



BIOKIMIA ENZIM

Struktur dan Nomenklatur

DOSEN PENGAMPU

Dr. apt. Dian Ratih Laksmitawati, M.Biomed
dian.ratih@univpancasila.ac.id

Dr. apt. Yati Sumiyati, M.Kes
yati.Sumiyati@univpancasila.ac.id

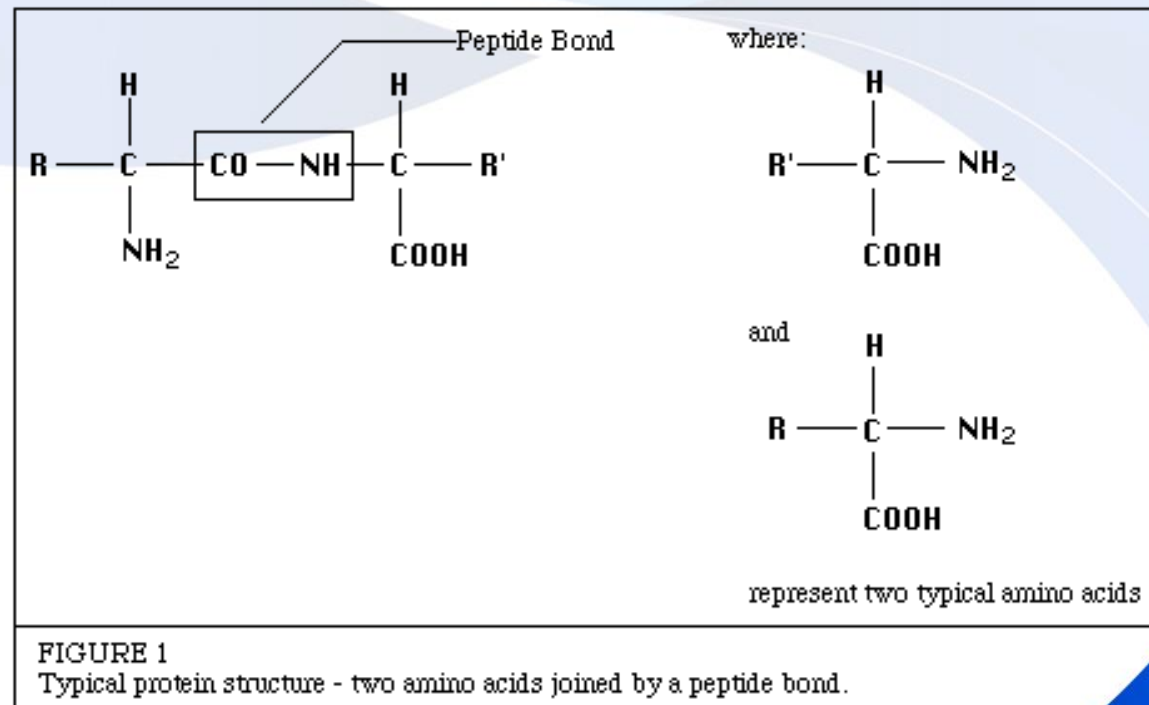
apt. Moordiani, S.F, M.Sc
mdiani@univpancasila.ac.id

Pendahuluan

- Ⓒ **Enzim merupakan Katalisator** semua proses hidup (pemecahan makanan, pembentukan protein membran, DNA, dll)
- Ⓒ Enzim menjaga **homeostasis** tubuh
 - Ⓒ Kerusakan enzim menyebabkan terganggunya keseimbangan
 - Ⓒ Contoh: sirosis hati (amonia gagal diubah menjadi urea disebabkan karena kerusakan enzim pada siklus urea di hati)

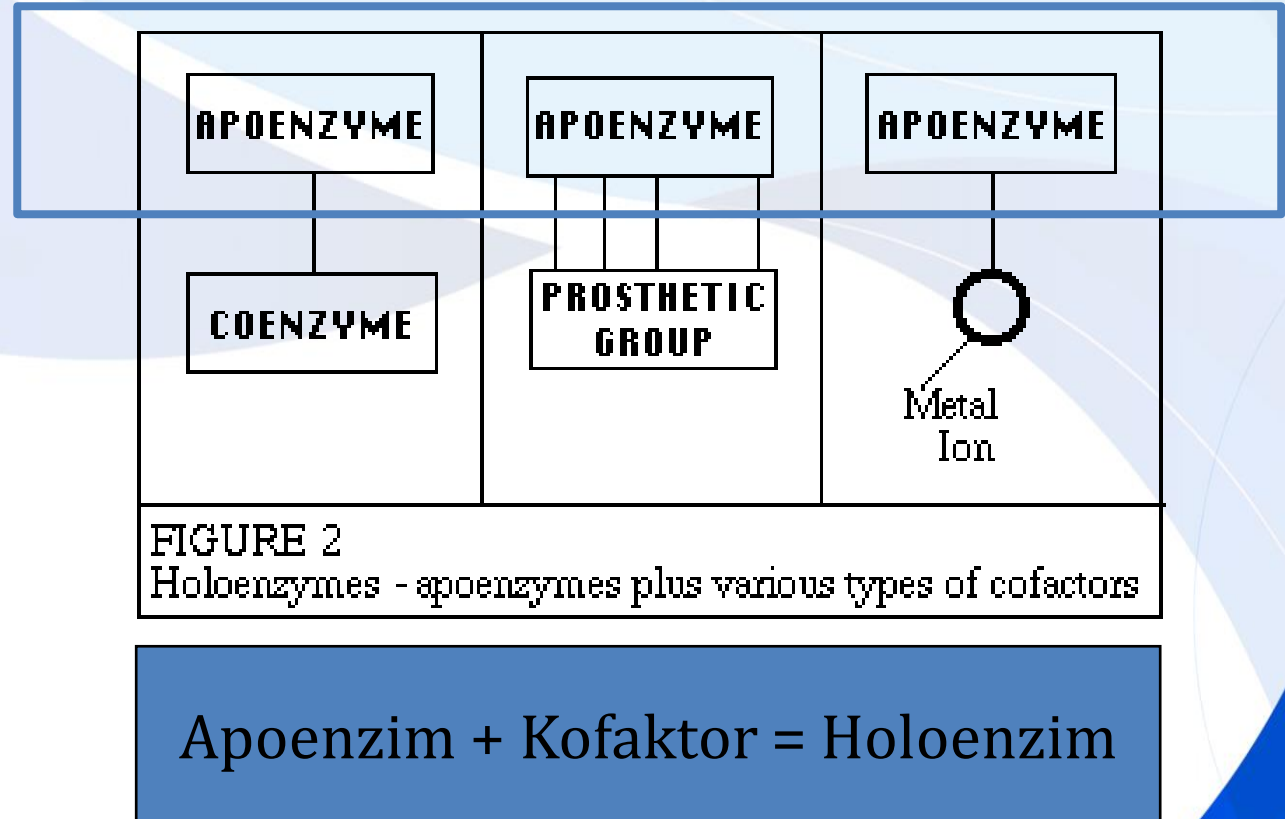
Enzim

Protein



- Massa molekul relatif (Mr) < 100.000
- Terdenaturasi oleh panas & pH ekstrim, logam berat, garam, pelarut dan pereaksi tertentu

