

# Botani Farmasi

## Pembentukan Embrio Dierensiasi Jaringan

Pertemuan 6  
24 Oktober 2024

Apt. Desi Novita Revianawati., M.Farm

# EMBRIOGENESIS

Embrio adalah proses pembentukan embrio multiseluler dari zigot bersel tunggal.



# Perkembangan yang Berlangsung Selama Embriogenesis

## 1. Pertama

Zigot mengalami polarisasi apikal-basal, sel apikal yang kecil dengan sitoplasma kental dan sel basal yang besar dengan sitoplasma encer.

Sel basal akan membentuk struktur berumur pendek yang disebut suspensor sedangkan sel apikal akan menjadi embrio.

## 2. Kedua

Tahap globuler, embrio berupa kumpulan sel dengan struktur berbentuk bundar.

## 3. Ketiga

Tahap hati, embrio bertambah masa dan jumlah selnya serta membentuk cekungan di bagian apikal sehingga strukturnya menyerupai hati.

#### 4. Keempat

Tahap torpedo, merupakan tahap awal ketika prekursor dari kotiledon, akar, dan batang mulai dapat dikenali.

#### 5. Kelima

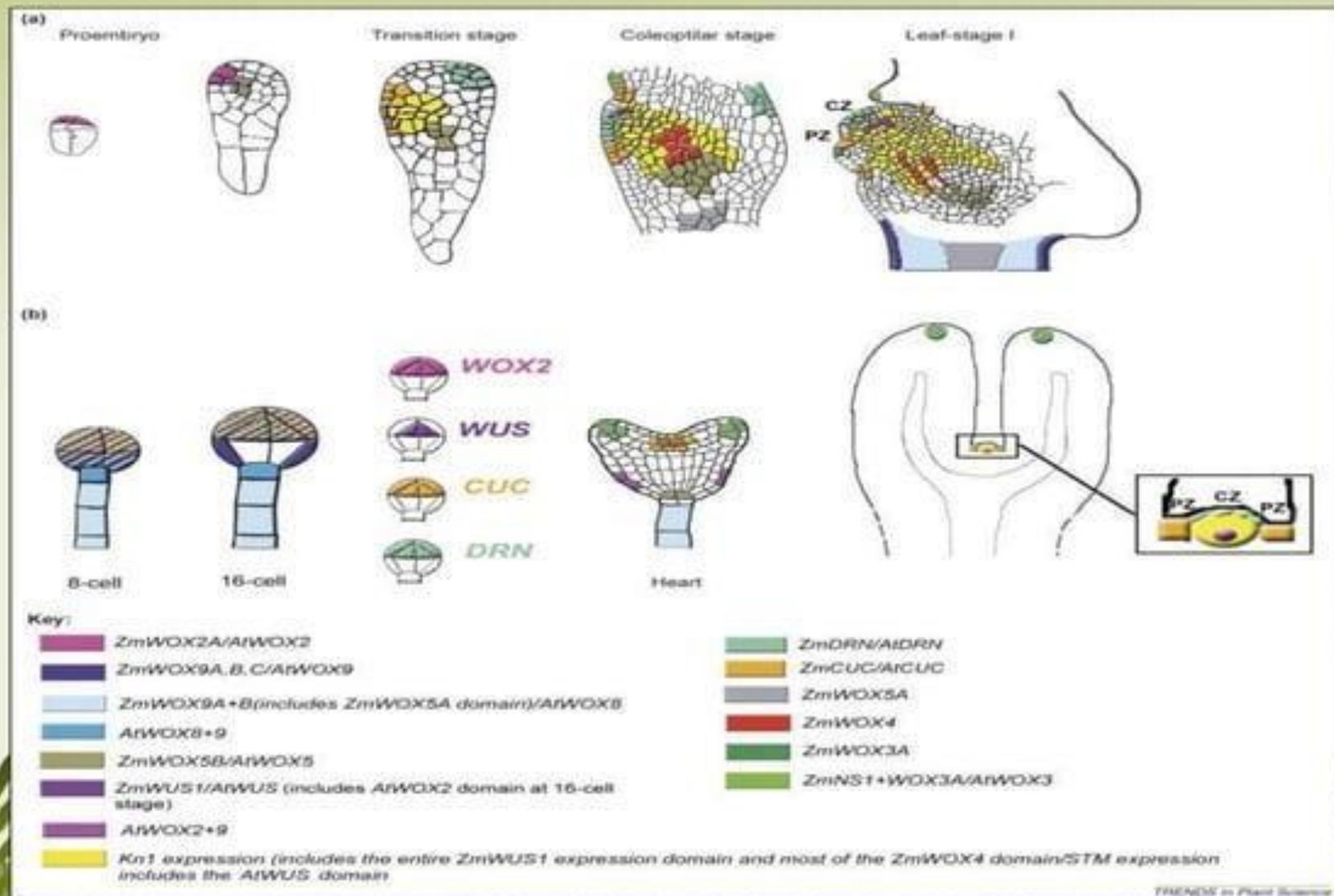
Tahap kotiledon, kotiledon memanjang pada magnoliopsida ada dua yang kotiledon yang mengalami perkembangan sedangkan pada liliopsida hanya satu kotiledon (skutelum) yang berkembang.



# Embriogenesis Liliopsida (Monokotil)

1. Zigot membelah melintang asimetris membentuk sel apikal yang kecil dan sel basal yang besar. Sel basal membesar tanpa membelah membentuk haustorium sel tunggal. Seluruh embrio berasal dari sel apikal. Sel apikal membelah melintang menjadi 2.
2. Sel membelah berkali-kali membentuk proembrio tahap globular.
3. Proembrio menjadi berbentuk oval , bagian tengah membentuk plumula.
4. Tahap kotiledon, terbentuk kotiledon tunggal yang kemudian menjadi skutelum, pada sisi ini pembelahan sel lebih cepat dari sisi lain sehingga kesimetrisan embrio berubah, sel-sel pada sisi yang pertumbuhannya lambat menjadi plumula dan epikotil.

# Embriogenesis pada *Zea mays*



# Embriogenesis Magnoliopsida (Dikotil)

1. Zigot membelah asimetris membentuk sel apikal yang kecil dan sel basal yang besar
2. Sel apikal berkembang menjadi embrio, sel basal selanjutnya membelah melintang membentuk suspensor
3. Sel apikal membelah memanjang membentuk proembriotetrad. Suspensor membelah melintang beberapa kali.
4. Sel apikal membelah vertikal dengan bidang pembelahan tegak lurus bidang pertama, pada tahap ini proembrio berada pada tahap 8 sel. setiap sel membelah melintang menghasilkan stadium 16 sel, setiap sel akan membelah secara periklinal menghasilkan protoderma di sebelah luar yang akan berdiferensiasi menjadi epidermis.
5. sel sebelah dalam akan membentuk meristem dasar, sistem prokambium, hipokotil. Pada tahap ini embrio berada pada tahap globular.
6. Embrio tahap globular mengalami pendataran dibagian apeks, pada tahap ini embrio pada tahap hati.
7. Embrio tahap torpedo
8. Pemanjangan terus terjadi membentuk embrio tahap kotiledon
9. Suspensor membantuk embrio masuk dalam endosperma untuk mendapat makanan
10. Embrio tahap kotiledon tumbuh dan melengkung di dalam biji. Suspensor sudah mengecil.



Berdasarkan perbedaan perkembangan proembrio sampai tahap empat sel, embrio magnoliopsida dapat dikelompokkan menjadi lima tipe

a. Tipe Cruciferae

- 1) Sel apikal dari proembrio dua sel membelah secara longitudinal
- 2) Sel basal berperan sedikit atau tidak sama sekali pada perkembangan embrio selanjutnya

b. Tipe Astread

- 1) Sel apikal dari proembrio dua sel membelah secara longitudinal
- 2) Sel basal dan sel apikal berperan dalam pembentukan embrio

c. Tipe Solanad

- 1) Sel apikal dari proembrio dua sel membelah secara transversal
- 2) Sel basal hanya sedikit berperan atau tidak sama sekali pada perkembangan embrio selanjutnya
- 3) Sel basal berkembang menjadi suspensor yang terdiri atas dua atau lebih sel

#### d. Tipe Caryophylad

- 1) Sel apikal dari proembrio dua sel membelah secara transversal
- 2) Sel basal hanya sedikit berperan atau tidak sama sekali pada perkembangan embrio selanjutnya
- 3) Sel basal tidak mengadakan pembelahan selanjutnya. Bila ada berasal dari perkembangan sel apikal.

