



SEL TUMBUHAN

BOTANI FARMASI

Pendahuluan

- **Botani:**

Ilmu tentang kehidupan tumbuh-tumbuhan

- **Farmasi:**

Cara dan teknologi pembuatan obat serta cara penyimpanan, penyediaan, dan penyalurannya

Botani Farmasi:

Ilmu yang mempelajari tentang kehidupan tumbuh-tumbuhan beserta manfaatnya sebagai bahan obat.

Kehidupan

Makrokosmos

Alam semesta

Mikrokosmos

Tubuh

Sistem

Organ

Jaringan

Sel

Sejarah Pengetahuan Sel Tumbuhan

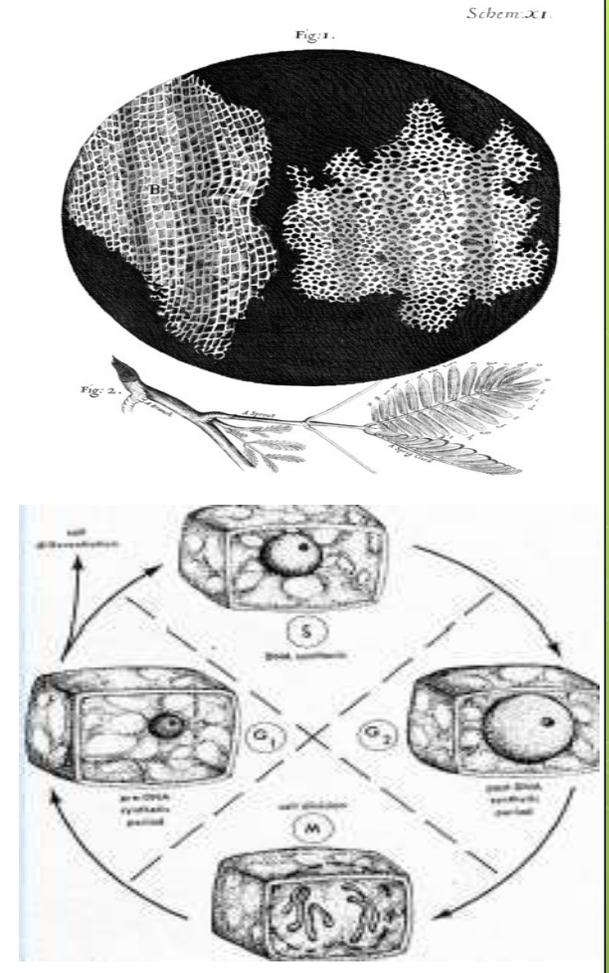
- Robert Hook (1635-1703):
Struktur yang terdiri dari ruang-ruang kecil pada irisan gabus yang dinamakan sel → **cellula** = ruang kecil
- Robert Brown (1831), menemukan **nukleus** dalam epidermis anggrek
- Hanstein (1880) istilah **protoplast** bagi satuan protoplasma dalam sel.
- Koliker (1862) istilah **sitoplasma**

SEL

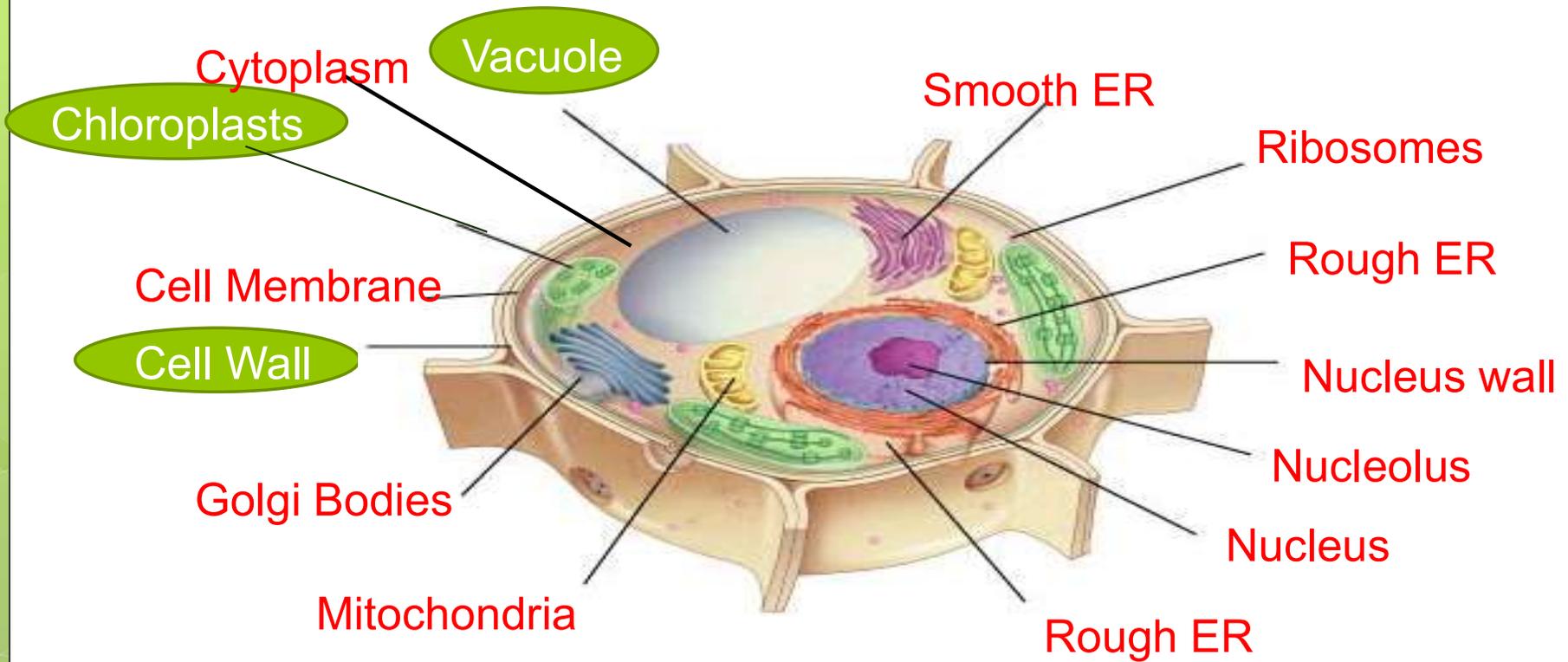
Setiap organisme tersusun atas sel

“suatu ruangan kecil yang dikelilingi oleh membran dan berisi cairan/larutan kimia yang pekat.”

- ✓ Sel merupakan unit dasar kehidupan
- ✓ Dapat tumbuh dan menggandakan diri menghasilkan sel baru

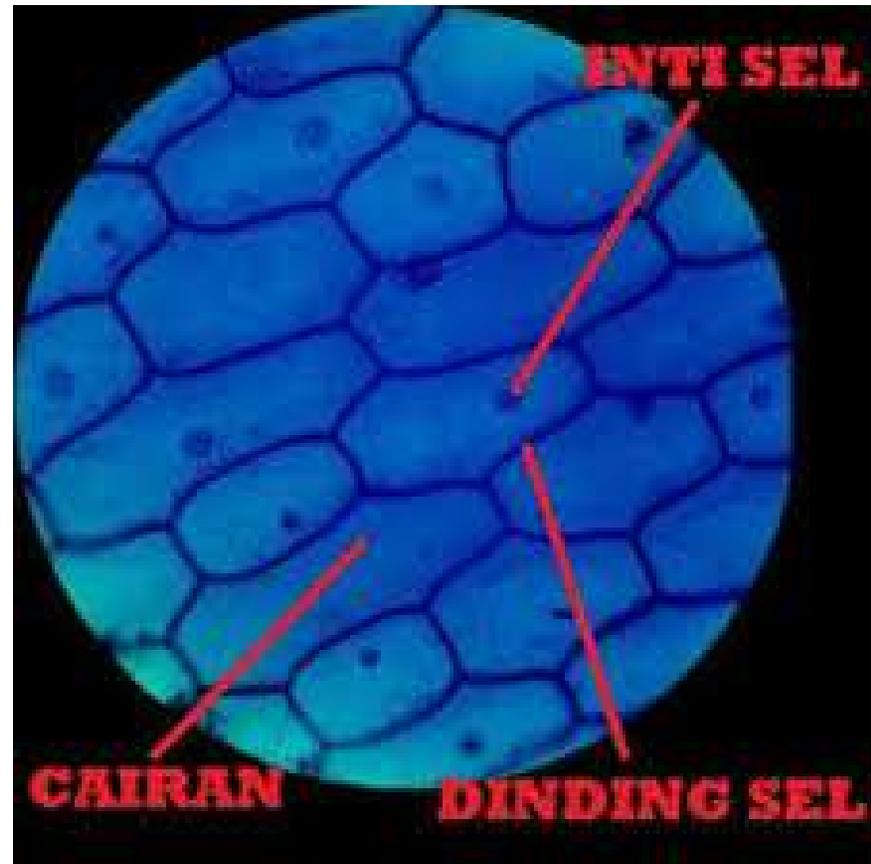


SEL TUMBUHAN



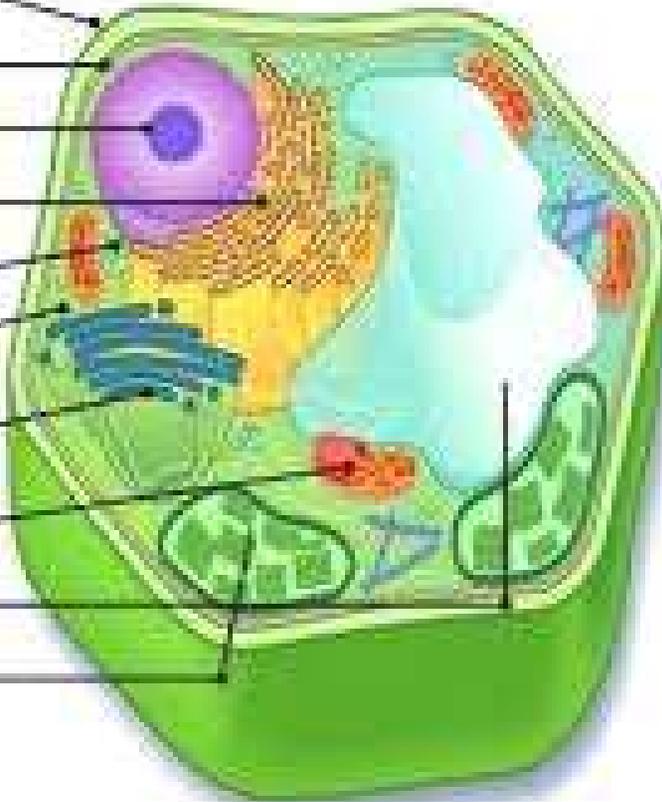
Sel merupakan satuan:

- ✓ Struktural
- ✓ Fungsional
- ✓ Pertumbuhan & perkembangan
- ✓ Regenerasi



STRUKTUR SEL

- Dinding sel
- Selaput plasma
- Nukleus
- RE
- Ribosom
- Sitoplasma
- Badan golgi
- Mitokondria
- Vakuola
- Kloroplas



Komponen Sel Tumbuhan:

1. Protoplasma (matriks)

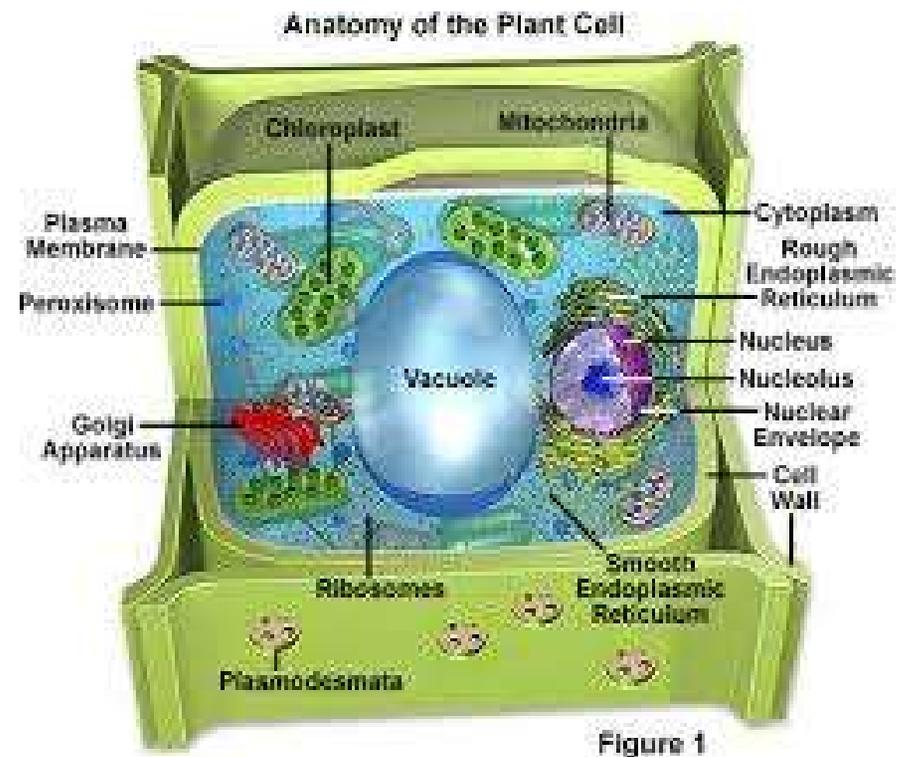
- Sitoplasma
- Inti
- Organel

2. Non protoplasma

- Vakuola
- Zat ergastik

3. Dinding Sel

- Dinding primer
- Dinding sekunder
- Lamela tengah



SITOPLASMA

- ✓ Cairan sel yang mengisi ruangan antara membran sel dengan inti sel.
- ✓ Bahan dasar cair disebut sitosol yang berisi air (85 – 90%)
- ✓ Senyawa lain :senyawa organik terlarut seperti : garam, asam lemak, asam amino, gula, nukleotida, protein, dsb
- ✓ Aliran sitoplasma : rotasi dan sirkulasi



Strukturnya terdiri dari:

- Sitoskeleton → bentuk sel
 - mikrofilamen
 - mikrotubul
- tersusun atas filamen & protein

STIKOSKELETON-Fungsinya

- Sitoskeleton menjaga bentuk sel (binatang) dengan desain arsitekturalnya dan sebagai tempat berlabuh bagi organela di dalam sitosol.
- Sitoskeleton bertanggung jawab dalam motilitas di dalam sel, seperti kontraksi otot dan siklosis, pergerakan internal dari sitoplasma.
- Selama siklosis, organela dipindahkan di sepanjang saluran sitoskeletal di dalam sitosol
- Sitoskeleton juga bertanggung jawab untuk pergerakan sel dan pergerakan eksternal
- seperti pergerakan amuboid dari sel darah putih dan migrasi sel selama perkembangan.
- Sitoskeleton juga punya peran dalam pembelahan sel

STIKOSKELETON

Terdiri dari tiga jenis serat protein, yaitu

1. Mikrotubulus

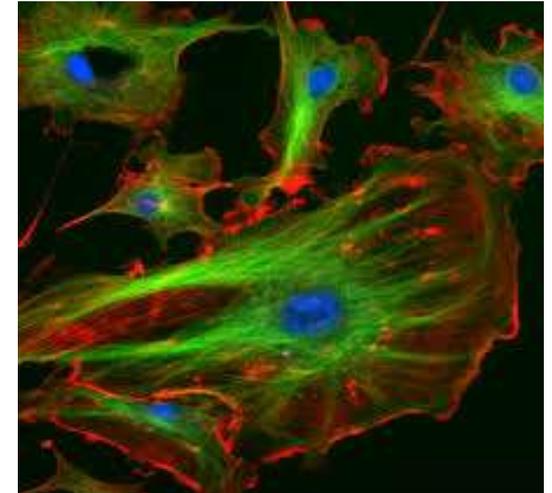
berupa silinder berongga yang memberi bentuk sel, menuntun gerakan organel, dan membantu pergerakan kromosom pada saat pembelahan sel

2. Filamen intermediat

mendukung bentuk sel dan membuat organel tetap berada di tempatnya.

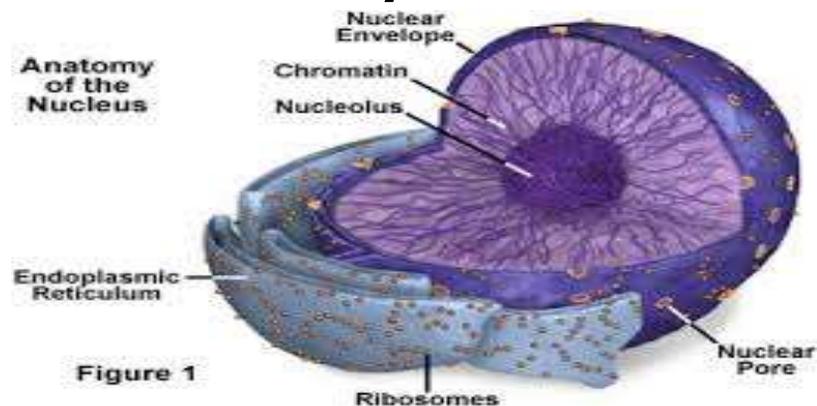
3. Mikrofilamen

berfungsi antara lain dalam kontraksi otot pada hewan, pembentukan pseudopodia untuk pergerakan sel ameba, dan aliran bahan di dalam sitoplasma sel tumbuhan



Sitoskeleton sel eukariota; mikrotubulus diwarnai hijau, sementara mikrofilamen diwarnai merah.

NUKLEUS/INTI



Organel terbesar yg mengandung sebagian besar **materi genetik sel** dengan bentuk molekul DNA linear panjang yang membentuk **kromosom** bersama dengan beragam jenis protein seperti histon. **Gen** di dalam kromosom-kromosom inilah yang membentuk **genom inti sel**.

Fungsi utama nukleus adalah :

- ✓ Menjaga integritas gen-gen tersebut dan mengontrol aktivitas sel dengan mengelola ekspresi gen.
- ✓ Mengorganisasikan gen saat terjadi pembelahan sel
- ✓ Memproduksi mRNA untuk mengkodekan protein
- ✓ Sebagai tempat sintesis ribosom
- ✓ Tempat terjadinya replikasi dan transkripsi dari DNA
- ✓ Mengatur kapan dan di mana ekspresi gen harus dimulai, dijalankan, dan diakhiri

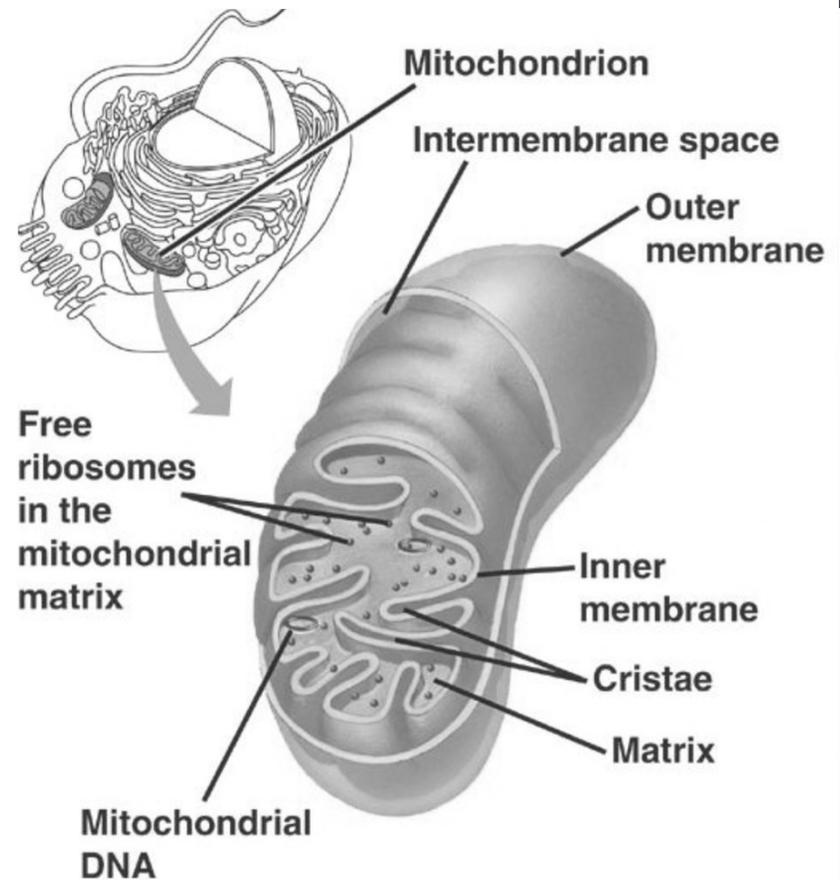
Organel Sel

Adalah “organ kecil” yang bertanggung jawab atas beberapa pekerjaan untuk mempertahankan kehidupan sel

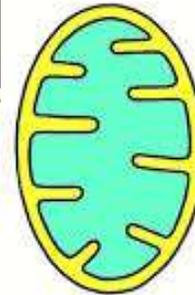
- Mitokondria → *“Power House” for the cell*
- Retikulum endoplasma → *Synthesis & Transport*
- Ribosom → *“Protein factories” for cell*
- Badan golgi → *Transport out of cell*
- Vakuola → *“Cell sap” to storage*
- Plastida → *Fotosistesis*

MITOKONDRIA

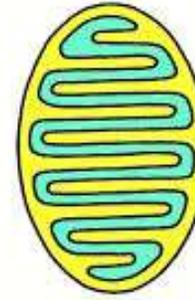
- ✓ Bentuk : oval, memanjang, atau berlekuk
- ✓ Diameter : 0.5 – 1.0 μm , panjang 3 μm
- ✓ Membran ganda :
 - membran dalam
 - membran luar
- ✓ memiliki DNA-mitokondrion
- ✓ menyediakan ATP untuk metabolisme



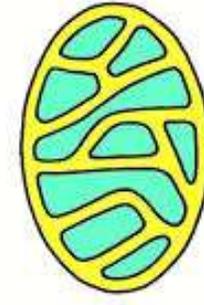
MITOKONDRIA



Liver



Kidney



Nerve

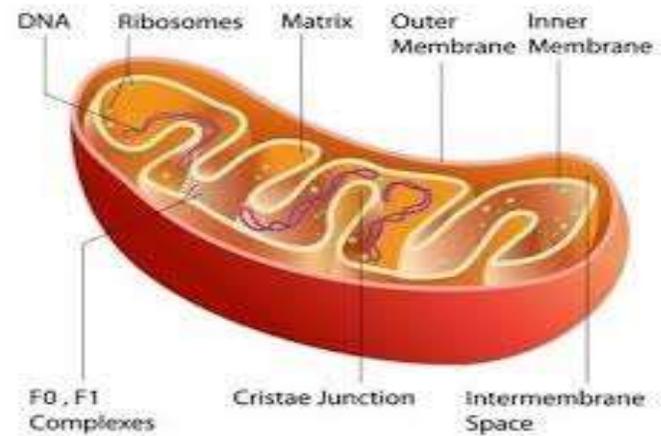
Berfungsi:

- Mitokondria mengandung enzim-enzim yang diperlukan untuk memperoleh energi yang tersimpan dalam bentuk karbohidrat dan molekul bahan bakar yang lain dan menggunakan energi tersebut untuk **membentuk ATP**, suatu molekul yang **dibutuhkan sel untuk bekerja**
- Proses-proses ini merupakan bagian dari **respirasi sel** aerob, terutama dikenal sebagai siklus Krebs dan transport elektron.

MITOKONDRIA

Struktur mitokondria

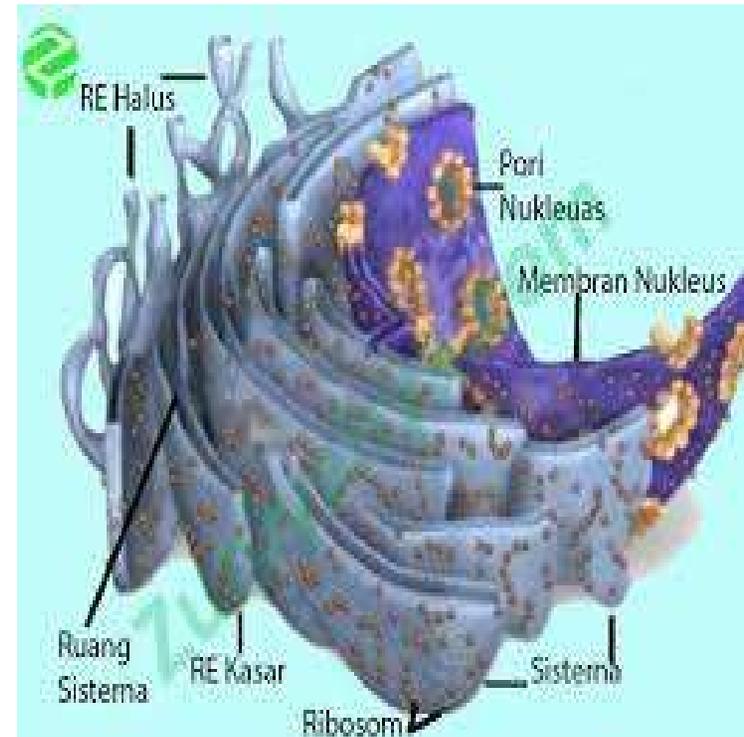
- Mitokondria mempunyai sistem membran ganda, membran luar adalah halus, membran dalam melipat ke dalam dan berbelit-belit, membentuk Krista
- Membran ganda dari mitokondria membentuk dua kompartemen yang diisi dengan cairan. Ruang di dalam kompartemen terletak antara membran luar dengan Krista, dan matrik mitokondrial pusat terbentuk oleh membran Krista dalam. Susunan ini memfasilitasi fungsi mitokondria.



- Sel dapat memiliki mitokondria dari sedikit sampai banyak, tergantung energi yang dibutuhkan oleh sel
- Mitokondria mengandung DNAnyanya sendiri dan ribosomnya dapat bereplikasi sendiri

RETIKULUM INDOPLASMA

- Perluasan selubung nukleus yang terdiri dari jaringan (reticulum = 'jaring kecil'), saluran bermembran dan vesikel yang saling terhubung
- Bentuk : sisterna, tubul atau lembaran
- Berhubungan dengan membran inti
- Merupakan komponen dalam plasmodesmata (saluran penghubung antar sel)



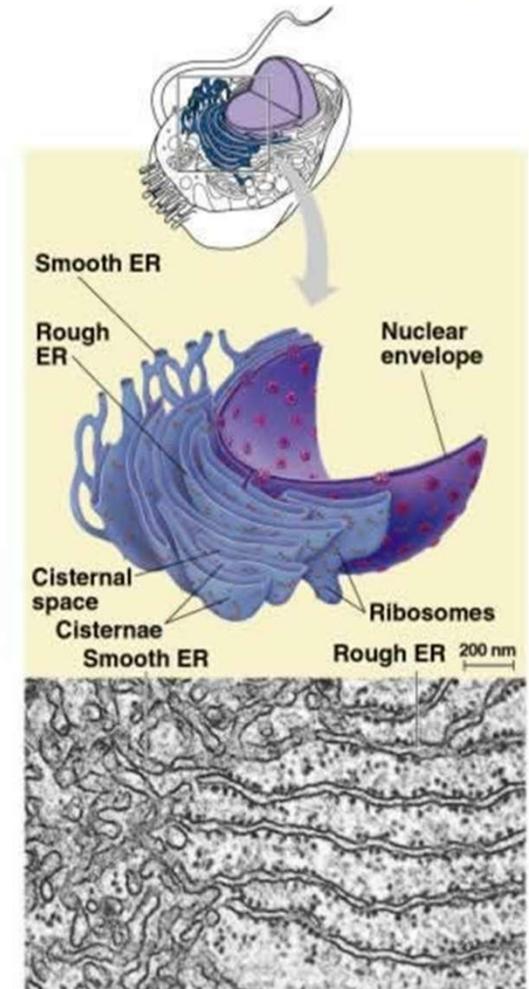
RETIKULUM ENDOPLASMA

Struktur RE Terdiri atas :

- RE kasar/RER–*Rough Endoplasmic Reticulum*)
 - Terdapat ribosom pada permukaannya
 - Ribosom me-sintesis protein → nempel ke RE
- RE halus (SER–*Smooth Endoplasmic Reticulum*)
 - Tidak terdapat ribosom
 - Memproduksi senyawa lipofilik

Fungsi :

- Transpor intraseluler materi-materi yang akan disekresikan
- Terlibat dalam pembentukan vakuola
- Membentuk membran pada badan Golgi (diktiosom)

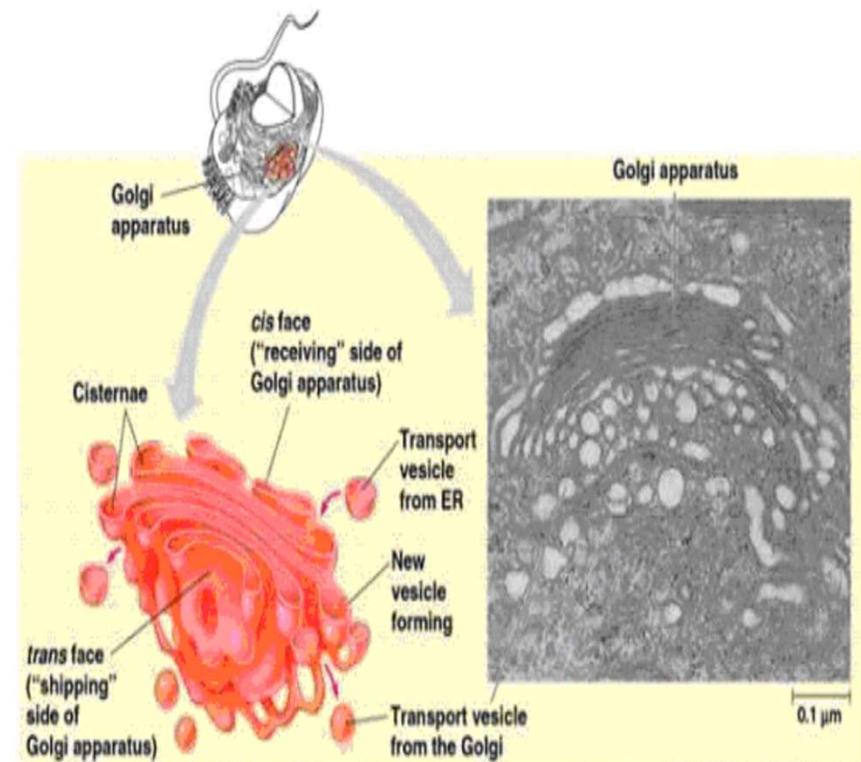


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

BADAN GOLGI (APARATUS GOLGI)

Strukturanya :

- Tersusun dari setumpuk kantong pipih yang di sebut sisterna, membran sisterna tersusun paralel
- Terletak di antara retikulum endoplasma dan membran plasma.

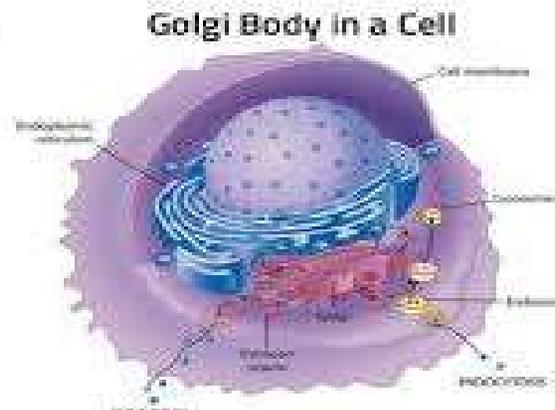
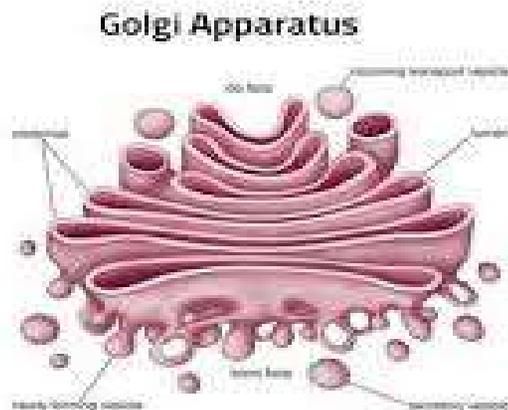


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

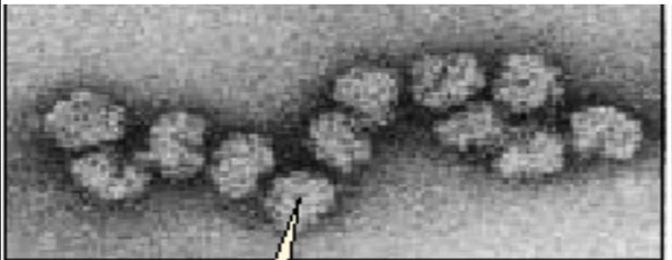
BADAN GOLGI

Fungsi :

- Berperan dalam proses sekresi gula, polisakarida, kompleks polisakarida-protein
- Badan Golgi mengatur pergerakan berbagai jenis protein
- Protein oleh badan Golgi dikemas dan dipilah untuk diantarkan ke tujuan akhirnya

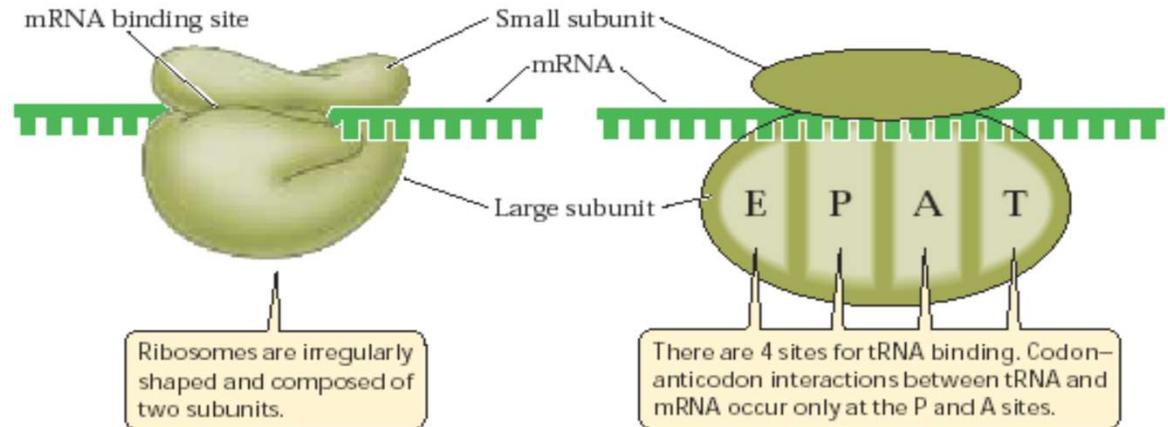


RIBOSOM



Ribosomes manufacture proteins.

25 nm

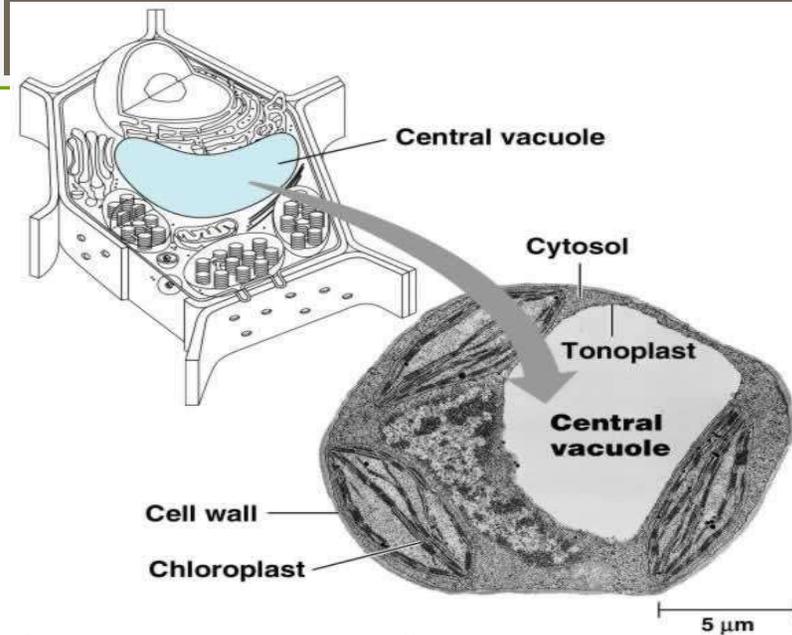


- Tersusun atas protein dan RNA
- Tempat berlangsungnya sintesis protein di dalam sel (tempat sel membuat protein)
- Melekat/menempel pada permukaan membran retikulum endoplasma

VAKUOLA

Kantung yang dikelilingi membran berisi cairan/air yang berfungsi untuk :

- Tempat penyimpanan cadangan makanan, air, minyak, pigmen, senyawa toksis dan hasil samping metabolisme
- Membantu mempertahankan tekanan turgor dalam sel.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

- Pada sel yang masih muda/meristematis, vakuola kecil dan banyak.
- Pada sel dewasa → vakuola besar

VAKUOLA

- Tumbuhan tidak punya sistem ekskretoris seperti pada hewan
- Vakuola → untuk menyimpan product.
- Membran yang mengelilingi vakuola : **Tonoplas**
→ mengandung sistem transport aktif
- Air masuk dengan cara osmosis
- Vakuola merupakan tempat penghancuran senyawa tertentu oleh enzim hidrolase

PLASTIDA

Kloroplas

Fungsi : Fotosintesis

- Struktur dibungkus oleh suatu seludang yang Terdiri atas 2 membran
- Mengandung klorofil
- Memiliki ribosom dan DNA sendiri

Kromoplas

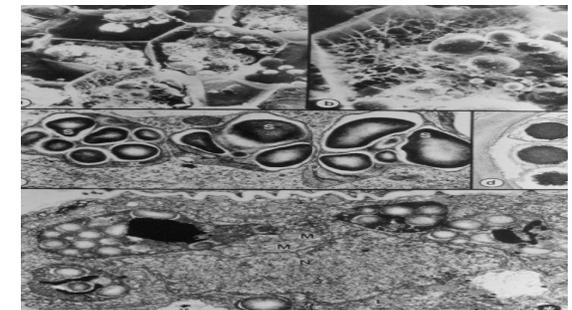
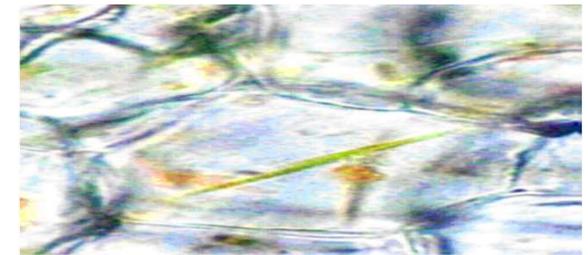
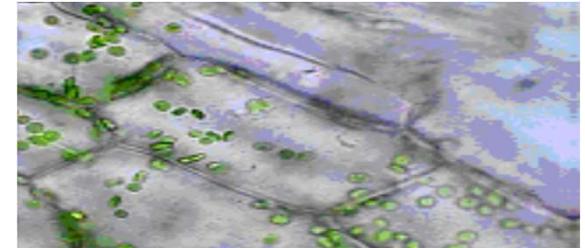
- Menyimpan pigmen (karotenoid) yang tidak larut air
- Warna : orange, kuning keemasan dan merah

Leukoplas

- plastida yang tidak berpigmen

Amiloplas

- plastida yang berfungsi untuk menyimpan pati



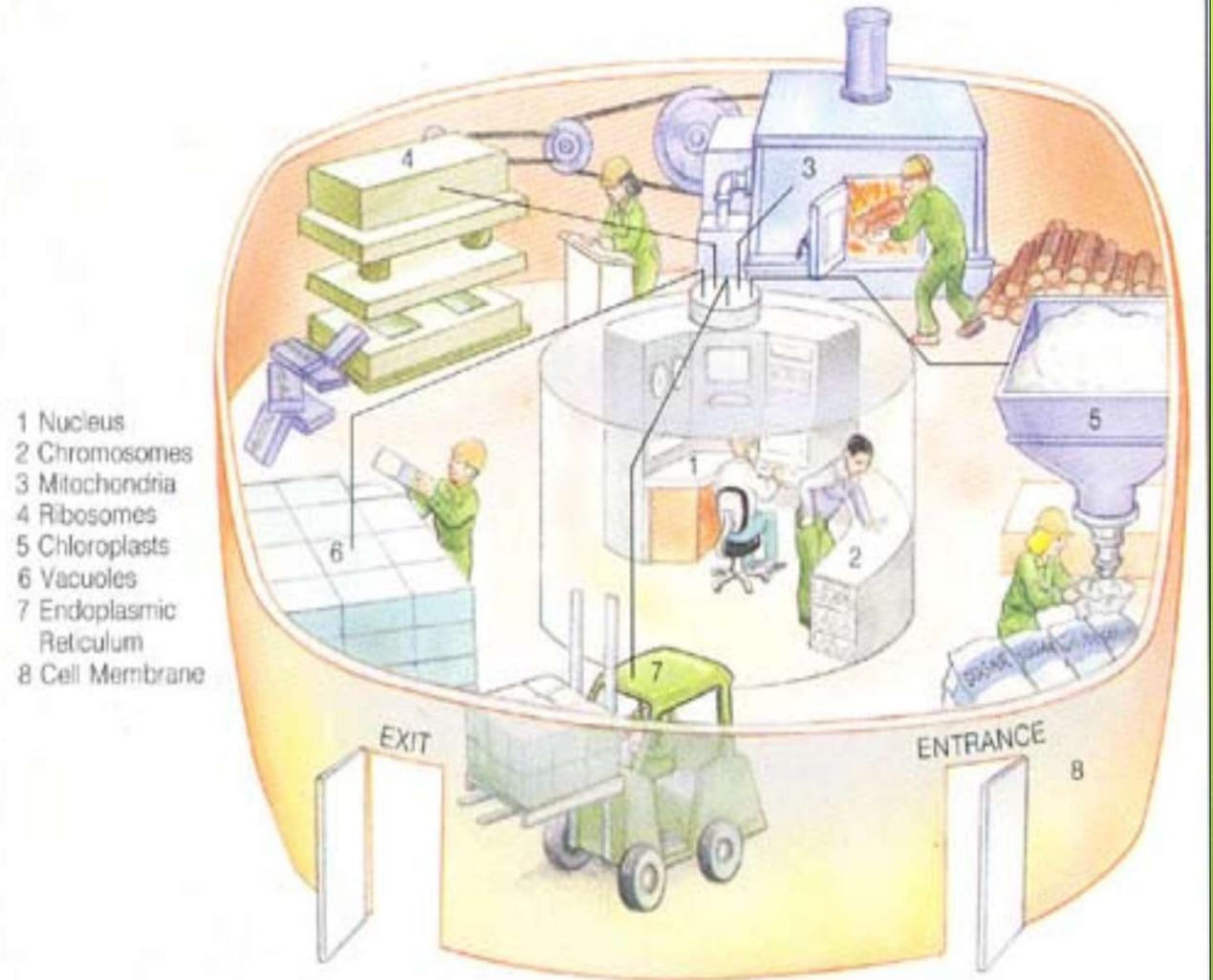
Zat Ergastik

Merupakan hasil metabolisme yang tak terpakai atau cadangan makanan. Contoh Zat ergastik : pati, protein, lipid dan kristal.

