

# JADUAL KULIAH BIOKIMIA KELAS I (KODE MAK 144, 3 (2-1) SKS)

1	RPKPS, lingkup sejarah Biokimia dan struktur dan fungsi sel,	GTC
2	Air dan asam basa (pH)	GTC
3	Struktur dan Fungsi serta mekanisme kerja Enzim	GTC
4	Struktur dan Fungsi serta mekanisme kerja Karbohidrat	GTC
5	Metabolisme Karbohidrat	GTC
6	Struktur , Fungsi Protein serta asam amino dan mekanisme kerjanya	GTC
7	Metabolisme Protein dan asam amino	GTC
8	<b>UTS</b>	GTC
9	Struktur dan Fungsi Asam Nukleat serta mekanisme kerjanya	
10	Struktur dan Fungsi serta metabolisme Lipid, mekanisme kerjanya	
11	Struktur dan Fungsi serta Metabolisme Mineral. Mekanisme kerjanya	
12	Struktur dan Fungsi serta Metabolisme Vitamin mekanisme kerjanya	
13	Mekanisme dan kerja Bio-energetika	
14	Aplikasi Biokimia Dalam Bidang Peternakan	
15	Presentasi Kelompok Mahasiswa	
16	<b>UAS</b>	

# PENDAHULUAN : ENZIM DALAM TUBUH

**Tubuh kita merupakan laboratorium yg sangat rumit --- terjd. berbagai reaksi kimia :**

- Penguraian zat-zat yg terdapat dalam makanan kita
- Penggunaan hasil uraian tsb utk memperoleh energi
- Penggabungan kembali utk membentuk persediaan makanan dlm tbh
- Berbagai macam reaksi kimia lainnya

apabila dikerjakan di laboratorium (invitro) membutuhkan

keahlian khusus serta waktu yang lama biaya tak terhingga

**proses in vivo**, tanpa memerlukan suhu yg tinggi & dapat terjadi dalam waktu yang sangat pendek

**Reaksi atau proses kimia yang terjadi dengan baik dalam tubuh ini dimungkinkan karena adanya katalisator yang disebut ENZIM**

# FUNGSI UMUM ENZIM (SEL TUBUH)

Organisme hidup → rangkaian reaksi biokimia → peran enzim

Enzim : biokatalisator yg mengatur kecepatan berlangsungnya semua proses fisiologis

Sel dapat mengatur lintasan metabolik yang berjalan dan seberapa cepat dengan cara memproduksi katalis yang tepat yaitu **enzim** dalam jumlah yang sesuai pada saat diperlukan

Hampir semua reaksi kimia berlangsung sangat lambat tanpa katalis

**Enzim meningkatkan kecepatan reaksi  $10^8 - 10^{20}$  kali lebih cepat** dari katalis ion logam atau senyawa anorganik lainnya

Kata Kunci:

**Aktif**, *Interaksi enzim –molekul (substrat ) menyebabkan pengaktifan molekul tsb dan mengakibatkan perubahan struktur kimianya.*