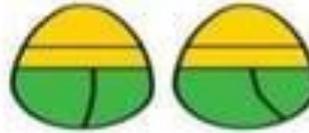
#### e. Tipe Chenopodial

- 1) Sel apikal dari proembrio dua sel membelah secara transversal
- 2) Sel basal dan sel apikal berperan dalam pembentukan embrio selanjutnya

**Onagrad**



**Asterad**



**Solanad**



**Chenopodiad**



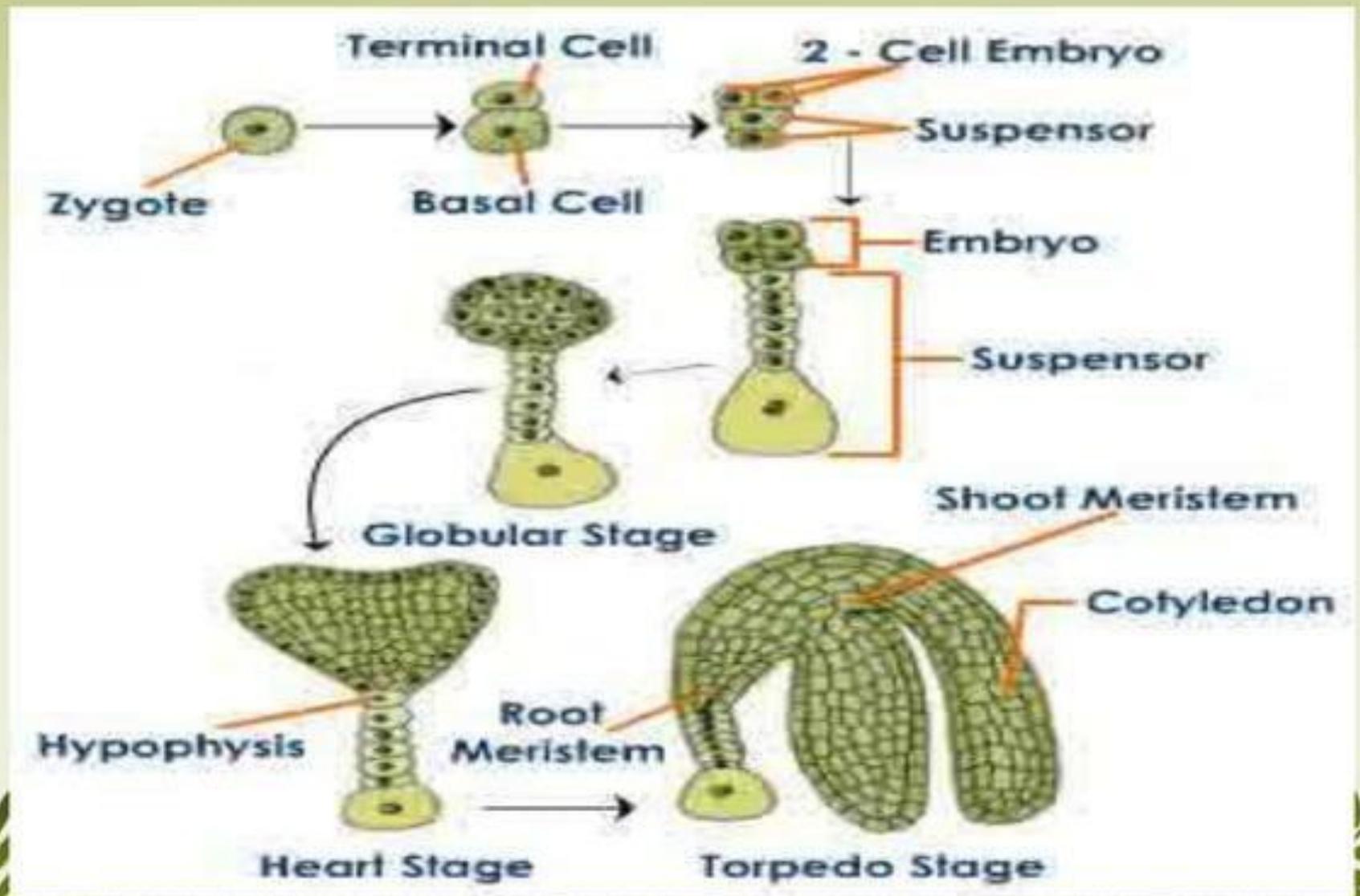
**Caryophyllad**

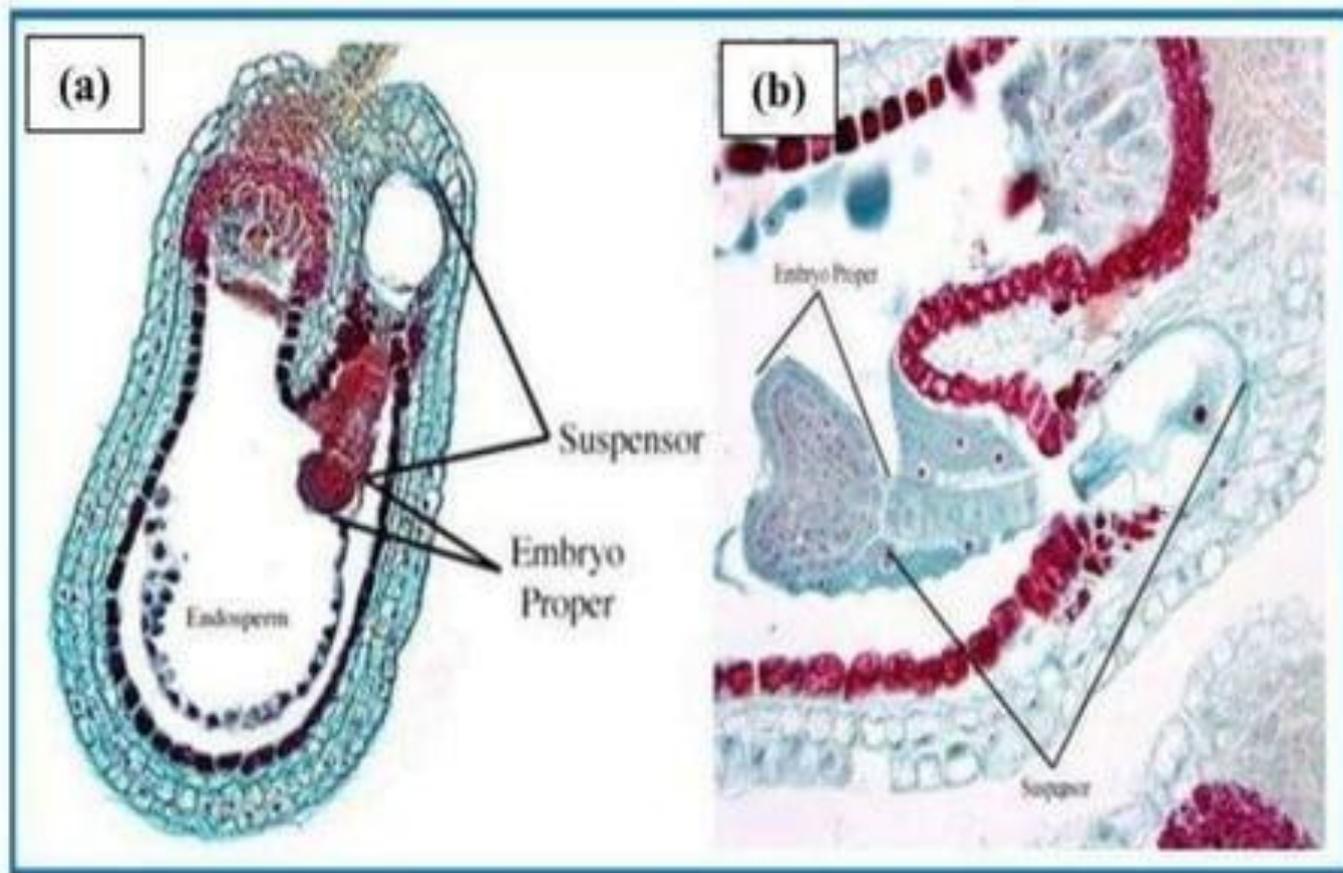


**Piperad**

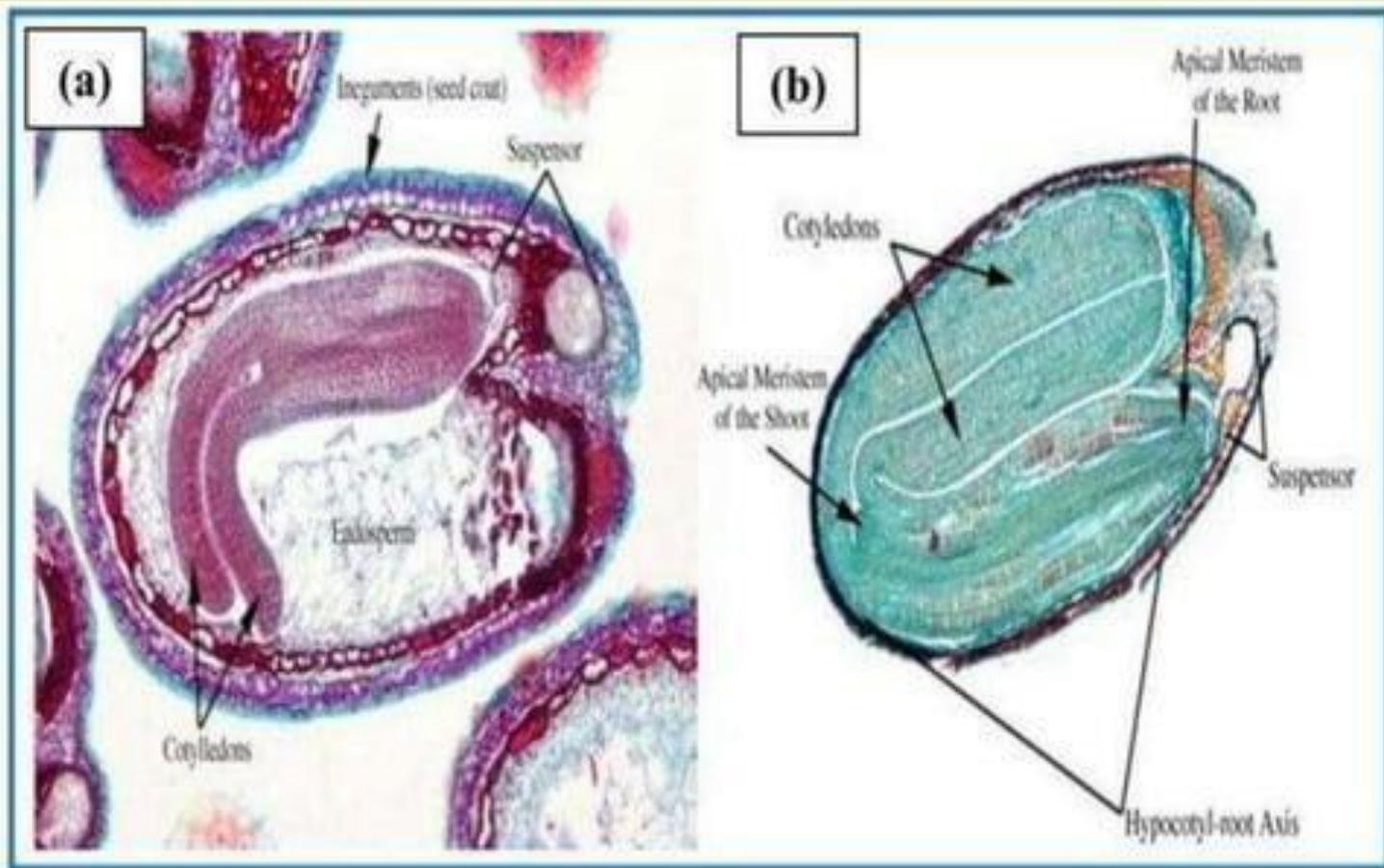


# Embriogenesis *Capsella bursa-pastoris*





Gambar 47. Embriogenesis tahap globular (a) dan tahap hati (b) Pada *Capsella bursa-pastoris*

