

DAFTAR ISI

PENDAHULUAN	1
BAB 1 BATANG POHON	3
A. Asal Tumbuhan Berkayu	3
<i>Macam-macam Tumbuhan Berkayu</i>	3
<i>Softwoods dan Hardwoods</i>	4
B. Batang	5
<i>Pembentukan Batang</i>	5
<i>Bentuk Batang</i>	6
<i>Ciri-ciri Makroskopis Batang Kayu</i>	7
1. Riap Pertumbuhan	7
2. Bidang-Bidang Potongan pada Kayu	10
3. Kayu Gubal dan Kayu Teras	11
4. Warna Kayu	15
5. Kilap	16
6. Bau dan Rasa	17
7. Serat dan Tekstur	18
8. Berat Kayu	18
9. Kekerasan	18
10. Ciri-Ciri Anatomis Kayu Yang Penting Dalam Pengenalan	19
11. Gambar Pada Kayu	20
C. Kulit	29
BAB 2 ASAL DAN PERKEMBANGAN SEL BERKAYU	35
A. Meristem Apikal	36
B. Kambium Vaskular	41
<i>Susunan Sel Kambium Vaskular</i>	41
<i>Proses Pembelahan Sel pada Kambium</i>	45
<i>Pembentukan Inisial Kambium Baru</i>	48
1. Pembentukan Inisial Kumparan Baru	49
2. Pembentukan Inisial Jari-Jari Kambium Vaskular	50
3. Variasi Panjang Inisial Bentuk Kumparan	51
<i>Pembentukan Sel Xylem Baru dan Phloem Baru</i>	54
1. Pembelahan Tangensial Inisial Kambium bentuk kumparan	55
2. Pembentukan Unsur-Unsur Berorientasi Radial	57
<i>Kegiatan Kambium Vaskular</i>	58

2. Kayu bersifat anisotropik yaitu kayu menunjukkan sifat-sifat fisik yang berbeda jika diuji pada ketiga arah sumbunya. Perbedaan ini berasal dari struktur dan susunan selulosa dalam dinding sel, bentuk perpanjangan sel-sel kayu dan susunan longitudinal-radial kayu akibat dari simetri radial batang pohon.
3. Kayu adalah suatu bahan yang higroskopis, yaitu kayu dapat melepaskan dan menyerap uap air sebagai akibat perubahan kelembaban dan suhu atmosfer. Karena kayu bersifat anisotropik, maka adanya perubahan uap air di atmosfer akan menghasilkan perubahan dimensional kayu yang tidak sama dalam ketiga arah potongan kayu. Perubahan dimensi dalam arah longitudinal sangat kecil, sedang dalam arah radial dan tangensial besar.
4. Kayu bersifat biodegradasi yaitu kayu dapat dirubah menjadi komponen gula sederhana dan unsur-unsur lignin melalui serangan organisme seperti jamur, bakteri dan serangga-serangga tertentu. Jika kayu diekspos (dipajan) pada kondisi tertentu akan mengalami degradasi baik secara hidrolisis maupun secara oksidasi.
5. Kayu mudah terbakar. Ini membuat kayu sebagai salah satu sumber bahan bakar utama dalam ekonomi dunia karena kayu relatif tersedia banyak dan dapat diperbarui. Kayu dapat menghasilkan bahan bakar seperti alkohol dan senyawa-senyawa bersifat gas yang dapat menggantikan bahan-bahan serupa yang diperoleh dari minyak bumi. Di pihak lain, mudahnya kayu terbakar harus mendapat perhatian jika kayu dipakai dalam bangunan rumah.
6. Kayu tahan terhadap kebanyakan reaksi kimia. Karena alasan ini, maka kayu cocok digunakan pada industri-industri yang membutuhkan bahan yang tahan terhadap reaksi kimia dan korosi. Namun, jika kayu diekspos pada kondisi atmosfer, lambat laun akan terkikis oleh cuaca dengan kecepatan kakis 0,64 cm setiap abad. Hal ini dapat dihindari dengan mencat permukaannya, sehingga mengurangi porositas permukaan dan juga memberikan keindahan.
7. Kayu dapat awet jika dipakai pada kondisi dimana perusak kayu tidak menguntungkan dalam perkembangannya.
8. Karena kayu berstruktur serat dan kemampuannya menampung udara, maka kayu memiliki sifat-sifat isolasi yang baik. Bahan-bahan bangunan lain seperti tembok, kaca, besi/baja dan aluminium yang dipakai pada konstruksi rumah tidak baik sebagai bahan isolasi. Panas yang hilang melalui tembok bata dan jendela kaca masing-masing 6 dan 8 kali lebih besar daripada panas yang hilang melalui kayu. Beton memiliki daya hantar 15 kali lebih tinggi daripada kayu, baja 390 kali, dan aluminium lebih dari 1700 kali lebih tinggi dibanding kayu. Jendela dari konstruksi kayu lebih menguntungkan dalam mengurangi pemindahan panas yang masuk dan keluar dari bangunan dan meminimalkan kondensasi uap air pada musim dingin jika dibanding dengan jendela konstruksi logam yang sangat tinggi daya hantar panasnya. Kayu berfungsi sebagai isolasi panas sepanjang tahun, artinya fungsi isolasi kayu tidak hanya efektif menahan dingin pada musim dingin tetapi juga menahan panas di musim panas.

B. BATANG

Batang tumbuhan bersaluran (vascular) terdiri dari suatu sumbu silinder. Sumbu ini tersusun dari dua bagian yang berbeda secara struktural dan fungsional yaitu batang dan akar.

Batang adalah bagian sumbu di atas permukaan tanah dan mendukung cabang, dahan dan ranting. Batang berfungsi sebagai kekuatan mekanis untuk mendukung tajuk, sebagai saluran pengangkut antara tajuk dan akar, dan kadang-kadang menyimpan sejumlah cadangan makanan.

Akar dibagi ke dalam dua golongan yaitu akar cabang mendatar dan akar kecil (rootlets). Akar adalah suatu organ yang berfungsi untuk mendukung bagian pohon di atas permukaan tanah dan untuk menyerap air dengan menggunakan rambut-rambut akar atau rhizomorphs. Akar juga berfungsi sebagai saluran pengangkutan dan penyimpanan cadangan makanan.

PEMBENTUKAN BATANG

Sumbu pohon dibentuk melalui irisan perpanjangan batang pohon dan melalui pertumbuhan diameter. Perpanjangan batang pohon terjadi karena adanya pertumbuhan primer pada titik tumbuh apikal. Pertumbuhan primer menyebabkan pertambahan panjang batang utama dan cabang pohon. Jaringan pertumbuhan yang berasal dari titik tumbuh apikal disebut jaringan primer.

Pertumbuhan diameter batang disebabkan oleh kegiatan kambium, yaitu lapisan tumbuh yang terletak antara xylem dan phloem. Pertumbuhan yang dihasilkan oleh kambium disebut pertumbuhan sekunder atau penebalan sekunder. Jaringan pertumbuhan yang berasal dari pembentukan kambium disebut jaringan sekunder.

Setiap musim tumbuh kambium membentuk lapisan kayu baru dan phloem baru. Pembentukan kayu baru dan phloem baru secara terus-menerus menyebabkan bertambah besarnya diameter batang. Di daerah beriklim dingin, dimana hanya ada satu musim tumbuh dalam setahun, riap pertumbuhan dibentuk hanya sekali dalam setahun. Riap pertumbuhan ini disebut lingkaran pertumbuhan atau lingkaran tahun. Riap pertumbuhan nampak sebagai lingkaran konsentris jika kayu dipotong dalam arah melintang (transversal).

Pohon yang dilukiskan pada gambar 1-1 adalah pohon yang berumur 17 tahun. Hanya 14 riap pertumbuhan yang kelihatan pada tunggak karena pohon memerlukan waktu 3 tahun untuk mencapai tinggi sebatas tunggak. Lingkaran pertumbuhan yang dibentuk selama periode 3 tahun tidak akan kelihatan pada tunggak selama ujung tumbuh belum melewati batas tunggak. Jumlah lingkaran pada tunggak tidak dapat menunjukkan umur yang sebenarnya dari suatu pohon, selama umur tingkat anakan yang memiliki tinggi sebatas tunggak tidak diketahui.

Pohon-pohon di daerah tropis mengalami pertumbuhan sepanjang tahun, sehingga lingkaran tahunnya tidak nampak dengan jelas. Karena itu, sulit untuk menaksir umur pohon di daerah tropis, jika hanya menghitung jumlah lingkaran tahun yang ada pada tunggak.

3. Bahan-bahan cadangan makanan seperti pati dan gula berkurang mulai dari bagian terluar kayu gubal sampai pada kayu teras. Berkurangnya cadangan makanan ini merubah sistem sel. Dengan cara ini sisa oksigen yang ada dalam sel mengoksidasi dan memolymerisasi (polymerize) bahan-bahan phenolic yang ada dalam sel parenkim sehingga terbentuk pigmen yang menyebabkan kayu teras berwarna.
4. Bahan-bahan infiltrasi yang dibentuk dalam sel-sel parenkim terhambat pergerakannya ke arah dalam kayu oleh sel-sel bagian terluar kayu teras sehingga bahan-bahan ini menumpuk pada batas antara kayu gubal dan kayu teras. Penumpukan bahan ini akhirnya mencapai dosis tinggi yang menyebabkan matinya sel-sel parenkim. Matinya sel-sel parenkim ini berarti bahwa kayu gubal telah berubah menjadi kayu teras.