- **Katalis**,
- **Protein**,, **Spesifik**

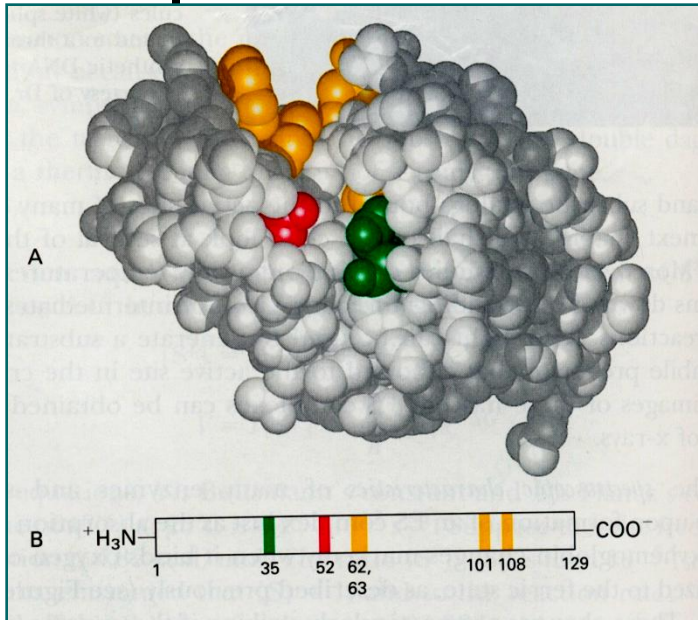
# Definisi Umum

Dlm system biologi → reaksi kimia selalu memerlukan katalis.

Tanpa katalis → sangat lama shg diperlukan → **Enzim yg berfungsi sbg biokatalisator**

## Susunan enzim

Protein yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dengan jalan menurunkan tenaga aktivasi dan tidak mengubah kesetimbangan reaksi, serta bersifat sangat spesifik.



- Komponen utama enzim adalah protein
- Protein yang sifatnya fungsional, bukan protein struktural
- Tidak semua protein bertindak sebagai enzim

# ENZIM EKSTRA SEL & ENZIM INTRA SEL

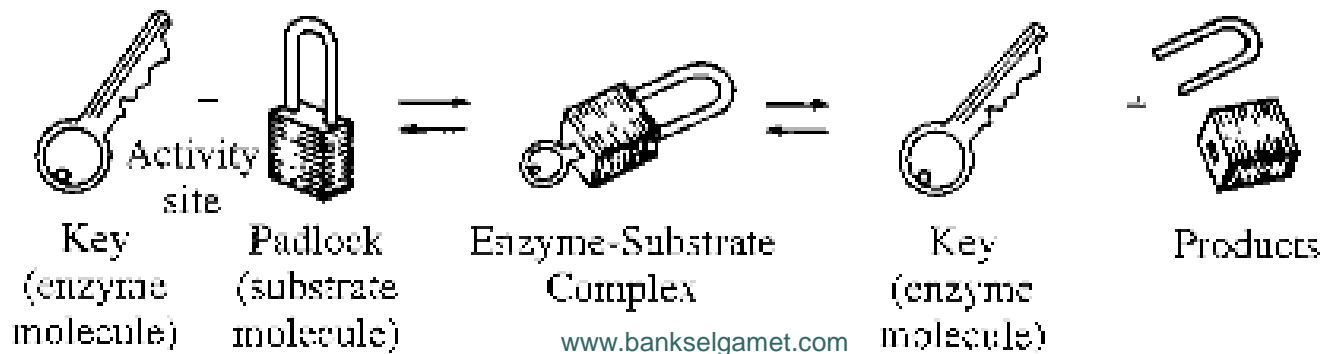
- *Enzim hanya disintesis oleh dan di dalam sel*
- *Sbg produk sel, enzim hanya akan disintesis jika sel mempunyai gen utk enzim tsb.*
- Pd dasarnya enzim2 berada & bekerja menjalankan fungsinya dalam sel , kecuali:
  1. *Enzim-enzim pencernaan*
  2. *Enzim-enzim penggumpalan darah dan pemecah bekuan darah*
  3. *Sistem pertahanan tubuh (antibodi, komplemen)*