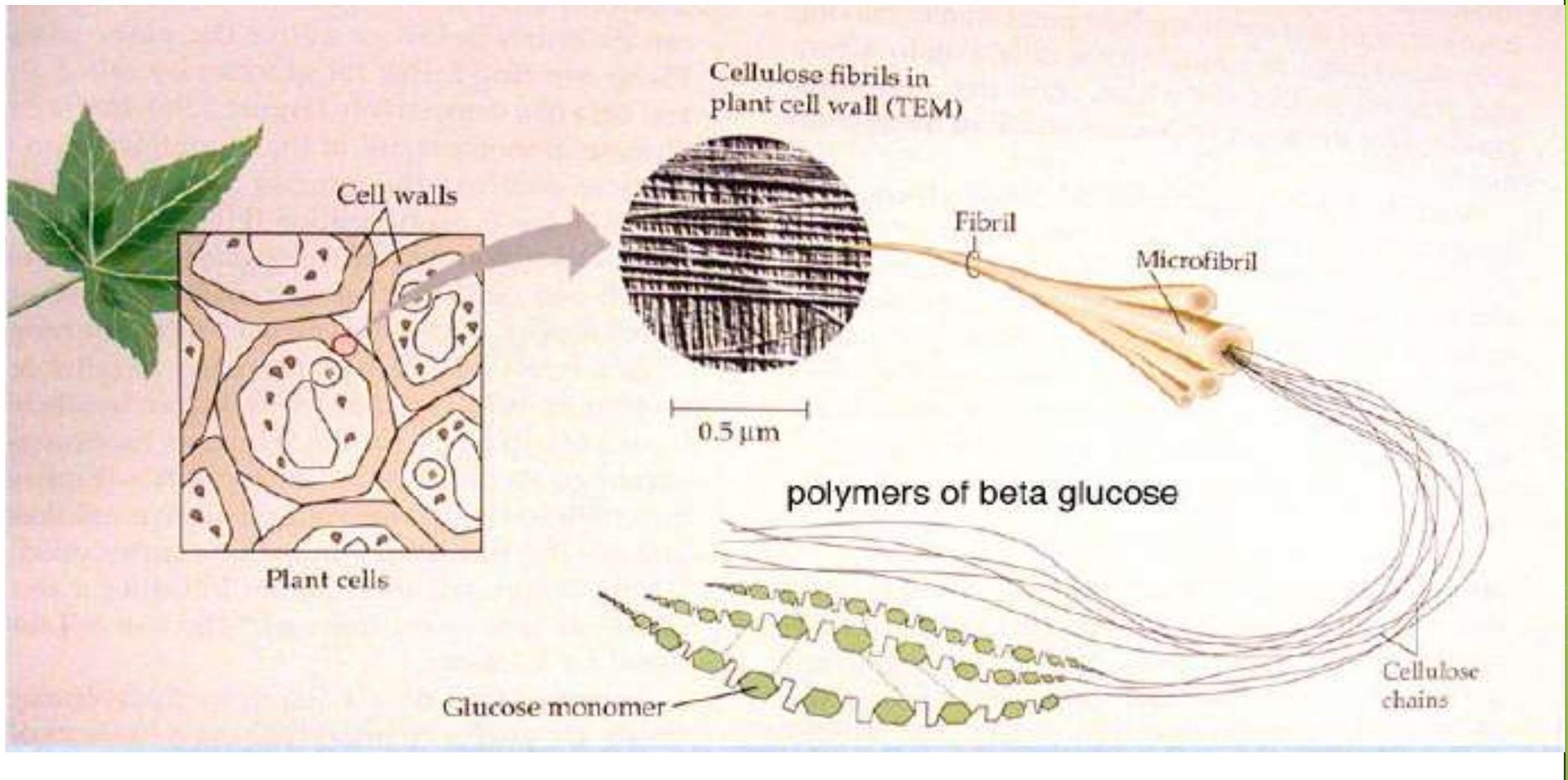
- Pati → tersimpan di amiloplas
- Inulin → tersimpan di vakuola
- Lipida → plastida (elaioplas), vakuola,
- Kristal → vakuola
- Silika → dinding sel
- Pigmen → plastid, vakuola
- Tanin → vakuola, sitoplasma, dinding sel

Ilustrasi Tugas Sel

- Mitokondria → “Power House” for the cell
- Retikulum endoplasma → Synthesis & Transport
- Ribosom → “Protein factories” for cell
- Badan golgi → Transport out of cell
- Vakuola → “Cell sap” to storage
- Plastida → Fotosistesis



DINDING SEL



Dinding Sel

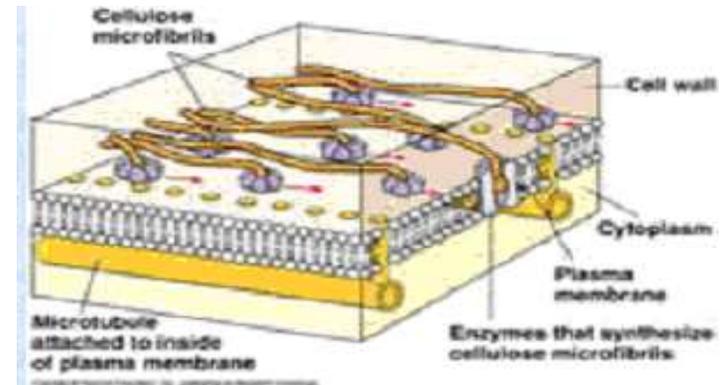
Komponen :

- mikrofibril selulosa
- matriks non selulosa senyawa pektin, hemiselulosa, lignin dan protein

Fungsi :

- memberi bentuk pada sel,
- memperkuat sel
- pelindung

Dinding sel tumbuh apabila masih memiliki kontak dengan protoplas



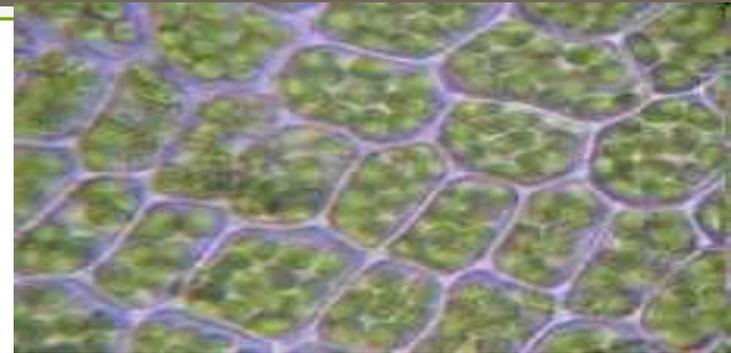
Sintesis mikrofibril selulosa dilakukan oleh enzim berbentuk roset yang terdapat pada plasmalema

Dinding Sel

Dinding sel adalah struktur di luar membran plasma yang membatasi ruang bagi sel untuk membesar.

Dinding sel merupakan ciri khas yang dimiliki tumbuhan, bakteri, fungi (jamur), dan alga,

Dinding sel menyebabkan sel tidak dapat bergerak dan berkembang bebas, Namun demikian, hal ini berakibat positif karena dinding-dinding sel dapat memberikan dukungan, perlindungan dan penyaring (filter) bagi struktur dan fungsi sel sendiri. Dinding sel mencegah kelebihan air yang masuk ke dalam sel.



Pada tumbuhan, dinding-dinding sel sebagian besar terbentuk oleh polimer karbohidrat (pektin, selulosa, hemiselulosa, dan lignin sebagai penyusun penting).

Pada bakteri, peptidoglikan (suatu glikoprotein) menyusun dinding sel.

Sementara itu, dinding sel alga terbentuk dari glikoprotein, pektin, dan sakarida sederhana (gula).

Dinding Sel Primer

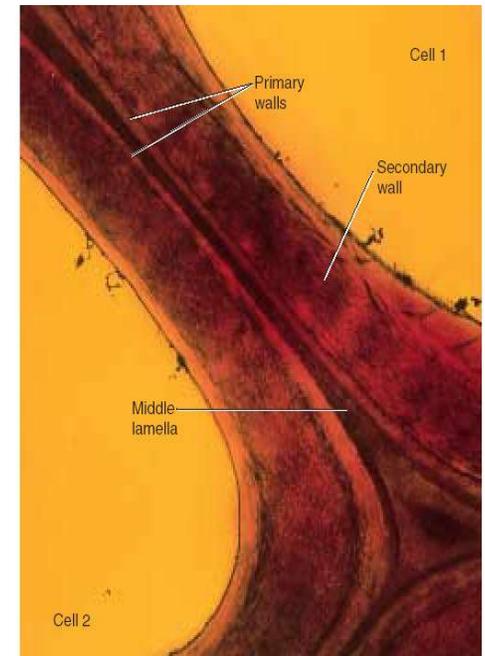
- dinding sel yang terbentuk pertama kali pada sel yang baru
- terbentuk pada sel yang sedang aktif tumbuh

Lamela tengah

- merekatkan satu sel dengan sel lainnya
- berada di antara dinding sel primer yang saling berdekatan
- terdiri atas senyawa pektin

Dinding Sel Sekunder

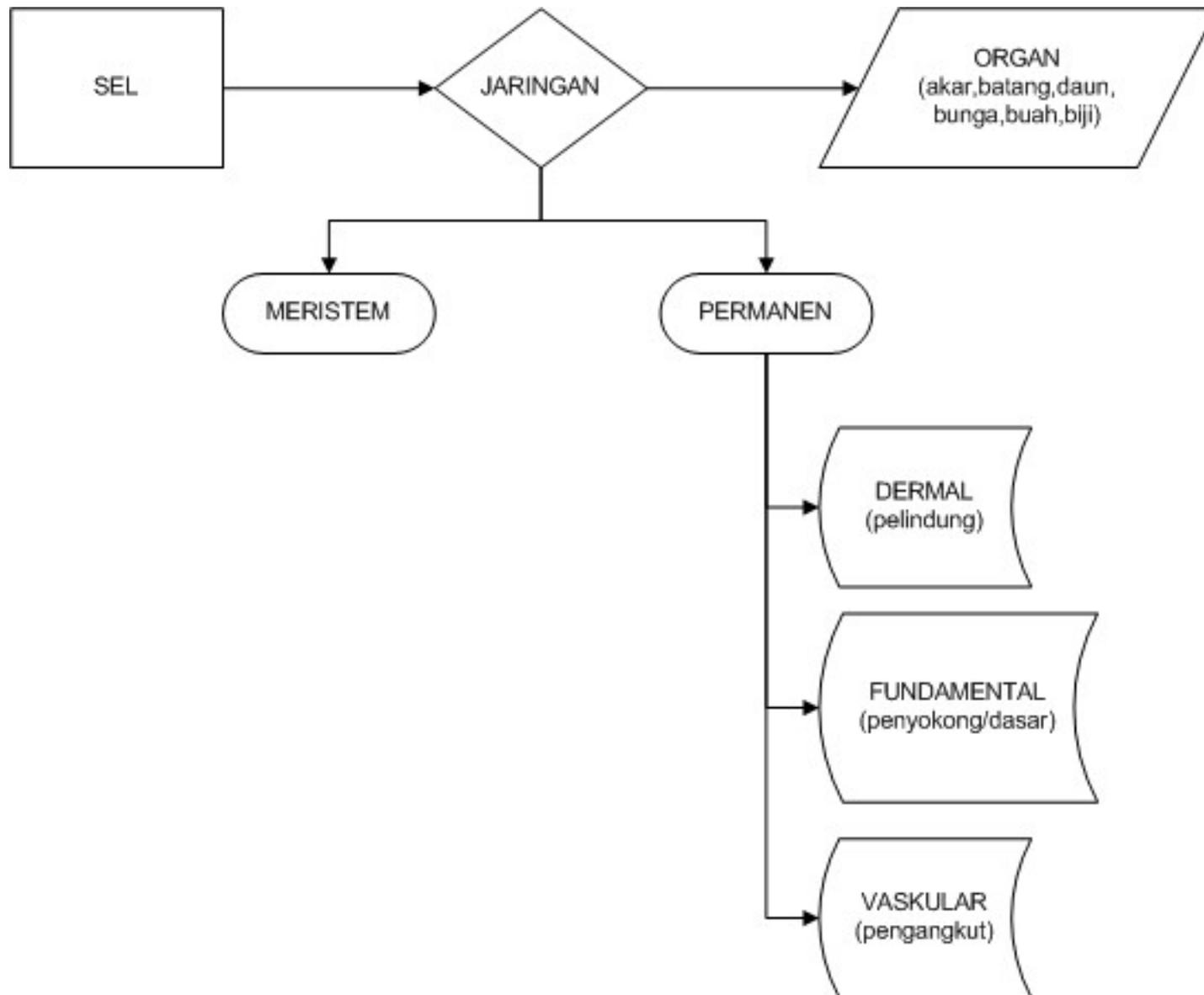
- Terbentuk pada bagian sebelah dalam dari dinding primer
- Terbentuk pada sel atau bagian sel, yang telah berhenti tumbuh
- Dinding sekunder berkembang di permukaan dalam dari dinding primer, tersusun atas mikrofibril Selulosa, hemiselulosa, lignin, suberin, kutin, tanin dan garam-garam anorganik





JARINGAN PADA TUMBUHAN

Struktur Tumbuhan



JARINGAN TUMBUHAN

- **Sel** adalah bagian terkecil dari tubuh makhluk hidup
- **Jaringan** adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk serta fungsi yang sama.
- **Jaringan meristem/embrional** : pembelahan sel aktif dan belum mengalami diferensiasi
- **Jaringan permanen/dewasa** : bagian lain yang tidak mengalami pembelahan dan telah mengalami diferensiasi

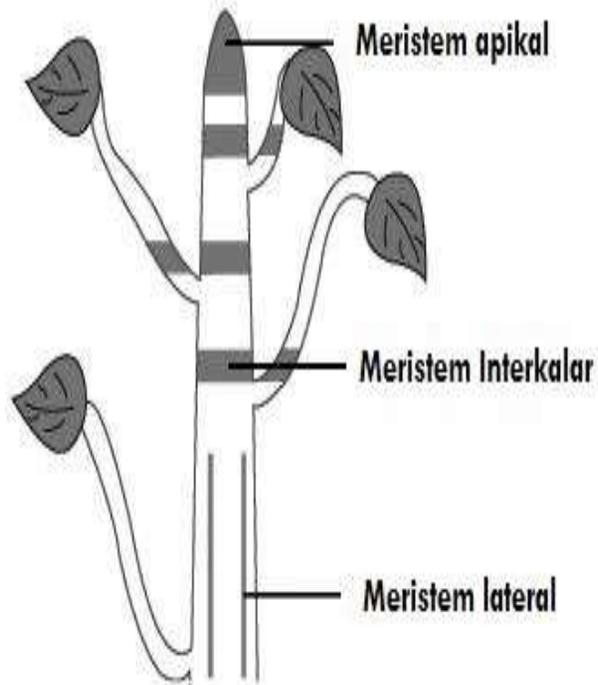
1. Jaringan Meristem / Embrional

Jaringan meristem adalah jaringan yang sel penyusunnya bersifat **embrional** artinya mampu **terus-menerus membelah**

Ciri-ciri jaringan meristem:

1. Sel-selnya selalu membelah
2. Bentuk dan ukuran sel sama
3. Kaya protoplasma
4. Dinding sel tipis
5. Isi sel tidak mengandung kristal dan cadangan makanan
6. Vakuola/rongga sel belum ada/sangat kecil

Jaringan Meristem



Berdasarkan letaknya

Apikal

Lateral

Interkalar

Berdasarkan asalnya

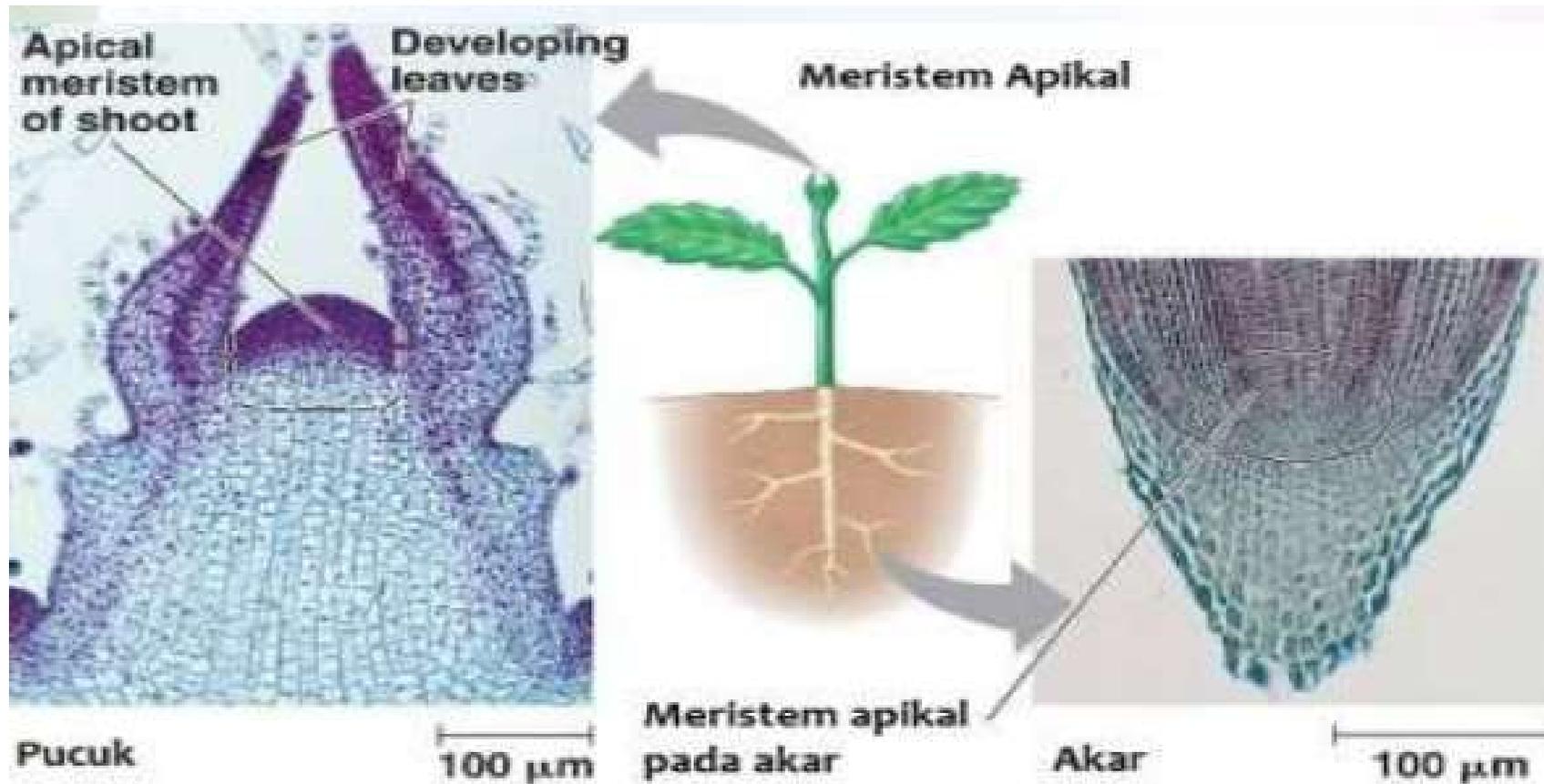
Promeristem

Meristem primer

Meristem sekunder

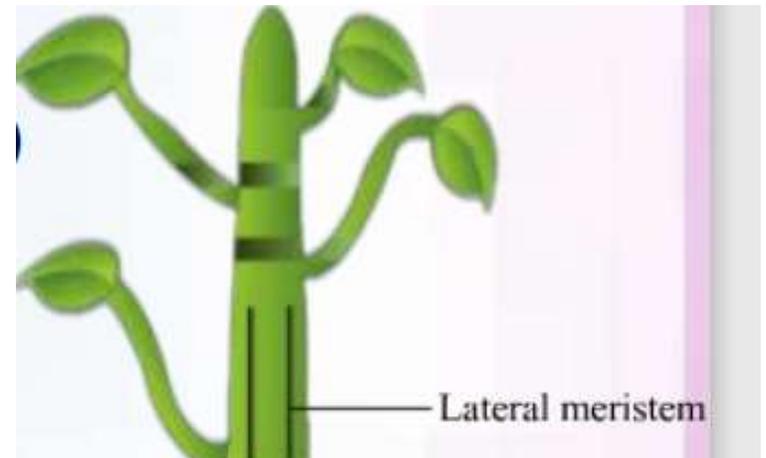
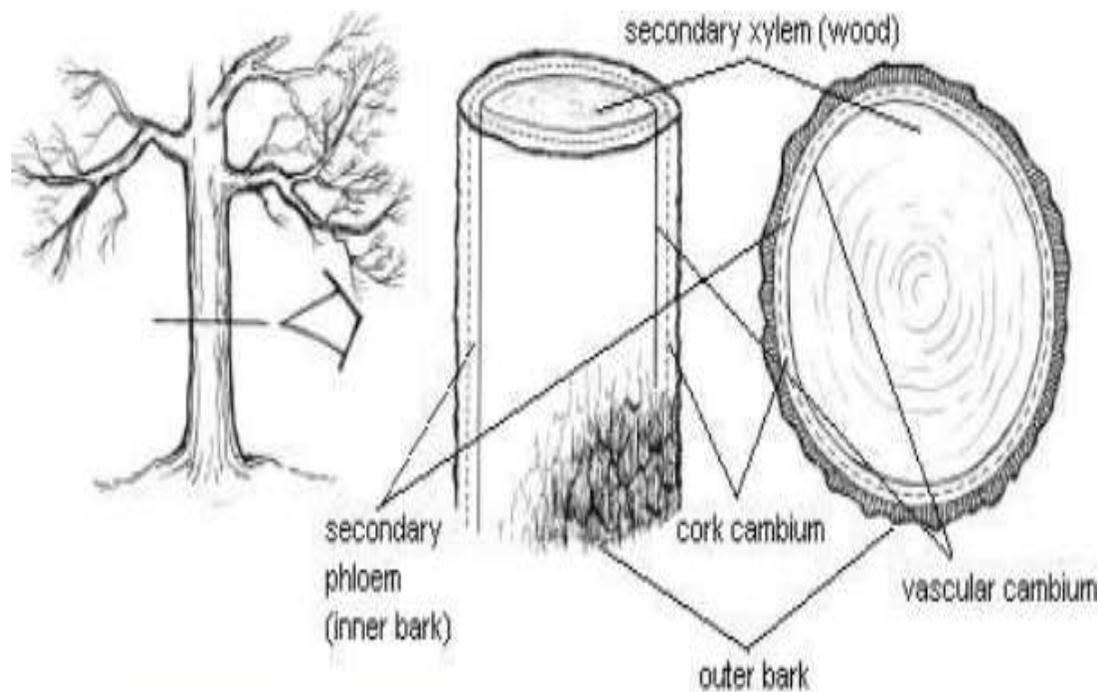
Jaringan Meristem Apikal

- Terdapat di ujung akar dan batang
- Membuat akar dan batang menjadi panjang



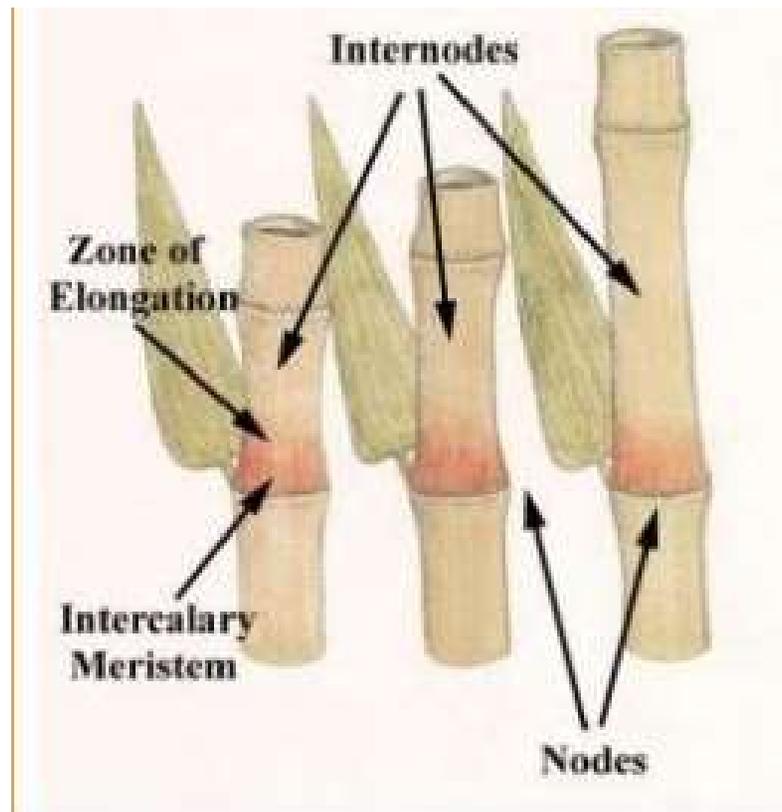
Jaringan Meristem Lateral (samping)

- Terdapat di kambium
- Membuat batang menjadi lebar pada tumbuhan dikotil



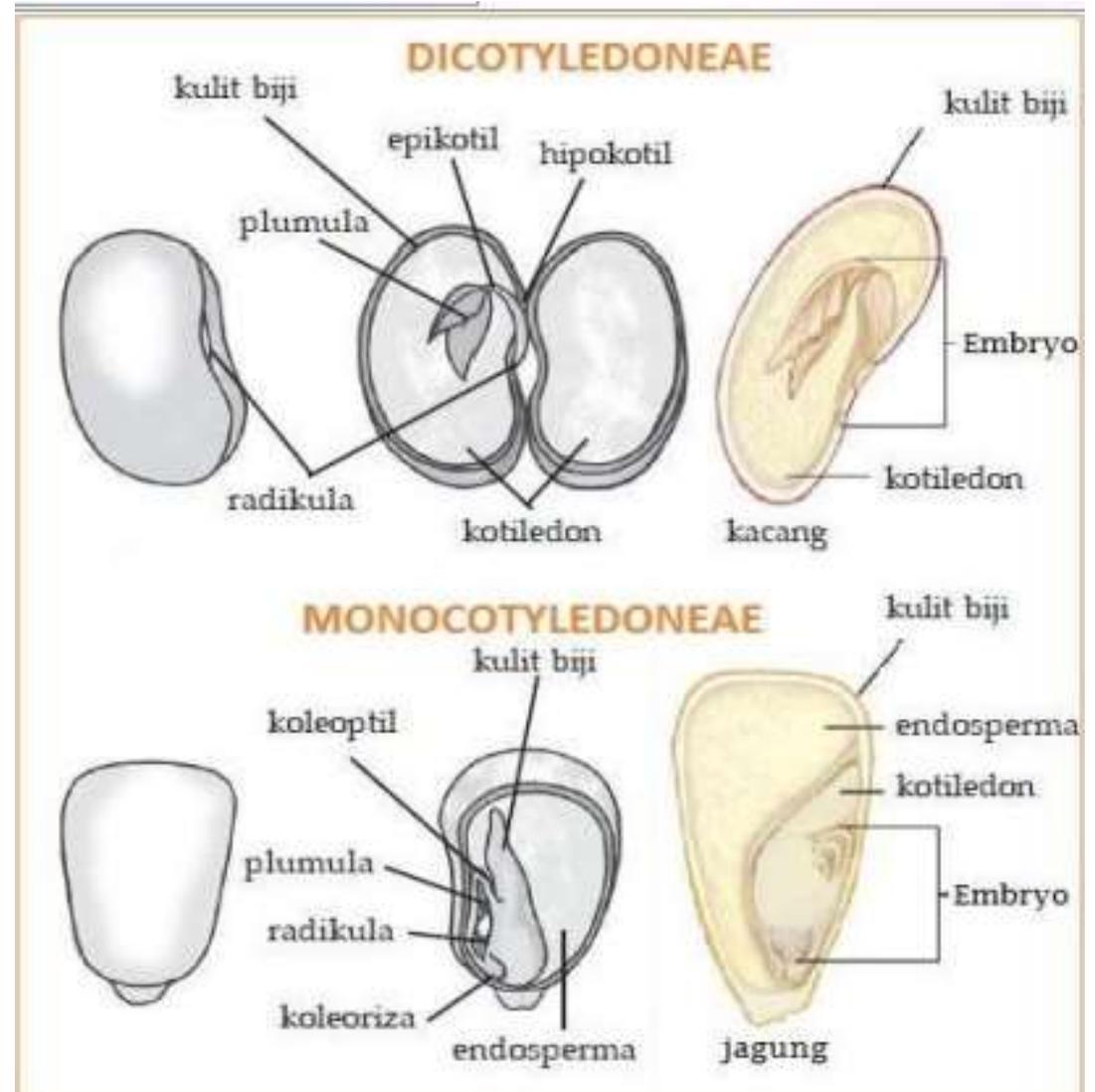
Jaringan Meristem Interkalar (antara)

- Terdapat di pangkal ruas batang jaringan dewasa
- Contoh : batang rumput (tebu, bambu)



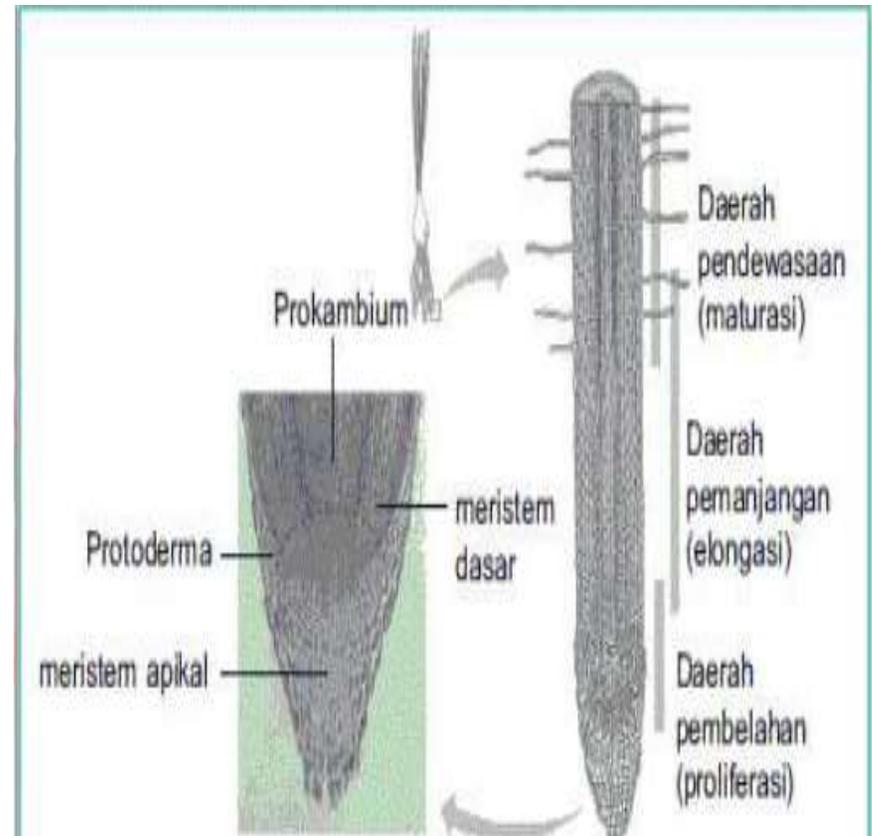
Jaringan Promeristem

Jaringan yg sudah ada ketika tumbuhan masih di tingkat embrio



Jaringan Meristem Primer

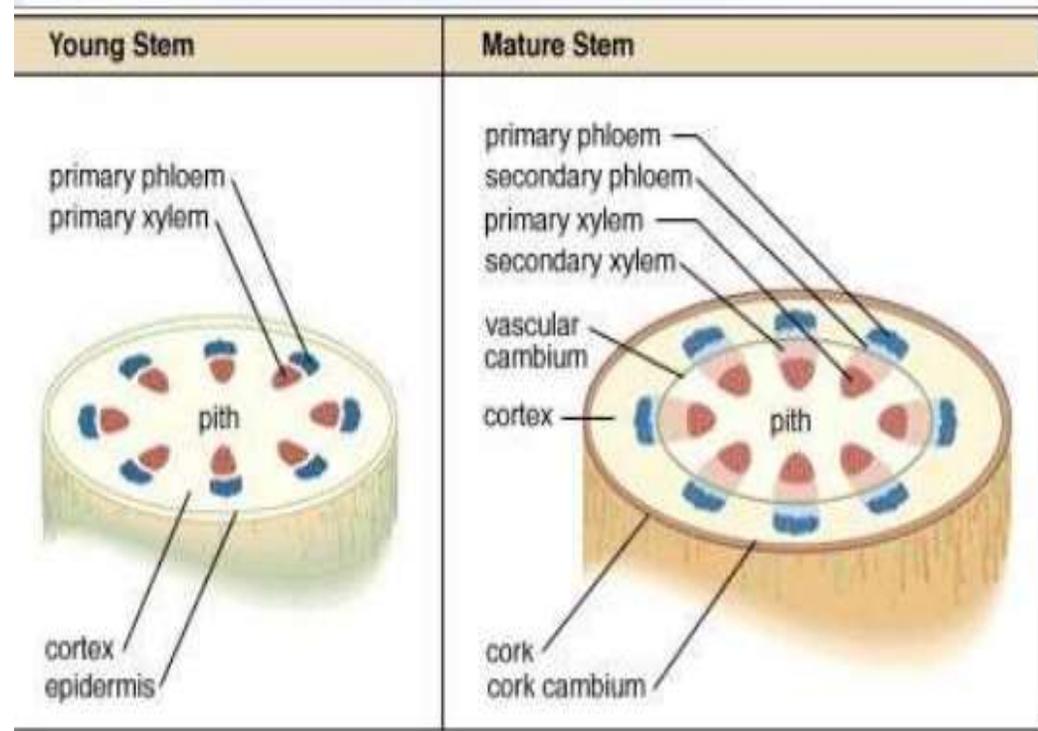
- Kelanjutan dari perkembangan dan pertumbuhan embrio
- Terdapat di ujung batang dan akar
- Meliputi :
 - ✓ Protoderma : membentuk epidermis
 - ✓ Prokambium : membentuk xilem primer dan floem primer
 - ✓ Meristem dasar : membentuk parenkim



- **Berasal langsung dari sel-sel embrional.**
- **Contohnya : meristem di ujung akar dan ujung batang, yang biasa disebut meristem apikal.**
- **Meristem primer akan menyebabkan pertumbuhan primer.**
- **Jaringan yang terbentuk dari meristem primer disebut jaringan primer.**

Jaringan Meristem Sekunder

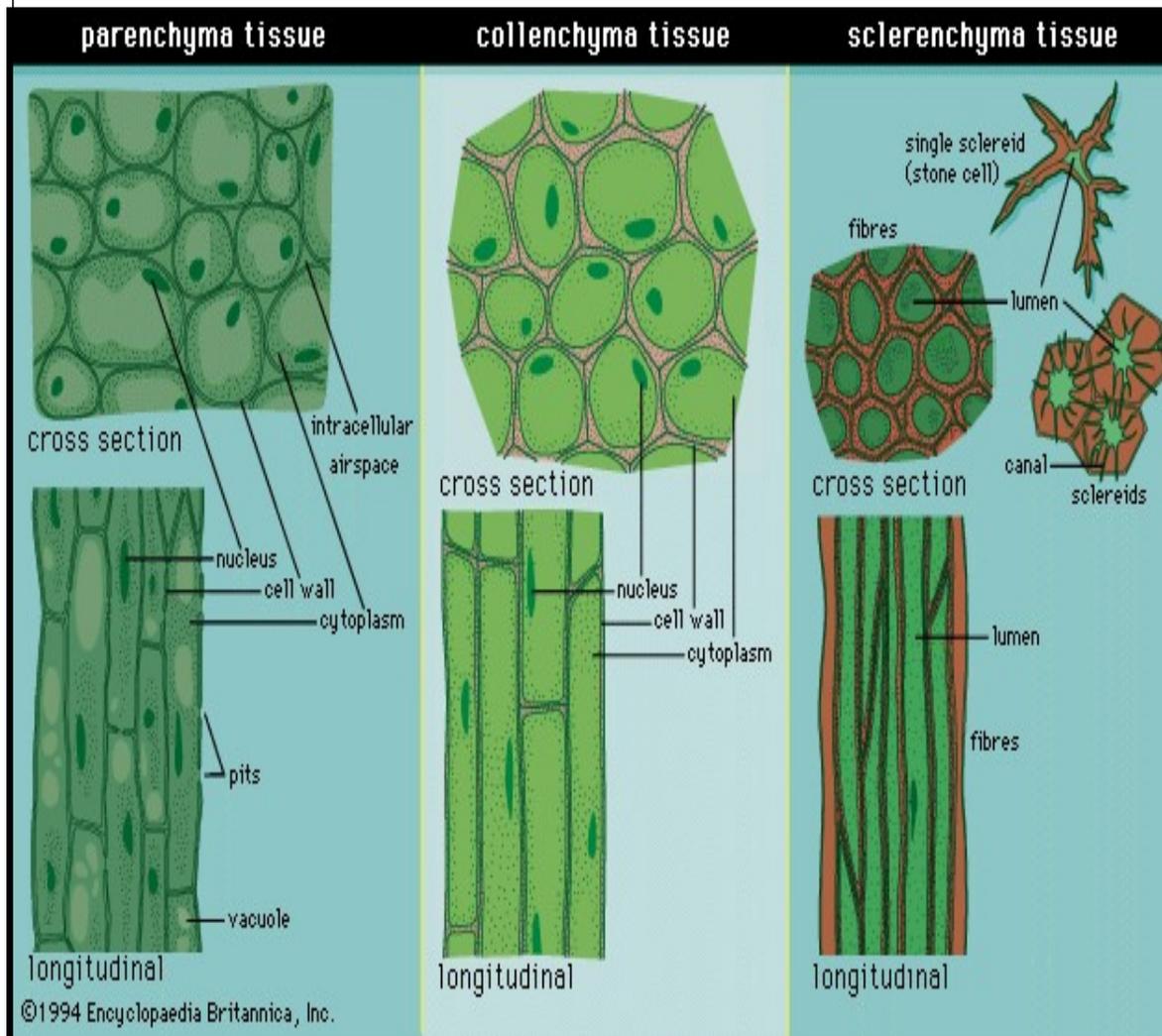
- Berasal dari jaringan dewasa yg telah berhenti pertumbuhannya, tetapi menjadi embrional kembali
- Contoh : kambium



- Berasal dari jaringan dewasa yang telah mengadakan diferensiasi dan berubah sifat jadi meristem. Misalnya jaringan parenkim dan kolenkim
- Contohnya : Kambium dan kambium gabus.
- Meristem sekunder akan menyebabkan pertumbuhan sekunder.
- Jaringan yang terbentuk dari meristem sekunder disebut jaringan sekunder.
 - Kambium akan menghasilkan Xylem dan Floem
 - Kambium gabus akan menghasilkan gabus

2. Jaringan Permanen / Dewasa

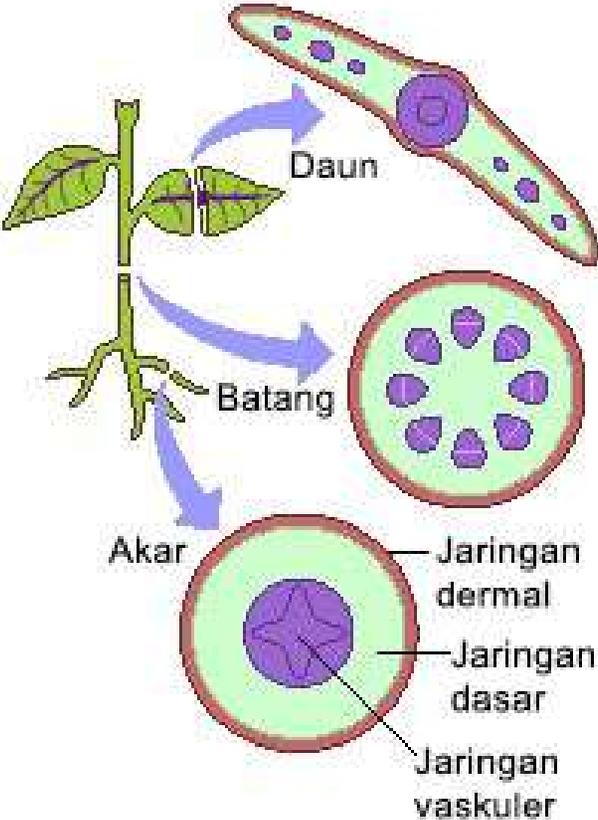
merupakan jaringan yang terbentuk dari hasil diferensiasi dan spesialisasi dari sel-sel hasil pembelahan jaringan meristem.



