

BIOKIMIA UMUM

ENZIM

Dr. Agustina

Definisi Enzim

- *Enzim* adalah biokatalisator organik yang dihasilkan organisme hidup di dalam protoplasma, yang terdiri atas protein atau suatu senyawa yang berikatan dengan protein.
- *Enzim* didefinisikan sebagai biokatalisator yang berfungsi mempercepat reaksi biologis di dalam tubuh.
- Dengan adanya enzim, proses reaksi biologis di dalam tubuh bisa terjadi tanpa ikut bereaksi dengan substrat (komponen yang akan dipecah oleh enzim).
- Enzim merupakan katalis yang sangat selektif, artinya setiap enzim hanya mempercepat reaksi tertentu.
- Beberapa enzim membantu memecah molekul besar menjadi potongan-potongan kecil yang lebih mudah diserap tubuh.
- Namun ada juga enzim yang membantu mengikat dua molekul menjadi satu untuk menghasilkan molekul baru.

Komponen Enzim

1. Protein (apoenzim)

2. Non-protein (gugus prostetik)

- **Apoenzim** adalah komponen paling dominan dalam struktur enzim.
 - Selain itu, apoenzim ini bersifat labil karena mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu dan pH, serta tidak tahan panas.
 - Adapun **gugus prostetik** terdiri dari ion anorganik dan ion organik kompleks.
 - **Ion anorganik** dalam gugus prostetik disebut sebagai kofaktor.
 - **Fungsi kofaktor** ialah katalis yang mampu meningkatkan kerja enzim.
- **Ion organik** dalam gugus prostetik disebut **koenzim, yang berfungsi** untuk memindahkan zat kimia dari satu enzim ke enzim lain.

Tata Nama & Kekhasan Enzim

- Nama tiap enzim disesuaikan dg nama substratnya dg penambahan “ase”, dibelakangnya.
 - Substrat : senyawa yg bereaksi dg bantuan enzim.
- Contoh: enzim yg menguraikan urea (substrat) dinamakan urease
- Kelompok enzim yg mempunyai fungsi sejenis diberi nama sesuai fungsinya.
 - Contoh: hidrolase, kelompok enzim yg mempunyai fungsi sbg katalis dlm reaksi hidrolisis
- Ada jg enzim yg bisa bekerja pd lbh dr satu substrat, tapi enzim tsb mempunyai kekhasan tertentu.
 - Contoh: esterase, dpt menghidrolisis bbrp ester asam lemak tap itdk dpt menghidrolisis substrat lain yg bukan ester
 - Enzim arginase, bekerja thd L-arginin tapi tdk thd D-arginin.

Sifat-sifat Enzim

Secara umum ada enam sifat enzim:

1. enzim hanya mengubah kecepatan reaksi. Jadi, enzim tidak mengubah produk akhir yang dibentuk atau mempengaruhi keseimbangan reaksi, hanya meningkatkan laju suatu reaksi.
2. Enzim bekerja secara spesifik. Oleh sebab itu, enzim hanya mempengaruhi substrat tertentu.
3. Enzim merupakan protein. Oleh karena itu, enzim memiliki sifat seperti protein, antara lain bekerja pada suhu optimum, umumnya suhu kamar. Enzim akan kehilangan aktivitasnya karena pH yang terlalu asam atau basa kuat, dan pelarut organik. Panas yang terlalu tinggi akan membuat enzim terdenaturasi sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