# FUNGSI & CARA KERJA ENZIM

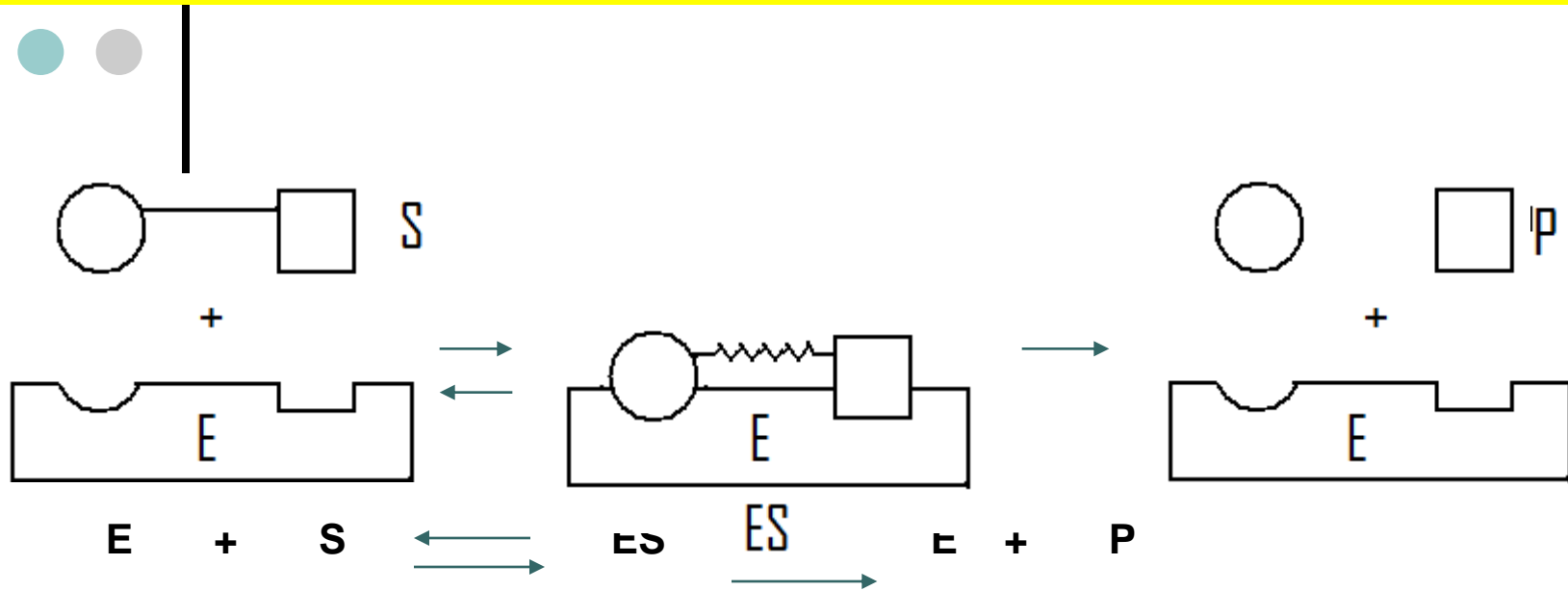
Sebagai katalisator untuk proses biokimia yg terjadi didalam sel maupun di luar sel

Enzim bekerja dengan **menurunkan energi aktivasi suatu reaksi kimia** --- sehingga dengan diperkecilnya energi aktivasi oleh enzim maka reaksi berlangsung lebih mudah dan lebih cepat.

## “Lock and Key” theory



# KOMPLEKS ENZIM SUBSTRAT



Ket : E = enzim, S = substrat ES = kompleks enzim  
substrat P = hasil reaksi

Setiap enzim dinamai menurut substratnya (zat dimana enzim bekerja) dengan penambahan akhiran kata – asa dibelakangnya. ex : enzim yang menguraikan urea (substrat) ----- ureasa; bekerja terhadap arginin ---- arginina

Ada juga penamaan berdasarkan fungsinya, ex : hidrolasa ---- enzim pada reaksi hidrolisa

Suatu enzim bekerja secara khusus terhadap suatu substrat tertentu.

Kekhususan inilah merupakan ciri khas dari enzim, ex : enzim hidrolasa hanya bisa bekerja pada proses atau reaksi hidrolisa.