Holoenzim



- Enzim dapat berwujud sebagai protein prekursor (proenzim) atau sebagai protein aktif.
- Proprotein enzim → proenzim atau zimogen
- **Isozim:** Enzim berbeda yang mengkatalisis reaksi yang sama

Kofaktor

- **Koenzim** – senyawa **non-protein** yang dapat terdialisa, termotabil dan terikat secara “longgar” dengan bagian protein dari enzim (apoenzim).
- **Gugus prostetik**
- **Aktivator ion logam** - K^+ , Fe^{++} , Fe^{+++} , Cu^{++} , Co^{++} , Zn^{++} , Mn^{++} , Mg^{++} , Ca^{++} , dan Mo^{+++} .

Koenzim

- **Molekul organik kecil non-protein: vitamin atau turunan vitamin** (B2, B5, B12, nikotinamida), atau **senyawa lain**, misalnya: ATP, NADH, NADPH, FAD, Koenzim A
- Disebut juga **ko-substrat**
- Terikat secara **reversibel**
- Dipergunakan dalam reaksi, misalnya NADH dikonversi menjadi NAD^+ oleh enzim oksidoreduktase, namun diregenerasi dan kadarnya dalam sel selalu dalam kesetimbangan

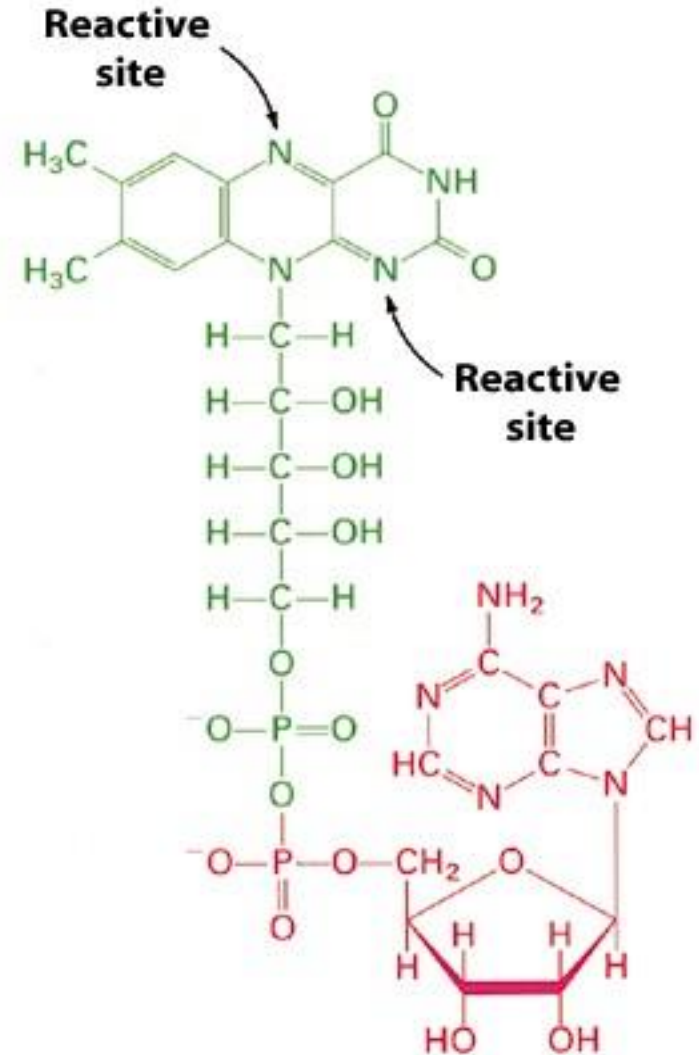
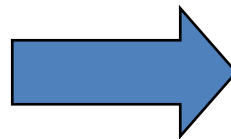
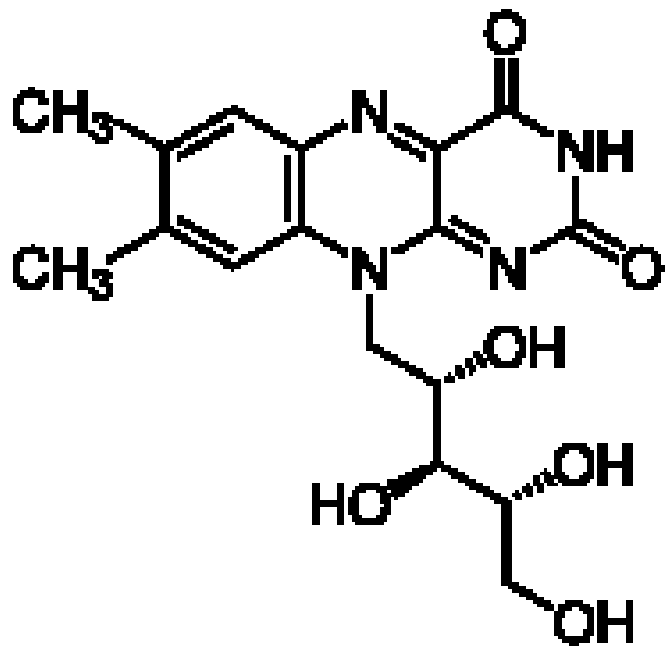
Koenzim

- Fungsi: sebagai **transporter** gugus kimia tertentu dari satu reaktan ke reaktan lainnya.
- Gugus kimia yang ditransporkan dapat berupa gugus **sedehana**, misalnya ($\text{H}^+ + 2e^-$) yang dibawa oleh NAD atau H^+ yang dibawa oleh FAD; namun dapat juga berupa gugus **kompleks**, misalnya gugus amin ($-\text{NH}_2$) yang dibawa oleh piridoksal fosfat

