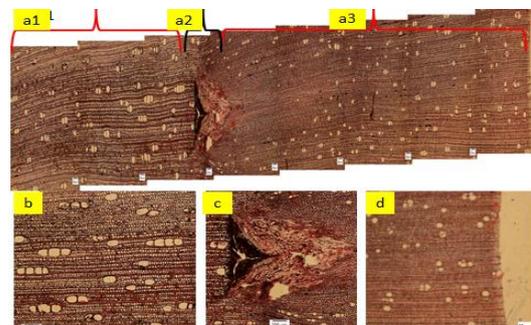
Gambar 4. Penampang transversal kayu jelutung kapur. atas penandaan bulan Mei 2013; bawah penandaan bulan Juni 2014; c1 batas sebelum dan sesudah penandaan sampel Mei; c2 batas sebelum dan sesudah penandaan sampel Juni; c3 selisih pertambahan panjang (pertumbuhan) antara Mei dan Juni.

Berbeda dengan cara pertama, dimana penandaan dilakukan bersamaan maka selisih pertambahan panjang terdapat pada bagian dekat kulit, sedangkan pada pengamatan ini selisih pertambahan panjang terdapat di bagian dalam. Perhitungan terhadap pertambahan panjang, pertambahan jumlah sel selama periode pertumbuhan dan perhitungan proporsi sel, dimensi sel sebelum dan sesudah penandaan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Selisih pertambahan panjang dan pertambahan jumlah sel antara penandaan didapatkan sebesar 1,140 mm dan 28 buah sel atau terdapat jumlah sel 24,56 buah/mm. Selisih panjang

keduanya ini menunjukkan laju pertumbuhan jelutung kapur per bulan.

Selain terdapat pertambahan panjang dan pertambahan jumlah sel juga terdapat perbedaan susunan dan ukuran pembuluh sebelum dan sesudah dilakukan penandaan melalui pengamatan makroskopis dari sampel penusukan seperti pada Gambar 5.

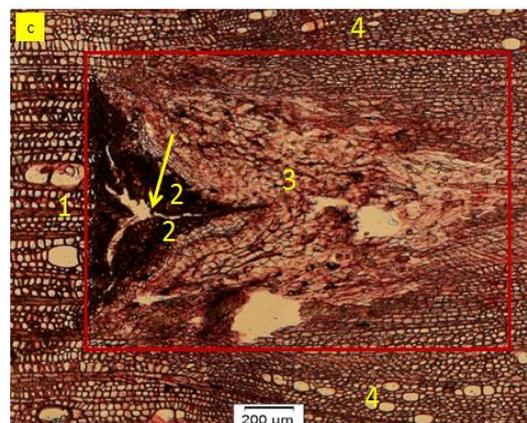


Gambar 5. Penampang transversal kayu jelutung kapur (a1, a2, a3) sampel penusukan Mei 2013 dan diambil Desember 2014; Potongan a1 dibesarkan pada b yaitu penampang sebelum penusukan. Potongan a2 dibesarkan pada c yaitu daerah penusukan dan gambaran respon pertumbuhan. Potongan a3 dibesarkan pada d yaitu penampang dekat kulit atau akhir pengamatan).

Pada Gambar 5. menunjukkan terdapat perbedaan susunan sel yang cukup jelas pada jaringan sebelum penandaan dan sesudah penandaan (Gambar b dan c). Secara makroskopis perbedaan yang jelas dari kedua gambar tersebut adalah susunan dan ukuran pembuluh. Pada jaringan sebelum