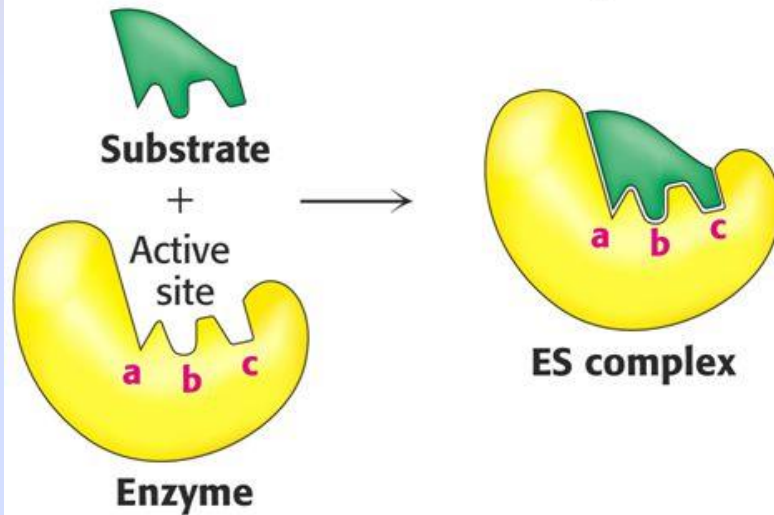
4. Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit, sesuai dengan fungsinya sebagai katalisator.
5. Enzim bekerja secara bolak-balik. Reaksi-reaksi yang dikendalikan enzim dapat berbalik. Ini berarti enzim tidak menentukan arah reaksi tetapi hanya mempercepat laju reaksi sehingga tercapai keseimbangan. Enzim dapat menguraikan suatu senyawa menjadi senyawa-senyawa lain, dan juga sebaliknya, menyusun senyawa-senyawa menjadi senyawa tertentu.
6. Enzim dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, aktivator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat), serta konsentrasi substrat.

Fungsi dan Cara Kerja Enzim

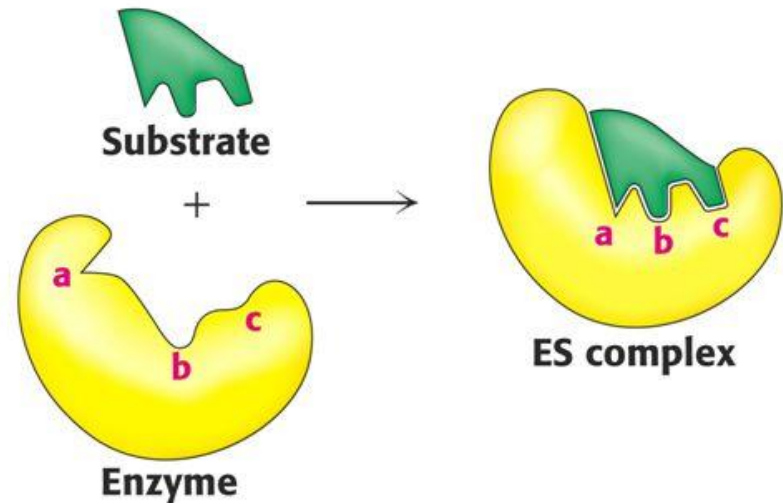
- Enzim bertindak sebagai katalis dalam organisme hidup, berfungsi utama mengurangi hambatan energi aktivasi pada suatu reaksi kimiawi.
- Enzim mengatur laju reaksi kimia tanpa dirinya sendiri berubah dalam proses tersebut.
- Molekul yang bekerja dengan enzim disebut dengan istilah substrat.
- Substrat berikatan dengan suatu daerah pada enzim yang disebut tapak aktif.
 - Ada dua model cara kerja enzim:
 1. Pada *model gembok dan kunci (Lock and key)*, situs aktif enzim dibentuk secara tepat untuk menampung substrat tertentu.
 2. Sementara di *model induced-fit atau kecocokan yang terinduksi*, situs aktif dan media tidak cocok satu sama lain, tetapi keduanya mengubah bentuknya agar