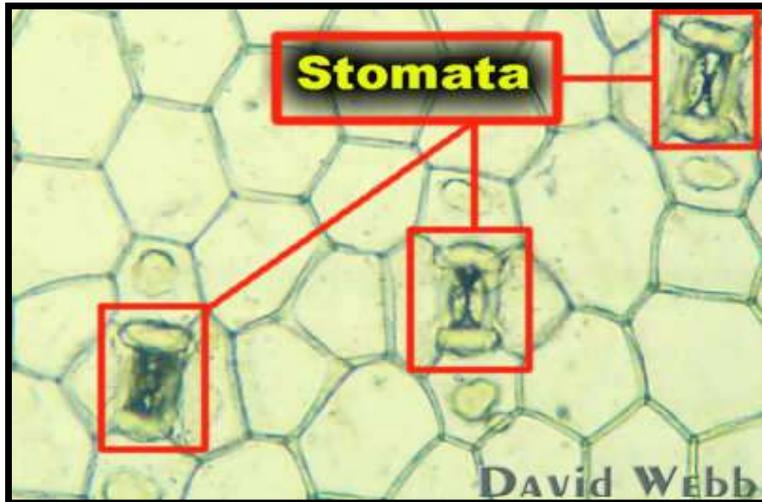
CIRI KHAS :

1. Telah mengalami diferensiasi
2. Pada umumnya tidak membelah lagi
3. Bentuk permanen, rongga sel besar, dinding sel sudah mengalami penebalan

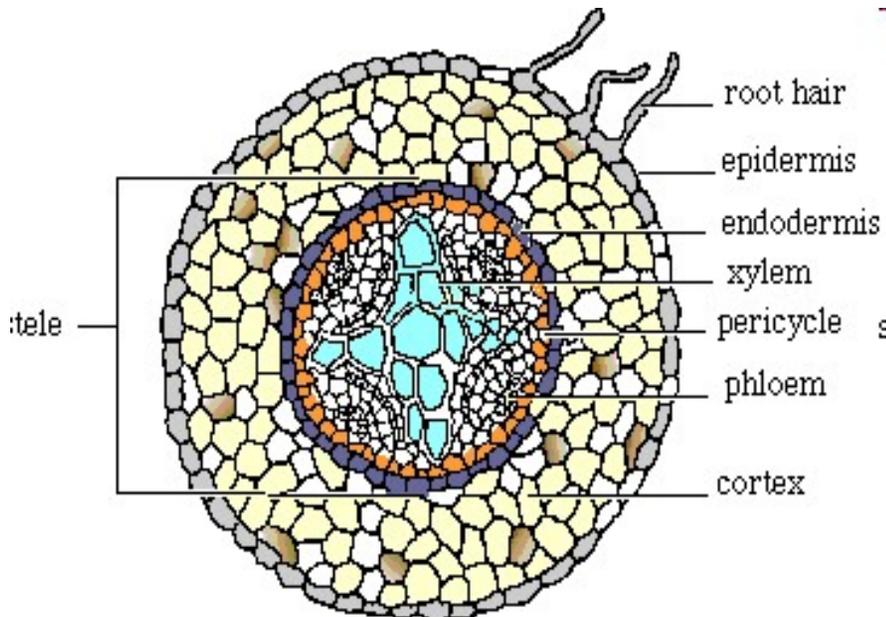
Jaringan Permanen / Dewasa

Sistem jaringan dan fungsinya	Komponen jaringan	Lokasi sistem jaringan
Jaringan dermal Perlindungan Mencegah kehilangan air	Epidermis Periderm (pada batang dan akar dewasa)	 <p>The diagram illustrates the location of permanent tissues in a plant. It shows a whole plant with arrows pointing to three cross-sectional views: a leaf (Daun), a stem (Batang), and a root (Akar). The leaf cross-section shows the epidermis and mesophyll. The stem cross-section shows the epidermis, cortex, vascular bundles, and pith. The root cross-section shows the epidermis, cortex, vascular cylinder, and pith. Labels for the root cross-section include Jaringan dermal, Jaringan dasar, and Jaringan vaskuler.</p>
Jaringan dasar Fotosintesis Cadangan makanan Regenerasi Penguat Perlindungan	Jaringan parenkim Jaringan kolenkim Jaringan sklerenkim	
Jaringan vaskuler Transportasi air dan mineral Transportasi makanan	Jaringan xilem Jaringan floem	

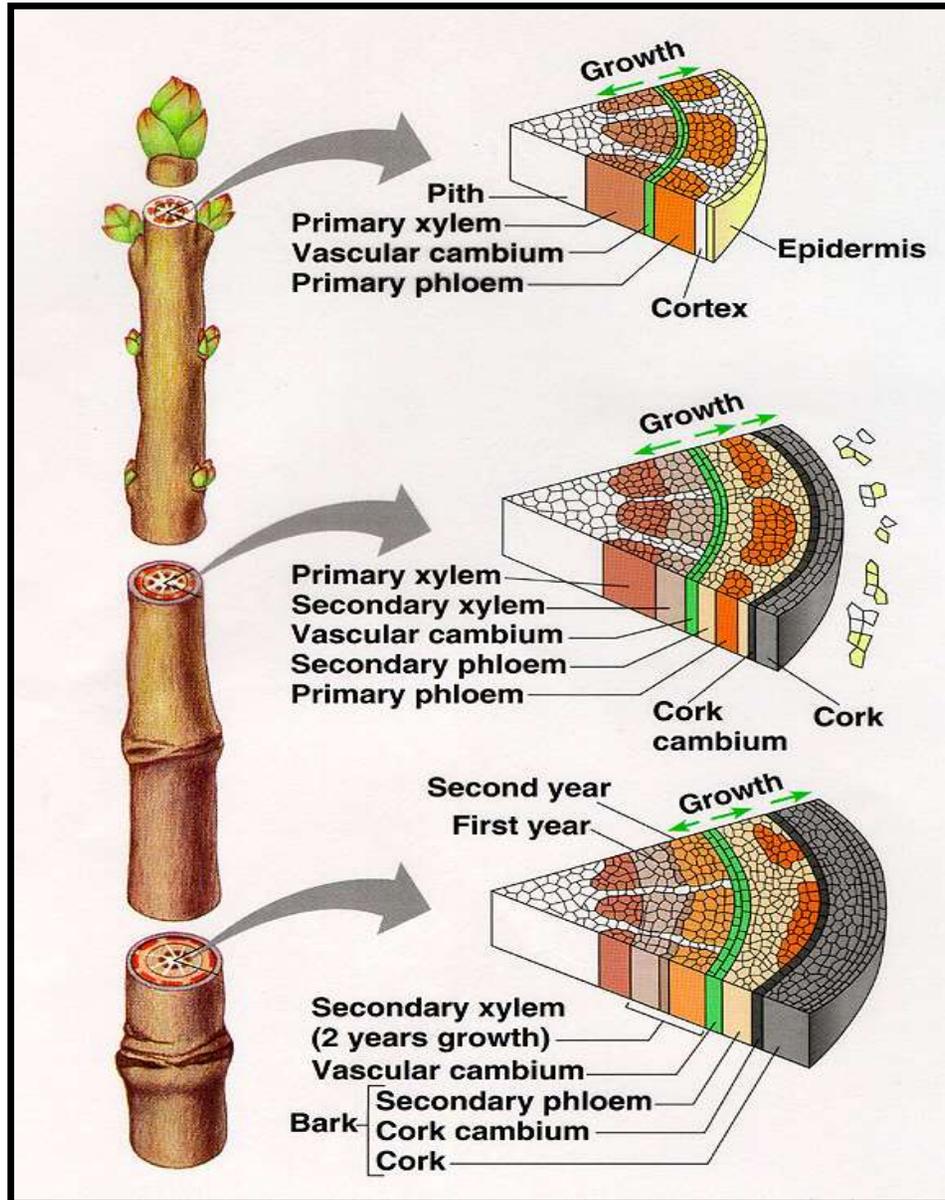
A. Epidermis



- merupakan jaringan yang menutupi permukaan tumbuhan.
- Ciri/karakteristik :
 - ✓ Bentuk sel spt balok
 - ✓ Tersusun berlapis tunggal, rapat, tdk ada ruang antar sel
 - ✓ Tidak memiliki klorofil
 - ✓ Modifikasi sesuai dg letak dan fungsi

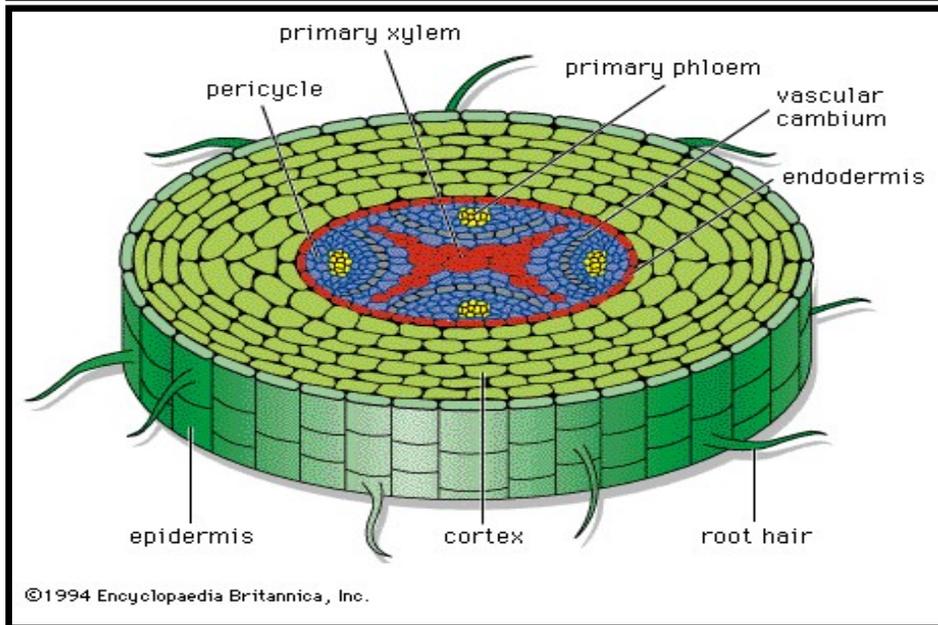
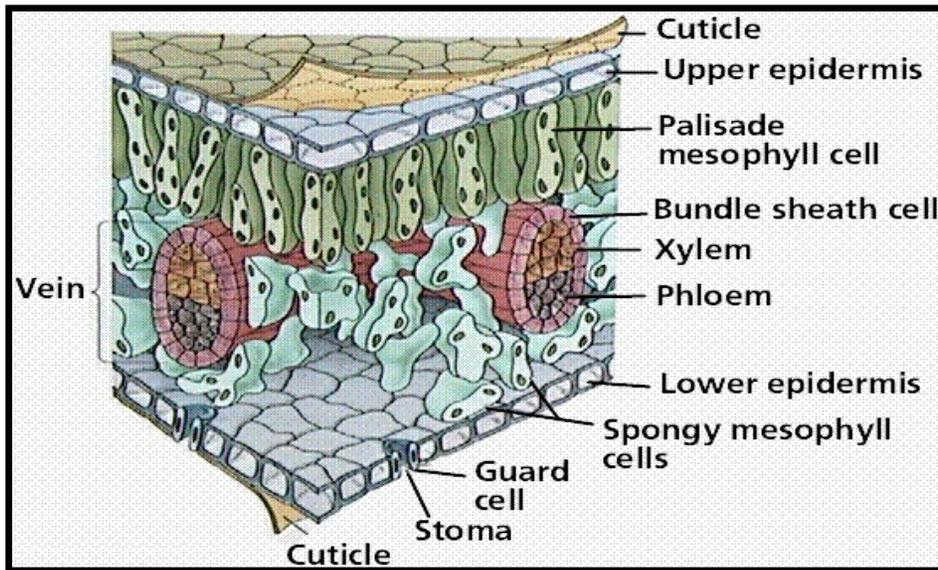


B. Gabus



- Fungsi sebagai pelindung menggantikan epidermis yang sudah rusak (menebal)
- Dibentuk oleh kambium gabus (felogen)
- Felogen akan membentuk **felem** keluar dan **feloderm** ke dalam

Jaringan Dasar (Fundamental)



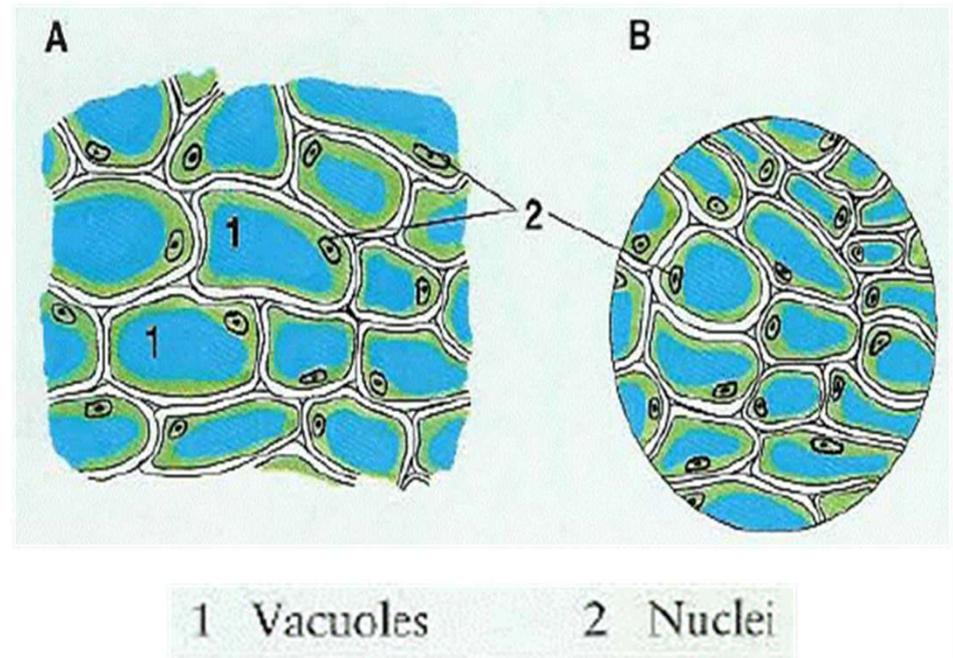
- Jaringan dasar pada tumbuhan adalah jaringan yang mengisi sebagian besar tumbuh tumbuhan.
- Fungsi utamanya adalah mengisi biomassa, menjalankan berbagai fungsi fisiologi, dan menopang serta memberi bentuk tubuh tumbuhan
- Jaringan dasar terdiri atas dua bagian yaitu pengisi (parenkim) dan penyokong (kolenkim dan sklerenkim)

1. PARENKIM

- Parenkima adalah jaringan dasar yang utama.
- Sel-sel parenkim ditemukan pada akar dan batang terutama sebagai pengisi bagian korteks batang, daun, bunga, buah, dan biji.
- Tempat utama berlangsungnya aktivitas penting: fotosintesa, asimilasi, respirasi, penimbunan zat² makanan cadangan, sekresi, ekskresi => tergantung pada protoplas penyusunnya.
- Jaringan yang tersusun oleh sel-sel parenkim:
 1. empulur
 2. korteks batang dan akar
 3. mesofil daun
 4. endosperm biji
 5. daging buah
 6. jaringan empulur
 7. jaringan yang terdapat di antara berkas xylem dan floem (baik primer maupun sekunder)

Ciri-Ciri dan Sifat Jaringan Parenkim

1. Sel berbentuk segi enam.
2. Terdapat banyak vakuola.
3. Berdinding sel tipis.
4. Ukuran sel besar dan hidup.
5. Banyak terdapat ruang diantara sel.
6. Dapat membelah secara meristematik dan secara embrional.



Struktur Dan Isi Sel Jaringan Perenkim

Struktur internal parenkim beragam yang sesuai dengan fungsinya. Contohnya sel parenkim yang berperan dalam fotosintesis dengan mengandung **kloroplas** dan membentuk jaringan **klorengkim** (pada mesofildaun, korteks batang, empulur).

Bentuk Dan Susunan Sel Parenkim

Sel parenkim pada umumnya memiliki bentuk **sidoiametris** akan tetapi ada juga yang berbentuk lain yaitu :

1. Perismatis, memanjang atau silindris yang terdapat di parenkim palisade mesofil daun dikotil.
2. Bercabang-cabang seperti parenkim bintang atau aktinenkim pada mesofil daun *canna sp* dan *juncus sp*.
3. Parenkim dengan ruang antar sel yang besar contoh : aerenkim pada alat pengapung tumbuhan air (*Eichornia crassiper*).
4. Parenkim dengan bentuk yang tidak teratur dan memiliki banyak ruang antar sel, terdapat di mesofil daun (parenkim spons atau parenkim bunga karang).
5. Parenkim dengan dinding yang melekok-lekok kearah dalam yaitu berupa parenkim lipatan seperti daun pinus merkusi. *Oryza sativa*. *Bambusa sp*.

Klasifikasi Jaringan Perenkim

Berdasarkan Fungsinya

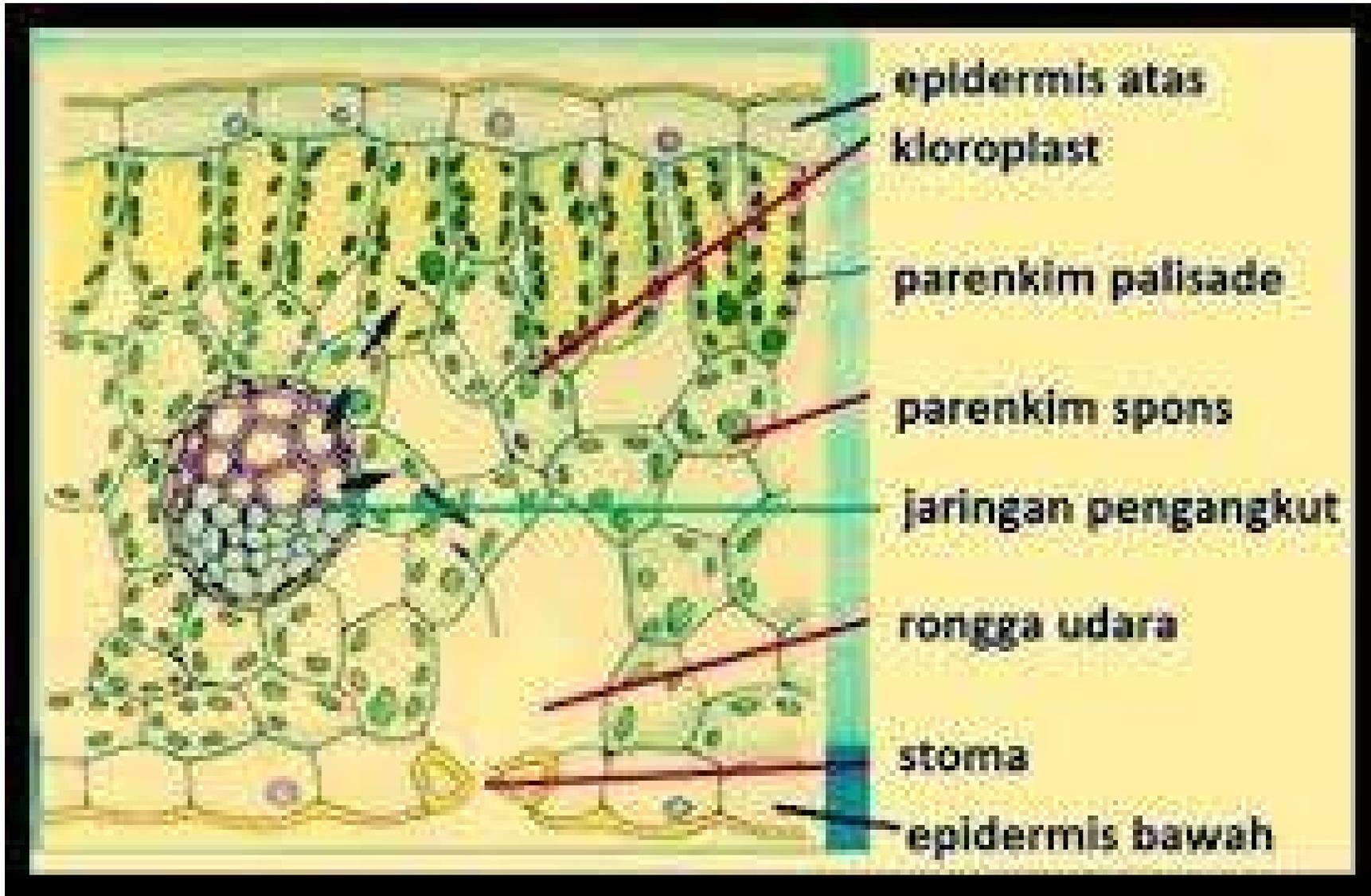
1. **Parenkim Asimilasi**. Parenkim asimilasi yaitu sebagai pembuat zat makanan bagi tumbuhan yang diproses dari fotosintesa di daun. Berperan penting sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis,
2. **Parenkim penimbun**, berfungsi dalam menyimpan cadangan makanan bagi tumbuhan berupa hasil fotosintesa, seperti protein, amilum, gula tepung, atau lemak.
3. **Parenkim air**, berfungsi sebagai tempat menyimpan air pada tumbuhan xerofit /epifit (sedikit air) untuk menghadapi kemarau misalnya pada tumbuhan kaktus dan lidah buaya
4. **Parenkim udara** (aerenkim) adalah jaringan parenkim yang mampu menyimpan udara karena mempunyai ruang antar sel yang besar. misalnya parenkim pada tangkai daun tumbuhan enceng gondok.

Berdasarkan bentuk

1. Parenkim palisade → Bentuk silindris/prismatis memanjang. Terdapat pada palisade tumbuhan dicotyledoneae pada umumnya.
2. Parenkim bunga karang/spons parenkim → Bentuk tidak teratur, banyak ruang antar sel. Terdapat pada mesofil tumbuhan Monocotyledoneae dan spons parenkim Dicotyledoneae.
3. Parenkim bintang/aktinenkim → Sel parenkim mempunyai lengan- lengan sehingga r.a.s banyak dan besar- besar fungsi untuk menyimpan udara. Menurut fungsi disebut aerenkim. Misal : pada *Canna* sp, *Juncus*.
4. Parenkim lipatan → Sel parenkim dengan dinding sel melipat-lipat ke arah dalam dan di dalam sel banyak mengandung kloroplast dapat melakukan fotosintesa menurut fungsi termasuk parenkim asimilasi. Misal : pada *Pinus merkusii* (daun) *Oryza sativa*, *Bambusa* sp.

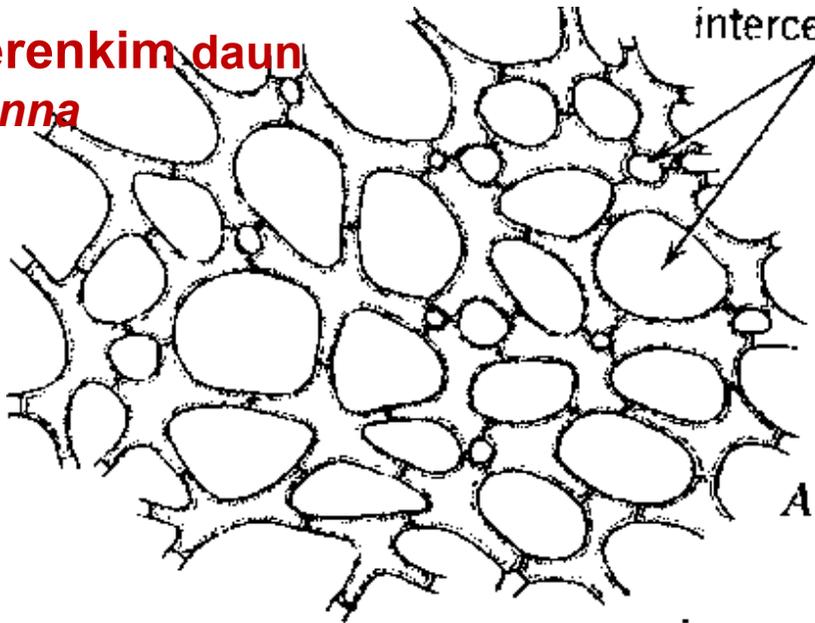
Macam-Macam Jaringan Parenkim berdasarkan fungsinya

1. **Jaringan epidermis**, melindungi jaringan yang berada didalamnya.
2. **Jaringan parenkim palisade**, tempat penyelenggara fotosintesis.
3. **Jaringan parenkim spons**, selain sebagai tempat fotosintesis juga tempat penyimpan hasil fotosintesis.
4. **Jaringan kolenkim**, jaringan penguat pada organ tubuh tumbuhan yang muda.
5. **Berkas pembuluh** atau berkas vaskuler daun yaitu floem dan xilem terdapat pada ibu tulang daun.
6. **Xilem** , mengangkut air dan mineral dari dalam tanah melalui akar sampai daun.
7. **Floem**, mengangkut hasil fotosintesis dari daun keseluruh tubuh tumbuhan.

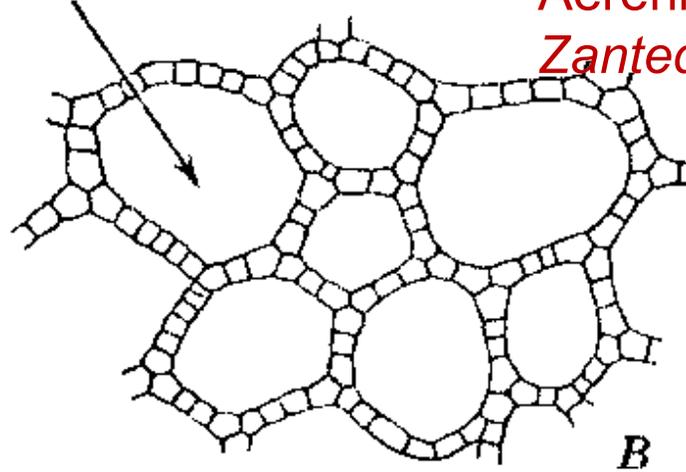


Bentuk parenkim di beberapa tanaman

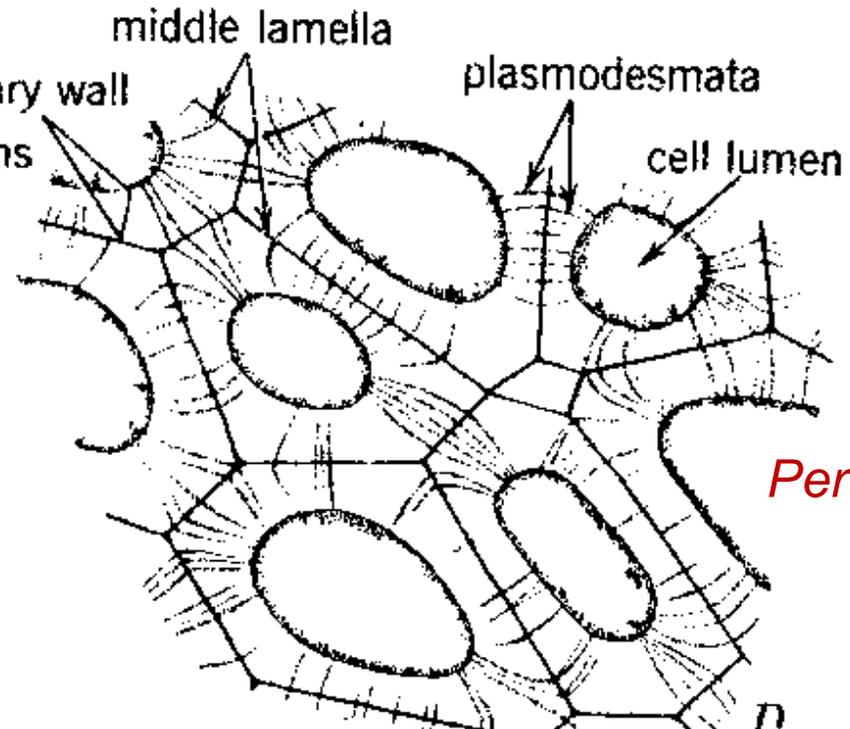
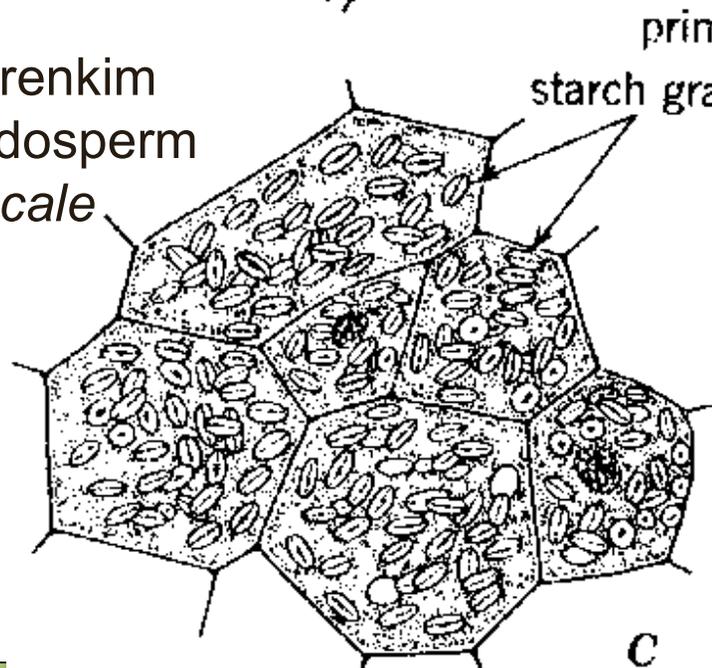
Aerenkim daun
Canna



Aerenkim petiolus
Zantedeschia



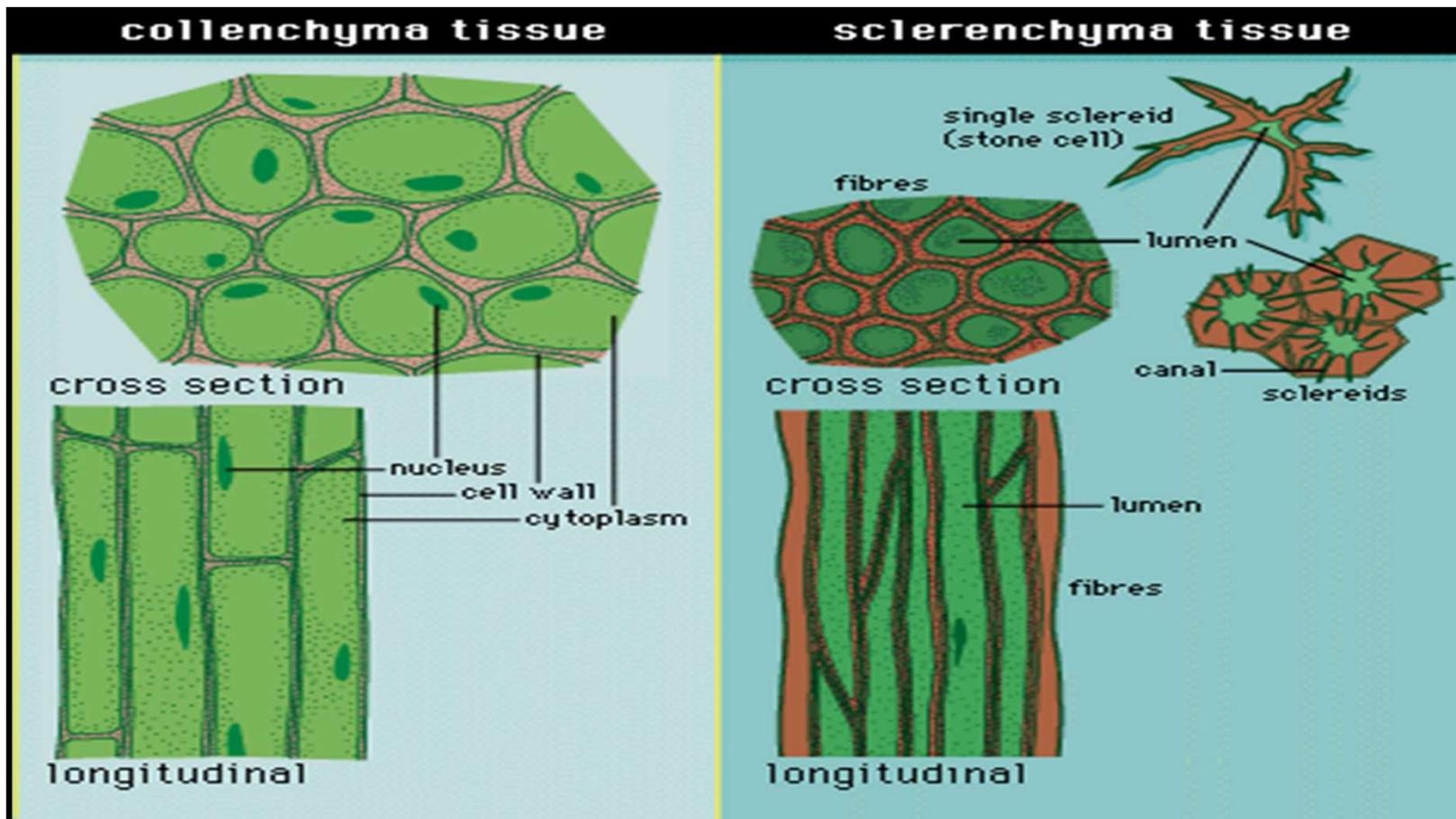
Parenkim endosperm
Secale



Persimmon

Jaringan Dasar

Jaringan **penguat** nama lainnya yaitu **stereon**. Fungsinya untuk menguatkan bagian tubuh tumbuhan. Terdiri dari kolenkim dan sklerenkim.

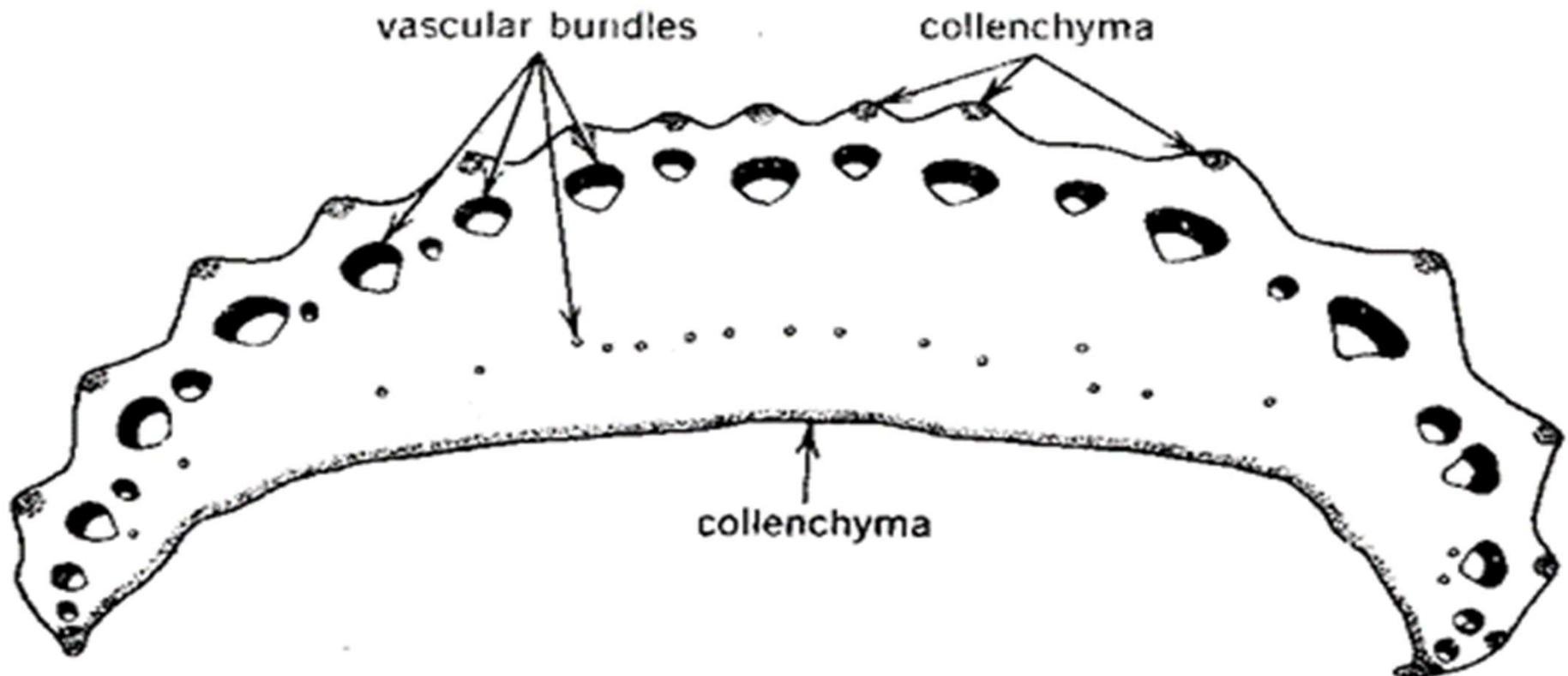


2. KOLENKIM

- Merupakan **jaringan mekanik** yg bertugas menyokong tumbuhan yg sedang tumbuh
- Berasal dari sel memanjang seperti prokambium & berkembang dalam stadium awal perkembangan (promeristem)
- Terdiri atas **sel-sel** hidup dan mempunyai dinding yg menebal tidak rata
- Dapat juga berlinein dan tebal → dinding selnya dapat menjadi tipis lagi & sel bersifat meristematik
- Bersifat **plastis** (sel dewasa < plastis) dan regangannya **irreversibel**
- Mengandung **kloroplas**

Lokasi Kolenkim pd Tumbuhan

- Terdapat di batang, daun, bunga, buah dan akar
- Biasanya dibentuk tepat di bawah epidermis
- Pada batang : silinder pembuluh/jalur2 membujur
- Pada daun : di salah satu/dua sisi tulang daun & pinggir daun



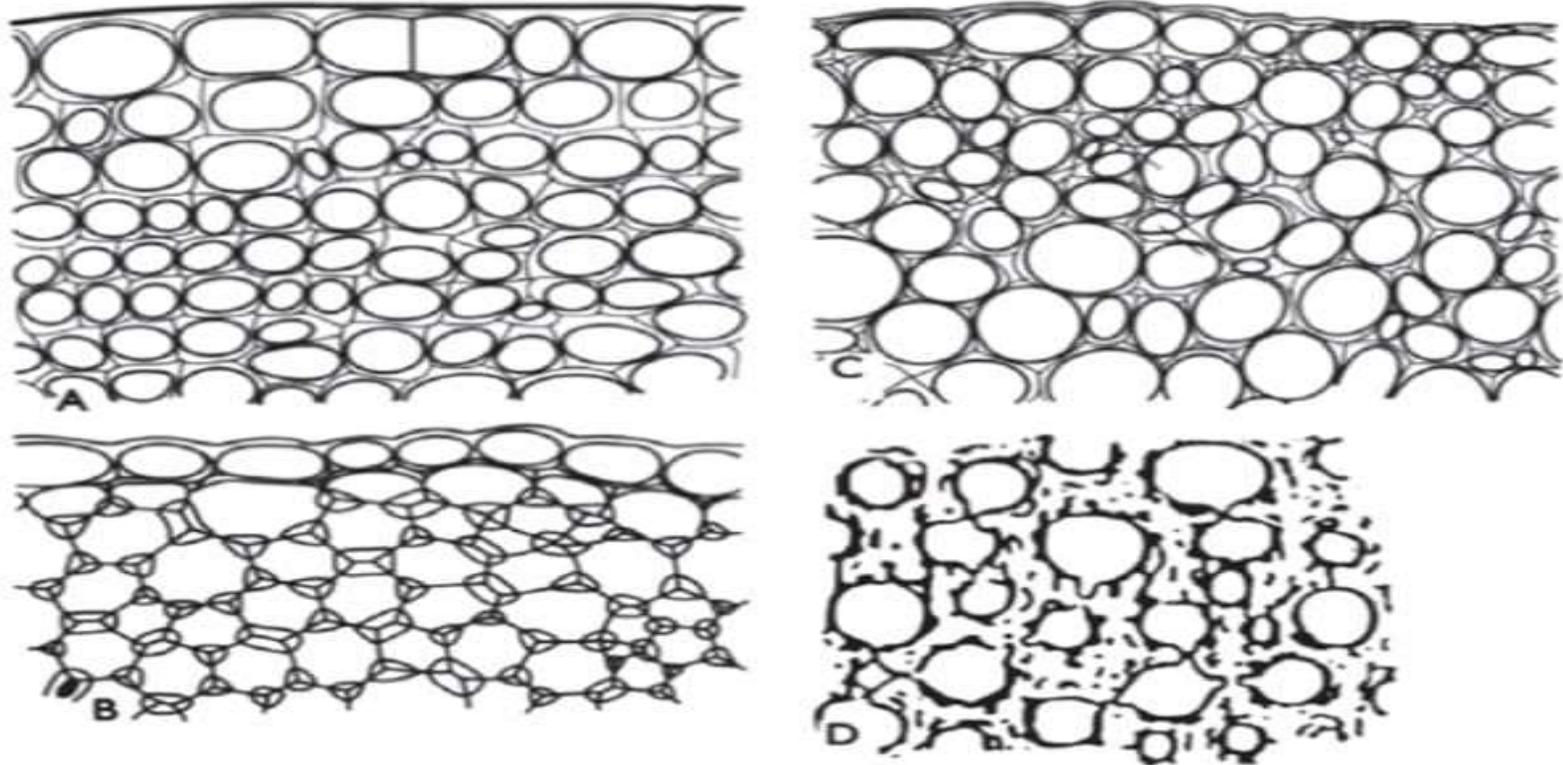
Struktur & Susunan Sel Kolenkim

- Ukuran dan bentuk sel beragam
- Dapat berupa prisma pendek atau panjang seperti serat → tidak terdapat bentuk peralihan
- Teradaptasi untuk menyokong batang dan daun yg sedang tumbuh
- Kolenkim dewasa bersifat kurang lentur, lebih keras & lebih rapuh
- Pada tanaman tua, dinding sel mengeras atau berlignin serta dapat berubah mjd sel sklerenkim
- Penebalan dengan intususepsi mikrofibril selulosa menjadi dinding sel

Ciri Ciri Jaringan Kolenkim

1. Sel-selnya hidup dengan protoplasma aktif, bentuk sel sedikit memanjang
2. Umumnya memiliki dinding dengan penebalan tidak teratur
3. Tidak memiliki dinding sel sekunder tetapi memiliki dinding primer yang lebih tebal daripada sel-sel parenkim
4. Lunak, lentur dan tidak berlignin.
5. Isi sel dapat mengandung kloroplas makin sederhana diferensiasinya semakin banyak kloroplasnya, sehingga menyerupai parenkim, juga dapat mengandung tanin.

Jenis Kolenkim berdasarkan penebalan dindingnya



- A. Tipe lempeng (lameler) pada batang *Sambucus* sp.
- B. Tipe sudut (anguler) pada *Cucurbita* sp.
- C. Tipe tubular pada *Lactuca* sp.
- D. Tipe cincin pada ibu tangkai daun *Nereum oleandra* (Fahn, 1984)

1. **Kolenkim sudut** atau kolenkim anguler. dengan penebalan memanjang pada sudut sel. Pada penampang melintang, penebalan sudut terlihat di tempat pertemuan tiga sel atau lebih. Contohnya pada batang *Solanum tuberosum* dan pada *Salvia*.
2. **Kolenkim lempeng** atau papan, dengan penebalan terutama pada dinding tangensial. Contohnya pada korteks batang *Sambucus nigra*
3. **Kolenkim lakuner**, yang mirip kolenkim sudut, namun banyak mengandung ruang antarsel yang disekitarnya terjadi penebalan dinding. Contohnya pada batang *Ambrosia*.
4. **Kolenkim cincin (annuler)** Pada penampang lintang lumen sel berbentuk lingkaran. Pada waktu menjelang dewasa terlihat bahwa karena pada tipe sudut penebalan bersambungan pada dinding sel, maka lumen tidak menyudut lagi.

