

BIOLOGI

Nissa Anggastya Fentami, M.Farm, Apt

Metabolisme

Sel



Metabolisme

Metabolisme merupakan totalitas proses kimia di dalam tubuh.

Metabolisme meliputi segala aktivitas hidup yang bertujuan agar sel tersebut mampu untuk tetap bertahan hidup, tumbuh, dan melakukan reproduksi.

Semua sel penyusun tubuh makhluk hidup memerlukan energi agar proses kehidupan dapat berlangsung.

Sel-sel menyimpan energi kimia dalam bentuk makanan kemudian mengubahnya dalam bentuk energi lain pada proses metabolisme.

Fungsi Metabolisme

- Kemampuan sel untuk memperoleh energi & mengubah energi dari lingkungan
- Keseluruhan reaksi kimia dalam sel hidup
- Reaksi kimia disusun/diatur dalam jalur-jalur tertentu
- Mengatur penggunaan materi & energi di dalam sel

Klasifikasi Metabolisme

- **Anabolisme** adalah PEMBENTUKAN molekul-molekul besar dari molekul-molekul kecil. Pada peristiwa anabolisme memerlukan masukan energi.

pembentukan senyawa-senyawa seperti pati, selulosa, lemak, protein dan asam nukleat.

- **Katabolisme** adalah PENGURAIAN molekul-molekul besar menjadi molekul-molekul kecil, dan prosesnya melepaskan energi.

respirasi, yaitu proses oksidasi gula menjadi H_2O dan CO_2

Proses Metabolisme Organisme

```
graph TD; A[Proses Metabolisme Organisme] --> B[Anabolisme]; A --> C[Katabolisme]; B --> D["Sintesis senyawa organik<br/>• Sintesis lemak<br/>• Sintesis protein<br/>• Macam-macam enzim"]; C --> E["Proses respirasi<br/>• Glikolisis<br/>• Daur Krebs<br/>• Fosforilasi oksidatif"];
```

Anabolisme

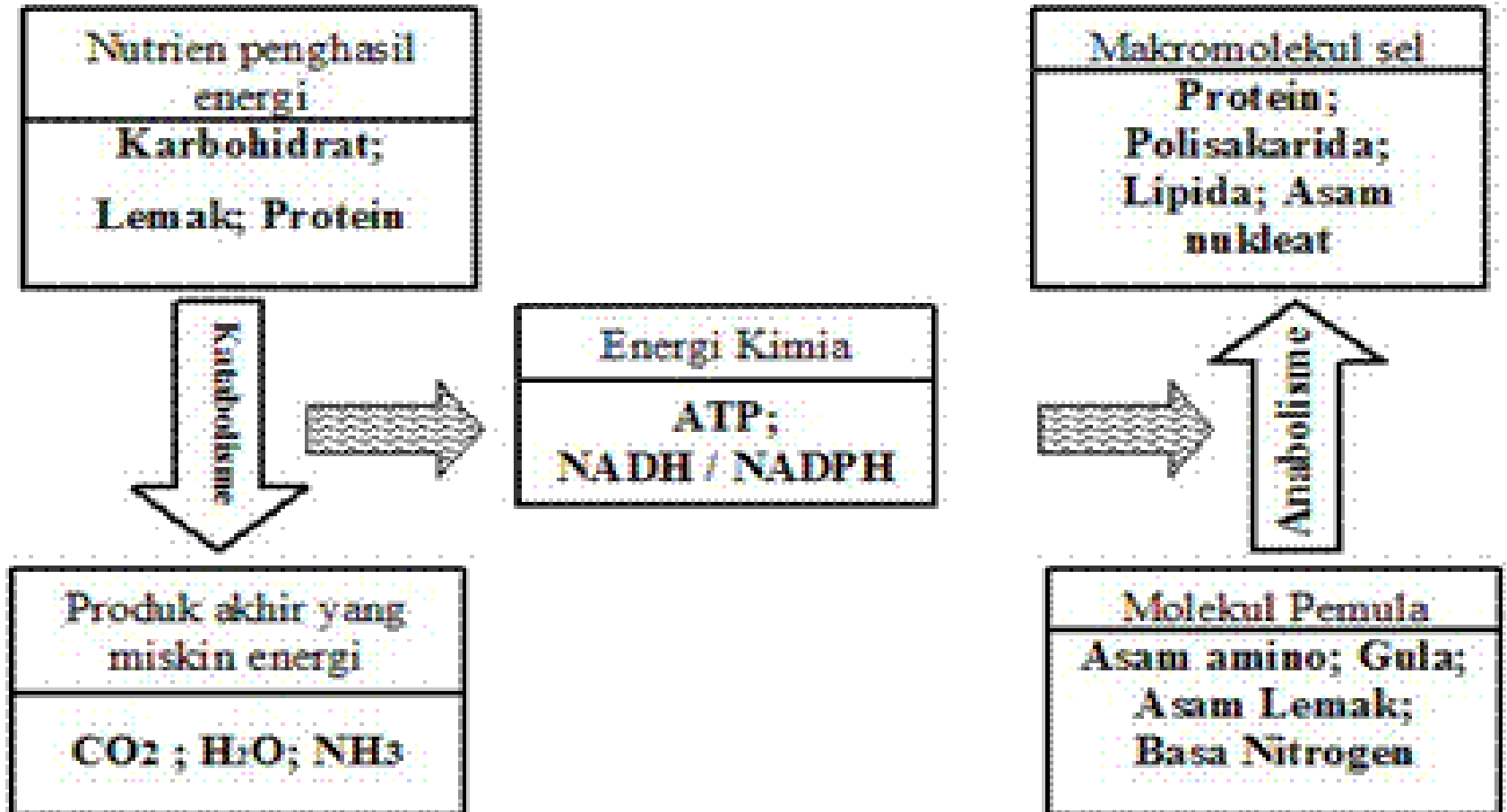
Sintesis senyawa organik

- Sintesis lemak
- Sintesis protein
- Macam-macam enzim

Katabolisme

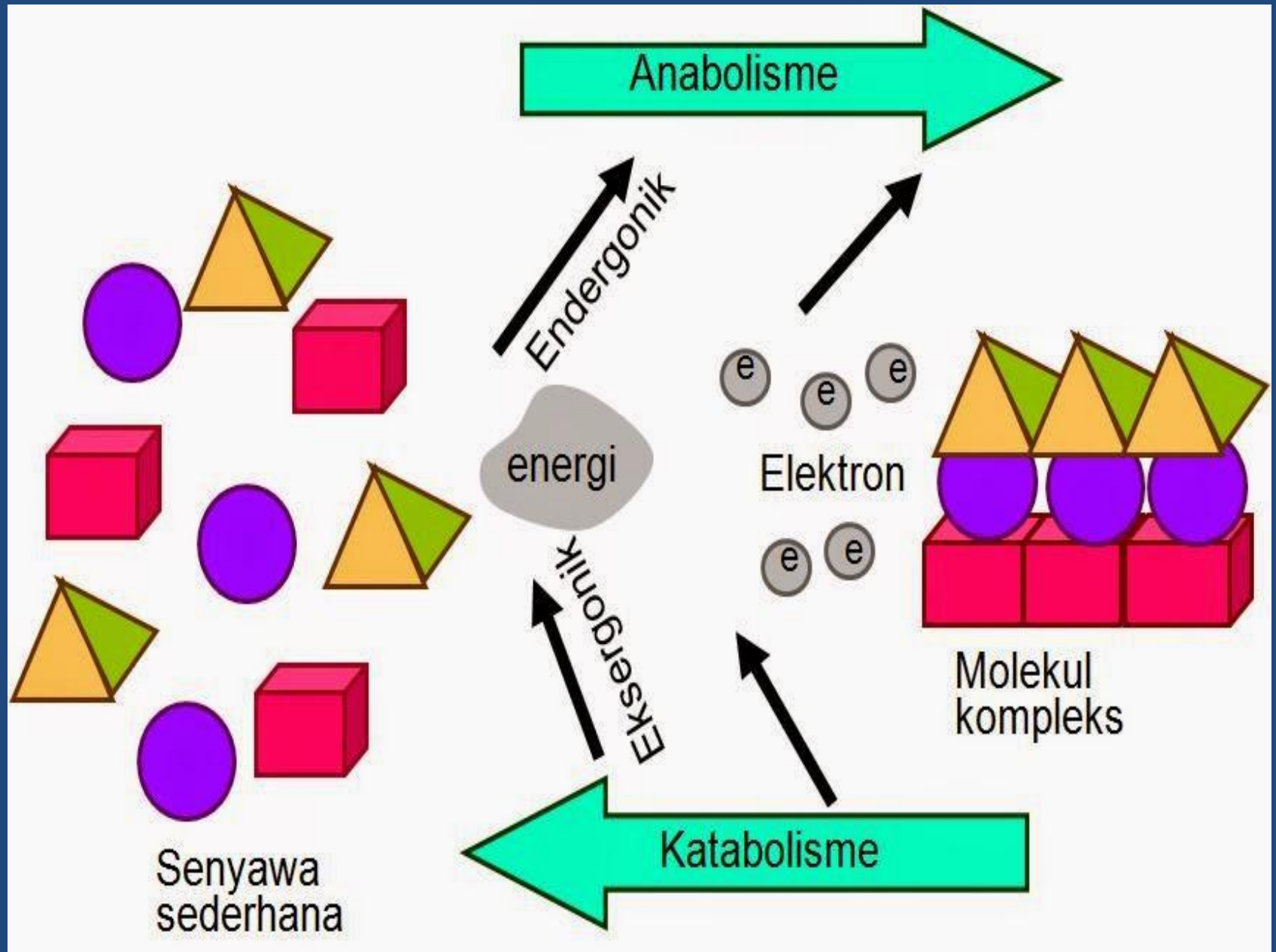
Proses respirasi

- Glikolisis
- Daur Krebs
- Fosforilasi oksidatif



1. Anabolisme

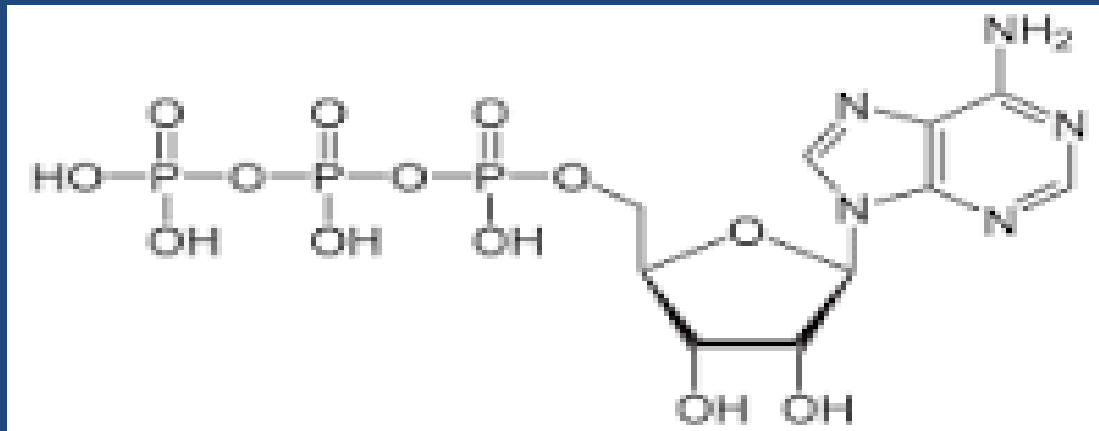
- Proses anabolisme biasanya banyak membutuhkan energi sehingga reaksinya dapat berlangsung cepat dan efisien. Reaksi yang memerlukan energi dalam bentuk panas disebut **reaksi endergonik** atau **reaksi endoterm**.
- Sebaliknya pada proses katabolisme banyak energi dibebaskan ke lingkungan berupa energi panas. Suatu reaksi dimana terjadi pelepasan energi disebut **reaksi eksergonik** atau **reaksi eksoterm**.