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam kayu teras sangat berwarna dan kompleks. Asal ekstraktif kayu teras tidak dapat diterangkan secara pasti. Sejak variasi senyawa-senyawa phenolic tak berwarna ditemukan dalam kayu gubal dari beberapa jenis pohon, maka beberapa penelitian dilakukan untuk melusuri asal senyawa-senyawa ini. Beberapa senyawa ekstraktif kemungkinan dibuat di dalam cambium, dan kemungkinan diangkut ke bawah melalui phloem dan ke arah melintang melalui sel jari-jari masuk ke dalam kayu gubal sampai ke batas kayu teras. Dalam proses pengangkutan produk biosintesis ini mungkin mengalami perubahan-perubahan kimia sebelum diinfiltrasi sebagai ekstraktif di dalam kayu teras (Frey Wyssling dan Bosshard, 1959; Steward, 1966). Penelitian yang lebih akhir menunjukkan bahwa ekstraktif kayu teras mungkin berasal dari karbohidrat yang diangkut atau disimpan di dalam sel-sel parenkim (in situ) sebelum sel-sel ini mati (Hillis, 1968; Higuchi, 1976). Sesudah ekstraktif dibentuk, maka ekstraktif ini mungkin diendapkan sebagai bahan amorphous di dalam dinding sel. Bahan amorphous ini sebagian atau seluruhnya mengisi rongga-rongga sel, atau mungkin diinfiltrasi di dalam dinding-dinding sel parenkim dan sel-sel xylem lainnya yang berdekatan.

Corak warna kayu teras biasanya kuning, oranye, merah dan coklat karena adanya pengendapan ekstraktif. Adanya perbedaan warna kayu teras menyebabkan kayu-kayu seperti eboni, cempaka, johar, kupang, nyirih, sawokecik dan mahoni, lebih disenangi untuk dibuat perabotan rumah dan kayu panil.

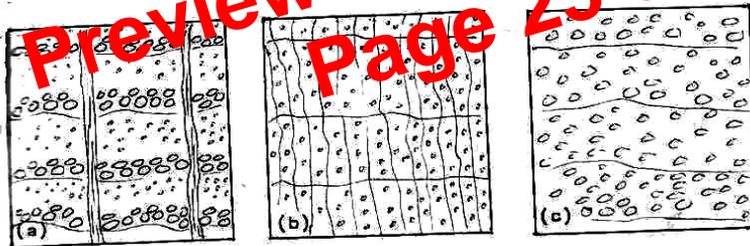
Adanya ekstraktif dalam kayu teras, pembentukan tilosis dalam beberapa kayu daun lebar, atau adanya aspirasi noktah mengurangi permeabilitas kayu teras. Berkurangnya permeabilitas menyebabkan kayu teras sulit ditembus oleh bahan kimia pengawet atau bahan kimia penghambat api (fire-retardant). Disamping itu juga menyebabkan kesulitan dalam pengeringan dan pulpung.

Kayu teras lebih awet daripada kayu gubal. Berkurangnya permeabilitas kayu teras adalah suatu faktor yang menyebabkan naiknya keawetan kayu teras karena berkurangnya jumlah udara dan uap air yang diserap oleh kayu sehingga menghambat pertumbuhan jamur perusak kayu. Zat ekstraktif yang bersifat racun ini tidak ada hubungannya dengan warna kayu teras. Banyak jenis kayu memiliki kayu teras yang berwarna gelap, namun jenis kayu ini kurang awet misalnya: tualang (*Koompassia excelsa* Taub.), surian (*Toona* spp.), simpur (*Dillenia* spp.). Di pihak lain, ada jenis kayu yang memiliki kayu teras berwarna muda, tapi kayu ini awet seperti:

10. Ciri-Ciri Anatomis Kayu yang Penting dalam Pengenalan

Kayu daun jarum kadang-kadang disebut kayu tak berpori dan kayu daun lebar disebut kayu berpori. Dasar penggolongan ini adalah bahwa kayu berpori memiliki pembuluh yaitu struktur seperti pipa memanjang searah sumbu panjang batang. Struktur ini nampak seperti pori dan sering nampak dengan mata telanjang jika kayu diamati pada bidang melintang.

Pada beberapa jenis kayu daun lebar, pembuluh kayu awal dalam suatu riap pertumbuhan lebih besar dari pembuluh kayu akhirnya. Peralihan besarnya pori dari kayu awal ke kayu akhir mungkin mendadak. Kayu seperti ini disebut kayu berpori tata lingkaran, misalnya pada oak (*Quercus* spp.). Jika peralihan besarnya pori dari kayu awal ke kayu akhir berangsur-angsur atau jika besarnya pori dalam satu lingkaran tahun tidak banyak berbeda, maka kayu disebut berpori tata baur, misalnya birch (*Betula* spp.) dan malpa (*Acer* spp.). Kayu yang memiliki susunan pori antara pori tata lingkaran dan pori tata baur disebut kayu berpori semi tata lingkaran atau semi tata baur.



Gambar 1-5. Susunan pori tata lingkaran (a), tata baur (b), dan semi tata lingkaran atau semi tata baur (c).

Pada penampang melintang kayu, sering kita jumpai beberapa pori bergabung satu sama lain. Pori seperti ini disebut pori bergabung. Jika pori berdiri sendiri tidak berhubungan satu sama lain, disebut pori soliter.

Pembuluh tidak terdapat pada kayu daun jarum, karenanya kayu daun jarum disebut kayu tak berpori. Beberapa jenis kayu daun jarum memiliki saluran resin yang berbentuk pipa dikelilingi oleh sel-sel sekresi yang disebut sel epitel. Saluran resin berbeda dengan pembuluh, karena pembuluh dibentuk melalui peleburan kedua ujungnya. Saluran resin dibentuk melalui pemisahan sel-sel sekresi atau sel-sel epitel yang mengelilinginya.

Saluran resin merupakan ciri normal yang biasanya terdapat pada kayu pinus (*Pinus* spp.), spruce (*Picea* spp.). Saluran resin memanjang baik ke arah longitudinal maupun ke arah melintang serata. Saluran resin yang memanjang ke arah longitudinal lebih menyolok dan nampak sebagai pori kayu atau titik putih pada potongan melintang kayu. Saluran resin longitudinal lebih banyak terdapat pada kayu pinus dan nampak dengan mata telanjang. Pada kayu lainnya, saluran ini terdapat dalam jumlah yang sedikit dan umumnya sulit diamati,



Gambar 1-6. Papan gergajian flat (a) dan (b), dan papan gergajian kuarter (c).

Papan yang dihasilkan dengan menggergaji kayu bulat dalam arah radial disebut kayu gergajian kuarter. Finir yang dihasilkan dengan menyayat kayu dalam arah radial disebut finir sayatan kuarter. Pola gambar yang dihasilkan oleh gergajian kuarter adalah garis-garis sejajar yang disebabkan oleh perbedaan tekstur antara kayu awal dan kayu akhir dari satu lingkaran pertumbuhan ke lingkaran pertumbuhan berikutnya.

Garis sejajar yang nampak pada papan gergajian kuarter sebenarnya berasal dari lingkaran pertumbuhan atau lingkaran tahun, sehingga papan gergajian kuarter sering disebut berserat vertikal. Papan konifer berserat vertikal sering dipakai sebagai lantai karena penyusutan arah transversal tidak terlalu besar.

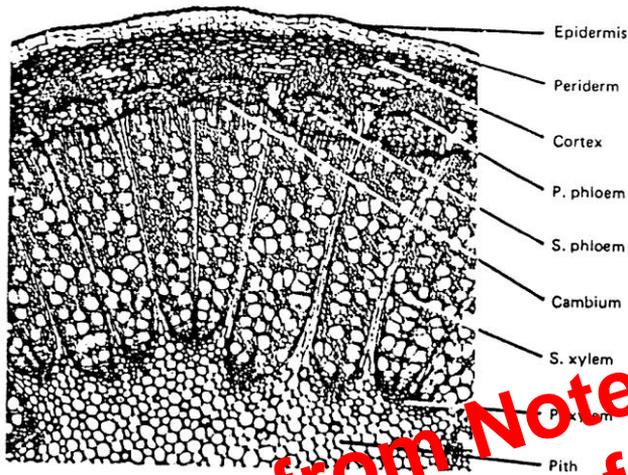
Karena papan gergajian kuarter dibuat dengan menggergaji kayu bulat dalam arah radial, maka pada permukaan papan ini selalu dijumpai sejumlah jari-jari kayu. Jika jari-jari kayu ini menyolok karena ukurannya besar seperti pada oak, maka gambar yang dihasilkan disebut noda jari-jari.

membentuk selubung pelindung di sekeliling daerah vaskular (stele). Lapisan (d) mulai menjadi epidermis yang menutupi bagian batang. Ruang antara endodermis dan epidermis ditempati oleh korteks (c) yaitu lapisan jaringan primer yang tebalnya beberapa sel sampai banyak sel.