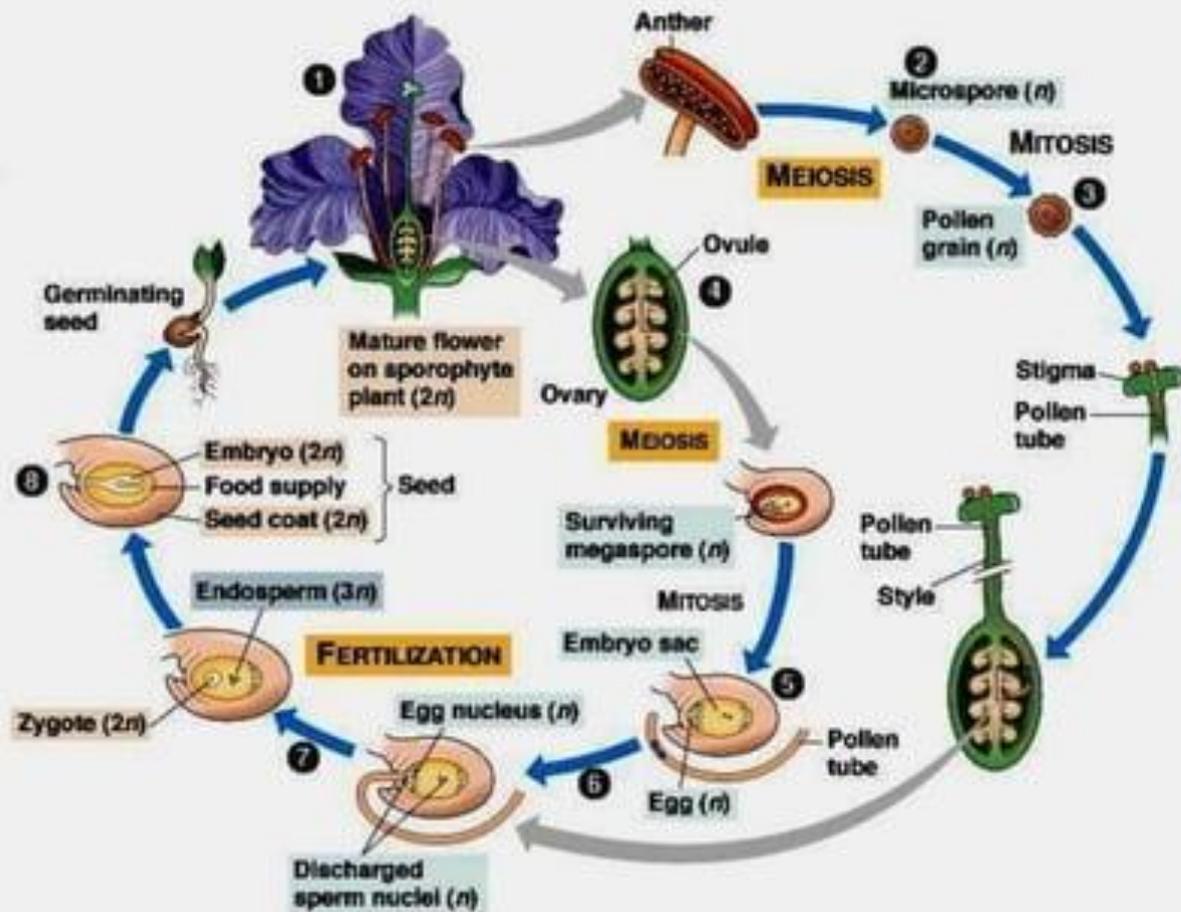


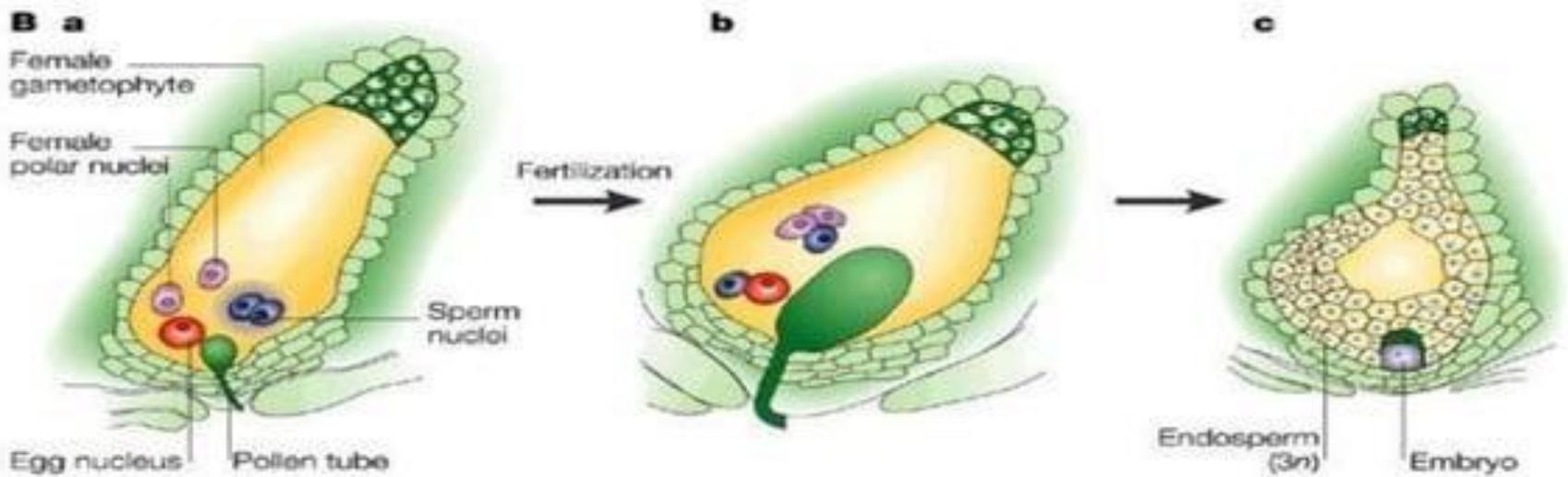
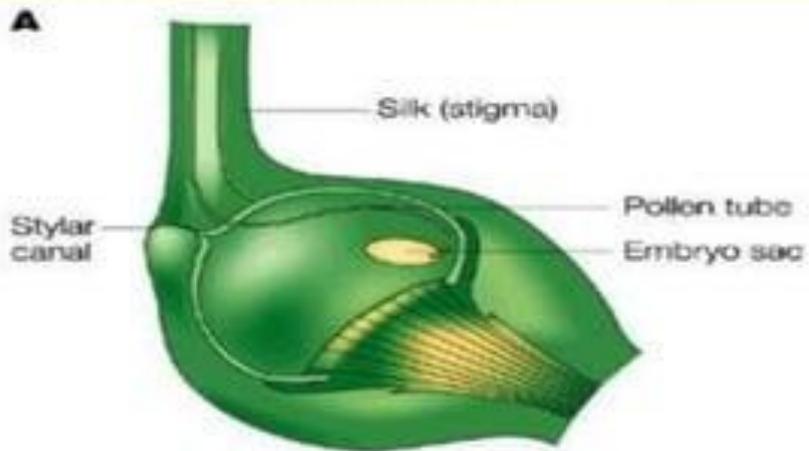
Gambar 48. Skema embriogenesis tahap kotiledon **(a)** dan embrio dewasa **(b)** pada *Capsella bursa-pastoris*

# PERKEMBANGAN EMBRIO

## KEY TO LABELS

- Haploid ( $n$ )
- Diploid ( $2n$ )
- Triploid ( $3n$ )





- Pada Angiospermae gametofit betina terletak jauh disebelah dalam ruang ovarium, dan jauh dari stigma. Pada Angiospermae butir polen tertimbun pada stigma. Sel-sel stigma mengeluarkan cairan yang seperti lendir disebut eksulat. Pada umumnya hanya ada satu tabung polen pada butiran polen yang disebut monosifonous.

- Setelah tabung polen tumbuh, tabung polen tersebut akan melalui papilla stigma dan menembus jaringan stillus. Stillus dibagi menjadi 3 tipe yaitu :
  1. Terbuka
  2. Setengah tertutup
  3. Tertutupstadium aktant (8 sel).