3. SKLERENKIM

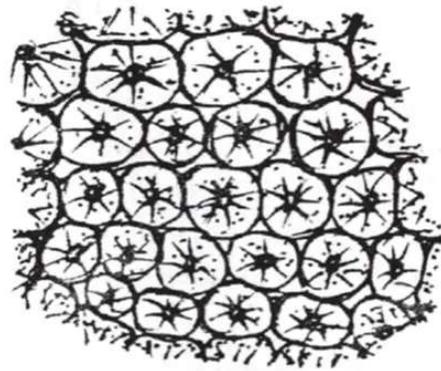
- Merupakan jar yg tjd dr sel-sel dg penebalan dd sekunder yg dpt berlignin atau tdk
- Fungsi utama sbg penyokong dan pelindung
- Bersifat **elastis**
- Dapat berbeda : bentuk, struktur, asal dan perkembangannya
- Dijumpai bentuk-bentuk transisi
- Terdiri atas **serat** dan **sklereid**

Serat : berkembang dr sel meristematik, jadi telah ditentukan asalnya

Sklereid : dibentuk dr sel parenkim yg dindingnya mengalami penebalan

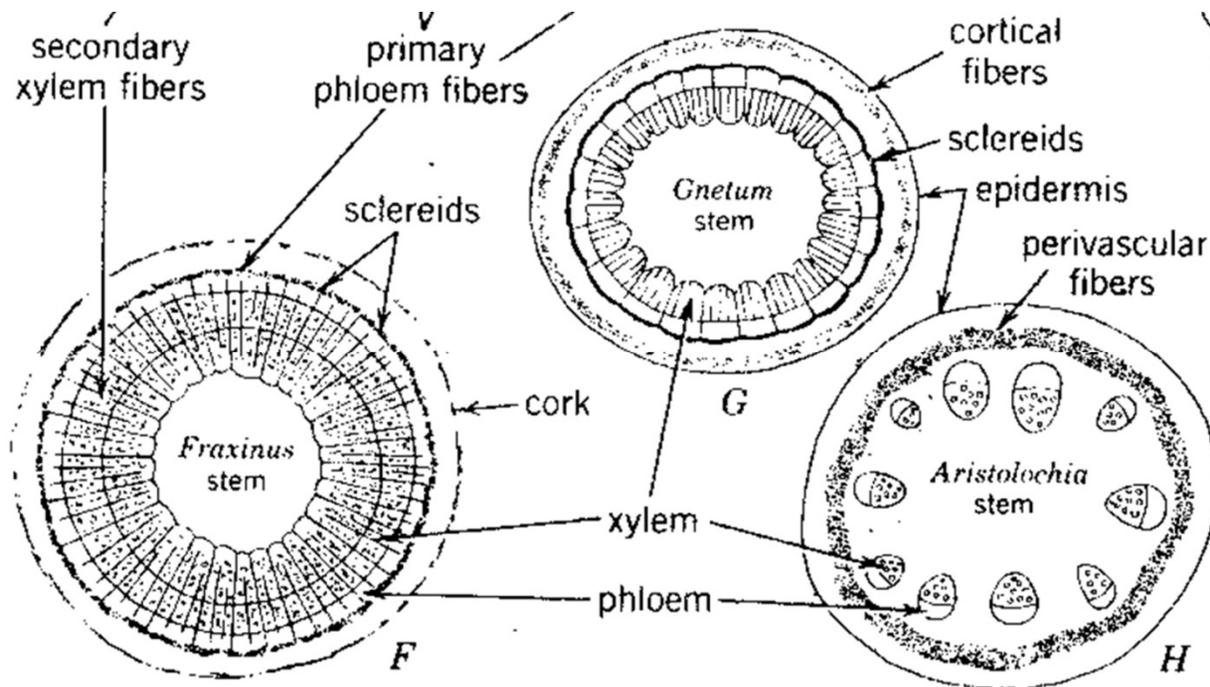
Ciri ciri sel pada jaringan sklerenkim

- Sel-selnya telah mati dengan dinding sel yang tebal
- Dinding sekunder yang tebal, umumnya terdiri dari zat lignin
- Bersifat kenyal, pada umumnya tidak lagi mengandung kloroplas
- Sel-selnya lebih kaku daripada kolenkim, sel sklerekim tidak dapat memanjang



Serat

- Terdapat di berbagai tempat dalam tubuh tumbuhan
- Dapat ditemukan dalam bentuk tunggal & berkas, jalinan atau silinder berongga
- Berdasarkan letaknya dpt dibedakan
 1. serat **xiler** (xilem)
 2. serat **ekstraxiler** (luar xilem)



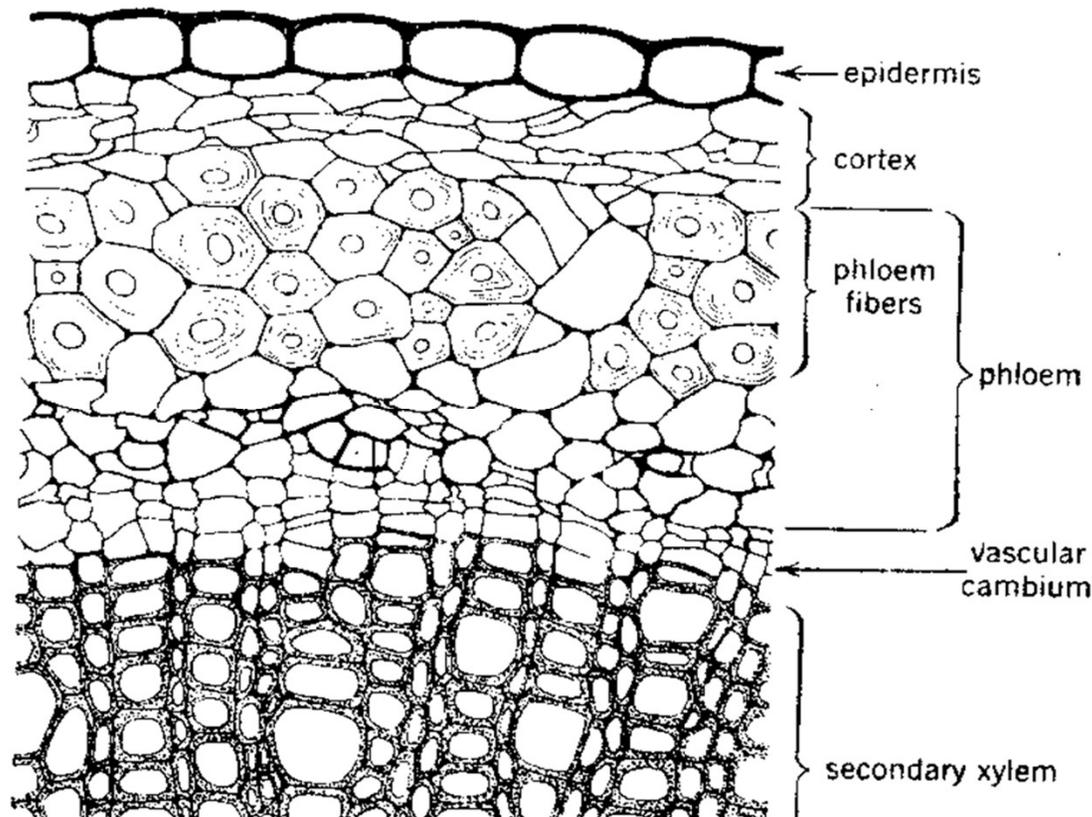
1. Serat xilem

- Bagian jaringan pembuluh → dari prokambium
- Bentuk bervariasi
- Ada 2 tipe utama berdasarkan tebal dinding, tipe dan jumlah noktah :
 1. Serat libriform
 2. Serat trakeid

2. Serat ekstra xilem

- Terdapat diluar xilem
- Pada monokotil berbentuk seludang
- Pada batang memanjat, ditemukan pd bagian korteks paling dalam, serta tepi dalam silinder pusat → serat perisikel
- Serat bersekat → pada xilem & floem *Vitis*, kaya protoplas

- Secara ontogeni, serat berkembang dari meristem yg berbeda (kambium, prokambium, meristem, dasar, atau protoderm).
- Pertumbuhan serat pd tubuh primer dan tubuh sekunder berbeda.

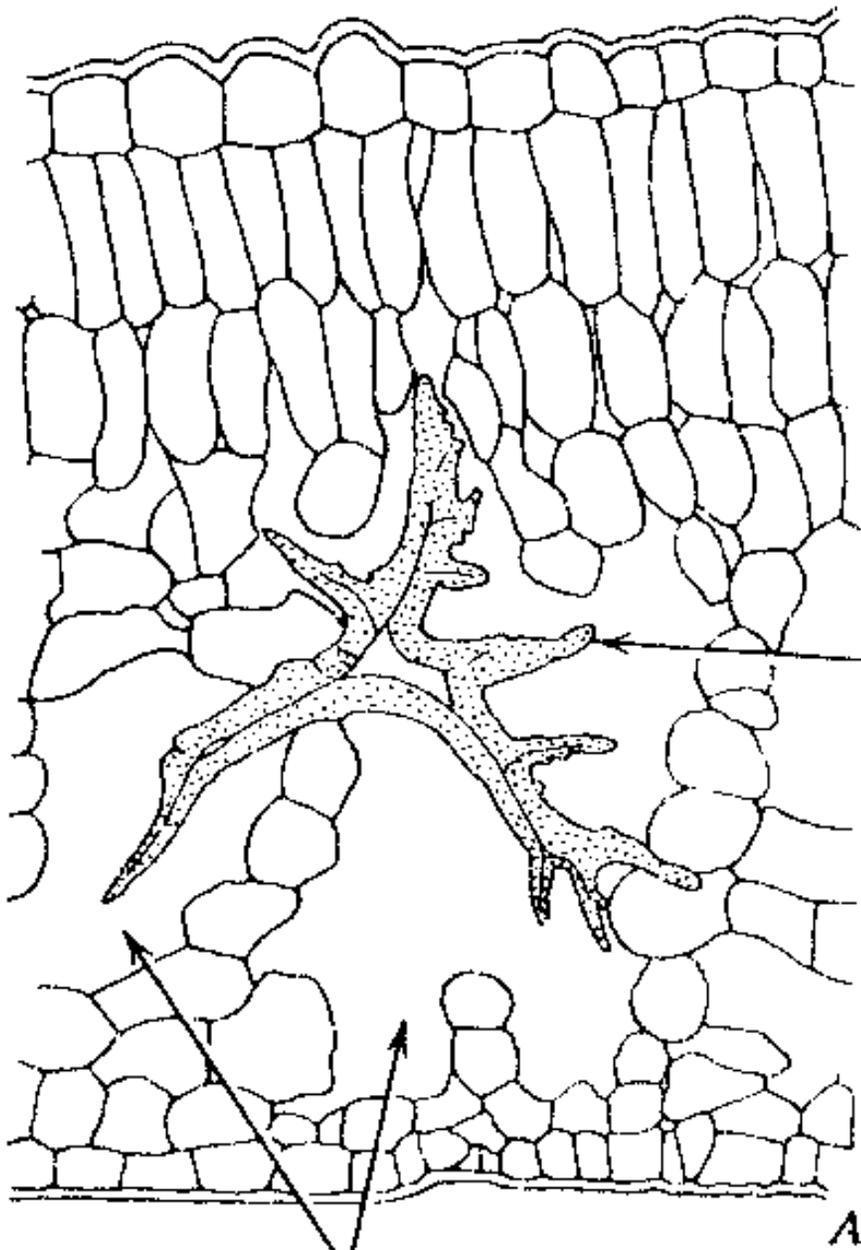
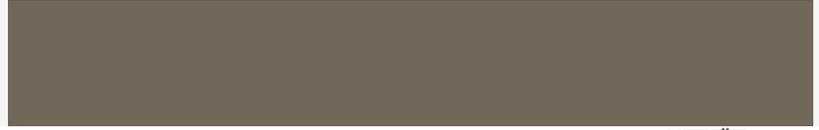


Sklereid

- Terbentuk di berbagai tempat yg berbeda sbg kumpulan sel yg padat, contoh : tempurung kelapa, kulit kenari
- Sering terdapat sbg idioblas
 - * **Idioblas** : sel yg memiliki isi yg berbeda dr sel sekitarnya

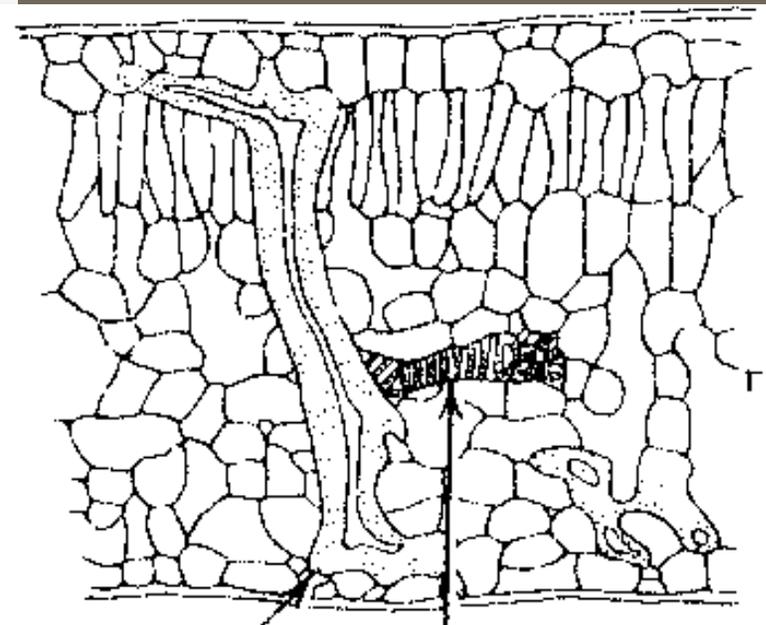
Tschirch (1889) membagi sklereid menjadi 5:

1. Brakisklereid/sel batu → Bentuk isodiametrik → pd floem kulit kayu pohon, daging buah tertentu
2. Makrosklereid → Sklereid bentuk tongkat → membentuk lapisan kontinyu dlm testa biji Leguminosae
3. Osteosklereid → Kumparan/tulang, ujung membesar, bercuping & kadang bercabang dalam kulit biji & daun dikotil tertentu
4. Asterosklereid → Bentuk bintang & bercabang banyak, dalam organ daun
5. Trikosklereid (Bloch, 1946) → Bentuk memanjang, spt rambut

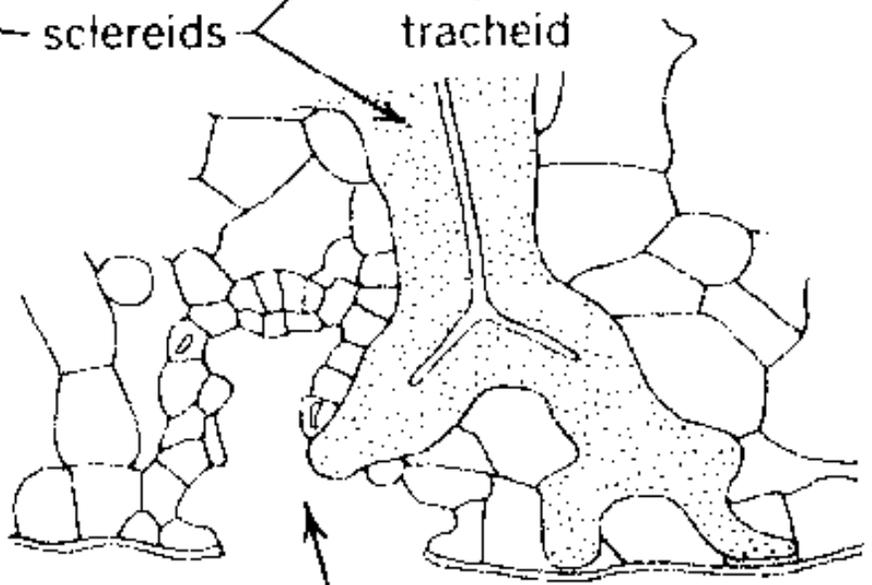


intercellular spaces

A



B



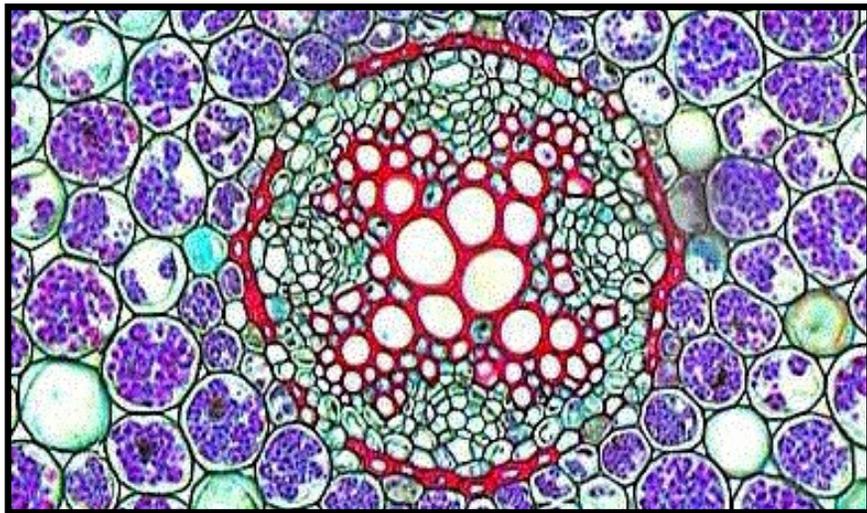
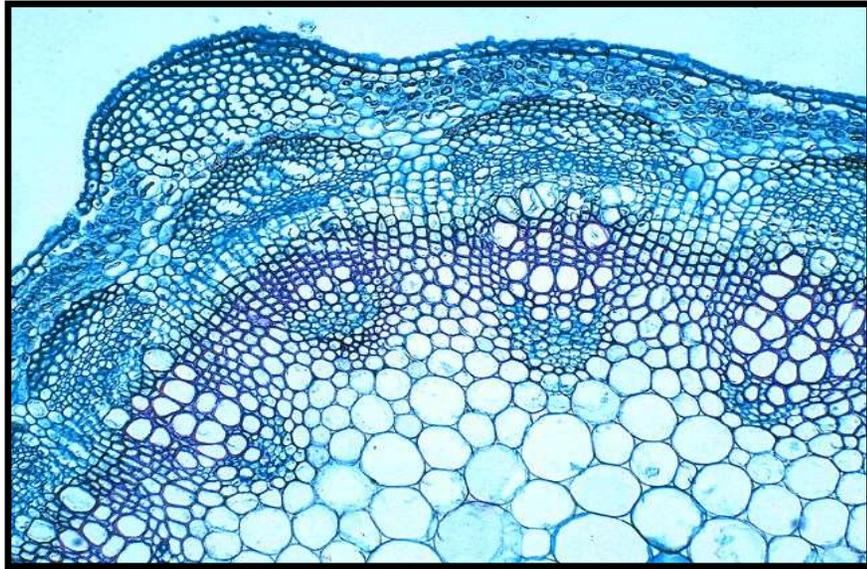
sclereids

tracheid

stomatal crypt

C

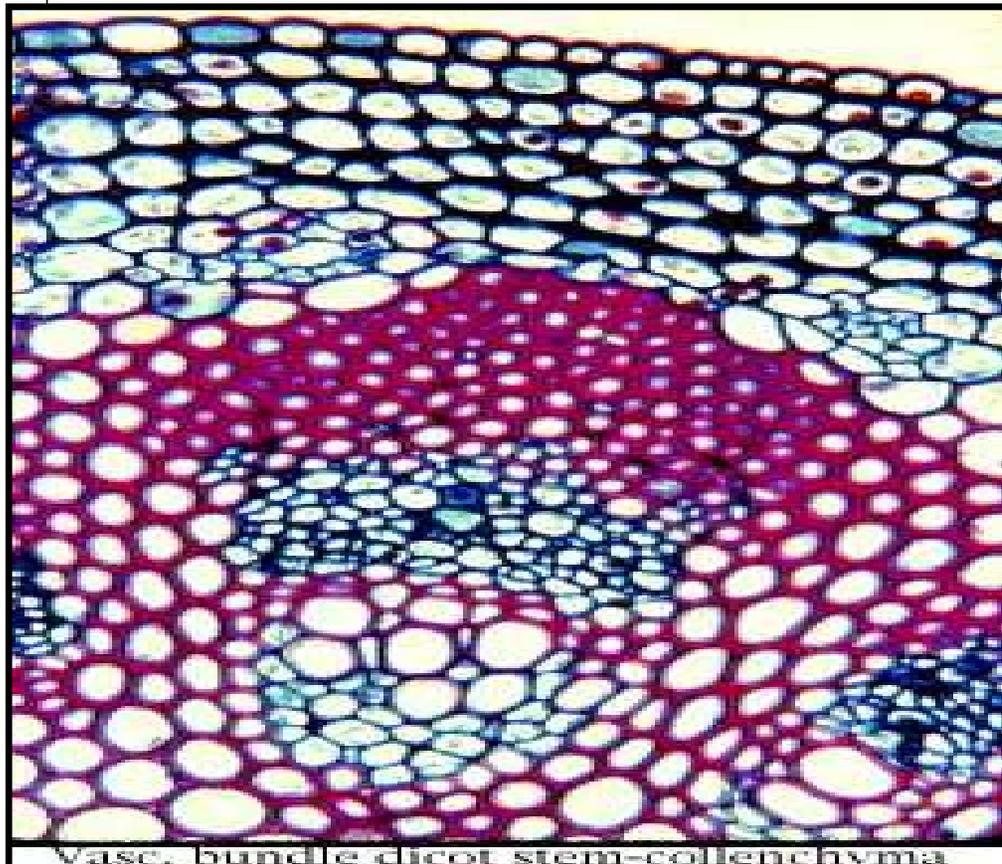
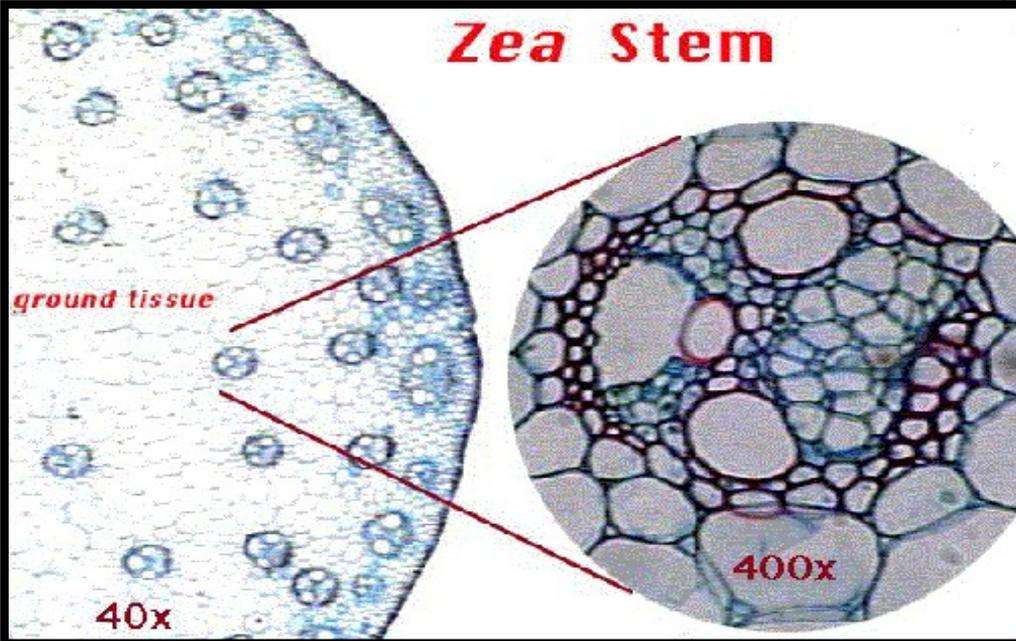
Jaringan Vaskuler / Pengangkut



Xilem

- ✓ Xilem berfungsi menyalurkan air dan mineral dari akar ke daun.
- ✓ Jaringan xilem mengandung sel-sel parenkim dan serabut xilem yang fungsinya seperti pada serabut floem.

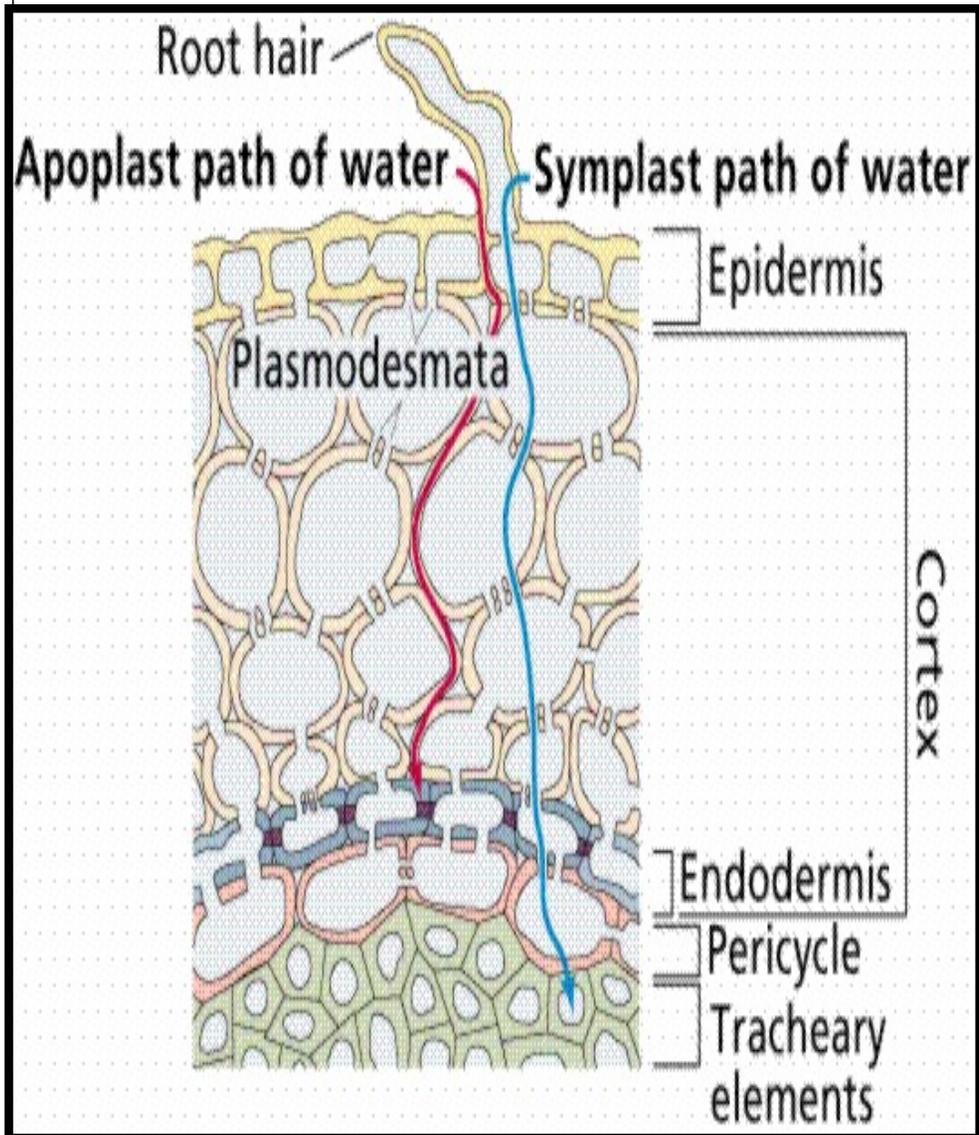
Zea Stem



Floem

- ✓ Floem berfungsi menyalurkan zat makanan hasil fotosintesis dari daun keseluruh bagian tumbuhan.
- ✓ Diantara pembuluh floem terdapat jaringan parenkim yang disebut parenkima floem

Pengangkutan air dan mineral



Dibedakan menjadi 2

1. Ekstravaskular

a. Apoplas

b. Simplas

2. Intravaskular,
melalui xylem



METABOLISME SEL

BOTANI FARMASI

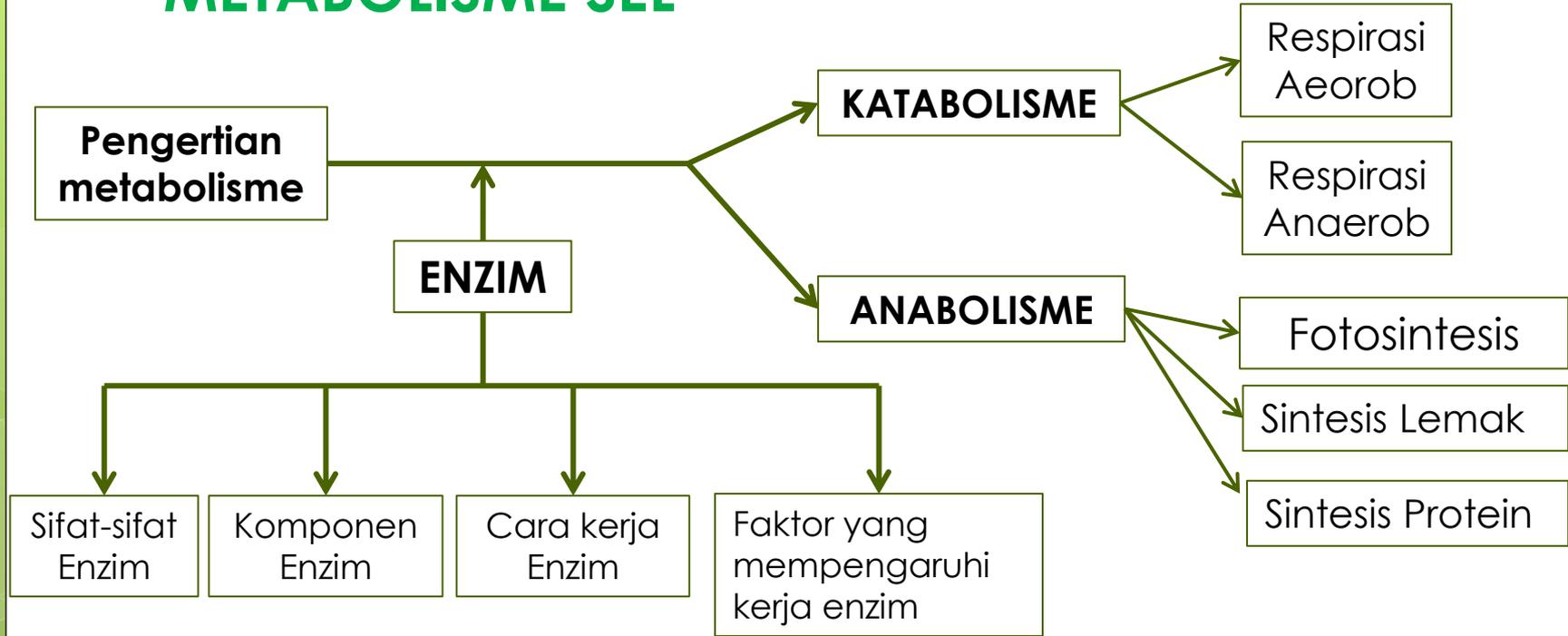
Outline

- ✓ Pengertian proses metabolisme
- ✓ Enzim
- ✓ Katabolisme
- ✓ Anabolisme

PENDAHULUAN

- *Humans need energy for all activity*
- Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan.
- Akan tetapi energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya (transformasi energi).
- Makhluk hidup melakukan transformasi energi melalui proses metabolisme yang berlangsung di dalam sel tubuh.
- Organisme hidup mengubah energi yang diperolehnya dari makanan untuk berbagai tujuan seperti pemeliharaan sel, reproduksi dan berbagai kerja baik fisik maupun kimia

PETA KONSEP METABOLISME SEL



PENGETERIAN METABOLISME

- Metabolisme (bahasa Yunani *metabole*=berubah) secara harfiah berarti “perubahan” → ada **reaksi**
- Agar reaksi-reaksi berjalan lebih cepat diperlukan katalisator.
- Katalisator adalah zat yang mempercepat reaksi tetapi zat itu tidak ikut bereaksi → **Enzim**
- **Metabolisme:** keseluruhan reaksi yang terjadi di dalam sel, meliputi proses penguraian & sintesis molekul kimia yang menghasilkan & membutuhkan panas (energi) serta dikatalisis oleh **enzim**
- **Jalur metabolisme:**
 1. Katabolisme (merombak molekul-molekul kompleks menjadi molekul yang sederhana)
 2. Anabolisme (membangun molekul kompleks dari molekul-molekul sederhana)

ENZIM

- Enzim bertindak sebagai **katalis**, artinya enzim dapat meningkatkan laju reaksi kimia **tanpa ikut bereaksi** atau dipengaruhi oleh reaksi kimia tersebut.
- Enzim ini memiliki **sifat yang khas**, artinya hanya mempengaruhi zat tertentu yang disebut substrat.
- **Substrat** adalah molekul yang bereaksi dalam suatu reaksi kimia dan molekul yang dihasilkan disebut **produk**. Contoh reaksi:

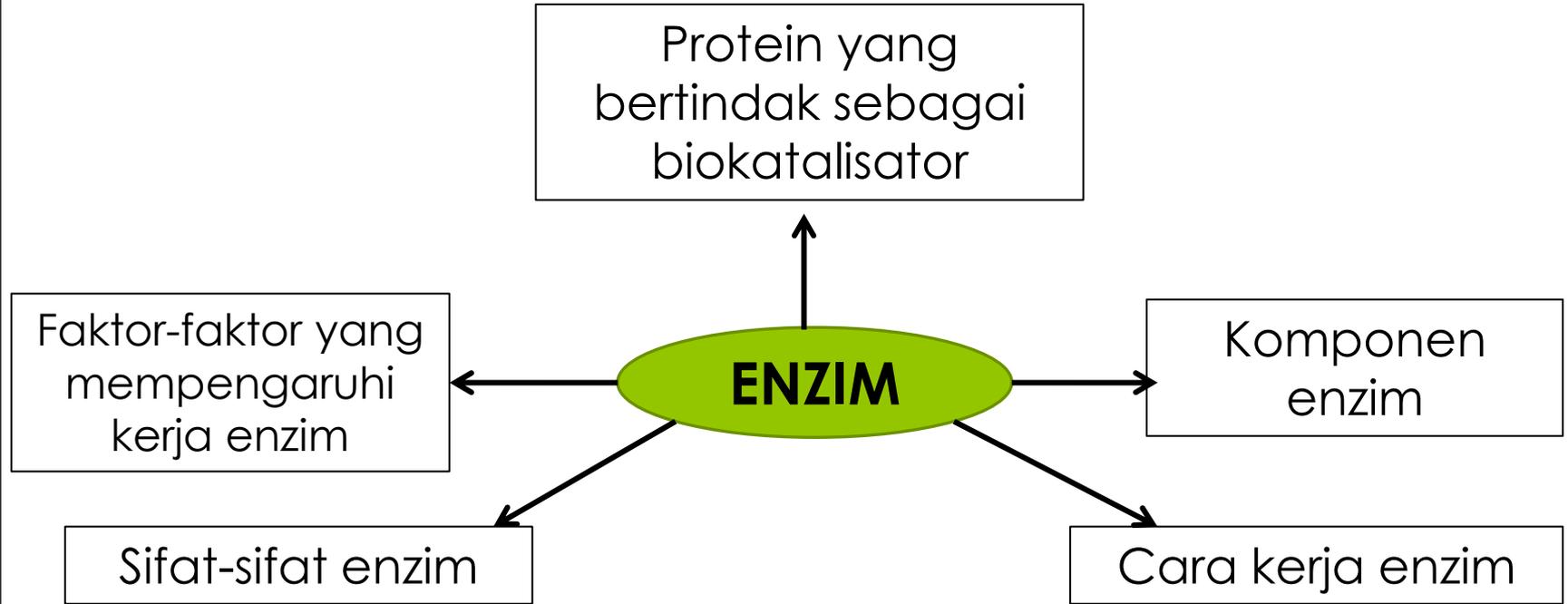


Penamaan Enzim

Enzim diberi nama sesuai dengan substratnya dan diberi akhiran **-se**, contohnya:

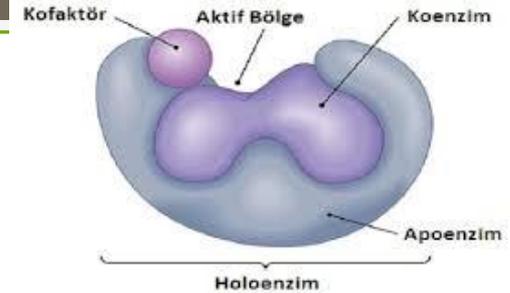
- Enzim *selulase* yang menguraikan selulosa,
- Enzim *lipase* yang menguraikan lipid atau lemak, dan
- Enzim *protease* yang menguraikan protein.

ENZIM



Komponen Enzim

Penyusun utama suatu enzim adalah molekul protein yang disebut Apoenzim. Agar berfungsi sebagaimana mestinya, enzim memerlukan komponen lain yang disebut kofaktor.



Apoenzim:

- Bagian enzim yang tersusun dari protein (sifat **termolabil**)
- Bersifat labil, misalnya karena suhu dan keasaman.

Kofaktor:

- komponen nonprotein berupa ion atau molekul (sifat **termostabil**),
- Berdasarkan ikatannya dibedakan:
 1. Gugus Prostetik → ex : heme
 2. Ko-Enzim → ex: tiamin pirofosfat, NAD, NADP+, dan asam tetrahidrofolat.
 3. Ion Anorganik → ex: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{+}

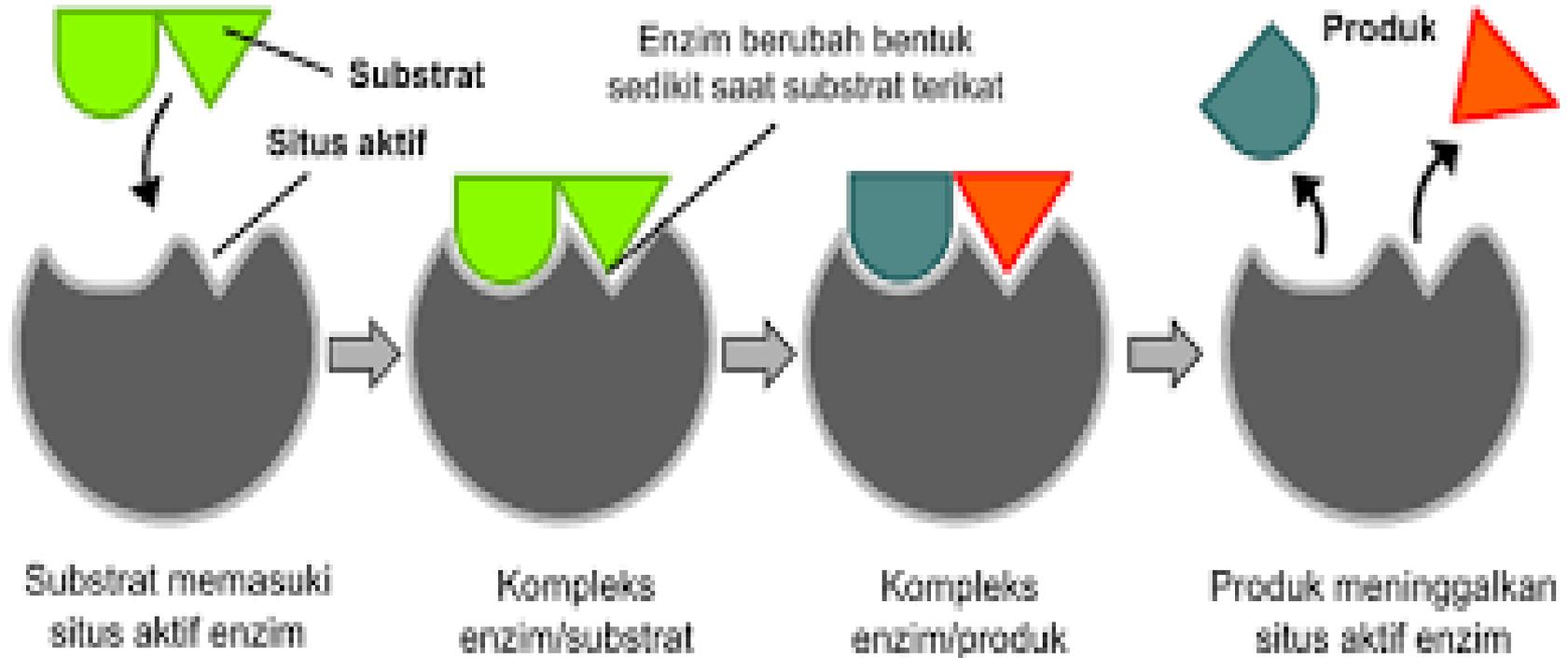
Enzim yang terikat dengan kofaktornya disebut holoenzim

Sifat-sifat enzim

Sebagai biokatalisator, enzim memiliki beberapa sifat antara lain:

- a. Hanya mengubah kecepatan reaksi → Tidak ikut bereaksi
- b. Bekerja secara spesifik → hanya mempengaruhi substrat tertentu
- c. Merupakan protein → suhu tinggi → tidak berfungsi
- d. Diperlukan dalam jumlah sedikit → Fungsi katalisator
- e. Bekerja secara bolak-balik → $E+S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons E+P$
- f. Kerjanya dipengaruhi faktor lingkungan, suhu, pH, aktivator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat.

Cara Kerja Enzim



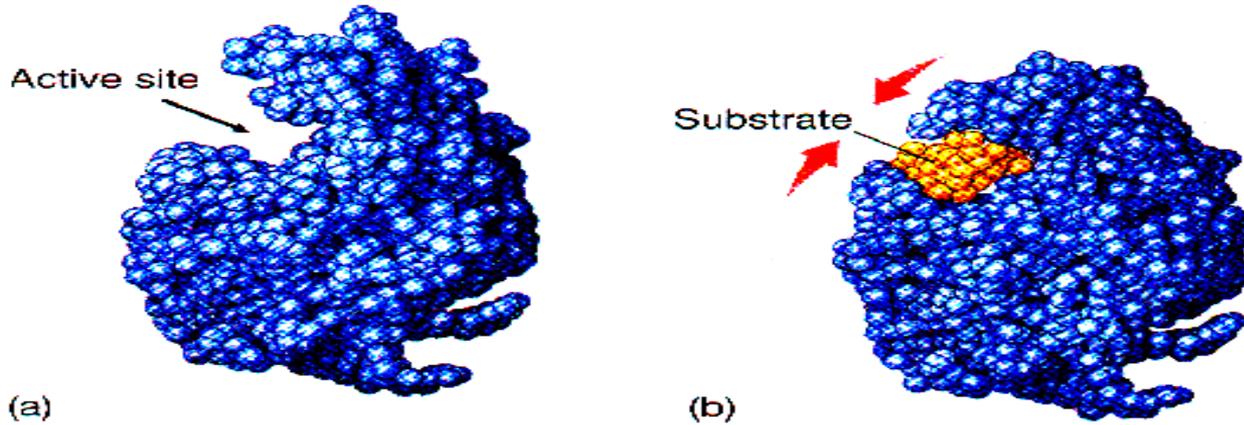
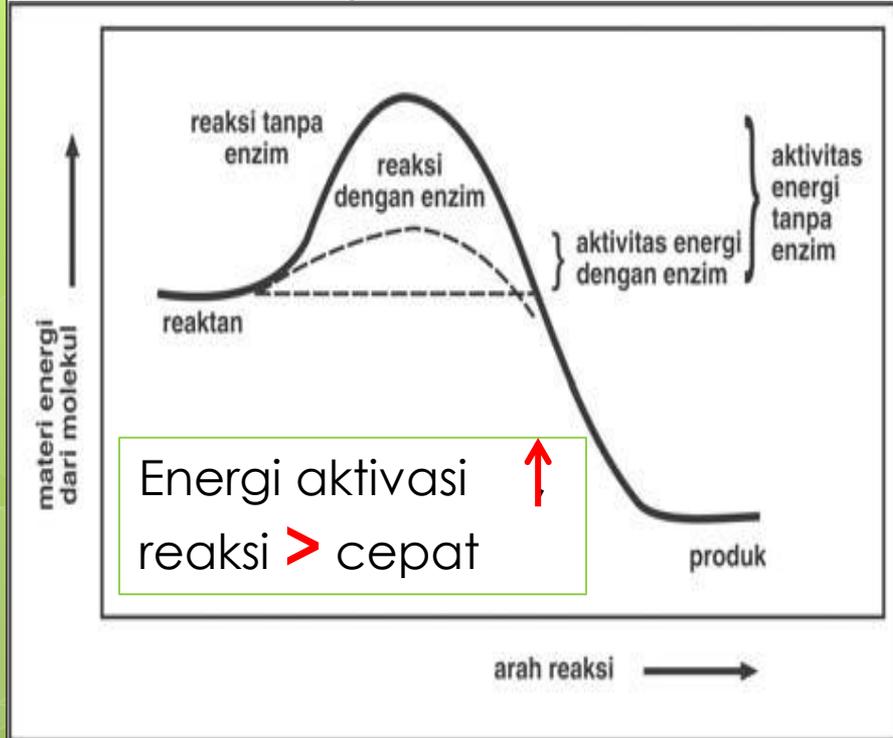


FIGURE 8.6

How the enzyme lysozyme works. (a) A groove runs through lysozyme that fits the shape of the polysaccharide (a chain of sugars) that makes up bacterial cell walls. (b) When such a chain of sugars, indicated in yellow, slides into the groove, its entry induces the protein to alter its shape slightly and embrace the substrate more intimately. This induced fit positions a glutamic acid residue in the protein next to the bond between two adjacent sugars, and the glutamic acid “steals” an electron from the bond, causing it to break.

Gambar. Enzim

Cara Kerja Enzim



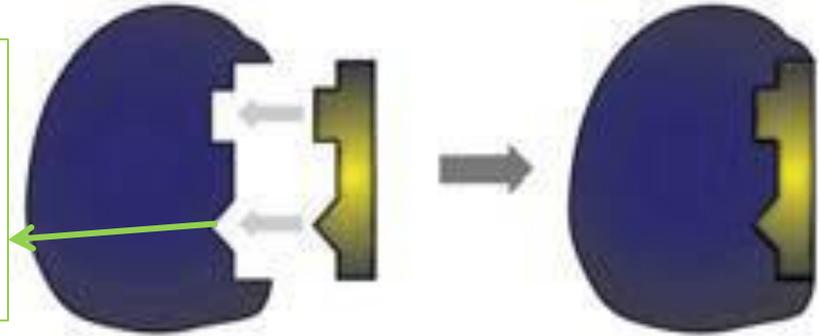
Gambar Grafik Kerja Enzim

Enzim mengkatalis reaksi dengan cara meningkatkan laju reaksi dengan cara:

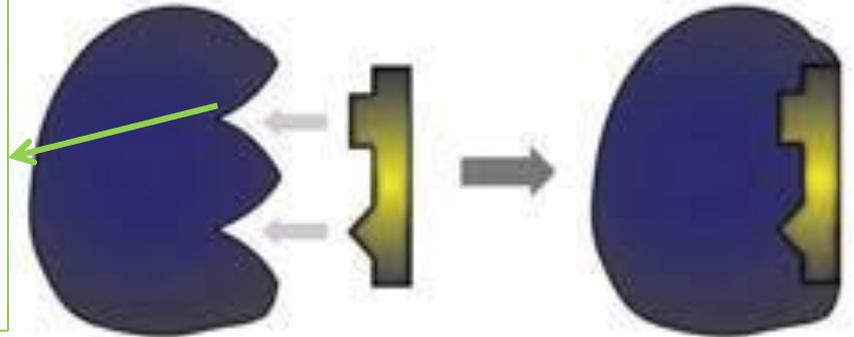
1. Menurunkan energi aktivasi (energi yang diperlukan untuk reaksi)
2. Penurunan energi aktivasi dilakukan dengan membentuk kompleks dengan substrat.
3. Setelah produk dihasilkan, kemudian enzim dilepaskan.
4. Enzim bebas untuk membentuk kompleks baru dengan substrat yang lain.