Pada d-d tidak ada jaringan baru yang dibentuk tetapi banyak lapisan prokambium berubah menjadi xylem primer dan phloem primer. Pada suatu tempat di antara bidang melintang d-d dan e-e, semua prokambium dirubah menjadi xylem primer dan phloem primer kecuali sel di bagian tengah yang berubah menjadi kambium. Lapisan ini diberi symbol c yang nampak pada e-e sebagai garis yang gelap. Kambium mulai membentuk phloem sekunder ke arah luar dan xylem sekunder ke arah dalam. Sampai pada titik ini, yaitu sebelum kambium lateral dibentuk dan menjadi aktif, semua jaringan dalam batang muda terdiri dari jaringan primer. Di atas e-e, urutan jaringan mulai dari arah terluar adalah epidermis, endodermis, phloem primer, prokambium, xylem primer, dan empulur. Di bagian bawah e-e, mulai nampak kambium lateral, serta phloem dan xylem sekunder bentukan kambium.

Pada f-f dan g-g, jumlah phloem dan xylem sekunder bertambah sedangkan phloem primer berkurang karena hancur. Xylem primer berada pada bagian dalam, yaitu antara xylem sekunder dan empulur, dan menepi pada ruang yang sama seperti pada e-e.

Kondisi yang ditunjukkan pada g-g akan terjadi pada akhir pertumbuhan tahun pertama (lihat gambar 2-4). Pada tahun berikutnya kambium akan membentuk lapisan xylem sekunder baru ke arah dalam dan phloem sekunder baru ke arah luar. Tidak ada jaringan primer baru akan dibentuk dalam batang pada level ini, sedang jaringan primer yang masih ada kecuali empulur dan xylem primer berangsur-angsur akan hancur dan akhirnya terkelupas pada proses pembentukan lapisan luar kulit.



Gambar 2-4. Potongan melintang tunas *Pinus occidentalis* L. yang berumur satu tahun. Gambar ini menunjukkan susunan jaringan pada akhir musim pertumbuhan.

Preview from Notesale.co.uk
Page 47 of 164

B. KAMBIUM VASKULAR

Pada semua jenis tumbuhan berkayu, sumbu batang dan akar tumbuh terus tidak hanya panjangnya bertambah tapi juga diameternya bertambah. Bertambahnya diameter batang terutama disebabkan oleh pembelahan sel pada kambium vaskular yang juga disebut kambium lateral atau kambium kayu. Jika dilihat dalam arah tiga dimensi, kambium vaskular merupakan suatu selubung sel meristematis yang disebut inisial kambium. Inisial kambium ini terletak antara xylem sekunder dan phloem sekunder, dan memanjang mulai dari ujung tumbuh pada batang dan cabang sampai ujung tumbuh pada akar. Lapisan meristematis ini terus melakukan kegiatan sehingga pohon terus menerus menambah besarnya diameter batang dari tahun ke tahun dengan penambahan lapisan xylem dan phloem sekunder.

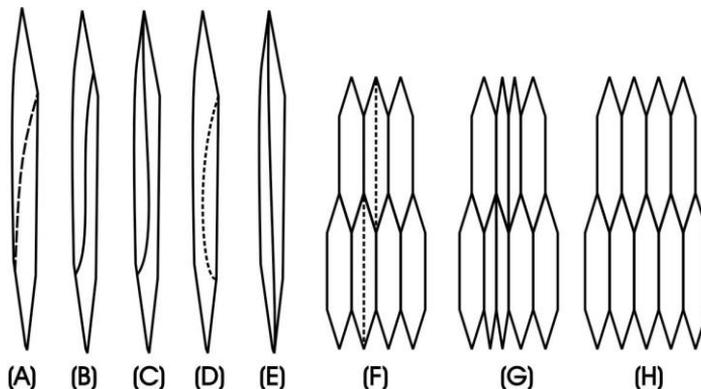
SUSUNAN SEL KAMBIUM VASKULAR

Kambium vaskular tersusun dari inisial bentuk kumpuran, dan inisial jari-jari kambium. Inisial bentuk kumpuran merupakan asal dari semua sel xylem dan phloem yang berarah longitudinal. Sel inisial ini bentuknya memanjang dan ke dua ujungnya meruncing. Pada kayu daun jarum dan beberapa kayu daun lebar *primitif* (perkembangannya masih pada tingkat sederhana), panjang sel-sel inisialnya agak bervariasi dan kedua ujung sel inisial yang berangsur-angsur meruncing ini tidak teratur dalam satu baris seperti nampak pada bidang tangensial. Susunan inisial bentuk kumpuran seperti ini menghasilkan kambium tak bertingkat

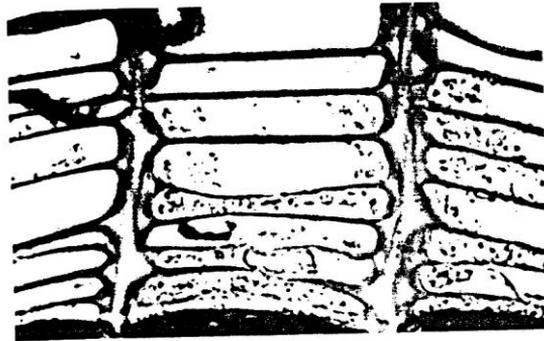
Bertambahnya keliling kambium vaskular mengandung beberapa makna. Yang paling penting ialah pembentukan semua tipe inisial kambium baru. Faktor lainnya adalah sel inisial bentuk kumparan bertambah panjang ketika kambium terus berfungsi, dan bertambahnya diameter tangensial semua jenis inisial kambium. Pernyataan ini dikuatkan oleh hasil penelitian Bailey (1923) yang membandingkan batang pohon *Pinus strobus* L. yang berumur satu tahun dengan batang pohon berumur 60 tahun dari jenis yang sama. Dia menemukan bahwa selama 59 tahun, rata-rata panjang inisial bentuk kumparan bertambah dari 870 menjadi 4.000 mikrometer dan rata-rata diameternya bertambah dari 16 menjadi 42 mikrometer. Pada waktu yang sama, rata-rata diameter inisial jari-jari bertambah dari 14 menjadi 17 mikrometer. Pertambahan panjang dan diameter sel inisial kambium ini menyebabkan hanya sedikit menambah besarnya diameter batang. Pertambahan besarnya diameter batang lebih banyak ditentukan oleh bertambahnya jumlah sel inisial bentuk kumparan dari 124 menjadi 23.100; dan inisial jari-jari dari 70 menjadi 8.796 selama waktu yang sama.

1. Pembentukan Inisial Bentuk Kumparan Baru

Cara pertambahan jumlah inisial bentuk kumparan pada kambium vaskular dilukiskan pada gambar 2-10. Pada jenis kayu daun jarum dan pada kayu daun lebar primitif yang memiliki inisial yang relatif panjang dan tak bertingkat, inisial kambium baru dibentuk terutama oleh pembelahan pseudotransversal dari inisial kambium, yang mengakibatkan pembentukan dinding miring di antara dua sel baru, gambar 2-10a. Ujung miring sel ini kemudian tumbuh melawati satu sama lain, walaupun panjang ke dua sel ini tidak selamanya sama. Selain pembelahan pseudotransversal, inisial kambium baru mungkin dibentuk (setidak-tidaknya pada konifer) oleh pembelahan lateral, dimana kurve plate sel hanya berpotongan pada satu sisi sel induk (gambar 2-10d dan e). Menurut Bannan (1967), pembelahan lateral jarang terjadi hanya kira-kira 1 % dari semua pembelahan antiklinal yang dicatat selama penelitiannya.



Gambar 2-10. Diagram yang melukiskan cara bertambahnya keliling kambium yang dilakukan oleh kambium bertingkat dan kambium tak bertingkat.



(a)



(b)

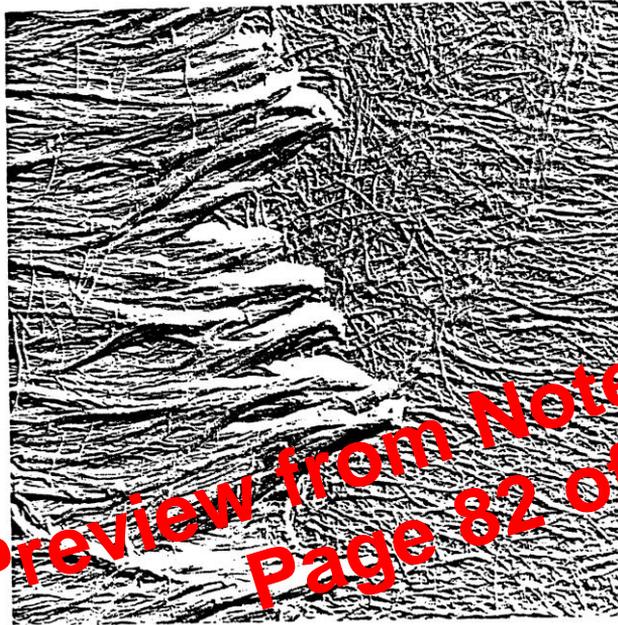
Gambar 2-15 *Pinus strobus* L.

- (a) Potongan melintang zone kambium, diambil dari batang besar di musim dingin. Preparat dibuat dan difoto sesudah sampel diperlakukan dengan bahan kimia oleh Kerr dan Bailey. Lapisan selulosa pada dinding radial diwarnai (stained blue) dan nampak berwarna gelap dalam foto, sebaliknya bahan antarsel berwarna pucat. Setiap protoplast dibungkus oleh lapisan dinding selulosa. Di suatu tempat pada sel berpasangan dan sel berkelompok masih dibungkus oleh dinding sel dari sel induk. Di tempat lain dinding pembungkus ini sudah pecah dan ada kelangsungan bahan antarsel.
- (b) Sel-sel di sebelah kiri masih dibungkus oleh dinding dari sel induk dan tidak ada kelangsungan bahan antarsel.