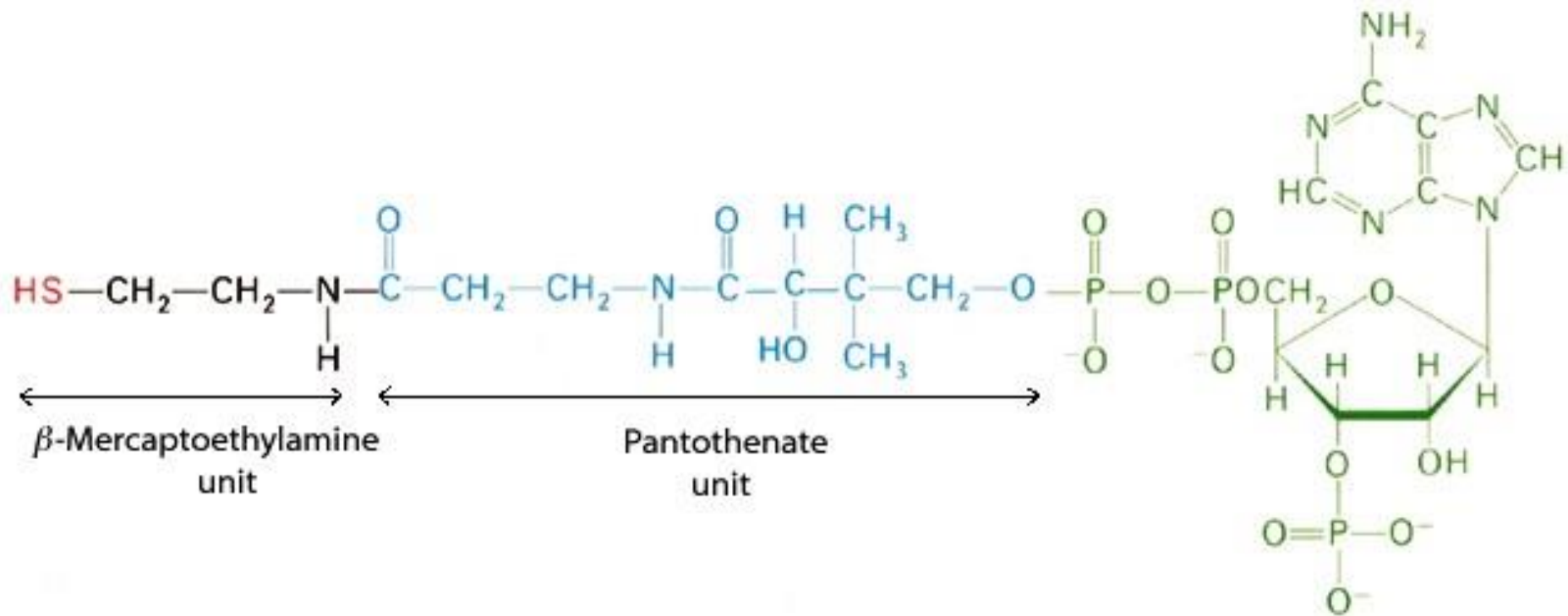
Anggota Vitamin B kompleks yang berperan sebagai koenzim

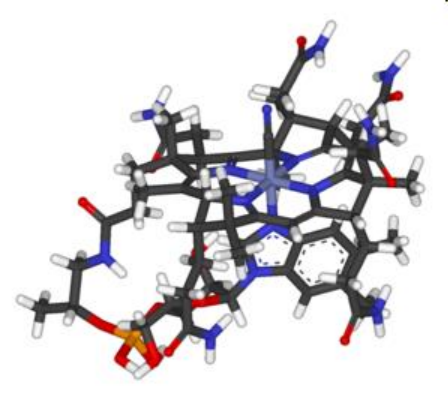
- **Vitamin B2** (Riboflavin): banyak terdapat dalam makanan. Riboflavin digunakan untuk membentuk **koenzim FAD** yang penting dalam reaksi-reaksi yang menggunakan oksigen di dalam sel
- **Vitamin B5** (Asam pantotenat): komponen struktur koenzim A
- **Vitamin B7**
- **Vitamin B12** (Sianokobalamin)
- **Nicotinamida (B3)**: membentuk bagian struktur **NAD** (Nikotinamida Adenin Dinukleotida) dan **NADP** (Nikotinamida Adenin Dinukleotida Fosfat) → berperan penting dalam **reaksi oksidasi biologi**

