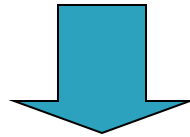


# **VITAMIN**



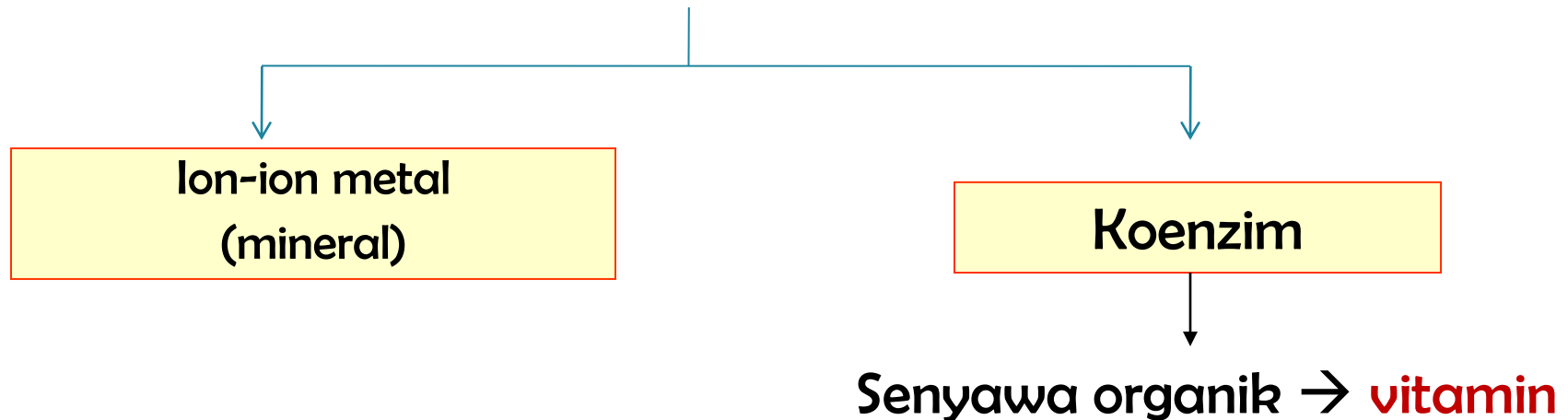
**Agus Riawan, S.Gz, M.Gz**  
**Program Studi Sarjana Gizi**  
**Fakultas Ilmu Kesehatan**  
**Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai**

- **Vitamin** dan mineral mempunyai fungsi utama yang sangat penting dalam reaksi metabolisme



## Kofaktor

- **Kofaktor** adalah substansi non protein yang berperan dalam reaksi enzimatik metal



## Karakteristik

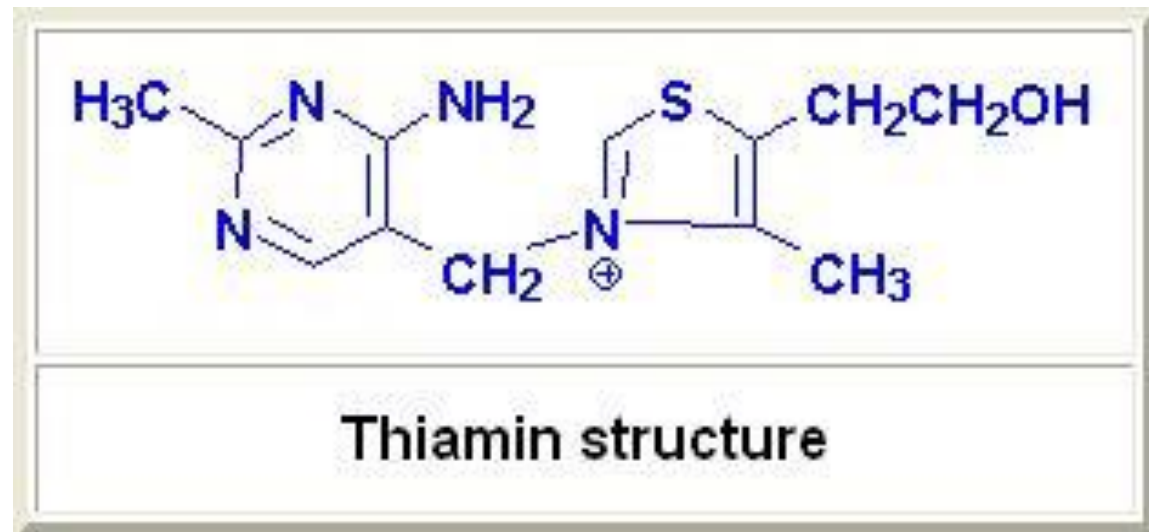
- molekul organik yang di dalam tubuh mempunyai fungsi yang sangat bervariasi
- Fungsi dalam metabolisme yang paling utama adalah sebagai kofaktor
- Di dalam tubuh diperlukan dalam jumlah sedikit → tergolong *micronutrient*
- Biasanya tidak disintesis di dalam tubuh. Jika dapat disintesis → jumlah tidak mencukupi kebutuhan tubuh, sehingga harus dipenuhi dari makanan / diet
- Berdasarkan hidrofobitasnya, vitamin dibagi menjadi 2 :
  - Vitamin yang larut dalam lemak : A, D, E, K
  - Vitamin yang larut dalam air : B kompleks, C

