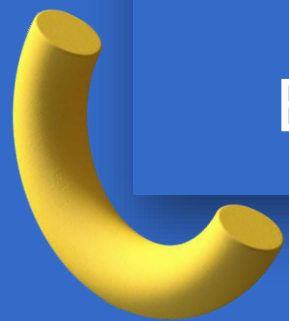




Pertemuan ke 1 - 3

Metabolisme

By : Lidia Martanti

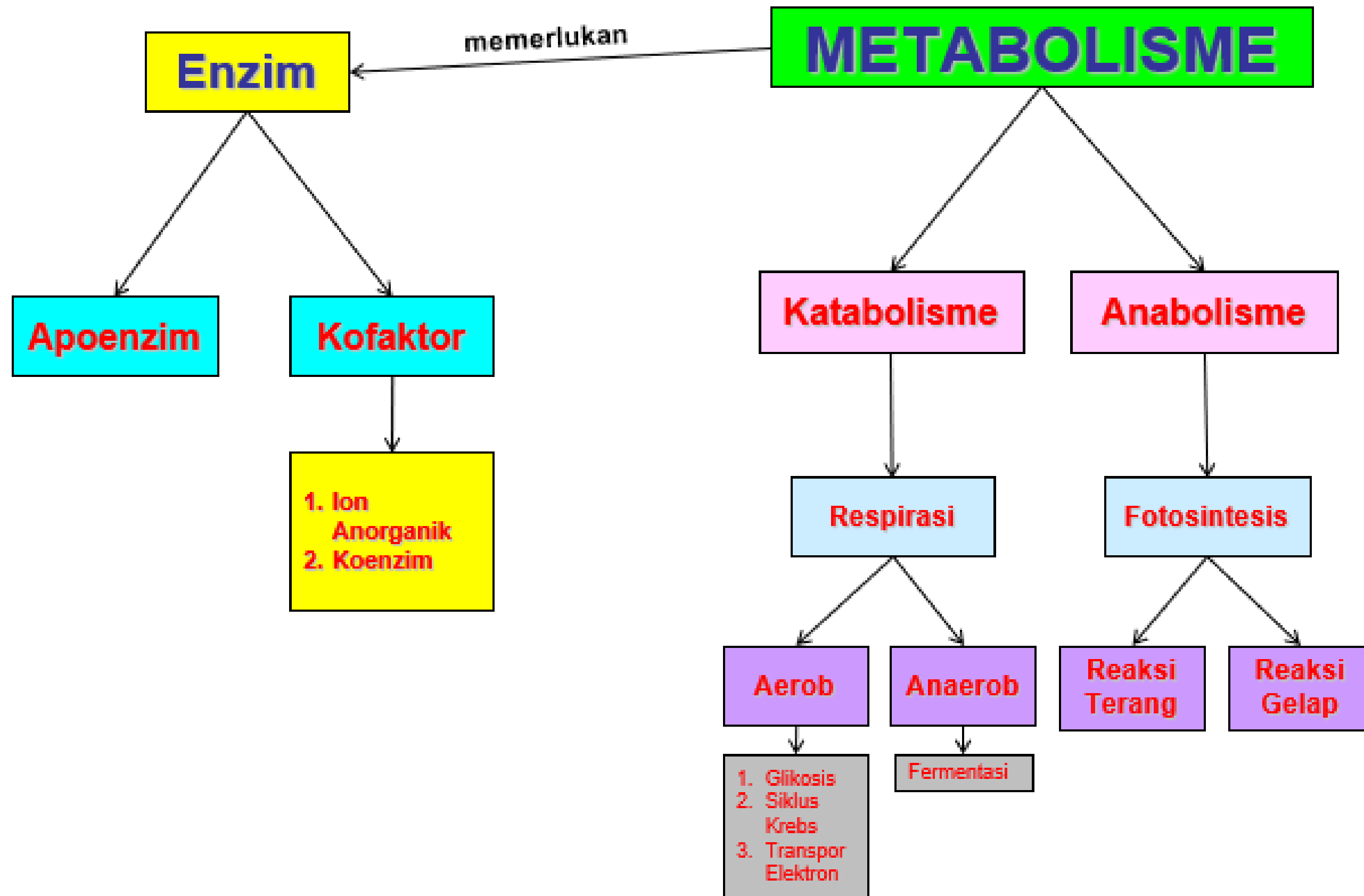


Tujuan Pembelajaran

Mengidentifikasi komponen, sifat, cara kerja, dan faktor yang memengaruhi kerja enzim

Mengidentifikasi Pengertian, Perbedaan Katabolisme dan Anabolisme

Hubungan Enzim Vs Metabolisme

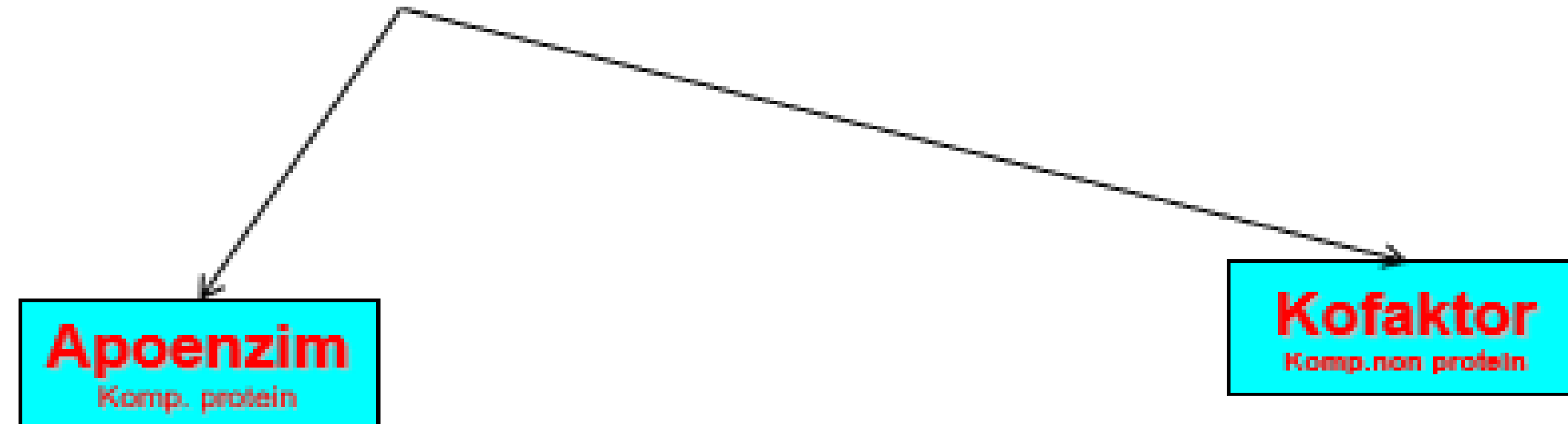


Sifat - Sifat Enzim



1. Enzim merupakan protein
2. Bekerja spesifik
3. Bekerja bolak – balik
4. Berfungsi sebagai katalis
5. Dipengaruhi lingkungan
6. Diperlukan dalam jumlah sedikit

Komponen Enzim



Apoenzim: bagian enzim yang tersusun dari **protein** (sifat termolabil)

Kofaktor: bagian enzim yang tersusun dari **non-protein** (sifat termostabil)
antara lain:

1. Ion Anorganik → Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{+}
2. Koenzim → NAD (Nikotinamid Adenin Dinukleotida)
→ FAD (Flavin Adenin Dinukleotida)
→ Vitamin-Vitamin

Gabungan **Apoenzim** dengan **Kofaktor** disebut = **Holoenzim**



Cara kerja enzim

Substrat + Enzim → Kompleks enzim-substrat → Enzim + Produk



Kerja enzim menurut teori gembok dan kunci (Emil Fischer, 1894)

Dimisalkan:

Enzim = gembok

Substrat = kunci

Enzim memiliki sisi aktif yang dapat berikatan dengan substrat
secara PAS dan TEPAT seperti gembok dan kunci