Vitamin B2 $\rightarrow$ FAD

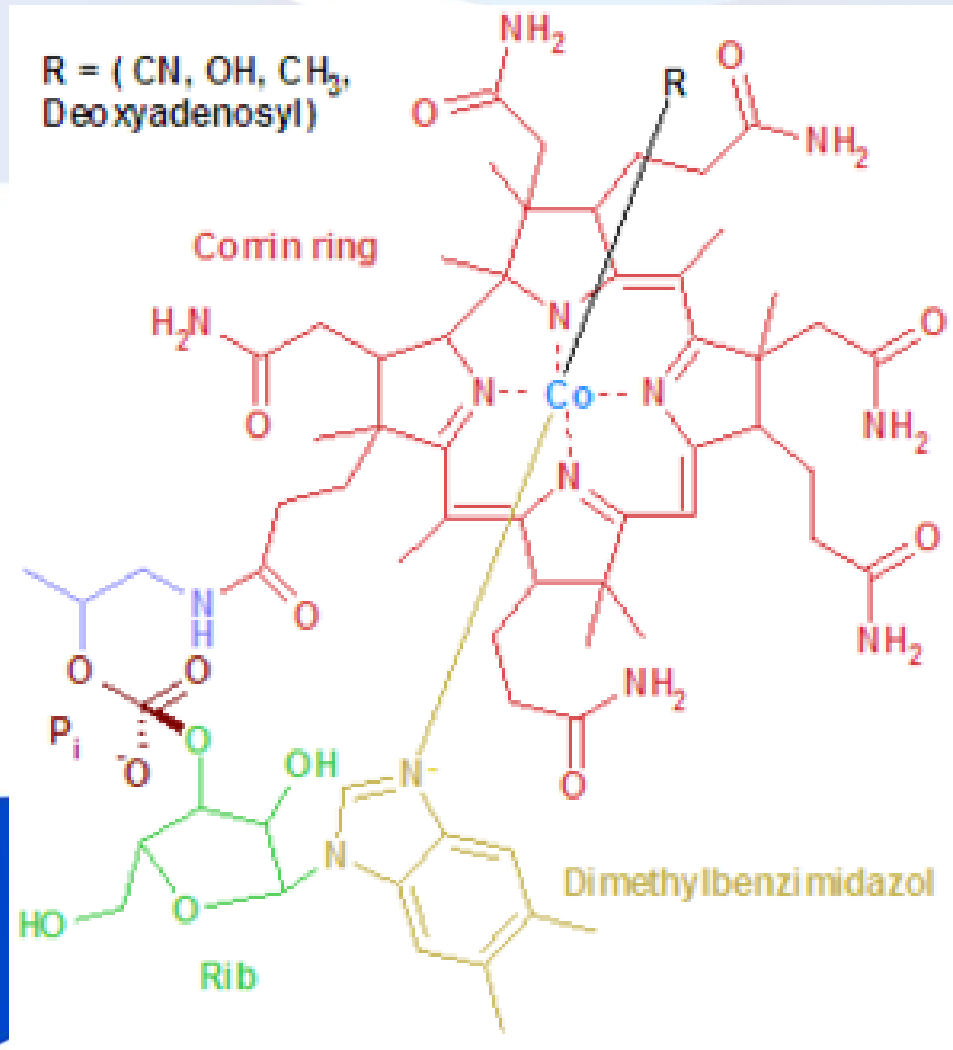


Koenzim A

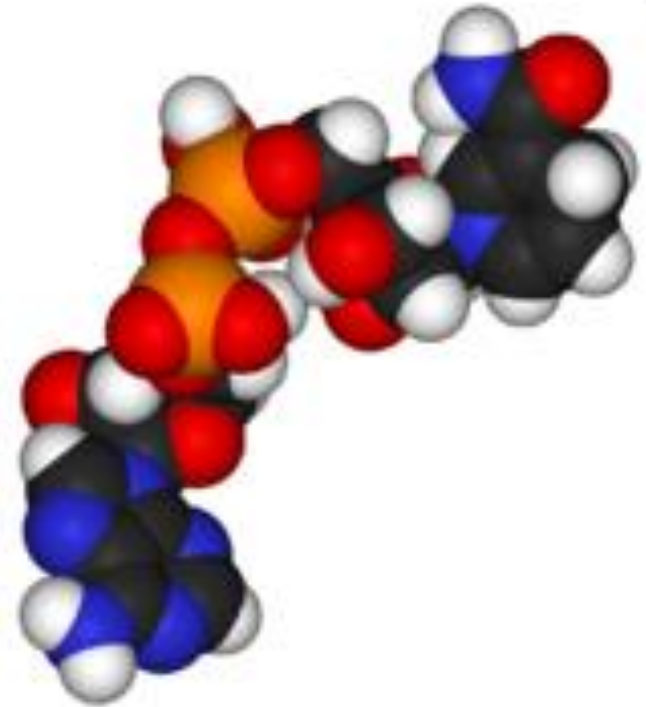
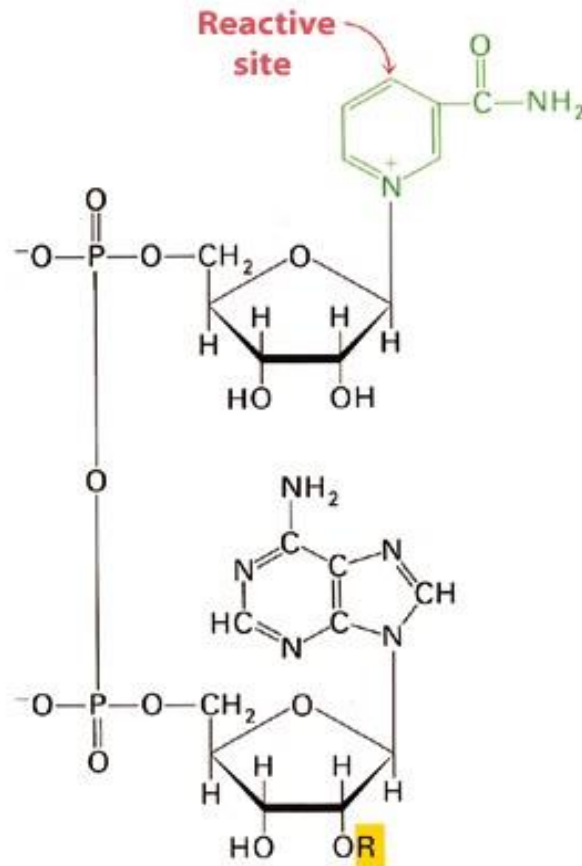




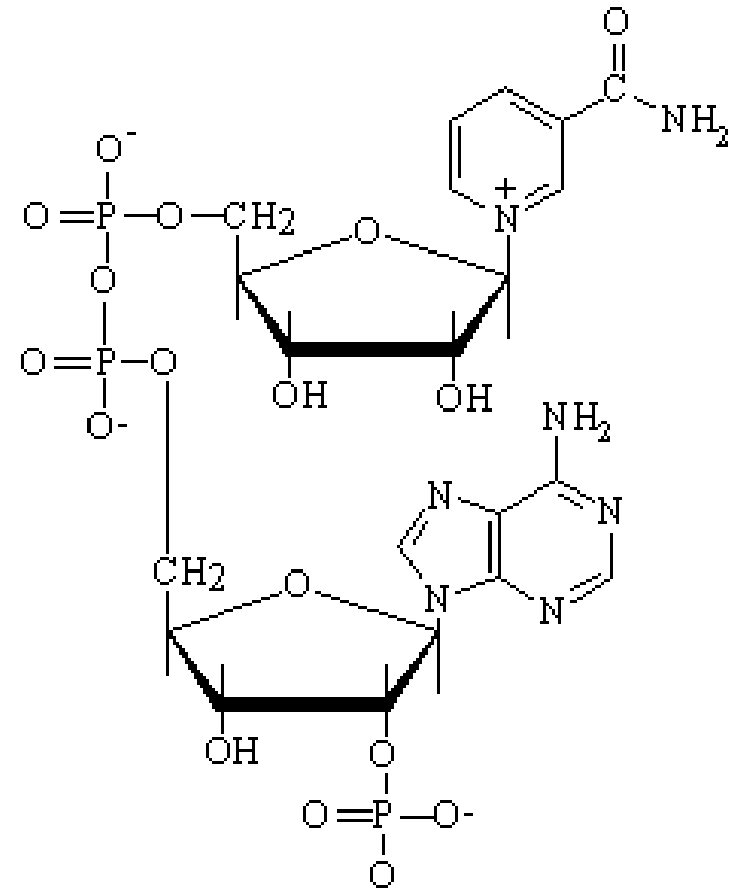
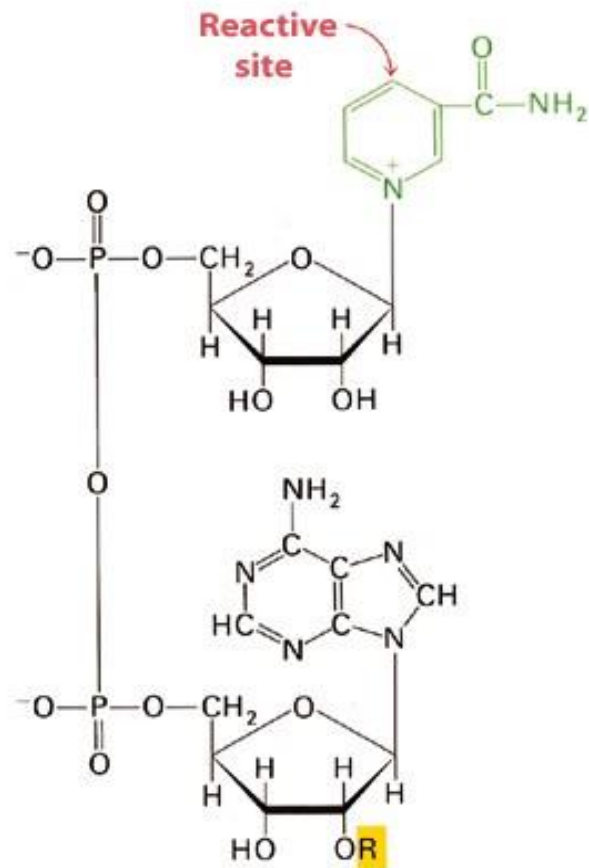
Sianokobalamin (vit. B12)