penandaan atau Gambar b terdapat susunan pembuluh tunggal maupun bersambungan 2 - 4, sedangkan pada Gambar c juga terdapat susunan pembuluh yang sama tetapi dengan ukuran yang lebih kecil dan lebih sedikit dibandingkan sebelum penandaan. Gambar d yaitu pada akhir pengamatan (18 bulan) menunjukkan sel-sel yang telah pulih, tidak tampak ada tanda kerusakan namun secara makroskopis masih terdapat perbedaan dengan jaringan sebelum penandaan pada ukuran pembuluh sedangkan susunan kedua potongan yang relatif sama. Hasil penelitian yang sama yang dilakukan oleh Zarnudin et al. (2011) pada *Shorea leprosula* dan *Hopea odorata*, bahwa terjadi penurunan pada ukuran diameter pembuluh dari sebelum dengan sesudah dilakukan penandaan berturut-turut sebesar 40% dan 26,33%. Menurut Seo et al. (2006) konsep tindakan penandaan adalah kambium akan memberikan dua respon yaitu pertama pada sekitar kanal penusukan, kambium akan berhenti melakukan pembentukan sel baru, sedangkan respon yang kedua yaitu pada bagian yang terpisah dari kanal penusukan akan terjadi perkembangan sel, kedua respon ini memungkinkan dapat digunakan untuk memantau pembentukan kayu dalam jangka waktu tertentu. Konsep tersebut dapat dilihat dari hasil pengamatan yang dilakukan pada pohon jelutung seperti pada Gambar 6.

Gambar 6. tanda panah adalah kanal penusukan, pada sekitar kanal atau no 2 adalah jaringan kambium yang mati, sedangkan no 3 adalah struktur sel baru yang terbentuk. Menurut Norline et al. (2011) penusukan akan berpengaruh pada semua sel hidup di sekitar kanal penusukan. Struktur sel baru yang terbentuk ber dinding tipis pada awal differensiasi sel yaitu terdapat pada



Gambar 6. Penampang transversal kayu jelutung kapur sampel penandaan Mei 2013 dan diambil Desember 2014, daerah penandaan dan gambaran respon pertumbuhan ; 1 adalah jaringan sebelum penusukan; tanda panah adalah kanal penusukan; 2 jaringan sekitar kanal yang dilukai; 3 jaringan yang dibentuk setelah penusukan; 4 jaringan utuh

daerah dekat kanal penusukan (Seo et al., 2006). Sel-sel tersebut apabila dibandingkan dengan jaringan yang utuh (no 4) tampak tidak beraturan baik bentuk maupun ukuran sel, kondisi ini menurut Nobuchi (1995) bahwa posisi inisial kambium pada saat penusukan diperkirakan berada di daerah dimana tidak terpengaruh secara langsung oleh pinning sehingga masih dapat untuk melanjutkan aktivitas fisiologis dan menghasilkan pembentukan sel yang menyimpang.

Setiap periode pertumbuhan dari hasil perhitungan terhadap pertumbuhan, penambahan sel, proporsi dan dimensi sel pada (Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3) menunjukkan selain terdapat perubahan pada masing-masing parameter juga terdapat perbedaan pada sel yang terbentuk. Perubahan tersebut diduga berkaitan dengan terjadinya perubahan terhadap suhu dan curah hujan. Pertumbuhan dan penambahan sel yang terjadi, maupun perubahan terhadap proporsi sel dan dimensi sel serta sel yang terbentuk pada masing-masing periode pertumbuhan untuk cara pertama dan kedua dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pertumbuhan, penambahan sel, perubahan proporsi sel, dimensi sel dan sel yang terbentuk pada masing-masing periode pertumbuhan.

Parameter yang diamati	Pengamatan I		Pengamatan II	
	Feb -April	April-Juni	April - Mei	Mei- Juni
Pertumbuhan (mm)	1,09	2,04	0	1,14
Pertambahan sel (buah)	30,05	79	0	28
Serat (%)	v	v	^	^
Pembuluh (%)	^	v	^	^
Parenkim (%)	^	^	v	v
Jari-jari (%)	^	^	v	v
Diameter sel (µm)	v	v	v	v
Diameter lumen (µm)	v	v	v	v
Tebal dinding sel (µm)	v	^	v	v
Panjang serat (µm)	^	v	^	v
Suhu (°C)	v	v	o	v
Curah hujan (mm)	v	^	^	^
Sel yang terbentuk	Pendek Dinding sel tebal	Panjang Dinding sel tipis	Pendek Dinding sel tebal	Panjang Dinding sel tebal