Cara kerja enzim

Substrat + Enzim \rightarrow Kompleks enzim-substrat \rightarrow Enzim + Produk



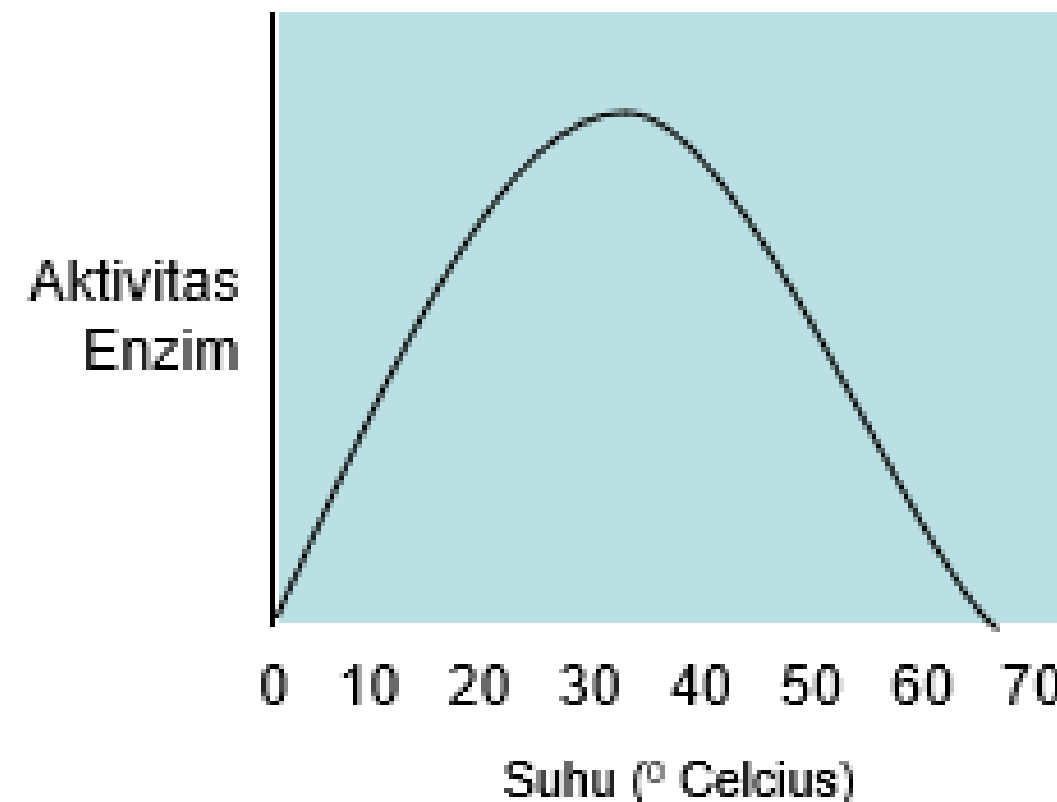
Kerja enzim menurut teori kecocokan yang terinduksi (Daniel Koshland, 1954)

Sisi aktif enzim fleksibel dapat berubah bentuk sesuai dengan substrat



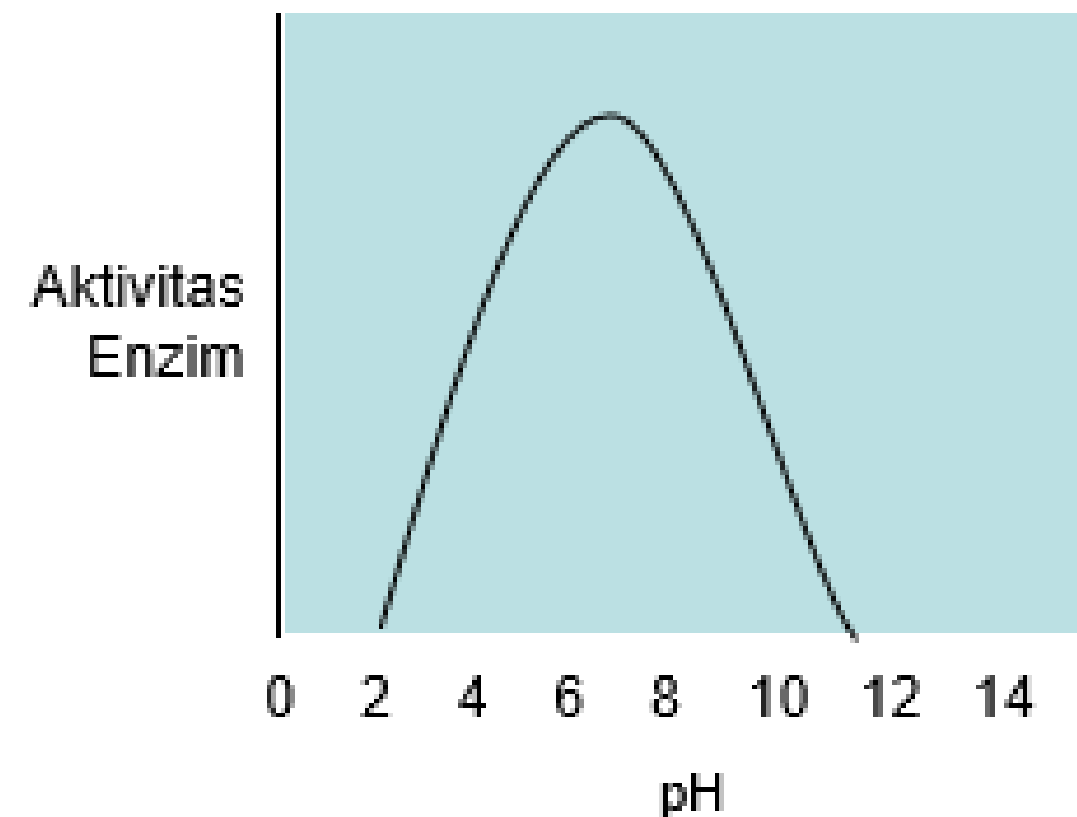
Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- **Suhu**
 - Enzim butuh suhu optimal untuk bekerja. Makin tinggi terjadi denaturasi protein, makin rendah terjadi penghambatan reaksi



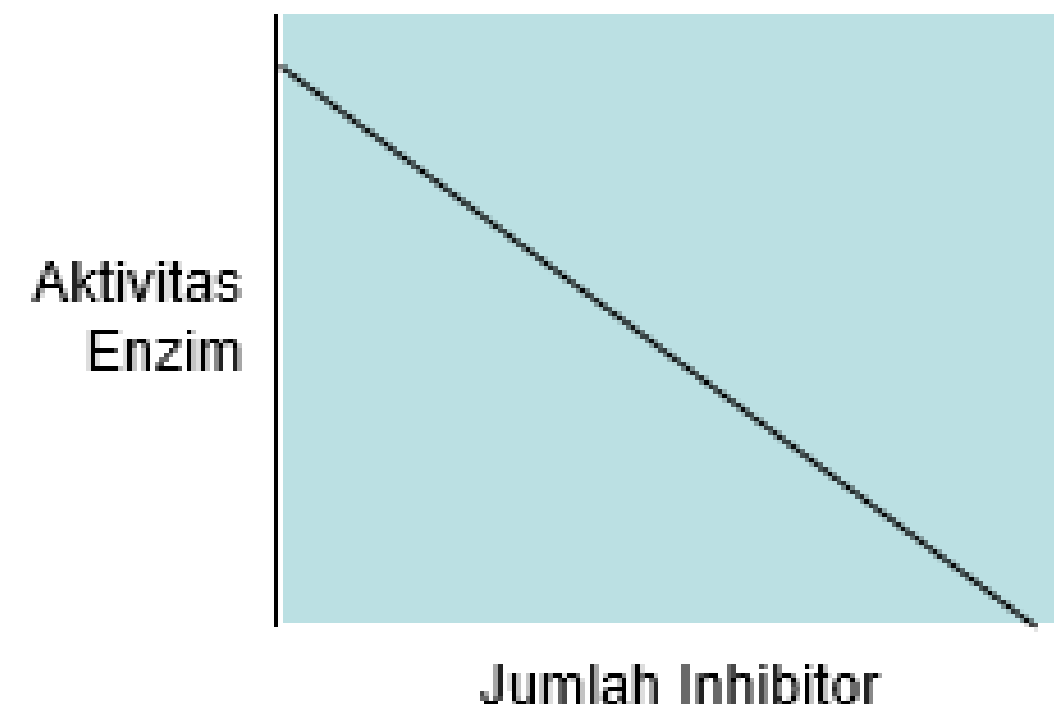
Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- **pH**
 - **Perubahan pH dapat mempengaruhi perubahan asam amino sisi aktif sehingga menghalangi penggabungan substrat dengan sisi aktif enzim**