- Setelah tabung polen sampai pada bagian atas ovarium kemudian masuk kedalam gametofit betina. Berdasarkan cara masuknya tabung polen kedalam ovulum ada 3 macam pembuahan yaitu :
  - a). Porogami : Tabung polen masuk melalui mikropil
  - b). Khalasogami : Bulu masuk melalui Khalaza
  - c). Mesogami : Bulu masuk melalui funikulus

- Embriogenesis

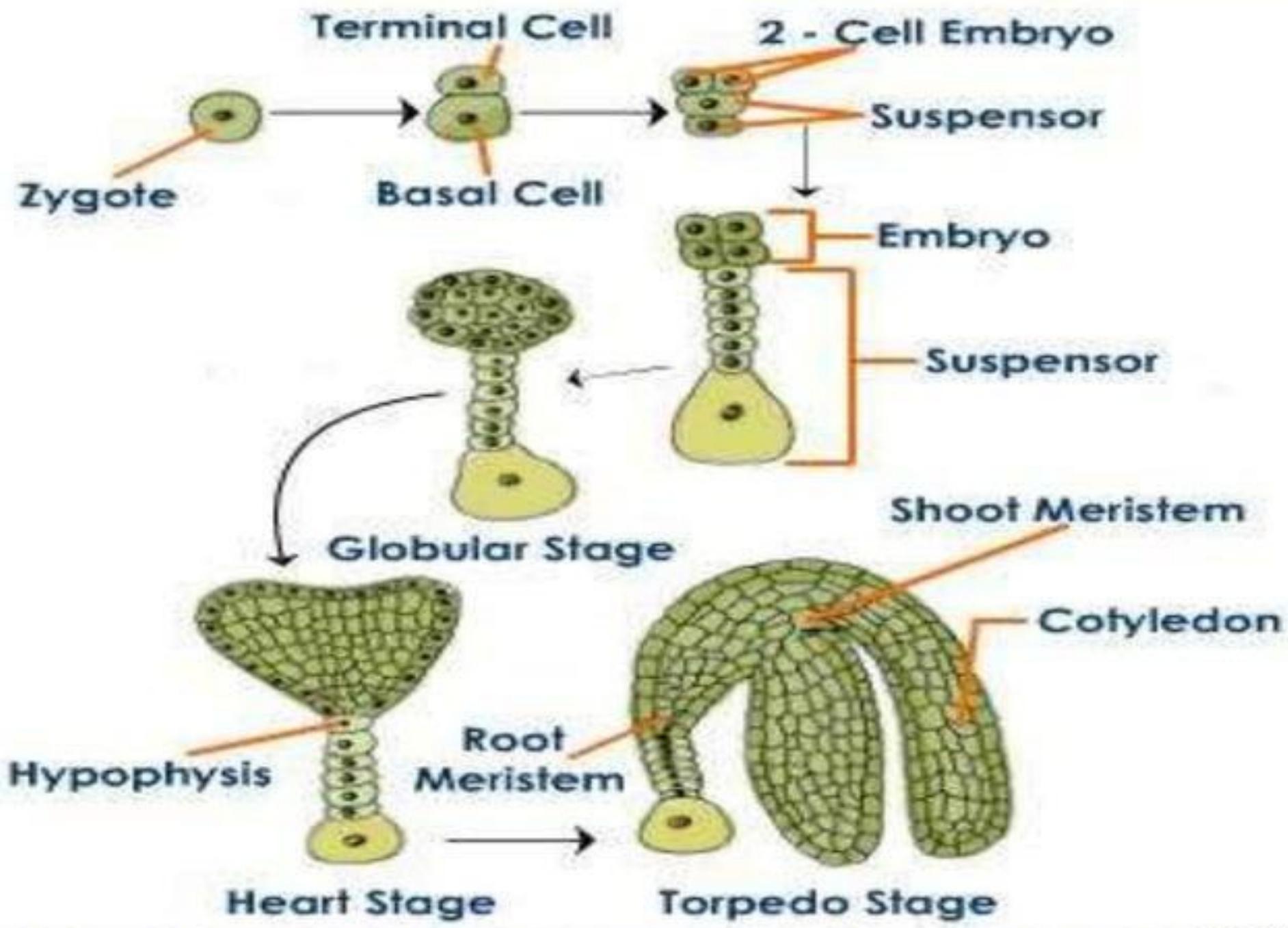
Telur yang sudah dibuahi disebut zigot, ini merupakan sel tunggal yang bersifat diploid.

Pembelahan zigot yang pertama [ada kebanyakan Angiospermae adalah dengan dinding melintang, sehingga menghasilkan proembrio 2 sel. Dari proembrio sel ini :

a). Sel bagian atas disebut sel terminal (sel apikal), merupakan sel yang jauh dari mikropil.

b). Sel bagian bawah disebut sel bawah, merupakan sel yang letaknya dekat dengan mikropil.

Pembelahan zigot dengan dinding tegak lurus atau miring adalah jarang.



- Setelah pembuahan terjadi, zigot membentuk dinding selulosa, membelah dan membentuk dinding pemisah shg terbentuk deretan sel2 pendek yg disebut pro-embrio. Dari pro-embrio ini proses pembentukan terus berlanjut hingga membentuk embrio. Sebelum terjadi pembentukan zigot, inti endosperm telah membentuk endosperm yg menyediakan makanan untuk perkecambahan kelak.

- Pembentukan endosperm terjadi secara nuclear. Mula-mula inti kandung lembaga dengan jumlah yang sangat banyak (bisa sampai 2.000). Sel-sel ini saling bersambungan dengan plasma. Diantara inti-inti sel tersebut terbentuk dinding pemisah sehingga secara simultan dapat terbentuk banyak sel. Proses pembentukan endosperma ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan klasifikasi tumbuhan atau taksonomi tumbuhan

- Pada bakal biji terbentuk bakal biji yaitu tumbuhan baru yang masih dalam keadaan istirahat, endosperm sebagai cadangan makanan dan selaput luar yang keras sebagai pelindung.

- Inti sel sperma pada tumbuhan angiospermae berjumlah dua. Gamet jantan atau serbuk sari yang jatuh diatas kepala putik berkecambah membentuk buluh yang terus bergerak ke bakal biji. Buluh ini mirip dg saluran pipa yg menyalurkan kedua inti sel sperma kepada sel telur

- Bakal buah terdiri dari daun buah dan bakal biji. Tiap bakal buah bisa terdiri atas satu hingga tak terhingga bakal biji. Pada bagian atas bakal buah terdapat putik. Sel induk kandung lembaga membelah jadi 4 bagian yang haploid. 3 sel haploid menjadi inti kandung, 1 sel menjadi kandung lembaga atau inti sel telur

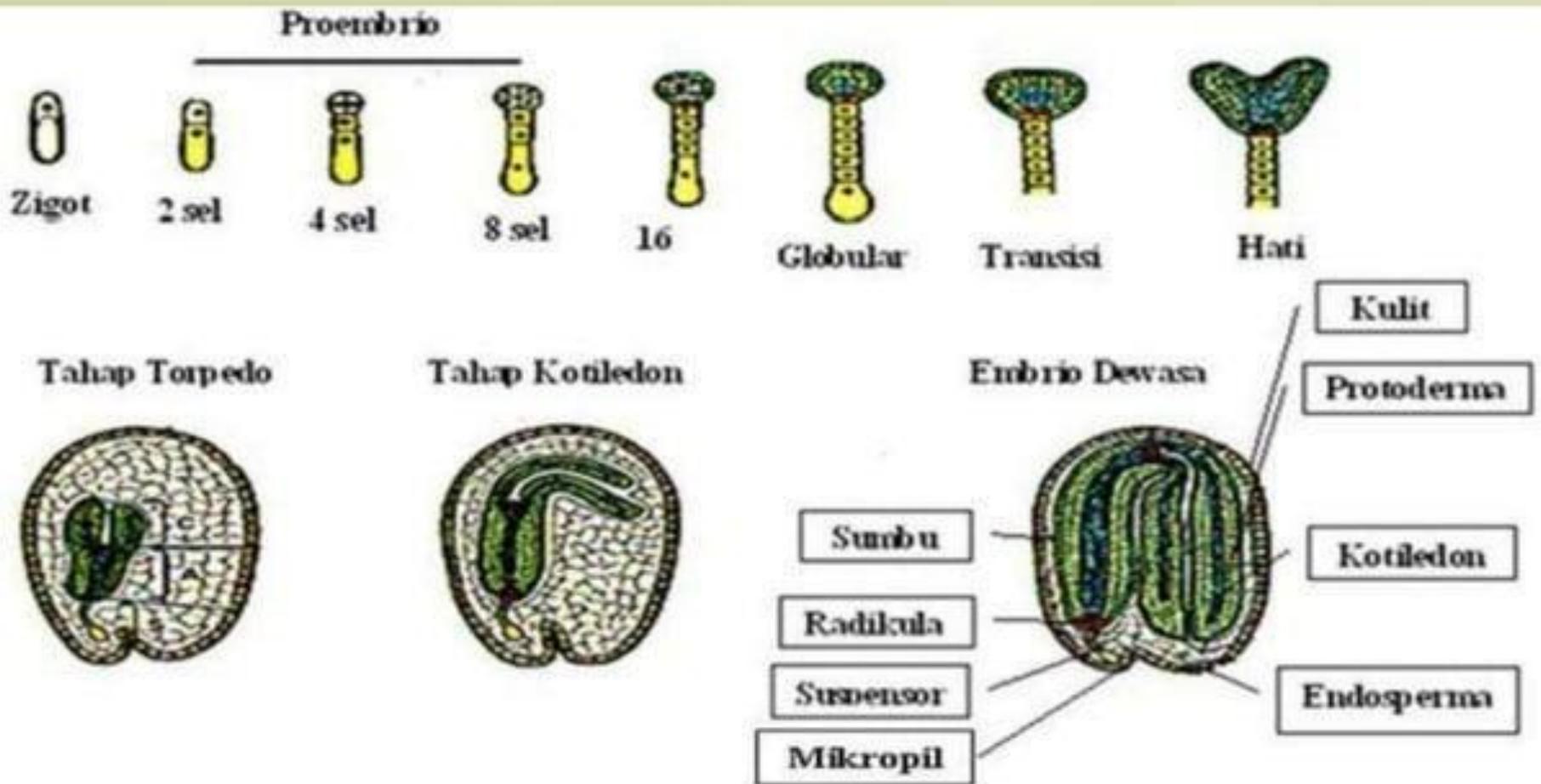
- Inti sel telur membelah 3 kali berturut-turut sehingga menghasilkan 8 inti. 8 inti tersebut kemudian ada yang bergabung menjadi aparat telur (haploid), sinergida (haploid), antipoda (haploid) dan inti kandung lembaga sekunder (diploid)