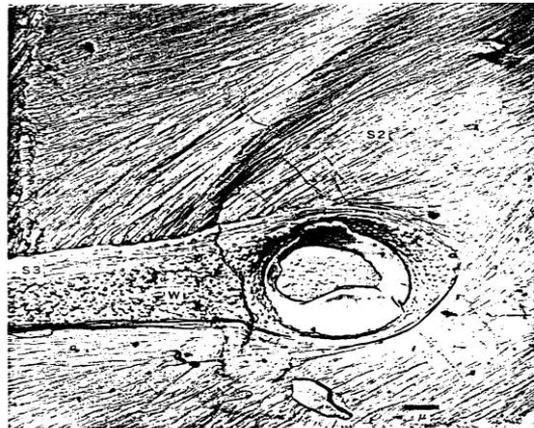
2. Pembentukan Unsur-Unsur Berorientasi Radial

Sel jari-jari yang memanjang dalam arah radial (sel jari-jari berbaring pada kayu daun lebar dan semua sel jari-jari pada kayu daun jarum) berbeda dengan sel jari-jari yang berasal dari pembelahan inisial bentuk kumparan. Sel jari-jari ini berasal inisial jari-jari dan memanjang dalam arah radial (Gambar 2-14). Karenanya, pembelahan tipe sel inisial jari-jari ini pada kambium terbatas, dan sel asal tidak membelah lagi melainkan meneruskan perpanjangan dan menjadi dewasa (Gambar 2-14).

Dimensi radial sel inisial jari-jari tegak pada kayu daun lebar kurang lebih sama dengan dimensi radial inisial bentuk kumparan. Pembentukan sel jari-jari tegak dari sel inisial jari-jari



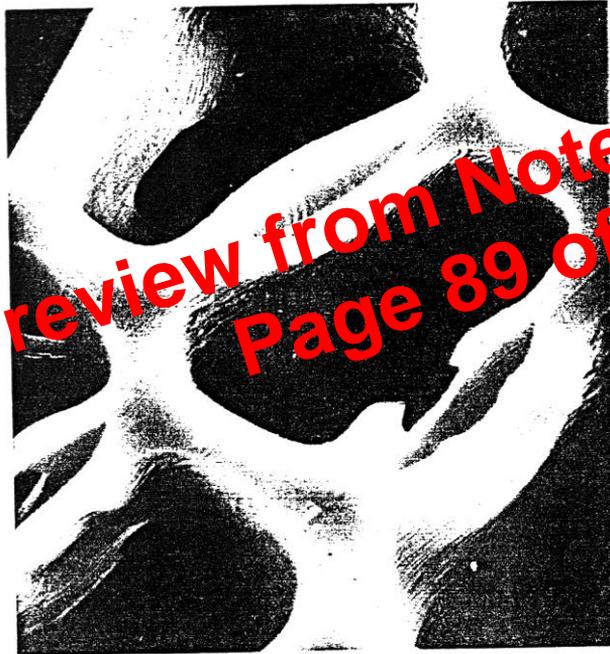
Gambar 3-7. Elektron mikrograf dari *Pinus taeda* L. Dinding primer pada sebelah kanan menunjukkan ciri tekstur microfibril. Pada sebelah kiri menunjukkan lapisan (lamellation) microfibril dalam S1.



Gambar 3-8. Elektron mikrograf dari dinding sel *Sequoia sempervirens* D. Don. Lapisan berkulit (W) dan lapisan S3 dinding sekunder terpisah dari lapisan S2 kecuali pada sekitar noktah.

berorientasi radial yang memanjang dari torus ke tepi halaman noktah, dan diletakkan di atas jaringan dinding primer (Gambar 3-13f).

Berkas penyangga pada margo bersifat fleksibel sehingga torus yang bersifat kaku dapat terhembus ke mulut noktah oleh suatu tekanan. Jika terjadi hal seperti ini, maka noktah disebut mengalami aspirasi (gambar 3-11B). Noktah yang mengalami aspirasi menyebabkan daya permeabilitas kayu berkurang sehingga zat cair sukar menembus ke dalam kayu.

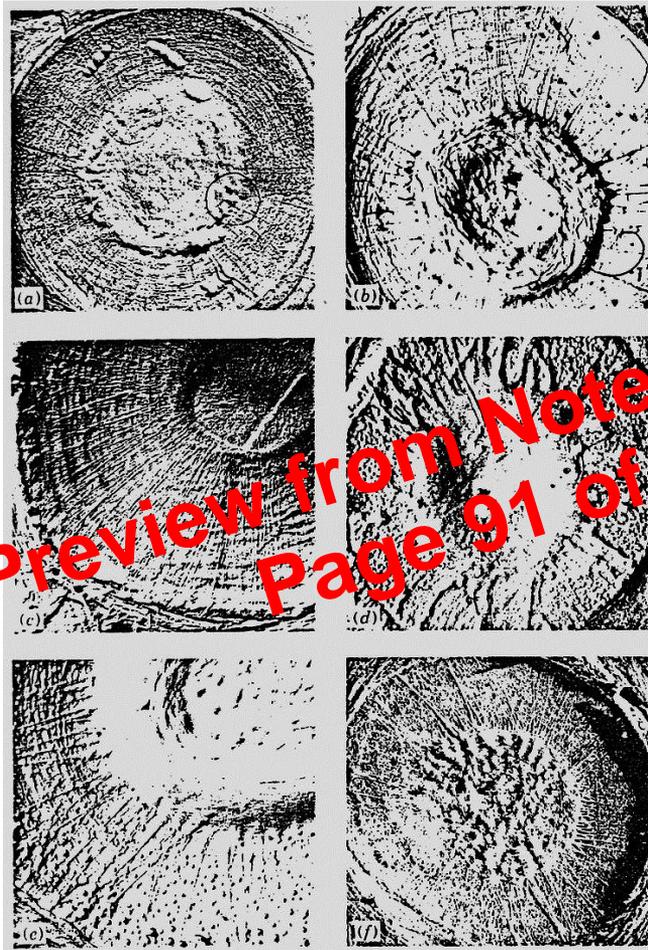


Gambar 3-12. Noktah berhalaman pada dinding trakeid kayu daun jarum. Satu pasangan noktah pada bagian kanan terpotong melalui mulut noktah, sedang dua noktah lainnya memiliki mulut yang masih sempurna. Selaput noktah tidak nampak.

PERFORASI DINDING SEL

Pada kayu daun lebar, umumnya pergerakan zat cair dilakukan melalui pembuluh. Peranan pembuluh sebagai saluran utama zat cair dimungkinkan karena ujung sel pembuluh mengalami perforasi.

Terjadinya perforasi pada unsur pembuluh kayu daun lebar sangat mirip dengan proses terjadinya pasangan noktah berhalaman pada konifer. Perforasi terjadi melalui pembentukan dinding sekunder dan pelarut lamella tengah. Pada jaringan mikrofibril yang tidak mengalami penebalan sekunder dilarutkan atau dilemahkan oleh suatu enzim yang disebut selulase.



Preview from Notesale.co.uk
Page 91 of 164

Gambar 3-13. Selaput Noktah

- (a) Noktah berhalaman pada *Pinus ponderosa* Dougl. Ex Laws.). Torus tipis pada bagian tengah tidak menebal. Permukaan dalam rongga noktah dapat dilihat di antara berkas penyangga radial dari selaput. Orientasi lingkaran mikrofibril pada permukaan rongga noktah dan pengendapan berkulit pada permukaan dapat nampak.
- (b) Noktah berhalaman pada *Pseudotsuga marcoparpa* Mayr. Orientasi mikrofibril pada torus dan depresi bagian tengahnya pada mulut noktah nampak dengan jelas. Satu berkas penyangga dapat dilihat pada 1, melengkung keluar dari posisi asalnya.
- (c) Noktah berhalaman pada kayu gubal *Thuja plicata* Donn ex D. Don. Bagian tengah tersusun dari berkas mikrofibril melintang yang berdepresi masuk ke dalam mulut noktah, tetapi tidak melakukan penebalan pada dinding primer sehingga tidak dapat disebut torus.
- (d) Noktah berhalaman pada *Tsuga canadensis* Carr. Torus meluas secara tidak merata oleh adanya penebalan dari kelompok berkas penyangga radial.
- (e) Noktah berhalaman pada *Pinus seronita* Michx. Orientasi melingkar mikrofibril pada torus dan berkas penyangga pada daerah margo nampak dengan jelas.



Preview from Notesale.co.uk
Page 98 of 164

Gambar 3-19. Tilosis berdinding tipis pada *Carya* sp.

UKURAN TRAKEID LONGITUDINAL

Ukuran besarnya diameter tangensial trakeid longitudinal bervariasi menurut ketinggian dalam pohon dan menurut jenis kayu. Variasi diameter tangensial trakeid ini diberikan pada tabel 4-3. *Sequoia sempervirens* dan *Taxodium distichum* memiliki trakeid yang dapat mencapai diameter maksimum masing-masing 80 dan 70 mikrometer. Trakeid yang berdiameter minimum terdapat pada kayu *Taxus brevifolia* dengan diameter tangensial 25 mikrometer. Berdasarkan variasi besarnya diameter tangensial trakeid ini, maka kayu daun jarum dibedakan ke dalam tiga macam tekstur yaitu tekstur halus, sedang dan kasar. Kayu bertekstur halus jika diameter tangensial trakeid lebih kecil dari 30 mikrometer, sedang jika diameter tangensial 30 sampai 45 mikrometer, dan kasar jika diameter tangensial lebih besar dari 45 mikrometer.