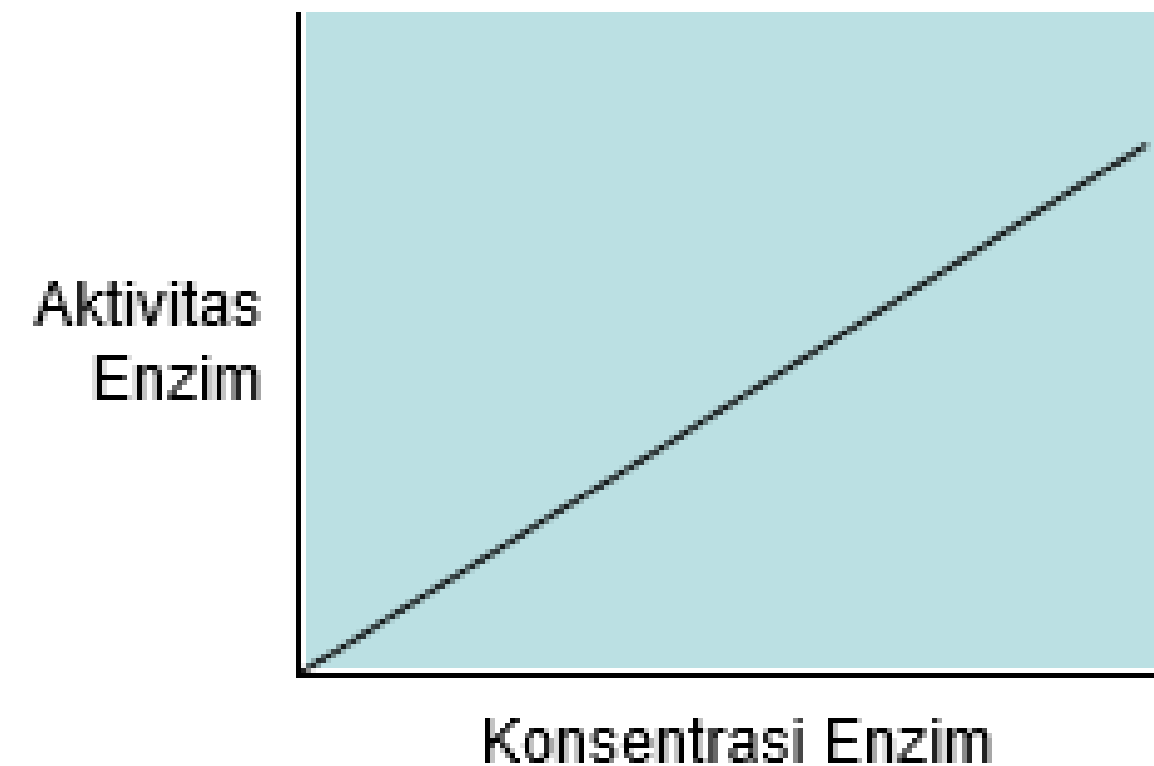
Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- **Aktivator dan inhibitor**
 - **A = molekul yang mempermudah ikatan enzim dengan substrat. Contoh: ion Cl → amilase saliva**
 - **I = molekul yang menghambat ikatan enzim dengan substrat. Contoh: ion Sianida → enzim respirasi**
 - **Inhibitor ada 2:**
 - Kompetitif
 - non Kompetitif



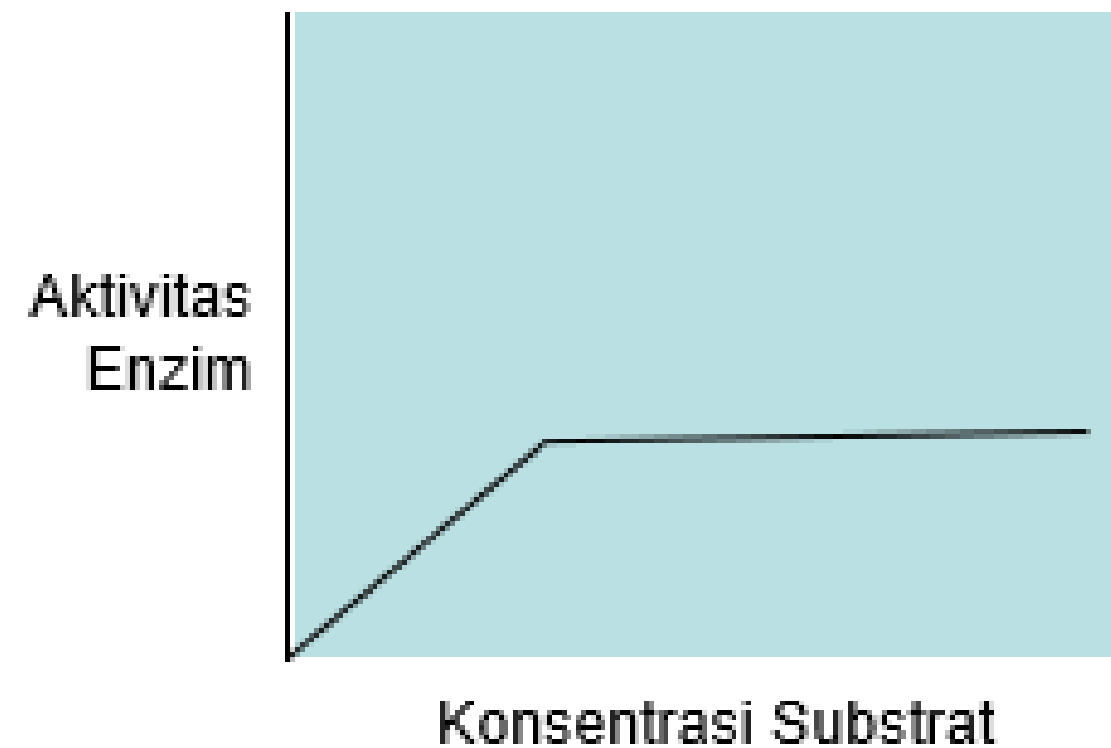
Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- **Konsentrasi enzim**
 - **Makin besar kons. enzim semakin cepat reaksi**



Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

- **Konsentrasi substrat**
 - **Makin banyak substrat tidak dapat meningkatkan kecepatan reaksi**



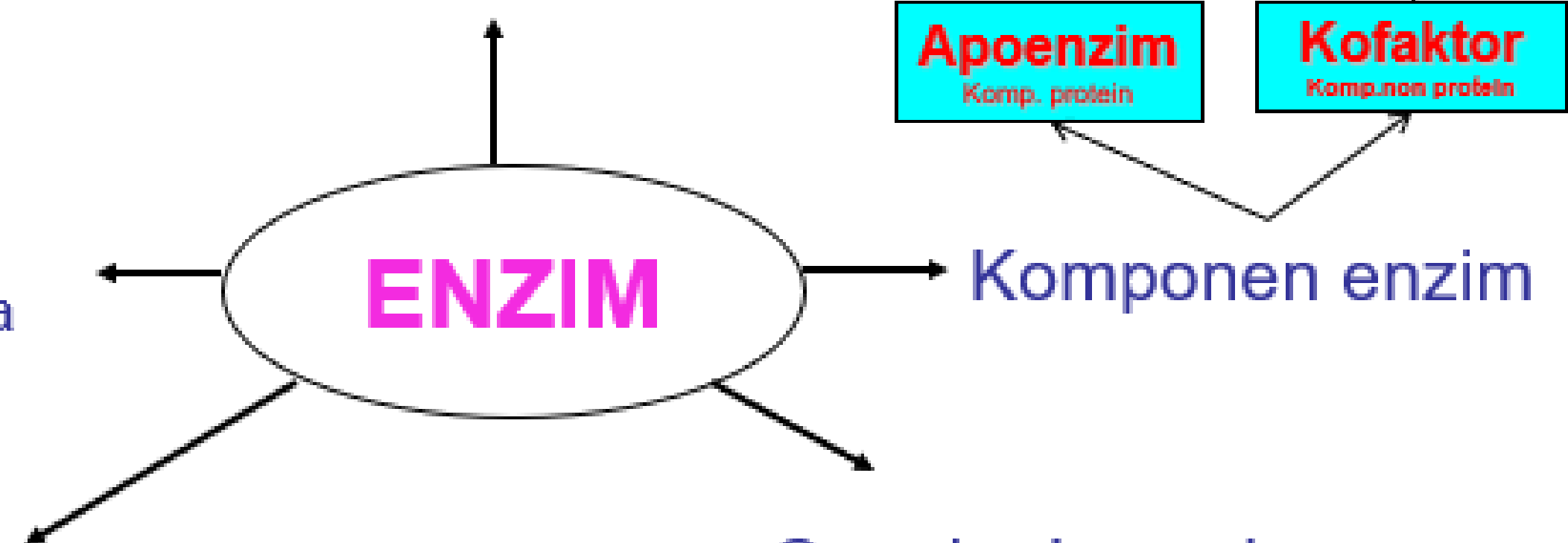
- Suhu
- pH
- Aktivator
- Inhibitor
- Konsentrasi enzim & substrat