- Bakal biji angiospermae diselimuti oleh bakal buah. Gametofit betina hanya terdiri atas beberapa sel. Dari berbagai sel tersebut hanya ada satu sel telur. Proses peleburan inti sel telur dg inti sperma selanjutnya membentuk zigot. Inti sel sperma yg kedua melebur dg inti kandung lembaga sekunder membentuk putih lembaga sekunder. Peristiwa pembuahan ini biasa dikenal dg pembuahan ganda

- Pada bakal biji terbentuk bakal biji yaitu tumbuhan baru yang masih dalam keadaan istirahat, endosperm sebagai cadangan makanan dan selaput luar yang keras sebagai pelindung. Jadi pada biji terdapat bagian lembaga (embrio), jaringan timbunan makanan dan kulit biji yang menyelimuti kedua bagian tersebut

- Pada angiospermae biji yang terbentuk bisa monokotiledon: rerumputan dan palem-paleman
- Dikotiledon: jenis pohon buah-buahan
- Proses perkembangbiakan tumbuhan berbiji memiliki proses yang cukup panjang.
- Faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah cuaca

**Poliembrioni** adalah peristiwa adanya lebih dari satu embrio dalam satu biji.



Gambar 41. Skema embriogenesis Magnoliophyta

- Terjadi beberapa tahap :
  1. Zigot polarisasi ( sel apikal yg membentuk embrio dan sel basal yg membentuk suspensor)
  2. Globular  
embrio berupa kumpulan sel dg struktur berbentuk bundar
  3. Hati  
embrio bertambah masa dan jumlah selnya serta membentuk cekungan di bagian apikal, shg menyerupai hati
  4. Torpedo  
tahap awal ketika prekursor dr kotiledon, akar dan batang mulai dikenali
  5. Kotiledon

Pada kasus poliembrioni, embrio yang terbentuk bukan hanya dari peleburan antara ovum dan sel spermatozoid (amfimiksis), tetapi juga melalui

- Apomiksis (embrio terjadi bukan dari peleburan sel telur dengan sel spermatozoid, melainkan dapat terjadi karena partenogenesis (pembentukan embrio dari sel telur tanpa adanya pembuahan),
- apogami (embrio yang terjadi dari bagian lain dari kandung lembaga tanpa adanya pembuahan, misalnya dari sinergid atau antipoda)
- embrioni adventif (embrio yang terjadi dari selain kandung lembaga. Misalnya, dari sel nuselus))

# Penyebab poliembrioni

- ✚ Pembelahan embrio yang sudah ada
- ✚ Embrio berasal dari sel-sel dalam kantung embrio yang dibuahi selain sel telur.
- ✚ Terbentuknya kantung embrio yang banyak dalam bakal biji.
- ✚ Aktivitas sel-sel sporofit pada bakal biji

# Macam-macam poliembrio

- Pol. Spontan
  - poliembrio sejati
  - poliembrio palsu
- Pol. Induksi

# Poliembrio berdasarkan pada sifat genetik

- Gametofitik  
jika embrio berasal dari sel gamet dari kandung lembaga setelah atau tanpa fertilisasi.
- Sporofitik  
jika embrio berasal dari sel sporofitik inisial bakal biji (nuselus/integumen)

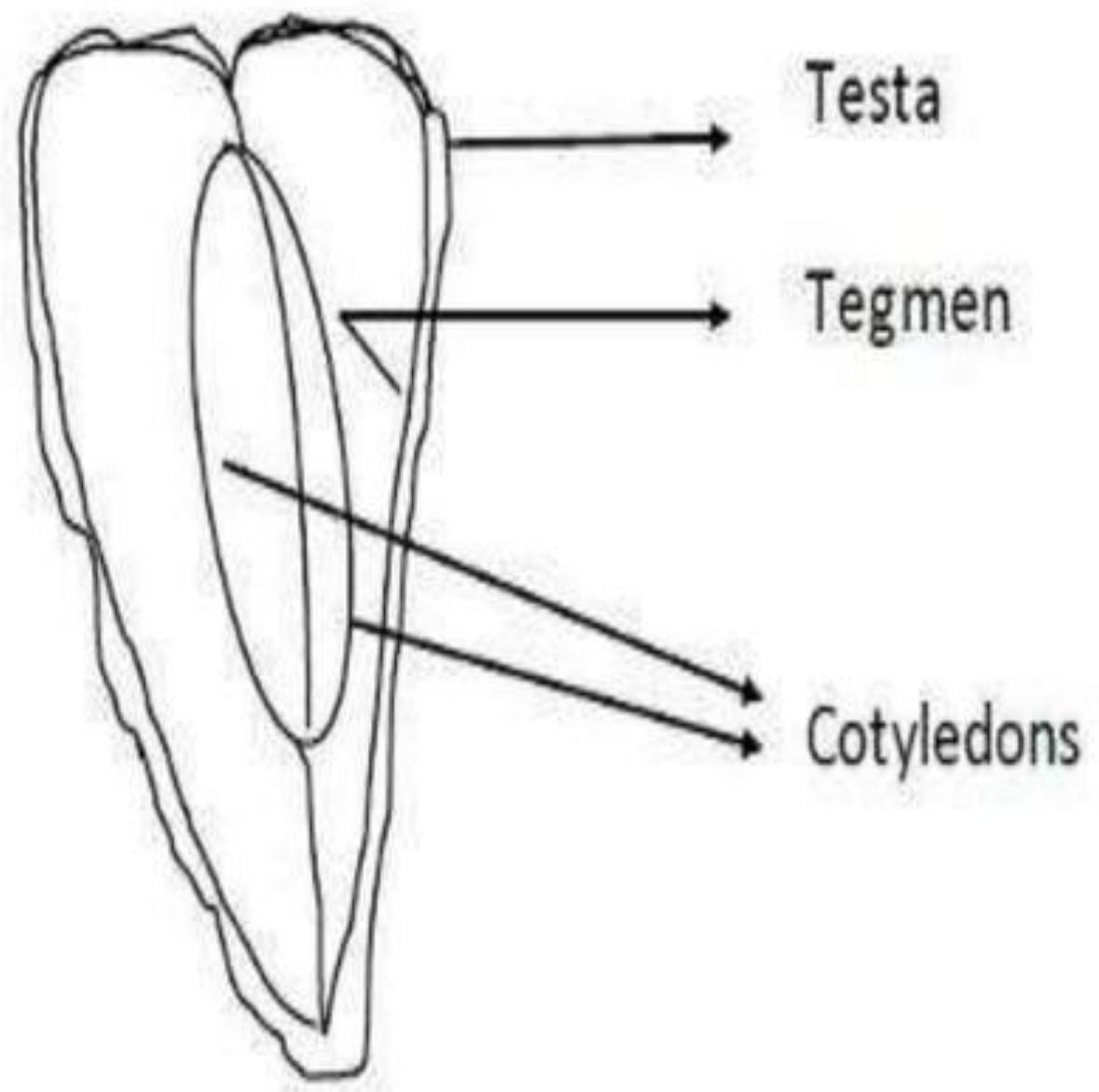
# Pembentukan biji

Biji berfungsi untuk penyebaran yg berperan penting untuk kelangsungan hidup suatu jenis tumbuhan (awal dari kehidupan tumbuhan baru di luar induknya).

## A. Kulit biji

integumen berkembang menjadi kulit biji. Integumen luar berkembang menjadi testa sedangkan integumen dalam berkembang menjadi tegmen.

Structure of dicotyledonous seed showing the layers of seed coat.



# Beberapa tipe kulit biji

- a. Eksotestal  
jar. Penguat pd kulit biji berasal dr lap luar integumen luar
- b. Mesotestal  
jar. Penguat berasal dr lap. tengah integumen luar
- c. Endotestal  
jar. Penguat berasal dr lap. terdalam integumen luar
- d. Eksotekmik  
jar penguat barasal dr lap. luar tegmen
- e. Mesotekmik  
jar penguat barasal dr lap. tengah tegmen
- f. Endotekmik  
jar penguat barasal dr lap. terdalam tegmen
- g. Kulit biji yg tidak terdeferensiasi  
pada tipe ini kulit biji tdk mempunyai jaringan penguat.

## B. Endosperm

- **Endosperm** merupakan hasil pembelahan inti primer endosperm yang berkali-kali, dan berfungsi memberi makan embrio yang sedang berkembang.