Molekul-molekul yang terkait dengan proses metabolisme :

1. ATP

Merupakan molekul berenergi tinggi. Molekul ini merupakan ikatan adenosin yang mengikat tiga gugusan pospat, dengan ikatan yang lemah / labil sehingga mudah melepaskan ikatan pospatnya pada saat mengalami hidrolisis.



Pembuatan ATP

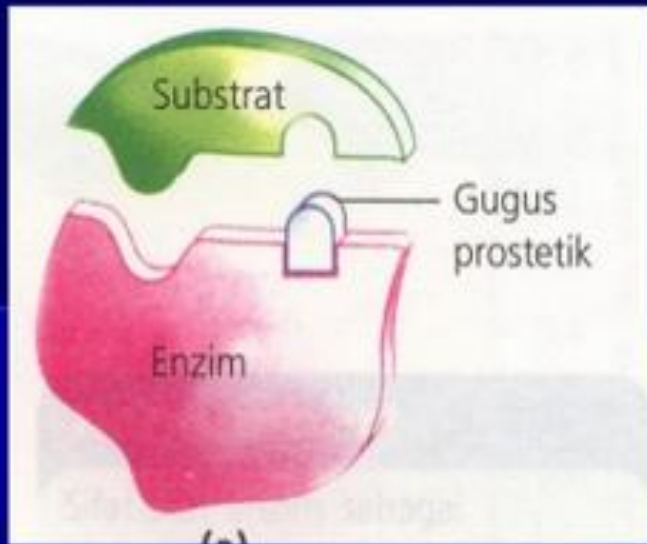
- Pembuatan ATP:
 - Fosforilasi
 - Transfer gugus fosfat dari ATP ke molekul lain:
 - Fosforilasi substrat
 - Fosforilasi oksidatif
 - Pelepasan energi cukup banyak
 - Gugus fosfat → *energy currency*

2. Enzim

→ Enzim adalah biokatalisator organik yang dihasilkan organisme hidup di dalam protoplasma, yang terdiri atas protein atau suatu senyawa yang berikatan dengan protein.

Enzim mempunyai dua fungsi pokok:

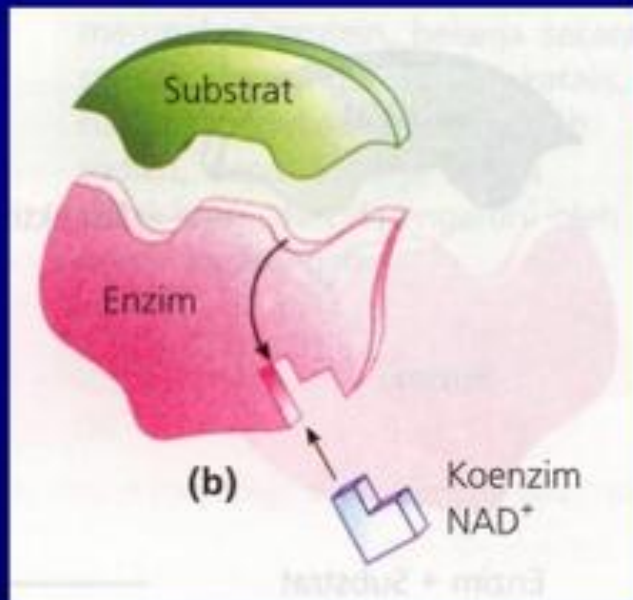
1. Mempercepat atau memperlambat reaksi kimia.
2. Mengatur sejumlah reaksi yang berbeda-beda dalam waktu yang sama.



STRUKTUR ENZIM

PROTEIN

**BUKAN PROTEIN
(GUGUS PROSTETIK)**



GUGUS PROSTETIK

berupa

VITAMIN → KO ENZIM

LOGAM →

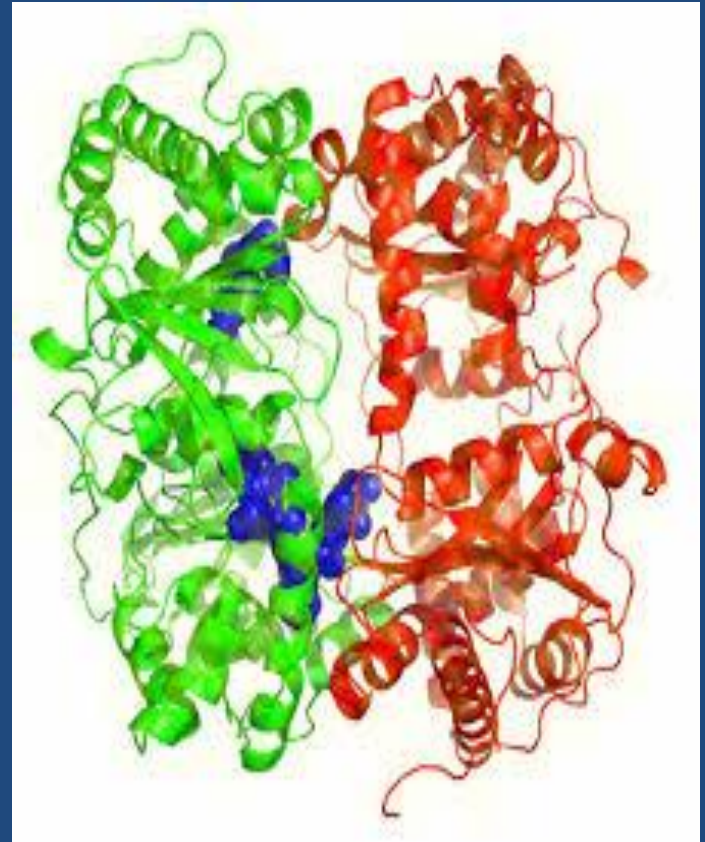
KO FAKTOR

Sifat-sifat enzim

- Enzim adalah protein
- Enzim bekerja secara spesifik/khusus
- Enzim berfungsi sbg katalis → biokatalisator
(mengubah kecepatan rekasi, tidak mengubah hasil akhir atau keseimbangan reaksi)
- Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit
- Enzim dapat bekerja secara bolak balik

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

1. Konsentrasi substrat
2. Suhu
3. Keasaman (PH)
4. Ko faktor
5. Inhibitor

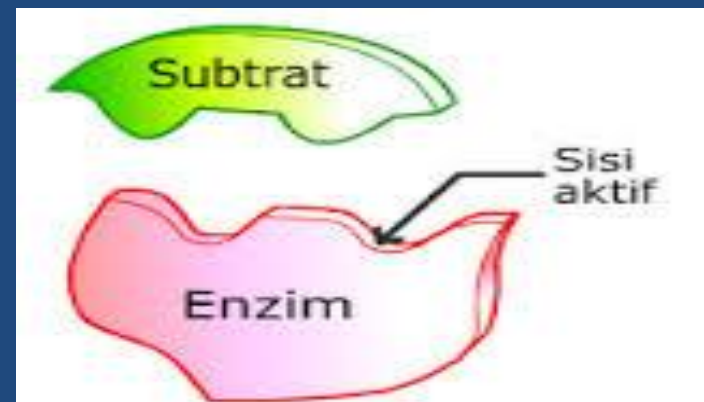


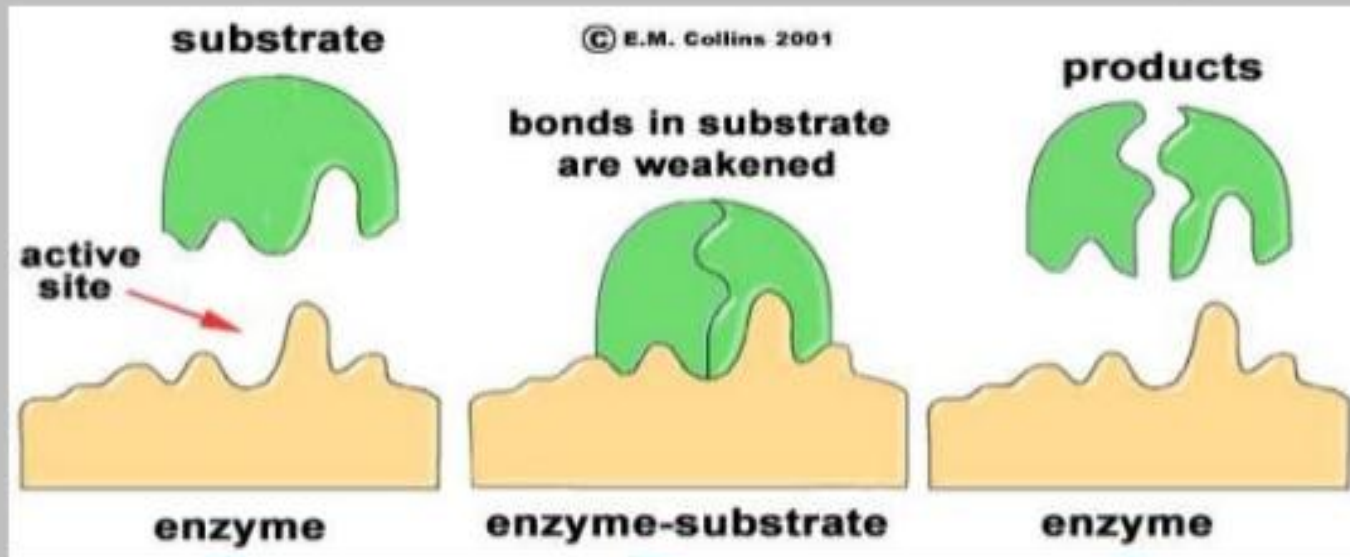
Kerja Enzim

Teori kunci dan anak kunci (*Lock and key*) dan teori penyesuaian (*induced fit theory*)