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim

Sifat-sifat enzim

- Enzim itu protein
- Bekerja spesifik
- Fungsi: katalis
- Diperlukan dalam jumlah sedikit
- Bekerja secara bolak-balik
- Dipengaruhi faktor lingkungan

Protein yang bertindak sebagai biokatalisator



Komponen enzim

Cara kerja enzim

Meningkatkan kecepatan reaksi dengan menurunkan energi aktivasi (energi yang diperlukan untuk reaksi)

2 Teori

1. Gembok dan Kunci
2. Kecocokan yang Terinduksi

METABOLISME

KATABOLISME

Bertujuan untuk pembongkaran
atau penguraian suatu molekul

Respirasi

Respirasi
Aerob

Respirasi
Anaerob

ANABOLISME

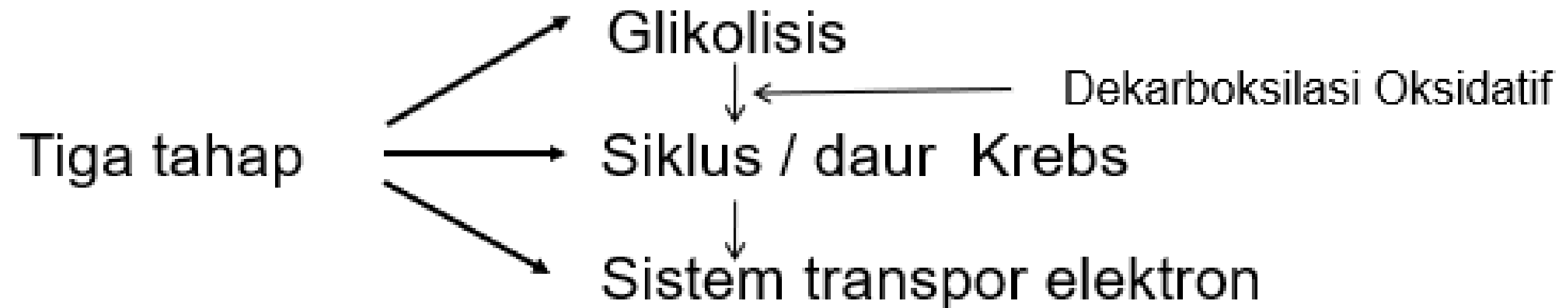
Bertujuan untuk penyusunan
atau sintesis suatu molekul

Fotosintesis / asimilasi

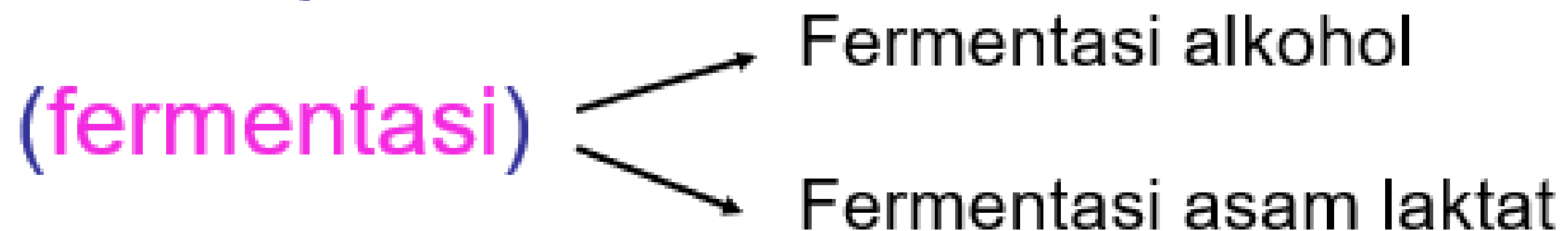


Katabolisme Karbohidrat

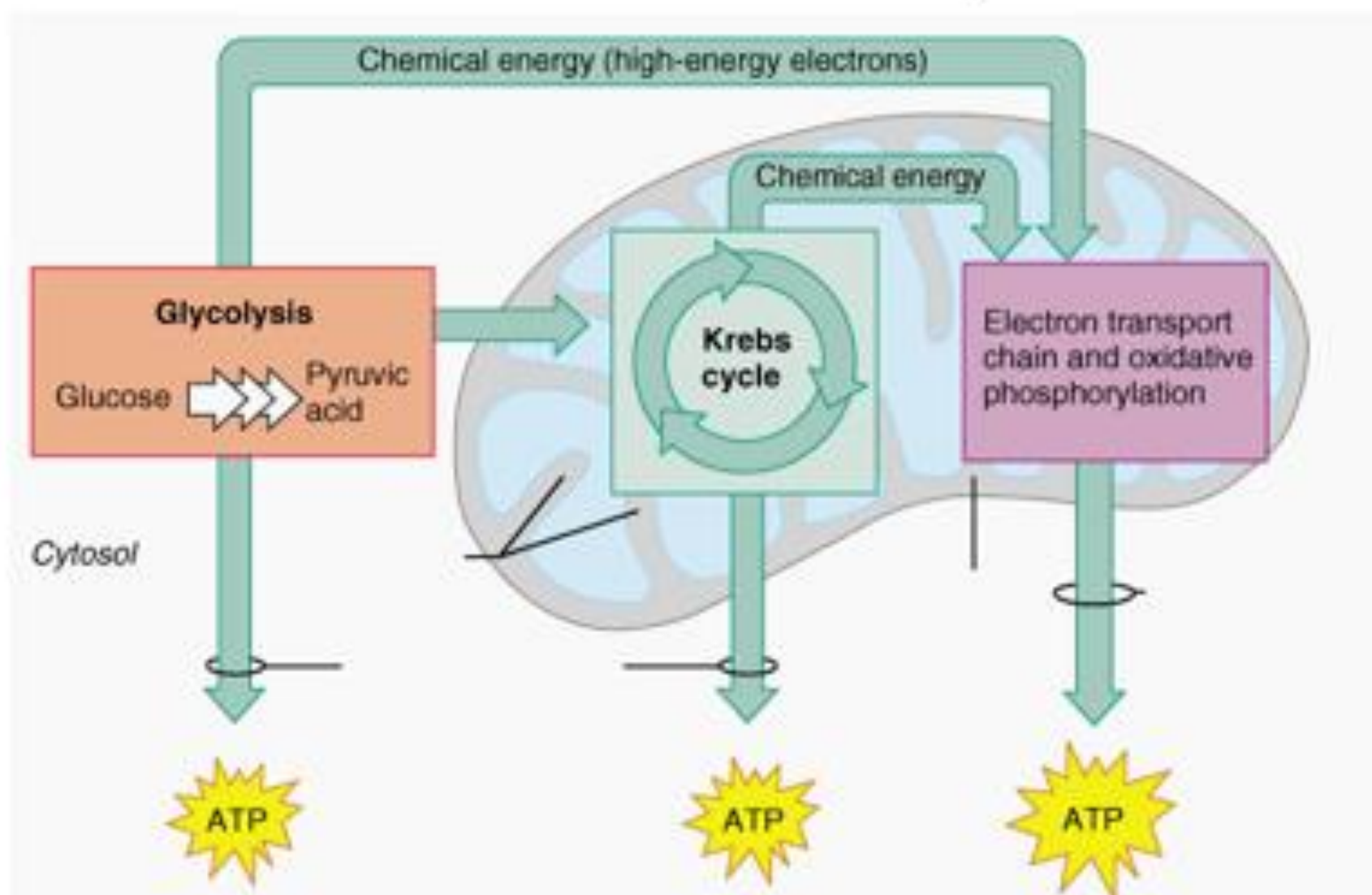
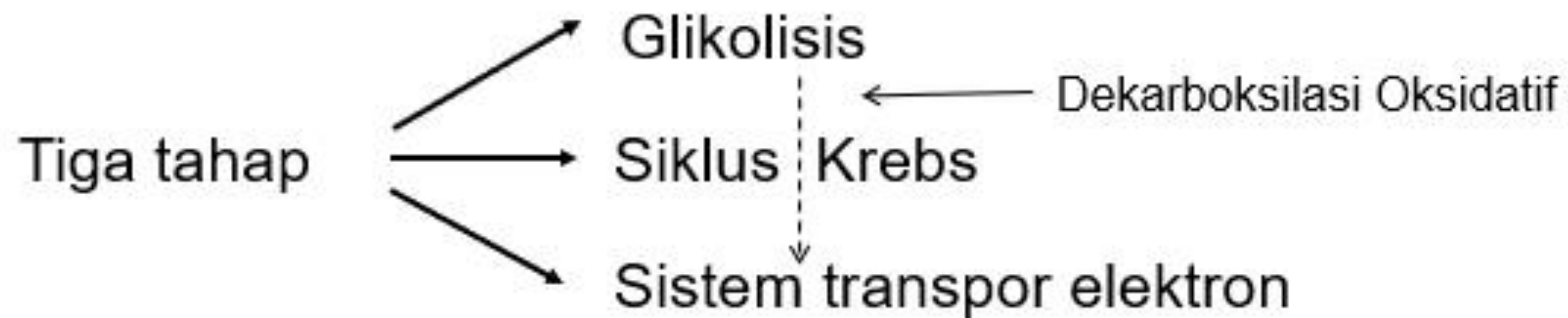
1. Respirasi aerob



