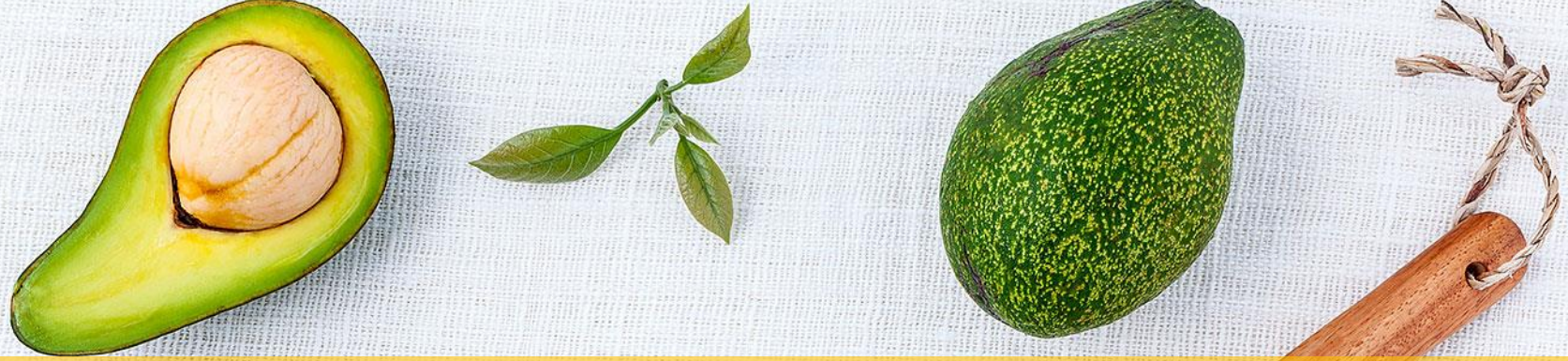




Metabolisme Makhluk Hidup

SMA Regina Pacis Jakarta



by Ms. Evy Anggraeny

Video

- Metabolisme & enzim

<https://www.youtube.com/watch?v=MriGdzO5OSY>

- Enzyme introduction

<https://www.youtube.com/watch?v=XTUm-75-PL4>

- Enzyme

<https://www.youtube.com/watch?v=qgVFkRn8f10&t=93s>

- Faktor Memperlambat Metabolisme

<https://www.youtube.com/watch?v=spcJAdlw73Q>



Metabolisme

- Merupakan semua proses biokimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup.
- Zat yang turut serta dalam proses metabolisme disebut **metabolit**.
- Memerlukan sumber energi (**ATP**).
- Memerlukan **waktu** yang panjang.
- Memerlukan **zat pengaktif**.
- Proses awal dengan adanya substrat & hasil akhir berupa produk.