# Perkembangan endosperm

## 1. Endosperm nuklear :

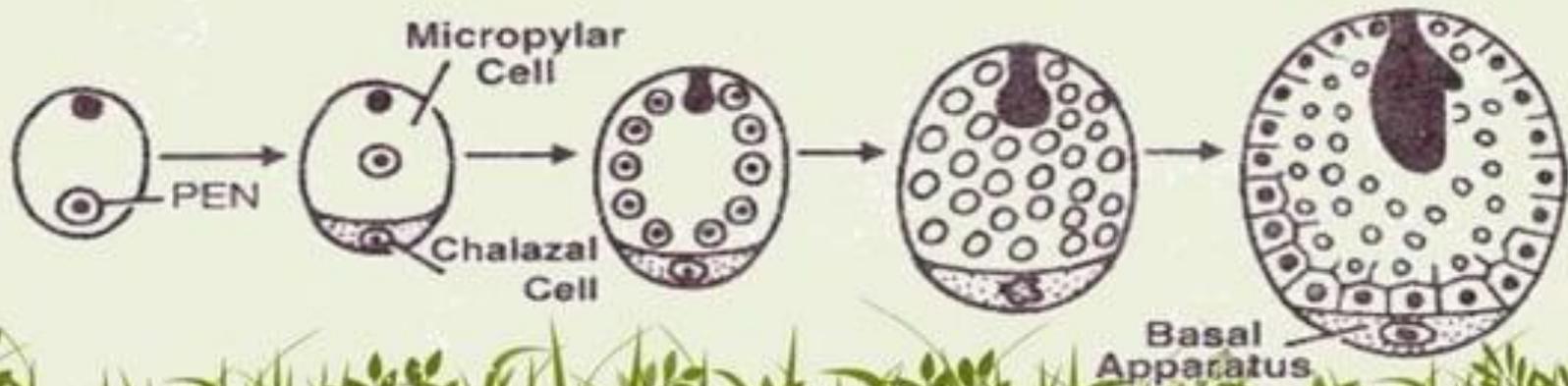
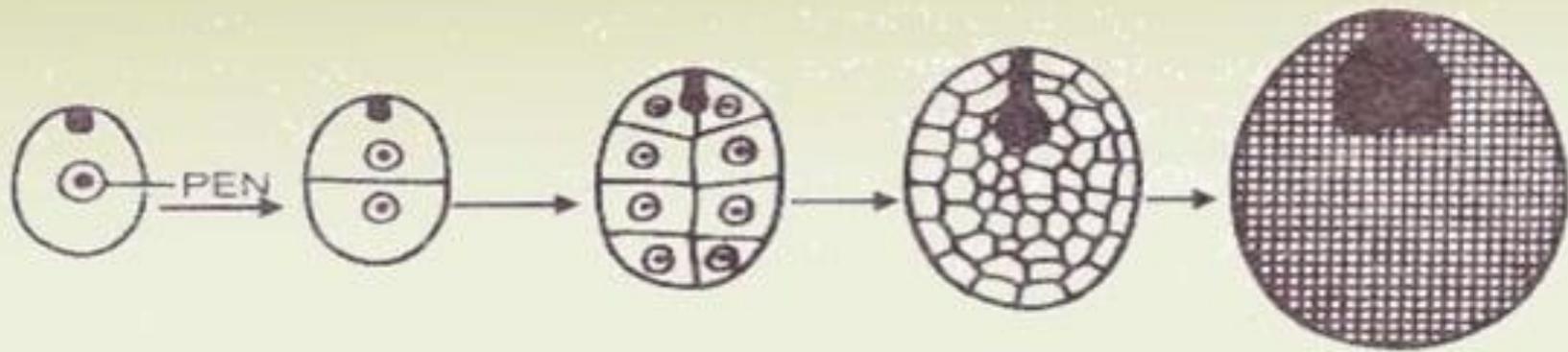
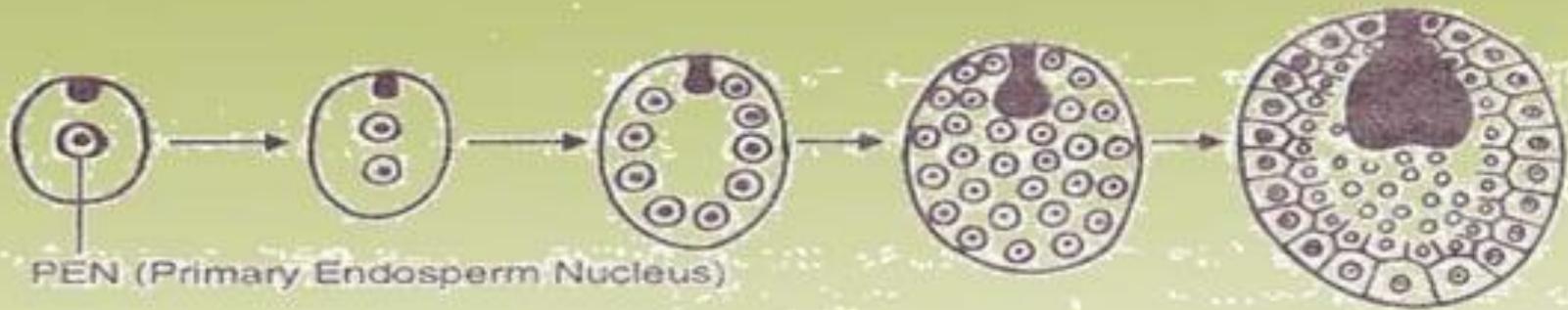
Tipe endosperm ini pembelahan inti endosperm primer tidak diikuti oleh pembentukan dinding, sehingga didalam kantung embrio terdapat beberapa ribu inti bebas. Kondisi ini dapat dikonsumsi oleh embrio yang berkembang atau menjadi selular. Pembentukan dinding sentripetal yaitu dari tepi ke pusat. Tipe ini ditemukan pada 161 familia Angiospermae.

## 2. Endosperm selular :

Tipe ini ditandai tidak adanya tahap inti bebas. Pembelahan inti endosperm primer diikuti oleh pembentukan dinding. Pada tipe endosperm ini umumnya dapat ditemukan haustorium, pada ujung kalaza atau mikropil atau keduanya. Tipe ini ditemukan pada 72 familia Angiospermae.

### 3. Endosperm helobial :

Tipe ini ditemukan pada 17 familia Angiospermae, 14 diantaranya adalah monokotil. Inti endosperm primer bergerak ke ujung kalaza, kemudian membelah menghasilkan 2 sel yang tidak sama besar. Sel yang kecil pada kalaza tetap tidak membelah atau dapat membelah 1 atau 2 kali, dapat tetap sebagai inti bebas atau kadang kadang menjadi seluler. Sel yang besar pada ujung mikropil akan membentuk inti bebas.



Tergantung pada ada atau tidaknya endosperm pada biji, maka dibedakan 2 tipe biji yaitu:

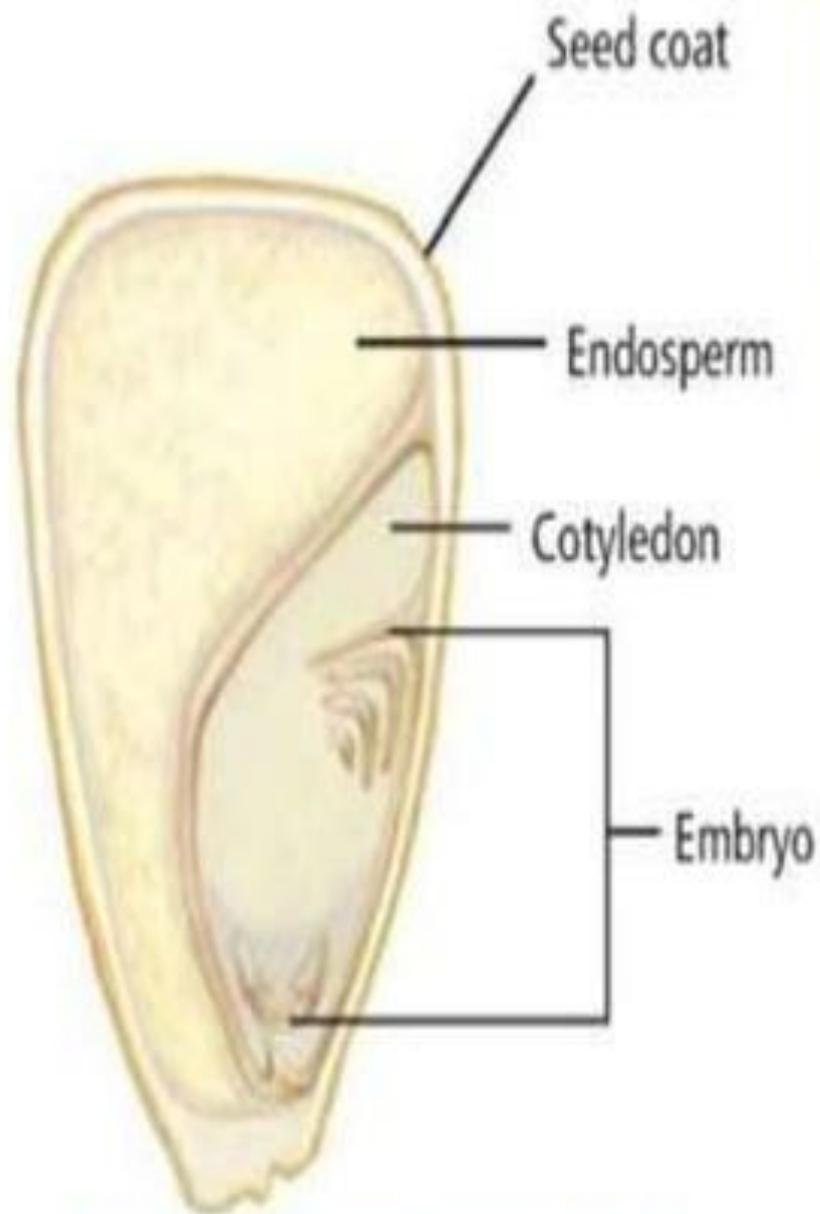
**1. Endospermik (albuminus)**

jika pada biji terdapat struktur endosperma yang terpisah dari kotiledon.