Teori *lock and key* dikemukakan oleh Emil Fisher yang menyatakan kerja enzim seperti kunci dan anak kunci, melalui hidrolisis senyawa gula dengan enzim invertase, sebagai berikut:

1. Enzim memiliki sisi aktivasi, tempat melekat substrat
2. hubungan antara enzim dan substrat terjadi pada sisi aktivasi
3. Hubungan antara enzim dan substrat membentuk ikatan yang lemah





1

Substrat
memasuki sisi
aktif enzim

2

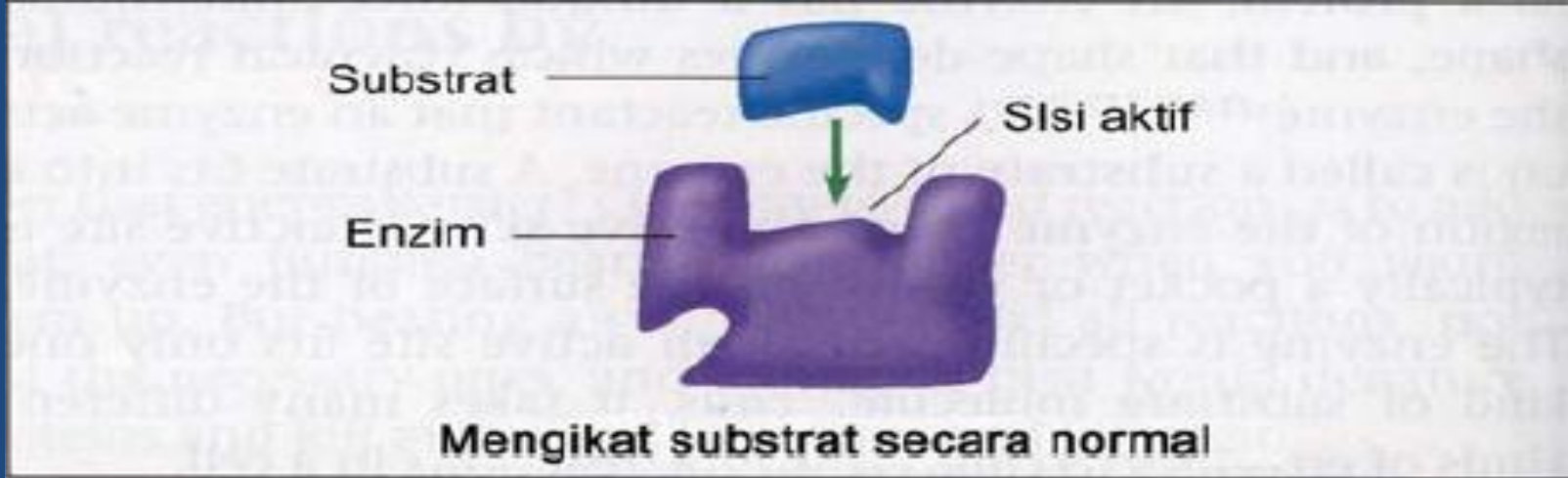
Membentuk
kompleks enzim
substrat

3

Produk meninggalkan
enzim. Sisi aktif enzim
dapat diisi substrat
baru lagi

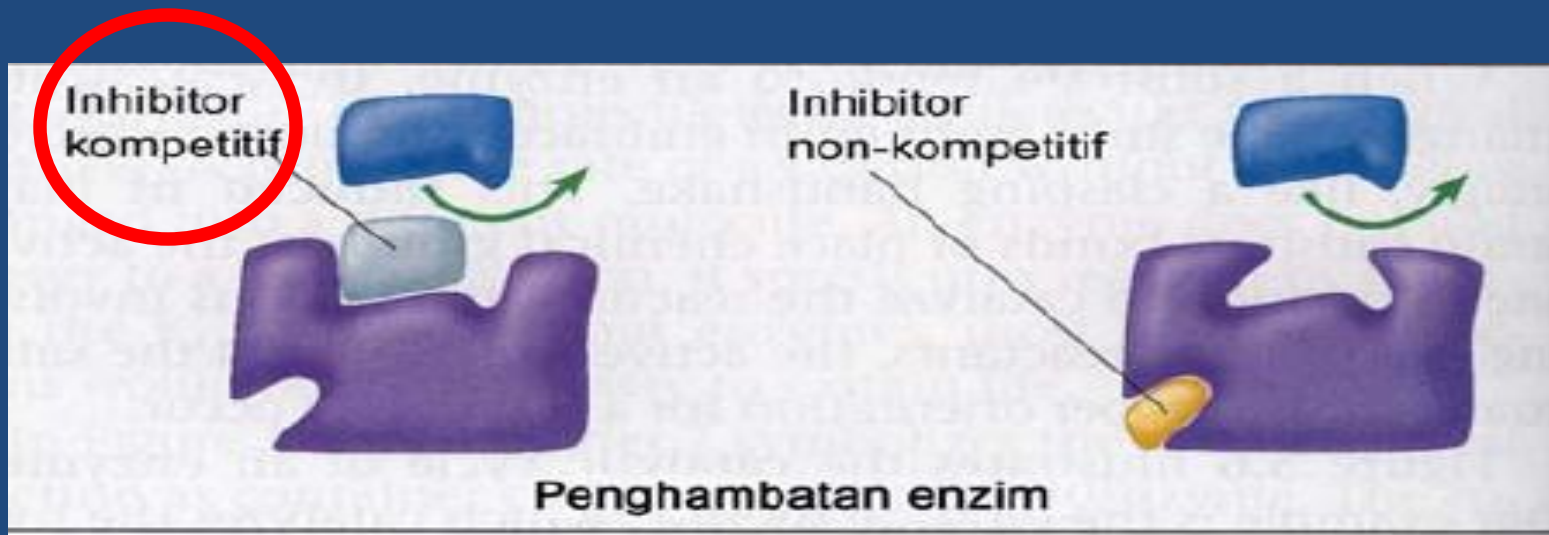
Inhibitor

Merupakan zat yang dapat menghambat kerja enzim. Bersifat reversible dan irreversible. Inhibitor reversible dibedakan menjadi inhibitor kompetitif dan nonkompetitif



a. Inhibitor kompetitif

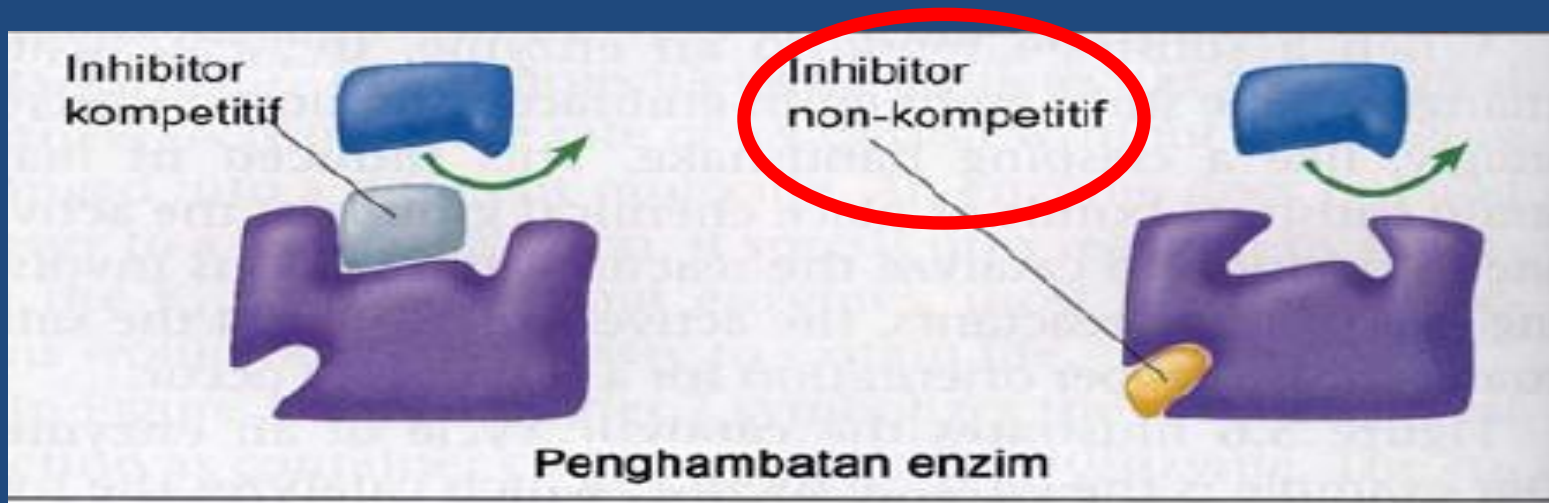
→ Menghambat kerja enzim dengan menempati sisi aktif enzim. Inhibitor ini bersaing dengan substrat untuk berikatan dengan sisi aktif enzim. Penghambatan bersifat reversibel (dapat kembali seperti semula) dan dapat dihilangkan dengan menambah konsentrasi substrat.



- Contoh Inhibitor kompetitif misalnya malonat dan oksalosuksinat, yang bersaing substrat untuk berikatan dengan enzim suksinat dehidrogenase, yaitu enzim yang bekerja pada substrat oseli suksinat.

b. Inhibitor non kompetitif

Inhibitor ini biasanya berupa senyawa kimia yang tidak mirip dengan substrat dan berikatan pada sisi selain sisi aktif enzim. Ikatan ini menyebabkan perubahan bentuk enzim sehingga sisi aktif enzim tidak sesuai lagi dengan substratnya.



- Contohnya antibiotik penisilin menghambat kerja enzim penyusun konsentrasi substrat. dinding sel bakteri. Inhibitor ini bersifat reversible tetapi tidak dapat dihilangkan dengan menambahkan

2. Katabolisme



Respirasi: proses pembebasan energi kimia yang terkandung dalam molekul organik pada sel hidup menjadi energi yang berguna untuk aktivitas hidup

Respirasi

Respirasi merupakan contoh peristiwa Katabolisme.

- Respirasi merupakan oksidasi senyawa organik secara terkendali untuk membebaskan energi bagi pemeliharaan dan perkembangan makhluk hidup.
- Produk antara pada respirasi sel dipakai sebagai bahan dasar untuk metabolisme.

- Berdasarkan kebutuhan terhadap tersedianya oksigen bebas, dibedakan :
 - a) Respirasi aerob** : respirasi yang membutuhkan oksigen bebas. Oksigen merupakan penerima hidrogen terakhir.
 - b) Respirasi anaerob** : respirasi yang tidak membutuhkan oksigen bebas. Sebagai penerima hidrogen terakhir bukan oksigen, tetapi senyawa lain seperti asam pyruvat, dan asetaldehid.