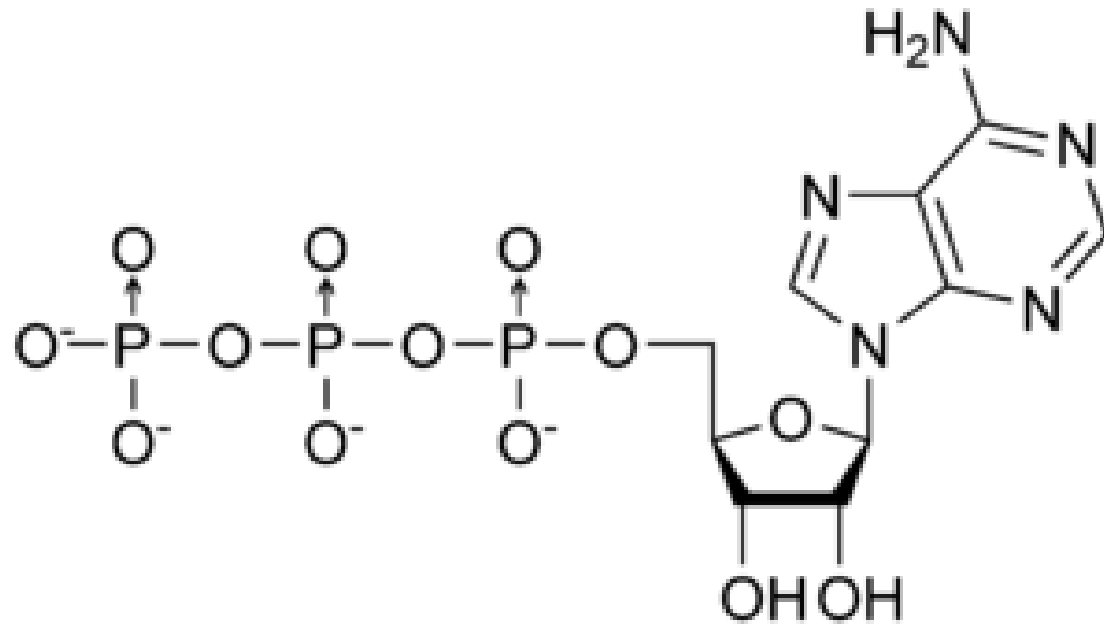
NAD = Nikotinamida Adenin Dinukleotida



NAD⁺ & NADP⁺

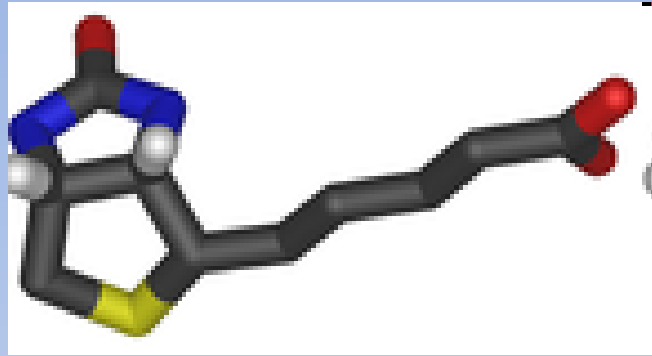


Adenosin Tri Fosfat (ATP)

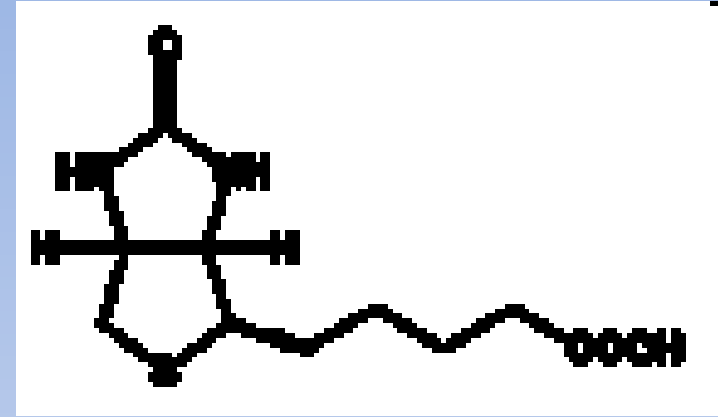


Gugus Prostetik

- Merupakan **kofaktor yang terikat kuat pada enzim**, dan tidak dilepaskan ketika reaksi berlangsung
- Contoh: **biotin (Vitamin B7), molibdopterin, lipoamida**

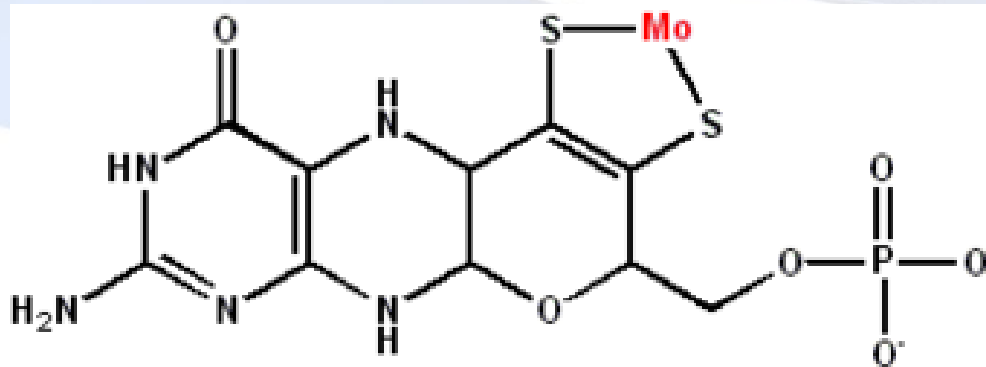


Biotin



- Nama lain: Vitamin B7, vitamin H, koenzim R, Biopeiderm
- Larut dalam air, merupakan komponen vit B komplek
- RM: $C_{10}H_{16}N_2O_3S$
- Cincin tetrahidroimidizalon (ureido) berikatan dengan cincin tetrahidrotiofen. Salah satu atom C dalam cincin tetrahidrotiofen tersubstitusi dengan asam valerat
- Berperan penting a.l. dalam **reaksi biosintesis asam lemak, glukoneogenesis**, dan **metabolisme leusin**

Molibdopterin



- Dalam strukturnya terdapat **cincin piranopterin** yang terkoordinasi dengan Mo (molibdenum). Cincin piranopterin merupakan fusi dari cincin piran dan pterin. Cincin pirannya tersubstitusi oleh dua gugus tiol dan satu alkil fosfat
- **Kofaktor dari berbagai enzim** a.l. **xanthin oksidase**, DMSO reduktase, sulfit oksidase, dan nitrat reduktase