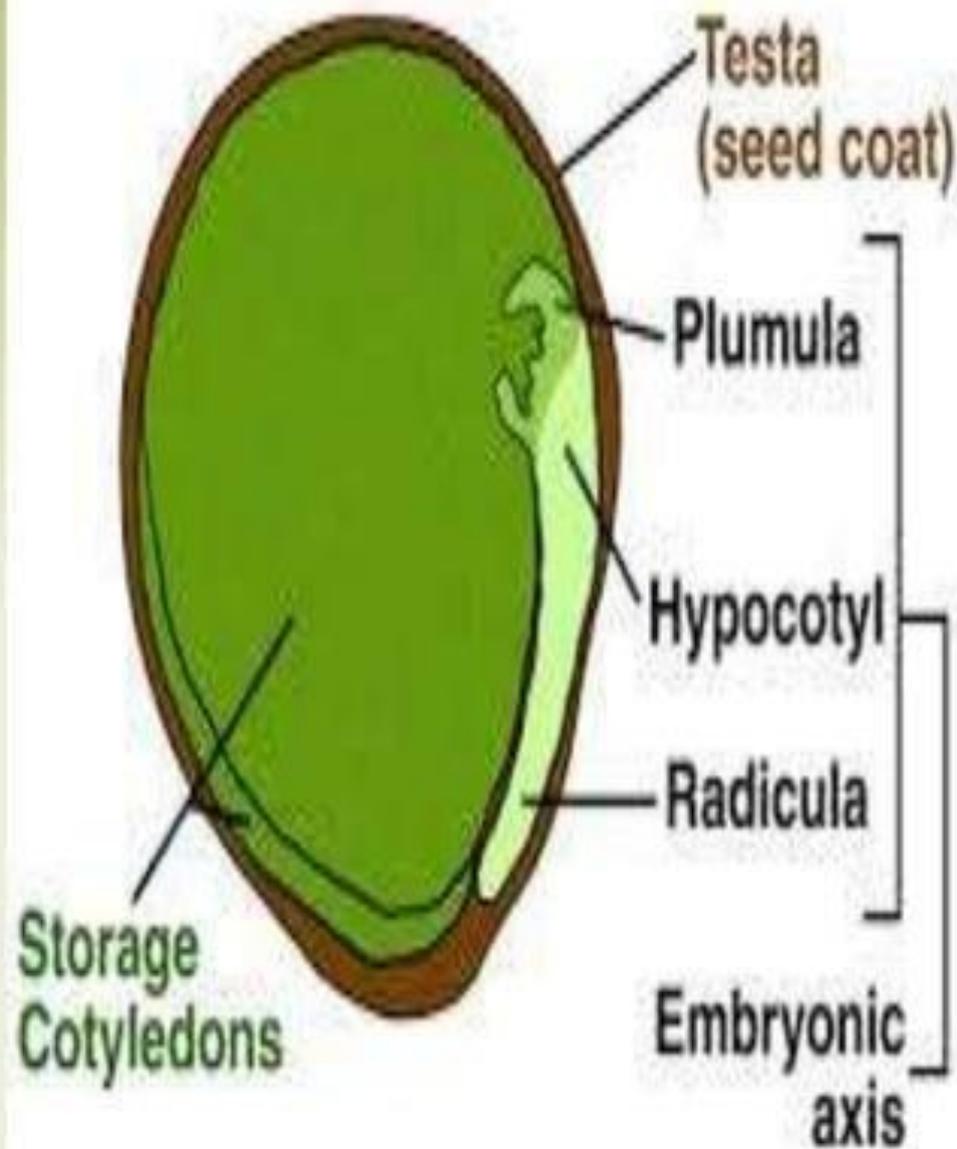
**2. Non endospermik (eks albuminus)**

Pada biji tidak dijumpai adanya endosperm atau perisperm terpisah dari kotiledon.

- Tipe endospermik memiliki ciri bagian endosperm benih tumbuh dengan baik sebagai jaringan penyimpan cadangan makanan. Ex: jagung (*Zea mays*)
- Tipe non endospermik tidak tumbuh dengan baik, endosperm yg terbentuk selama perkembangan biji telah terserap kedalam kotiledon sehingga membentuk struktur yang tebal.. Ex: *Pisum sativum*



**MONOCOTYLEDONEAE**



*Pisum sativum*

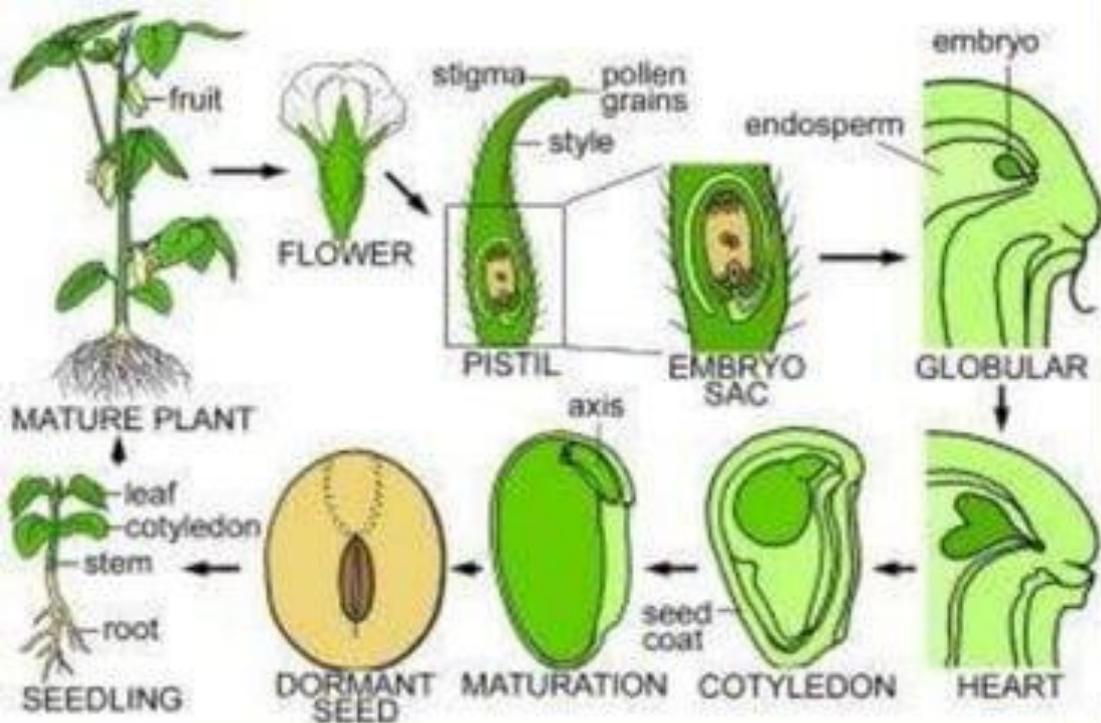
# Perbedaan antara embrio dikotil dan embrio monokotil

## Embrio Dikotil

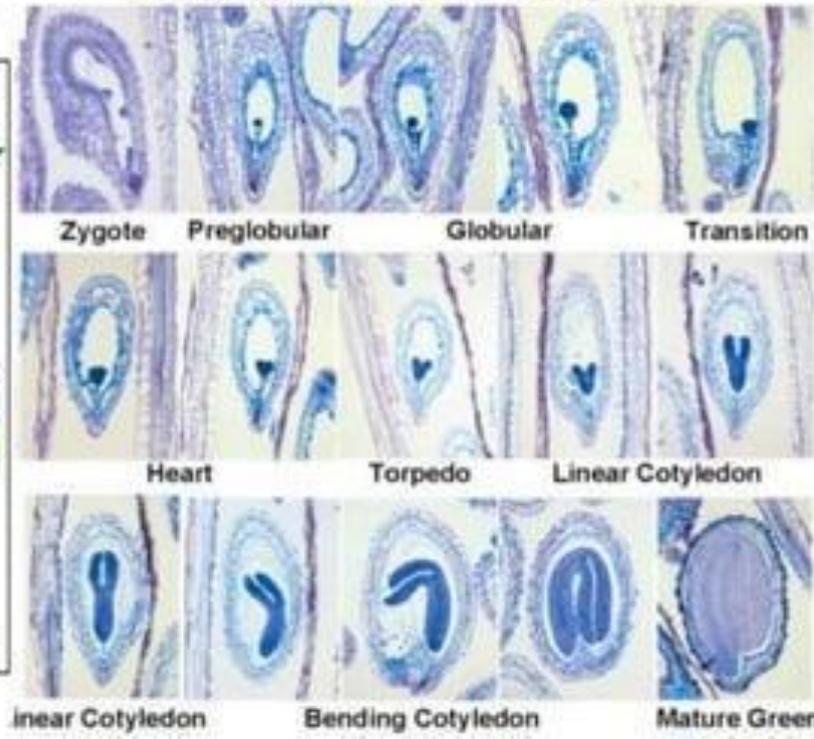
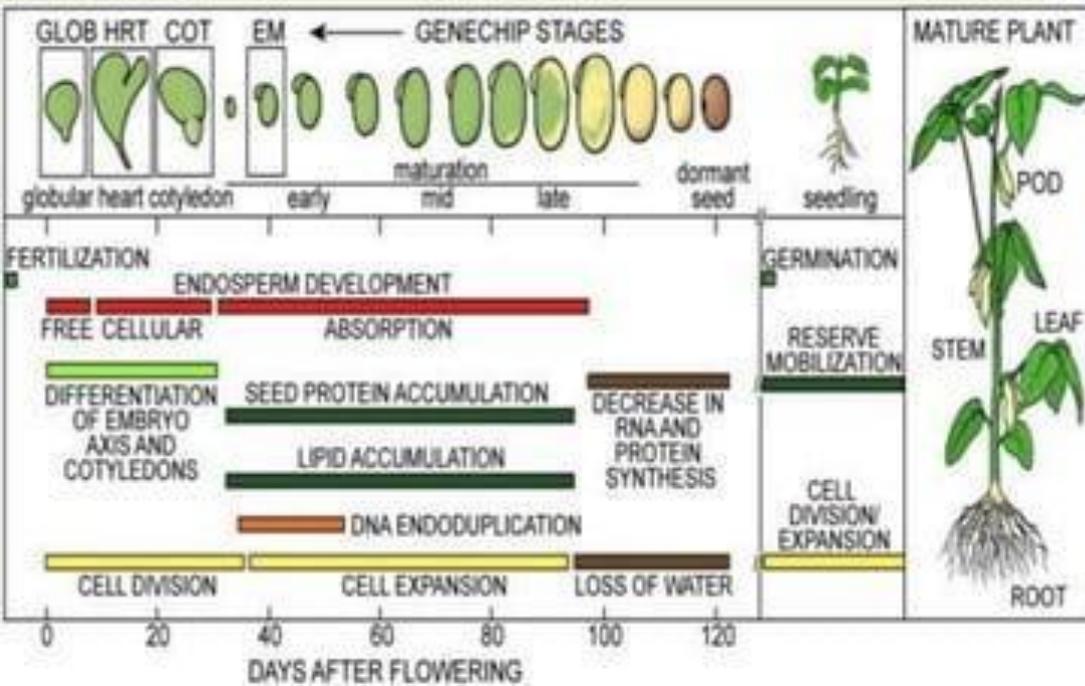
- Kotiledon berbentuk seperti daun
- Di bagian bawah kotiledon terdapat sumbu mirip batang, yaitu Hipokotil
- Di ujung atas hipokotil terdapat calon tunas pucuk, sedang di ujung bawah hipokotil terdapat calon akar
- Terdapat Prokambium yang merupakan meristem primer, mantinya akan menjalani diferensiasi membentuk jaringan pembuluh primer