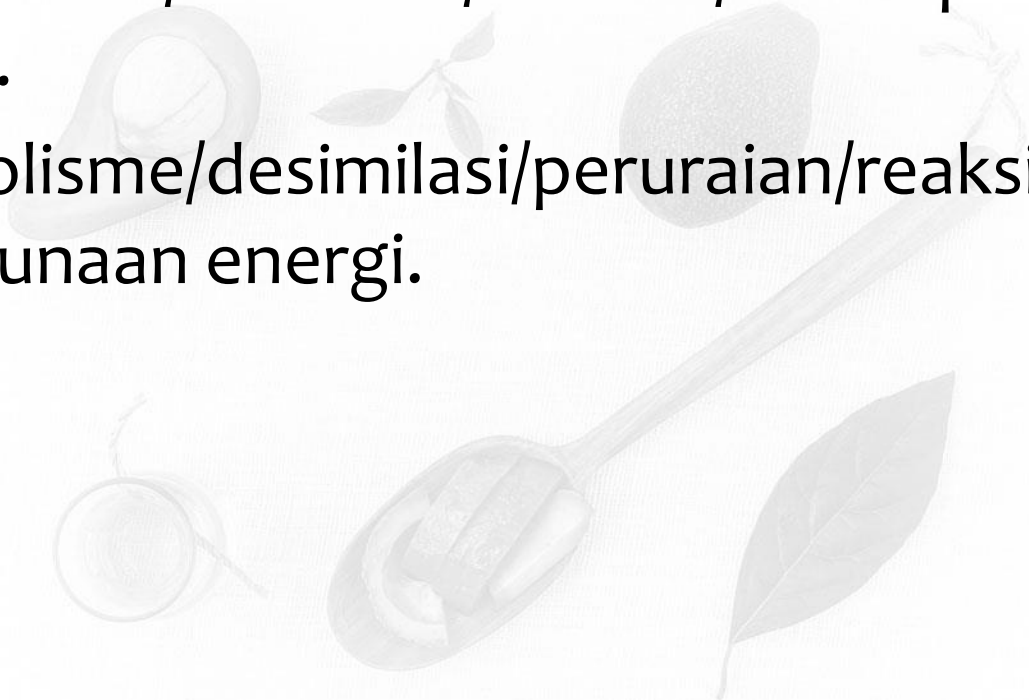
Berdasarkan tempat

- Metabolisme dalam sel & luar sel
- **Metabolisme luar sel** meliputi proses pencernaan & penyerapan biomolekul seperti karbohidrat (KH), protein dan lemak.
- **Metabolisme dalam sel** meliputi proses oksidasi & sintesis biomolekul. Terjadi dengan bantuan enzim.



Berdasarkan reaksi

- a. Anabolisme/asimiliasi/sintesis/reaksi penyusunan energi.
- b. Katabolisme/desimilasi/peruraian/reaksi penggunaan energi.



Anabolisme

- Merupakan proses pembentukan yang kompleks dari molekul sederhana.
- Memerlukan energi yang tinggi (**reaksi endergonik**).
- **Contoh:** fotosintesis, kemosintesis, sintesis lemak, sintesis protein.
- Memiliki jalur anabolik (***anabolic pathway***)



Katabolisme

- Merupakan proses penguraian zat untuk membebaskan energi kimia yang tersimpan dalam senyawa organik tersebut.
- **Contoh:** respirasi, fermentasi alkohol, fermentasi asam laktat.
- Memiliki jalur katabolik (*catabolic pathway*)
- Menghasilkan energi (**reaksi eksergonik**)

Enzim

- Suatu senyawa organik yang tersusun atas protein yang berfungsi sebagai **biokatalisator**.
- **Biokatalisator** adalah senyawa yang dapat membantu mengubah laju reaksi kimia **tanpa** zat tersebut ikut bereaksi.
- Enzim disintesis dalam sel hidup, tetapi aktivitasnya tidak selalu di dalam sel.



Struktur Enzim

- **Apoenzim** yang berupa protein yang terdiri dari gugus karboksil ($-\text{COOH}$) & gugus amina ($-\text{NH}_2$).
- **Gugus prostetik** yang non protein dan bersifat aktif.
- Gugus prostetik dibedakan menjadi kofaktor dan koenzim
- Apoenzim dan gugus prostetik yang bersatu disebut **holoenzim**.
- **Kofaktor** adalah gugus prostetik yang tersusun atas molekul berupa ion-ion logam: Cu^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} , dll.

Struktur Enzim

- **Koenzim** adalah gugus prostetik yang tersusun atas molekul organik non protein.
- Mempunyai peranan yang terkait sifat katalisis enzim.
- **Contoh:** vitamin B1, B2, NAD⁺ (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide*), dan FAD⁺ (*Flavin Adenine Dinucleotide*)
- Memiliki **sisi/situs aktif** yaitu sisi yang mengikat substrat.
- Memiliki **sisi alosterik** yaitu sisi yang mengikat koenzim.



Sifat Enzim

1. Sebagai **katalisator** yaitu dapat mempercepat laju reaksi.
2. Sebagai **protein**, setiap enzim memiliki jenis yang berbeda/khusus.
3. **Thermolabil**, memerlukan suhu khusus & dapat denaturasi.
4. **Reversible**, dapat mengkatalis satu reaksi dari satu substrat dan merangsang reaksi **arah bolak-balik**.

Sifat Enzim

5. Diperlukan dalam **jumlah sedikit** & digunakan berulang. Satu molekul enzim bisa bekerja berulang kali, selama molekul tersebut tidak rusak.
6. **Bekerja secara selektif dan spesifik**, satu enzim akan khusus untuk satu substrat saja.
7. Dapat **menurunkan energi aktivasi** untuk meningkatkan laju reaksi.
8. Merupakan **koloid**, dengan penyusun protein maka enzim mempunyai permukaan antar partikel yang cukup besar dan meningkatkan aktivitasnya.

Fungsi Enzim dalam Tubuh

Membantu dalam:

- Proses pencernaan.
- Proses pernapasan.
- Membangun otot.
- Fungsi kerja saraf.
- Membersihkan tubuh dari berbagai macam racun.
- Proses replikasi DNA.