Vitamin	Metabolic Function
<b>Water Soluble</b>	
B <sub>1</sub> (thiamine)	Aldehyde transfer, decarboxylation in alcoholic fermentation and citric acid cycle
B <sub>2</sub> (riboflavin)	Oxidation–reduction reactions, especially in citric acid cycle and electron transport
B <sub>6</sub> (pyridoxine)	Transamination reactions, especially of amino acids
Niacin (nicotinic acid)	Oxidation–reduction reactions, found in many metabolic processes
Biotin	Carboxylation reactions in carbohydrate and lipid metabolism
Pantothenic acid	Acyl transfer in many metabolic processes
Folic acid	One-carbon group transfer, especially in nitrogen-containing compounds
C (ascorbic acid)	Hydroxylates collagen
Lipoic acid (?)	Acyl transfer, oxidation–reduction
(It has been questioned whether lipoic acid is a vitamin.)	
<b>Fat Soluble</b>	
A	Isomerization mediates visual process
D	Regulates calcium and phosphorus metabolism, especially in bone
E	Antioxidant
K	Mediates protein modification required for blood clotting

**TABLE 11.5 Some important coenzymes and related vitamins**

Vitamin	Coenzyme	Reactions Involving These Coenzymes
Thiamine (vitamin B <sub>1</sub> )	Thiamine pyrophosphate	Activation and transfer of aldehydes
Riboflavin (vitamin B <sub>2</sub> )	Flavin mononucleotide; flavin adenine dinucleotide	Oxidation–reduction
Niacin	Nicotinamide adenine dinucleotide; nicotinamide adenine dinucleotide phosphate	Oxidation–reduction
Pantothenic acid	Coenzyme A	Acyl group activation and transfer
Pyridoxine	Pyridoxal phosphate	Various reactions involving amino acid activation
Biotin	Biotin	CO <sub>2</sub> activation and transfer
Lipoic acid	Lipoamide	Acyl group activation; oxidation–reduction
Folic acid	Tetrahydrofolate	Activation and transfer of single-carbon functional groups
Vitamin B <sub>12</sub>	Adenosyl cobalamin; methyl cobalamin	Isomerizations and methyl group transfers

# Thiamin (Vitamin B1)



Struktur thiamin merupakan gabungan antara **pirimidin** dan **thiazole** yang dihubungkan dengan jembatan metilene

- Sumber : pada biji-bijian . Beras : sedikit mengandung thiamin
- Normal asupan 1,0 – 1,5 mg/hari = orang dewasa
- Jika makanan kita banyak mengandung karbohidrat → dibutuhkan lebih banyak thiamin
- Tanda-tanda defisiensi :
  - Menurunnya nafsu makan
  - Depresi mental
  - *Peripheral neuropathy*
  - Lemah
- Defisiensi kronis = gejala kelainan neurologis spt kebingungan (mental), kehilangan koordinasi mata
- Penyakit karena defisiensi tiamin : **Beri-Beri** akibat makanan yang kaya akan karbohidrat tetapi rendah thiamin