Tabel 4-3. Diameter Tangensial Trakeid Longitudinal Kayu Konifer yang Tumbuh di Amerika Serikat.

Nama ilmiah	Diameter, μm	Nama ilmiah	Diameter, μm
<i>Sequoia sempervirens</i>	70 (av9 60-65)	<i>Calocedrus decurrens</i>	50 (av9 35-40)
<i>Taxodium distichum</i>	70 (av9 45-60)	<i>Tsuga heterophylla</i>	50 (av9 30-40)
<i>Pinus lambertiana</i>	65 (av9 40-50)	<i>Abies balsamea</i>	50 (av9 30-40)
<i>Larix occidentalis</i>	60 (av9 38-50)	<i>Abies fraseri</i>	50 (av9 30-40)
<i>Pinus monticola</i>	60 (av9 35-45)	<i>Pinus resinosa</i>	45 (av9 30-40)
<i>Pinus palustris</i>	60 (av9 35-45)	<i>Thuja plicata</i>	45 (av9 30-40)
<i>Pinus echinata</i>	60 (av9 35-45)	<i>Tsuga canadensis</i>	45 (av9 30-40)
<i>Pinus taeda</i>	60 (av9 35-45)	<i>Larix laricina</i>	45 (av9 28-35)
<i>Pinus elliotii</i>	60 (av9 35-45)	<i>Toreyya californica</i>	55 (av9 25-35)
<i>Pinus ponderosa</i>	60 (av9 35-45)	<i>Toreyya taxifolia</i>	55 (av9 25-35)
<i>Pinus Jeffreyi</i>	60 (av9 35-45)	<i>Pinus strobus</i>	45 (av9 25-35)
<i>Abies concolor</i>	60 (av9 35-45)	<i>Chamaecyparis nootkatensis</i>	40 (av9 25-35)
<i>Abies grandis</i>	60 (av9 35-45)	<i>Chamaecyparis thyoides</i>	40 (av9 25-35)
<i>Abies magnifica</i>	60 (av9 35-45)	<i>Picea glauca</i>	35 (av9 25-30)
<i>Abies procera</i>	60 (av9 35-45)	<i>Picea mariana</i>	35 (av9 25-30)
<i>Pinus contorta</i>	55 (av9 35-45)	<i>Picea rubens</i>	35 (av9 25-30)
<i>Picea sitchensis</i>	55 (av9 35-45)	<i>Thuja occidentalis</i>	35 (av9 20-30)
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	55 (av9 35-45)	<i>Juniperus virginiana</i>	35 (av9 20-30)
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	50 (av9 35-40)	<i>Taxus brevifolia</i>	25 (av9 15-20)

Panjang trakeid diberikan dalam tabel 4-4. Rata-rata panjang trakeid berkisar antara 1,18 milimeter pada kayu *Juniperus osteosperma* Torr. Dan 7,39 milimeter pada kayu *Sequoia sempervirens*. Jika dibandingkan Tabel 4-3 dengan Tabel 4-4, maka terdapat hubungan antara diameter tangensial dan panjang trakeid kayu yang memiliki trakeid yang berdiameter tangensial besar dengan sendirinya memiliki trakeid yang terpanjang. Rata-rata panjang trakeid kayu daun jarum berkisar 3 sampai 5 milimeter.

Crassulae hanya terdapat pada dinding radial trakeid. Crassulae terdapat pada semua jenis kayu daun jarum kecuali dari famili Araucariaceae dan karenanya crassulae tidak memiliki nilai diagnosis dalam pengenalan kayu. Crassulae juga nampak pada pembuluh dan trakeid kayu daun lebar tertentu.

Pada kebanyakan kayu konifer, noktah berhalaman pada dinding trakeid longitudinal memiliki lamella tengah sejati yang lebih tipis daripada lamella tengah sejati noktah lainnya. Lapisan tipis ini dibatasi bagian atas dan bawahnya oleh crassulae dan disebut bidang noktah primer. Bidang noktah primer ini mengandung satu atau lebih noktah. Namun, tidak jarang noktah ini gagal untuk berkembang lebih lanjut sehingga mengakibatkan terjadinya bidang noktah kosong (Gambar 4-4c).

Noktah berhalaman pada dinding tangensial trakeid longitudinal selalu lebih kecil daripada yang terdapat pada dinding radial. Hal ini nampak jelas apabila kita bandingkan Gambar 4-4a dan 4-4b pada pembesaran yang sama. Noktah berhalaman seperti ini merupakan ciri tetap pada kayu konifer kecuali pada kayu hard pine dimana noktah pada dinding tangensial trakeid longitudinalnya tidak ada atau hanya terdapat sekali-kali. Jika terdapat noktah berhalaman pada dinding tangensial trakeid longitudinal kayu hard pine maka noktah tangensial ini terutama hanya terdapat pada beberapa baris terakhir trakeid kayu akhir dan pada dinding tangensial trakeid kayu awal yang berklasifikasi sebagai kayu akhir. Pernoktahan pada dinding tangensial *Picea mariana* Mill. berbeda dengan pernoktahan pada dinding radialnya, karena kurangnya torus pada beberapa noktah yang terdapat pada dinding tangensial, sedang pada dinding lain selaput noktah memiliki tekstur dinding primer sebagaimana terdapat pada noktah sederhana (Koran, 1977).

2. Penebalan Spiral pada Dinding Trakeid Longitudinal

Penebalan spiral pada trakeid longitudinal dan trakeid jari-jari kayu Douglas-fir, Pacific yew, dan *Torreya* spp. selalu ada dan merupakan ciri yang tetap. Oleh karena itu adanya penebalan spiral pada jenis kayu ini tidak memberikan nilai diagnosa dalam pengenalan kayu.

Pada Douglas-fir spiral nampak sangat menyolok pada trakeid kayu awal, sedang pada trakeid kayu akhir hanya sekali atau kadang-kadang tidak ada sama sekali. Pada trakeid *Taxus brevifolia* dan *Torreya* spp., spiral terdapat di seluruh riap pertumbuhan dengan dua arah helix.

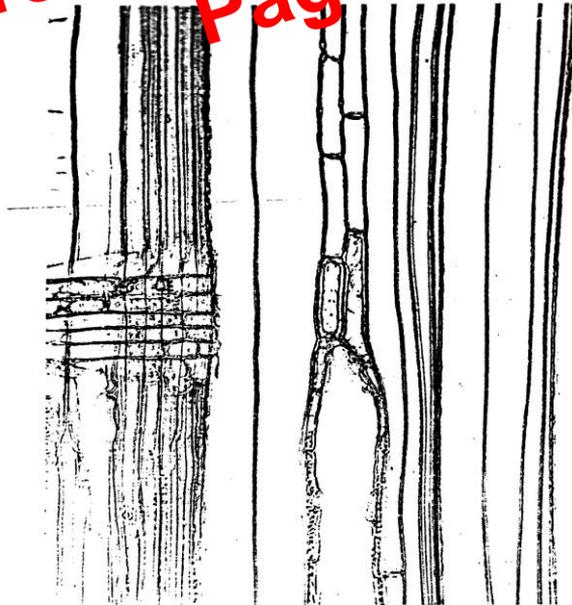
Penelitian penebalan spiral pada kayu konifer menunjukkan bahwa spiral merupakan pengendapan terputus mikrofibril zat dinding sel pada permukaan sebelah dalam dinding sekunder. Spiral ini berarah helix S dan Z sebagaimana arah mikrofibril dalam lapisan terdalam dinding sel, tetapi besarnya sudut arah tidak selamanya sama. Pada Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) spiral berjarak rapat, bersudut kecil dan bercabang. Spiral ini memiliki bentuk yang pipih jika dilihat pada penampang melintang, berstruktur mikrofibril, dan pada tempatnya menyatu dengan lapisan S3 dinding sekunder, Gambar 4-5 (Wardrop, 1964). Pada *Taxus* spiral tidak menyatu dengan lapisan S3 dinding sel tetapi melekat dengan kuat pada bagian dalam dinding sel. Sebaliknya spiral pada *Torreya* hanya sebagian melekat pada lapisan S3 (Parham, 1973).

TRAKEID BERUAS LONGITUDINAL

Istilah trakeid beruas dipakai untuk memberi nama sel-sel pendek yang tersusun dalam baris longitudinal. Sel ini berbeda dengan trakeid longitudinal yaitu bahwa sel ini lebih pendek dan memiliki dinding akhir. Satu atau ke dua dinding akhirnya tegak lurus pada dinding longitudinal. Jika dinding akhir tegak lurus, maka sel hampir berbentuk segi empat panjang sepanjang serat. Baik dinding akhir maupun dinding radialnya dilengkapi dengan noktah berhalaman yang merupakan tipe normal pada trakeid.