Cara Kerja Enzim (2 Teori)

Teori gembok dan anak kunci
(Lock and key theory)
Sisi aktif ezim mempunyai
bentuk **spesifik substrat**

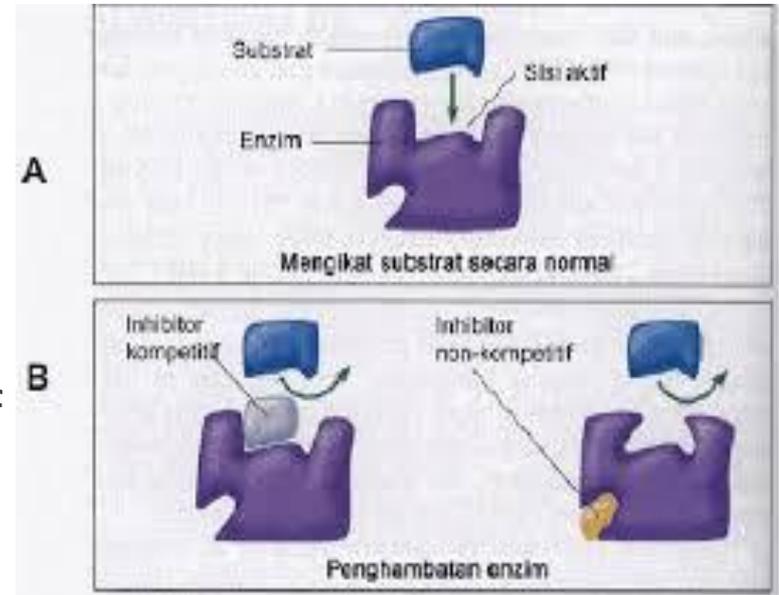


Teori kecocokan yang
terinduksi (Induced fit theory)
Sisi aktif bentuknya **lebih
fleksibel mengikuti bentuk
substrat**

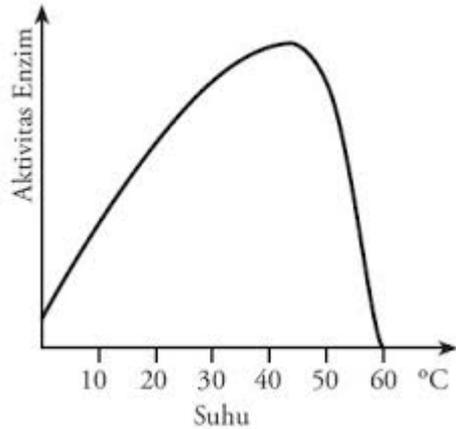


Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- Suhu
- pH
- Aktivator dan inhibitor
 - Inhibitor kompetitif
 - Inhibitor non-kompetitif
- Konsentrasi enzim
- Konsentrasi substrat

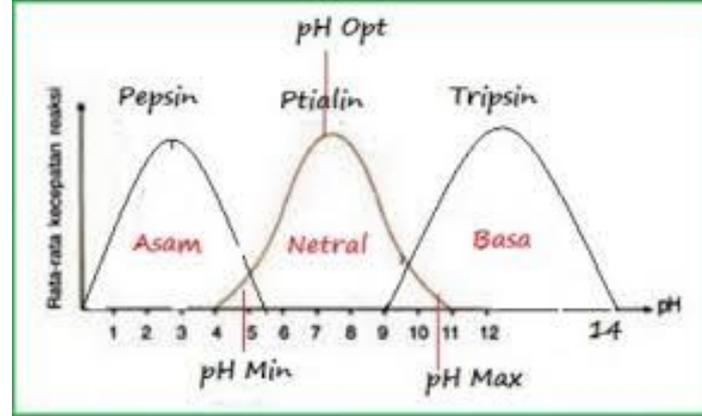


Suhu



- Kenaikan suhu, laju reaksi cepat
- Suhu optimul 30-40°C
- Lebih dari itu denaturalisasi (rusak) dan reaksi terhambat/menurun

pH



- Nonaktif bila berada dalam asam kuat atau basa kuat
- efektif pada kisaran pH 7,0.
- Khusus :
 - Pepsin → pH optimum sangat asam
 - Trypsin → pH optimum sekitar 7,5 – 8,5 (basa).

Aktifator

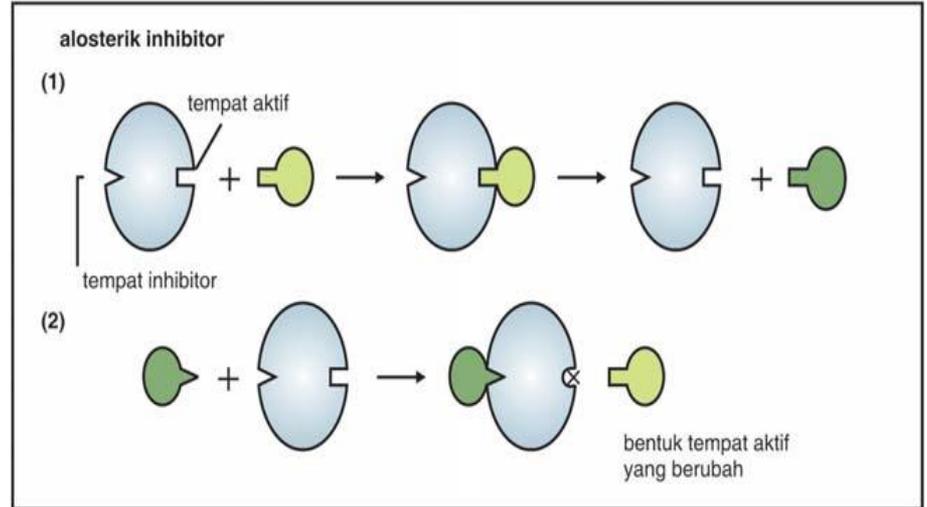
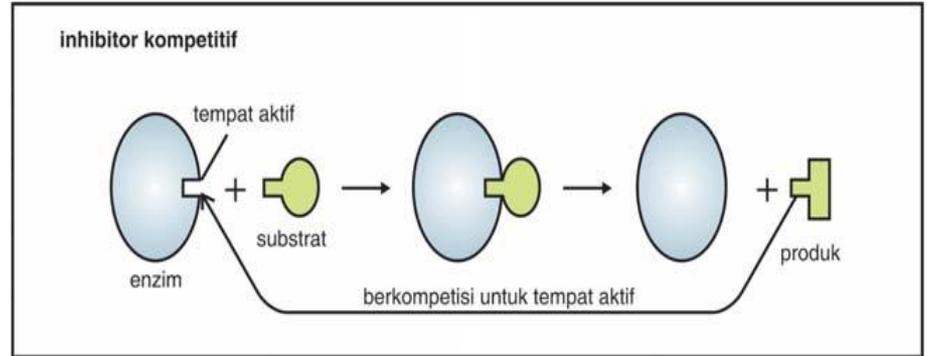
molekul yang mempermudah ikatan enzim dengan substrat.
Contoh: ion Cl^- \rightarrow amilase saliva

Inhibitor Kompetitif

Molekul penghambat yang bersaing dengan substrat untuk mendapatkan sisi aktif enzim

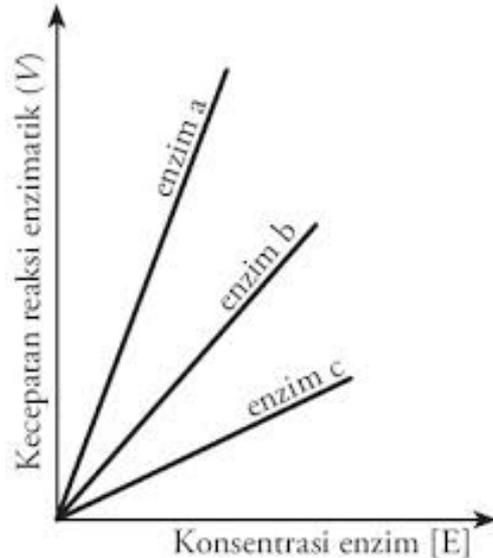
Inhibitor Nonkompetitif

Molekul penghambat enzim yang bekerja dengan cara melekatkan diri pada luar sisi aktif enzim, menyebabkan substrat tidak dapat masuk ke sisi aktif enzim.



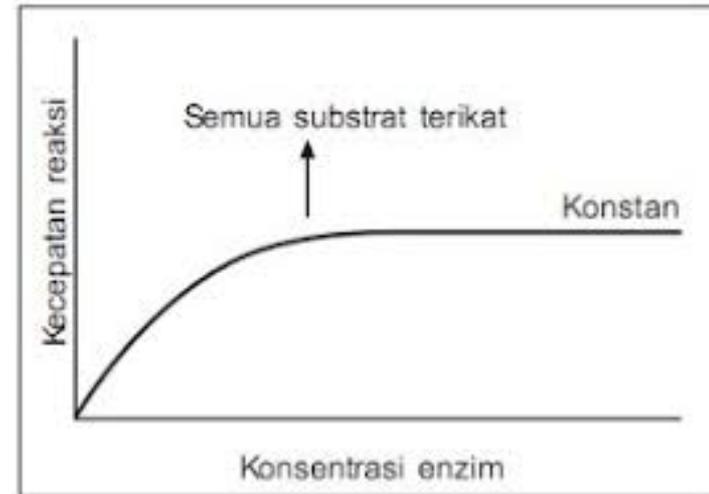
Konsentrasi Enzim

Makin besar konsentrasi enzim, semakin cepat reaksinya



Konsentrasi Substrat

Makin banyak substrat, tidak dapat meningkatkan kecepatan reaksi (konstan)



Metabolisme Sel

Katabolisme

Bertujuan untuk pembongkaran atau penguraian suatu molekul



Respirasi

Aerob

1. Glikolisis
2. Siklus Krebs
3. Transpor elektron

Anaerob

1. Fermentasi As. Laktat
2. Fermentasi Alkohol

Anabolisme

Bertujuan untuk penyusunan atau sintesis suatu molekul



1. Fotosintesis
2. Komosintesis
3. Sintesis Lemak
4. Sintesis Protein

Katabolisme

- Reaksi penguraian senyawa yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim.
- Energi yang dilepaskan oleh reaksi katabolisme disimpan dalam bentuk fosfat, terutama dalam bentuk ATP (*Adenosin trifosfat*) dan berenergi elektron tinggi NADH₂ (*Nikotilamid adenin dinukleotida H₂*) serta FADH₂ (*Flavin adenin dinukleotida H₂*).
- Katabolisme mempunyai **dua fungsi**, yaitu
 - Menyediakan bahan baku untuk sintesis molekul lain
 - Menyediakan energi kimia yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sel.
- Reaksi yang umum terjadi adalah **reaksi oksidasi**.
- Contoh: **respirasi** (yaitu proses penguraian bahan makanan yang menghasilkan energi)

Berdasarkan kebutuhan akan O_2 ,
respirasi dibedakan menjadi:

1. Respirasi **aerob**,

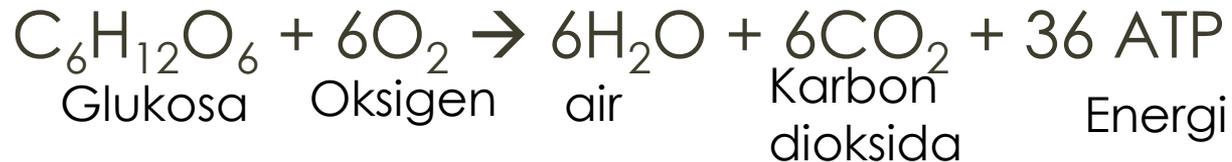
- Menggunakan O_2 bebas untuk mendapatkan energi.

2. Respirasi **anaerob**,

- Tidak menggunakan O_2 bebas untuk mendapatkan energi.

Respirasi Aerob

- ✓ Respirasi aerob adalah peristiwa pembakaran zat makanan menggunakan oksigen dari pernapasan untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP.
- ✓ Respirasi aerob disebut juga pernapasan, dan terjadi di paru-paru.
- ✓ Pada tingkat sel, respirasi terjadi pada organel mitokondria
- ✓ Secara sederhana reaksi respirasi dituliskan:



Respirasi Aerob

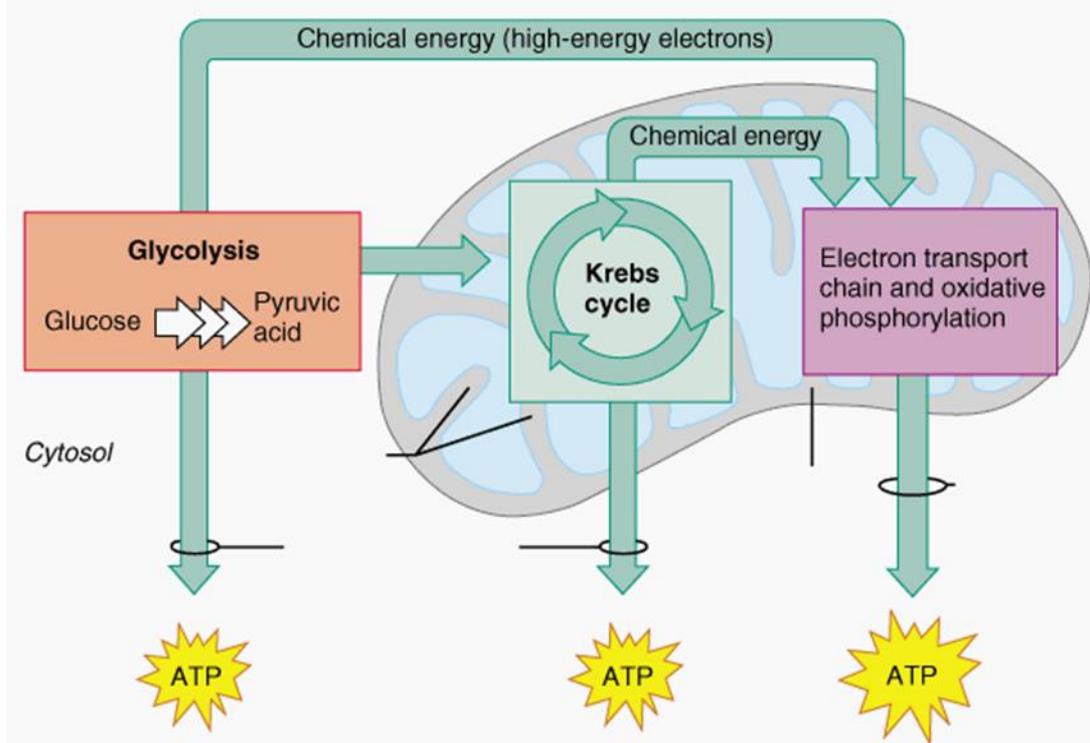
3 Tahap

Dekarboksilasi
Oksidatif

Glikolisis

Siklus
Kreb

Sistem Transport
Elektron



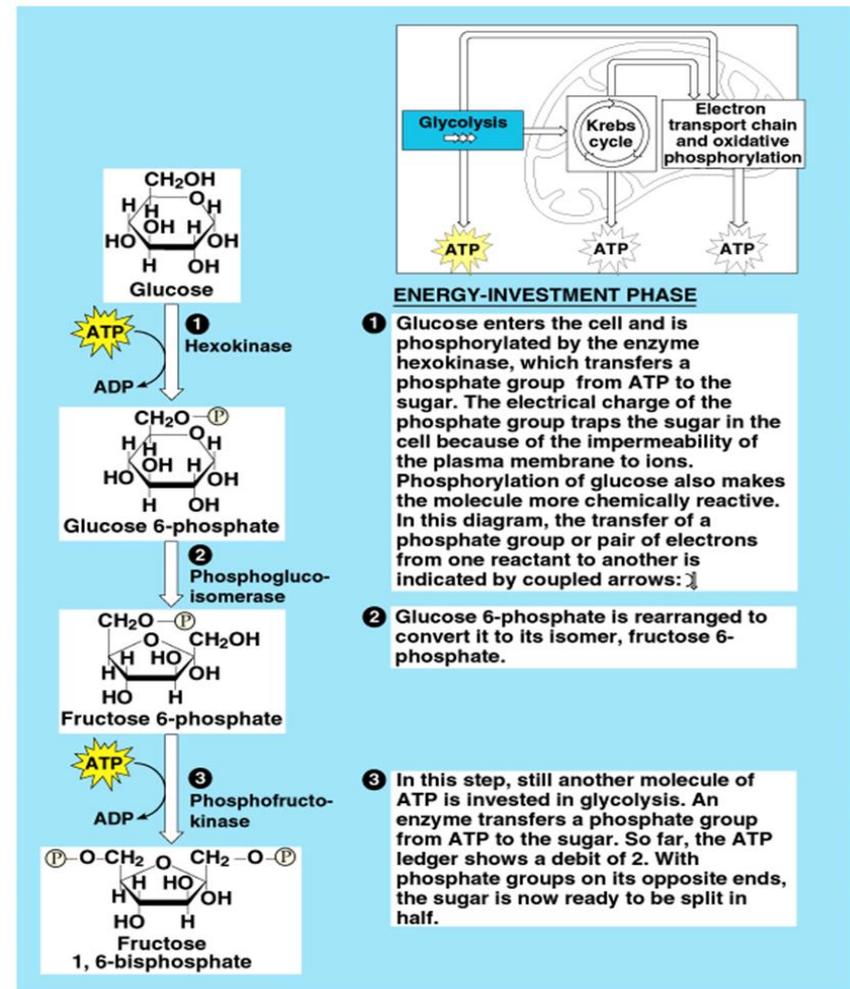
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

Tahap Respirasi Aerob

Glikolisis

- Yaitu peristiwa penguraian satu molekul glukosa menjadi asam piruvat, NADH dan ATP.
- Berlangsung di dalam sitoplasma.
- Hasil akhir molekul glukosa(6 atom C) berubah menjadi:
 - a. 2 molekul as. Piruvat (3 atom C)
 - b. 4 molekul ATP → energi total yang dihasilkan,
 - c. 2 molekul NADH → sbg sumber elektron yang berenergi tinggi.

1. Tahap pertama, glukosa akan diubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh enzim hexokinase. Tahap ini membutuhkan energi dari ATP (adenosin trifosfat). ATP yang telah melepaskan energi yang disimpannya akan berubah menjadi ADP.
2. Glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 6-fosfat yang dikatalisis oleh enzim fosfohexosa isomerase.
3. Fruktosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 1,6-bisfosfat, reaksi ini dikatalisis oleh enzim fosfofruktokinase. Dalam reaksi ini dibutuhkan energi dari ATP.



Glikolisis

4. Fruktosa 1,6-bifosfat (6 atom C) akan dipecah menjadi gliseraldehida 3-fosfat (3 atom C) dan dihidroksi aseton fosfat (3 atom C). Reaksi tersebut dikatalisis oleh enzim aldolase.
5. Satu molekul dihidroksi aseton fosfat yang terbentuk akan diubah menjadi gliseraldehida 3-fosfat oleh enzim triosa fosfat isomerase. Enzim tersebut bekerja bolak-balik, artinya dapat pula mengubah gliseraldehida 3-fosfat menjadi dihidroksi aseton fosfat.

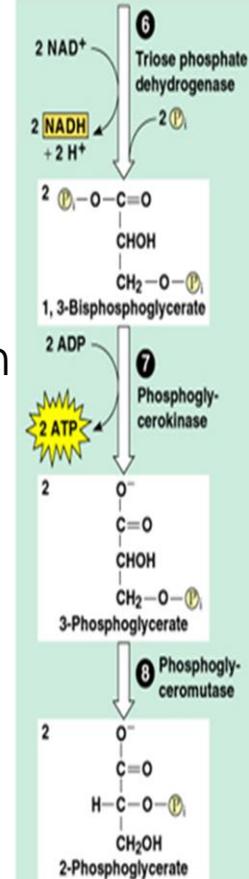
The diagram illustrates the reaction of Aldolase (step 4) and the reversible conversion of dihydroxyacetone phosphate to glyceraldehyde phosphate (step 5). Step 4 shows a vertical line representing a six-carbon sugar being cleaved by the enzyme Aldolase into two three-carbon molecules. Step 5 shows the chemical structures of Dihydroxyacetone phosphate and Glyceraldehyde phosphate, with a reversible arrow labeled 'Isomerase' between them. The structure of Dihydroxyacetone phosphate is shown as a vertical chain: a phosphate group (P) bonded to an oxygen (O), which is bonded to a methylene group (CH₂), then a carbonyl group (C=O), and finally a hydroxymethyl group (CH₂OH). The structure of Glyceraldehyde phosphate is shown as a vertical chain: a hydrogen atom (H) bonded to a carbon (C), which is double-bonded to an oxygen (O), then a hydroxyl group (CHOH), and finally a phosphate group (CH₂-O-P).

4 This is the reaction from which glycolysis gets its name. An enzyme cleaves the sugar molecule into two different three-carbon sugars: glyceraldehyde phosphate and dihydroxyacetone phosphate. These two sugars are isomers of each other.

5 Another enzyme catalyzes the reversible conversion between the two three-carbon sugars, and if left alone in a test tube, the reaction reaches equilibrium. This does not happen in the cell, however, because the next enzyme in glycolysis uses only glyceraldehyde phosphate as its substrate and is unresponsive to dihydroxyacetone phosphate. This pulls the equilibrium between the two three-carbon sugars in the direction of glyceraldehyde phosphate, which is removed as fast as it forms. Thus, the net result of steps 4 and 5 is cleavage of a six-carbon sugar into two molecules of glyceraldehyde phosphate; each will progress through the remaining steps of glycolysis.

Glikolisis

- Gliseraldehida 3-fosfat kemudian akan diubah menjadi 1,3 bifosfogliserat oleh enzim gliseraldehida 3-fosfat dehidrogenase. Pada reaksi ini akan terbentuk NADH.
- Kemudian 1,3 bifosfogliserat akan diubah menjadi 3-fosfogliserat oleh enzim fosfogliserat kinase. Pada reaksi ini akan dilepaskan energi dalam bentuk ATP.
- Kemudian 3-fosfogliserat akan diubah menjadi 2-fosfogliserat oleh enzim fosfogliserat mutase.

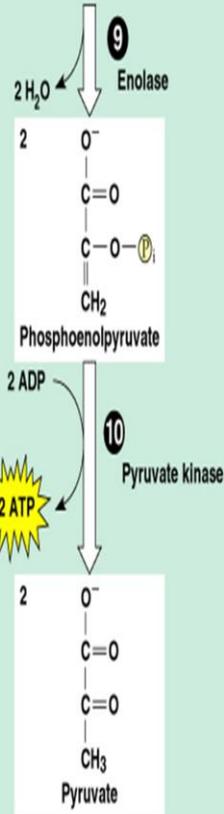


ENERGY-PAYOFF PHASE

- An enzyme now catalyzes two sequential reactions while it holds glyceraldehyde phosphate in its active site. First, the sugar is oxidized by the transfer of electrons and H⁺ to NAD⁺, forming NADH. Here we see in metabolic context the type of redox reaction described earlier. This reaction is very exergonic, and the enzyme uses the energy released to attach a phosphate group to the oxidized substrate, making a product of very high potential energy. The source of the phosphate is inorganic phosphate, which is always present in the cytosol. Notice that the coefficient 2 precedes all molecules in the energy-payoff phase; these steps occur after glucose is split into two three-carbon sugars.
- Finally, glycolysis produces some ATP. The phosphate group added in the previous step is transferred to ADP in an exergonic reaction. For each glucose molecule that began glycolysis, step 7 produces two molecules of ATP, since every product after the sugar-splitting step (step 4) is doubled. Of course, two ATPs were invested to get sugar ready for splitting. The ATP ledger now stands at zero. By the end of step 7, glucose has been converted to two molecules of 3-phosphoglycerate. This compound is not a sugar. The carbonyl group that characterizes a sugar has been oxidized to a carboxyl group, the hallmark of an organic acid. The sugar was oxidized in step 6, and now the energy made available by that oxidation has been used to make ATP.
- Next, an enzyme relocates the remaining phosphate group. This prepares the substrate for the next reaction.

Glikolisis

9. Kemudian 2-fosfoglisarat akan diubah menjadi fosfoenol piruvat oleh enzim enolase.
10. Fosfoenolpiruvat akan diubah menjadi piruvat yang dikatalisis oleh enzim piruvat kinase. Dalam tahap ini juga dihasilkan energi dalam bentuk ATP.



9 An enzyme forms a double bond in the substrate by extracting a water molecule to form phosphoenolpyruvate, or PEP. This results in the electrons of the substrate being rearranged in such a way that the remaining phosphate bond becomes very unstable, preparing the substrate for the next reaction.

10 The last reaction of glycolysis produces more ATP by transferring the phosphate group from PEP to ADP. Since this step occurs twice for each glucose molecule, the ATP ledger now shows a net gain of two ATPs. Steps 7 and 10 each produce two ATPs for a total credit of four, but a debt of two ATPs was incurred from steps 1 and 3. Glycolysis has repaid the ATP investment with 100% interest. Additional energy was stored by step 6 in NADH, which can be used to make ATP by oxidative phosphorylation if oxygen is present. In the meantime, glucose has been broken down and oxidized to two molecules of pyruvate, the end-product of the glycolytic pathway.

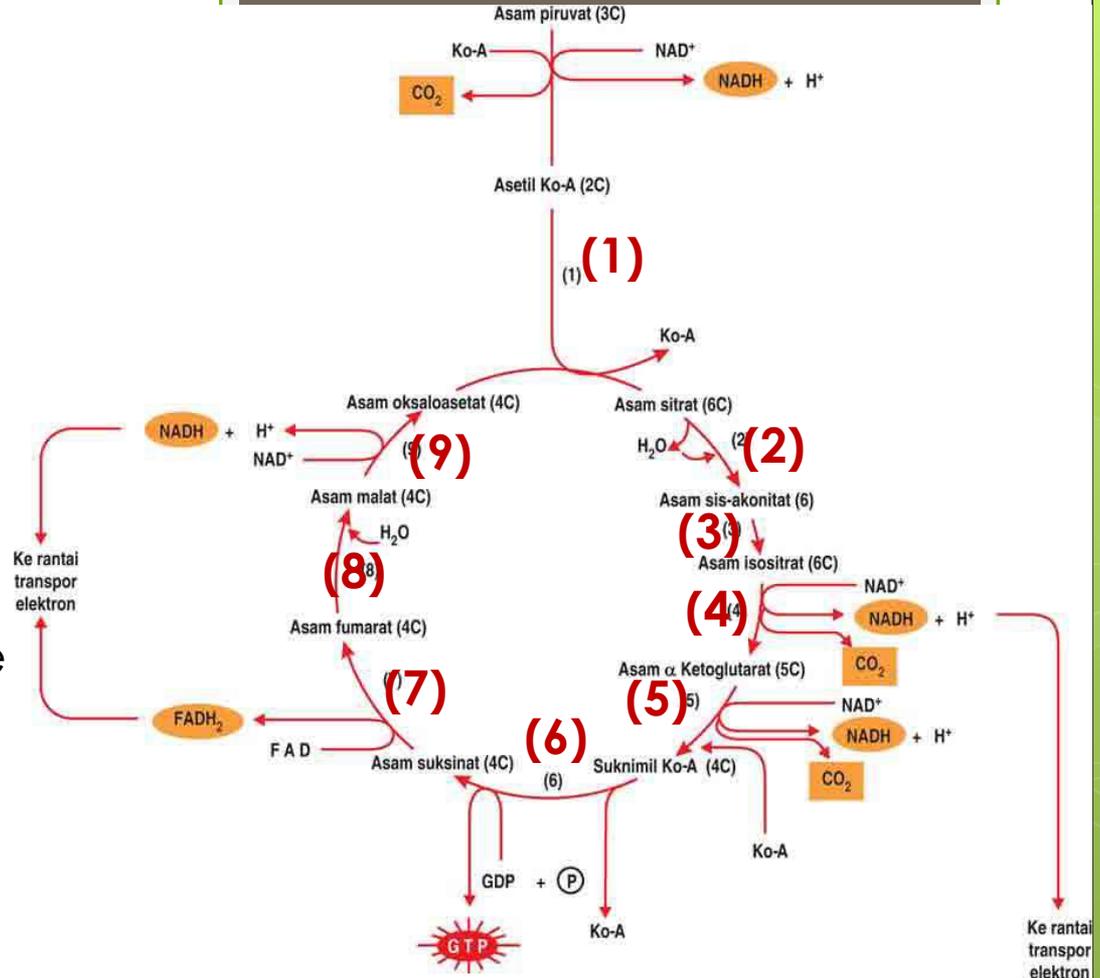
Siklus Krebs

- Diambil dari nama Hans Krebs
- Siklus uini juga biasa disebut siklus asam sitrat
- Berlangsung didalam mitokondria
- Mengubah Asam Piruvat menjadi NADH, FADH₂, ATP serta membentuk kembali oksaloasetat
- Hasil akhir:
 - a. Asam Piruvat berubah menjadi asetil KoA, menghasilkan 2 mol NADH karena yang terlibat adalah 2 mol piruvat,
 - b. Dihasilkan 1 FADH₂ dan 4 NADH,
 - c. Dihasilkan 1 ATP dan membebaskan 3 gas CO₂.

Siklus Krebs

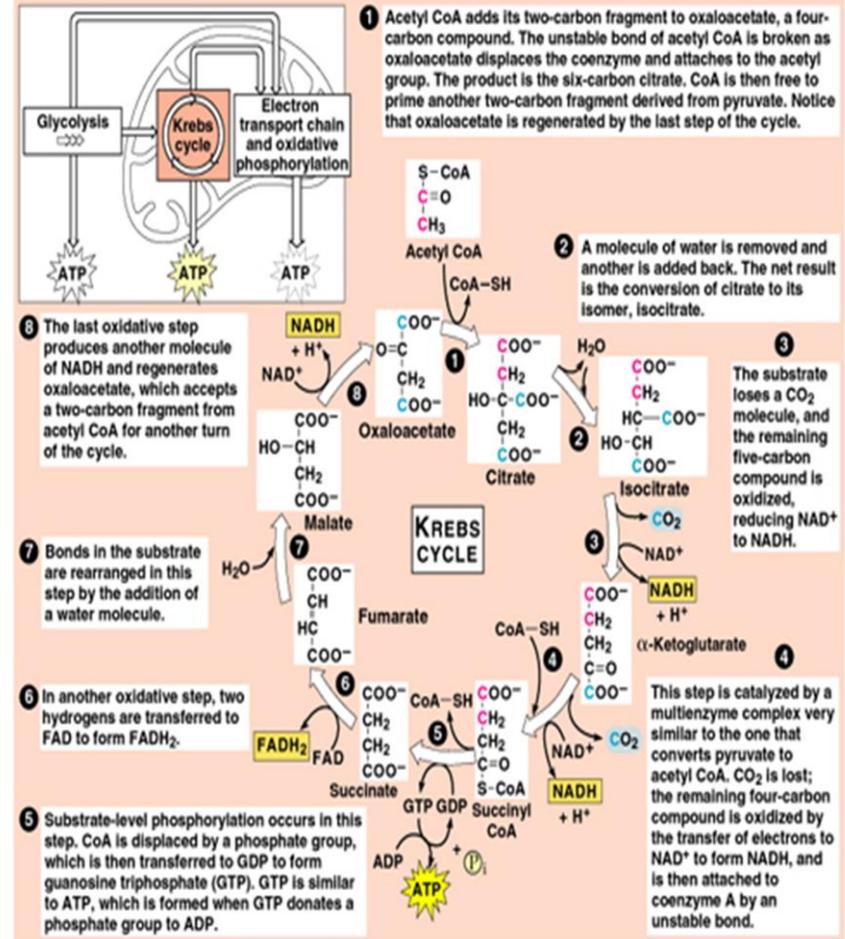
Siklus krebs enzim:

- (1) Sitrat sintase
- (2) Akonitase
- (3) Akonitase
- (4) Isositrat dehidrogenase
- (5) Ketoglutarat dehidrogenase
- (6) Suksinat tiokinase
- (7) Suksinat dehidrogenase
- (8) Fumarase
- (9) Malat dehidrogenase



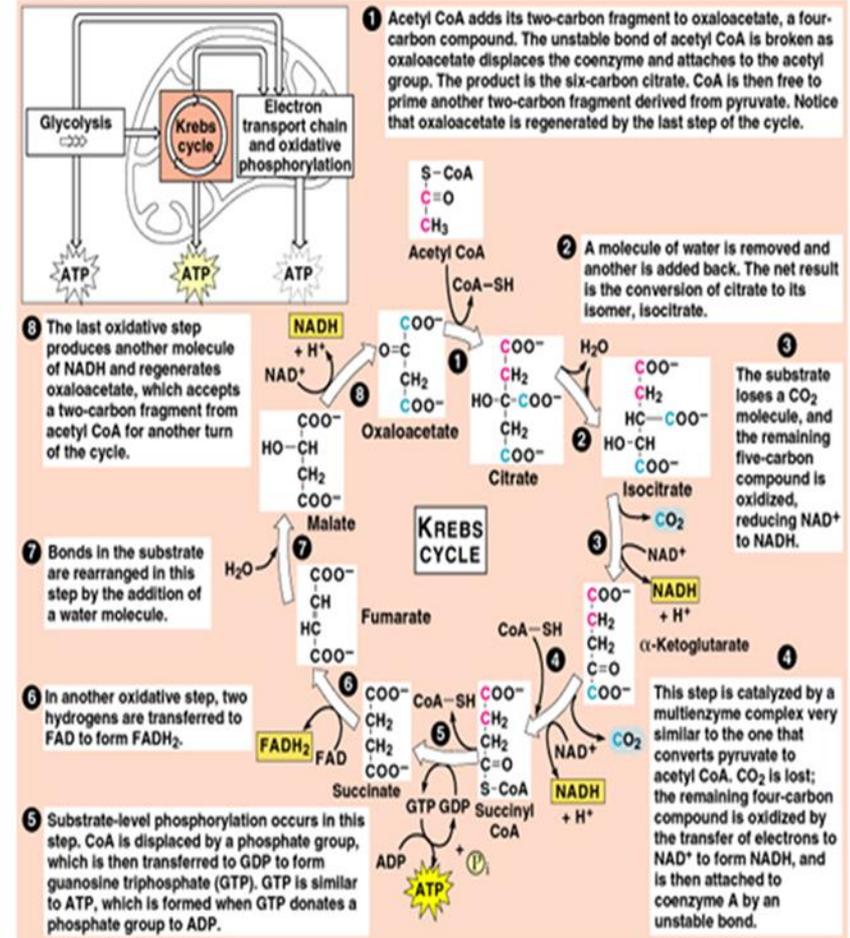
Siklus Krebs

1. Asam piruvat dari proses glikolisis, selanjutnya masuk ke siklus krebs setelah bereaksi dengan NAD^+ (Nikotinamida adenine dinukleotida) dan ko-enzim A atau Ko-A, membentuk asetil Ko-A. Dalam peristiwa ini, CO_2 dan NADH dibebaskan. Perubahan kandungan C dari 3C (asam piruvat) menjadi 2C (asetil ko-A).
2. Reaksi antara asetil Ko-A (2C) dengan asam oksaloasetat (4C) dan terbentuk asam sitrat (6C). Dalam peristiwa ini, Ko-A dibebaskan kembali.



Siklus Krebs

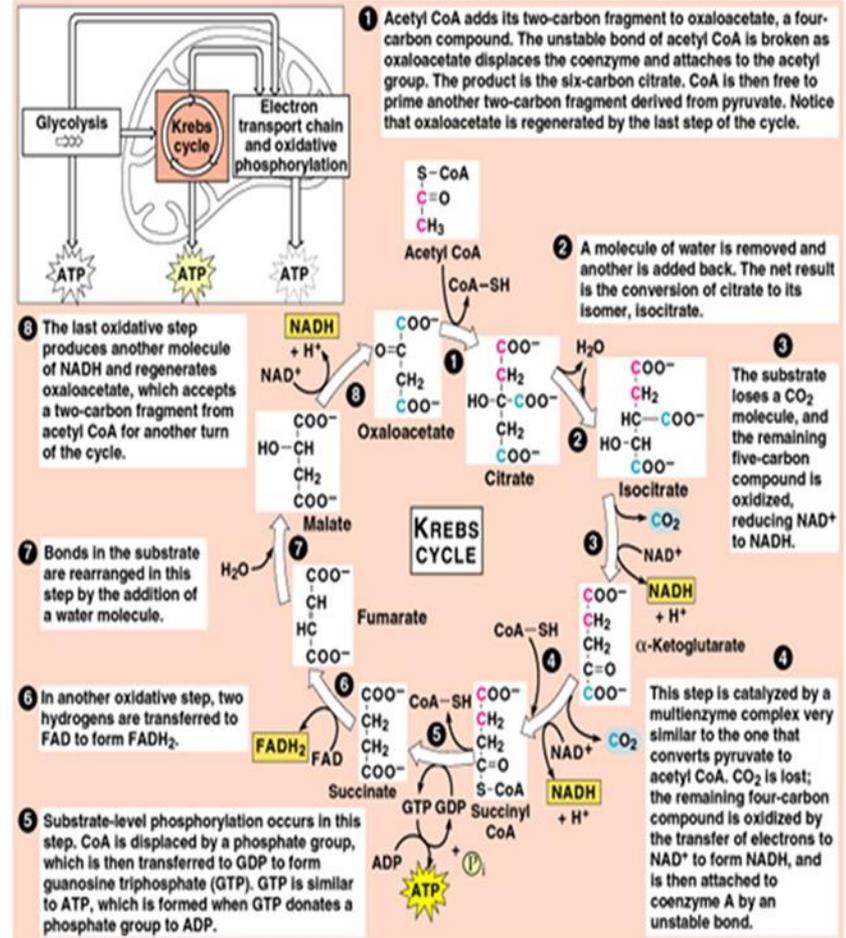
- Asam sitrat (6C) dengan NAD^+ membentuk asam alfa ketoglutarat (5C) dengan membebaskan CO_2 .
- Asam sitrat (6C) dengan NAD^+ membentuk asam alfa ketoglutarat (5C) dengan membebaskan CO_2 .
- Asam sitrat (6C) dengan NAD^+ membentuk asam alfa ketoglutarat (5C) dengan membebaskan CO_2 .
- Peristiwa berikut agak kompleks, yaitu pembentukan asam suksinat (4C) setelah bereaksi dengan NAD^+ dengan membebaskan NADH , CO_2 dan menghasilkan ATP setelah bereaksi dengan ADP dan asam fosfat anorganik.



Siklus Krebs

5. Asam suksinat yang terbentuk, kemudian bereaksi dengan FAD (Flarine Adenine Dinucleotida) dan membentuk asam malat (4C) dengan membebaskan FADH₂.

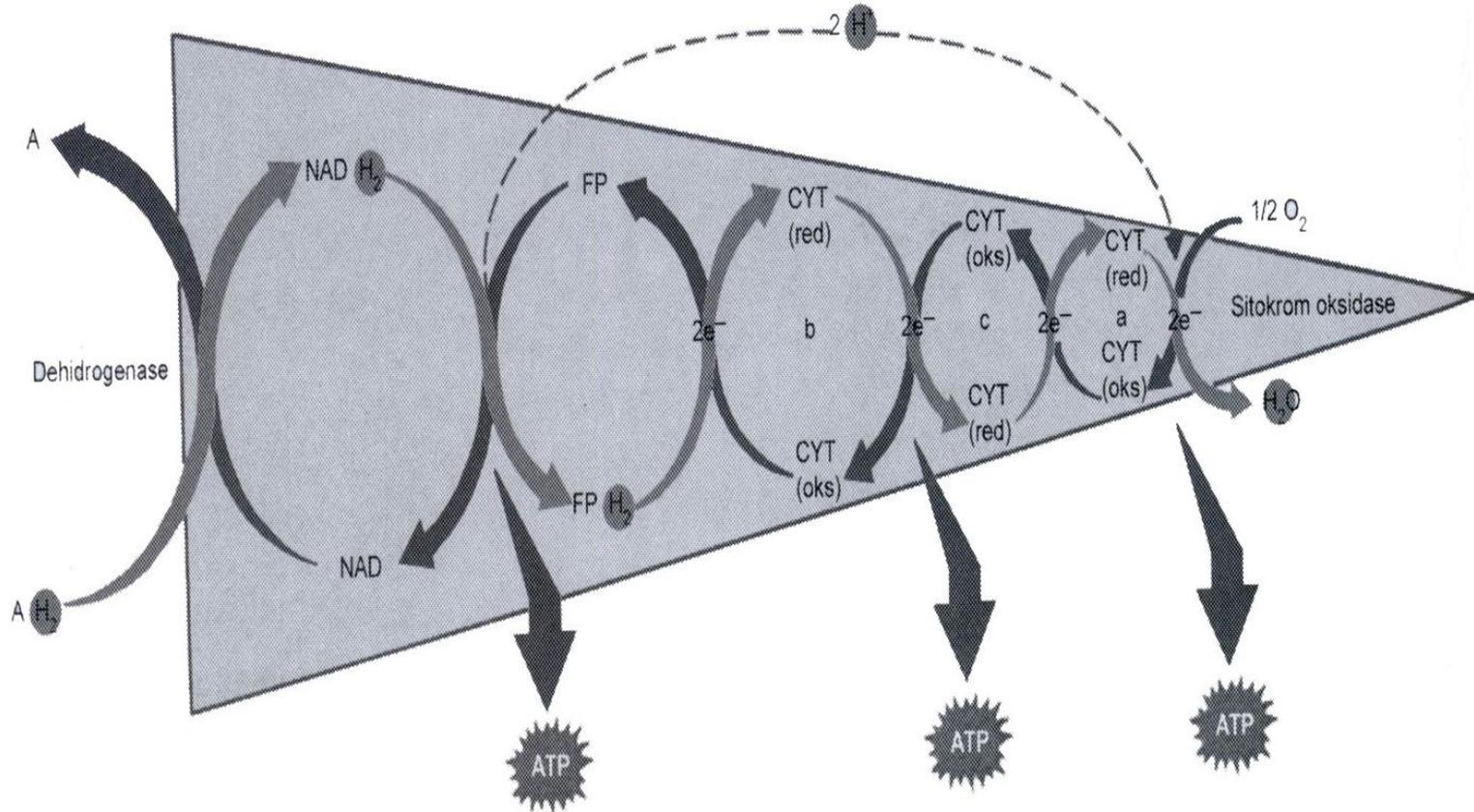
6. Asam malat (4C) kemudian bereaksi dengan NAD⁺ dan membentuk asam oksaloasetat (4C) dengan membebaskan NADH, karena asam oksaloasetat akan kembali dengan asetil ko-A seperti langkah ke 2 d atas.