Kofaktor ion logam

Logam	Enzim	Peran
Fe	Sitokrom oksidase	Redoks
Cu	Asam askorbat oksidase	Redoks
Zn	Alkohol dehidrogenase	Mengikat NAD
Mn	Histidin ammonia liase	Pengambilan e
Co	Glutamat mutase	
Ni	Urease	
Mo	Xanthin oksidase	redoks
V	Nitrat reduktase	redoks
Se	Glutation peroksidase	

ENZIM

```
graph TD; A[ENZIM] --> B[Intraselular]; A --> C[Ekstraselular];
```

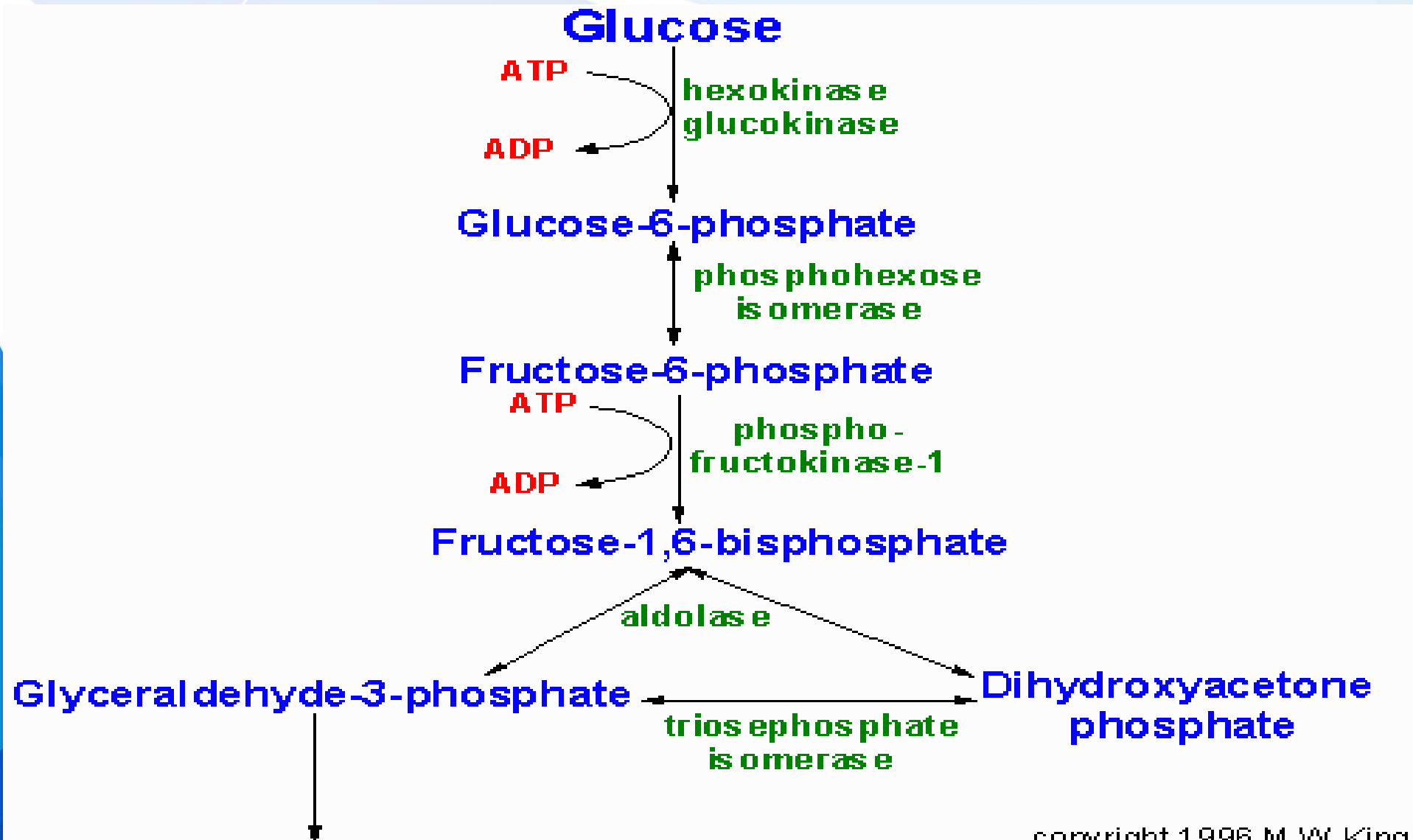
Intraselular

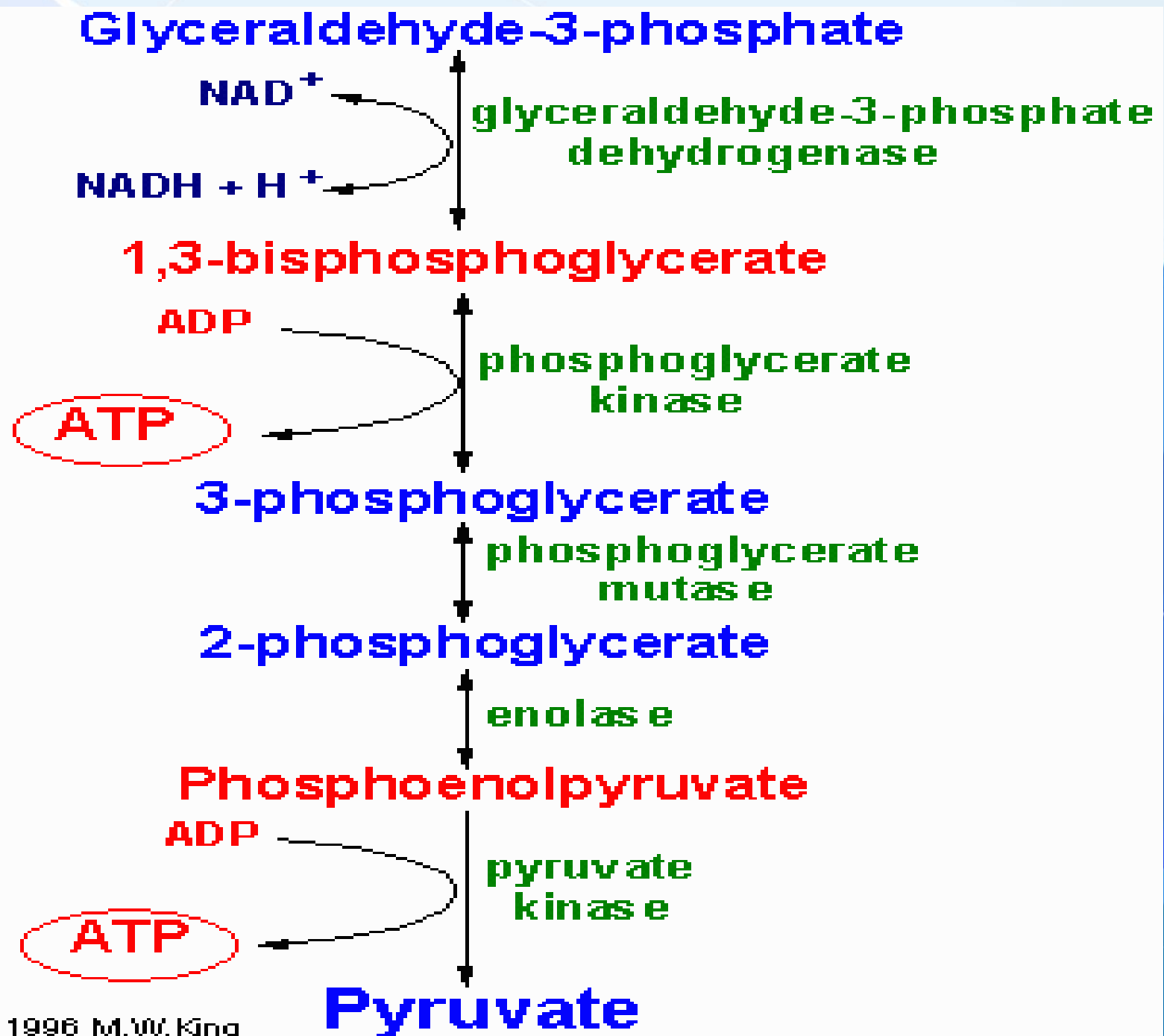
Ekstraselular

Enzim Intraseluler

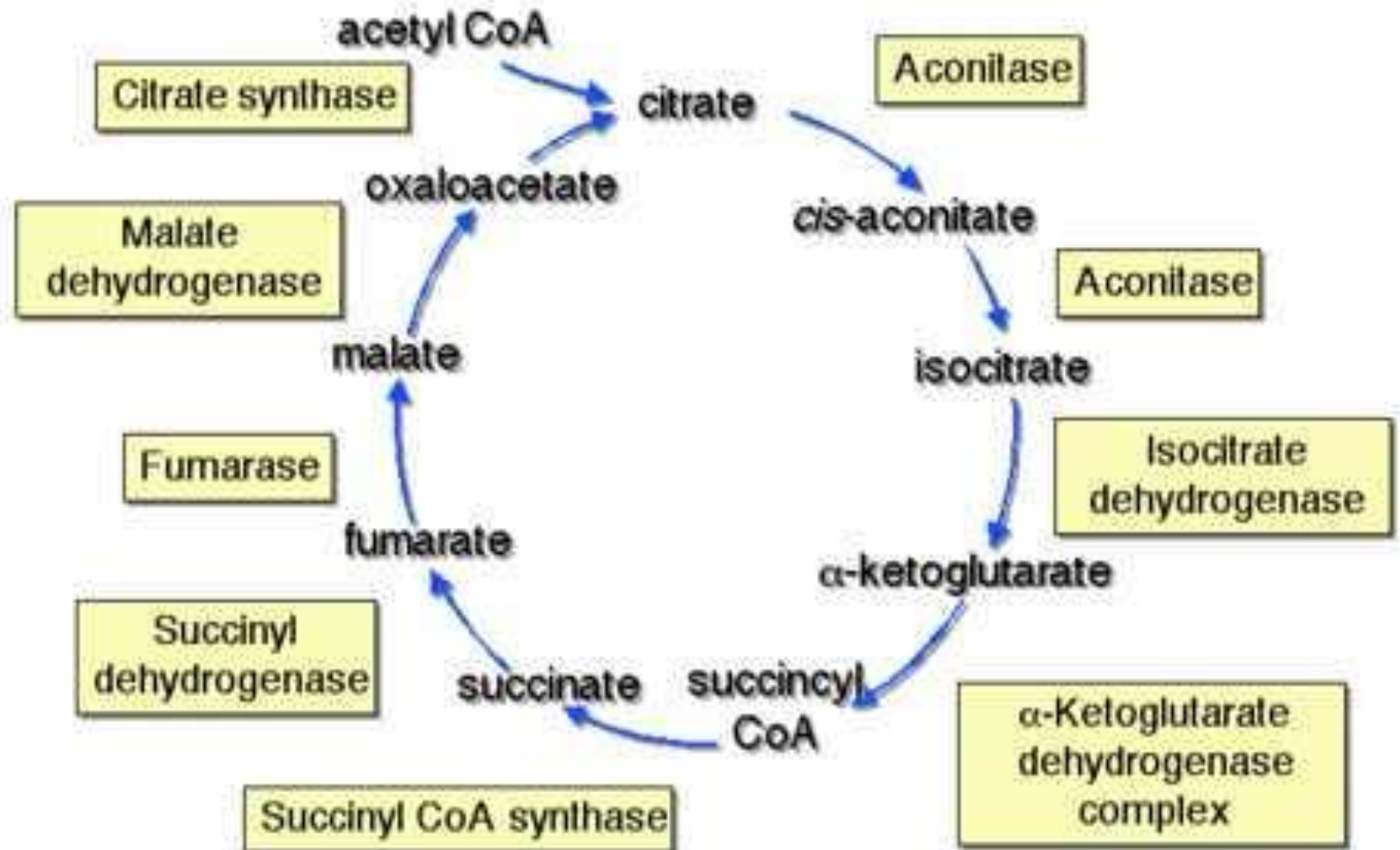
- Glutamic oxaloacetic transaminase (**GOT**)
- Glutamic piruvate transaminase (**GPT**)
- Enzim-enzim pada **glikolisis**
 - Heksokinase
 - Fosfofruktokinase
- Enzim-enzim **siklus Krebs**:
 - Akonitase
 - Isositrat dehidrogenase
 - dll

Glikolisis EMP





Citric acid cycle enzymes



Enzim Ekstraseluler

- **Enzim-enzim pencernaan:**

- Pتيالين
- Pepsin
- Tripsin
- Protease
- Lipase

Penggolongan Enzim

- EC 1. Oksidoreduktase
- EC 2. Transferase
- EC 3. Hidrolase
- EC 4. Liase
- EC 5. Isomerase
- EC 6. Ligase