# PENGERTIAN ENZIM

- Enzim merupakan senyawa organik bermolekul besar yang berfungsi untuk mempercepat jalannya reaksi metabolisme di dalam tubuh tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi
- Enzim tidak ikut bereaksi, struktur enzim tidak berubah baik sebelum dan sesudah reaksi tetap
- Enzim sebagai biokatalisator
- Bagian enzim yang aktif adalah sisi aktif dari enzim



# PENYEBARAN ENZIM DALAM SEL

Enzim untuk fotosintesis di kloroplas

Enzim untuk respirasi aerobik hanya di mitokondria

Enzim untuk reaksi respirasi yang lain ada di sitosol

Enzim untuk sintesis DNA , RNA dan mitosis ada di nukleus

## Sifat enzim

- Enzim dibentuk dalam protoplasma sel
- Enzim beraktifitas di dalam sel tempat sintesisnya (disebut endoenzim) maupun di tempat yang lain diluar tempat sintesisnya (disebut eksoenzim)
  - Sebagian besar enzim bersifat endoenzim

# ● ● Bagaimana enzim bekerja

- Reaksi tanpa enzim:
  - Lambat
  - Membutuhkan suhu yang tinggi
  - Tekanan yang tinggi
- Reaksi enzimatik
  - Enzim memberikan suatu lingkungan yg spesifik di dalam sisi aktifnya, sehingga reaksi secara energetik dapat lebih mudah terjadi
- Spesifik: hanya cocok untuk satu macam substrat saja atau sekelompok kecil substrat yang susunanya hampir sama dan fungsinya sama

# KONDISI YANG MEMPENGARUHI AKTIVITAS ENZIM

- Temperature
- pH
- Kadar enzim
- Kadar substrat
- Ada tidaknya senyawa inhibitor(Heavy Metal Ions):
  - Dapat mengganggu aktivitas enzimatis
  - Ketika berhadapan dengan sisi aktif enzim, penggantian ion yang asli dengan ion logam berat akan mengakibatkan malfungsi dan denaturasi enzim
- \*everything that affect a protein affect an enzyme because **ENZYMES ARE PROTEINS**

- Suhu: optimum 30°C, minimum 0 °C, maksimum 40°C
- Logam, memacu aktifitas enzim: Mg, Mn, Co, Fe
- Logam berat, menghambat aktivitas enzim: Pb, Cu, Zn, Cd, Ag
- pH, tergantung pada jenis enzimnya (pepsin aktif kondisi asam, amilase kondisi netral, tripsin kondisi basa)
- Konsentrasi substrat, substrat yang banyak mula-mula memacu aktifitas enzim, tetapi kemudian menghambat karena: penumpukan produk (*feed back effect*)
- Konsentrasi enzim, peningkatan konsentrasi enzim memacu aktifitasnya
- Air, memacu aktifitas enzim
- Vitamin, memacu aktifitas enzim

# mempengaruhi kerja enzim

- **pH** → setiap enzim mempunyai pH optimum utk bekerja.  
contoh : pepsin → pH 2, amylase → pH 7.0
- **Temperatur** → setiap kenaikan suhu 10°C (sampai 40°C), kecepatan reaksi naik 2 x lipatnya dan reaksi terhambat dan berhenti pada 60°C. **Mengapa?**
- **[S]** dan atau **[E]**

# Kinetika Reaksi Enzimatis



K1 : kecepatan konstan pembentukan ES kompleks

K2 : kecepatan konstan konfersi ES kompleks ke P

K-1 : kecepatan konstan pemecahan ES kompleks ke E bebas

Enzim sangat efisien dalam mengkatalis suatu reaksi, *steady state* (keseimbangan reaksi) segera dapat tercapai apabila : Kecepatan pembentukan ES kompleks sama dengan kecepatan pemecahannya

## ● ● ● Contoh Kerusakan Fungsi Enzim :

- Jika enzim dididihkan dg asam kuat/diinkubasi dg tripsin (perlakuan yg memotong rantai polipeptida) → aktivitas katalitiknya akan hancur → pentingnya struktur kerangka primer protein enzim
- Jika struktur berlipatnya rantai protein yang khas dr enzim diubah (oleh panas, pH ekstrim, senyawa perusak) → aktivitas katalitiknya juga lenyap → jadi struktur primer, sekunder dan tertier protein juga penting bagi aktivitas katalitiknya.