Respirasi Selular

- Energi dari makanan → tidak dapat langsung digunakan
- Respirasi:
 - **Oksidasi** senyawa makanan (mis: glukosa)
 - Aerob : akseptor e → O₂
 - Anaerob: akseptor e → senyawa lain
 - Reaksi kimia yg dapat digunakan oleh sel → **reaksi redoks**
 - Berlangsung dalam sitoplasma & mitokondria

Respirasi sel secara aerob berlangsung melalui 4 tahap, yaitu :

1. Glikolisis
2. Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat
3. Daur Krebs
4. Sistem Transfer Elektron

Macam-macam reaksi katabolisme

N ^o	Tahapan	Tempat	Substrat	Hasil
1	Glikolisis	Sitoplasma	$C_6H_{12}O_6$	2 ATP, 2 Asam Piruvat, 2 NADH
2	Dekarboksilasi Oksidatif	Mitokondria	Asetil Piruvat	Asetil CO-A
3	Siklus Asam Sitrat	Matriks Mitokondria	Asetil CO-A	NADH ₂ + ATP
4	Trasnspor Elektron	Membran dalam Mitokondria	NADH ₂ dan FADH ₂	30 ATP + 4 ATP + H ₂ O + CO ₂
5	Siklus Krebs	Matriks Mitokondria	Glukosa	

Tugas:

Bagi lima kelompok untuk reaksi katabolisme:

1. Glikolisis
2. Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat
3. Siklus asam sitrat
4. Sistem Transfer Elektron
5. Daur Krebs

Tulis tangan

See you



Next Time!

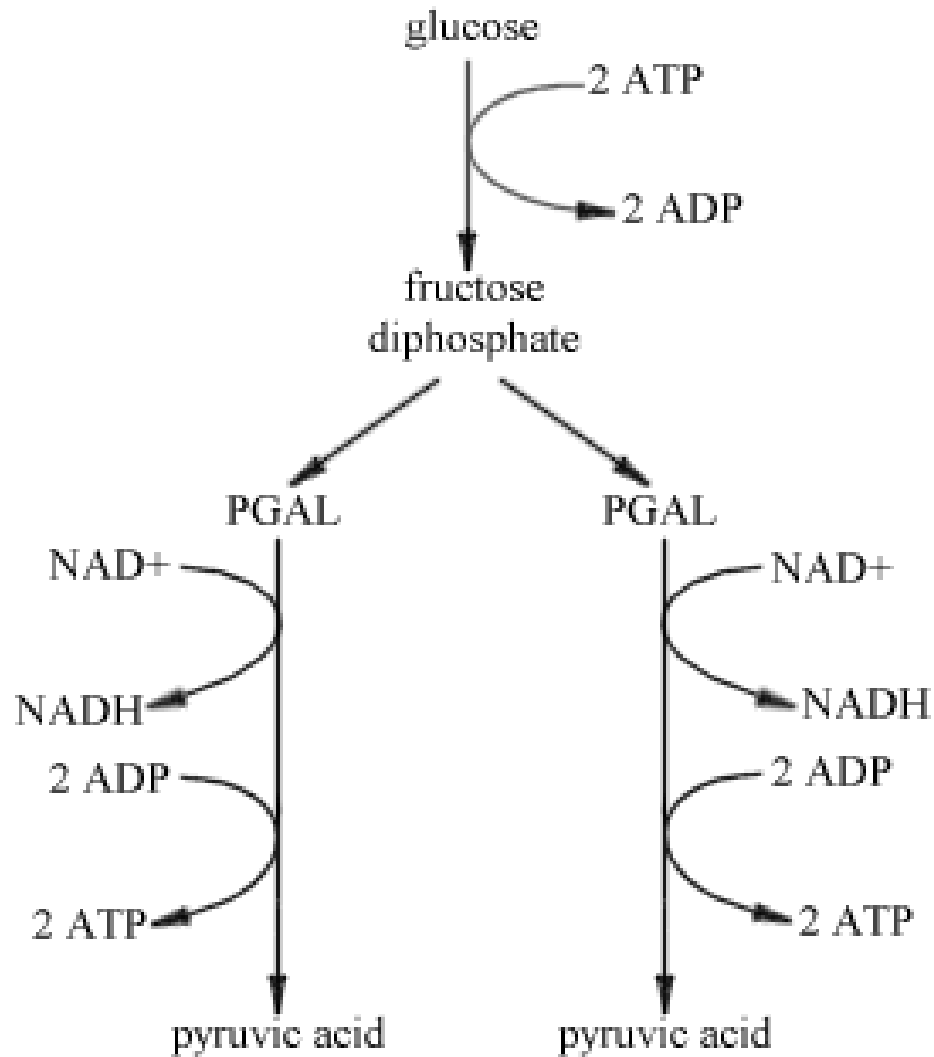
1. Glikolisis

- Berlangsung di sitoplasma
- Berlangsung secara anaerob
- Mengubah satu molekul glukosa (6C) menjadi dua molekul asam piruvat (3C)
- Untuk setiap molekul glukosa dihasilkan energi 2 ATP dan 2 NADH
- pecahnya glukosa → asam piruvat (3 atom C) di dalam sitoplasma
- Dikenal sebagai **Reaksi Embden dan Meyerhoff**

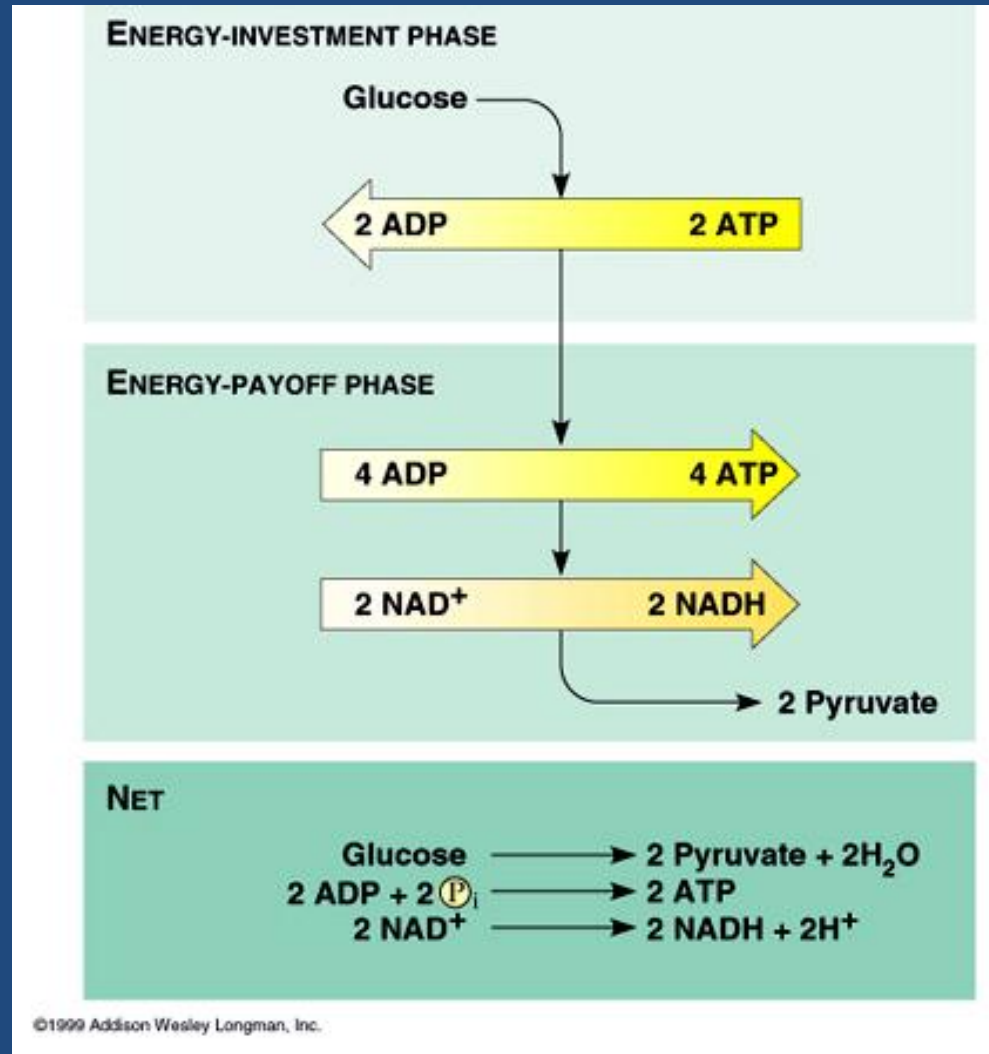
Tahapan-tahapan :

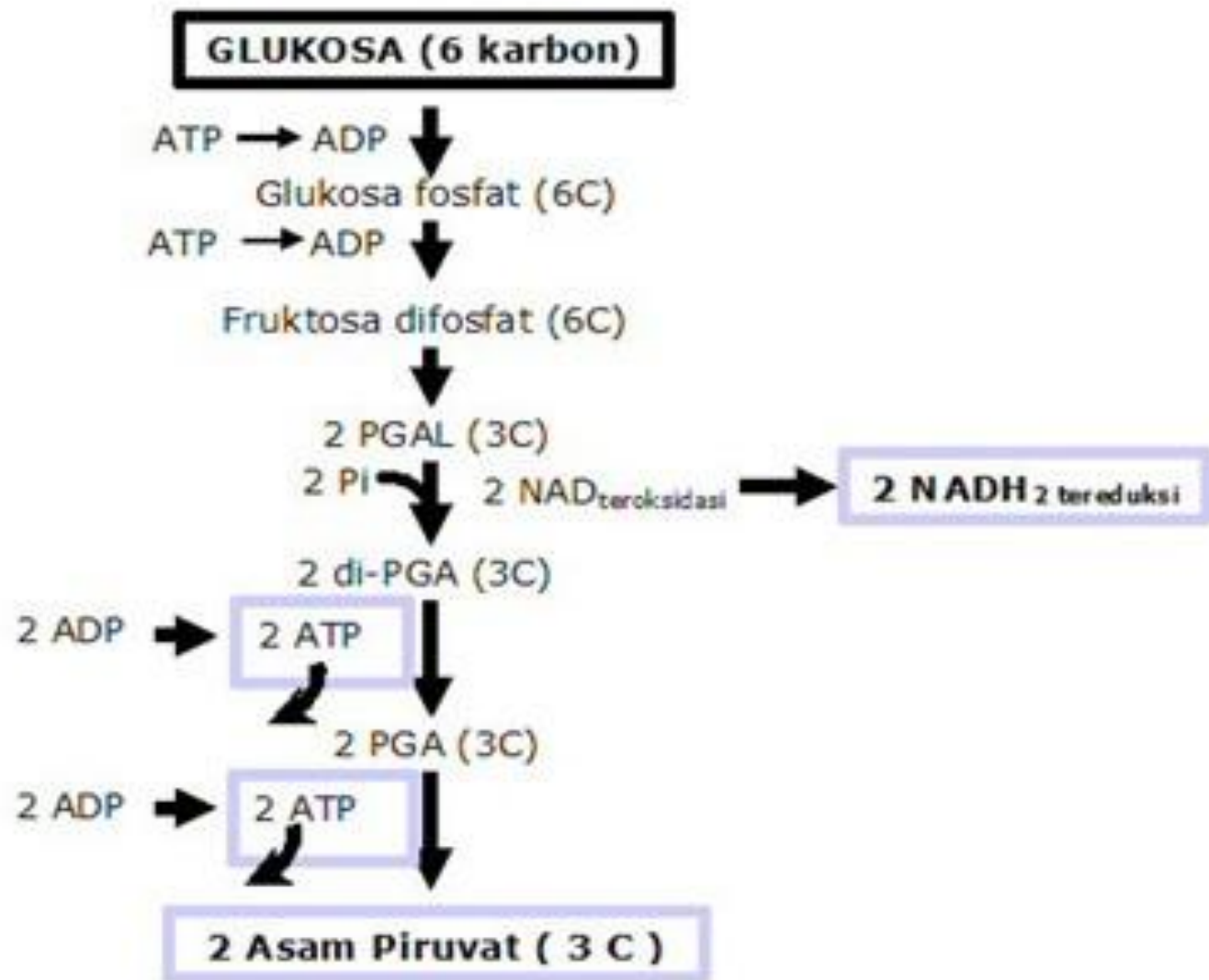
Gugus P ATP berikatan dg C6 glukosa → glikolisis → senyawa fruktosa 1,6 fosfat → gugus P berikatan lagi → fruktosa 1,6 difosfat → dipecah menjadi *dihidro aseton fosfat* dan *3-fosfogliseraldehida* → reaksi kimia → 2 molekul piruvat, 2 molekul NADH (sumber elektron berenergi tinggi) dan 2 molekul ATP