Trakeid beruas berasal dari pembelahan (subdivision) sel anak kambium yang berkembang menjadi trakeid longitudinal. Semua ruas yang dihasilkan oleh pembelahan dan pembentukan dinding melintang mungkin kehilangan protoplasmanya atau mungkin menjadi sebagian, sehingga menjadi bersifat parenkim dan menghasilkan campuran ruas (Gambar 4-8).

Trakeid beruas dapat dianggap sebagai unsur peralihan antara trakeid longitudinal dan parenkim epitel atau longitudinal. Jika trakeid beruas normal, maka terdapat di sekitar saluran resin longitudinal pada bidang terluar rian pertumbuhan yaitu pada akhir atau di sekitar saluran resin traumatic.



Gambar 4-8. Trakeid beruas pada *Larix occidentalis* Nutt. Ruas-ruas menjadi sel-sel epitel di dekat saluran resin

- (c) Bagian suatu deretan ruas parenkim longitudinal kayu *Taxodium distichum* L. yang dilihat dalam arah radial (1) ruas, (2) pasangan noktah berhalaman, noktah dilengkapi dengan saluran noktah; (3) noktah berpasangan berbaris tiga pada dinding radial trakeid kayu awal; (4) jari-jari kayu pada aspek radial.

Noktah pada dinding melintang parenkim aksial jika ada selalu berbentuk sederhana. Jika dilihat pada bidang longitudinal (yaitu radial atau tangensial), maka noktah sederhana memberikan kenampakan penebalan seperti tasbih (nodular) pada dinding transversal parenkim.

Seperti terlihat pada bidang transversal, sel parenkim aksial tersebar secara meluas di antara trakeid. Dalam hal ini parenkim disebut sebagai parenkim berbaur. Jika sel cukup banyak berkelompok dalam baris atau pita yang membentang secara konsentris dalam lingkaran pertumbuhan (yaitu secara tangensial), maka disebut parenkim berpita atau disebut parenkim metatracheal. Jika sel parenkim terdapat pada batas tepi lingkaran tumbuh, yaitu pada baris sel bentukan akhir atau baris sel bentukan pertama, maka parenkim ini disebut parenkim terminal atau parenkim marginal. Jika parenkim itu dibentuk pada permulaan musim tumbuh disebut parenkim inisial, dan jika dibentuk mendekati akhir musim tumbuh disebut parenkim terminal. Oleh karena itu sangat sulit untuk membedakan di antara keduanya, maka istilah terminal dan marginal biasanya dipakai untuk kedua bentuk parenkim ini.

Parenkim aksial tidak ditemukan pada kayu *Pinus*, *Taxus*, dan *Torreya* yang tumbuh di Amerika. Juga tidak ditemukan pada *Araucaria* dan *Agathis* yang tumbuh di belahan bumi selatan. Parenkim aksial terdapat pada akar kayu *Picea* tetapi tidak terdapat pada batangnya. Parenkim aksial kadang-kadang terdapat pada *Larix*, *Pseudotsuga*, *Tsuga* dan *Abies* dalam bentuk terminal, berbaur (diffuse) atau keduanya. Pada Cupressaceae (*Thuja*, *Chamaecyparis*, *Calocedrus* dan *Juniperus*), parenkim aksial relatif banyak terdapat baik dalam bentuk berpita atau berbaur, namun penyebarannya tidak merata, misalnya sel parenkim mungkin terdapat dalam jumlah banyak di dalam satu lingkaran tumbuh atau suatu bagian kayu, tetapi pada lingkaran tumbuh atau bagian kayu lainnya jumlahnya sangat sedikit.

PARENKIM EPITEL DAN SALURAN RESIN

Sel epitel berfungsi sebagai sel ekskresi (pengeluaran), berdinding tipis dan terdapat di sekeliling saluran resin longitudinal dan transversal.

1. Pembentukan Saluran Resin

Sel epitel longitudinal dan sel epitel jari-jari berasal dari pembelahan sel anak. Sel anak yang membelah membentuk sel epitel longitudinal yang berasal dari inisial kambium bentuk kumparan sedang sel anak yang membelah membentuk sel epitel jari-jari berasal dari inisial jari-jari. Pada kedua hal ini sekelompok sel anak tidak berkembang menjadi trakeid longitudinal dewasa atau sel jari-jari dewasa sebagaimana biasanya. Tiap sel anak yang berdekatan dengan rongga membelah secara mitosis menjadi sejumlah sel yang lebih kecil tersusun dalam

baris yang sejajar dengan sumbu saluran resin yang sedang dibentuk. Kemudian lamella tengah sejati di antara sel-sel di dekat pusat kelompok sel anak membelah, dan rongga antarsel yang disebut saluran resin dibentuk dengan adanya tekanan zat cair dari resin yang dihasilkan oleh sel epitel.

Semua lapisan sel epitel yang mengelilingi saluran resin di sebut epitelium. Tebal epitelium mungkin tersusun dari satu atau lebih lapisan. Pada sel epitel pinus umumnya ber dinding tipis, tidak bernoktah, dan tidak berlignin. Pada genera *Picea*, *Larix*, dan *Pseudotsuga*, sel-sel epitel ber dinding tebal, bernoktah dan berlignin.

Pada epitelium yang tersusun dari sel ber dinding tipis, beberapa sel epitel hancur (Gambar 4-10). Namun pada semua kayu yang mengandung saluran resin sel-sel yang langsung berdekatan dengan saluran resin tanpa mempertahankan bentuknya dan tetap berfungsi selama sel itu masih berada dalam kayu gubal pohon hidup. Pada kayu paras pinus, saluran resin biasanya tersumbat oleh tilosis dan karenanya menjadi tak berfungsi.

Dari uraian ini jelas bahwa saluran resin longitudinal dan transversal pada kayu dan jarum merupakan ruang antarsel dan merupakan perkembangan poskambium. Kelangsungan kambium tidak tergantung sebelum pembentukannya, juga sifat-sifat sel kambium tidak mengalami perubahan.

2. Saluran Resin Normal

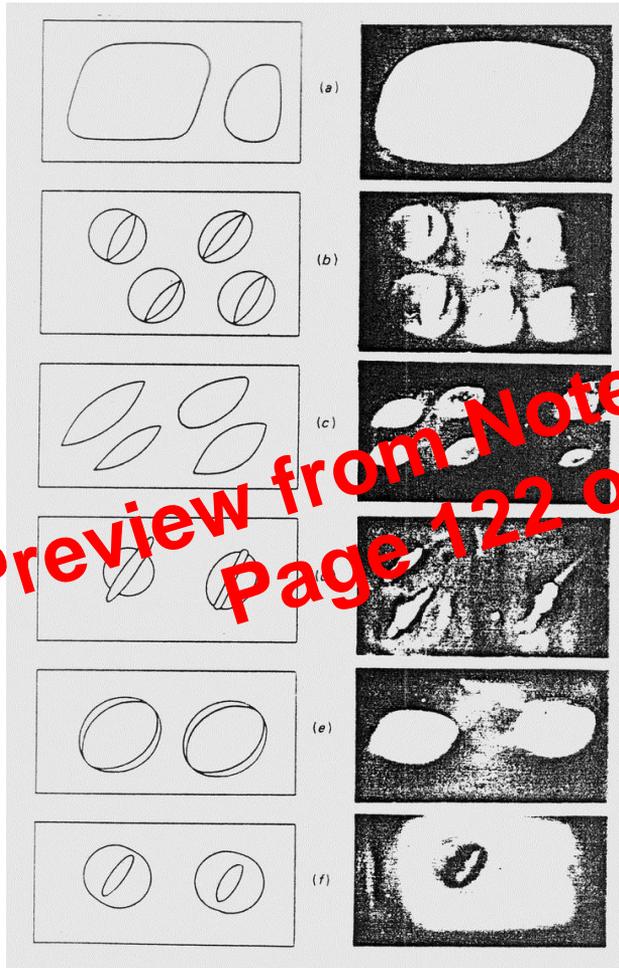
Saluran resin normal merupakan ciri yang tetap pada *Pinus*, *Picea*, *Larix* dan *Pseudotsuga*. Saluran resin normal terjadi baik dalam arah longitudinal maupun dalam arah transversal. Saluran resin yang berarah transversal selamanya terdapat pada jari-jari bentuk kumparan.

Ukuran saluran resin normal bervariasi tidak hanya menurut apakah saluran ini longitudinal atau transversal, tetapi juga menurut genus dan kadang-kadang menurut jenis pohon. Variasi ukuran saluran resin juga bergantung pada umur pohon dan kecepatan pertumbuhan pohon. Pada jenis kayu tertentu, saluran resin longitudinal selalu lebih besar daripada saluran resin transversal seperti nampak pada Gambar 4-10 dengan membandingkan (a) dan (c) atau (b) dan (e) dalam Gambar 4-10. Misalnya pada *Pinus strobus*, saluran resin longitudinal mencapai ukuran tangensial sekitar 200 mikrometer, dan rata-rata diameternya berkisar dari 135 sampai 150 mikrometer, sedang saluran resin transversal biasanya memiliki diameter kurang dari 80 mikrometer.

Pada *Pinus* saluran resin longitudinal dan transversal normal memiliki diameter terbesar, misalnya *Pinus lambertiana* Dougl. diameter saluran resin longitudinalnya rata-rata 175 sampai 225 mikrometer tetapi dapat mencapai diameter maksimum yaitu lebih dari 300 mikrometer. Di pihak lain, pada *Pinus banksiana* Lamb. saluran resin longitudinal jarang mencapai diameter 100 mikrometer dan biasanya lebih kecil dari itu.