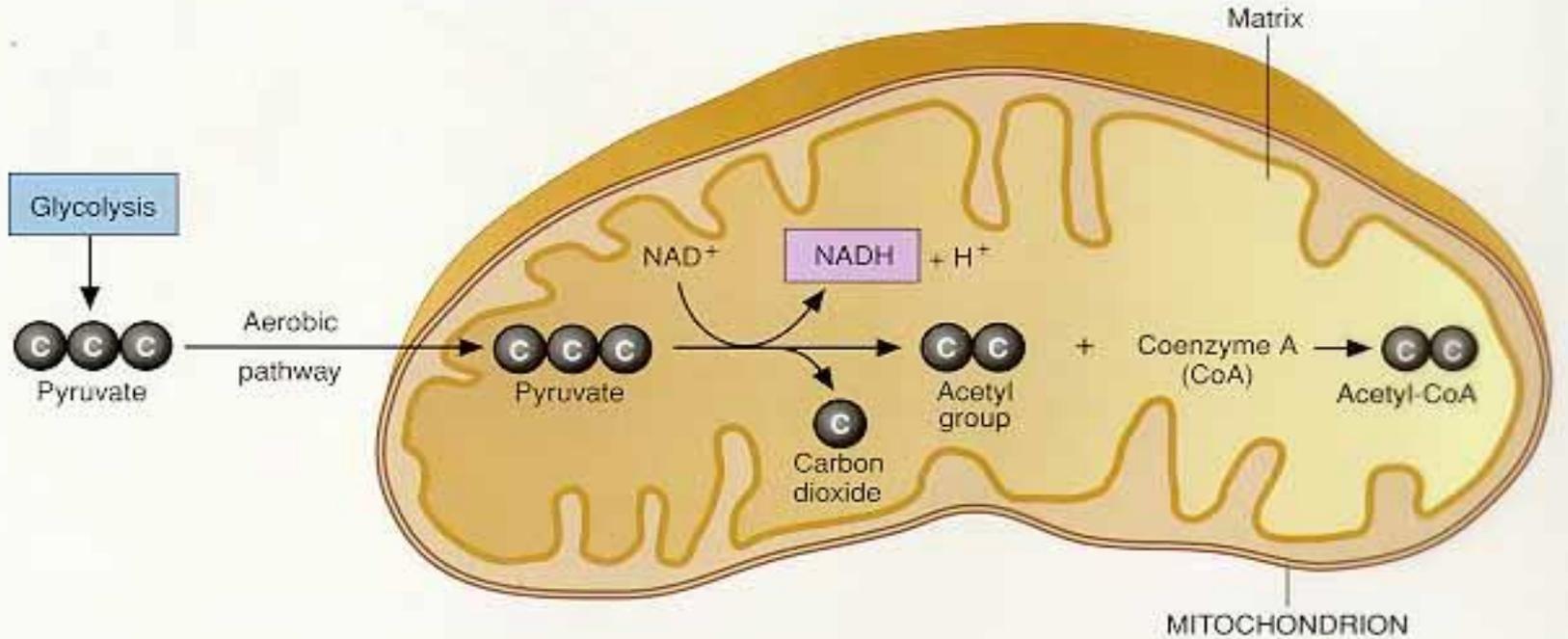


Transport Elektron

- Terjadi di bagian membran dalam mitokondria.
- Hidrogen dari siklus krebs diubah menjadi proton dan elektron.
- O₂ berperan sebagai penerima elektron yang terakhir.
- O₂ akan menerima (H⁺) menjadi H₂O.
- Secara sederhana, reaksi transpor elektron dituliskan:
$$24e^- + 24 H^+ + 6 O_2 \rightarrow 12 H_2O$$
- ATP yang dihasilkan 34 ATP
- Elektron dan H⁺ dari NADH dan FADH₂ dibawa dari substrat satu ke substrat yang lain.
- Hasil akhir:
 - a. $10 NADH + 5 O_2 \rightarrow 10 NADH^+ + 10 H_2O \rightarrow 30 ATP$
 - b. $2 FADH_2 + O_2 \rightarrow 2 FAD + 2 H_2O \rightarrow 4 ATP$

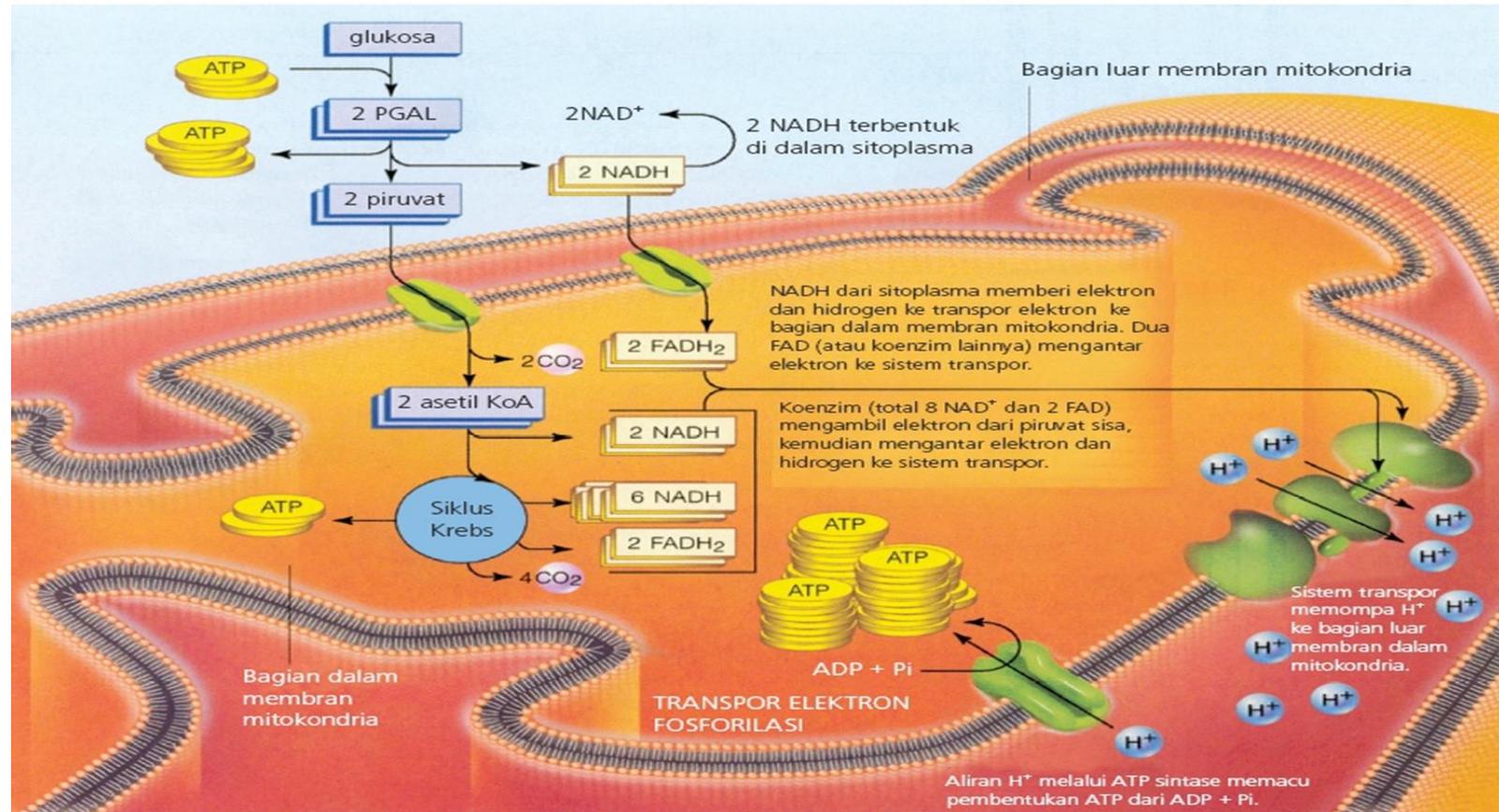
Sistem Transpor Elektron





Gambar. **Proses respirasi aerobik (Dekarboksilasi oksidatif)**

Respirasi Aerob



Respirasi Anaerob

- Adalah reaksi pemecahan karbohidrat untuk mendapatkan energi tanpa menggunakan O_2 .
- Terjadi pada:
 - 1) Jaringan yang kekurangan O_2 ,
 - 2) Akar tumbuhan yang terendam air,
 - 3) Biji tebal yang sulit ditembus O_2 ,
 - 4) Sel ragi dan bakteri anaerobik.
- Persamaan sederhananya:



Repirasi anaerob :

- a) Tidak memerlukan O_2 ,
- b) Menggunakan asam piruvat atau asetaldehida sebagai pengikat H,
- c) Menghasilkan asam laktat atau alkohol,
- d) Hanya menghasilkan 2 molekul ATP atau energi sebesar 21 kkal,
- e) Tahapan reaksi lebih sederhana.

Fermentasi

- Termasuk respirasi anaerobik
- Sering kali diistilahkan proses penguraian zat oleh mikroorganisme pengurai menggunakan enzim-enzim yang ada di dalam sel.
- Fermentasi sebagai perubahan enzimatik dari substansi organik oleh mikroorganisme untuk menghasilkan produk-produk organik yang lebih sederhana.

Repirasi seluler

Glukosa
↓
Asam piruvat
↓
 O_2
↓
 CO_2
↓
Air + 36 ATP



Fermentasi

Alkohol

Glukosa
↓
Asam piruvat
↓
 CO_2
↓
Alkohol + 2 ATP



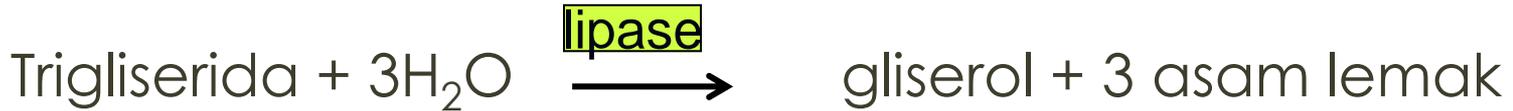
Asam laktat

Glukosa
↓
Asam piruvat
↓
Asam laktat + 2ATP



Katabolisme Lemak

Reaksi sederhananya:



Katabolisme Protein

- Protein diuraikan menjadi asam amino.
- Asam amino diubah menjadi asam piruvat dan asetil KoA.
- Gugus amino yang dilepas dari asam amino dibawa ke hati untuk diubah menjadi amonia (NH₃) dan dibuang lewat urin.

Anabolisme

- ✓ Adalah reaksi penyusunan zat yang berlangsung di dalam sel.
- ✓ Macamnya:
 - a. **Fotosintesis**
 - Yaitu peristiwa penyusunan zat organik dari zat anorganik dengan pertolongan energi cahaya.
 - Asimilasi karbon karena bahan baku yang digunakan CO_2
 - Terjadi di dalam kloroplas

b. Kemosintesis

- Yaitu penyusunan bahan organik dengan menggunakan energi dari pemecahan senyawa kimia.
- Energi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan energi cahaya.
- Contoh: bakteri Nitrobacter dengan reaksi,
 - $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{E}$

Sintesis Lemak

- Disebut juga lipogenesis, yang terjadi di dalam sitoplasma yang memiliki enzim kompleks, yaitu asam lemak sintetase.
- Lemak dapat disintesis dari protein dan karbohidrat.
- Lemak tersusun dari asam lemak dan gliserol.
- Asam lemak terbentuk dari Asetil KoA.
- Sintesis lemak berlangsung di retikulum endoplasma.

Sintesis Protein

- ✓ Protein tersusun atas senyawa asam amino.
- ✓ Penyusunan gugus amino ($-NH_2$) pada suatu substrat disebut aminasi.
- ✓ Ada 2 cara sintesis protein, yaitu:
 - Reaksi aminasi reduksi,
 - aminasi dari asam oksaloasetat akan menghasilkan asam aspartat
 - aminasi dari asam piruvat akan menghasilkan alanin.
 - Reaksi transaminasi
 - reaksi yang melibatkan satu gugus amino dari satu asam amino ke suatu asam α -ketoglutarat dan asam amino baru.

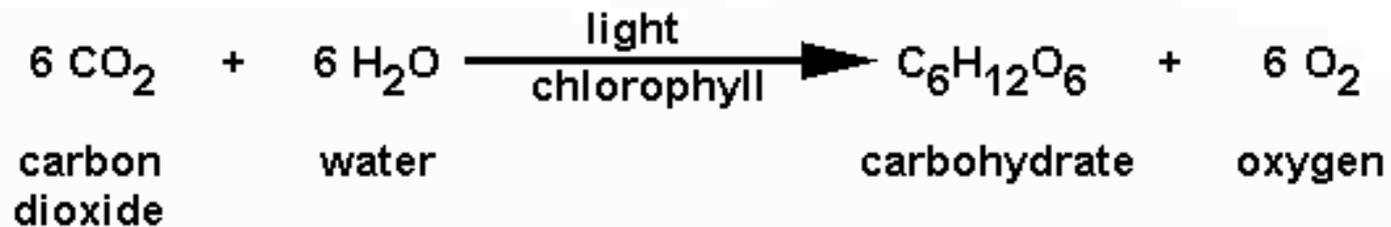


FOTOSINTESIS BOTANI FARMASI

Fotosintesis

Suatu proses penyusunan karbohidrat oleh klorofil dengan bantuan cahaya matahari

Reaksi Umum



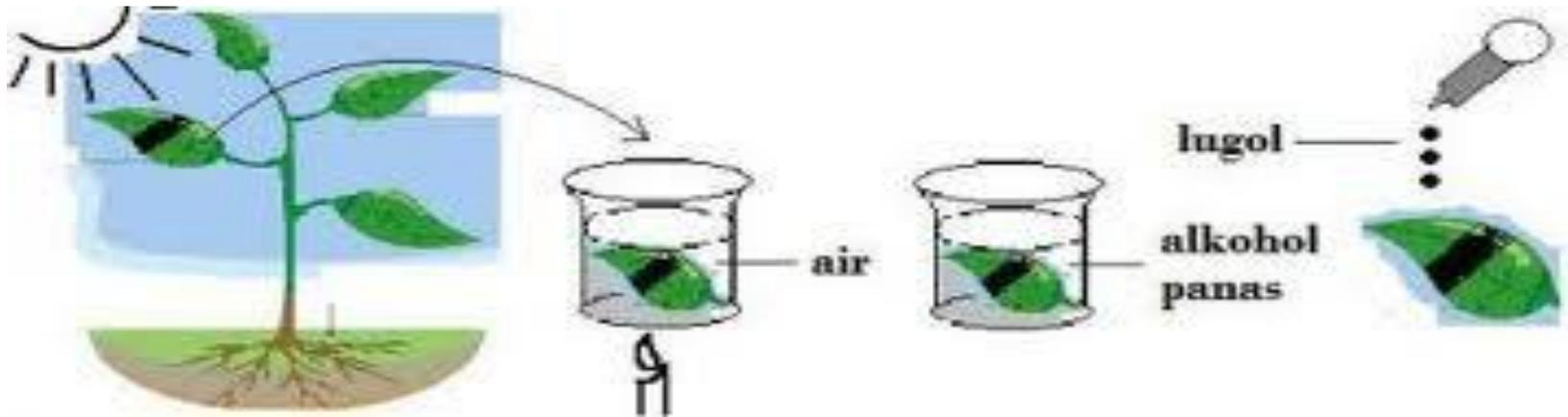
Percobaan Fotosintesis

Percobaan *Ingenhousz*
(1799) → Membuktikan
Pada Fotosintesis meng-
hasilkan Oksigen (O₂)

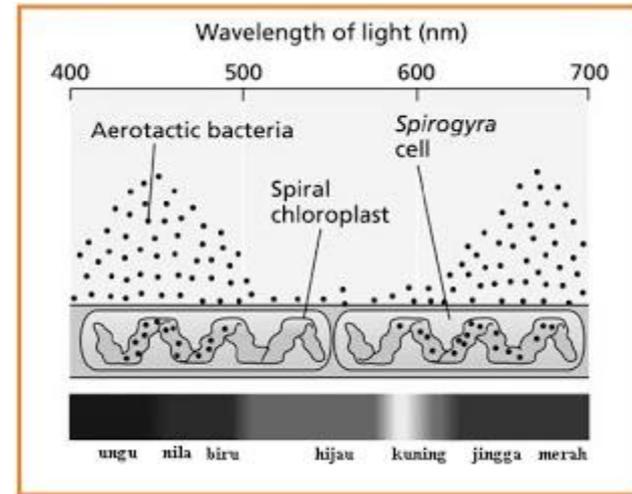
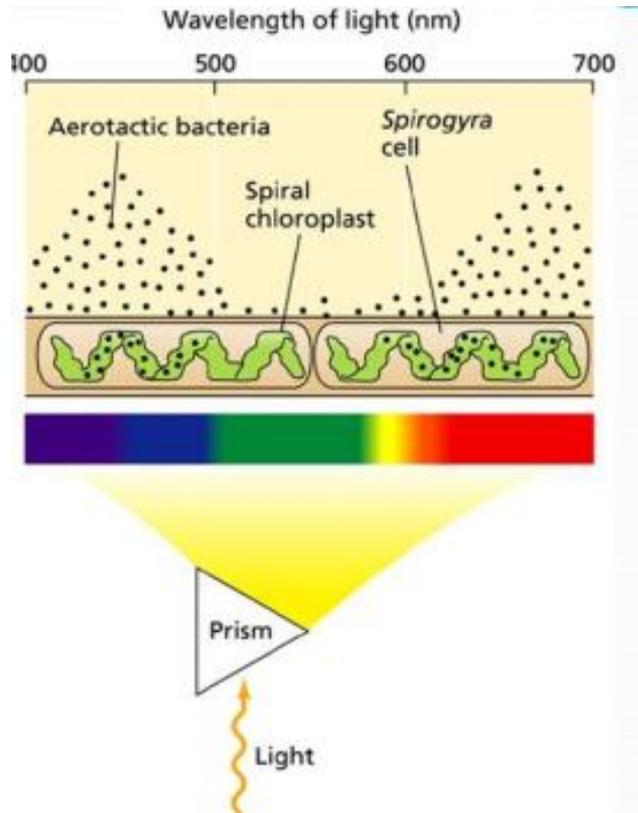


Percobaan : Sachs (1860)

Membuktikan :
Bahwa Fotosintesis
Menghasilkan
“Amilum
(Karbohidrat)”

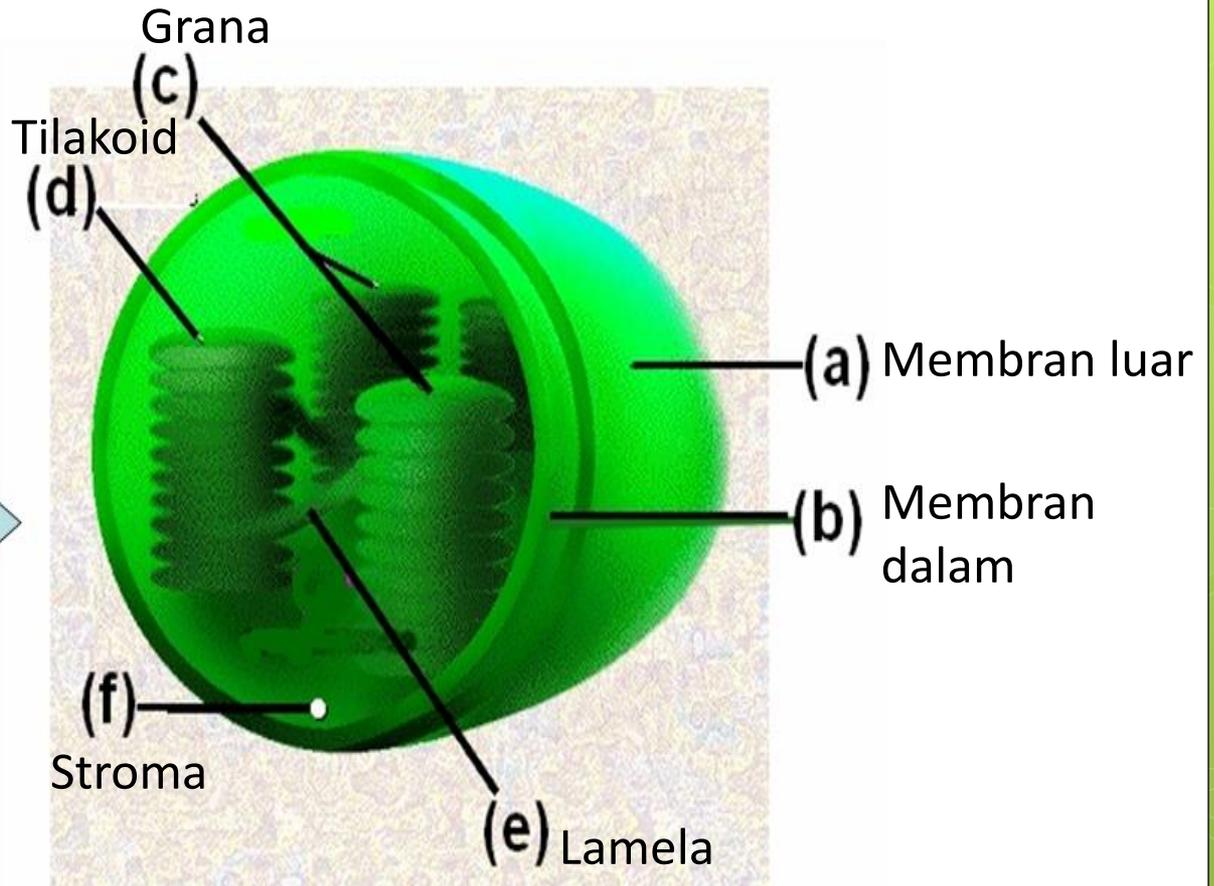
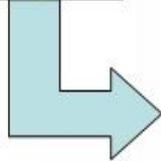
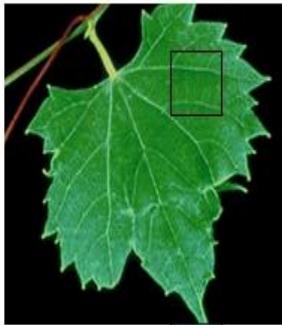


Percobaan Engelmann (1883)

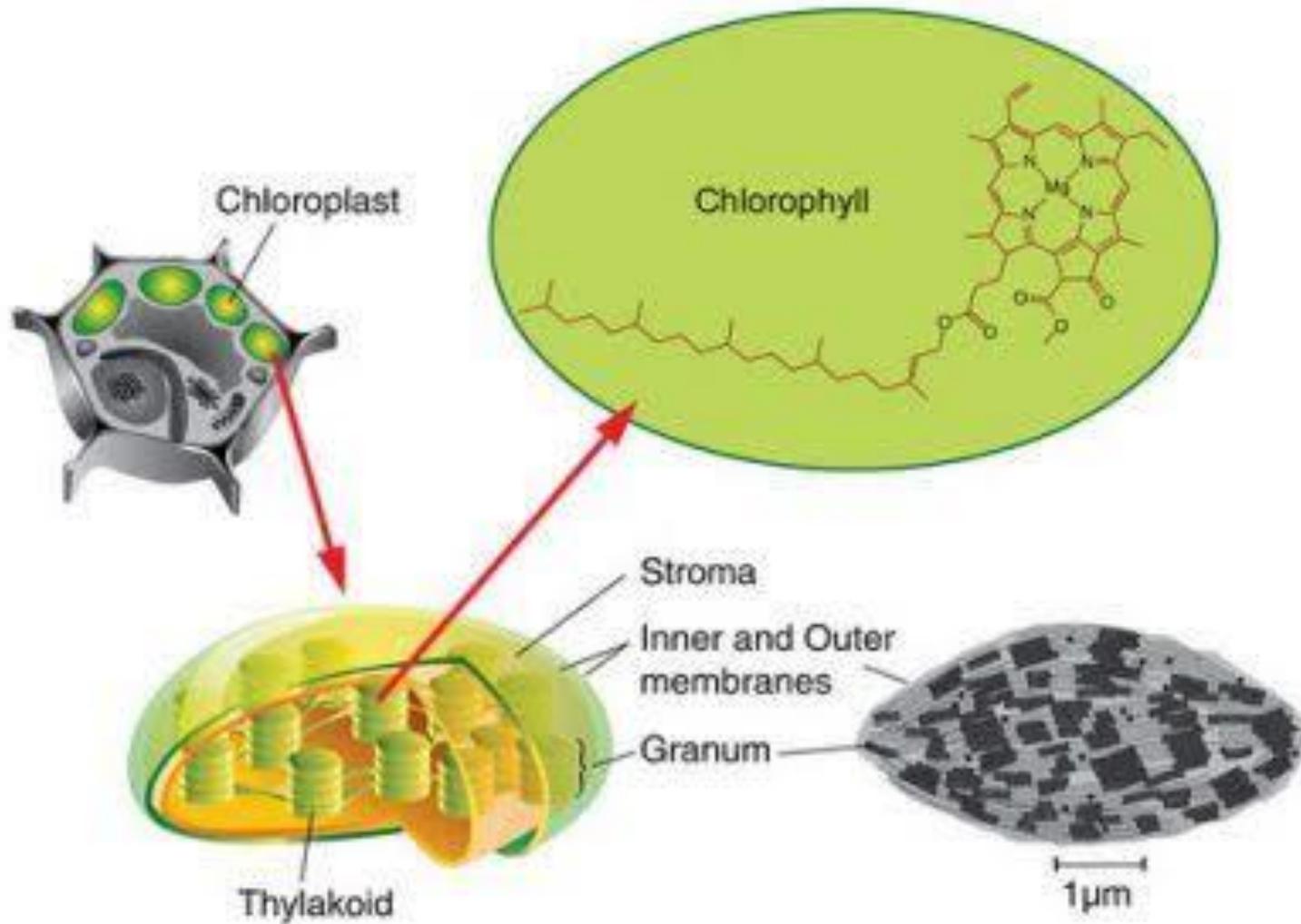


Membuktikan :
Bahwa Fotosintesis memerlukan “cahaya dan klorofil”

Kloroplas



Kloroplas



Kloroplas

Kloroplas → Plastida hijau (organel sel) tempat fotosintesis berlangsung.

Klorofil → Pigmen tanaman berwarna hijau di dalam khloroplas yang menyerap cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis

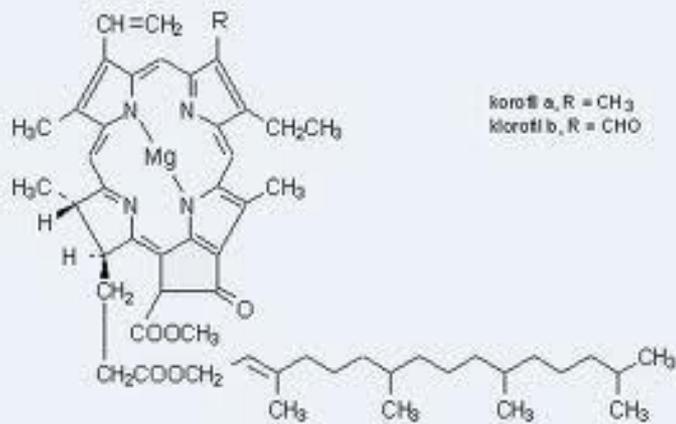
Tilakoid → Berbentuk pipih, membran seperti kantong di dalam khloroplas; mengandung khlorofil.

Granum → Tumpukan tilakoid

Lamela → Membran berbentuk pipa yang menghubungkan grana di dalam khloroplas.

Stroma → Matriks cair dari khloroplas

Klorofil

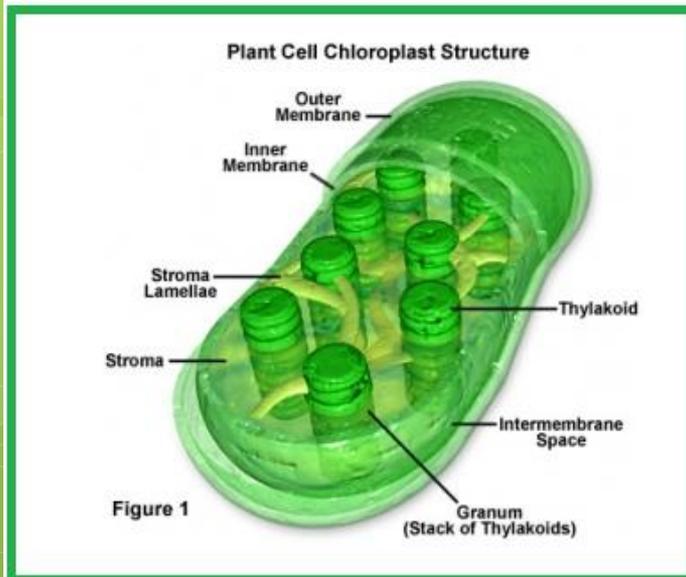


> Struktur klorofila

- Klorofil terdapat dalam Kloroplas
→ Dalam “Grana” → Dalam Kantung Tilakoid

Dibedakan :

- **Klorofil-a** (C₅₅, H₇₂, O₃, N₄, Mg)
→ Hijau Tua
- **Klorofil-b** (C₅₅, H₇₀, O₆, N₄, Mg)
→ Hijau Muda



Sifat Klorofil

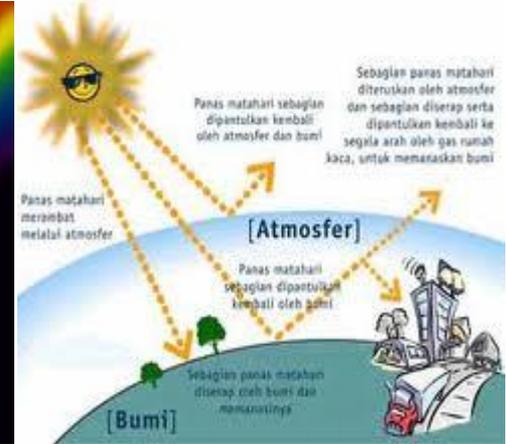
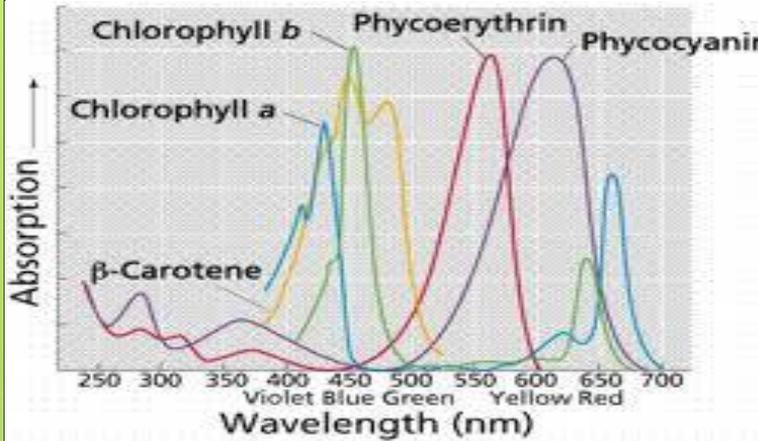
- Floresen → Dapat menerima sinar dan mengembalikan dalam gelombang yang berlainan
- Menyerap sinar “merah” dan “nila”
- Tidak larut dalam air
- Larut dalam pelarut Organik → Alkohol, eter, aseton, kloroform
- Pemisahan Klorofil dengan pigmen lain → Dilakukan dengan “kromatografi”

Cahaya



- *Planck* dan *Einstein* → Cahaya tersusun atas partikel yang disebut “Foton”.
- *Foton* Mempunyai sifat “Gelombang”
- *Foton* Memiliki “energi” yang dinyatakan dengan “Kuantum”
- Jumlah “energi” yang dimiliki cahaya tergantung pada panjang gelombang.
- Gelombang Pendek → Memiliki Energi Tinggi
- Gelombang Panjang → Memiliki Energi Rendah

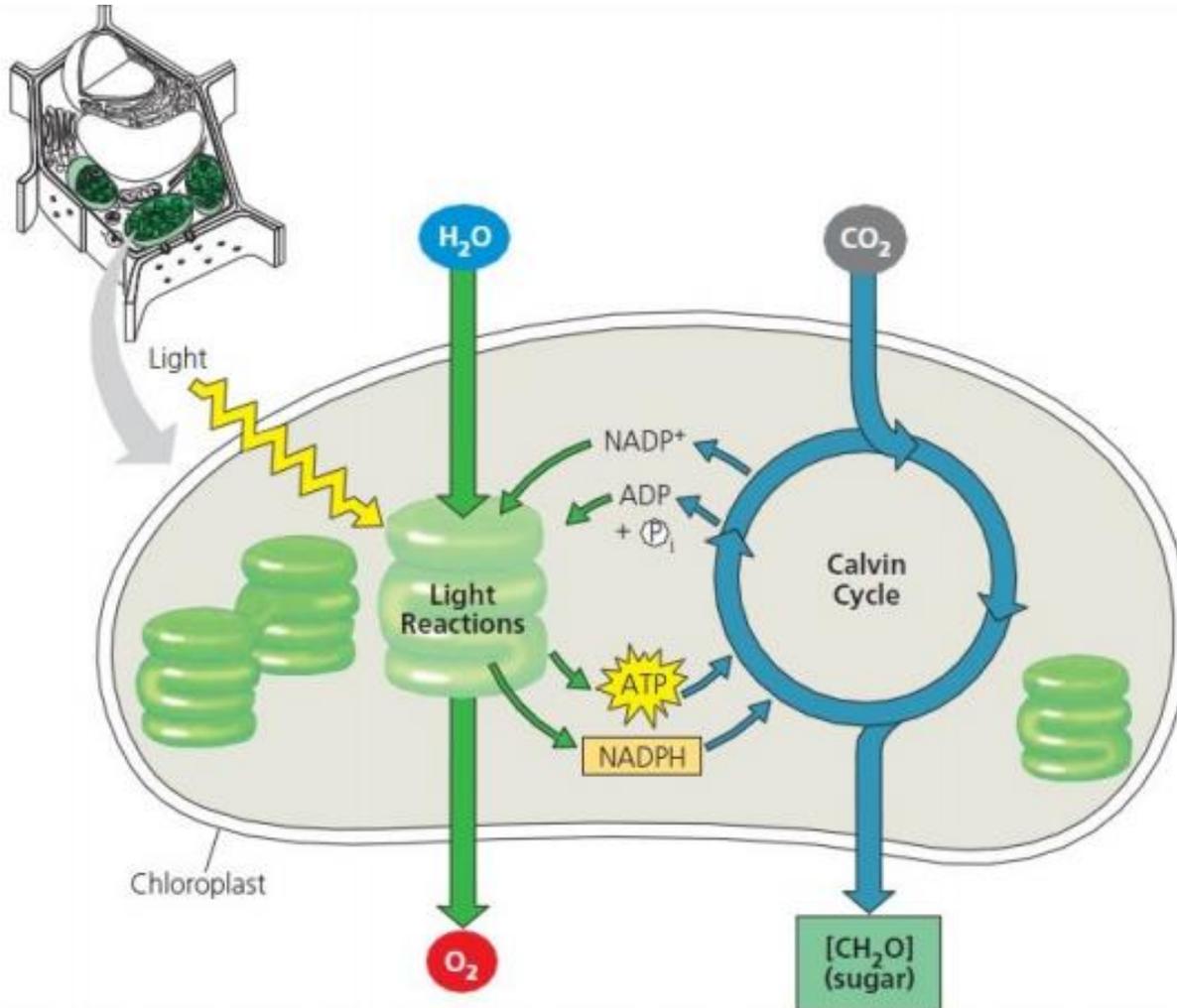
Cahaya dan Fotosintesis



Ungu	Nila	Biru	Hijau	Kuning	Jingga	Merah
390-430 m μ	431-470 m μ	471-500 m μ	501-560 m μ	561-600 m μ	601-650 m μ	651-760 m μ

- Sinar yang paling banyak diserap Klorofil → Nila dan Merah
- Energi yang diberikan Oleh SINAR Tergantung :
 - 1) Kualitas → Panjang gelombang
 - 2) Intensitas → Banyak sinar per 1 cm² per detik
 - 3) Waktu → Lama penyinaran

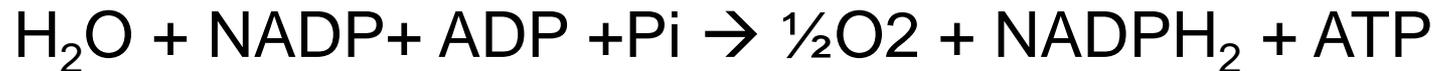
Fotosintesis



MEKANISME FOTOSINTESIS

Fotosintesis Terjadi Dua Tahap :

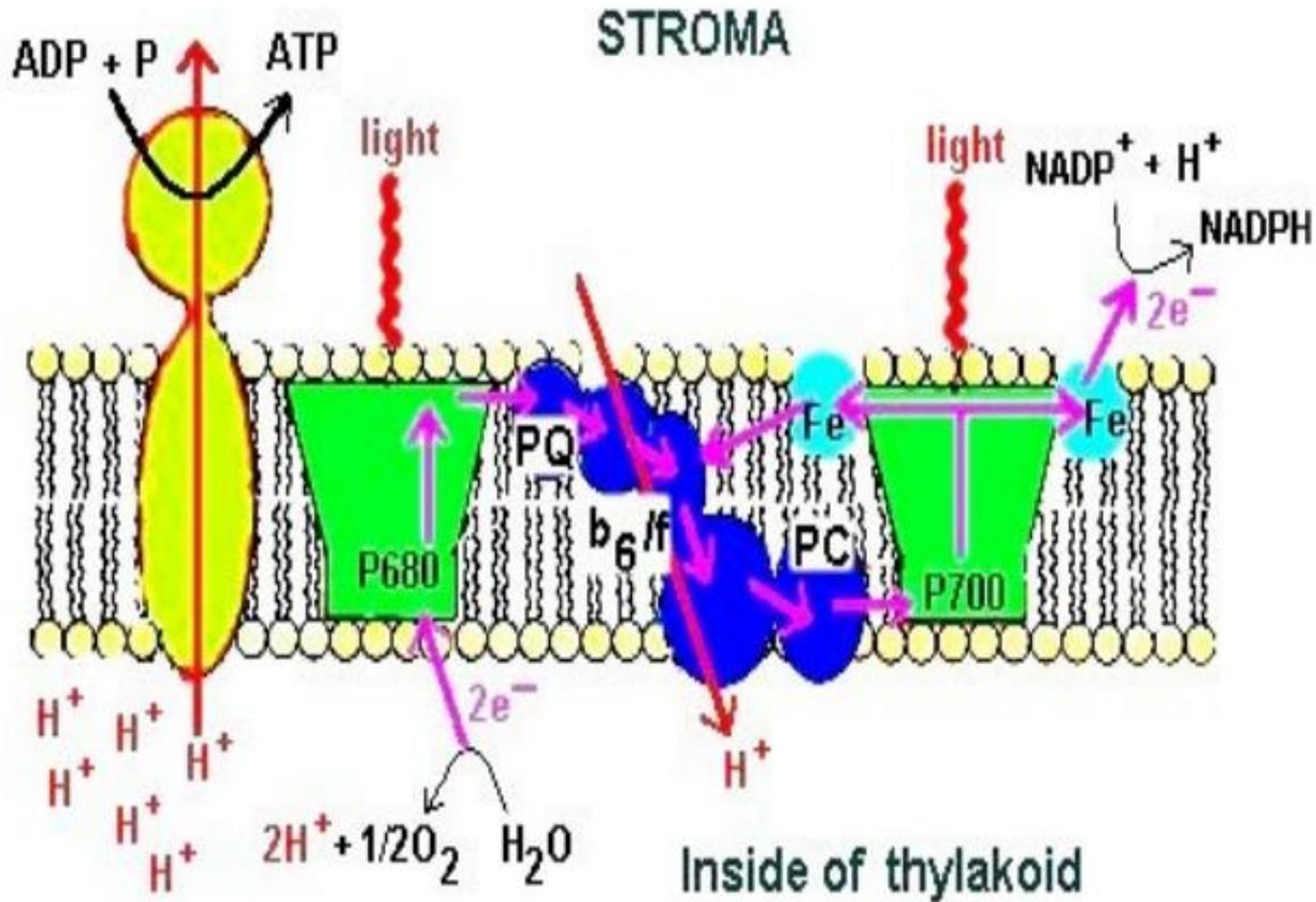
1. **Reaksi Terang** : Tahap ini Energi Matahari ditangkap Oleh pigmen (Klorofil) diubah menjadi energi kimia (ATP) dan senyawa pereduksi (NADPH₂) → Tahap ini dikenal dengan REAKSI TERANG atau REAKSI HILL. Pada reaksi ini H₂O diurai menjadi 2H⁺ dan ½O₂. Molekul H⁺ dipakai untuk mereduksi NADP⁺ menjadi NADPH₂.



2. **Reaksi Gelap** : Pada tahap ini senyawa kimia berenergi tinggi (NADPH₂ dan ATP) yang dihasilkan pada reaksi terang digunakan untuk proses reaksi reduksi CO₂ menjadi Glukosa



Reaksi Terang



Reaksi Terang

- Reaksi terang merupakan proses untuk menghasilkan ATP dan reduksi NADPH₂.
- Reaksi ini memerlukan molekul air.
- Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antena.
- Di dalam daun, cahaya akan diserap oleh klorofil untuk dikumpulkan pada pusat pusat reaksi.
- Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosistem, yaitu fotosistem I dan fotosistem II.

Reaksi Terang

- **Fotosistem II** terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya dengan panjang gelombang **680 nm**, sedangkan **fotosistem I** **700 nm**
- Kedua fotosistem ini akan bekerja secara simultan dalam fotosintesis.