# FAKTOR-FAKTOR YG MEMPENGARUHI KERJA ENZIM :

## 1. KONSENTRASI SUBSTRAT

Dengan penambahan konsentrasi substrat akan menghasilkan pertambahan kecepatan reaksi

## 2. pH

pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah akan mengakibatkan denaturasi protein enzim sehingga enzim menjadi tidak aktif lagi.

## 3. TEMPERATUR

Karena enzim adalah suatu protein, maka temperatur yang tinggi ( $> 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) akan mengakibatkan hilangnya fungsi kerja enzim karena mengalami denaturasi

## 4. Pengaruh AKTIFATOR

Kebanyakan enzim tidak akan berfungsi optimal atau tidak berfungsi sama sekali sampai tersedianya zat kedua dalam campuran reaksi. Zat ini disebut AKTIFATOR yang pada umumnya adalah ion logam. Kecepatan reaksi enzimatik yang memerlukan aktifator menjadi tergantung pula pada konsentrasi aktifator.



5.

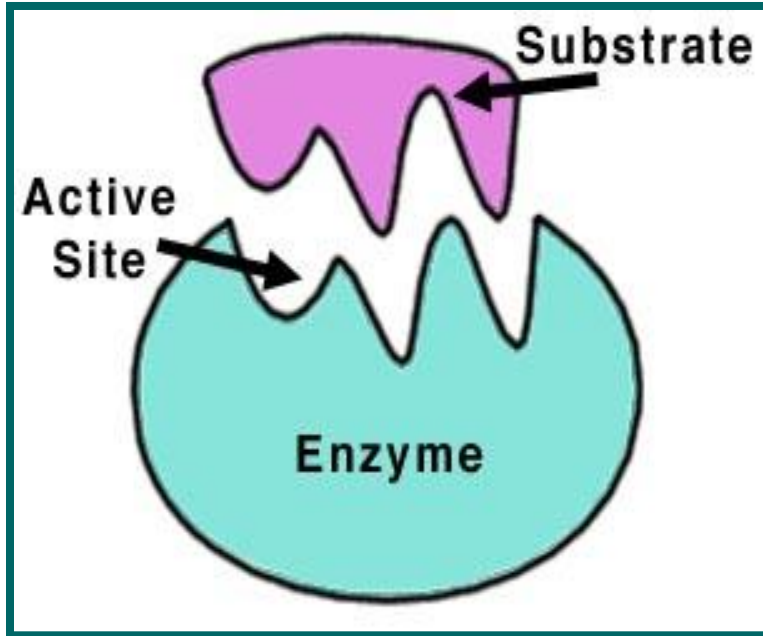
## Pengaruh INHIBITOR

Inhibitor adalah zat yang dapat efektif dalam jumlah kecil menghambat jalannya reaksi sehingga reaksi menjadi lebih lambat atau bahkan bisa berhenti sama sekali.

a. **Inhibitor Kompetitif**, yaitu inhibitor yg strukturnya bersamaan dengan substrat sehingga dapat bersaing dengan substrat untuk berikatan dengan bagian aktif dari enzim membentuk kompleks enzim-inhibitor. Inhibitor ini bersifat reversibel, artinya penambahan substrat dapat mengusir inhibitor dari bagian aktif enzim

b. **Inhibitor Nonkompetitif** ( inhibitor tidak bersaing ), adalah zat yang menghambat jalannya reaksi, terikat bukan pada bagian aktif enzim tapi bagian lain. Ini mengakibatkan perubahan bagian komformasi dari bagian aktif enzim sehingga substrat tidak bisa berikatan lagi dengan bagian aktif enzim.