Saluran resin pada *Picea*, *Larix* dan *Pseudotsuga* lebih kecil daripada saluran resin pada pinus. Saluran resin longitudinal pada kayu ini kadang-kadang mencapai diameter maksimum 150 mikrometer dengan rata-rata 50 sampai 90 mikrometer.

Berdasarkan sifat sel-sel epitel, maka kayu pinus dapat dibedakan dari ketiga genera seperti disebutkan di atas. Seperti dinyatakan sebelumnya bahwa sel epitel pada kayu gubal



Preview from Notesale.co.uk
 page 122 of 164

Gambar 4-12. Tipe pasangan noktah yang terdapat pada bidang singgung kayu konifer.

(a) tipe pasangan noktah seperti jendela yang merupakan ciri dari soft pine dan red pine (*Pinus resinosa* Ait.); (b) dan (c) tipe pasangan noktah pinoid yang terdapat pada hard pine lain daripada red pine. Halaman noktah nampak pada (b) dan tidak nampak pada (c).; (d) tipe pasangan noktah piceoid yang dijumpai pada *Picea*, *Larix* dan *Pseudotsuga*; (e) tipe pasangan noktah taxodioid yang merupakan ciri *Sequoia*, *Taxodium*, *Abies*, *Thuja*.; (f) tipe pasangan noktah cupressoid yang terdapat pada *Chamaecyparis*, *Calocedrus*, *Juniperus*, dan *Tsuga*.

jari-jari xylem dewasa ini umumnya merupakan replika dari inisial sel jari-jari kambium yang dibentuk melalui pembelahan dalam bidang tangensial.

B. ANATOMI PERBANDINGAN KAYU DAUN LEBAR

Unsur-unsur yang terdapat pada jenis kayu berpori diberikan pada tabel 5-1. Jika unsur ini dibandingkan dengan unsur yang terdapat pada tabel 4-1, maka jelas nampak bahwa struktur kayu daun lebar lebih kompleks daripada struktur kayu daun jarum.

UNSUR LONGITUDINAL KAYU BERPORI

Sel-sel longitudinal yang terdapat pada tabel 5-1 seperti unsur pembuluh, selulit dan trakeid melakukan perpanjangan dalam arah longitudinal. Unsur-unsur ini dilengkapi dengan berbagai macam noktah dan melakukan fungsi sebagai saluran pengangkutan dan kekuatan mekanis atau kohevisi. Unsur ini dengan segera kehilangan protoplasmanya sesaat setelah unsur ini sepenuhnya telah berkembang. Selulitnya, sel parenkim merupakan sel pendek, yang dilengkapi dengan noktah sederhana. Sel parenkim tidak kehilangan protoplasmanya untuk beberapa waktu lamanya dan terutama melakukan fungsi sebagai penyimpanan.

1. Unsur Pembuluh

Seperti telah dinyatakan bahwa kayu berpori memiliki ciri yaitu adanya pembuluh yang merupakan struktur seperti pipa tersusun dari sejumlah sel yang disebut unsur pembuluh, anggota pembuluh, atau ruas pembuluh. Telah ditemukan bahwa sel pembuluh selain tersusun dalam arah longitudinal, juga tersusun secara bersinggungan dalam arah tangensial maupun dalam arah radial, sehingga membentuk jaringan konduksi tiga dimensi dalam xylem sekunder (Bosshard dan Kucera, 1973; Burggraf, 1972; Skene, 1969; Zimmermann, 1968).

bahwa pembuluh tidak berdiri sendiri melainkan saling berhubungan satu sama lain melalui permukaannya.

a. Pembentukan Komponen Unsur Pembuluh

Tiap komponen sel pembuluh berkembang dari sel longitudinal yang berasal dari pembelahan inisial kambium bentuk kumparan. Pada tahap awal perkembangannya, sel longitudinal yang diperuntukkan menjadi anggota pembuluh tidak berperforasi. Sel ini membesar dengan cepat ke arah transversal tetapi hanya sedikit atau sama sekali tidak melakukan penambahan panjang kecuali pada beberapa kayu berpori tata baur misalnya sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.). Sesudah unsur pembuluh berkembang menjadi maksimum, dinding sekunder mulai dibentuk, meninggalkan celah untuk noktah dan bagian yang tak menebal pada kedua ujungnya yang berdampingan dengan unsur pembuluh lainnya. Dinding tipis pada kedua ujung sel pembuluh yang tak menebal ini ditanggalkan oleh zat yang bersifat enzim sebelum protoplasma hilang, sehingga meninggalkan lubang yang disebut perforasi. Pasangan perforasi pada unsur pembuluh yang berdampingan membuka saluran pergerakan air menuju ke atas di dalam batang pohon.

b. Bentuk dan Ukuran Unsur Pembuluh

Jika diamati dalam arah samping (lateral), maka unsur pembuluh memiliki bentuk mulai dari bentuk genderang (Gambar 5-4F) dan bentuk tong sampai ke bentuk oblong (seperti pipa memanjang) dan linear (Gambar 5-4 C, D, E, dan H), dengan atau tanpa perpanjangan bentuk ekor pada salah satu atau kedua ujungnya.

Perpanjangan bentuk ekor sel pembuluh bervariasi mulai dari bentuk ekor pendek atau panjang sampai ke bentuk pita pipih. Perpanjangan bentuk ekor pada pembuluh dapat terjadi pada sisi yang sama atau pada sisi yang berlawanan. Perpanjangan bentuk ekor ini hanya nampak pada sel pembuluh yang telah dipisahkan secara maserasi.

Pada unsur pembuluh bervariasi menurut jenis kayunya (Tabel 5-2), walaupun sel pembuluh ini hanya sedikit atau tidak melakukan perpanjangan ketika sel memperbesar diameternya. Variasi panjang unsur pembuluh ini disebabkan oleh kenyataan bahwa insial kambium longitudinal berbeda panjangnya di dalam jenis pohon yang berbeda.

Panjang unsur pembuluh juga bervariasi di dalam satu pohon yang sama karena bertambahnya ukuran sel kambium ketika pohon menjadi dewasa. Variasi panjang unsur pembuluh juga ditemukan dalam lingkaran tahun yang sama terutama pada kayu berpori tata lingkaran seperti pada oak. Timbulnya keadaan seperti ini disebabkan karena anggota pembuluh pada kayu akhir masih tetap sama panjangnya dengan insial kambium, sedang yang terdapat pada kayu awal memendek ketika pembuluh menambah diameternya dan menjadi annular atau bentuk tong.

Jika kayu diamati pada potongan melintang, maka pembuluh nampak seperti pori. Bidang melintang pembuluh memiliki diameter yang sangat bervariasi. Diameter tangensial pembuluh tidak banyak berubah dan karenanya merupakan dimensi yang biasanya diukur untuk menentukan ukuran sel pembuluh. Pori terkecil memiliki diameter tangensial sekitar 20 mikrometer. Diameter tangensial pembuluh yang luar biasa besarnya terdapat pada oak

(2) Besarnya pernoktahan pada dinding sel pembuluh.

Besarnya pernoktahan pada dinding sel pembuluh sangat bervariasi bergantung pada jenis sel yang melakukan persinggungan dengannya. Pasangan noktah antara pembuluh dan serabut atau trakeid biasanya berhalaman. Jika pembuluh berhubungan dengan unsur yang bersifat parenkim, maka pasangan noktahnya berhalaman, setengah berhalaman atau sederhana.

Titik singgung unsur pembuluh dan jari-jari biasanya menonjol karena noktahnya memiliki ukuran dan susunan yang berbeda dari noktah yang menghubungkan pembuluh dengan unsur longitudinal (Gambar 5-6). Noktah pada pembuluh yang menghubungkan trakeid dan serabut biasanya berbaris vertikal atau hampir vertikal, menyesuaikan diri dengan bentuk unsur ini (Gambar 5-6 Ab).



Gambar 5-6. Pernoktahan pada unsur pembuluh

- (A) Dua unsur pembuluh pada kayu *Quercus rubra* L. Unsur pembuluh terbesar menunjukkan a, daerah pernoktahan pembuluh jari-jari yang berorientasi horizontal dan b, daerah pernoktahan antar unsur pembuluh dan campuran parenkim aksial beruas dengan trakeid vasisentrik yang bersinggungan dengan pembuluh. Pernoktahan antarpembuluh sangat jarang dan tidak nampak pada gambar ini Ujung-ujung ketiga trakeid vasisentrik yang menempel pada pembuluh nampak pada c.
- (B) Unsur pembuluh kayu *Magnolia acuminata* L. menunjukkan pernoktahan antarpembuluh yang linear, bentuk tangga pada a. Pernoktahan pembuluh jari-jari pada bidang atas yaitu pada b jelas menunjukkan bahwa jari-jari yang bersinggungan dengan unsur pembuluh ini semuanya homocellular seperti nampak dari mulut noktah yang berorientasi transversal.

Pernoktahan antarpembuluh umumnya sangat menyolok dan sangat jelas kelihatan pada bidang tangensial pembuluh. Pernoktahan antarpembuluh ini sering kali memiliki nilai diagnosis dalam pengenalan kayu. Ada tiga susunan pengelompokan noktah antar pembuluh yaitu : pernoktahan berseling, pernoktahan berhadapan dan pernoktahan bentuk tangga.