Klasifikasi Enzim

- Berdasarkan **tempat kerja**: enzim intraseluler dan ekstraseluler
- Berdasarkan **tipe reaksi yang dikatalisis**:
 1. Oksidoreduktase
 2. Transferase
 3. Hidrolase
 4. Liase
 5. Isomerase
 6. Ligase



Klasifikasi Enzim

1. **Oksidoreduktase**: untuk reaksi oksidasi dan reduksi.
2. **Transferase**: untuk pemindahan gugus glikosil, metil, fosforil.
3. **Hidrolase**: untuk pemutusan hidrolitik C-C, C-O, C-N.
4. **Liase**: untuk pemutusan C-C, C-O, C-N dengan ikatan rangkap.
5. **Isomerase**: untuk perubahan struktural satu molekul.
6. **Ligase**: untuk penyatuan dua molekul dengan hidrolisis ATP.

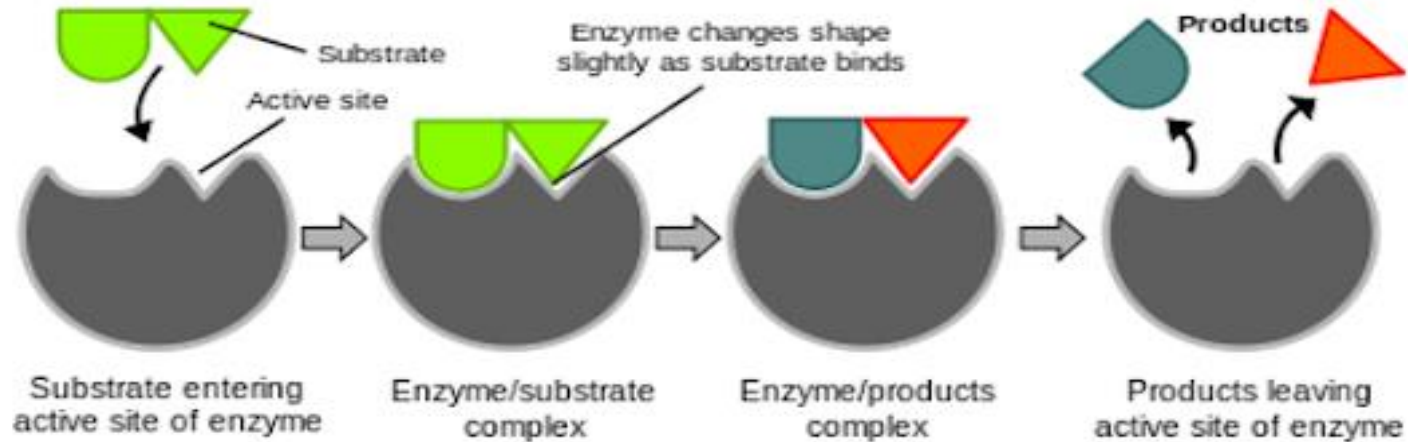
Mekanisme Kerja Enzim

1. **Teori kunci gembok (*key and lock theory*)**
dari Emil Fischer. Enzim sebagai gembok yang memiliki sisi aktif dan substrat sebagai kunci.
2. **Teori ketepatan induksi (*induced fit theory*)**
dari Daniel Koshland dengan sisi aktif enzim dapat berubah bentuk sesuai dengan bentuk substrat.



Mekanisme Kerja Enzim

Key and Lock theory



Lock and key theory

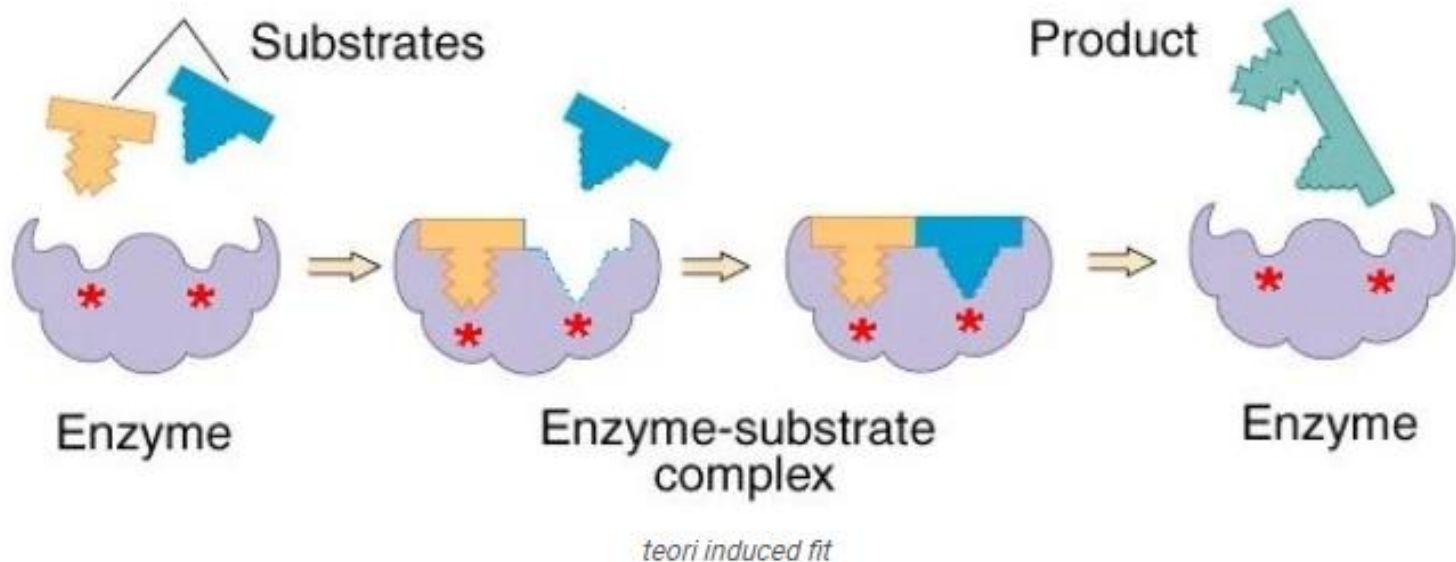
Sumber:

<https://www.biologiedukasi.com/2020/01/cara-kerja-enzim-teori-lock-and-key-dan.html>

Unduh: 18 July 2025 pk. 10.45 WIB

Mekanisme Kerja Enzim

Induced Fit Theory



Sumber:

<https://www.biologiedukasi.com/2020/01/cara-kerja-enzim-teori-lock-and-key-dan.html>

Unduh: 18 July 2025 pk. 10.50 WIB

Faktor yang memengaruhi enzim

1. **Temperatur**, harus sesuai & tepat, optimum 30 - 40 °C
2. **pH**, secara khusus: pepsin di lambung (pH = 2), Tripsin di usus ((pH = 8,5), intraseluler (pH = 7).
3. **Konsentrasi enzim & substrat**, bila konsentrasi substrat tinggi maka laju reaksi = konsentrasi enzim. Jika enzim sedikit & substrat terlalu banyak maka reaksi akan melambat.



Faktor yang memengaruhi enzim

4. **Hasil akhir (produk)**, aktivitas enzim diatur oleh kebutuhan tiap sel.
5. **Aktivator** merupakan zat yang dapat meningkatkan pengikatan enzim dengan substrat . Contoh: garam logam alkali dalam keadaan encer (2-5%), ion logam: Co, Mg, Ni, Mn, dan Cl.
6. **Inhibitor enzim**, seperti garam yang mengandung Hg & CN.



Macam inhibitor enzim

- Berdasarkan sifat ikatan: *irreversible* & *reversible*.
 1. *Inhibitor irreversible*, berikatan dengan sisi aktif enzim dengan kuat.
 2. *Inhibitor reversible*, berikatan dengan enzim secara lemah.

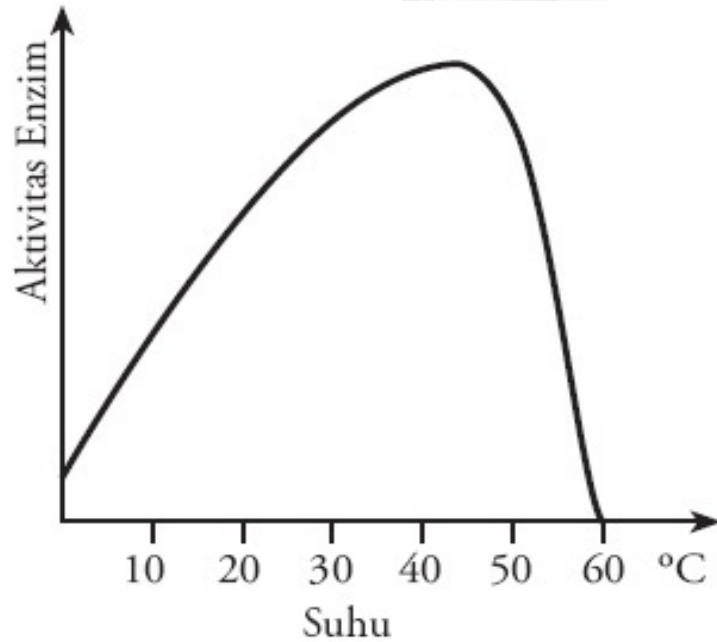
Macam inhibitor enzim

- Inhibitor *reversible* dibedakan:
 - a. *Reversible kompetitif* yaitu menempati sisi aktif enzim bersaing dengan substrat. Dapat menambahkan jumlah konsentrasi substrat.
 - b. *Reversible non kompetitif* yaitu menempati bagian lain dari enzim sehingga tidak bersaing dengan substrat. Molekul enzim akan mengubah bentuknya dan enzim kurang reseptif/inaktif.