Reaksi Terang

- Fotosintesis dimulai ketika **cahaya mengionisasi** molekul klorofil pada **fotosistem II**, akibatnya klorofil akan **melepaskan elektron** yang akan ditransfer sepanjang rantai transpor elektron.
- Energi dari elektron ini digunakan untuk **fotofosforilasi** yang **menghasilkan ATP**
- Reaksi ini menyebabkan **fotosistem II** mengalami **kekurangan elektron** yang harus segera digantikan
- Pada tumbuhan dan alga, kekurangan elektron ini dipenuhi oleh elektron dari hasil ionisasi air yang terjadi bersamaan dengan ionisasi klorofil (fotolisis).
- **Hasil ionisasi** ini adalah **elektron dan oksigen**. Oksigen dari proses fotosintesis hanya dihasilkan dari air, bukan dari karbondioksida
- Pada **saat yang sama** dengan **ionisasi fotosistem II**, cahaya juga **mengionisasi fotosistem I**, melepaskan elektron yang ditransfer sepanjang rantai transpor elektron yang akhirnya **mereduksi NADP menjadi NADPH**

Reaksi Terang



Reaksi fosforilasi fotosintesis atau pembentukan ATP

Reaksi pembentukan NADPH_2

REAKSI GELAP (Fiksasi CO₂)

Plant Cell Chloroplast Structure

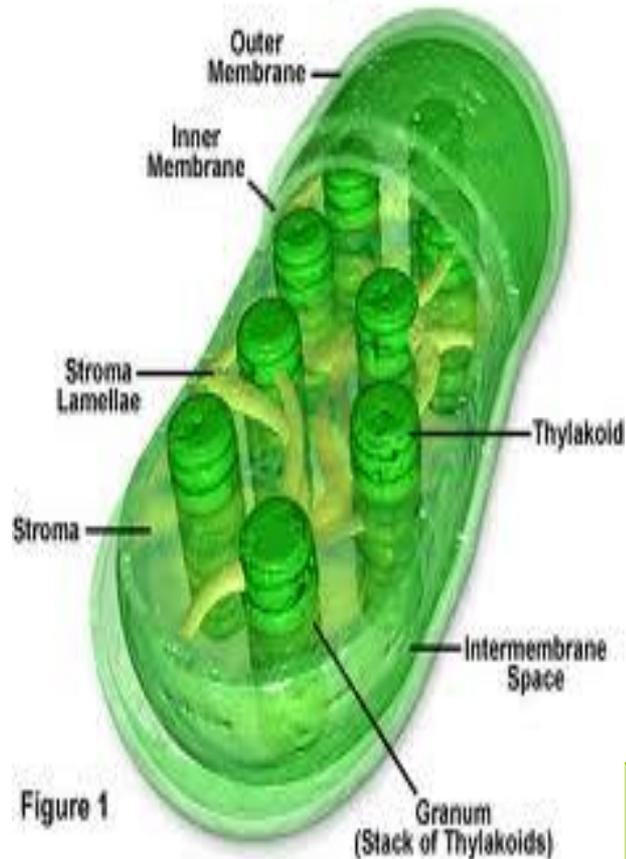


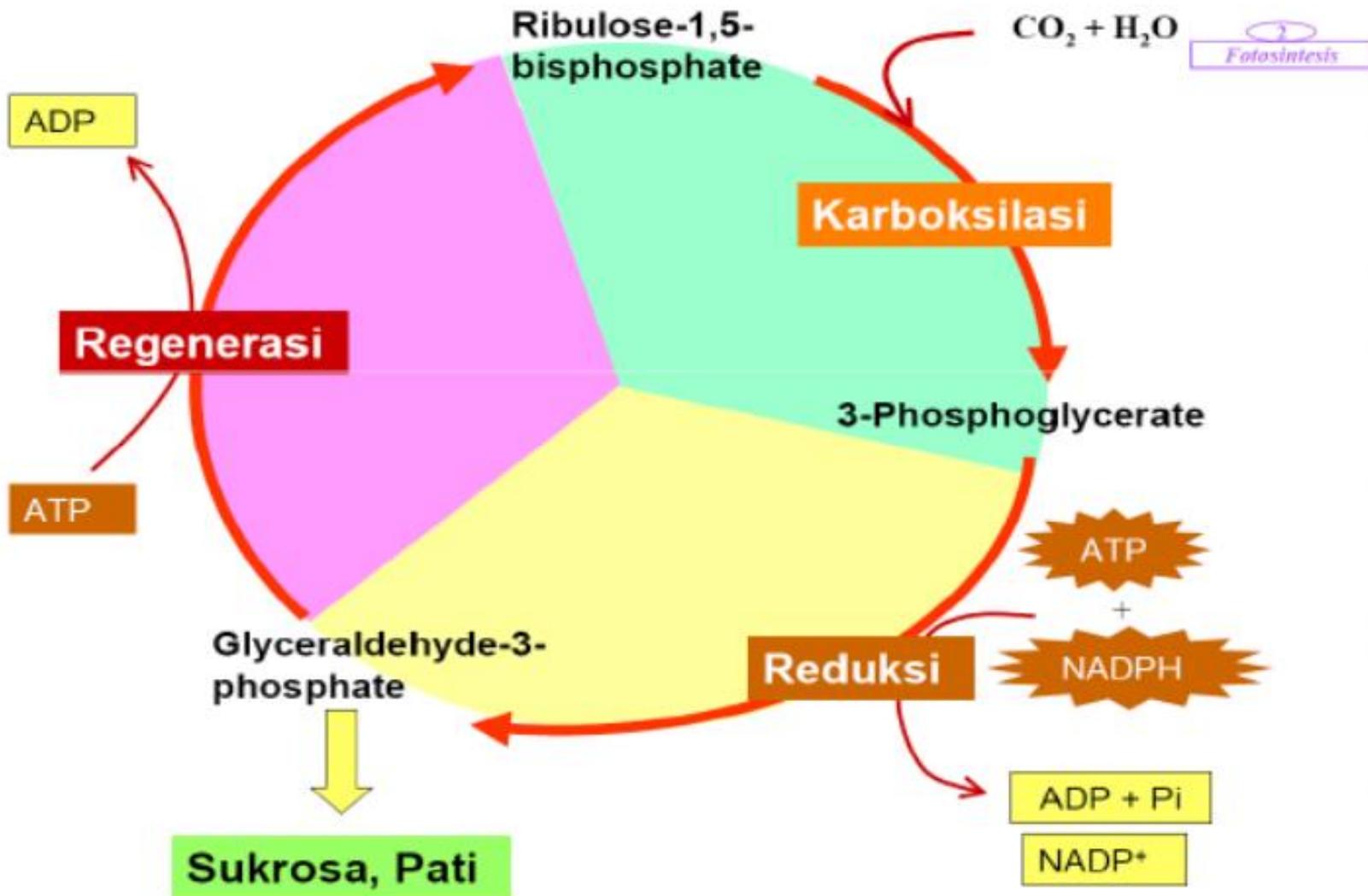
Figure 1

Reaksi Gelap :

- ✓ Merupakan reaksi yang berlangsung tidak memerlukan cahaya matahari.
- ✓ Dapat berlangsung siang dan malam hari. Pada tahap ini berlangsung fiksasi CO₂, yang selanjutnya akan diubah menjadi Karbohidrat.
- ✓ Reaksi gelap berlangsung pada STROMA kloroplas.

Reaksi Gelap : Merupakan suatu siklus yang sangat panjang, yang dikenal dengan **DAUR CALVIN**

Daur Calvin

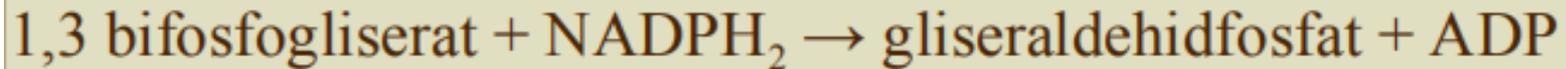
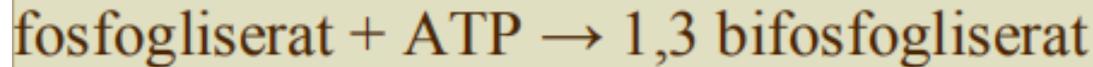


Reaksi Gelap

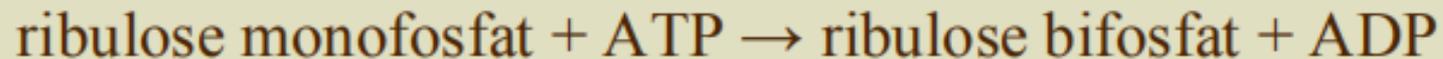
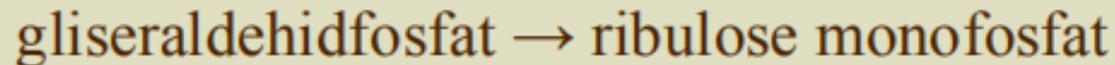
1. Fiksasi



2. Reduksi



3. Regenerasi



Reaksi Gelap

- ATP dan NADPH yang dihasilkan dalam proses fotosintesis memicu berbagai proses biokimia.
- Pada tumbuhan proses biokimia yang terpicu adalah siklus Calvin yang mengikat karbon dioksida untuk membentuk ribulosa (kemudian menjadi gula seperti glukosa).
- Reaksi ini disebut reaksi gelap sebab tidak bergantung pada ada tidaknya cahaya, sehingga terjadi meskipun dalam keadaan gelap (tanpa cahaya).

Faktor Laju Fotosintesis

- **Intensitas cahaya**

Laju fotosintesis maksimum jika banyak cahaya

- **Konsentrasi CO₂**

Makin banyak CO₂ → bahan semakin banyak

- **Suhu**

Suhu berkaitan dgn enzim, semakin optimal semakin cepat lajunya

- **Kadar air**

Kurang air menyebabkan stomata menutup sehingga CO₂ semakin sedikit → mengurangi laju

- **Tahap pertumbuhan**

Dari penelitian pada masa pertumbuhan (berkecambah) laju fotosintesis paling tinggi

TERIMA KASIH

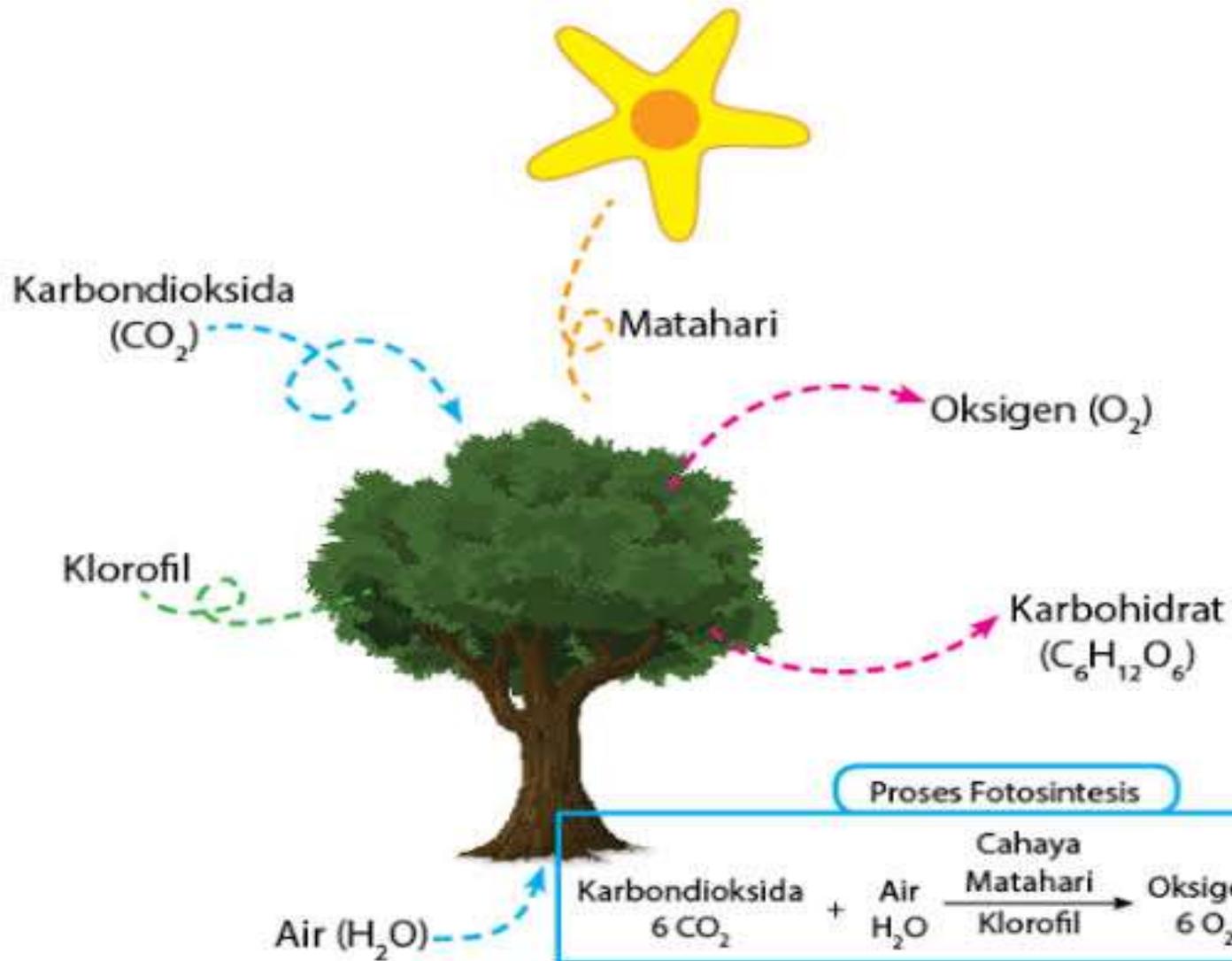


Fotolisis dan Metabolisme Karbohidrat

Botani Farmasi

Pertemuan ke-12 (13 Desember 2024)

Fotosintesis



Fotosintesis

- Fotosintesis merupakan peristiwa penyusunan zat anorganik (CO_2 dan H_2O) menjadi zat organik (glukosa) yang dilakukan oleh klorofil dengan bantuan energi cahaya matahari.
- Fungsi utama proses fotosintesis yaitu untuk memproduksi zat makanan berupa glukosa, yang berperan sebagai bahan utama dasar pembangun zat makanan lainnya, yaitu lemak dan protein dalam tubuh tumbuhan.
- Zat tersebut menjadi makanan bagi hewan maupun manusia.

Fotosintesis

- Tumbuhan melakukan reaksi fotosintesis dengan cara mengubah **energi matahari** diubah **menjadi energi kimia**.
- Energi kimia tersebut kemudian **disimpan** dalam bentuk glukosa (gula).
- **Komponen-komponen** yang dibutuhkan yaitu berupa karbon dioksida, air, dan sinar matahari digunakan untuk menghasilkan glukosa, oksigen, dan air.

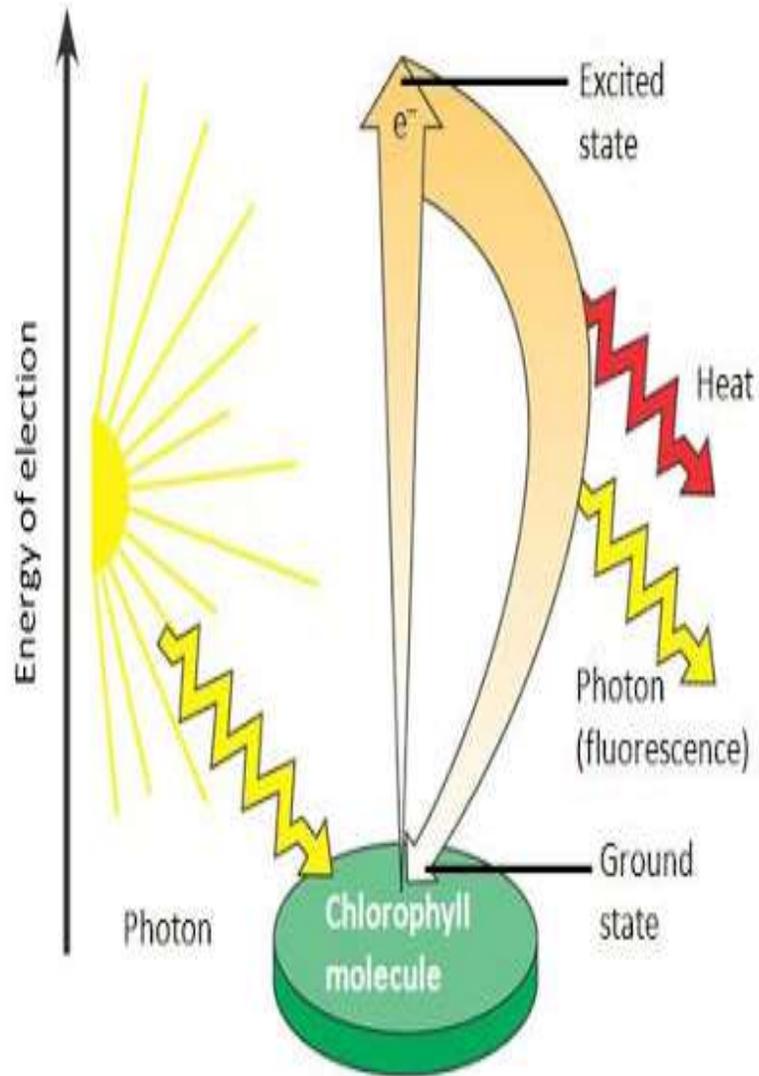
Fotolisis

- Merupakan **salah satu tahapan** dalam proses **fotosintesis**.
- Pada peristiwa fotolisis ini terjadi pemecahan senyawa kimia berupa air (H_2O) dengan bantuan sinar matahari atau foton
- Hasil dari reaksi fotolisis berupa ion hidrogen dan oksigen
- Tempat terjadinya reaksi fotolisis ini yaitu di klorofil bagian grana atau tilakoid

Berikut Persamaan Reaksi Fotolisis

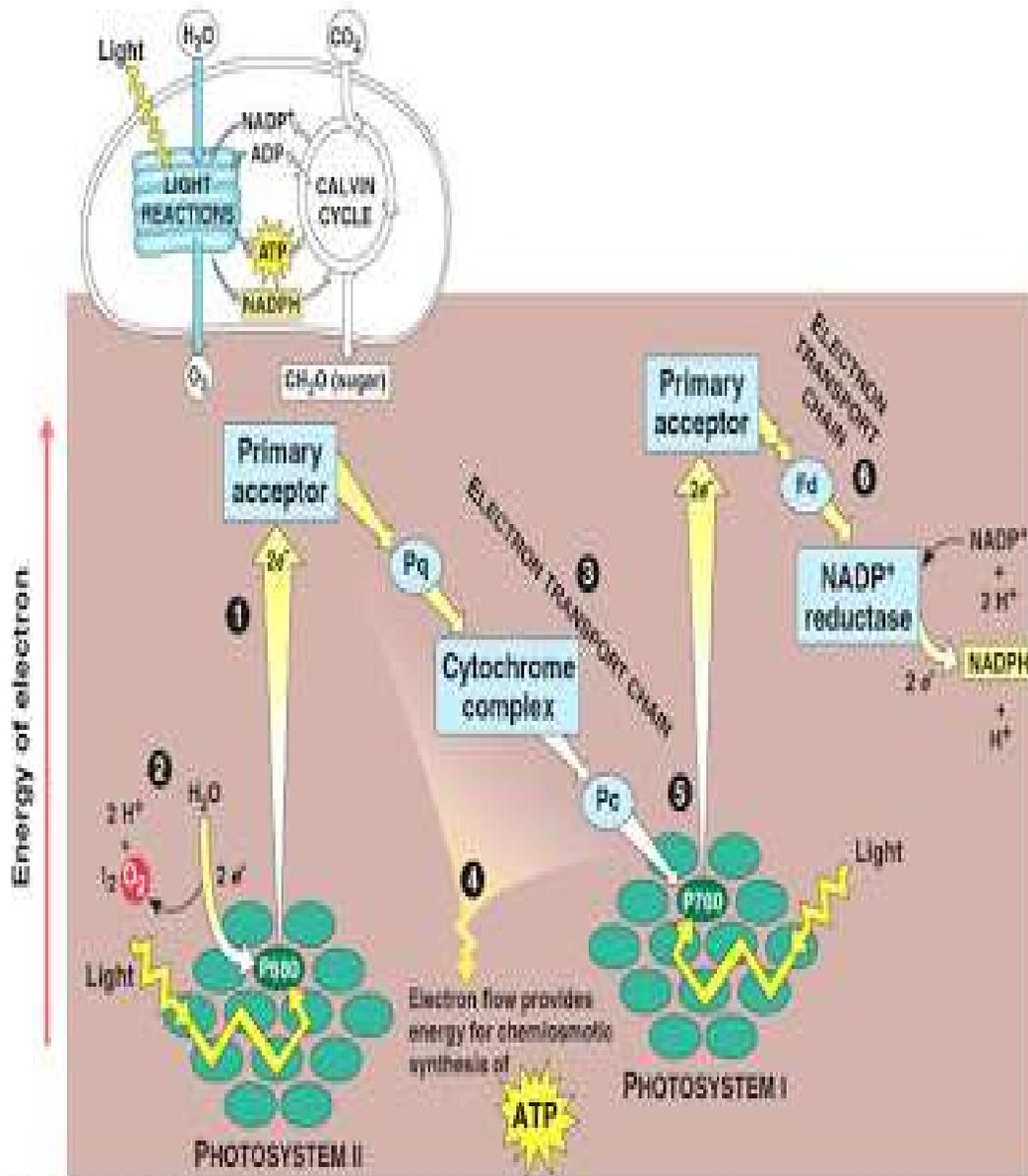


Fotolisis



- Karena adanya aliran elektron dari tingkat energi rendah ke tinggi, maka energi yang jatuh oleh proses tersebut ditangkap oleh membran tilakoid untuk mensintesis ATP.
- Sementara itu elektron yang telah mencapai dasar dari rantai transport elektron akan mengisi LUBANG elektron di P700, molekul klorofil a yang terdapat dalam pusat reaksi FOTOSISTEM I.
- Lubang ini tercipta ketika energi cahaya mengeksitasi elektron dari klorofil FOTOSISTEM I dan ditangkap oleh akseptor elektron P700

Fotolisis



- Lubang pada klorofil P700 ini bisa dikatakan bersamaan tercipta dengan lubang yang terdapat pada klorofil P680, yaitu ketika tereksitasi oleh cahaya matahari.
- Lubang klorofil pada P700 telah terisi kembali dengan elektron yang bersumber dari klorofil P680, sedangkan klorofil masih memiliki LUBANG ini.
- Maka untuk menutupi kekurangan elektron (LUBANG) pada P680, maka terjadilah hidrolisis air (H_2O) oleh suatu enzim.

Karbohidrat

- Tumbuhan **menghasilkan karbohidrat** dari hasil proses **fotosintesis**.
- Di mana untuk proses ini membutuhkan air dan karbondioksida sehingga menghasilkan karbohidrat dan energi bagi tumbuhan hijau ini yang selanjutnya karbohidrat **dalam bentuk glukosa ini** akan dikonsumsi oleh makhluk hidup lain.
- Karbohidrat utama yang tersimpan pada tumbuhan dalam **bentuk pati dan selulosa**.
- Pati atau amilum banyak tersimpan pada kloroplas daun yang juga merupakan tempat terjadinya proses fotosintesis.

Karbohidrat

- Karbohidrat tersimpan dalam bentuk **amiloplas** yang terbentuk sebagai hasil translokasi sukrosa atau karbohidrat lain dari daun.
- **Pengangkutan amilum** dari sel ke sel adalah dalam bentuk **gula** karena gula **larut dalam air**.
- **Amilum** terdiri atas 2 bagian, yaitu **amilosa dan amilopektin**. Amilosa lebih mudah larut dalam air. Untuk mengetahui adanya karbohidrat dalam tanaman dapat dilakukan suatu pengujian.
- Amilosa bereaksi dengan Iod (I) menghasilkan perubahan warna kompleks **merah ungu**. Warna ini ditimbulkan oleh ikatan lemah diantara molekul pati/amilum dan Iod.

Karbohidrat

- Pada proses pencernaan makanan, **karbohidrat mengalami proses hidrolisis**, baik dalam mulut, lambung, maupun usus.
- **Hasil akhir metabolisme karbohidrat** adalah glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa dan monosakarida lain.
- Selanjutnya senyawa ini diadsorbsi melalui dinding usus dan dibawa ke hati oleh darah.

Karbohidrat

- Pada ikan, karbohidrat disimpan sebagai glikogen yang dapat dimobilisasi untuk kebutuhan cadangan energi.
- Karbohidrat merupakan sumber energi utama untuk hewan mamalia, tetapi kurang dapat digunakan secara efisien oleh ikan.
- **Mamalia** dapat menghasilkan energi sebanyak **4 kkal dari 1 gram karbohidrat**
- Ikan hanya dapat menghasilkan sekitar 1,6 kkal dari 1 gram karbohidrat.

Metabolisme Sel

Katabolisme

Bertujuan untuk pembongkaran atau penguraian suatu molekul



Respirasi

Aerob

1. Glikolisis
2. Siklus Krebs
3. Transpor elektron

Anaerob

1. Fermentasi As. Laktat
2. Fermentasi Alkohol

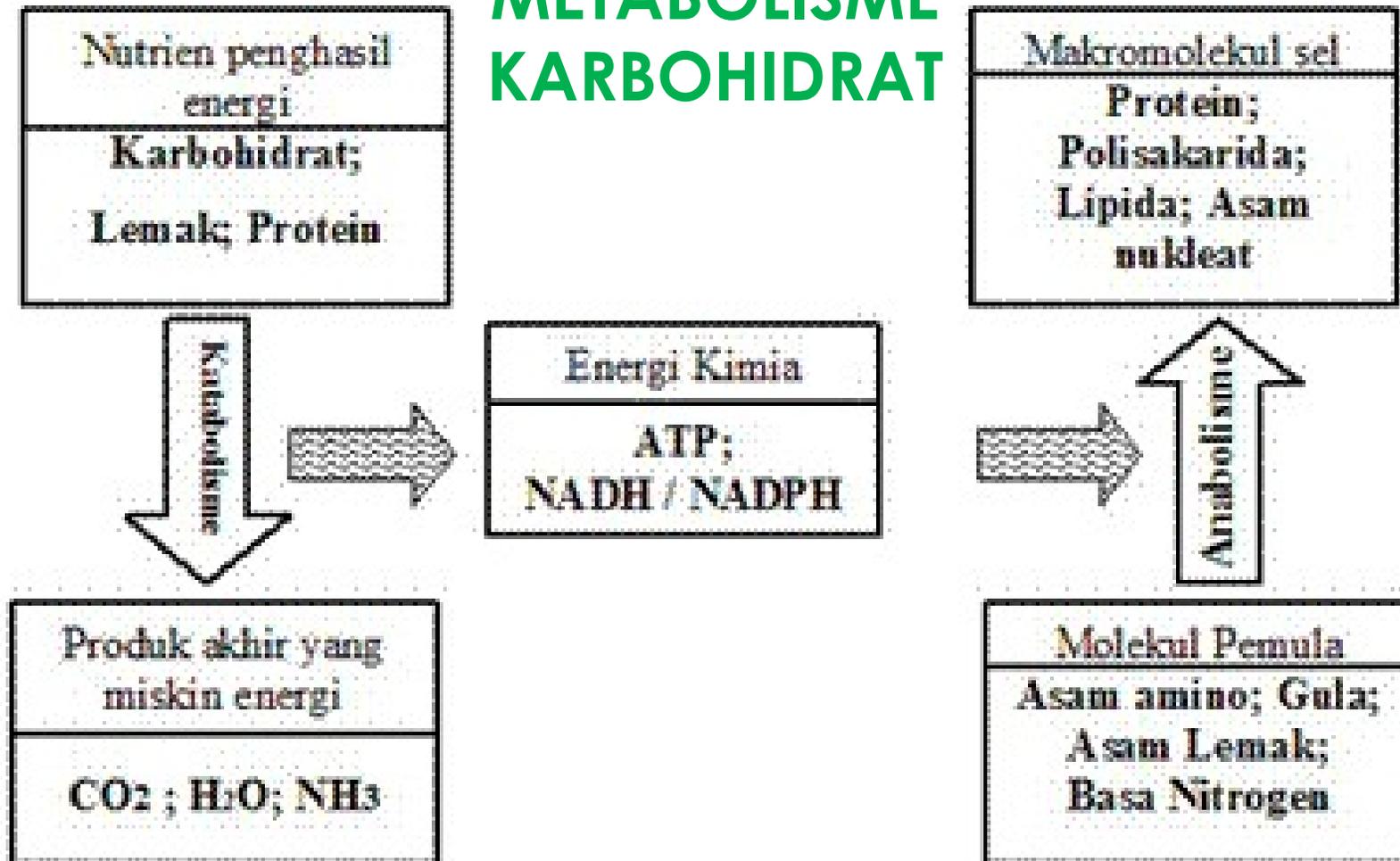
Anabolisme

Bertujuan untuk penyusunan atau sintesis suatu molekul



1. Fotosintesis
2. Komposintesis
3. Sintesis Lemak
4. Sintesis Protein

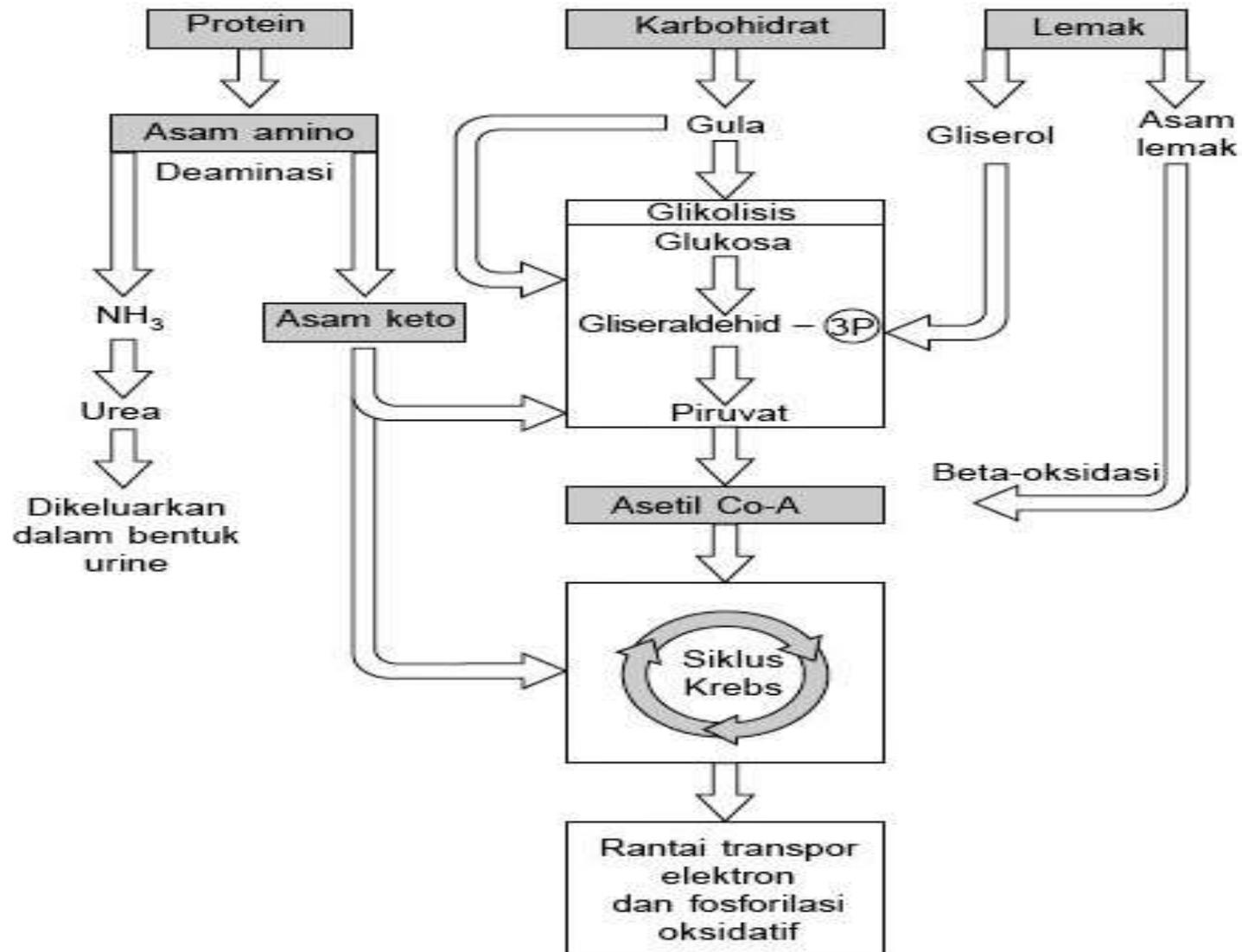
METABOLISME KARBOHIDRAT



Katabolisme adalah proses penguraian molekul besar menjadi molekul kecil, misalnya glikogen menjadi glukosa.

Anabolisme adalah proses sintesis senyawa kimia kecil menjadi besar menjadi molekul yang lebih besar, misalnya asam amino menjadi protein

Metabolisme Karbohidrat

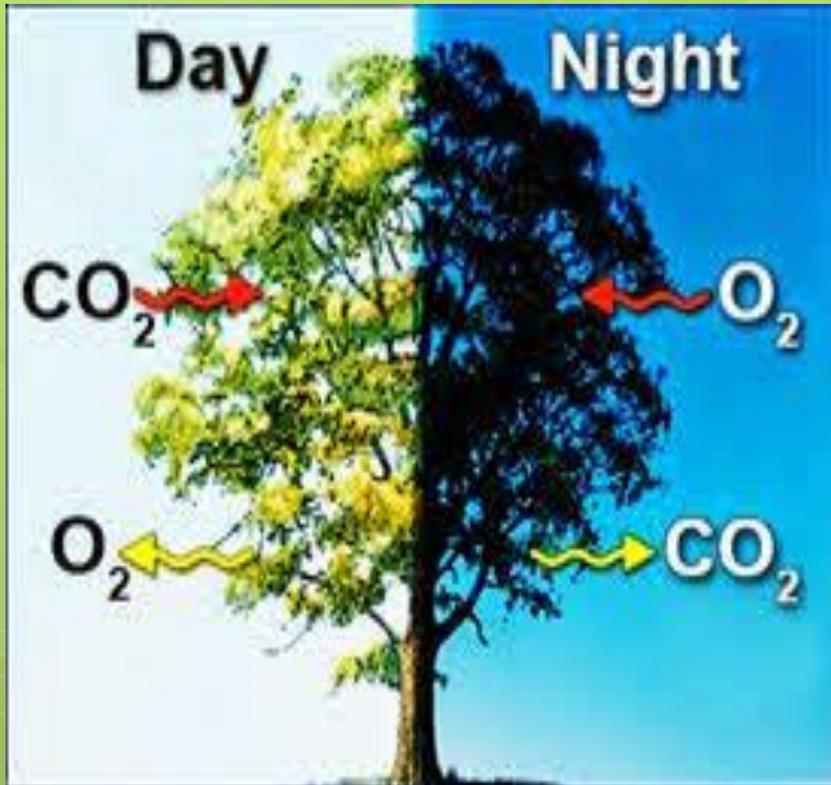


Sumber: *Biology, Solomon*

- Glukosa darah ↑ : memacu jalur metabolisme karbohidrat berikut :
 1. Glikolisis
 2. Glikogenesis
 3. HMP Shunt
 4. Oksidasi Piruvat
 5. Siklus Asam Sitrat
 6. Sisa → ditimbun sbg lemak
- Puasa / kelaparan kadar glukosa darah : memacu jalur metabolisme karbohidrat berikut :
 1. Glikogenolisis
 2. Glukoneogenesis

- **Glikolisis:** lisis (pemecahan), adalah serangkaian reaksi biokimia di mana glukosa dioksidasi menjadi molekul asam piruvat.
- **Glikogenesis:** proses pembentukan glikogen dari glukosa yang selanjutnya akan disimpan dalam otot maupun hati, karena glikogen adalah suatu bentuk karbohidrat yang disimpan dalam tubuh yang sama dengan amilum dari tumbuhan
- **heksosa monofosfat shunt :** jalur alternatif untuk metabolisme glukosa
- **Oksidasi Piruvat :** penghubung antara reaksi glikolisis dengan lintasan reaksi selanjutnya yaitu siklus asam sitrat/Kreb's.
- **Siklus Asam Sitrat:** Sederetan jenjang reaksi metabolisme pernapasan seluler yang terpacu enzim yang terjadi setelah proses glikolisis
- **Glikogenolisis:** Lintasan metabolisme yang digunakan oleh tubuh, selain glukoneogenesis, untuk menjaga keseimbangan kadar glukosa di dalam plasma darah untuk menghindari simtoma hipoglisemia
- **Glukoneogenesis :** proses sintesis atau pembuatan glukosa dari senyawa non-karbohidrat di dalam tubuh.

Pertemuan ke-13 (20 Desember 2023)



RESPIRASI

MK BOTANI FARMASI

RESPIRASI

- Proses **Pembongkaran** (**katabolisme**/disimilasi) gula heksosa (hasil fotosintesis) untuk menghasilkan energi guna proses-proses kehidupan tanaman (sintesis (anabolisme), gerak, dan Pertumbuhan) yang di bantu oleh enzim-enzim pernafasan
- Respirasi adalah suatu proses reaksi katabolisme dengan memecah molekul- molekul gula jadi molekul anorganik berwujud karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O).
- Reaksi respirasi sbb:



RESPIRASI

- Respirasi terdiri atas substrat (senyawa organik) yang dioksidasikan dalam prosesnya.
- **Substrat respirasi** antara lain: Karbohidrat, Macam gula (glukosa, fruktosa, dan sukrosa), Pati, Lipid, Asam organik dan Protein (pada spesies tertentu)
- Bagian tumbuhan paling aktif melakukan respirasi yaitu: Kuncup bunga, Tunas, Biji yang mulai tumbuh, Ujung batang dan Ujung akar

RESPIRASI

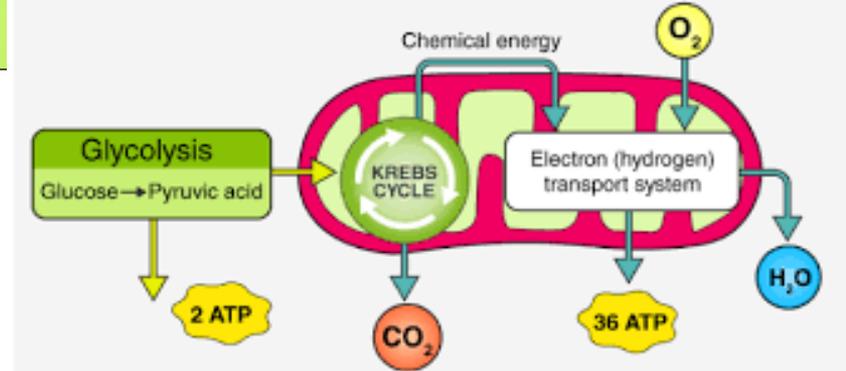
Laju respirasi dipengaruhi beberapa faktor berikut :

1. Suhu
2. Jenis dan Jumlah Substrat
3. Kelembaban
4. Jumlah Oksigen
5. Tipe dan Usia Tumbuhan

Terdapat zat penghambat proses respirasi, yakni :

1. Sianida
2. Fluoride
3. Iodo asetat
4. CO diberikan pada jaringan
5. Eter, aseton, kloroform

RESPIRASI



- Respirasi sebagai proses simpanan energi yang dilepas dan sebagai sumber energi lewat proses kimia menggunakan oksigen.
- Proses respirasi akan mengeluarkan energi kimia ATP untuk penggerak respirasi.
- Respirasi terdiri atas rangkaian komponen-komponen reaksi dengan masing-masing dikatalisasi enzim berbeda-beda.

Respirasi di bantu oleh enzim pernafasan (terdapat di dalam mitokondria), yaitu :

1. *Transposporilase* → mengoper H_3PO_4 dari satu molekul ke molekul lainnya. Dlm proses di bantu ion Mg^{2+} .

2. *Desmolase* → membantu pemindahan / pengguabungan ikatan2 karbon, spt *aldolase* dlm pemecahan fruktosa menjadi gliseraldehid dan dihidroksiaseton

3. *Karboksilase* → perubahan asam organik secara bolak balik & dibantu oleh ion-ion Mg^{2+} ,
Spt:

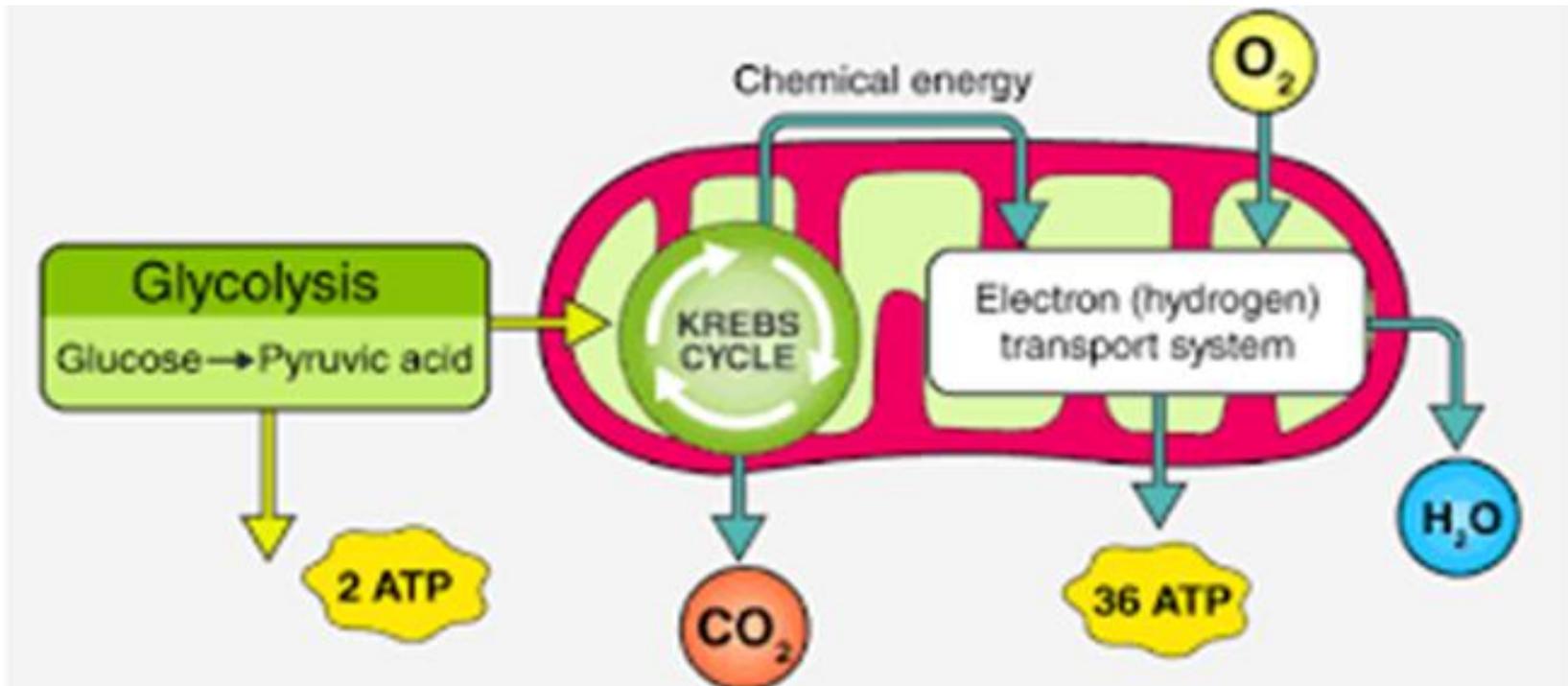
Asam piruvat → asetaldehida

asam oksalosuksinat → asam-alpha-ketoglutarat

4. **Hidrase** → menambah atau mengurangi air dari suatu senyawa dgn tidak mengurai senyawa tersebut. Enzim2 yg termasuk golongan Hidrase : *Enolase, Fumarase, Akonitase*
5. **Dehidrogenasi** → Pemindahan hidrogen dari satu zat ke zat yg lain
6. **Oksidase** → mempergiat penggabungan O_2 pd dgn suatu substrat sekaligus mereduksi O_2 sehingga menghasilkan H_2O
7. **Peroksidase** → Mengoksidasi senyawa2 fenolat. O_2 yg digunakan diambil dari H_2O_2
8. **Katalase** → Mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen

Reaksi pembongkaran glukosa sampai menjadi $H_2O + CO_2 + \text{Energi}$, **melalui tiga tahap** :

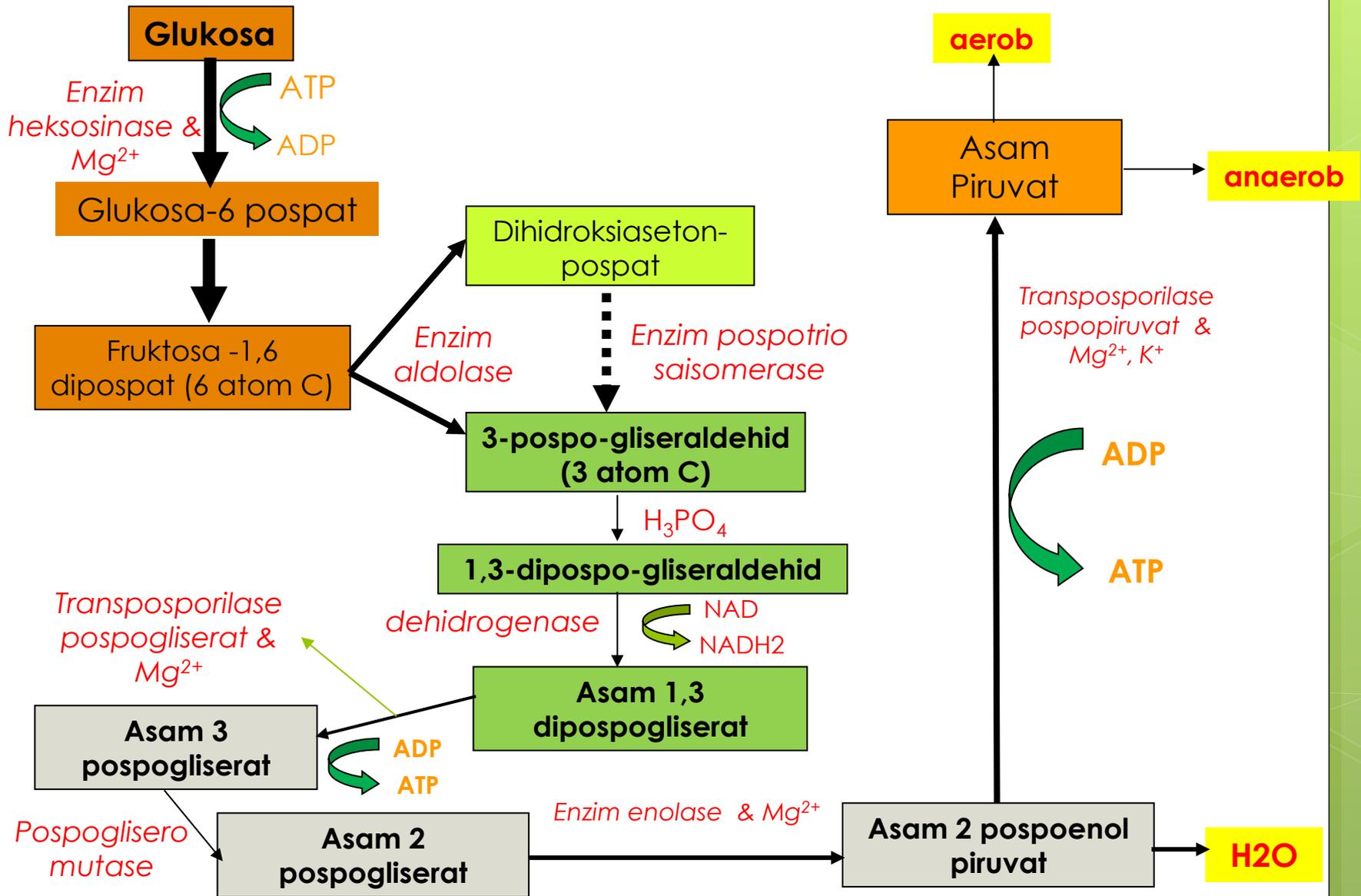
1. Glikolisis → Dekarboksilasi oksidatif
2. Daur Krebs
3. Transpor elektron respirasi.