Mekanisme reaksi

Model *lock & key*



Model *induced fit*



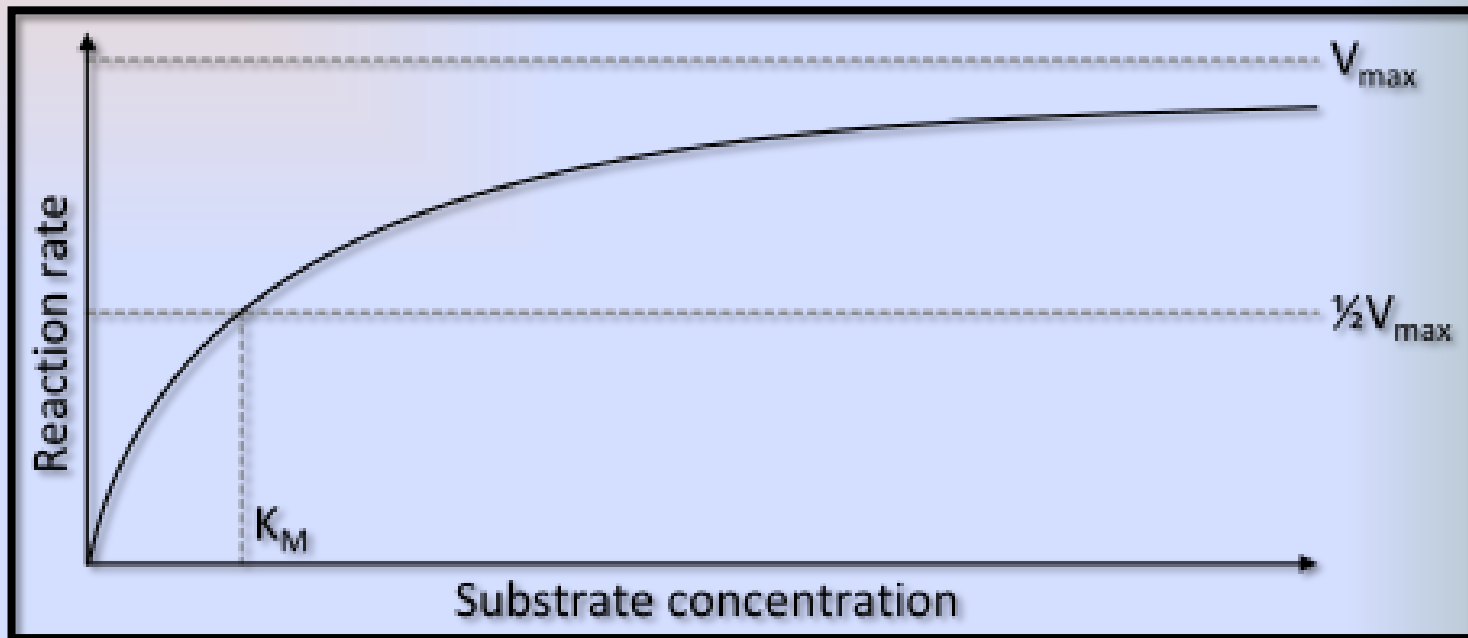
- Suatu enzim memiliki ukuran yg lbh besar dr substrat.
- Hanya bagian tertentu dr enzim yg terhubung dg substrat.
- Tempat atau bagian enzim yg terhubung dg substrat disebut sbg ***bagian aktif (active site)***.
- Hubungan hanya mungkin terjadi bila bagian aktif memiliki ruang yg tepat dpt menampung substrat, shg ini menjadikan enzim mempunyai kekhasan thd substrat tertentu.
 - Hubungan atau kontak antara enzim dg substrat menyebabkan terjadinya kompleks enzim-substrat, yg merupakan kompleks aktif, bersifat sementara & terurai lg jk sudah terjadireaksi yg diinginkan



Enzim + Subtrat → Kompleks Enzim dengan Subtrat → Enzim + Produk

Kinetika Enzim

- Kinetika enzim adalah studi yang mempelajari laju reaksi dari suatu reaksi enzimatik
- Untuk mempelajari kinetika reaksi yang dikatalisis oleh enzim maka kita dapat menggambarkan suatu diagram yang menghubungkan antara kecepatan reaksi dengan konsentrasi substrat.
 - Dari diagram terlihat bahwa saat substrat tidak ada maka laju reaksi akan bernilai nol. Ketika substrat semakin bertambah, maka laju reaksi akan semakin bertambah
- Namun, semakin banyaknya substrat yang ditambahkan akan membuat laju reaksi mencapai laju maksimumnya.