Glycolysis



Rangkuman Glikolisis

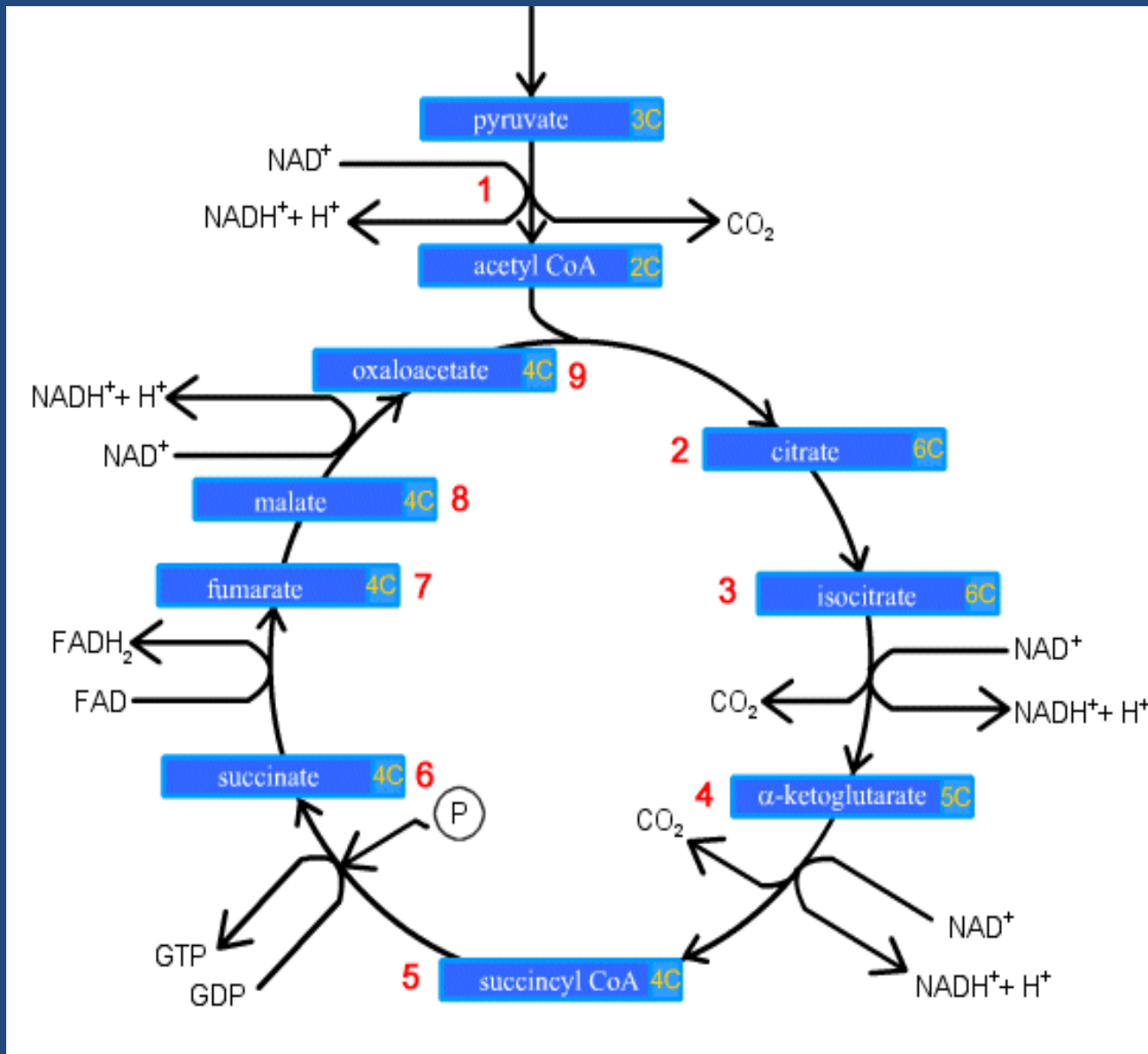




2. Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat

- Berlangsung pada matriks mitokondria
- Mengubah asam piruvat (3C) menjadi Asetil Ko-A (2C)
- Dihasilkan energi sebesar 2 ATP dan 2 NADH untuk setiap molekul glukosa

3. Daur Krebs di dalam kista mitokondria



4. Transport elektron di dalam mitokondria

- elektron-elektron melalui rantai respirasi melepaskan energi ATP
- Proses berakhir setelah elektron dengan H^+ dan oksigen sebagai akseptor membentuk air
- Hasil reaksi transport elektron menghasilkan 34 ATP dan molekul air.

Transpor Elektron

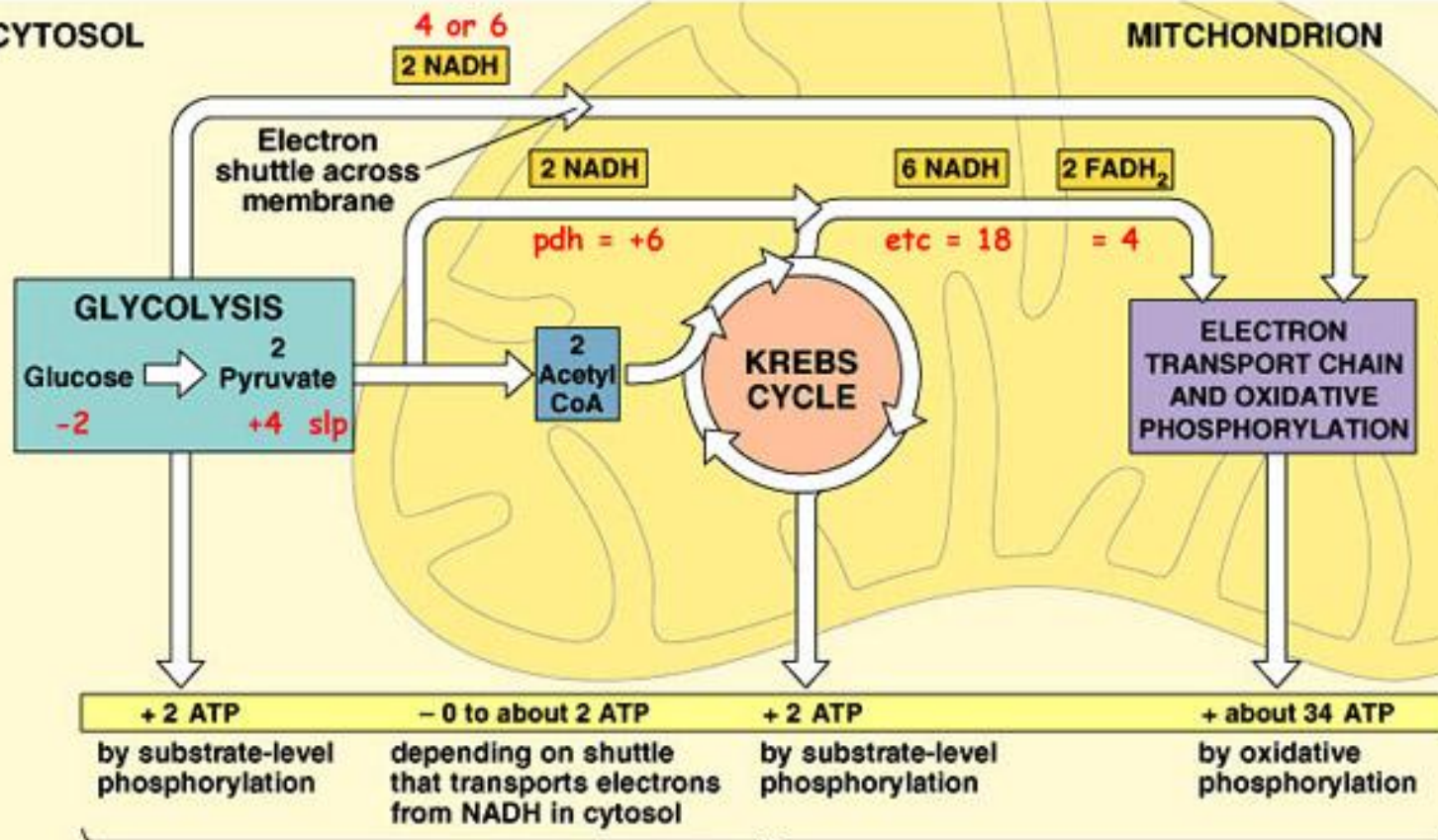
- Reaksi “coupling” dengan fosforilasi oksidatif
→ **Chemiosmosis**
- Ingat! → energi dari ikatan dalam glukosa dibawa oleh NADH & FADH₂
- Pembuatan ATP
 - Ada gradien (H⁺) yg timbul akibat transfer e
 - Ada H⁺ dilepas keluar (ruang *perimitochondrial*)
 - H⁺ masuk kembali ke mitoplasm melalui ATP synthase ---> ATP

Kesimpulan

- Respirasi menghasilkan ATP
- Berbagai senyawa dapat menjadi substrat
- Senyawa intermediate dapat menjadi prekursor