# ● Bagian-bagian enzim



- Seperti halnya protein lain, enzim memiliki BM antara 12,000 – 1 juta kd
- Beberapa enzim tidak membutuhkan molekul kimiawi lain untuk aktifitasnya, beberapa membutuhkan → **kofaktor / koenzim**
- Kofaktor → ion-ion inorganik yg dibutuhkan enzim untuk melakukan fungsinya
- Koenzim → molekul organik (komplek) yang dibutuhkan enzim untuk melakukan fungsinya

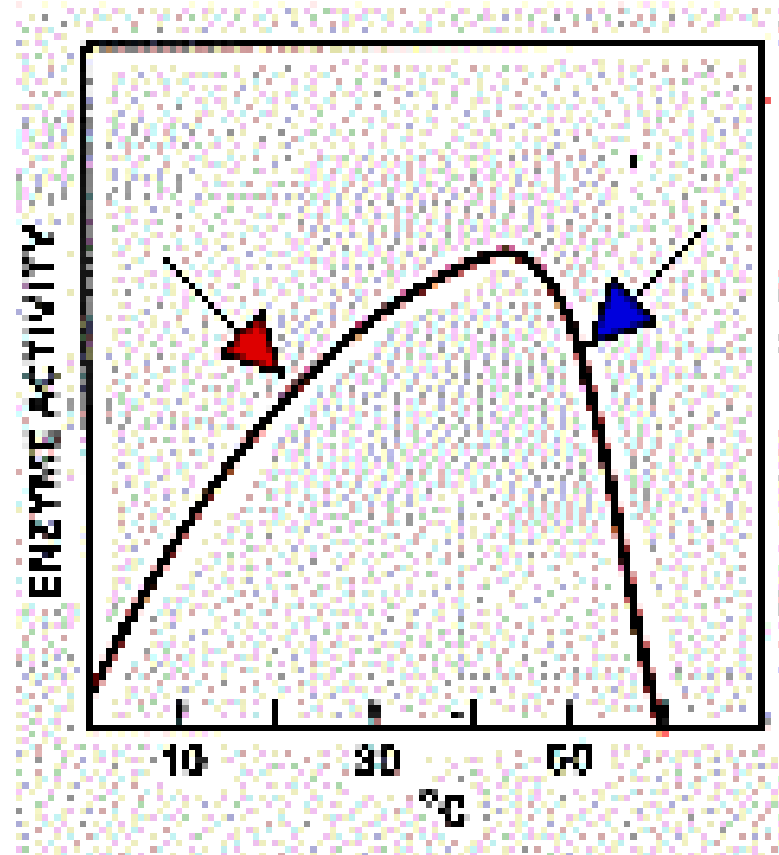
- ● ● Koenzim atau kofaktor yang terikat sangat kuat bahkan terikat dengan ikatan kovalen dengan enzim → **gugus prostetik**
- Enzim aktif lengkap dengan semua komponennya → **holoenzim**
- Bagian yang terdiri dari protein saja pada suatu enzim → **Apoenzim / apoprotein**
- Fungsi koenzim adalah sebagai karier sementara dari gugus fungsional yg berperan dalam reaksi ensimatis tersebut.