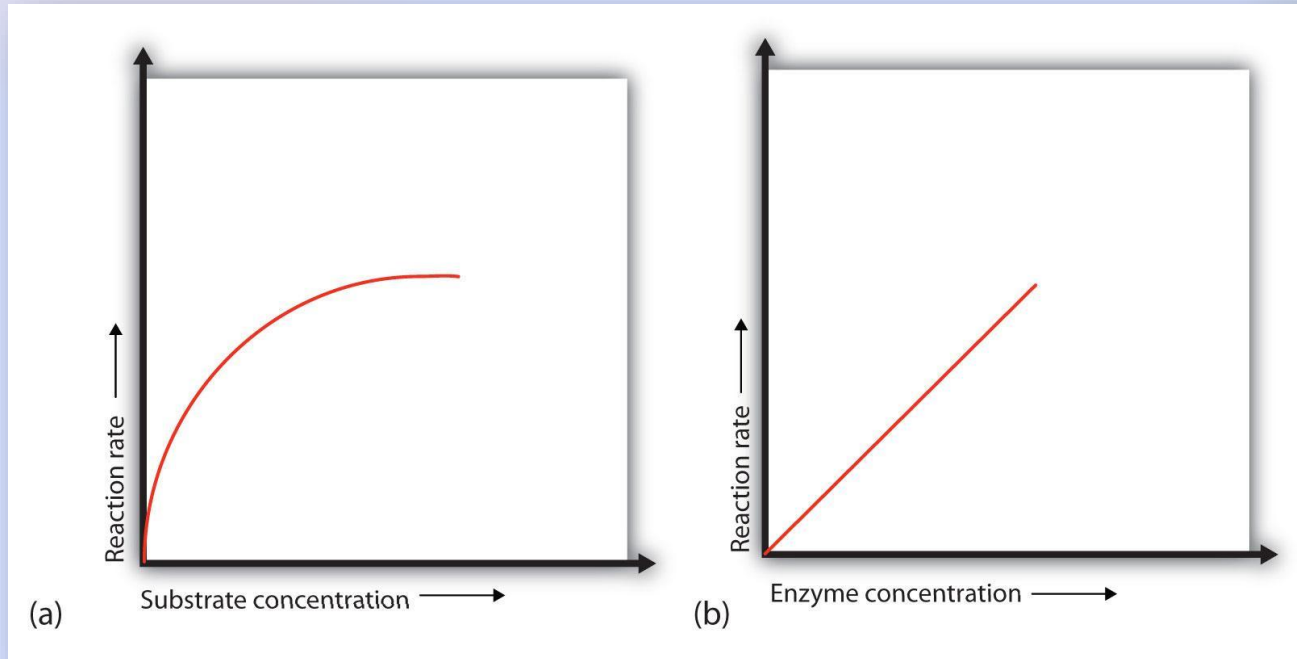
Kurva penjumlahan Michaelis–Menten pada suatu reaksi enzim yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi substrat dan laju reaksi.

Enzim mengkatalisasi banyak aspek dari metabolisme sel yang mempunyai fungsi berikut:

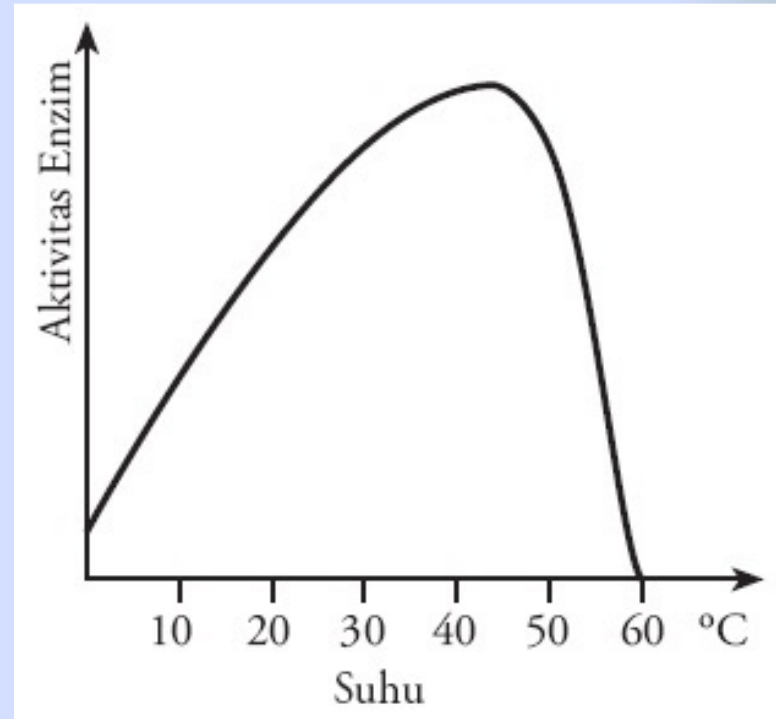
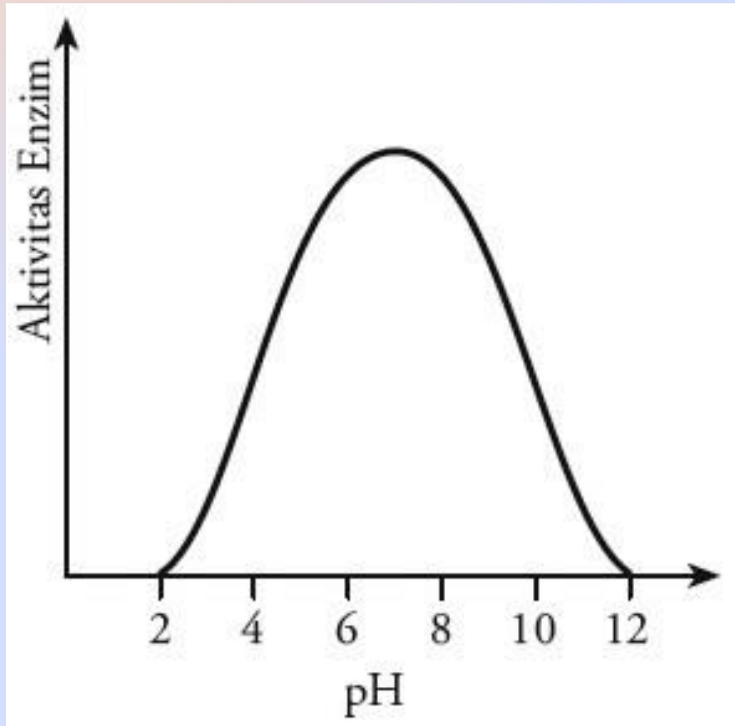
1. Pencernaan makanan di mana molekul nutrisi yang besar (seperti protein, karbohidrat, dan lemak) dipecah menjadi molekul yang lebih kecil.
2. Konservasi dan transformasi energi kimia.
3. Konstruksi makromolekul seluler dari prekursor yang lebih kecil.
4. Setiap sel di tubuh mengandung DNA. Setiap sel membelah, DNA perlu disalin. Enzim membantu dalam proses ini dengan melepaskan gulungan DNA dan menyalin informasi.

Kondisi yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim:

1. Konsentrasi Enzim
2. Konsentrasi substrat
3. pH
4. Suhu



(a) Pengaruh konsentrasi substrat dan (b) enzim thd laju aktivitas enzim



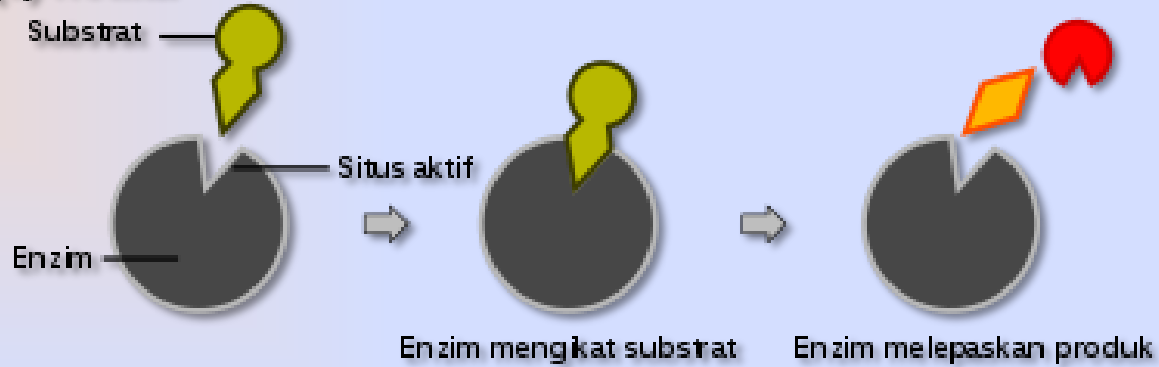
Pengaruh pH dan suhu terhadap laju aktivitas enzim