CYTOSOL

MITCHONDRION

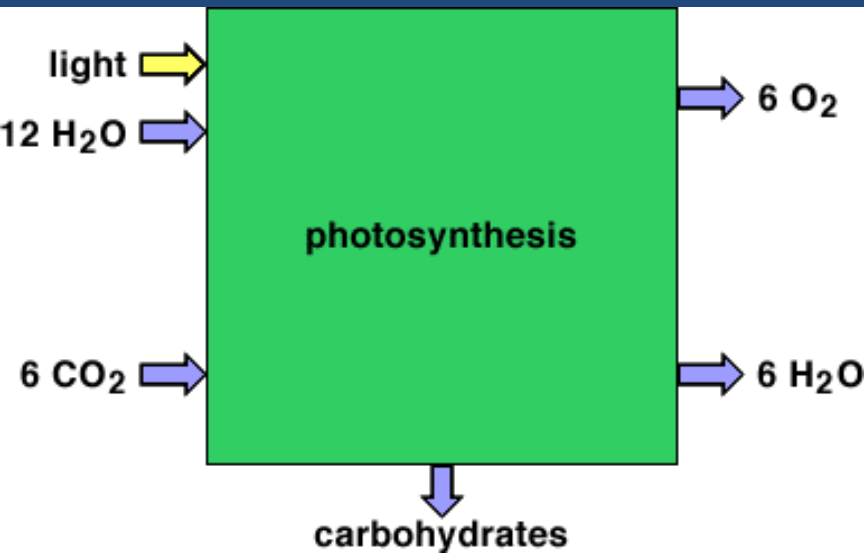


Maximum per glucose:

About 38 ATP

36 to 38 depending on shuttles

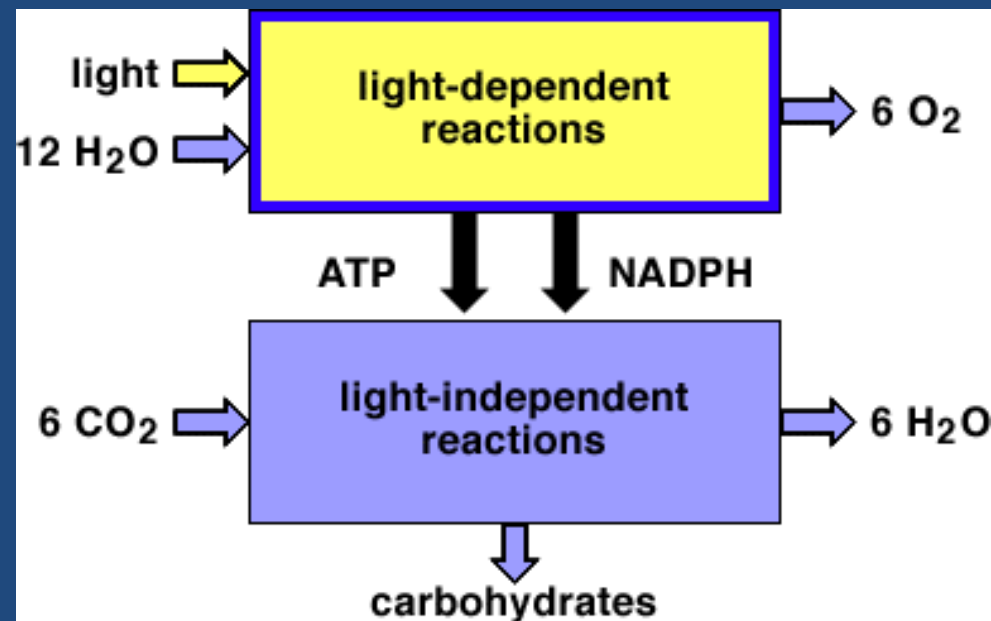
Fotosintesis

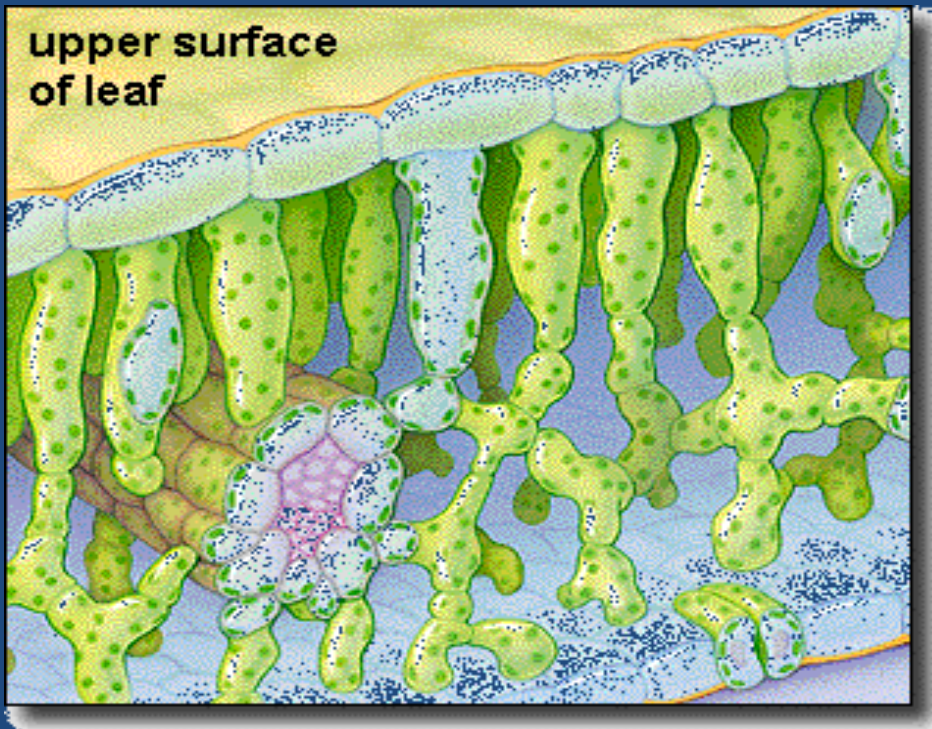


Pada proses fotosintesis tumbuhan menggunakan cahaya, air dan CO₂ untuk menghasilkan KH

2 macam reaksi:

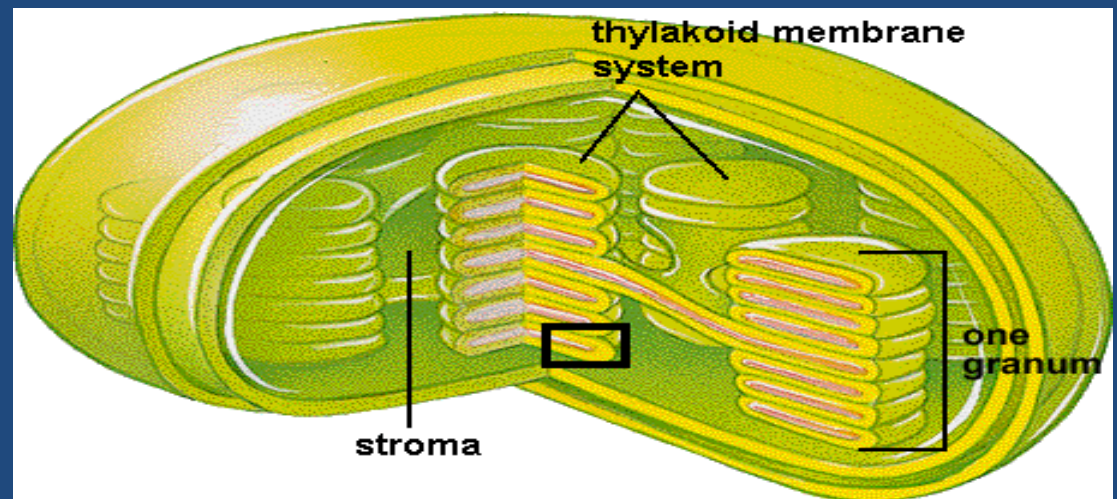
1. Reaksi terang
2. Reaksi gelap

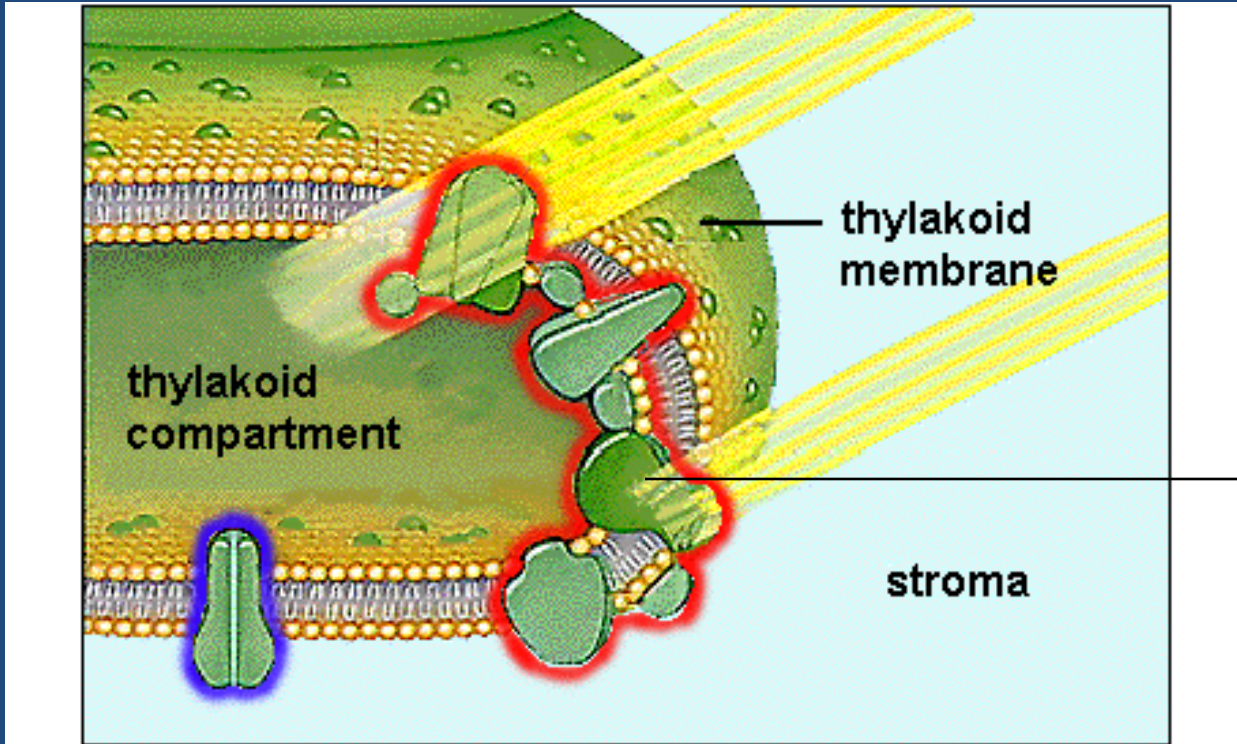




Potongan melintang daun. Setiap sel fotosintesis memiliki banyak kloroplas. Ukuran kloroplas sangat kecil. Apabila kita menumpuk 2000 kloroplast besar tumpukan akan setinggi uang logam