2. Respirasi anaerob



RESPIRASI AEROB

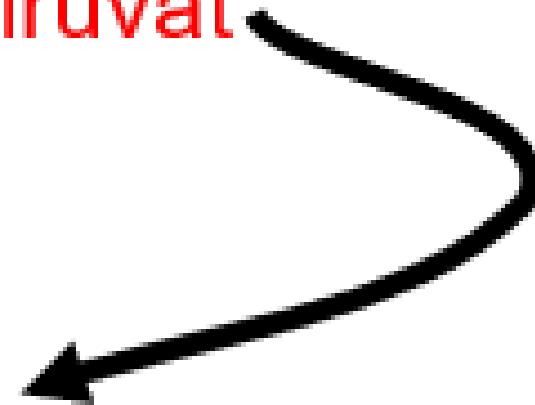


Respirasi Aerob

1. GLIKOLISIS

- Rangkaian reaksi yang menguraikan 1 molekul glukosa yang terjadi di sitolaplasma sel menghasilkan:

- 2 **Asam Piruvat**
- 2 NADH
- 2 **ATP**



2 **Asam Piruvat** mengalami dekarboksilasi oksidatif (merupakan reaksi antara **Glikolisis** dengan **siklus Krebs**) menjadi 2 **Asetil Ko-A**, 2 NADH dan 2 CO₂

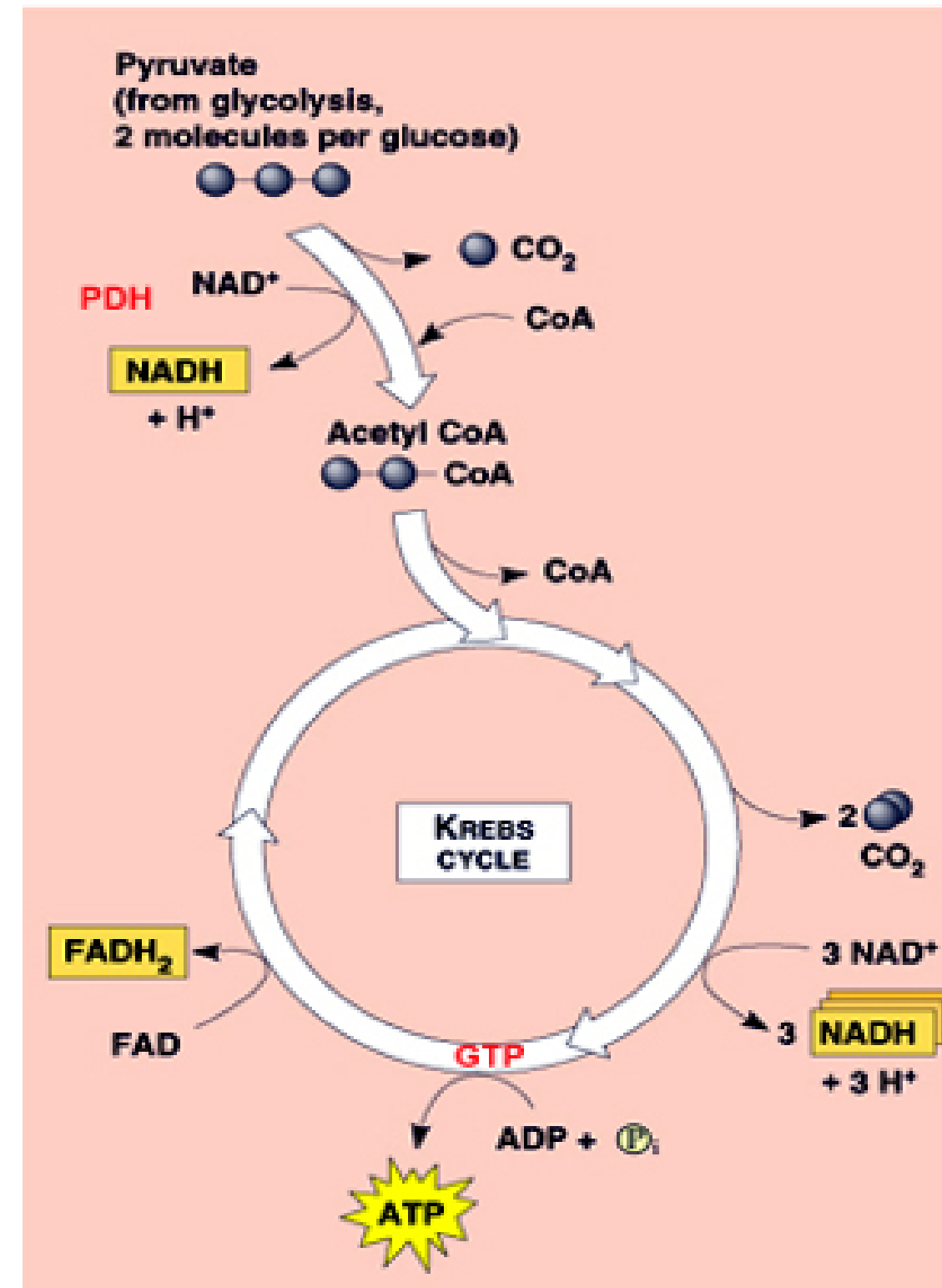


Respirasi Aerob



2. SIKLUS KREBS

- Gugus berkarbon **2 Asetil Ko-A** memasuki siklus.
- Terjadi di matriks mitokondria
- Terdiri dari beberapa tahap (9 rangkaian reaksi).
- Masing-masing dikatalisis oleh enzim-enzim khusus.
- Menghasilkan:
 - **2 ATP**
 - 4 CO_2
 - 6 NADH
 - 2 FADH_2