Keterangan: v = peningkatan; ^ = penurunan; o = tetap;

Periode pertumbuhan Februari-April menunjukkan terjadi selisih pertumbuhan panjang yaitu sebesar 1,09 mm, sedangkan pertumbuhan jumlah sel sebanyak 30,05 buah sel atau terdapat jumlah sel 27,98 buah/ mm. Proporsi sel yang terbentuk pada periode tersebut terjadi penurunan pada proporsi sel pembuluh, sel parenkim dan sel jari-jari, sedangkan proporsi sel serat meningkat. Dimensi sel menunjukkan peningkatan pada diameter sel, diameter lumen dan tebal dinding sel, sedangkan panjang serat menurun. Selama periode pertumbuhan periode Februari-April dimana terjadi peningkatan laju pertumbuhan (pertambahan panjang/ pertambahan jumlah sel) dan peningkatan ukuran sel yaitu diameter sel, diameter lumen dan tebal dinding sel tetapi sel yang terbentuk lebih pendek. Pada periode berikutnya selisih pertumbuhan panjang April-Juni adalah 2,04 mm, sedangkan pertumbuhan jumlah sel sebesar 79 buah sel, atau didapatkan jumlah sel per mm yaitu 38,72 buah/mm. Proporsi sel yang terbentuk pada periode tersebut yaitu terjadi peningkatan pada proporsi sel pembuluh dan serat, sedangkan proporsi sel parenkim dan sel jari-jari menurun. Dimensi sel untuk periode ini menunjukkan peningkatan pada diameter sel dan diameter lumen, tetapi tebal

dinding sel menurun dan panjang serat meningkat.

Periode bulan April-Juni dimana terjadi peningkatan terhadap suhu dan penurunan pada curah hujan, juga terjadi pertumbuhan panjang/ pertumbuhan jumlah sel dan terjadi peningkatan terhadap dimensi selnya yaitu sel lebih panjang tetapi dinding sel yang lebih tipis. Dilihat dari pertumbuhan panjang, periode pertumbuhan April-Juni lebih besar 87,16 % dari Februari-April, sedangkan dari selisih pertumbuhan selnya periode April-Juni lebih besar 159 % dari periode Februari-April. Proporsi sel yang terbentuk relatif sama yaitu terbanyak pada proporsi serat diikuti oleh sel jari-jari, sel parenkim dan sel pembuluh, tetapi terdapat perbedaan pada dimensi selnya, sel periode Februari-April dinding sel lebih tebal dan serat lebih pendek, sebaliknya pada periode April-Juni dinding sel lebih tipis dan serat lebih panjang. Menurut Kozłowski dan Pallardy (1977) bahwa kebanyakan proses pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh suhu. Menurut Die et al. (2012) perkembangan cambial, lebar daerah cambial, jumlah lapisan sel dan daerah differensiasi xylem sangat berkorelasi satu sama lain dan menunjukkan hubungan yang kuat dengan curah hujan bulanan. Ohashi et al. (2009) mengatakan bahwa pembentukan



xylem terjadi pada saat musim hujan, kemudian berhenti atau ditunda pada musim kemarau. Hasil pengamatan perubahan pada proporsi sel maupun ukuran sel dari kedua periode pertumbuhan tersebut di atas diduga merupakan respon terhadap perubahan suhu maupun curah hujan. Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi perubahan suhu yang terus meningkat dari 27,40 0C menjadi 27,70 0C dan terakhir pengamatan 28 0C, sedangkan curah hujan yang mengalami peningkatan dari 503,40 mm/bulan menjadi 561,10 mm/bulan dan kemudian menurun menjadi 135,80 mm/bulan sama-sama berpengaruh terhadap pertumbuhan sel, tetapi dengan ukuran sel yang berbeda, dimana perubahan suhu dari 27,40 - 27,70 0C dinding sel menjadi lebih tebal dan sel lebih pendek sedangkan perubahan suhu dari 27,70-28 0C dinding sel menjadi lebih tipis dan lebih panjang. Kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian Antonova dan Stasova (1992) bahwa suhu berpengaruh terhadap pembelahan awal sel xylem dan akumulasi biomasa pada dinding sel yang berarti terjadi penambahan jumlah sel dan ukuran sel, namun pada saat yang sama peningkatan suhu akan berpengaruh negatif terhadap ketebalan dinding sel. Lebih lanjut dikatakan selain suhu, ketersediaan air juga berpengaruh terhadap proses menebalnya dinding sel serta tahap sebelum perkembangan sel.