Penghambatan Keja Enzim

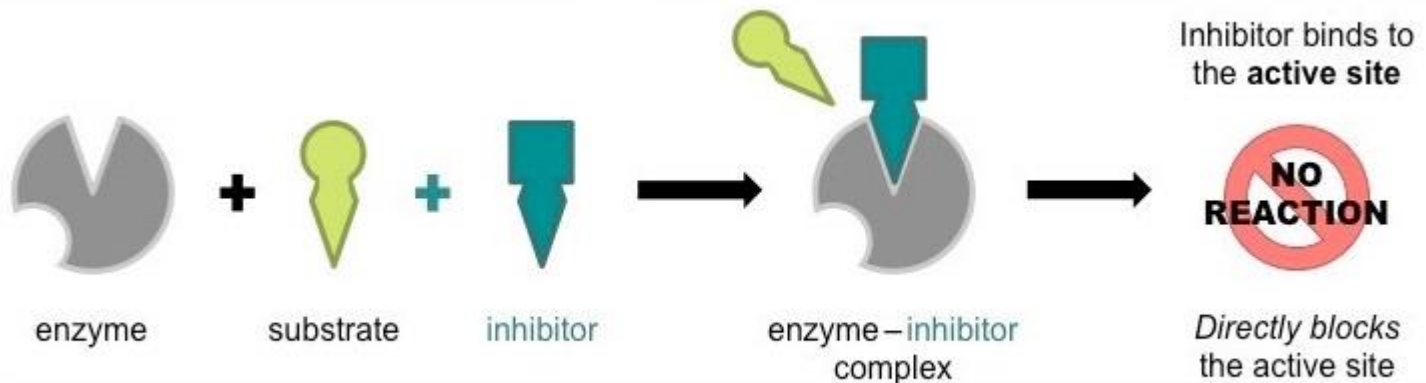
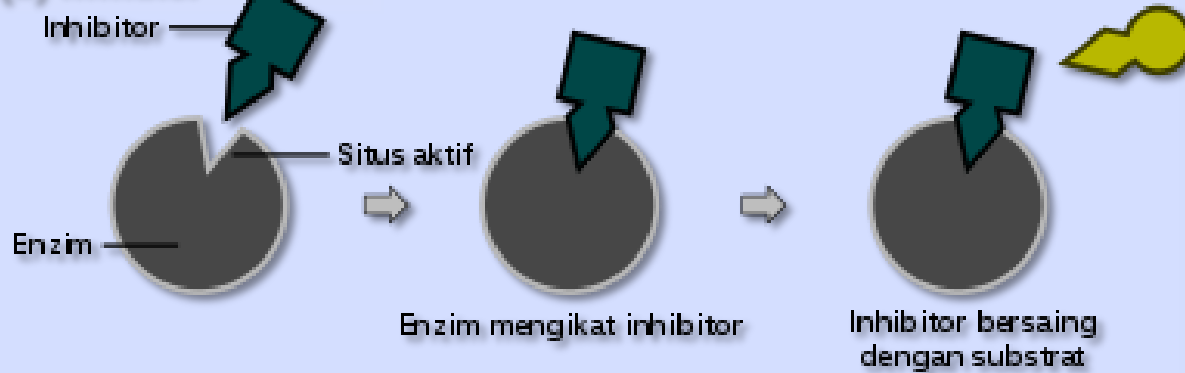
- Hambatan enzim: nonreversibel (tdk dpt balik) dan reversibel (dpt balik)
- Non reversibel hambatan menyangkut modifikasi atau menjadi tdk aktifnya satu atau lebih gugusan fungsional enzim tsb.
- Hambatan reversibel ada 2:
 - 1. hambatan kompetitif dpt balik dg cara menambah konsentrasi substrat
- Hambatan non kompetitif tdk dpt.