## Embrio Monokotil

- Terdapat tonjolan jaringan pembuluh, yaitu epiblas
- Ujung pucuk terbungkus dalam daun berbentuk pipih yang berfungsi analog dengan tudung akar yang disebut koleoptil
- Terdapat akar lembaga (radikula) dan tudung akar di bagian bawah sumbu
- Terdapat jaringan bentuk seludang (koleoriza) yang berfungsi untuk melindungi embrio atau mengelilingi akar yang berkembang



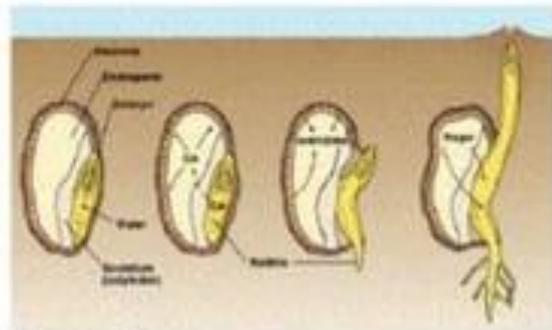
### Arabidopsis Seed Development



# Perkecambahan

- Proses munculnya/keluarnya radikula dari dalam biji yang diawali oleh masuknya air ke dalam biji (imbibisi)

## Role of Gibberellin in Seed Germination



1. Water uptake induces GA synthesis by embryo
2. GA stimulates  $\alpha$ -amylase production by aleurone
3. Amylase breaks down starch reserves in endosperm
4. Sugars fuel growth of embryo

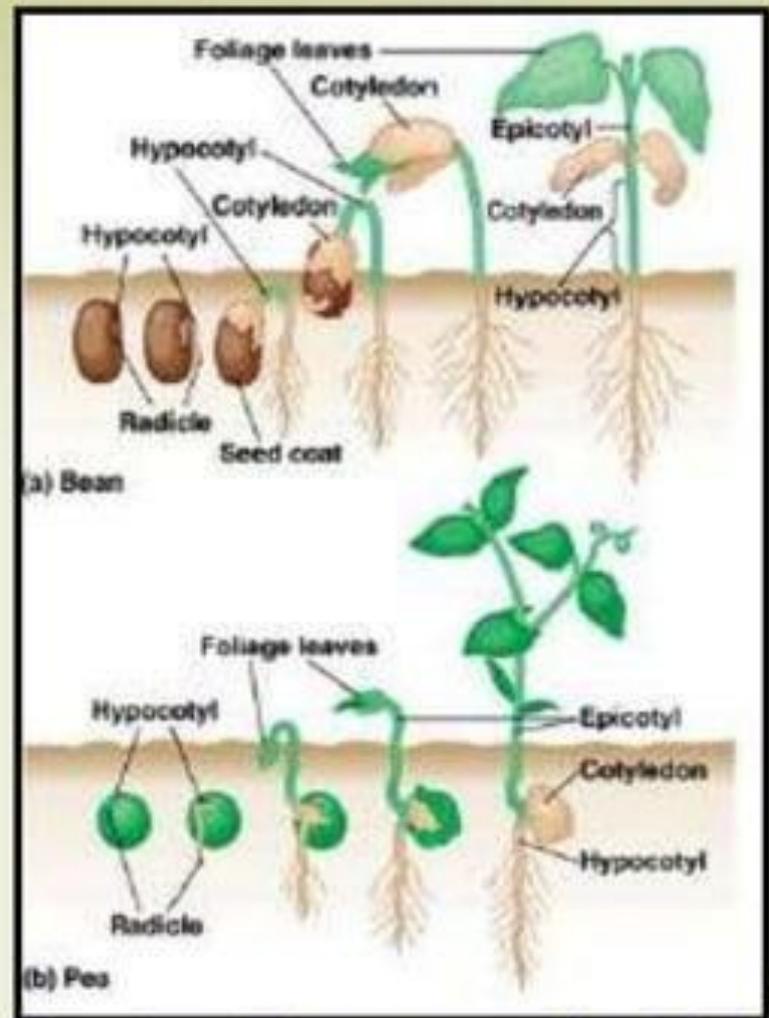
# Tipe Perkecambahan

## 1. Epigeal

- Kotiledon terangkat ke atas permukaan tanah karena pemanjangan hipokotil,
- testa akan tanggal dan kotiledon menghijau.
- Mis. pada *Phaseolus vulgaris*, *Allium*

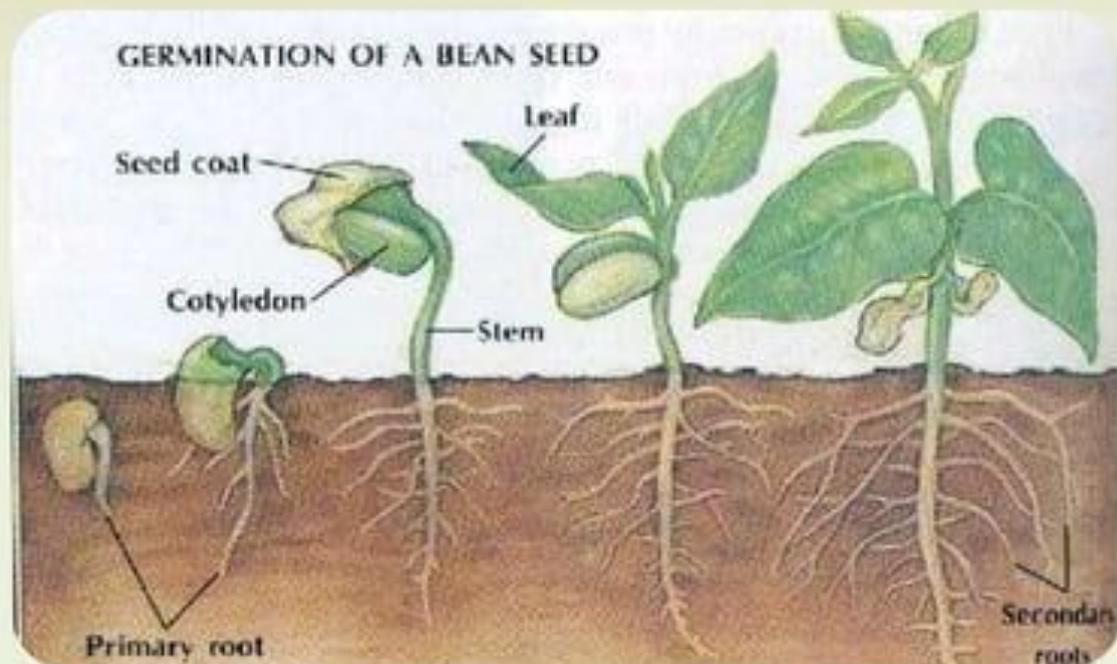
## 2. Hipogeal

- Kotiledon tetap berada di dalam tanah
- hipokotil tumbuh sedikit atau tidak sama sekali,
- tunas terminal terdorong ke permukaan tanah karena adanya pemanjangan epikotil.
- Mis., *Pisum sativum*, *Zea mays*



# Perkecambahan pada Tumbuhan Dikotil

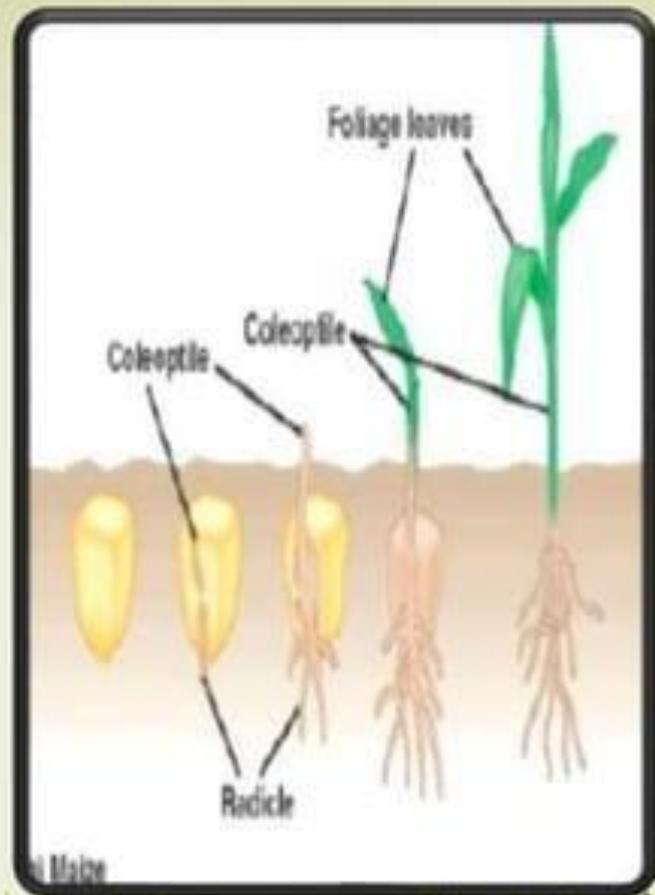
Daun pertama terbentuk lebih sederhana dibandingkan daun berikutnya.



# Perkecambahan pada Tumbuhan Monokotil

Pada jagung dan tumbuhan monokotil lainnya,

- Kotiledon (skutelum) : Menyerap makanan cadangan pada endosperm.
- Koleoptil dan koleorhiza merupakan penutup/ pelindung meristem apeksakar dan pucuk.
- Setelah akar muncul ke permukaan biji, koleoptil kemudian akan keluar dan akhirnya diikuti oleh munculnya daun yang sebenarnya – tunas (plumula).



- Koleorhiza menembus perikarp → Akar embrio menembus koleorhiza
  - Pembentukan akar tambahan → Meristem apeks pucuk muncul
  - membentuk cabang, roset → Rumpun