Periode pertumbuhan pada pengamatan dengan cara kedua kedua yaitu April - Mei terjadi penurunan pada proporsi sel pembuluh dan sel serat, sedangkan proporsi sel parenkim dan jari-jari meningkat. Dimensi sel yang terbentuk pada periode pertumbuhan April - Mei menunjukkan peningkatan untuk semua dimensi baik diameter sel, diameter lumen, tebal dinding sel kecuali panjang serat menurun. Periode ini suhu

dalam kondisi tetap tetapi curah hujan menurun, sel yang terbentuk lebih pendek dan dinding sel lebih tebal. Periode pertumbuhan Mei - Juni juga menunjukkan penurunan pada proporsi sel pembuluh dan sel serat, sedangkan proporsi sel parenkim dan jari-jari meningkat. Namun semua dimensi sel menunjukkan peningkatan. Periode Mei-Juni terjadi peningkatan suhu dan penurunan curah hujan, terjadi pertumbuhan dan penambahan sel, tetapi sel yang terbentuk lebih panjang dan dinding sel lebih tebal. Pemahaman mekanisme pengaruh suhu pada pertumbuhan pohon adalah bahwa pembelahan sel dan perkembangannya lebih sensitif terhadap terhadap variabilitas lingkungan dibandingkan dengan fotosintesis dan respirasi (Hsiao, 1973; Korner, 2003 dalam Ryan, 2010). Salisbury dan Ross (1992) mengatakan bahwa pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh suhu, perubahan suhu beberapa derajat saja menyebabkan perubahan yang nyata terhadap laju pertumbuhan. Lebih lanjut dikatakan bahwa rentang suhu minimum-maksimum antar species berbeda. Pada Penelitian ini rentang suhu yang ada adalah anatar 27 - 28 0C. Hasil Penelitian laju pertumbuhan dalam hubungannya dengan suhu dan curah hujan dengan metode pengukuran lingkaran batang pada jelutong yang tumbuh di hutan alam, menunjukkan jelutong mempunyai masa dorman selama 4 bulan pada rentang suhu antara 25,75 – 27 0 C (Indrayanti, 2016). Namun hasil penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Mpapa, 2012) di Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah tidak terdapat respon laju pertumbuhan terhadap curah hujan dan suhu pada Jabon merah. Marengo dan Dias (2016) mengatakan bahwa curah hujan bulanan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan diameter.