# SIFAT DAN STRUKTUR ENZIM

1. Enzim bersifat koloid, luas permukaan besar, bersifat hidrofил
2. Dapat bereaksi dengan senyawa asam maupun basa, kation maupun anion
3. Enzim sangat peka terhadap faktor-faktor yang menyebabkan denaturasi protein misalnya suhu, pH dll
4. Enzim dapat dipacu maupun dihambat aktifitasnya
5. Enzim merupakan biokatalisator yang dalam jumlah sedikit memacu laju reaksi tanpa merubah keseimbangan reaksi
6. Enzim tidak ikut terlibat dalam reaksi, struktur enzim tetap baik sebelum maupun setelah reaksi berlangsung
7. Enzim bermolekul besar
8. Enzim bersifat khas/spesifik

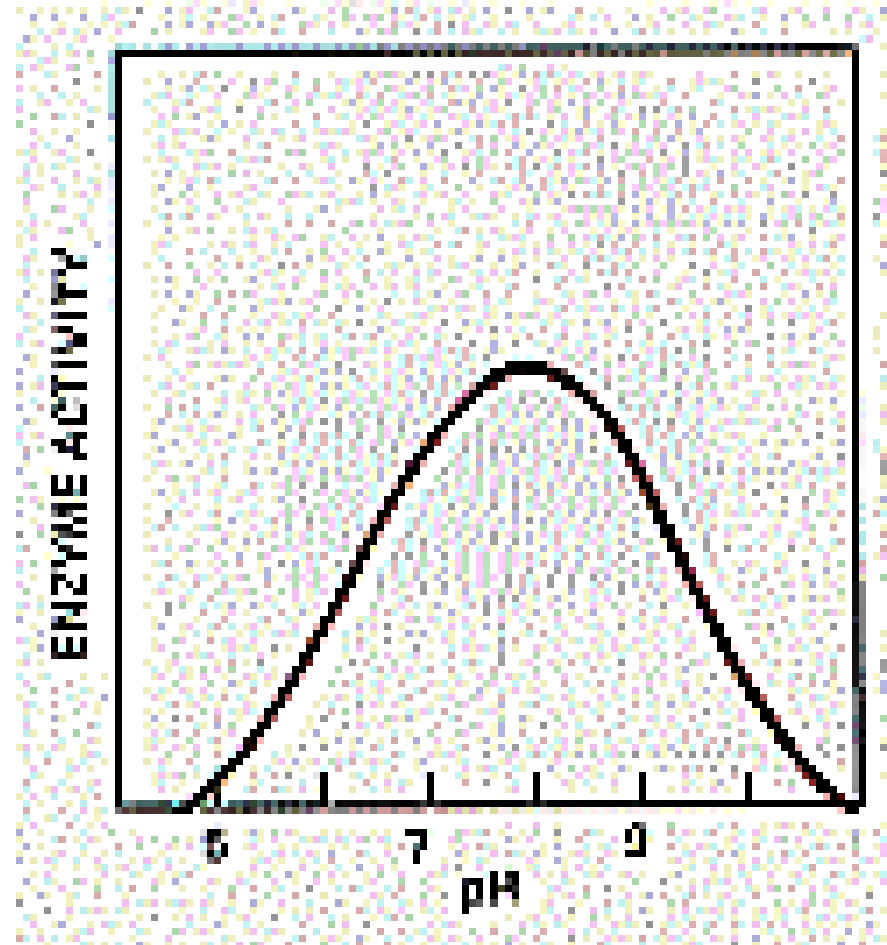
# Extremes of Temperature

- Changes enzyme structure
  - changes active site
    - prevents enzyme from attaching to substrate
- The thermal agitation of the enzyme molecule disrupts the hydrogen bonds, ionic bonds, and other weak interactions within the protein molecule
- In humans, enzymes have an optimum temperature of 37°C