Respirasi Aerob

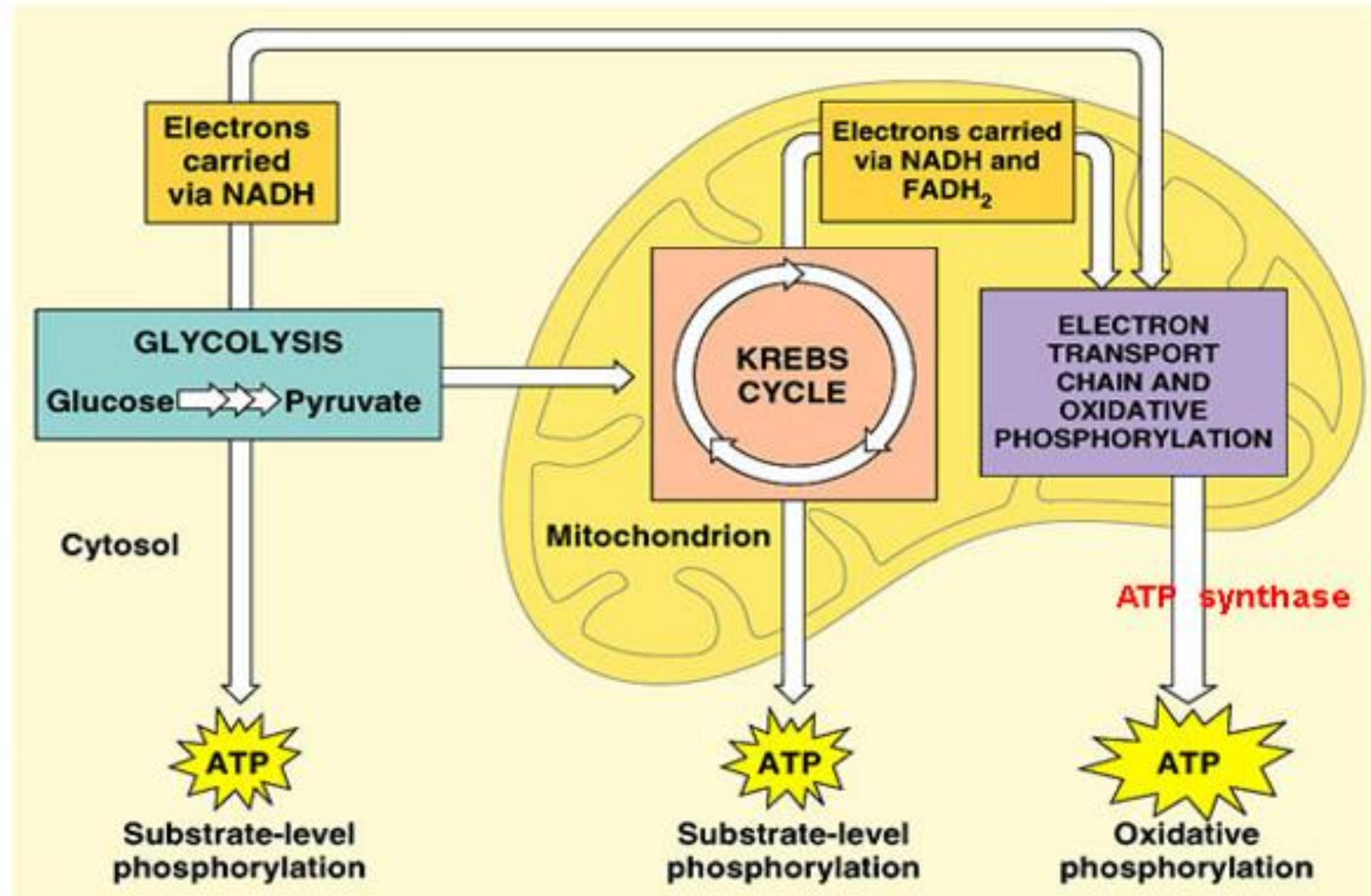


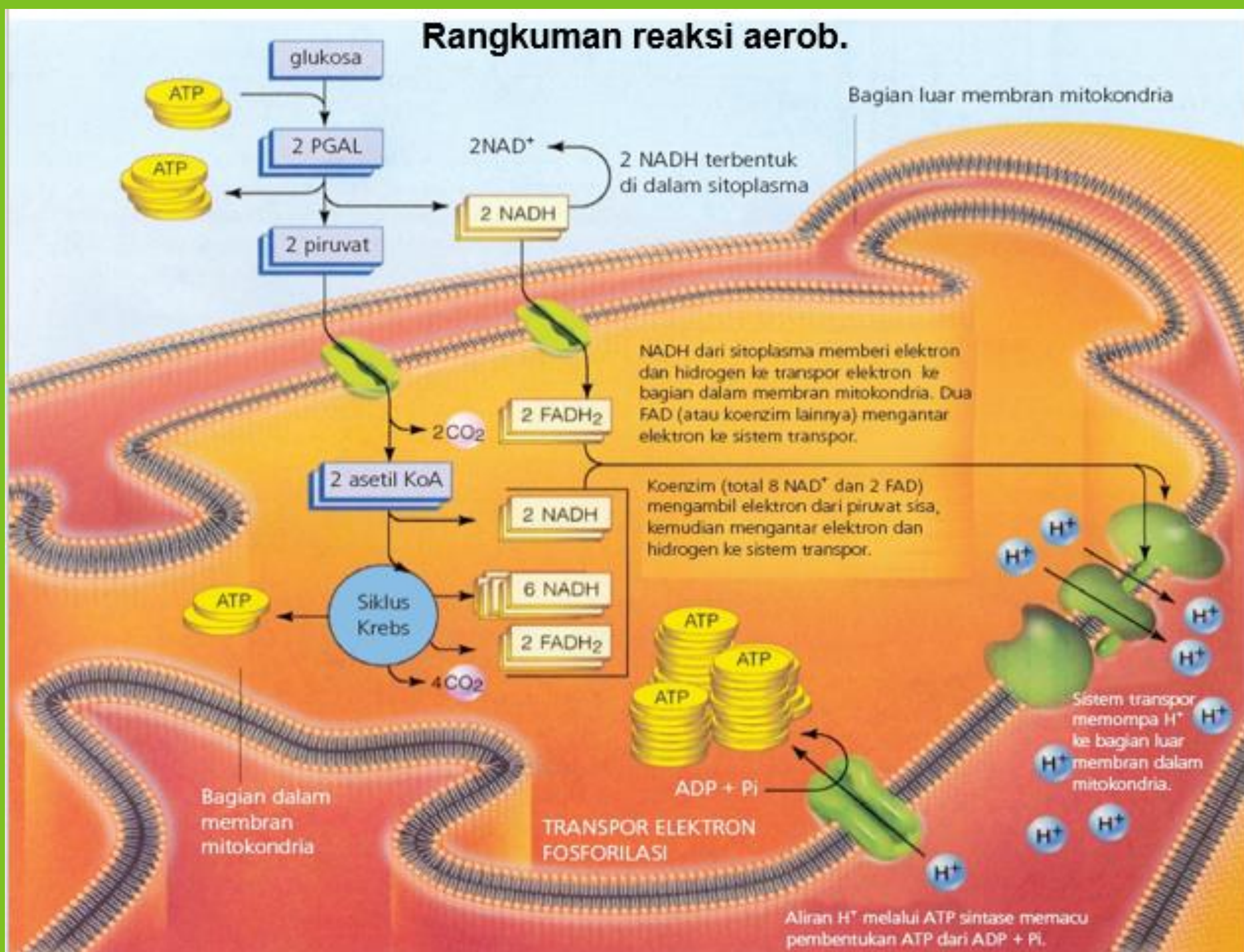
3. SISTEM TRANSPOR ELEKTRON

- Terjadi di bagian membran dalam mitokondria.
- Hidrogen dari siklus krebs diubah menjadi proton dan elektron.
- O_2 berperan sebagai penerima elektron yang terakhir.
- O_2 akan menerima (H^+) menjadi H_2O .
- ATP yang dihasilkan **34 ATP**
- Reaksi:



RINGKASAN PROSES RESPIRASI SELULER





TOTAL ENERGI YANG DIHASILKAN DARI RESPIRASI SELULER

- Glikolisis, energi yang dihasilkan = 2 ATP
 - Siklus krebs, energi yang dihasilkan = 2 ATP
 - Transfer elektron, energi yang dihasilkan = 34 ATP
-
- Total energi yang dihasilkan adalah = 38 ATP