Sel Kloroplas





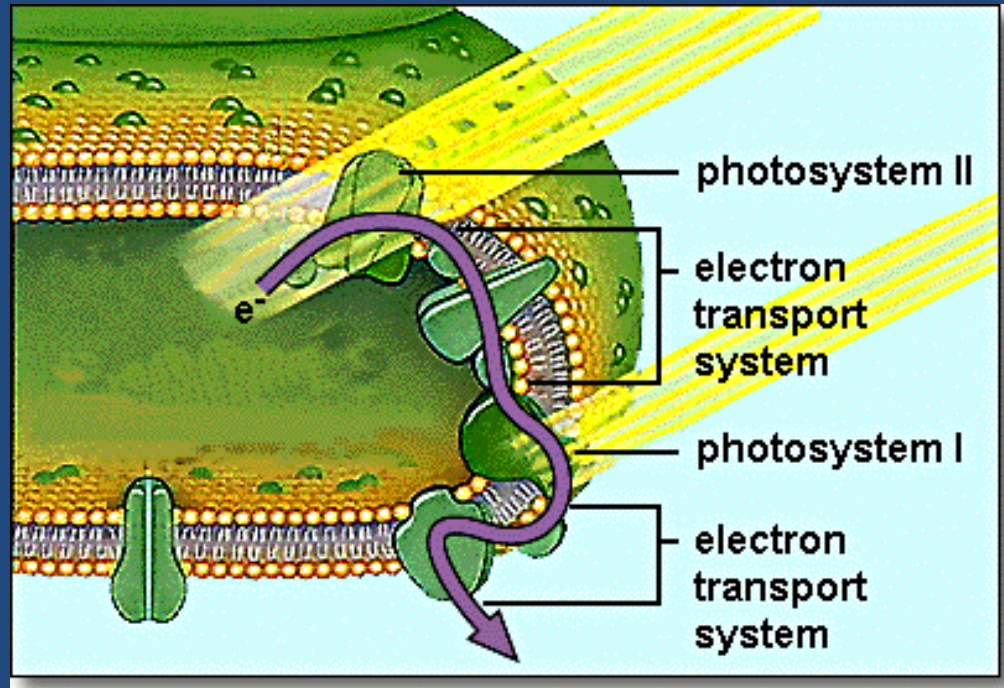
Protein membran

Thylakoid:

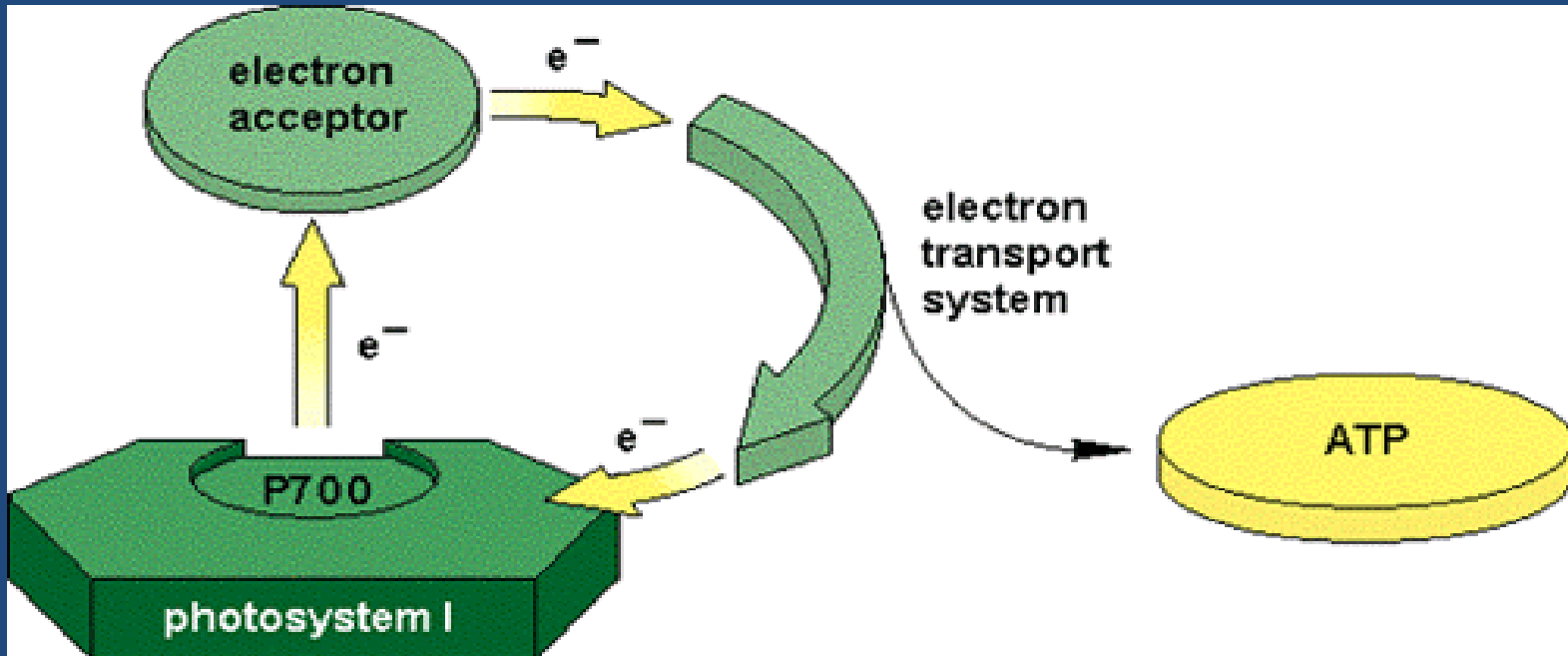
- Tempat berlangsungnya reaksi terang
- H_2O dipecah dan molekul hidrogen dikonsentrasikan di dalam kompartemen thylakoid
- Berlangsung dengan bantuan protein membran yang juga membantu produksi ATP
- Pembentukan senyawa karbohidrat berlangsung di dalam stroma

Reaksi Terang

- Terjadi dalam *photosystems* yg ada dlm thylakoid
- Ada 2 photosystem:
 - Photosystem I
 - Photosystem II