# pH Changes on Enzyme Activity

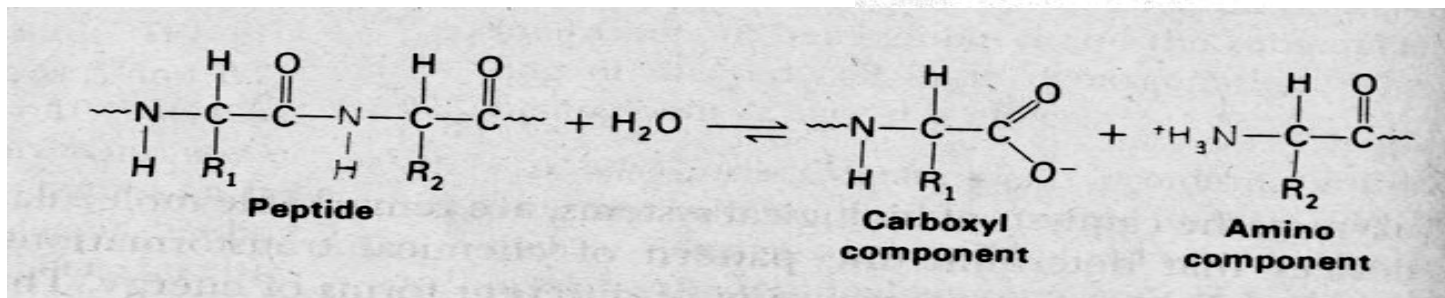
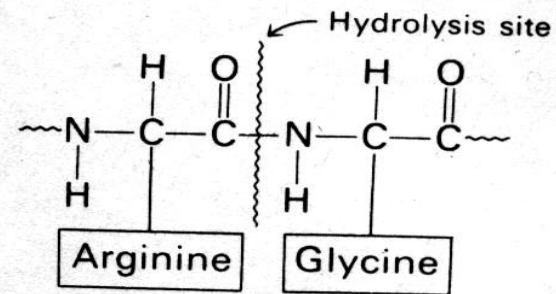
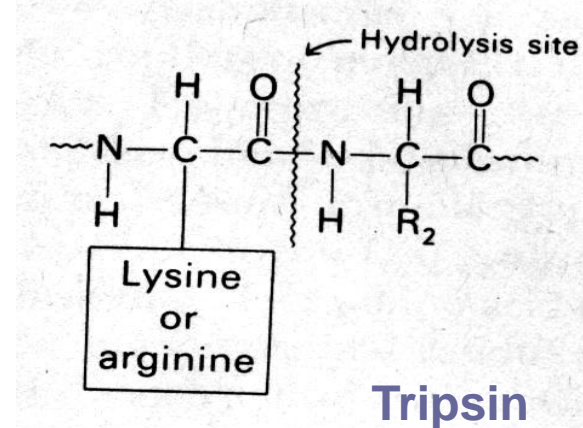
- Extreme changes in pH values denature such ionisable enzymes rendering them ineffective
  - within a narrow pH range, enzyme structure changes reversibility, and each such enzyme was optimally at a specific pH
- Optimal pH values for most enzymes
  - 6-8 pH
  - exception: I.e. digestive enzymes in stomachs



## Penghambatan aktifitas enzim ada dua tipe:

1. Kompetitif: zat penghambat mempunyai struktur yang mirip dengan substrat sehingga dapat bergabung dengan sisi aktif enzim. Terjadi kompetisi antara substrat dengan inhibitor untuk bergabung dengan sisi aktif enzim (*misal feed back effect*)
2. Non kompetitif: zat penghambat menyebabkan struktur enzim rusak sehingga sisi aktifnya tidak cocok lagi dengan substrat

- Katalis yg paling efisien → mampu mempercepat reaksi 1020 kali lbh cepat
- Enzim bersifat sangat spesifik, baik jenis reaksi maupun substratnya ,





- ● Enzim tidak ikut bereaksi dgn substrat atau produknya

- Aktifitas dapat dikontrol sesuai dengan kebutuhan organisme itu sendiri

Contoh : enzim yg mengkatalisis reaksi pertama pada suatu siklus biosintesis biasanya di hambat oleh produk akhirnya (*feedback inhibition*)

- *bbrp enzim disintesis dlm btk tidak aktif. Dan akan diaktifkan oleh kondisi dan waktu yang sesuai (enzim allosterik) . prekursor yg tidak aktif disebut → **zymogen***