Hambatan Kompetitif

(a) Reaksi

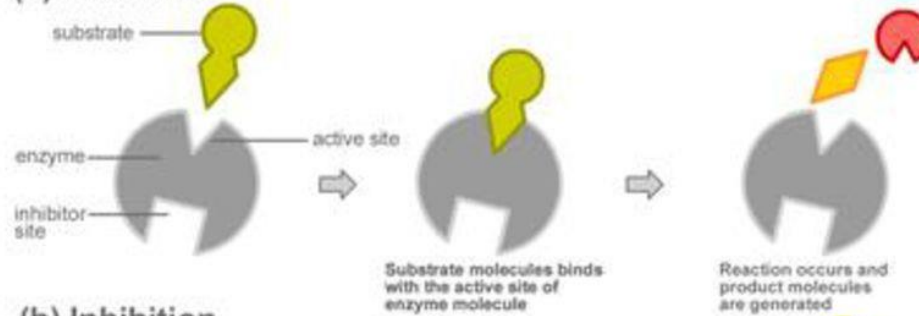


(b) Inhibisi

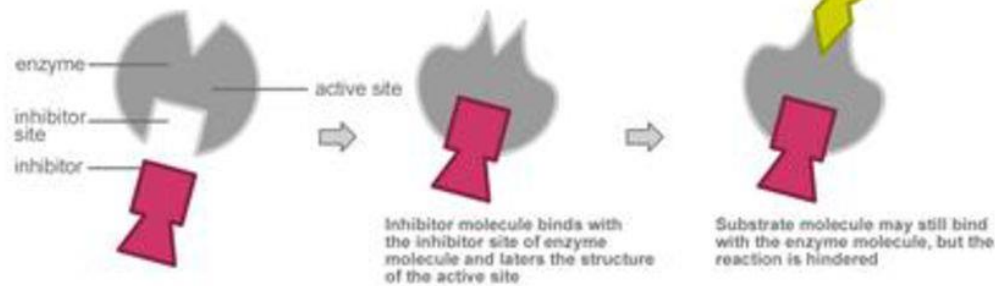


KERJA ENZIM DENGAN INHIBITOR NON KOMPETITIF

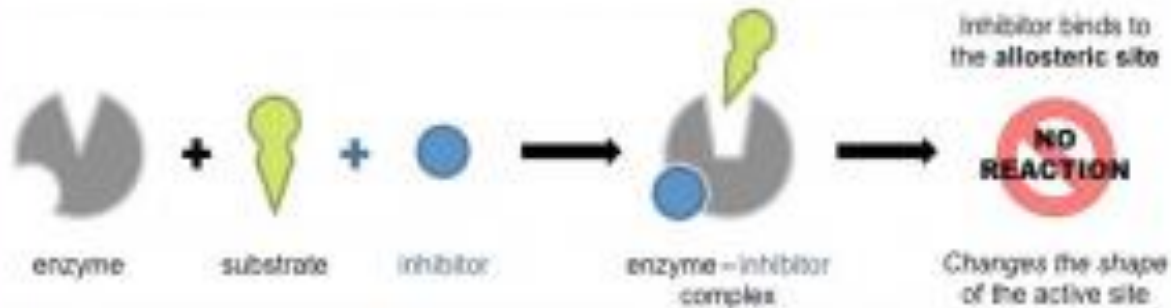
(a) Reaction



(b) Inhibition



Non-Competitive Inhibition



Kondisi yang Mempengaruhi Pembentukan Enzim

- Berdasarkan ada tdknya substrat dan pembentukan enzim, maka enzim dibagi dlm 2 kel:

1. **Enzim2 konstitutif**: enzim ini selalu dihsilkan oleh sel. Contoh: enzim yg dihsilkan pd proses glikolisis atau peruraian gula. Brp pun besarnya konsentrasi substratnya di dlm medium, enzim ini selalu dijumpai dlm jlh kurang lebih sama.

2. **Enzim2 adaptif (terinduksi)**: enzim2 ini dihasilkan oleh sel hanya sbg tanggapan adanya substrat tertentu. Artinya mereka dihasilkan hanya bila dibutuhkan. Proses ini disebut induksi enzim, dan substratnya (atau suatu senyawa yg strukturnya menyerupai substrat) yg menyebabkan pembentukan enzim tsb ialah induser. Contoh enzim indusibel ialah β -galktosidase; indusernya ialah gula laktose.

- Pada kenyataannya enzim2 terinduksi diduga terdpt juga dlm sel2 yg tdk diinduksi tetapi dlm jumlah yg relatif rendah.
- Demikian pula produksi enzim2 konstitutif seringkali dpt ditingkatkan oleh adanya substrat yg spesifik.
- Teknik ini utk menimbulkan pembentukan enzim baru melalui penggunaan induser telah dimanfaatkan scr luas dlm penelitian yg dirancang utk menjabarkan mekanisme pembentukan enzim.