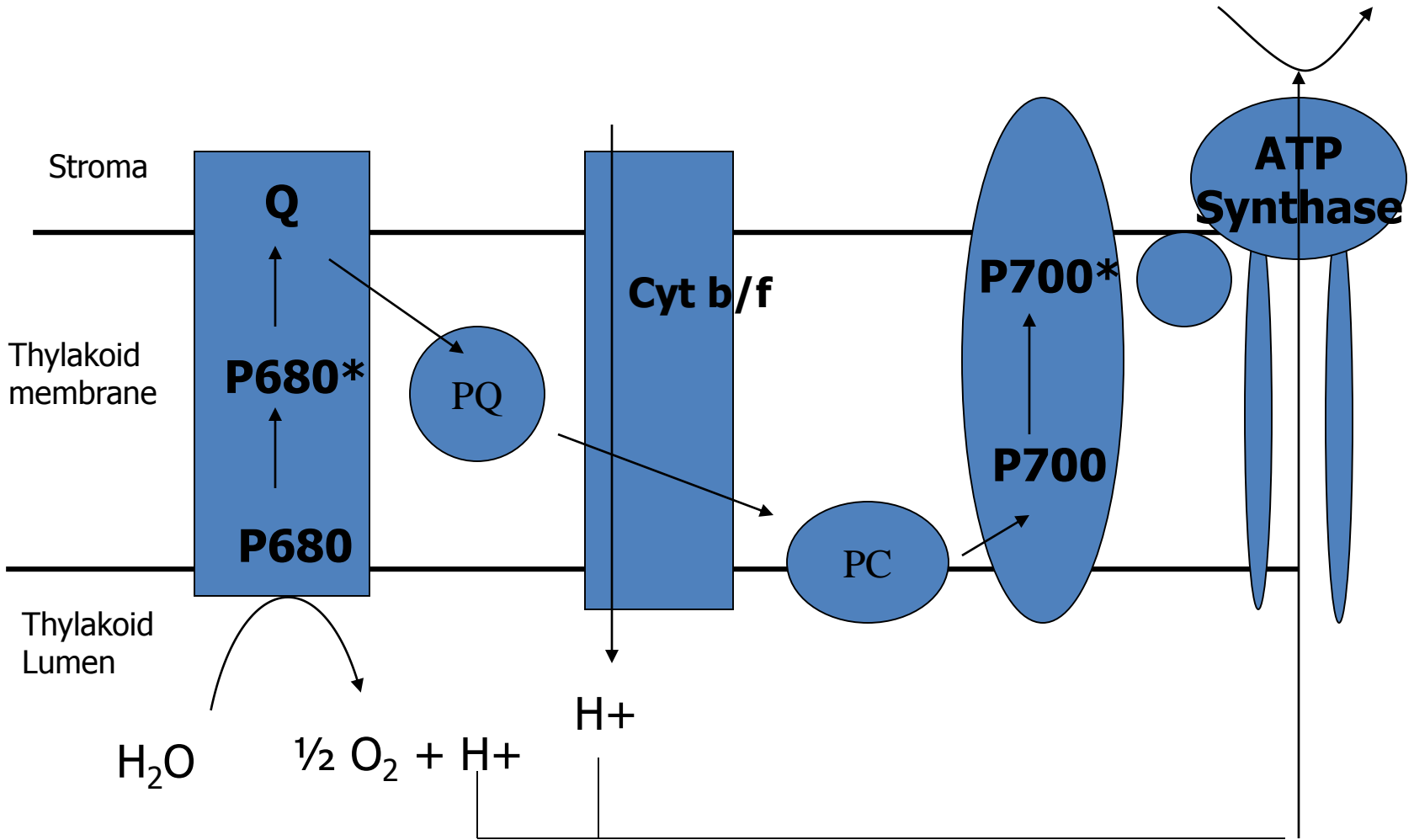


Reaksi Terang

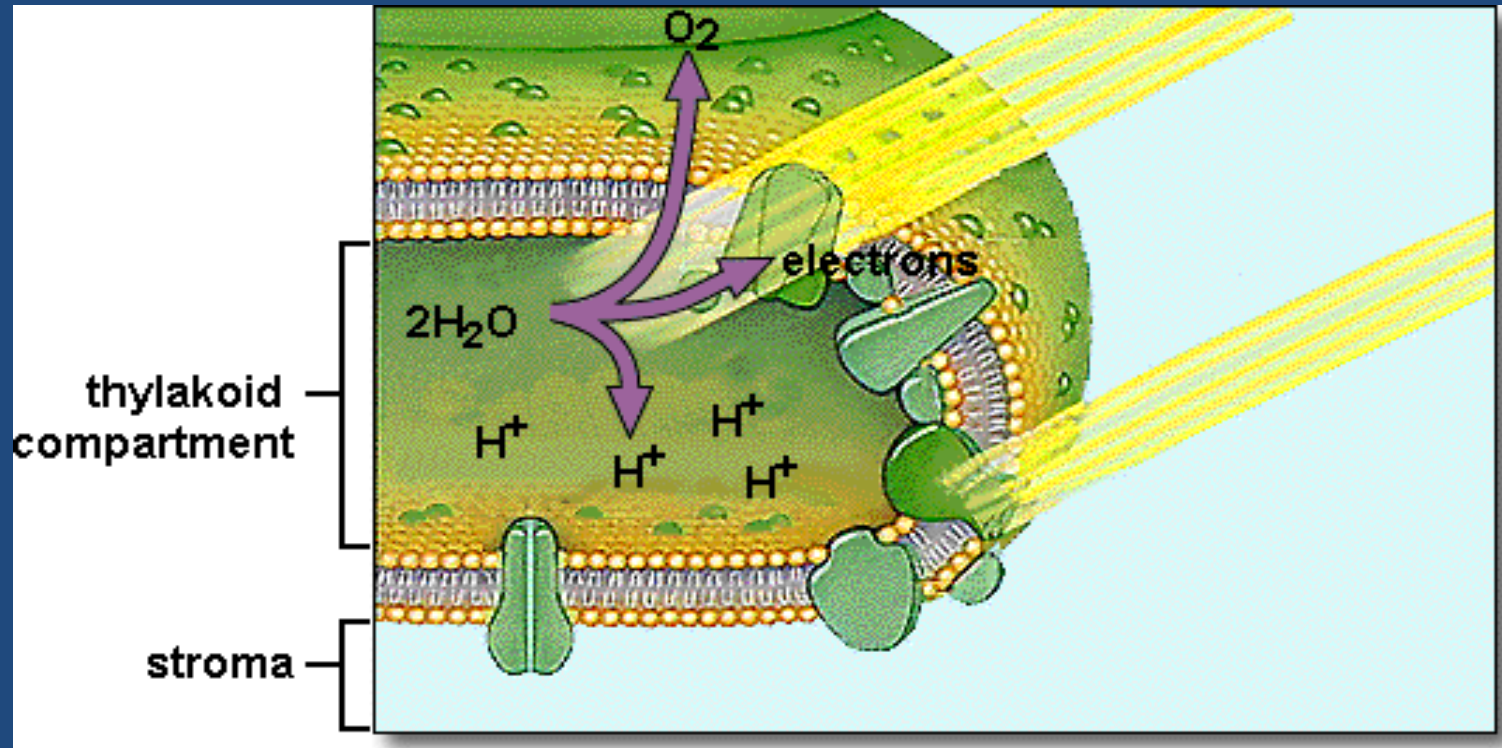


Jalur pembentukan ATP secara siklik:

- Elektron dibebaskan dari klorofil a pada photosystem I melalui sistem transpor elektron
- Elektron kembali ke P700
- Aliran elektron menghasilkan ATP dari ADP dan P yang terdapat di dalam kloroplas

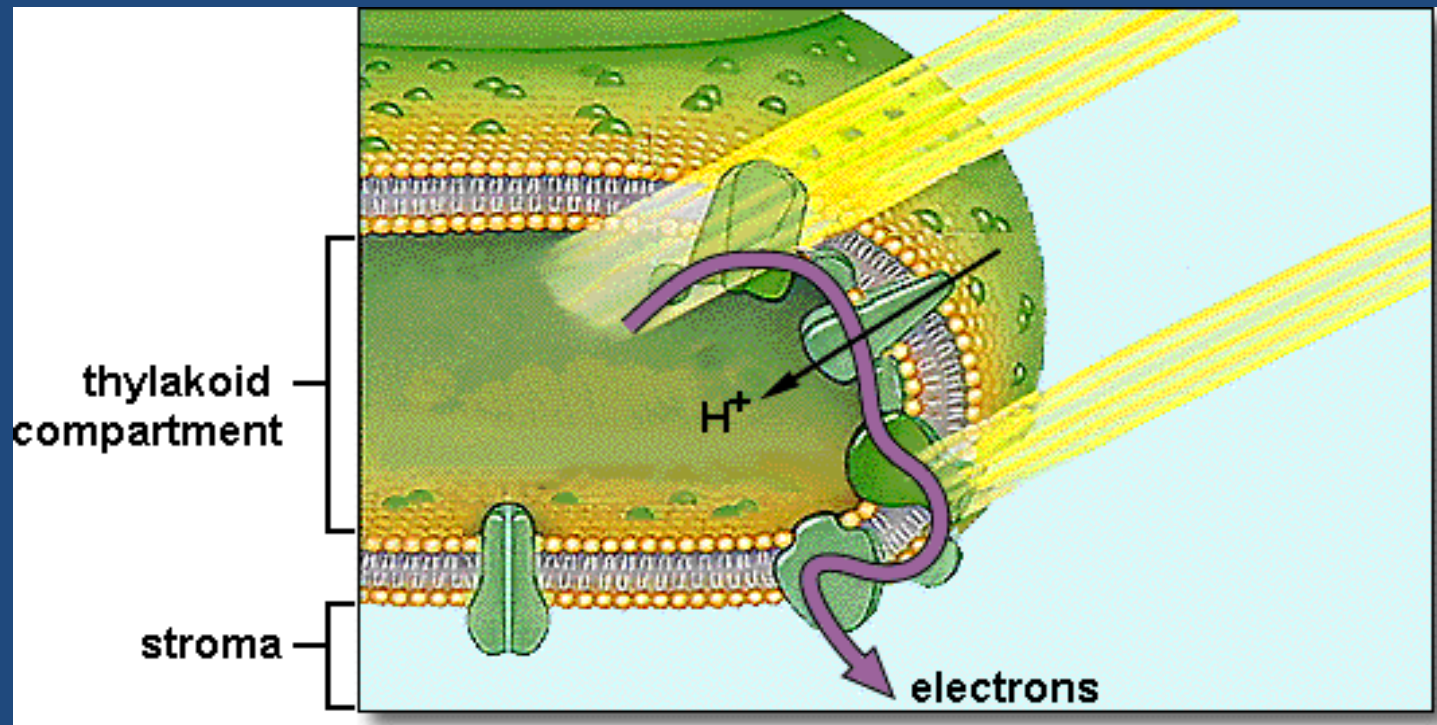


Pembentukan ATP dalam Fotosintesis



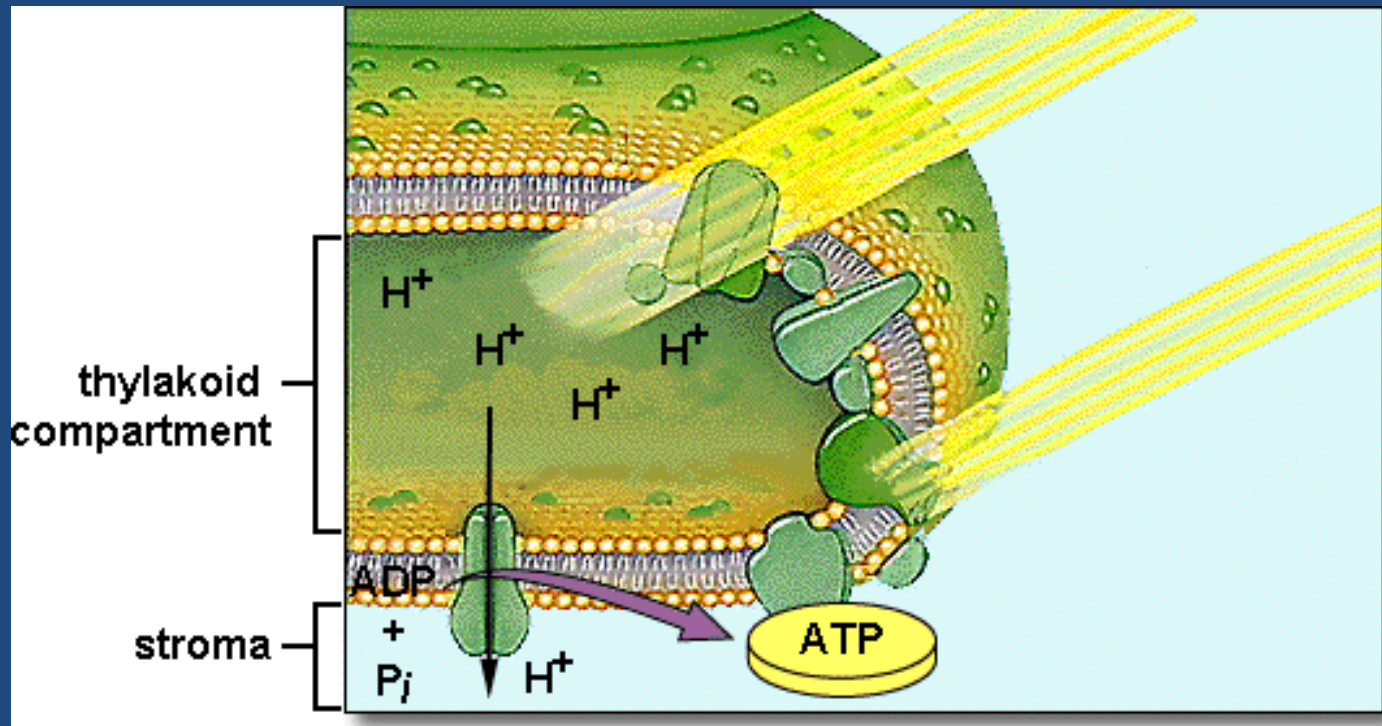
1. Fotolisis menghasilkan elektron, oksigen dan hidrogen. Oksigen berdifusi keluar elektron masuk ke ETS. Ion hidrogen terakumulasi dalam thylakoid

Pembentukan ATP dalam Fotosintesis



2. Energi yang hilang karena elektron masuk ke ETS digunakan untuk memompa hidrogen masuk ke thylakoid. Timbul gradien konsentrasi

Pembentukan ATP dalam Fotosintesis



3. Hidrogen mengalir keluar dari thylakoid melalui ATP synthase. Pengaliran ion melalui ATP synthase akan mengkatalisis pengikatan fosfat ke ADP sehingga terbentuk ATP

A cartoon illustration of a young girl with long black hair, wearing a red hoodie, smiling broadly with her eyes closed and giving two thumbs up. The background consists of alternating red and yellow diagonal stripes. The text 'Selamat belajar!' is overlaid in blue.

Selamat belajar!