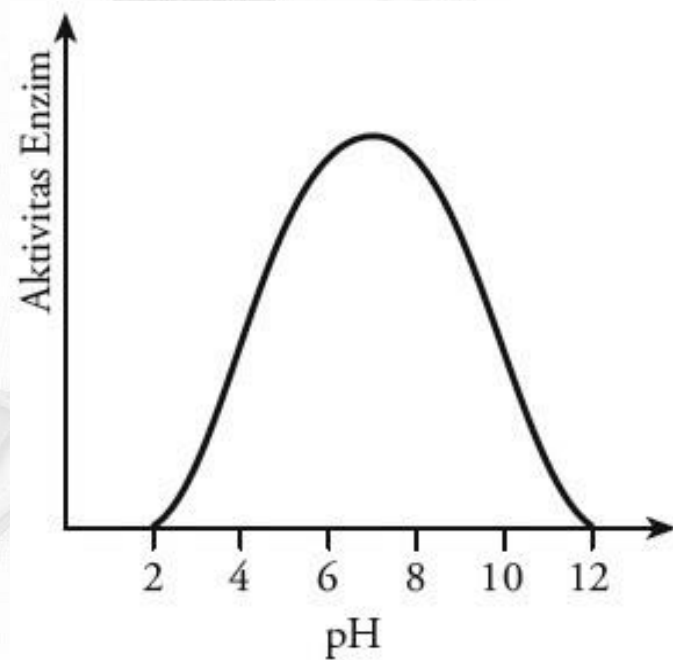


Grafik

Faktor Suhu

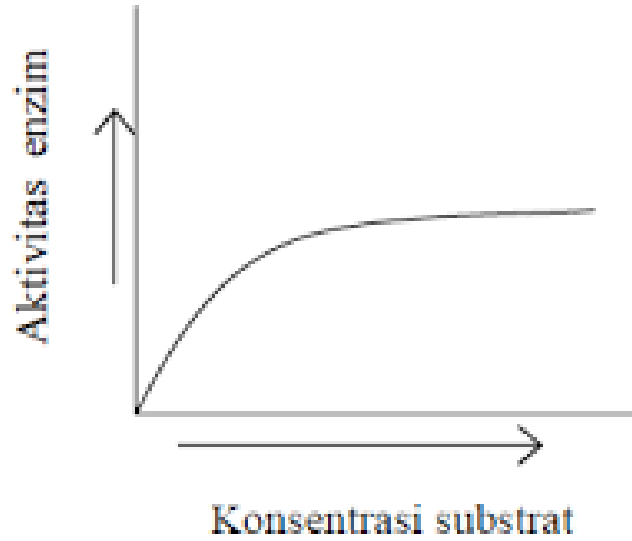


Faktor pH

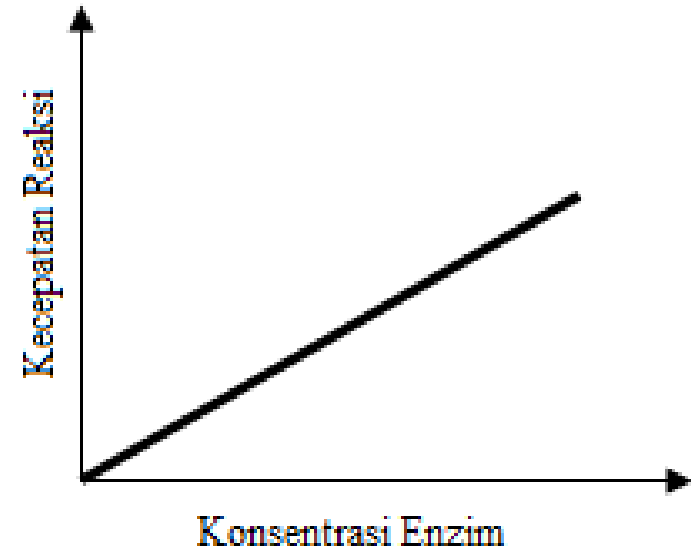


Grafik

Faktor Substrat



Faktor Konsentrasi Enzim





terima kasih.....

♥ • ea/ metabolisme makhluk hidup/bio xii/04 August/2025 ♥