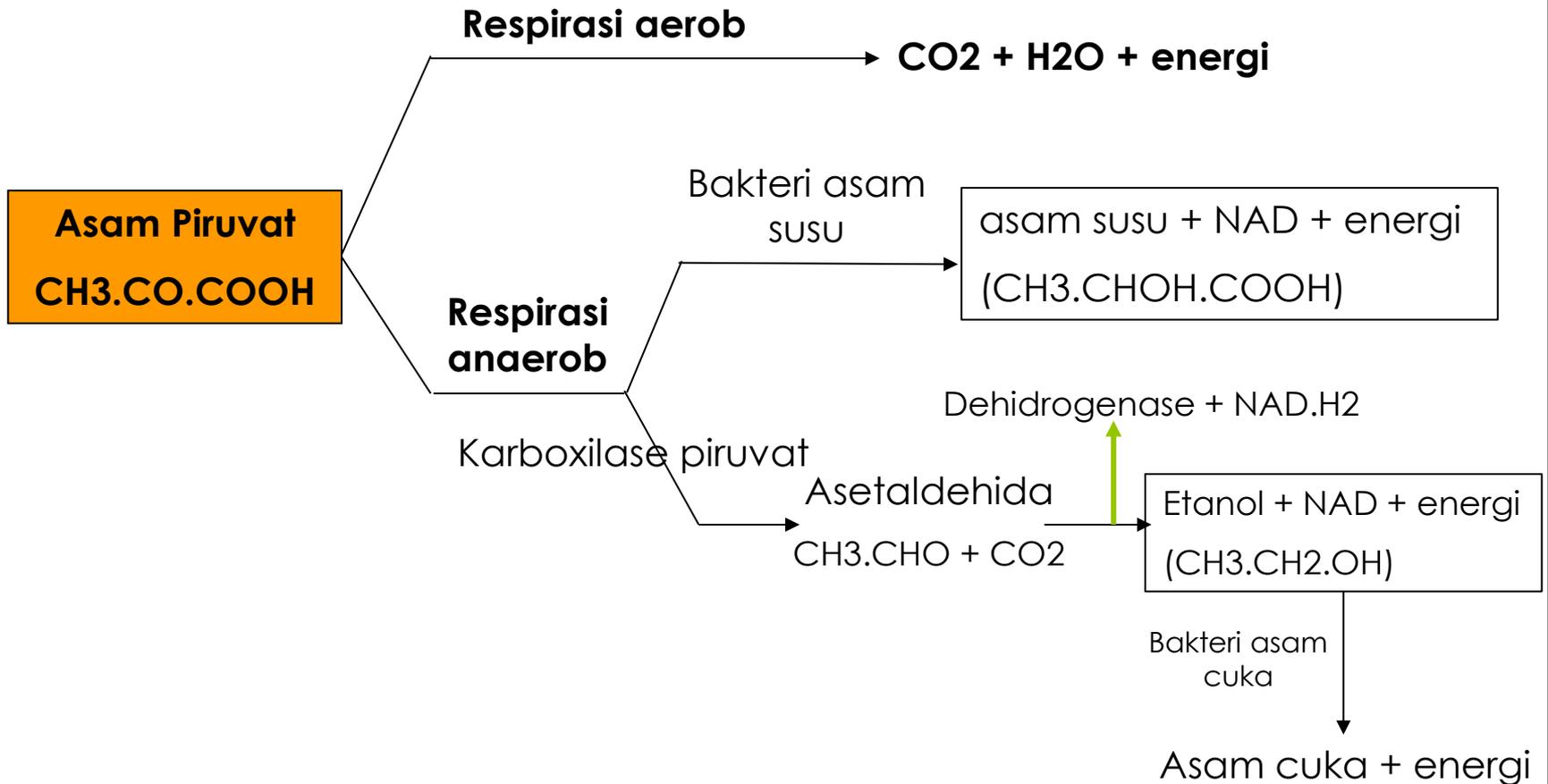
1. Glikolisis

- perubahan glukosa memecah menjadi dua asam piruvat (ber atom C3) yang terjadi di sitosol
- Sifat2 Peristiwa glikolisis :
 - Dapat berlangsung dalam keadaan aerob & anaerob
 - Adanya kegiatan enzim-enzim, ATP & ADP
 - Peranan ATP & ADP adalah mentransfer pospat dari satu molekl ke molekul yg lain
- Jadi hasil dari glikolisis :
 - molekul asam piruvat.
 - molekul NADH yang berfungsi sebagai sumber elektron berenergi tinggi.
 - molekul ATP untuk setiap molekul glukosa.

Reaksi Glikolisis



Asam Piruvat dalam respirasi anaerob



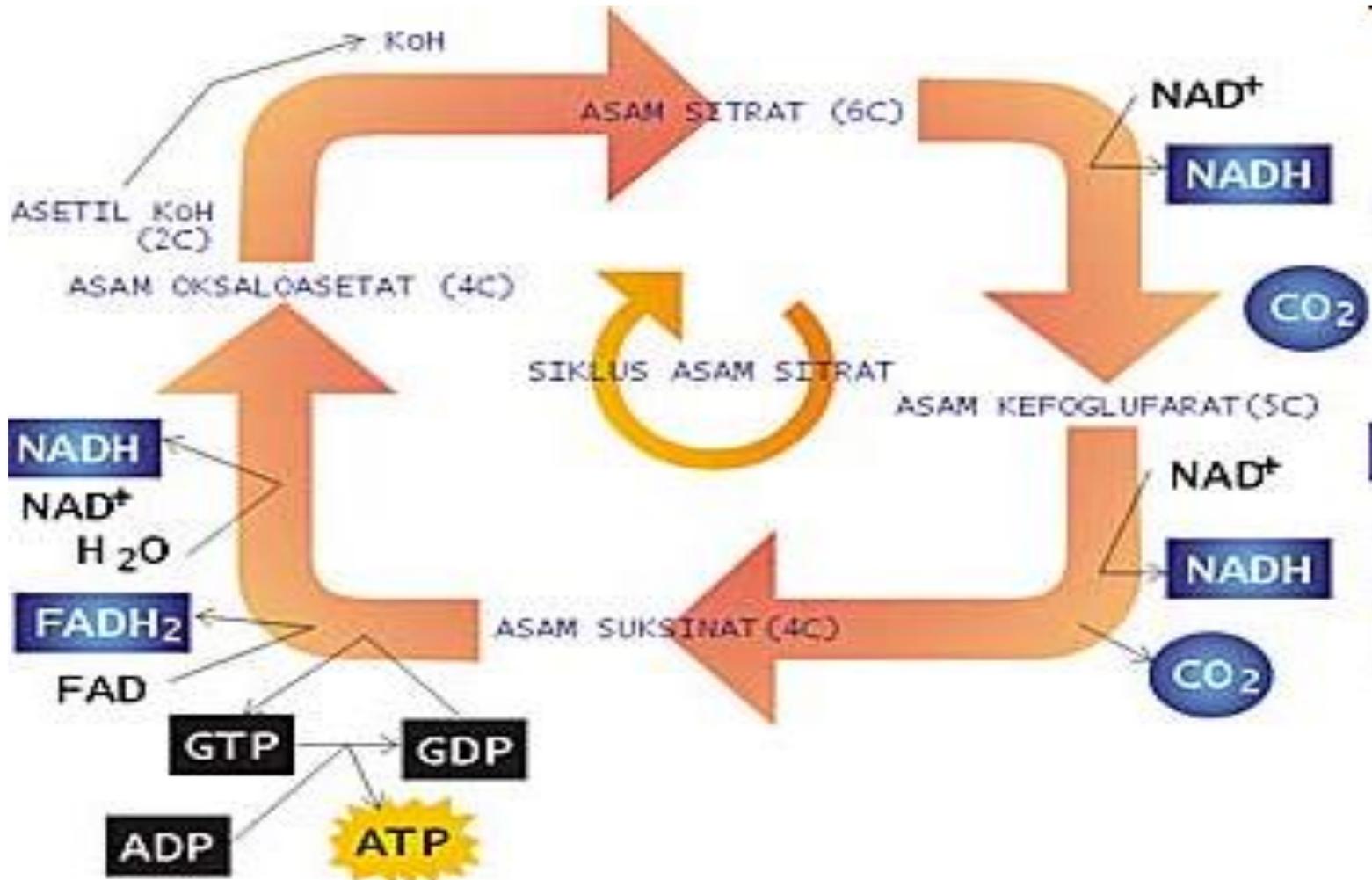
Dekarboksilasi Oksidatif

- Mengubah asam piruvat jadi asetil KoA dan melepaskan CO₂ yang terjadi di sitosol.
- Selain Asetil KoA juga ada NADH.
- Asetil KoA memproses siklus asam sitrat sementara NADH sebagai transpor elektron

2. Daur Krebs

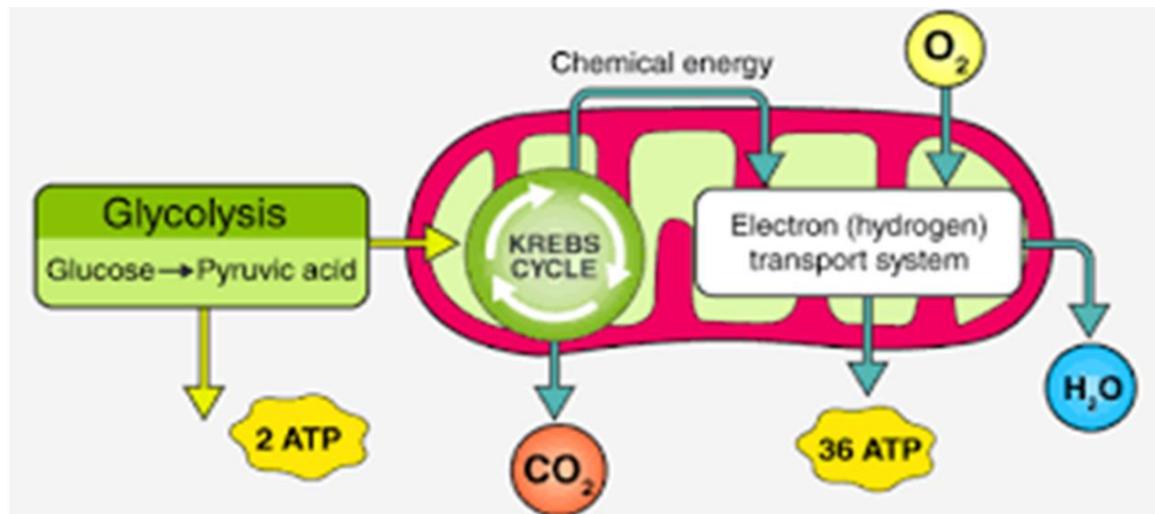
- Siklus krebs (daur krebs/daur asam sitrat/ daur trikarboksilat) adalah pembongkaran asam piruvat dengan aerob menjadi CO₂ dan H₂O dan energi kimia yang terjadi dalam matriks membran mitokondria.
- Senyawa yang dihasilkan molekul ATP sebagai energi, lalu satu molekul FADH dan ketiga molekul NADH sebagai transpor elektron serta 2 molekul karbondioksida.

Siklus kreb



3. Transport Elektron

- Transfer elektron adalah rangkaian reaksi dengan melibatkan pembawa electron yang terjadi di membran mitokondria.
- Reaksi ini dibantu enzim enzim misalnya sitokrom, quinon, piridoksin, serta flavoprotein. Reaksi transfer ini yang menghasilkan H₂O.





Senyawa Kimia yang Dihasilkan Tumbuhan

Metabolisme

- Proses pada organisme yang melibatkan enzim dan reaksi kimia tertentu untuk memperoleh energi dari ATP
- Metabolisme merupakan modifikasi senyawa kimia secara biokimia di dalam organisme dan sel.
- **Metabolit** adalah hasil dari metabolisme, ada 2 jenis:
 1. **Metabolit primer** merupakan proses yang esensial bagi kehidupan tumbuhan (ex: respirasi dan fotosintesis)
 2. **Metabolit sekunder** merupakan proses yang tidak esensial bagi kehidupan organisme. Proses ini terjadi pada saat sel dalam tahap diferensiasi menjadi sel yang lebih terspesialisasi (fase stasioner)

Metabolit Primer

- Metabolit primer adalah metabolit yang dihasilkan dari **proses metabolisme primer**.
- Metabolit primer : hasil metabolisme yang digunakan untuk kelangsungan hidup (proses tumbuh), contoh : asam amino, asetil CoA, gula – gula, nuklelotida, asam sitrat, lipid, protein, dan karbohidrat
- Merupakan molekul dengan BM tinggi, struktur sama utk setiap organisme, dan digunakan sbg penghasil energi/ kelangsungan hidup organism

Metabolit Sekunder

- Setiap jenis senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi yang berbeda.
- Senyawa ini tidak berperan penting untuk kelangsungan hidup tanaman, tetapi memberi beberapa keuntungan
- Berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tanaman
- Senyawa metabolit sekunder tertentu dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antioksidan atau bahan baku obat

Metabolit Sekunder

- Merupakan golongan senyawa dengan struktur bervariasi dan khas untuk setiap organisme, BM relatif kecil, ditemukan dalam jumlah minor, berfungsi untuk pertahanan diri organisme, melawan penyakit, pertumbuhan, atau hormone
- Metabolit ini distribusinya terbatas dan hanya ditemui pada organisme/kelompok yang spesifik.
- Metabolit sekunder : hasil metabolisme yang tidak digunakan untuk proses pertumbuhan
- Secara sederhana dibagi atas 3 golongan besar, yaitu fenolik, senyawa bernitrogen, dan terpenoid

Metabolit Sekunder

- Metabolit sekunder merupakan suatu bentuk untuk survival/pertahanan diri
- Tanaman tidak dapat berpindah tempat. Misal tanaman pada lahan yang tercemar, agar tetap survive maka akan membentuk metabolit sekunder
- Ex: Tembakau dapat membentuk asam salisilat sebagai antibodi. Bila tembakau terkena virus maka produksi asam salisilat akan tinggi dan dalam tembakau dapat melakukan proses metilasi pada as. salisilat menjadi metil salisilat.

Metabolit Sekunder

- Metabolit sekunder bagi tanaman sebenarnya juga toksik. Cara antisipasi?
- Akan dibentuk glukosida
- Metabolit sekunder toksik → glukosida (larut air)
- Sehingga ketoksikan berkurang dan dapat ditransport ke vakuola (bila mengekstraksi tanaman akan diperoleh banyak glikosida)

Keragaman struktur metabolit sekunder

Atas dasar struktur kimia:

- ✓ Senyawa fenolik; asam lemak, flavonoid, antrakuinon
- ✓ Terpenoid
- ✓ Alkaloid

Atas dasar jalur biosintesis:

- ✓ Jalur asam asetat
- ✓ Jalur asam sikimat
- ✓ Jalur asam amino

Atas dasar sifat sensorik :

Zat pahit, zat manis, zat pedas, zat berasa kelat (sepat)

Faktor Keragaman metabolit sekunder

- Faktor Luar: Letak geografis (iklim, suhu, jenis tanah, lingkungan), m.o patogen, sinar matahari
- Faktor dalam; genetis
- Proses: saat panen, pasca panen

Fungsi Metabolit Sekunder

Dibutuhkan pada konsentrasi rendah selama pertumbuhan.

- Antibiotik - untuk pertahanan wilayah.
- Mikotoksin - melawan serangga pemakan
- Melanin - perlindungan terhadap oleh UV
- Hormon kelamin - menarik pasangan
- Rasa atau bau - menarik serangga untuk penyebaran spora

Isolasi Metabolit Sekunder

Isolasi metabolit sekunder dengan cara **ekstraksi**

	Metabolit Primer	Metabolit Sekunder
Prokariot	<ul style="list-style-type: none">• Dapat langsung di ekstraksi• Menggunakan pelarut semi polar, co: metanol	<ul style="list-style-type: none">• Dapat langsung di ekstraksi• Menggunakan pelarut non-polar, co : n-heksan
Eukariot	<ul style="list-style-type: none">• Perlu dilakukan penghancuran dinding sel terlebih dahulu• Menggunakan pelarut semi polar, co: metanol	<ul style="list-style-type: none">• Perlu dilakukan penghancuran dinding sel terlebih dahulu• Menggunakan pelarut non-polar, co : n-heksan

Isolasi Metabolit Sekunder

- ✓ Senyawa-senyawa metabolit sekunder yang telah berhasil diisolasi, oleh manusia selanjutnya didayagunakan **sebagai bahan obat** seperti :
 - **morfin** sebagai obat nyeri
 - **kuinin** sebagai obat malaria
 - **reserpin** sebagai obat penyakit tekanan darah tinggi
 - **vinkristin serta vinblastin** sebagai obat kanker.
- ✓ Senyawa metabolit sekunder juga didayagunakan oleh manusia untuk menunjang kepentingan industri seperti industri **kosmetik** dan industri pembuatan **pestisida dan insektisida**

Penggunaan Metabolit Sekunder sebagai Bahan Obat

1. Taxol dan Taxoter (derivat Taxol)
 - Senyawa yang diperoleh dari tumbuhan *Taxus brevifolia* yang terdapat di wilayah barat laut Pantai Pasifik, Amerika Serikat. Saat ini banyak digunakan untuk pengobatan berbagai jenis kanker

Penggunaan Metabolit Sekunder sebagai Bahan Obat

2. Artemisinin

- Berasal dari tumbuhan *Artemisia annua* yang berasal dari Cina, selama lebih dari 2000 tahun telah digunakan oleh penduduk setempat dan di Asia sebagai obat panas. Artemisinin digunakan sebagai obat malaria yang ampuh membunuh parasit *Plasmodium falciparum* yang resisten terhadap kuinin

Penggunaan Metabolit Sekunder sebagai Bahan Obat

3. Vimblastin & Vinkristin

- Beberapa alkaloid yang ditemukan dari tumbuhan *Catharanthus roseus* (Tapak dara) sebagai obat kanker,

Penggunaan Metabolit Sekunder sebagai Bahan Obat

4. Kuininon

- Alkaloid yang ditemukan pada kulit batang pohon kina (*Chinchoma sp*), yang sudah digunakan ribuan tahun sebagai obat malaria. Kuinin sebagai obat malaria

Penggunaan Metabolit Sekunder sebagai Bahan Obat

5. Erythromycin A

- Metabolit sekunder yang bersifat antibiotik, diisolasi dari bakteri *Saccharopolyspora erythraea*

TERIMA KASIH

Semua cell diwajibkan menggunakan format GENERAL

Jenis Ujian HARUS SAMA dengan JENIS UJIAN yang sudah dibuat di bank soal

Mapel HARUS SAMA dengan MAPEL yang sudah dibuat di bank soal

Kode Soal HARUS SAMA dengan KODE SOAL yang sudah dibuat di bank soal

Gambar Soal Masukan NAMAFILE Gambar yang nanti akan diupload, jika tidak ada maka kosongkan saja (IPA-No5.jpg atau .png)

Gambar Opsi A, B, C, D, E Masukan NAMA Gambar yang nanti akan diupload, jika tidak ada maka kosongkan saja

Kunci Pastikan menggunakan HURUF KAPITAL, kecuali Menjodohkan Soal

Kunci untuk Type Soal Benar Salah Input **T=Benar**, dan **F=Salah**

Status Soal Pastikan input **1** untuk **Pilihan Ganda**, **2** untuk **Uraian**, **3** untuk **Benar Salah**, **4** untuk **PG Kompleks**, dan **5** untuk **Menjodohkan Soal**

Jenis Ujian	Mapel	Kode Soal	Nomer Soal	Soal / Pertanyaan	Gambar Soal
UAS	Botani Farmasi	FARF403	1	Farmasi Botani merupakan cabang ilmu farmasi yang mempelajari?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	2	Dalam perkembangan pengetahuan tentang organela sel, Siapakah yang pertama kali memperkenalkan nukleus (inti sel)?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	3	Berikut ini merupakan bagian-bagian dari sel yang hanya ditemukan pada sel tumbuhan, yaitu.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	4	Berikut ini merupakan fungsi sitoskeleton dalam sel, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	5	Berikut ini merupakan fungsi dari Nukleus (inti sel), kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	6	Pernyataan terkait nama organela sel dan fungsinya adalah benar, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	7	Pernyataan tentang zat ergastik dan tempat penyimpanannya berikut ini adalah benar, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	8	Organel yang bertanggung jawab untuk fotosintesis dalam sel tumbuhan adalah:	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	9	Apa fungsi vakuola pada sel tumbuhan?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	10	Organel sel tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan pigmen adalah:	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	11	Manakah dari berikut ini yang merupakan bagian dari dinding sel tumbuhan?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	12	Proses pertukaran gas pada sel tumbuhan terutama terjadi di:	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	13	Apakah yang dimaksud sebagai jaringan.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	14	Berikut ini adalah ciri-ciri jaringan meristem/embrional, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	15	Jaringan meristem lateral terapat pada	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	16	Berikut ini merupakan ciri-ciri/karakteristik dari jaringan meristem primer, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	17	Jaringan yang telah mengalami diferensiasi dan spesialisasi disebut.....	

opsi A	opsi B	opsi C
Kehidupan tumbuh-tumbuhan dan manfaatnya sebagai bahan obat	Kehidupan hewan dan manfaatnya sebagai bahan obat	Kehidupan tumbuh-tumbuhan serta kultivasinya menghasilkan panen optimum
Robert Hook	Robert Brown	Robert Davis Chaniago
Nukleus	Kloroplas	Mitokondria
Menjaga bentuk sel (binatang) dengan desain arsitekturalnya dan sebagai tempat berlabuh bagi organela di dalam sitosol.	Bertanggung jawab dalam motilitas di dalam sel, seperti kontraksi otot dan siklosis, pergerakan internal dari sitoplasma.	Bertanggung jawab untuk pergerakan sel dan pergerakan eksternal.
Mengontrol aktivitas seluler melalui ekspresi gen	Menyimpan informasi genetik dalam bentuk DNA	Mengatur pembelahan sel
Mitokondria --> "Power house" of the cell	Ribosom --> "Protein factories" of cell	Badan Golgi --> Transport out of cell
Kristal kalsium oksalat disimpan dalam vakuola	Amiloplas menyimpan cadangan pati	Minyak esensial disimpan dalam ruang antar sel atau saluran khusus.
Mitokondria	Kloroplas	Nukleus
Menghasilkan energi	Menyimpan cadangan makanan, air, dan zat sisa	Mengontrol aktivitas sel
Plastida	Nukleolus	Ribosom
Fosfolipid	Lignin	Peptidoglikan
Kloroplas	Stomata	Vakuola
Sekumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama	Sekumpulan organ yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama	Sekumpulan sistem organ dengan fungsi tertentu
Sel-selnya selalu membelah	Bentuk dan ukuran sel sama	Kaya protoplasma
Ujung akar	Ujung batang	Kambium
Kelanjutan dari perkembangan dan pertumbuhan embrio.	Terdapat di ujung batang dan akar	Meristem primer akan menyebabkan pertumbuhan primer
Jaringan permanen	Jaringan embrional	Jaringan meristem apikal



opsi D	opsi E	gbr opsi A	gbr opsi B	gbr opsi C	gbr opsi D	gbr opsi E	Kunci	status soal
Bahan obat yang berasal dari alam	Penanganan pasca panen tanaman obat sebagai sediaan farmasi						A	1
Albert Einstein	Stamford Raffles						B	1
Retikulum Endoplasma	Sitoplasma						B	1
Berperan dalam pembelahan sel.	Tempat menghasilkan energi melalui proses metabolisme aerob						E	1
Sintesis RNA untuk proses translasi	Menghasilkan energi untuk aktivitas sel						E	1
Retikulum Endoplasma --> Synthetis and transport	Vakuola --> DNA trancription						E	1
Tannin biasanya ditemukan dalam mitokondria	Protein cadangan disimpan dalam aleuron atau vakuola khusus.						D	1
Peroksisom	Aparatus Golgi						B	1
Mengangkut protein	Melakukan sintesis lipid						B	
Mitokondria	Diktiosom						A	1
Hemoglobin	Asam lemak						B	1
Nukleus	Dinding sel						B	1
Sekumpulan individu dalam sebuah ekosistem	Sekumpulan inti sel yang berfungsi sebagai transkripsi DNA						A	1
Dinding sel tipis	Isi sel mengandung kristal dan cadangan makanan						E	1
Pangkal ruas batang jaringan dewasa	Embrio						C	1
Berasal langsung dari sel-sel embrional.	Telah mengalami diferensiasi.						E	1
Jaringan meristem lateral	Jaringan meristem interkalar						A	1

UAS	Botani Farmasi	FARF403	18	Berikut ini merupakan ciri-ciri / karakteristik dari jaringan parenkim, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	19	Berikut ini merupakan jenis-jenis jaringan parenkim berdasarkan bentuk dan fungsinya, kecuali.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	20	Katabolisme merupakan reaksi yang bertujuan membongkar atau menguraikan suatu molekul. Berikut ini tergolong reaksi katabolisme, kecuali.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	21	Contoh reaksi katabolisme yang tidak membutuhkan Oksigen adalah.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	22	Secara sederhana reaksi pada proses respirasi mengubah 1 molekul oksigen dan 1 molekul glukosa menjadi.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	23	Hal-hal berikut ini terjadi pada proses glikolisis, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	24	Berikut adalah fakta terkait Siklus Krebs, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	25	Berikut ini merupakan enzim yang terlibat dalam siklus Krebs, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	26	Berikut ini terjadi dalam proses transport elektron, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	27	Berikut ini merupakan hal-hal yang terjadi pada reaksi fotosintesis, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	28	Berikut ini adalah karakteristik klorofil, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	29	Hasil akhir dari reaksi terang fotosintesis adalah.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	30	Pernyataan terkait dengan reaksi gelap fotosintesis di bawah ini adalah benar, kecuali.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	31	Berikut ini merupakan faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	32	Pernyataan terkait fotolisis berikut ini adalah benar, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	33	Dalam metabolisme karbohidrat, fenomena berikut ini terjadi jika gula darah mengalami peningkatan, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	34	Dalam proses respirasi, berikut ini merupakan zat yang menghambat proses respirasi, kecuali.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	35	Enzim-enzim berikut ini berperan dalam proses respirasi, kecuali	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	36	Dalam proses glikolisis, substansi apakah dirubah menjadi glukosa-6 pospat.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	37	Hasil akhir dari proses glikolisis yang akan menjadi input pada siklus kreb adalah.....	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	38	Siklus Krebs dan transpor elektron terjadi dalam organela sel yang disebut.....	

Sel berbentuk lingkaran	Terdapat banyak vakuola.	Berdinding sel tipis.
Jaringan epidermis	Jaringan Kolenkim	Berkas pembuluh
Glikolisis	Siklus Kreb	Transport elektron
Glikolisis	Fotosintesis	Fermentasi alkohol
6 molekul air, 6 molekul karbondioksida, dan 36 ATP	8 molekul air, 6 molekul karbondioksida, dan 36 ATP	8 molekul air, 8 molekul karbondioksida, dan 36 ATP
Penguraian satu molekul glukosa menjadi asam piruvat, NADH dan ATP.	Berlangsung di mitokondria.	Melibatkan enzim aldolase
Diambil dari nama Hans Krebs.	Siklus ini juga biasa disebut siklus asam sitrat.	Berlangsung didalam sitoplasma.
Sitrat sintase	Akonitase	Isositrat dehidrogenase
Terjadi di bagian membran dalam badan golgi	O ₂ berperan sebagai penerima elektron yang terakhir.	O ₂ akan menerima (H ⁺) menjadi H ₂ O.
Membutuhkan cahaya dan klorofil.	Menghasilkan glukosa dan oksigen.	Membutuhkan air.
Dapat menerima sinar dan mengembalikan dalam gelombang yang berlainan.	Menyerap sinar "merah" dan "kuning".	Tidak larut dalam air.
H ₂ O + NADP+ ADP +Pi --> ½O ₂ + NADPH ₂ + ATP	CO ₂ + NADPH ₂ + ATP --> Glukosa + NADP+ + ADP + Pi	H ₂ O + NADP+ ADP +Pi --> ½O ₂ + NADPH ₂ + 38ATP
Merupakan reaksi yang berlangsung tidak memerlukan cahaya matahari.	Pada tahap ini berlangsung fiksasi CO ₂ , yang selanjutnya akan diubah menjadi karbohidrat.	Reaksi gelap berlangsung pada STROMA kloroplas.
Intensitas cahaya	Konsentrasi karbondioksida	Konsentrasi karbonmonoksida
Merupakan salah satu tahapan dalam proses fotosintesis.	Pada peristiwa fotolisis ini terjadi pemecahan senyawa kimia berupa air (H ₂ O) dengan bantuan sinar matahari atau foton.	Menghasilkan energi sebesar 450 kal
A. Glikolisis	B. Glikogenesis	C. Heksosa monofosfat shunt
A. Sianida	B. Fluoride	C. Iodo asetat
A. Transposporilase	B. Desmolase	C. Tripsin
A. Glukosa	B. Fruktosa	C. Maltosa
A. Glukosa	B. Fruktosa	C. Asam piruvat
A. Badan Golgi	B. Kloroplas	C. Mitokondria

Ukuran sel besar dan hidup.	Banyak terdapat ruang diantara sel.								1
Xylem	Jaringan lateral							E	1
Fermentasi asam laktat	Sintesis lemak							E	1
Komosisesis	Sistesis protein							C	1
4 molekul air, 4 molekul karbondioksida, dan 32 ATP	4 molekul air, 6 molekul karbondioksida, dan 32 ATP							A	1
Glukosa diubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh enzim hexokinase	Glukosa 6-fosfat akan diubah menjadi fruktosa 6-fosfat yang dikatalisis oleh enzim fosfohexosa isomerase							B	1
Mengubah Asam Piruvat menjadi NADH, FADH ₂ , ATP serta membentuk kembali oksaloasetat.	Dihasilkan 1 FADH ₂ dan 4 NADH.							C	1
Alfa amylase	Ketoglutaratdehidrogenase							D	1
ATP yang dihasilkan 34 ATP.	Elektron dan H ⁺ dari NADH dan FADH ₂ dibawa dari substrat satu ke substrat yang lain.							A	1
Membutuhkan karbondioksida.	Menghasilkan asam lemak.							E	1
Larut dalam pelarut Organik.	Pemisahan Krorofil dengan pigmen lain dapat dilakukan dengan "kromatografi".							B	1
2H ₂ O + NADP ⁺ + ADP + Pi --> ½O ₂ + 4NADPH ₂ + ATP	CO ₂ + NADPH ₂ + ATP --> 4Glukosa + NADP ⁺ + ADP + Pi							A	1
Merupakan suatu siklus yang sangat panjang, yang dikenal dengan DAUR CALVIN.	Menghasilkan karbondioksida dan energi							E	1
Suhu	Kadar air							C	1
Hasil dari reaksi fotolisis berupa ion hidrogen dan oksigen.	Tempat terjadinya reaksi fotolisis ini yaitu di klorofil bagian grana atau tilakoid							C	1
D. Oksidasi piruvat	E. Pemecahan trigliserida menjadi asam lemak							E	1
D. Oksigen	E. Eter, aseton, dan chloroform							D	1
D. Karboksilase	E. Katalase							C	1
D. Sukrosa	E. Asam Piruvat							A	1
D. Asam-2 Pospoenol Piruvat	E. Glukosa-6 pospat							C	1
D. Retikulum endoplasma	E. Sitoplasma							C	1

UAS	Botani Farmasi	FARF403	39	Pernyaaan terkait dengan metabolit primer berikut ini adalah benar, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	40	Pernyataan terakit dengan metabolit sekunder di bawah ini adalah benar, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	41	Berikut ini merupakan faktor yang mempengaruhi keragaman metabolit sekunder, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	42	Berikut ini adalah contoh metabolit sekunder, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	43	Berdasarkan sifat sensorinya, berikut ini merupakan sifat metabolit sekuder, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	44	Berikut ini merupakan fungsi metabolit sekunder, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	45	Berikut ini merupakan contoh metabolit sekunder yang telah berhasil diisolasi dan mempunyai khasiat kesehatan, kecuali
UAS	Botani Farmasi	FARF403	46	Jaringan yang berfungsi sebagai pelindung organ tumbuhan dari kehilangan air adalah...
UAS	Botani Farmasi	FARF403	47	Xilem pada tumbuhan memiliki fungsi utama untuk...
UAS	Botani Farmasi	FARF403	48	Jaringan tumbuhan yang berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke seluruh bagian tumbuhan disebut?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	49	Jaringan yang bertugas melindungi bagian luar tumbuhan adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	50	Jaringan tumbuhan yang memiliki kemampuan membelah diri secara aktif adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	51	Jaringan penguat yang dinding selnya tebal dan mengandung lignin disebut?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	52	Jaringan dasar yang mengisi sebagian besar tubuh tumbuhan dan berfungsi dalam fotosintesis disebut?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	53	Proses yang mengubah glukosa menjadi energi dalam bentuk ATP disebut?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	54	Molekul yang menjadi sumber energi utama dalam metabolisme sel adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	55	Dalam siklus Krebs, karbon dioksida dilepaskan sebagai hasil dari pemecahan?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	56	Tempat berlangsungnya reaksi terang fotosintesis adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	57	Senyawa yang berperan sebagai akseptor elektron terakhir dalam respirasi aerob adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	58	Proses fotosintesis pada tumbuhan terjadi di organel sel apa?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	59	Pigmen utama yang berperan dalam proses fotosintesis adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	60	Reaksi terang fotosintesis terjadi di bagian?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	61	Gas yang diperlukan dalam reaksi gelap fotosintesis adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	62	Produk utama dari reaksi gelap (siklus Calvin) adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	63	Fotolisis air dalam reaksi terang fotosintesis menghasilkan oksigen dan?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	64	Produk sampingan dari fotolisis air yang dilepaskan ke atmosfer adalah?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	65	Proses pengubahan glukosa menjadi dua molekul asam piruvat dalam metabolisme karbohidrat disebut?
UAS	Botani Farmasi	FARF403	66	Molekul energi yang dihasilkan selama glikolisis adalah?

A. Metabolit primer adalah metabolit yang dihasilkan dari proses metabolisme primer.	B. Hasil metabolisme yang digunakan untuk kelangsungan hidup (proses tumbuh)	C. Merupakan molekul dengan BM tinggi, struktur sama utk setiap organisme, dan digunakan sbg penghasil energi/ kelangsungan hidup organism.
A. Senyawa ini tidak berperan penting untuk kelangsungan hidup tanaman, tetapi memberi beberapa keuntungan.	B. Sangat dibutuhkan pertumbuhan dan perkembangan.	C. Berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tanaman.
A. Genetis	B. Geografis	C. Pasca panen
A. Terpenoid	B. Alkaloid	C. Flavonoid
A. Zat pahit	B. Zat umami	C. Zat manis
A. Antibiotik	B. Mikotoksin	C. Melanin
A. Taxol dan Taxoter	B. Artemisinin	C. Vimblastin & Vinkristin
Epidermis	Floem	Parenkim
Mengangkut air dan mineral	Mengangkut hasil fotosintesis	Melindungi jaringan dalam
Epidermis	Parenkim	Xilem
Xilem	Floem	Epidermis
Kolenkim	Sklerenkim	Parenkim
Xilem	Sklerenkim	Kolenkim
Parenkim	Kolenkim	Xilem
Fotosintesis	Glikolisis	Transpirasi
Glukosa	Lipid	Protein
Asam piruvat	Asam sitrat	Asam oksaloasetat
Stroma	Membran tilakoid	Sitoplasma
NAD+	Oksigen	Glukosa
Mitokondria	Nukleus	Kloroplas
Xantofil	Karoten	Klorofil
Stroma	Membran tilakoid	Matriks mitokondria
Oksigen	Karbon dioksida	Hidrogen
Glukosa	ATP	NADPH
ATP	Glukosa	NADPH
Oksigen	Karbon dioksida	NADPH
Siklus Krebs	Glikolisis	Fermentasi
NADH	ATP	FADH2

D. Dihasilkan oleh tumbuhan sebagai mekanisme pertahanan hidup.	E. Contoh : asam amino, asetil CoA, gula – gula, nukleotida, asam sitrat, lipid, protein, dan karbohidrat							D	1
D. Senyawa metabolit sekunder tertentu dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antioksidan atau bahan baku obat.	E. Setiap jenis senyawa metabolit sekunder memiliki fungsi yang berbeda.							B	1
D. Panen	E. Bobot molekul							E	1
D. Asam Fenolat	E. Karbohidrat							E	1
D. Zat sepat	D. Zat pedas							B	1
D. Hormon kelamin	E. Protein							E	1
D. Kuininon	E. Protein							E	1
Sklerenkim	Meristem							A	1
Penyimpanan cadangan makanan	Membentuk daun baru							A	1
Floem	Meristem							C	1
Parenkim	Sklerenkim							C	1
Meristem	Floem							D	1
Epidermis	Parenkim							B	1
Sklerenkim	Meristem							A	1
Respirasi Anaerob	Fermentasi							B	1
ATP	NADPH							D	1
Gliseraldehida-3-fosfat	Glukosa							A	1
Mitokondria	Nukleus							B	1
Karbon dioksida	FADH2							B	1
Retikulum Endoplasma	Vakuola							C	1
Antosianin	Flavonoid							C	1
Nukleoplasma	Sitoplasma							B	1
Nitrogen	Metana							B	1
Karbon dioksida	Oksigen							A	1
Karbon dioksida	Asam piruvat							C	1
Glukosa	Proton							A	1
Fosforilasi oksidatif	Siklus Calvin							B	1
NADPH	Karbon dioksida							B	1

UAS	Botani Farmasi	FARF403	67	Jalur metabolisme yang mengubah glukosa menjadi glikogen untuk penyimpanan disebut?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	68	Tempat berlangsungnya siklus Krebs dalam proses respirasi seluler adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	69	Dalam respirasi aerob, molekul oksigen berperan sebagai?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	70	Proses yang menghasilkan ATP terbanyak dalam respirasi seluler adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	71	Produk akhir dari glikolisis adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	72	Respirasi anaerob menghasilkan energi lebih sedikit dibandingkan respirasi aerob karena?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	73	Senyawa kimia yang dihasilkan tumbuhan untuk melindungi diri dari serangan hama disebut?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	74	Contoh senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antibiotik adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	75	Senyawa yang berperan dalam pewarna alami bunga dan buah adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	76	Senyawa kimia yang dihasilkan tumbuhan untuk menarik penyerbuk disebut?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	77	Contoh senyawa fenol yang dihasilkan tumbuhan untuk melindungi diri dari mikroorganisme adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	78	Ilmu yang mempelajari tanaman obat dan kandungan kimianya disebut?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	79	Senyawa aktif yang umum ditemukan dalam kulit kayu kina dan digunakan sebagai obat malaria adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	80	Organ tumbuhan yang paling sering digunakan untuk memperoleh minyak atsiri adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	81	Senyawa metabolit sekunder yang bertindak sebagai antioksidan dan banyak ditemukan dalam buah adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	82	Bagian tumbuhan manakah yang paling umum digunakan untuk ekstraksi senyawa alkaloid?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	83	Teknik yang sering digunakan untuk memisahkan dan mengidentifikasi senyawa aktif tumbuhan adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	84	Contoh senyawa fitokimia dari kelompok terpenoid yang memiliki sifat antikanker adalah?	
UAS	Botani Farmasi	FARF403	85	Nama tumbuhan yang menjadi sumber utama senyawa morfin adalah?	

Glikolisis	Glukoneogenesis	Glikogenesis
Sitoplasma	Mitokondria	Kloroplas
Akseptor elektron terakhir	Donor elektron	Sumber energi
Glikolisis	Siklus Krebs	Fosforilasi oksidatif
Glukosa	Asam piruvat	ATP
Tidak menggunakan oksigen	Menghasilkan lebih banyak CO ₂	Hanya menghasilkan NADPH
Alkaloid	Karbohidrat	Protein
Glukosa	Flavonoid	Asam nukleat
Protein	Alkaloid	Antosianin
Tanin	Terpenoid	Steroid
Lignin	Glukosa	Lipid
Botani	Farmasi	Fitokimia
Alkaloid	Flavonoid	Tanin
Daun	Bunga	Akar
Flavonoid	Terpenoid	Alkaloid
Akar	Daun	Biji
Destilasi	Kromatografi	Spektroskopi
Vinblastin	Kuersetin	Asam salisilat
Catharanthus roseus	Digitalis purpurea	Papaver somniferum

Glikogenolisis	Siklus Krebs						C	1
Nukleus	Ribosom						B	1
Katalisator	Molekul pengangkut energi						A	1
Fermentasi	Dekarboksilasi oksidatif						C	1
Karbon dioksida	NADH						B	1
Tidak melibatkan ATP	Memecah glukosa secara sempurna						A	1
Vitamin	Lipid						A	1
Terpenoid	Tanin						B	1
Lignin	Enzim						C	1
Karbohidrat	Alkaloid						B	1
Vitamin C	Asam nukleat						A	1
Botani Farmasi	Biologi Molekuler						D	1
Terpenoid	Steroid						A	1
Kulit batang	Biji						B	1
Protein	Karbohidrat						A	1
Kulit batang	Semua bagian tumbuhan						E	1
Fermentasi	Filtrasi						B	1
Beta-karoten	Eugenol						D	1
Cinchona officinalis	Artemisia annua						C	1