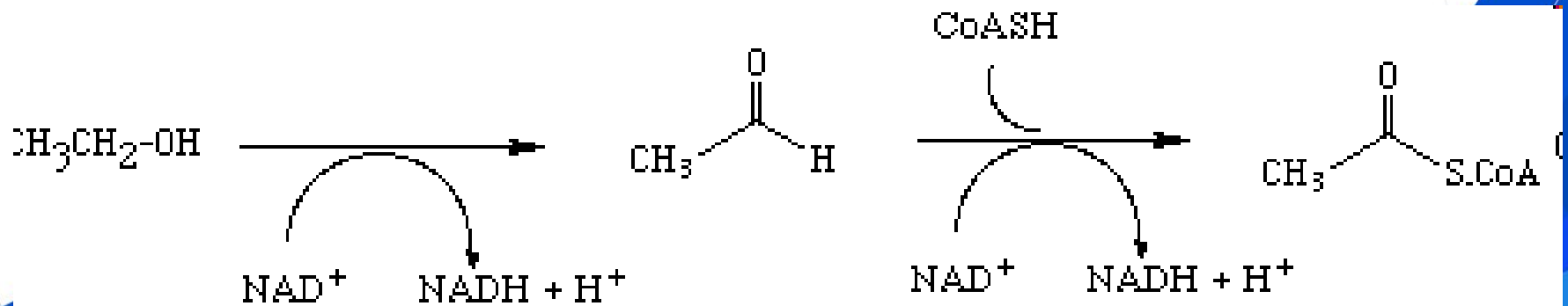
Penggolongan Enzim

No	Klasifikasi	Kerja
1	Oksidoreduktase	Bekerja pada berbagai gugus kimia untuk menambahkan atau melepaskan hidrogen
2	Transferase	Mentransfer gugus fungsi tertentu dari molekul donor ke molekul akseptor
3	Hidrolase	Menambahkan air/ H_2O pada suatu ikatan, dan menghidrolisis ikatan tersebut
4	Liase	menguraikan atau membentuk ikatan C-C
5	Isomerase	mengubah struktur geometri suatu molekul
6	Ligase	menggabungkan dua molekul melalui hidrolisis ikatan pirofosfat dalam ATP atau senyawa trifosfat lainnya

Klasifikasi Enzim-1

A. Oksidoreduktase → transfer elektron

1. Oksidase
2. Dehidrogenase



Klasifikasi Enzim

B. **Hidrolase** → addisi atau pelepasan air

1. Hidrolases: a.l. esterase, amilase, selulase, nuklease, deaminase, amidase, dan protease
2. Hidrase: a.l. fumarase, enolase, akonitase dan karbonik anhidrase

Klasifikasi Enzim - lanjutan

C. Transferase → transfer radikal/gugus

1. Transglikosidase – transfer monosakarida
2. Transfosforilase dan fosfomutase – transfer gugus fosfat
3. Transaminase - transfer gugus amin
4. Transmetilase - transfer gugus metil
5. Transasetilase - transfer gugus asetil

Klasifikasi Enzim - lanjutan

D. Liase → menguraikan atau membentuk ikatan C-C

- Desmolase

E. Isomerase → mengubah struktur geometri suatu molekul

- Triosa isomerase

F. Ligase → menggabungkan dua molekul melalui hidrolisis ikatan pirofosfat dalam ATP atau senyawa trifosfat lainnya

- DNA ligases

Nomenklatur / Tata Cara Penamaan

- Dulu: akhiran -ase
- Trivial
- Sekarang: IUBMB

Nomenklatur Enzim

- IUBMB (International Union of Biochemistry and Molecular Biology)
- Nama enzim menunjukkan baik **substrat**nya maupun **jenis reaksi** yang dikatalisisnya (terdiri dari nama substrat, produk dan kelas fungsional enzim).
- Contoh 1: enzim uricase nama resminya adalah urate: O₂ oxidoreductase
- Contoh 2: glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) nama resminya adalah L-aspartate: 2-oxoglutarate aminotransferase (AST)

Nomenklatur Enzim



↑
creatine kinase

EC 2.7.3.2

enzyme
commission

↑
class
(transferase)

↑
subclass
(phosphotransferase)

↑
sub-subclass
(phosphotransferase with a
nitrogenous acceptor)

↑
this is the second one!

Contoh Lain

EC 2.7.1.1

- Enzim kelas 2: transferase
- Subkelas ke 7: transfer gugus fosfat
- Sub-subkelas 1: alkohol sebagai aseptor fosfat
- Digit terakhir adalah enzim tersebut yaitu heksokinase atau ATP: D-heksosa 6-fosfotransferase, yaitu enzim yang mengkatalisa transfer gugus fosfat dari ATP ke gugus hidroksil pada atom karbon ke -6 molekul glukosa

Penggolongan Enzim

- EC 1. Oksidoreduktase
- EC 2. Transferase
- EC 3. Hidrolase
- EC 4. Liase
- EC 5. Isomerase
- EC 6. Ligase

EC 1. Oksidoreduktase

- **EC 1.1.** Acting on the CH-OH group of donors
- **EC 1.2.** Acting on the aldehyde or oxo group of donors
- **EC 1.3.** Acting on the CH-CH group of donors
- Dst



EC 1.1. Oxydoreductase Acting on the CH-OH group of donors

- **EC 1.1.1 With NAD or NADP as acceptor**
 - EC 1.1.1.1
 - EC 1.1.1.2
 - dst
- **EC 1.1.2 With a cytochrome as acceptor**
- Dst



Contoh Enzim Redoks

- EC 1.1.1.1 alcohol dehydrogenase
- EC 1.1.1.2 alcohol dehydrogenase (NADP+)
- EC 1.1.1.3 homoserine dehydrogenase
- EC 1.1.1.4 (R,R)-butanediol dehydrogenase
- EC 1.1.1.5 acetoin dehydrogenase
- EC 1.1.1.6 glycerol dehydrogenase
- EC 1.1.1.7 propanediol-phosphate dehydrogenase
- EC 1.1.1.8 glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD+)
- EC 1.1.1.9 D-xylulose reductase
- EC 1.1.1.10 L-xylulose reductase

<http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/>

Contoh Enzim Transaminase

- EC 2.6.1.1 aspartate transaminase
- EC 2.6.1.2 alanine transaminase
- EC 2.6.1.3 cysteine transaminase
- EC 2.6.1.4 glycine transaminase
- EC 2.6.1.5 tyrosine transaminase
- EC 2.6.1.6 leucine transaminase
- EC 2.6.1.7 kynurenine—oxoglutarate transaminase
- EC 2.6.1.8 2,5-diaminovalerate transaminase
- EC 2.6.1.9 histidinol-phosphate transaminase

Enzim membantu menegakkan diagnosis

1. Digunakan di laboratorium untuk **menetapkan kadar suatu substrat**
contoh: glukosa oksidase untuk mengetahui kadar glukosa darah
2. Kadar suatu enzim dalam darah dapat **menggambarkan kondisi organ tempat enzim tersebut berasal.**
Contoh : GPT (ALT/alanin amino transferase) kerusakan sel hati.



**UNIVERSITAS
PANCASILA**
"A PLACE TO CREATE YOUR SUCCESS"

Terakreditasi "A" BAN-PT



UP Green Campus

TERIMAKASIH



KAMPUS PROGRAM DIPLOMA (D3), SARJANA (S1) & PROFESI :

Srengseng Sawah, Jagakarsa Jakarta Selatan
Telp. 021 - 7270086 ext. 123, 126, 139 / 7270130 / 7874344
Fax. 021 7271868 / 78880305
Email. humas@univpancasila.ac.id

SEKOLAH PASCASARJANA (S2) & (S3) :

Jalan Borobudur No.7. Jakarta Pusat

www.univpancasila.ac.id