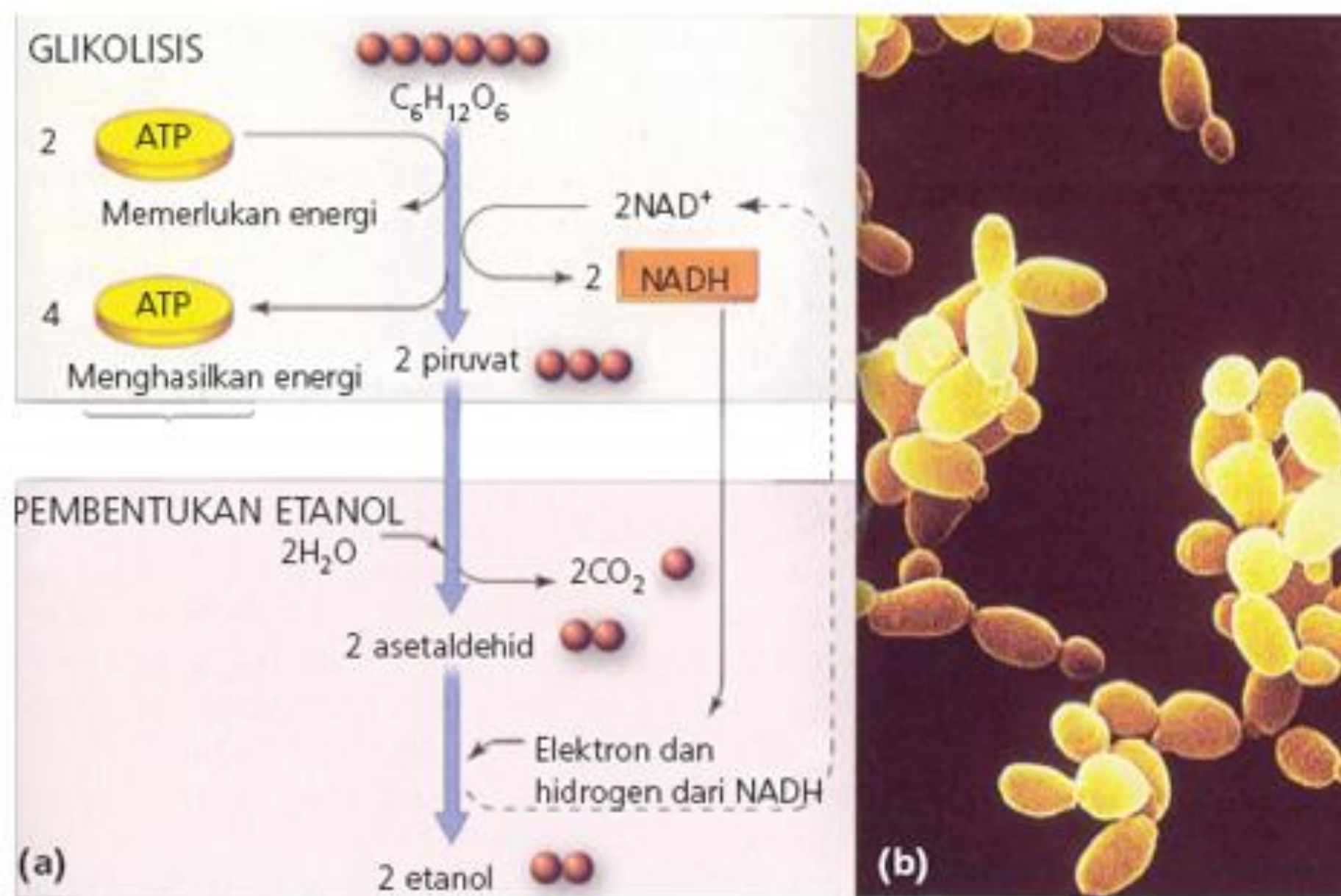
ATP = Adenosin Tripospat

- $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$
- Molekul berenergi tinggi
- Merupakan ikatan tiga (tri) molekul Pospat dengan senyawa Adenosin.
- Ikatan kimianya labil (mudah lepas gugus Pospat) dari 3 (ATP) menjadi 2 (ADP)
- Nah, lepasnya ikatan tsb diikuti dengan pembebasan energi sebanyak 7,3 kcal/mol atau 30,5 kJ/mol
- Reaksi dapat balik
 - $ATP \rightarrow ADP + P$
 - $ADP + P \rightarrow ATP$
- Sintesis ATP dari $ADP + P \rightarrow$ Fosforilasi



Respirasi Anaerob

Fermentasi alkohol



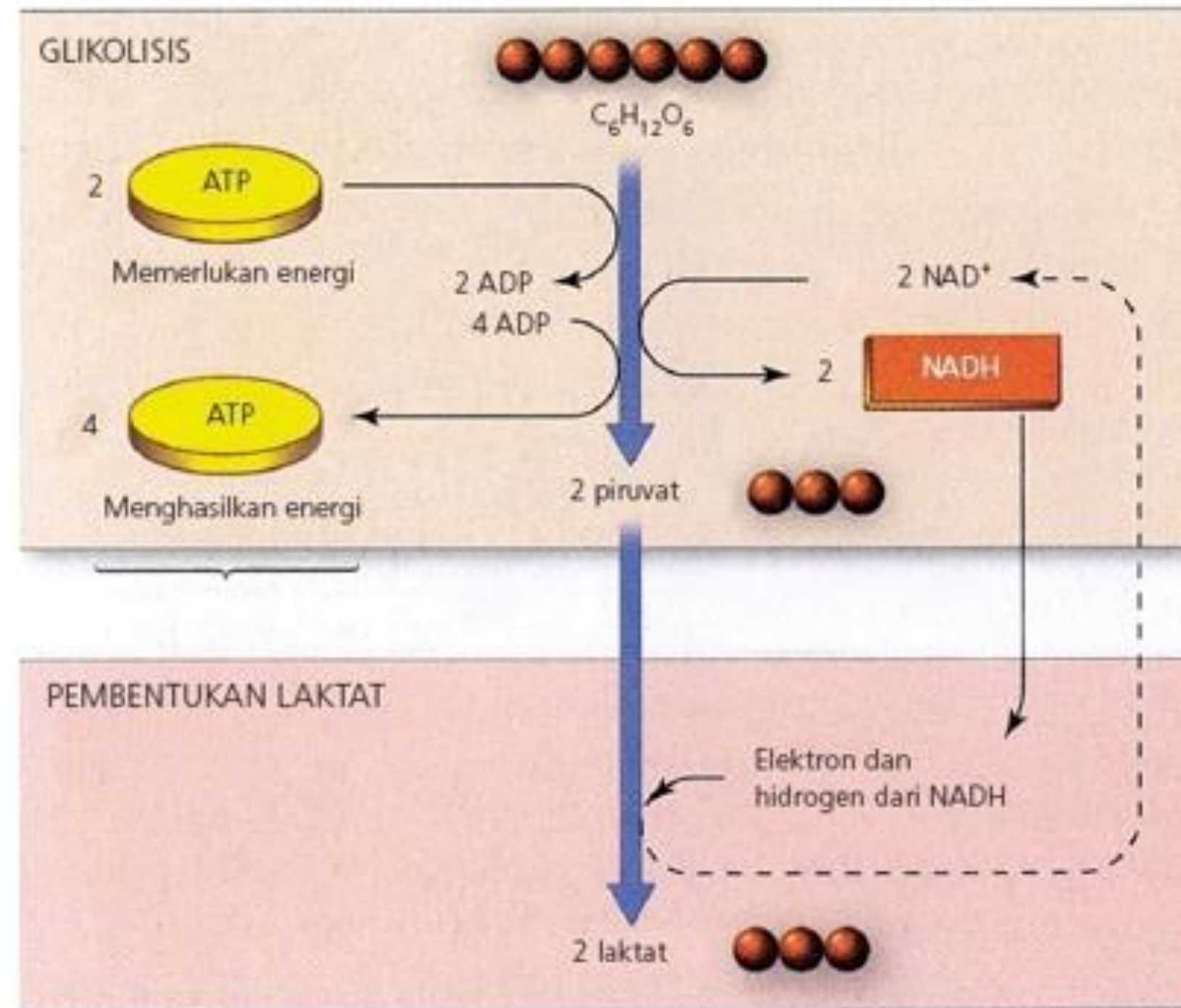
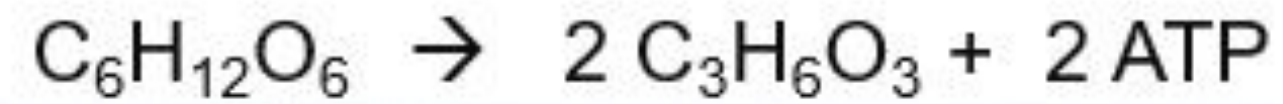
(a) Tahapan fermentasi alkohol. (b) Jamur ragi (yeast).