Noktah pada susunan pernoktahan berseling memiliki susunan yang berbaris diagonal. Bentuknya mulai dari bundar sampai lonjong jika noktah ini tidak berdesakan, dan jika berdesakan bentuknya polygonal dan seringkali hexagonal. Jika terjadi susunan yang



Gambar 5-7. Penebalan bentuk jala pada unsur pembuluh kayu *Jacquandina* L.

(A) Bidang radial yang dilihat dari bawah mikroskop biasa.

(B) Scanning electron micrograph penebalan bentuk jala pada sebelah dalam dinding unsur pembuluh.

e. Isi unsur pembuluh

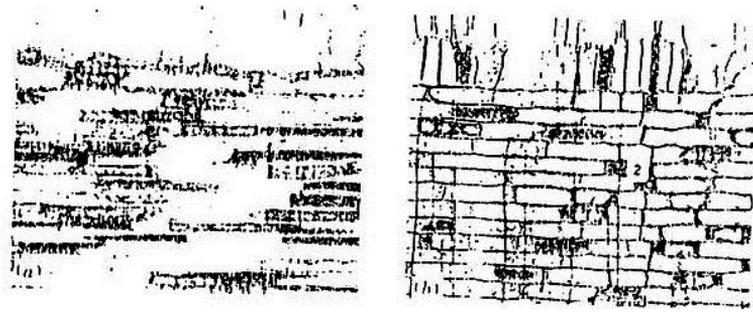
Isi yang sering terdapat dalam unsur pembuluh adalah tilosis dan berbagai macam bahan amorphous seperti getah, resin atau kapur. Jarang dijumpai adanya tepung dan kristal.

Tilosis didefinisikan sebagai protoplasma yang tumbuh dari sel parenkim yang berdekatan melalui rongga noktah pada dinding sel masuk ke dalam rongga unsur pembuluh membentuk struktur seperti kantong. Jika banyak, tilosis mungkin mengisi seluruh rongga pembuluh (Gambar 5-8b, e dan f). Seringkali tilosis berdinding tebal, bernoktah, rongganya terisi getah berwarna gelap (Gambar 5-8j), dan berkristal.

Tilosis biasanya terbentuk di dalam kayu gubal bagian terdalam pada saat sebelum kayu gubal berubah menjadi kayu teras. Ini merupakan proses fisiologi yang secara normal terdapat pada banyak jenis kayu daun lebar. Namun tilosis normal juga kadang-kadang terbentuk di dalam kayu gubal bagian terluar, terutama pada daerah dimana kadar air turun di bawah normal. Tilosis juga dapat terbentuk sebagai hasil dari kerusakan mekanis, pertumbuhan jamur, dan infeksi virus. Tilosis seperti ini dianggap tilosis karena luka. Demikian juga tilosis dapat terbentuk di dalam pohon sesudah pohon ditebang, menyumbat semua pembuluh kayu gubal.

Chattaway (1949) menyatakan bahwa jika mulut noktah pada noktah berpasangan yang berasal dari sel jari-jari masuk ke dalam pembuluh adalah kecil, maka sel jari-jari akan mengeluarkan bahan getah sebagai pengganti pembentukan tilosis. Jika bahan ini berhubungan dengan udara di dalam pembuluh, maka bahan ini memadat membentuk berbagai macam getah dan resin dan berbagai komposisi kimia.

Pembentukan tilosis dan getah menghambat peresapan zat cair ke dalam kayu tetapi tidak menambah keawetannya. White oak banyak mengandung tilosis, dan karena kayu ini cocok



Gambar 5-13. Komposisi jari-jari pada kayu daun lebar

- (a) Jari-jari homocellular (r) pada sycamore (*Platanus occidentalis* L.) seluruhnya terdiri dari sel jari-jari berbaring
 (b) Jari-jari heterocellular (r) pada *Liquidambar styraciflua* L. terdiri dari sel jari-jari tegak (1) dan sel jari-jari berbaring (2).

1. Komposisi Jari-Jari pada Kayu Jepang

Jari-jari kayu daun lebar seluruhnya terdiri dari sel parenkim, dengan perkecualian tipe jari-jari khusus yang disebut jari-jari agregat yang merupakan struktur gabungan jari-jari kecil, serabut dan kadang-kadang pembuluh (Gambar 5-14e). Sel jari-jari parenkim bervariasi ukuran dan bentuknya. Jika sel jari-jari memiliki bentuk dan ukuran yang kurang lebih sama, maka jari-jari disebut homocellular, sedang jika jari-jari mengandung lebih dari satu sel jari-jari parenkim, maka jari-jari disebut heterocellular (lihat Gambar 5-13a dan b).

Sel jari-jari yang memanjang ke arah radial seperti pada Gambar 5-13a dan b disebut sel berbaring, sedang sel jari-jari yang berarah vertikal seperti nampak berbaris pada tepi sebelah atas dari Gambar 5-13b, disebut jari-jari berdiri atau jari-jari tegak. Jari-jari homocellular mungkin terdiri dari seluruhnya jari-jari berbaring, atau seluruhnya jari-jari tegak. Pada jenis kayu Amerika sel tegak pada jari-jari heterocellular umumnya dibatasi pada satu atau lebih sel pada tepi atas dan bawah jari-jari. Pada kayu tropika, sel tegak kadang-kadang membentuk semacam sarung di sekeliling bagian tengah jari-jari yang berhubungan dengan sel jari-jari berbaring. Jari-jari tegak seperti ini disebut sel sarung.

yang agak merata dengan pengertian bahwa jari-jari ini hanya memiliki satu tingkat. Namun, ada juga kayu dengan jari-jari bertingkat, beberapa jari-jari memanjang melewati beberapa tingkat. Jari-jari seperti ini memiliki tinggi yang berbeda walaupun kayu itu menunjukkan adanya noda berkerinyut. Jika hanya jari-jari saja yang bertingkat, maka jari-jari kambiumnya juga bertingkat. Jika semua sel longitudinal bertingkat, maka inisial bentuk kumparan dan jari-jari kambiumnya juga bertingkat.

3. Jarak Jari-jari

Jari-jari kayu berpori berbeda tidak hanya dalam ukuran (lebar dan tinggi) tetapi juga dalam jaraknya. Jarak jari-jari kayu daun lebar sangat mudah diamati melalui papan yang melintang kayu. Jarak jari-jari dihitung sebagai jumlah jari-jari per milimeter yang sekitar enam sampai sembilan per milimeter.

Tabel 5-6 menunjukkan kisaran jarak jari-jari beberapa jenis kayu. Umumnya kayu daun lebar di Amerika memiliki jarak jari-jari normal yaitu rata-rata jarak jari-jari enam sampai sembilan per milimeter. Pada *Liquidambar styraciflua* L., *Nyssa* spp. dan beberapa jenis kayu lainnya memiliki jari-jari yang sangat rapat yaitu terdiri dari 2 atau lebih jari-jari per milimeter.

Tabel 5-6. Jarak Jari-Jari Kayu

Jari-jari per milimeter	Jarak
5 atau kurang	Sangat jarang
6 – 9	Normal
10 – 13	Agak rapat
14 – 20	Rapat
21 atau lebih	Sangat rapat

Telah diketahui bahwa gambar kayu terutama gambar pada permukaan radial, dipengaruhi oleh ukuran dan jarak jari-jari. Gambar ini disebut noda jari-jari. Pada *Salix* spp., *Populus* spp., *Aesculus* spp., dan *Betula* spp. memiliki noda jari-jari yang tidak menyolok, tetapi pada genera *Liriodendron*, *Magnolia* dan *Acer* umumnya memiliki noda jari-jari yang menyolok. Pola noda jari-jari yang paling menyolok terdapat pada pohon gergajian kuarter, kecuali jari-jari tinggi seperti pada species *Fagus*, *Platanus* dan *Quercus*.

4. Saluran Getah Pada Jari-Jari Kayu Berpori

Saluran getah transversal pada kayu daun lebar sama dengan saluran getah pada kayu daun jarum dengan sel epitel parenkim. Saluran ini terisi oleh getah, resin, lateks, atau bahan lainnya.

kemudian diikuti pembesaran rongga melalui penghancuran (gummosis). Cara ini disebut schizolysigenous.

Saluran schizogenous traumatik kayu daun lebar memiliki sel epitel seperti pada saluran normal, sedang saluran lysigenous tidak memiliki sel epitel. Selama saluran lysigenous dan schizolysigenous terjadi dari penghancuran sel, maka saluran ini umumnya lebih besar (diameternya seringkali 1/8 inch atau lebih) daripada saluran schizogenous. Saluran lysigenous terpencah di dalam kayu, atau umumnya tersusun dalam baris tangensial seperti nampak pada potongan melintang kayu. Saluran ini sering nampak menyolok dengan mata telanjang karena ukurannya yang besar dan mengandung getah. Rongga saluran mungkin tak terputus sepanjang serat, atau nampak sebagai suatu deretan pundi yang dipisahkan oleh jaringan luka.

Saluran getah schizogenous traumatik kadang-kadang terdapat pada *Styraciflua* L. (Gambar 5-16a). Saluran ini tidak ditemukan pada jenis kayu lainnya yang diliput buku ini. Saluran lysigenous traumatik umumnya terdapat pada *Rhus* spp. (Gambar 5-16b).

Preview from Notesale.co.uk
Page 164 of 164