KESIMPULAN

Perubahan suhu dan curah hujan mempengaruhi aktivitas kambium dalam proses pembentukan sel kayu pada kayu jelutung. Ada tiga pola yang ditemukan dalam hubungan antara pembentukan sel, dimensi sel, dan perubahan suhu dan curah hujan, pada kayu jelutung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih khusus kepada CIMTROP yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian di hutan rawa gambut kalampangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Antonova, G dan Stasova, V. 1992. Effects of environmental factors on wood formation in Scots Pine stems. *Trees* 7: 214-219.
- Die, A., Kittin, P., Kouame, F.N., Bulcke, J.V., Acker, J.V and Beeckman, H. 2012, Fluctuations of cambial activity in relation to precipitation result in annual rings and intra-annual growth zones of xylem and phloem in Teak (*Tectona grandis*) in Ivory Coast. *Annals of Botany*. April 1-13. <<http://aob.oxfordjournals.org/> at DigiTop USDA's Digital Desktop Library> (Diunduh 20 Juli 2012)
- Indrayanti, L.2015. Growth Rata, Wood Properties and Latex Yield of Jelutung Kapur and Jelutung Sanaman at Three Class Peat Thicknesses and Three Diameter Class Ph.D..Thesis.Repository.ugm.ac.id . Yogyakarta.
- Indrayanti, L., Yanarita.2016. Laju pertumbuhan dan hasil getah jelutung sanaman pada tiga kelas diameter batang yang tumbuh pada tiga kelas ketebalan gambut. Prosiding. Seminar Silvikultur Nasional ke IV. 263-274. Balikpapan, Kalimantan Timur.
- Indrayanti.L. Sosilawaty., Rotinsulu, J.M. 2017. Growth Rate of Swamp Jelutung (*Dyera lowii* Hook.F) Tapped and Untapped. *Journal AGRIENVI*. 11(2):40-52
- Keeland, B.D and Sharitz. 1993. Accuracy of tree growth measurements using dendrometer bands. *Can.J.For.Res.* 23: 2454-2457
- Kozlowski, T dan Stephen, G.P. 1997. *Growth control in woody plants*. Academic Press. San Diego-London-Boston-New York-Sydney-Tokyo-Toronto
- Makinen, H., Seo, J.W., Nojd, P., Schmitt, U dan Jalkanen, R.2007. Seasonal dynamic, of wood formation: a comparison between pinning, microcoring and dendrometer measurements. *Eur JForest Res* 127: 235-245
- Marcati, C.R., Angyalossy, V dan Evert, R.F.2006. Seasonal variation in wood formation of *Cedrela fissilis* (Meliaceae). *IAWA* 27: 199-211.
- Marsoem, S.N. 2010. Tree Growth, wood formation, and climate change. Faculty of Forestry, Universitas Gadjahmada. Yogyakarta.
- Martawijaya, Kartasudjana, I., Mandang, I., Parawira, S.A dan Kadir, K. 1981. *Atlas kayu Indonesia*. Jilid I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Bogor.
- Mpapa, B.L. 2012. Laju pertumbuhan, sifat anatomi dan sifat fisika kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*) yang tumbuh di kabupaten Banggai Sulawesi



- Tengah. Thesis, UGM Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.
- Nobuchi, T., Ogata, Y dan Siripatanadilok. 1995. Seasonal characteristics of wood formation in *Hopea odorata* and *Shorea henryana*. *IAWA Journal*. 16 (4), 361-369.
- Ohashi, S., Okada, N., Nobuchi, T., Siripatanadilok, S dan Veenin, T. 2009. Detecting invisible growth rings of trees in seasonally dry forests in Thailand: isotopic and wood anatomical approaches. *Trees* 23:814-822.
- Pesonen, E., Mielikainen dan Makinen, H. 2004. A new girth band for measuring stem diameter changes. *Forestry*. 77 (5), 431-439.
- Ryan, M.G. 2010. Temperature and tree growth (editorial). *Tree Physiology* 30, 667-668.
- Salisbury, F.B dan Ross, W. 1995. *Fisiologi Tumbuhan (Plant Physiology)* Jilid III. Diterjemahkan oleh Diah, R.L. ITB. Bandung
- Seo, J.W., Eckstein, D dan Schmitt, U. 2007. The pinning method: from pinning to data preparation. *Dendrochronologia* 25: 79-86.
- Wong, S.K., Lim, Y.Y., Noor R.A dan Fariza, J.N. 2011. Assesment of antiprolifea and anti plasmodial activities of five selected *Apocynaceae* species. *BMC Complementary an Alternative Medicine*. 11:3
- Yahya, S., Hamdan, S., Jusoh.I dan Hasan, M. 2010. Acoustic properties of selected tropical wood species. *J.Nondestruct Eval* 29:38-42.
- Zarnudin,N., M.H.Sahri., Sahrul.R.B. 2011. Anatomical features of wood formed after mechanical wounding in *Shorea leprosula* and *Hopea odorata*. *Journal The Plant Cell* 204(26):34-37
- Zobel, B.J., dan Van Buijtnenen, J.P. 1989. *Wood variation: its cause and control*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo.