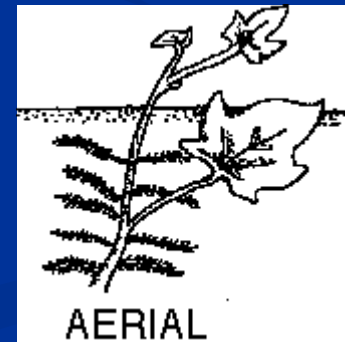
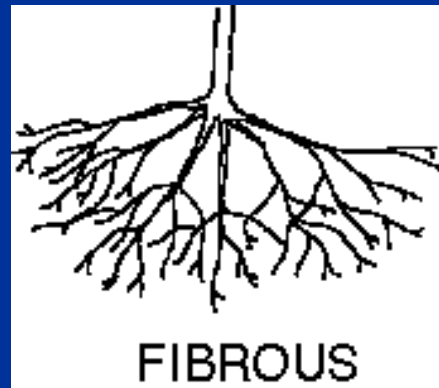
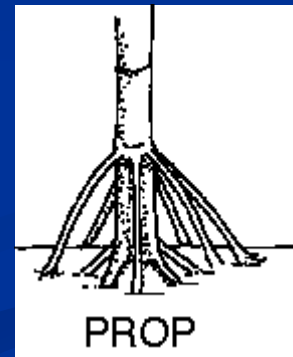
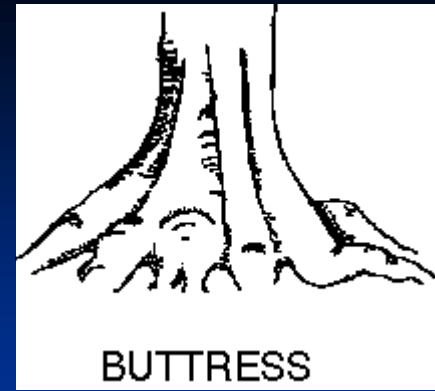


STRUKTUR DAN FUNGSI AKAR

Fungsi akar

- Penyerapan air dan mineral terlarut
- Konduksi
- Pengokoh
- Penyimpanan cadangan makanan



Macam akar

Akar dapat dibedakan berdasarkan morfologi atau asal mula pembentukannya pada embrio (ontogeni) :

■ Secara morfologi

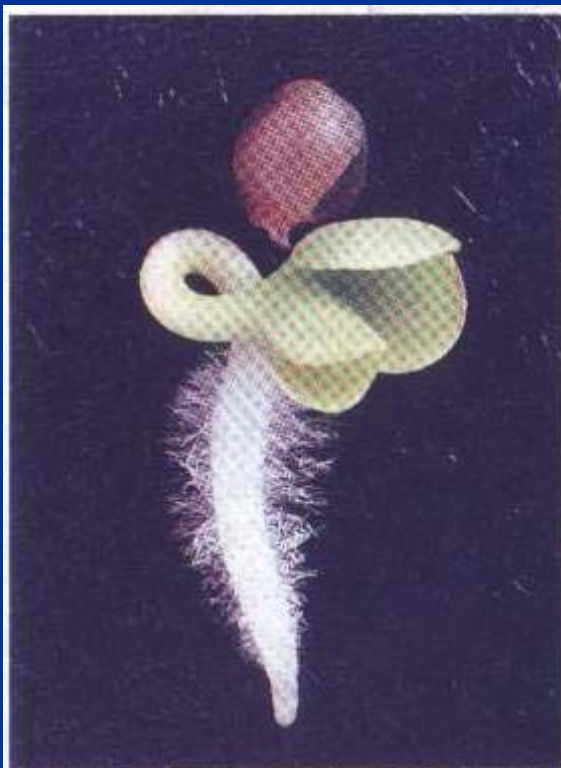
1. **Akar tunggang**
 - hanya memiliki satu akar utama dan beberapa akar lateral/ cabang akar
 - terdapat pada Gymnospermae dan tumbuhan dikotil
2. **Akar serabut**
 - tersusun atas akar yang berukuran relatif sama, dan bercabang membentuk suatu sistem yang homogen
 - terdapat pada tumbuhan monokotil

Akar tunggang dan akar serabut adalah system perakaran yang umum ditemukan pada tumbuhan. Tumbuhan dikotil dapat memiliki kedua system perakaran tersebut, sedangkan tumbuhan monokotil hanya memiliki system akar serabut saja.



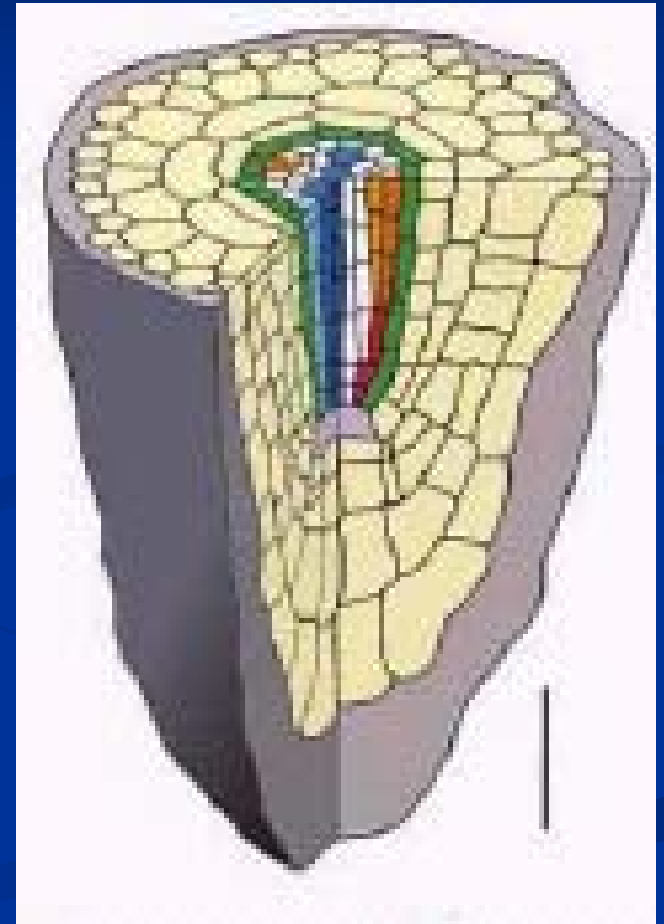
■ Secara ontogeni

1. Akar primer, berkembang dari radikula (akar utama yang tumbuh dari biji)
2. Akar adventif, berkembang dari bagian lain dari tumbuhan (mis. batang, daun, tunas)



Struktur Primer Akar

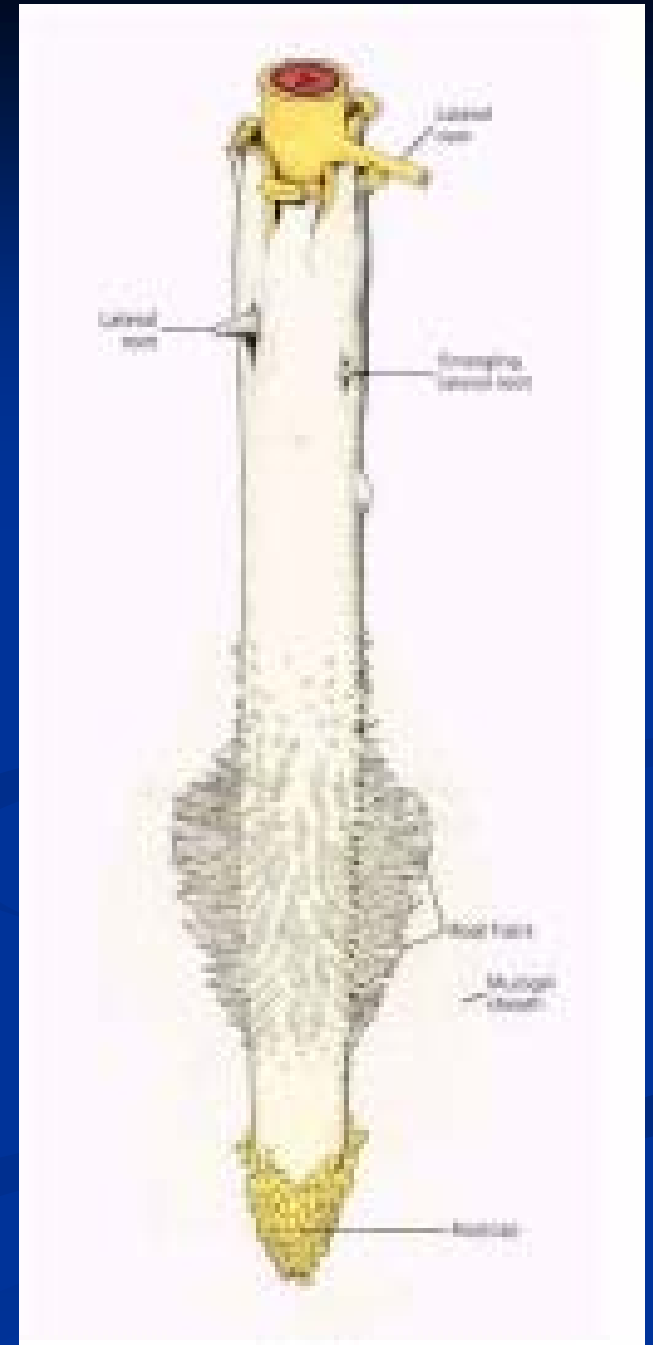
- Akar merupakan suatu struktur sumbu tanpa organ-organ lateral dan tidak terbagi menjadi buku (nodus) dan ruas (internodus)
- Penampang melintang akar menunjukkan perbedaan yang jelas antara ketiga sistem jaringan :
 - Epidermis → jaringan dermal
 - Korteks → jaringan dasar
 - Silinder pusat → jaringan pembuluh



- Pada daerah ujung akar terdapat tudung akar yang berfungsi untuk melindungi meristem akar dan ujung akar yang sedang aktif tumbuh.
- Sel-sel tudung akar → gel yang tersusun atas polisakarida terhidrasi, yang mengandung gula, asam organik, vitamin, enzim dan asam amino

Fungsi dari gel :

- Proteksi → lendir akan melindungi akar dari kekeringan, mengandung senyawa yang akan berdifusi ke dalam tanah dan menghambat pertumbuhan akar lain di sekitarnya
- Lubrikasi → lendir akan menyebabkan akar menjadi licin sehingga memudahkannya untuk menembus partikel tanah
- Absorpsi air → partikel tanah akan menempel pada gel dengan demikian akan meningkatkan kontak akar dengan tanah.
- Absorpsi mineral → grup karboksil pada gel akan mempengaruhi pengambilan ion. Asam lemak, lektin dan sterol pada gel membantu terjadinya simbiosis dengan mikroba tanah.



Sub apeks akar

Akar di daerah sub apeks dapat terbagi menjadi tiga daerah, yaitu :

- **Daerah Pembelahan sel**

→ tersusun atas sel-sel bersifat meristematik, aktif mengalami pembelahan - mitosis

- **Daerah pemanjangan sel**

→ tersusun atas sel-sel yang mengalami pemanjangan, dan sel-sel tampak bervakuola

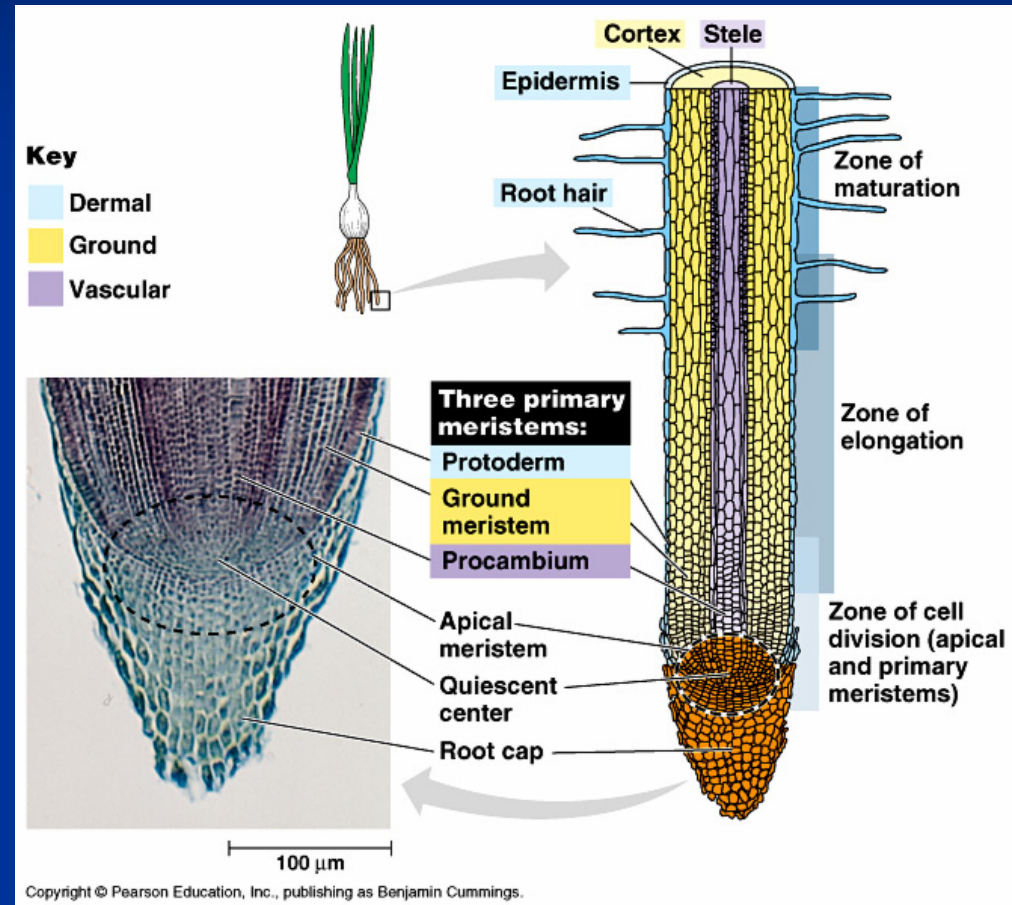
Adanya pemanjangan sel menyebabkan akar terdorong ke dalam tanah

Pada daerah pemanjangan terlihat tiga macam jaringan,

Prokambium

Meristem dasar

Protoderm

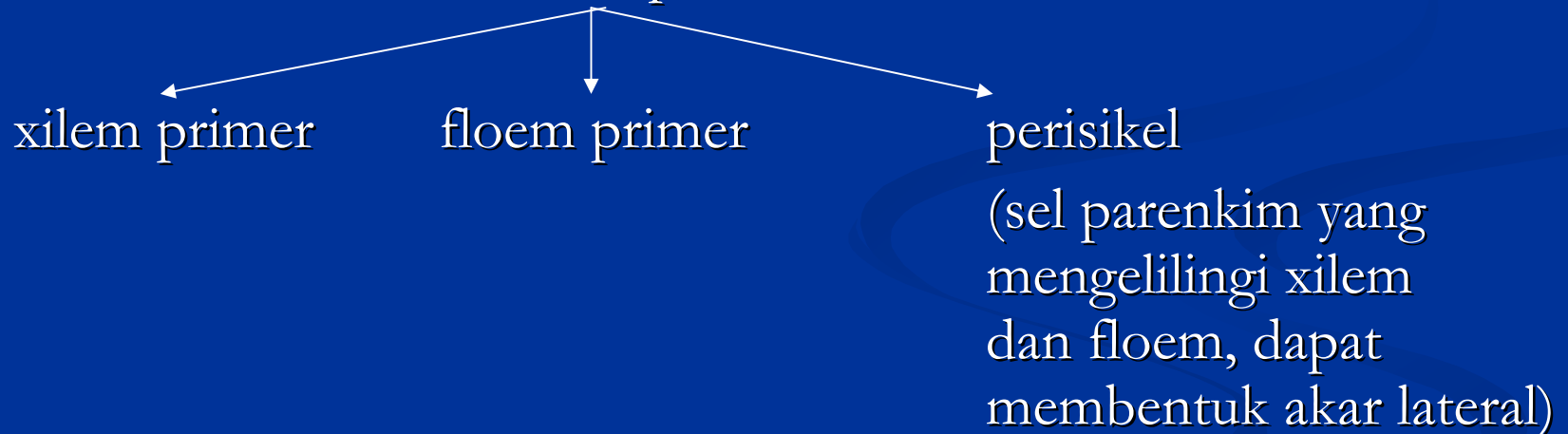


- **Daerah pendewasaan sel**

➔ tersusun atas sel-sel yang mulai mengalami proses diferensiasi sampai sel berkembang menjadi bentuk sel dewasa. Pada bagian epidermis telah tampak adanya rambut-rambut akar.

Diferensiasi sel terjadi pada :

- **Prokambium ➔ silinder pusat**

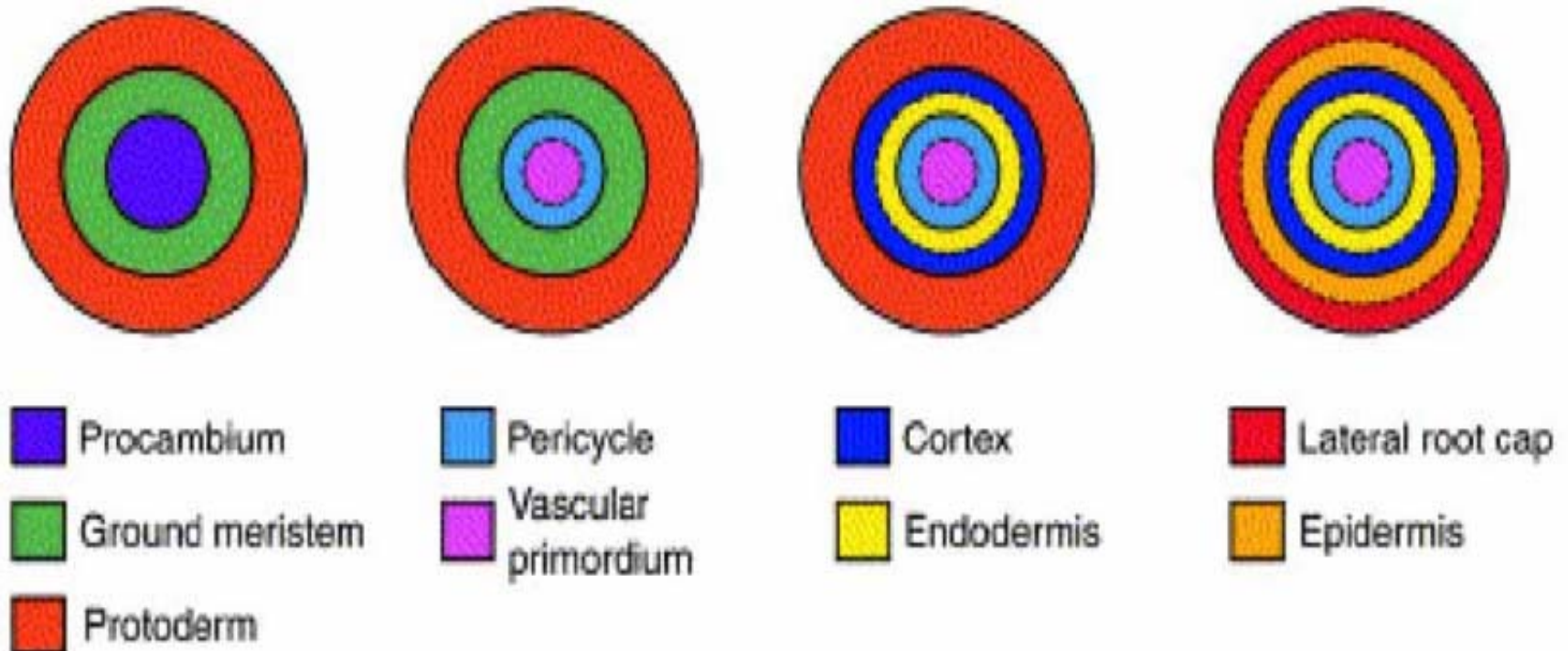


■ Meristem dasar

- korteks → sel-sel parenkim
- endodermis → lingkaran sel parenkimatis mengelilingi perisikel, dinding sel mengandung suberin

■ Protoderm

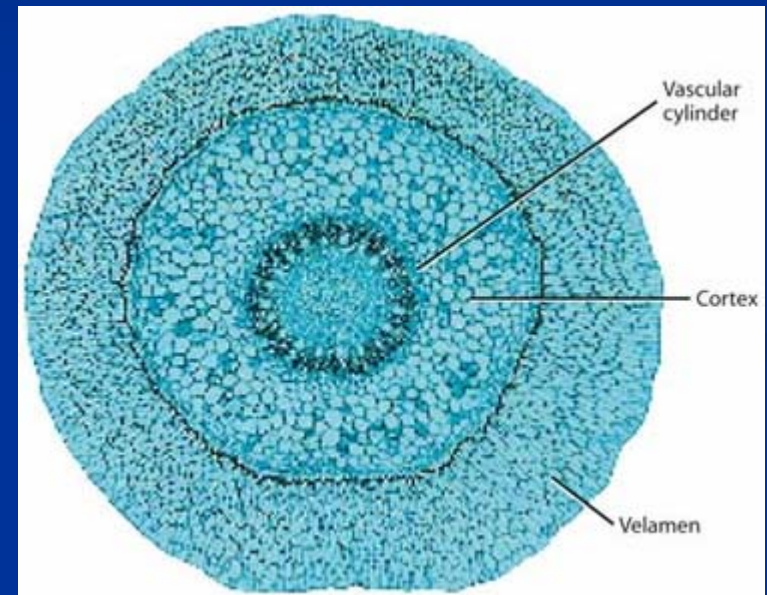
- membentuk epidermis, termasuk rambut akar
- rambut akar akan memperluas permukaan untuk proses penyerapan air dan mineral



Jaringan Pembentuk Akar

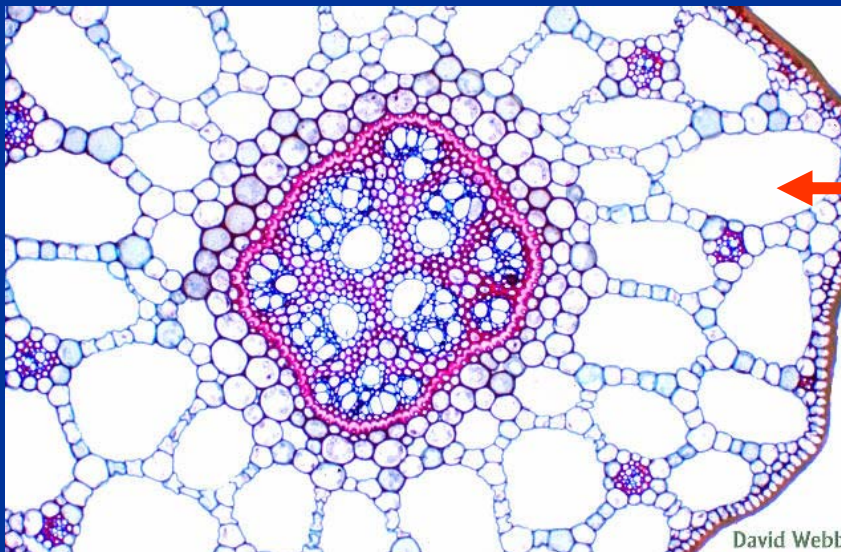
1. Epidermis

- umumnya hanya terdiri dari satu lapisan sel, dan terbentuk dari protoderm
- merupakan jaringan untuk penyerapan air dan mineral, terutama pada daerah yang memiliki rambut akar.
- biasanya tidak berkutikula, atau memiliki kutikula yang sangat tipis dan tidak mengganggu proses penyerapan pada akar.
- Pada beberapa tumbuhan merambat yang memiliki akar udara seperti pada Orchidaceae dan Araceae, epidermis berkembang menjadi jaringan epidermis berlapis banyak, dinamakan **velamen**.



2. Korteks

- umumnya tersusun atas sel-sel parenkim.
- Parenkim yang terdapat pada korteks akar dapat berdiferensiasi menjadi aerenkim dengan ruang antar sel yang besar, misalnya pada tumbuhan hidrofit.
- Fungsi aerenkim → jaringan untuk angkutan gas dan sebagai tempat penyimpanan oksigen yang dibutuhkan untuk respirasi
- Sel-sel korteks umumnya memiliki vakuola yang besar
- Plastida pada sel-sel korteks umumnya tidak berklorofil, tapi banyak mengandung pati
- Lapisan terdalam korteks terdiferensiasi menjadi endodermis, sedangkan satu atau beberapa lapisan terluar dapat terdiferensiasi menjadi eksodermis/hypodermis



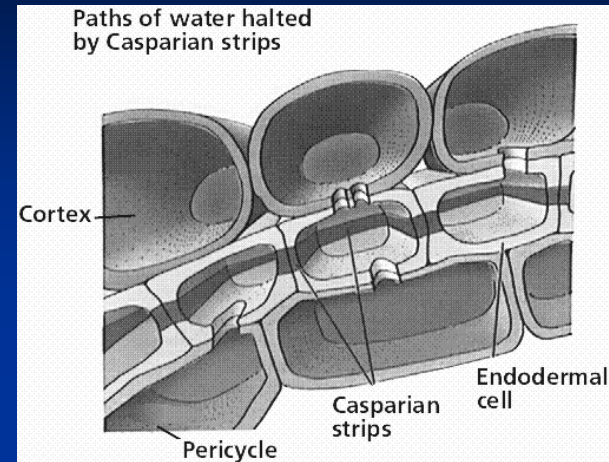
aerenkim

Eksodermis

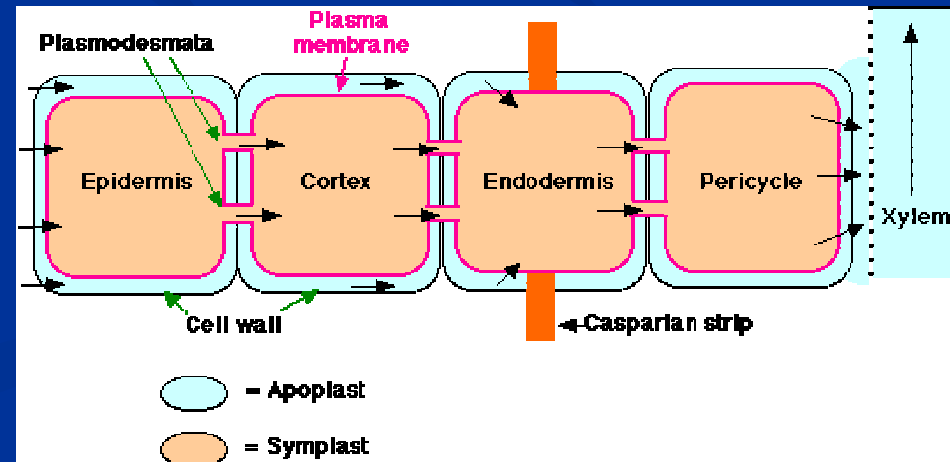
- Eksodermis dapat menjadi lapisan proteksi terluar, apabila lapisan epidermis rusak.
- Pada beberapa tumbuhan, terutama tumbuhan xerofit, dinding sel eksodermis/ hypodermis bersuberin. Suberin pada bagian ini dapat menahan air dan mineral yang telah diserap akar.
- Pada tumbuhan Poaceae/Graminae, Arecaceae dan Cyperaceae, eksodermis tersusun atas jaringan sklerenkim.

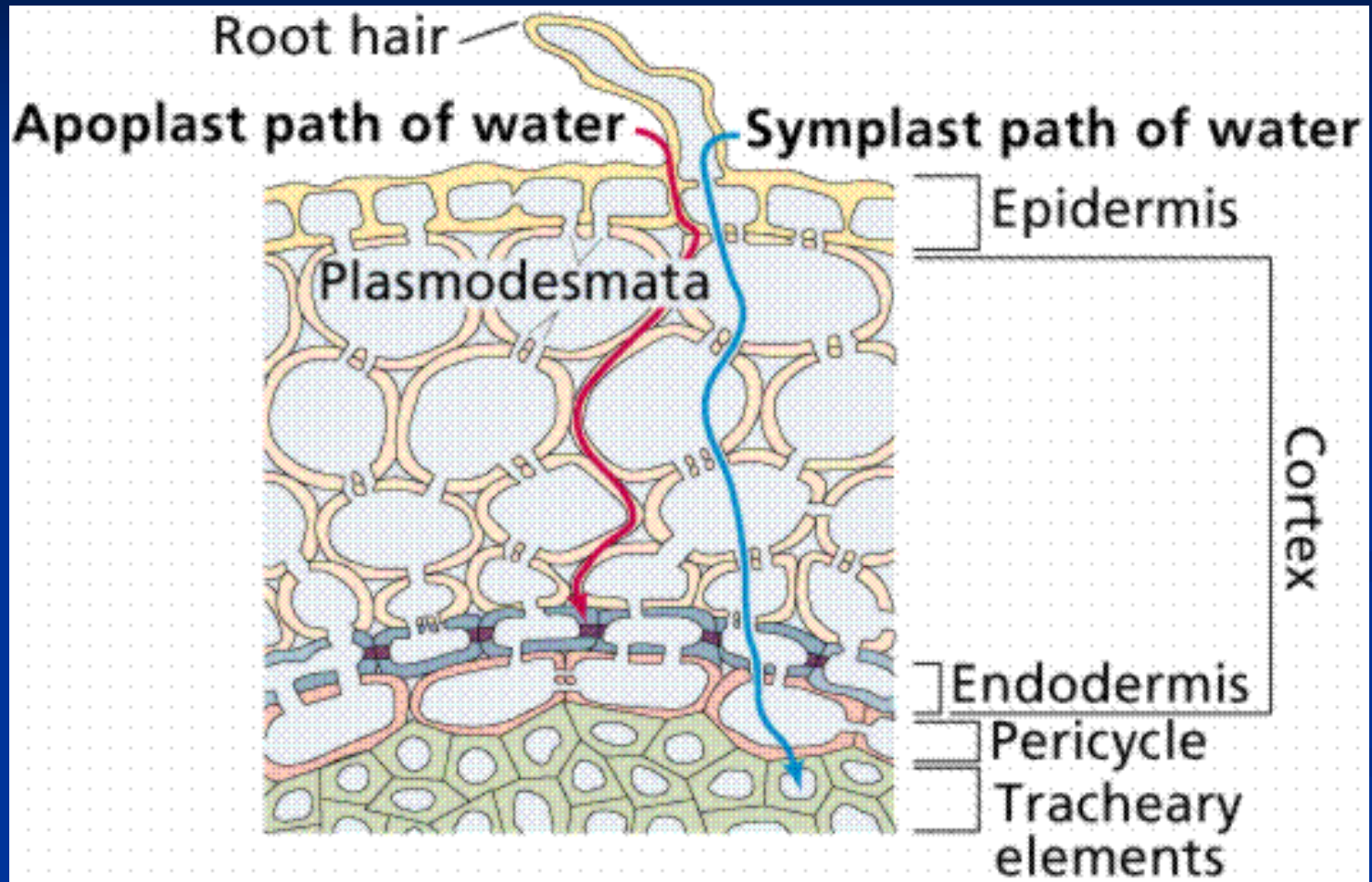
Endodermis

- Di daerah penyerapan pada akar, dinding sel endodermis memiliki pita-pita suberin yang mengelilingi dinding radial dan melintang sel-sel tersebut, disebut **pita Caspary**
- Pita Caspary berfungsi untuk mengendalikan pergerakan larutan (air dan mineral) dari daerah korteks yang akan menuju silinder pusat.



Proses penyerapan air dan mineral di dalam akar





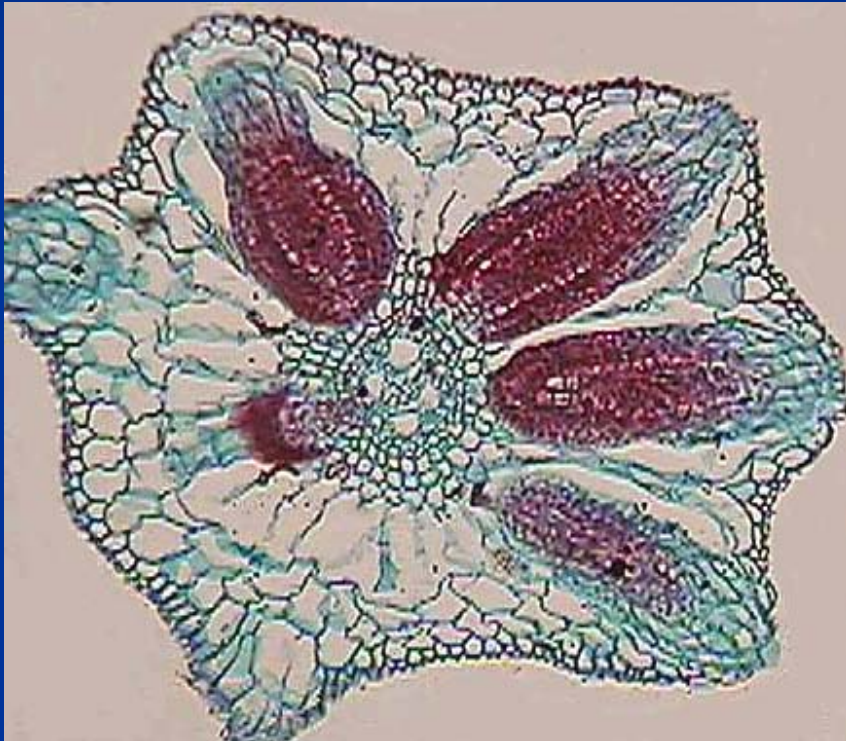
3. Silinder Pusat / Silinder Pembuluh (Stele)

Silinder pusat tersusun atas perisikel dan jaringan pembuluh

■ Perisikel

- merupakan lapisan yang terbentuk dari prokambium dan berfungsi sebagai pembatas antara silinder pusat dengan bagian korteks.
- umumnya hanya tersusun atas satu lapisan sel
- turut terlibat dalam pembentukan akar lateral dan felogen (kambium gabus)

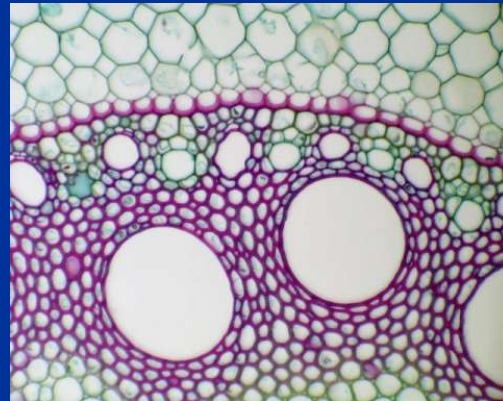
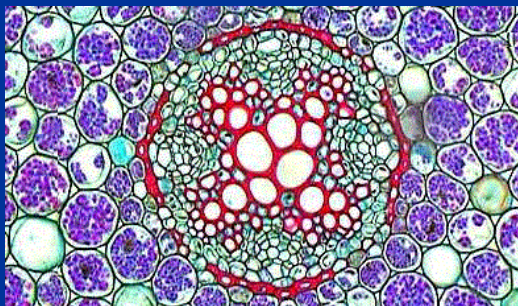
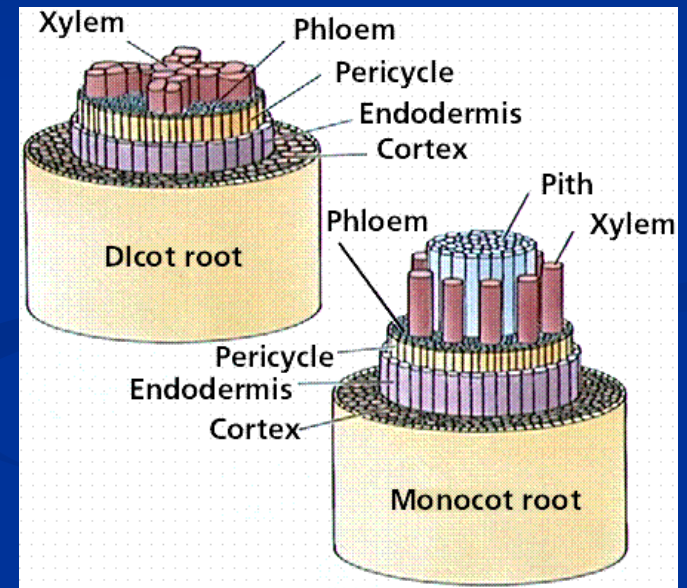
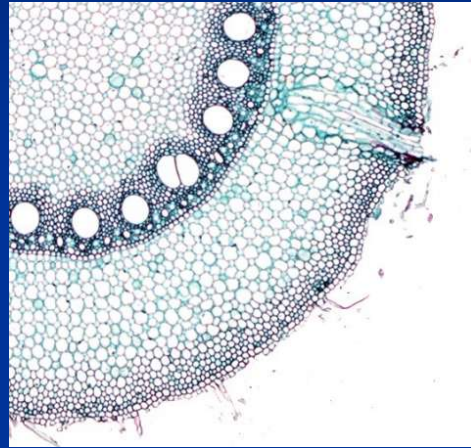
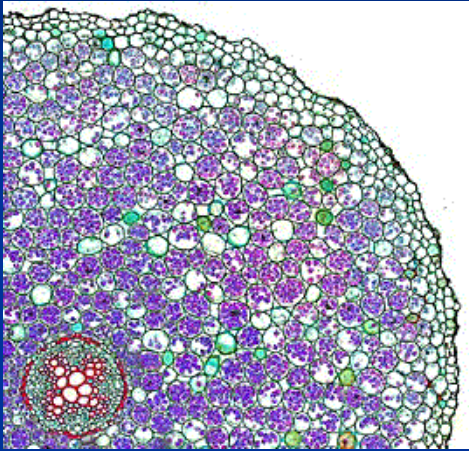
Pembentukan akar lateral



■ Jaringan Pembuluh

- Pada silinder pusat, xilem tampak terbentuk sebagai sumbu yang padat dengan beberapa penonjolan
- Jumlah penonjolan xilem bervariasi pada berbagai macam spesies dan dalam akar pada tumbuhan yang sama,
 - diark, triark, tetrark atau poliark
- Xilem primer yang pertama kali terbentuk (protoxilem) memiliki sel-sel trakeid berukuran kecil dan paling awal mengalami pendewasaan. Makin dekat ke pusat akar terdapat unsur-unsur metaxilem yang lebih lebar.
- Arah pendewasaan xilem pada akar adalah secara sentripetal (dari luar ke dalam) → eksark
- Kelompok floem bergantian dengan penonjolan xilem

Perbedaan struktur akar tumbuhan dikotil dan monokotil



Pertumbuhan sekunder dan pembentukan akar adventif

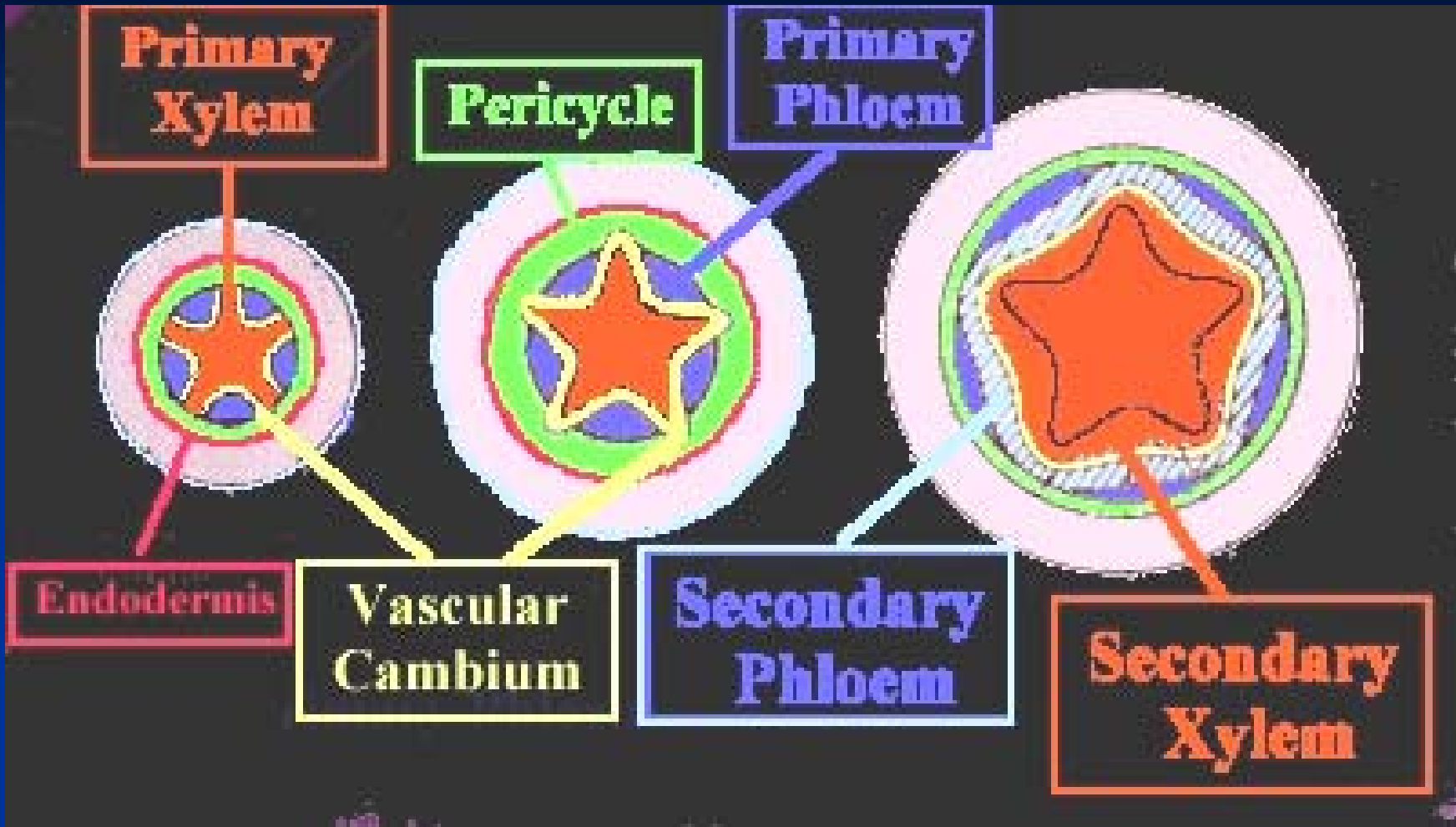
Pertumbuhan sekunder akar

- Kambium pembuluh → jaringan pembuluh sekunder
- Terjadi pada Gymnospermae dan tumbuhan dikotil

- Kambium pembuluh berasal dari sisa-sisa sel prokambium yang tidak terdiferensiasi → kelompok sel
 - Jumlah kelompok tergantung pada tipe akar (diark, triark dll.)
- Perisikel di bagian luar tonjolan xilem turut aktif membentuk kambium

Kambium bersinambungan mengelilingi xilem

- Kambium pada permukaan dalam floem aktif terlebih dahulu dibandingkan dengan kambium di dekat perisikel membentuk xilem sekunder → kambium terdorong ke luar
- Kambium dari perisikel → parenkim jari-jari empulur
- Periderm terbentuk dari sel-sel perisikel yang membelah secara periklinal dan antiklinal
- Pembelahan periklinal → perluasan radial dari perisikel



Akar dikotil herba

- Parenkim jari-jari empulur membagi xilem aksial menjadi beberapa sektor
- Xilem primer mengadakan pertumbuhan melebar pada bagian parenkimnya
- Floem bagian luar : parenkim dan serat
- Floem menyatu dengan parenkim perisikel di bawah periderm
- Gabus membentuk jaringan proteksi

Akar tumbuhan berkayu memiliki struktur yang mirip dengan tumbuhan dikotil herba, hanya proporsi sel yang memiliki penebalan dinding sekunder (berlignin) lebih banyak.

Variasi Pertumbuhan Sekunder

- Akar Penyimpan cadangan makanan

- *Daucus carota*

- ➔ Pertumbuhan sekunder menghasilkan parenkim dalam jumlah banyak di bagian xilem dan floem

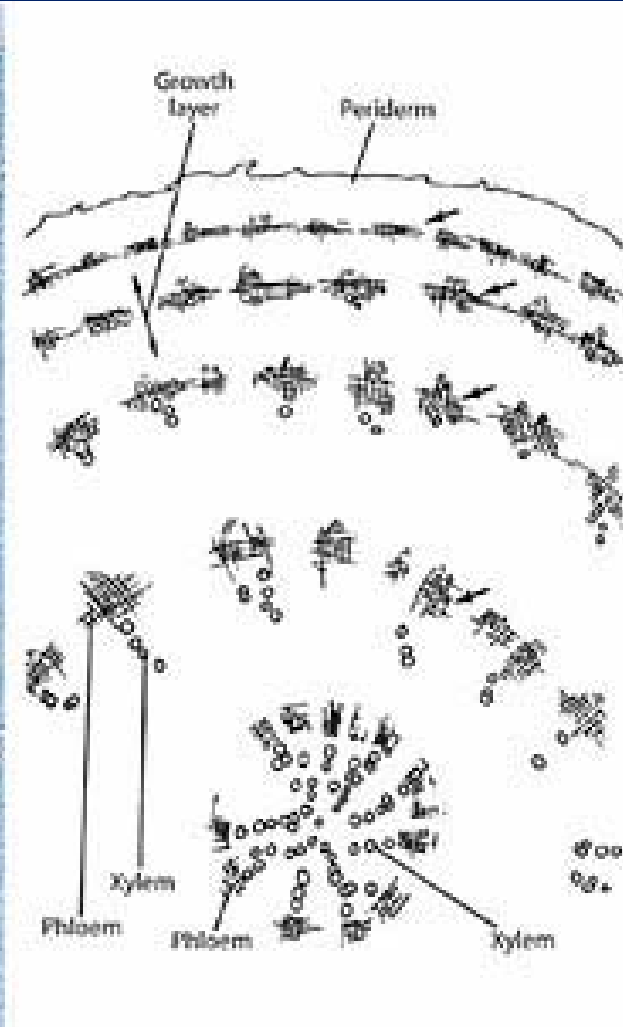
- *Beta vulgaris*

- ➔ terbentuk deretan kambium yang tersusun konsentris



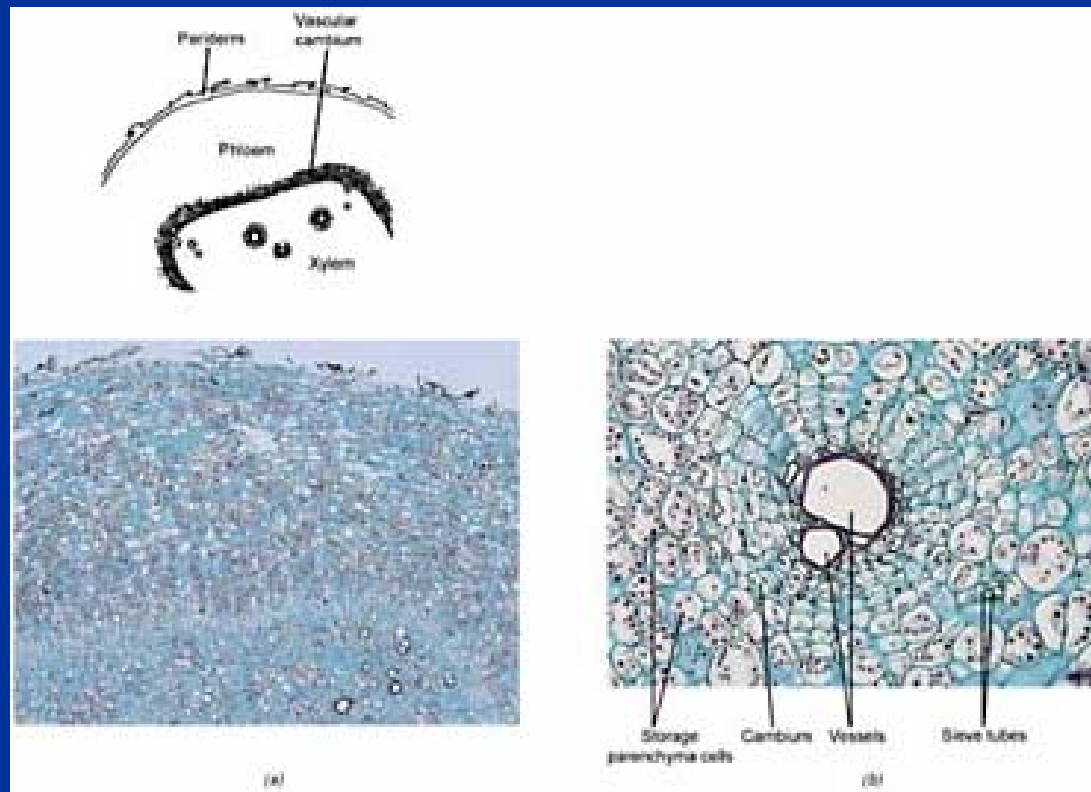
berasal dari perisikel dan floem, dan akan menghasilkan xilem, floem serta parenkim yang terpisah dari kelompok lainnya

Akar *Beta vulgaris*



■ *Ipomoea batatas*

- kambium terbentuk dari parenkim di sekeliling trakhea/ kel. trakhea
- kambium akan membentuk trachea ke arah dalam, sedikit pembuluh tapis + latisifer ke arah luar dan parenkim ke kedua arah



Akar adventif

- terbentuk pada organ tumbuhan yang berada di atas permukaan tanah, batang yang tumbuh di bawah permukaan tanah dan pada akar tua yang sudah mengalami pertumbuhan sekunder
- akar tumbuhan yang dikultur secara *in vitro*
 - penting untuk propagasi
- terbentuk secara endogen di dekat jaringan pembuluh
- pembentukan primordia dimulai dengan pembelahan sel-sel parenkim atau kalus.



Diferensiasi meristem apeks, tudung akar, silinder pembuluh dan korteks (di dalam organ asal)

- sel-sel kalus / parenkim pada bagian proksimal / pangkal akar adventif terdiferensiasi menjadi unsur jaringan pembuluh yang akan menyambung dengan unsur pembuluh pada organ tempat terbentuknya akar adventif tersebut

Pembentukan primordia akar adventif pada batang tomat (*Lycopersicon esculentum*)