Respirasi Anaerob



Fermentasi asam laktat



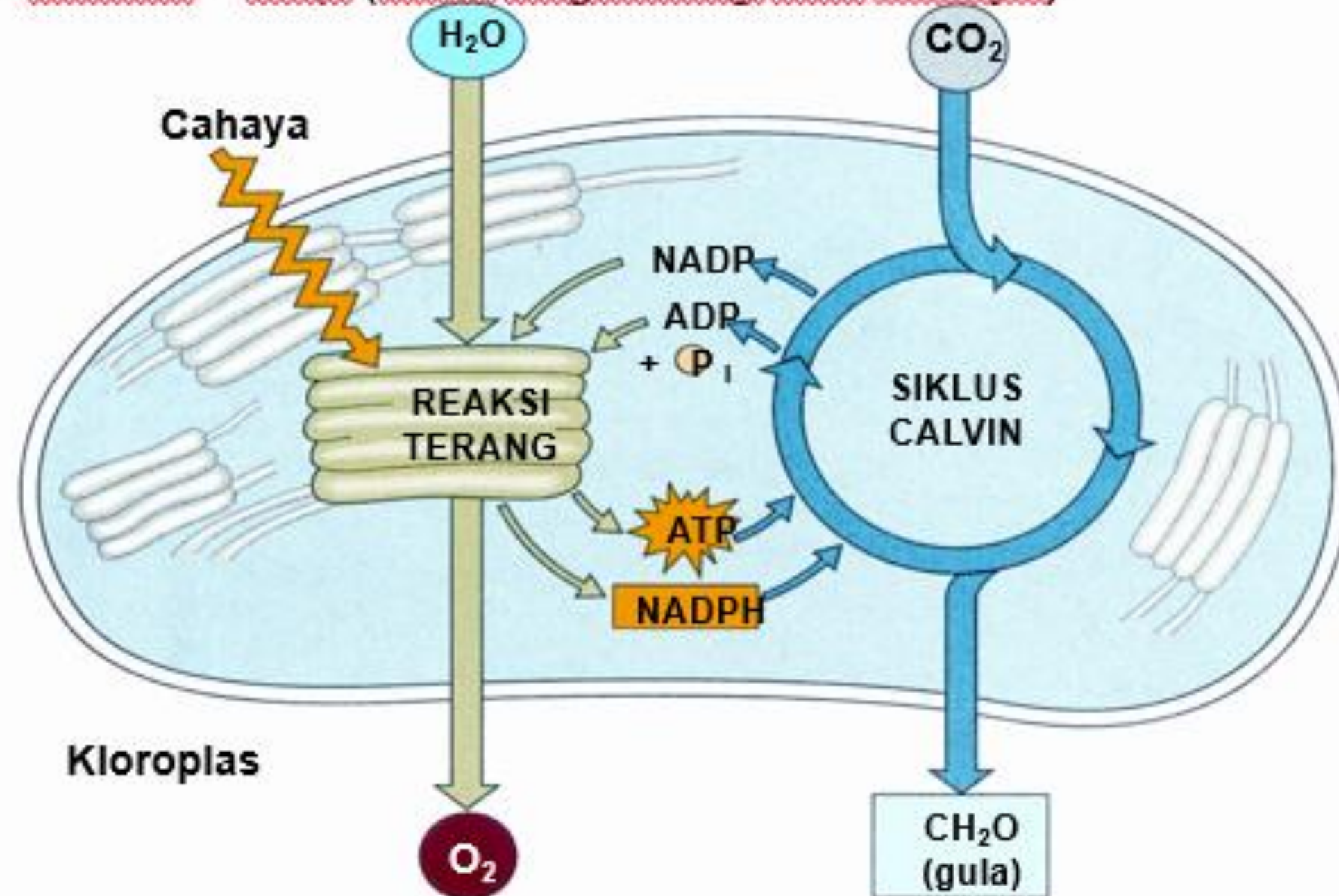
Anabolisme Karbohidrat

- **Fotosintesis**, peristiwa penggunaan energi cahaya untuk membentuk senyawa $C_6H_{12}O_6$ dari CO_2 dan H_2O
- Reaksi: $12 H_2O + 6 CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6 H_2O$
- Tempat: **Kloroplas**
- Kloroplas dibagi 2 bagian
 - Stroma: tempat glukosa terbentuk dari CO_2 dan H_2O
 - Tilakoid: menangkap energi cahaya dan mengubah ke energi kimia. Grana: Satu tumpuk tilakoid



Jalannya Reaksi Fotosintesis

- Terdiri dari dua reaksi:
 - Reaksi Terang (tergantung dari cahaya)
 - Reaksi Gelap (tidak tergantung dari cahaya)



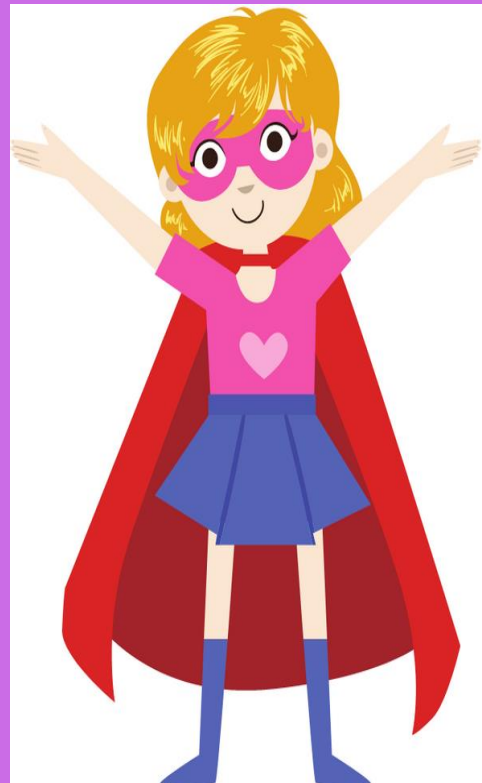
Reaksi Terang

- Proses penyerapan **foton** dan mengubahnya menjadi **ATP** dan **NADPH**
- Terjadi di Membran Tilakoid
- Waktu: Siang Hari
- Zat yang dibutuhkan: Air
- Proses:
 1. Kloroplas menyerap energi cahaya merah dan nila
 2. Energi tsb untuk memecah air (**fotolisis air**)
$$2 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{cahaya matahari}} 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$$
 3. H_2 yang lepas ditampung oleh NADP (reaksi Hill)
$$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NADP}^+ \xrightarrow{\text{cahaya matahari}} 2 \text{NADPH} + 2 \text{H}^+ + \text{O}_2$$
 4. Selama proses ini terjadi sintesis ATP (**foto-fosforilasi**)
 5. **NADPH dan ATP** itu akan digunakan untuk reaksi gelap, sebagian O_2 dilepas dan sebagian digunakan untuk katabolisme



Reaksi Gelap

- Disebut reaksi Blackman / reduksi CO_2 / siklus Calvin Benson
- Terjadi di Stroma
- Zat yang Dibutuhkan: ATP, NADPH (dari reaksi terang), RuBP
- Waktu: Siang dan Malam hari
- Proses:
 1. Dimulai saat CO_2 diikat / difiksasi Ribulosa BiPhospat (RuBP – 5 senyawa C) → Senyawa 6 Carbon labil
 2. Senyawa 6 Carbon pecah menjadi 2 Fosfoglisarat (PGA)
 3. PGA menerima gugus P dari ATP, elektron dari NADPH → 12 PGAL
 4. 12 PGAL → 10 PGAL ke tahap awal menjadi RuBP → 2 PGAL berkondensasi → glukosa 6 phospat
 5. Glukosa 6 phospat digunakan untuk membentuk karbohidrat hasil akhir fotosintesis (sukrosa, amilum, dan selulosa)



TEKNOLOGI PENGOLAHAN MAKANAN

Teknologi Makanan Berkadar Gula Rendah

Teknologi Pengawetan Makanan Berkualitas Tinggi

Teknologi Substitusi Energi dari Produk Pengolahan Makanan



Berbagai bahan pangan yang diawetkan.