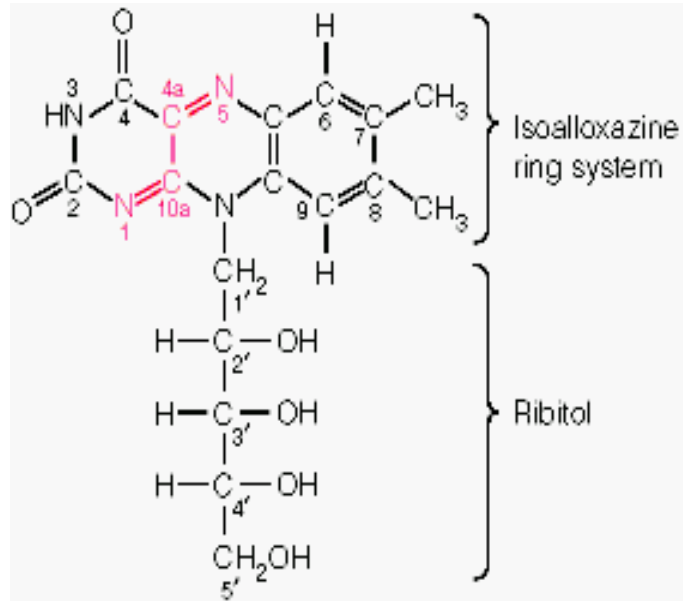
# Riboflavin (vitamin B2)

- Komponen dr koenzim flavin → FMN dan FAD
- Enzim yang bekerja pada reaksi reduksi – oksidasi (redoks)
- Memiliki fungsi sentral dlm **produksi energi** dan **pernapasan seluler**.

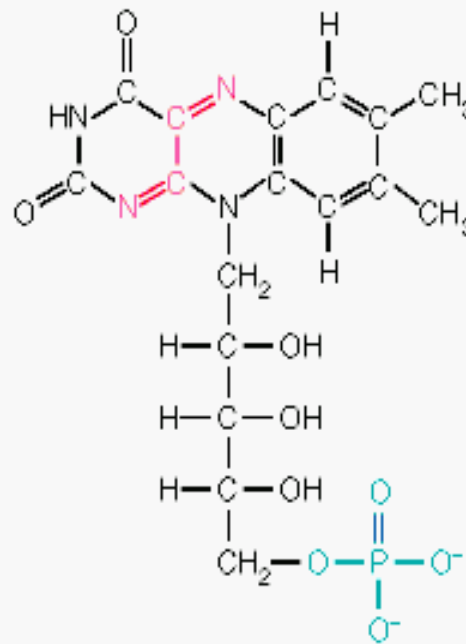


Riboflavin structure

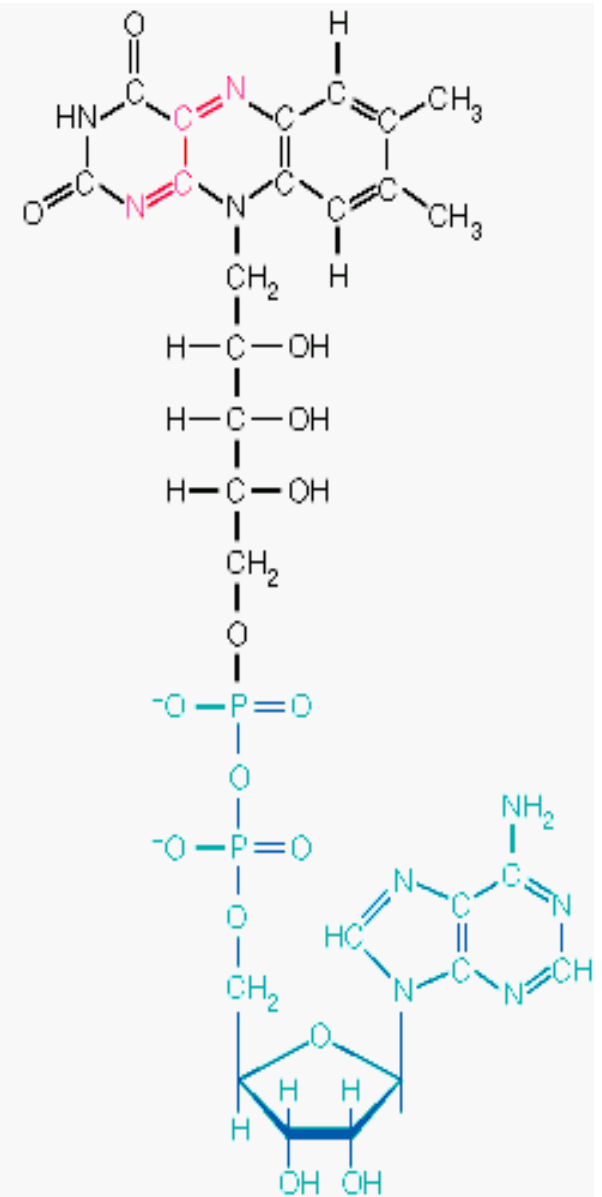




**Riboflavin**



**Flavin mononucleotide (FMN)**  
(also called riboflavin phosphate)



**Flavin adenine dinucleotide (FAD)**

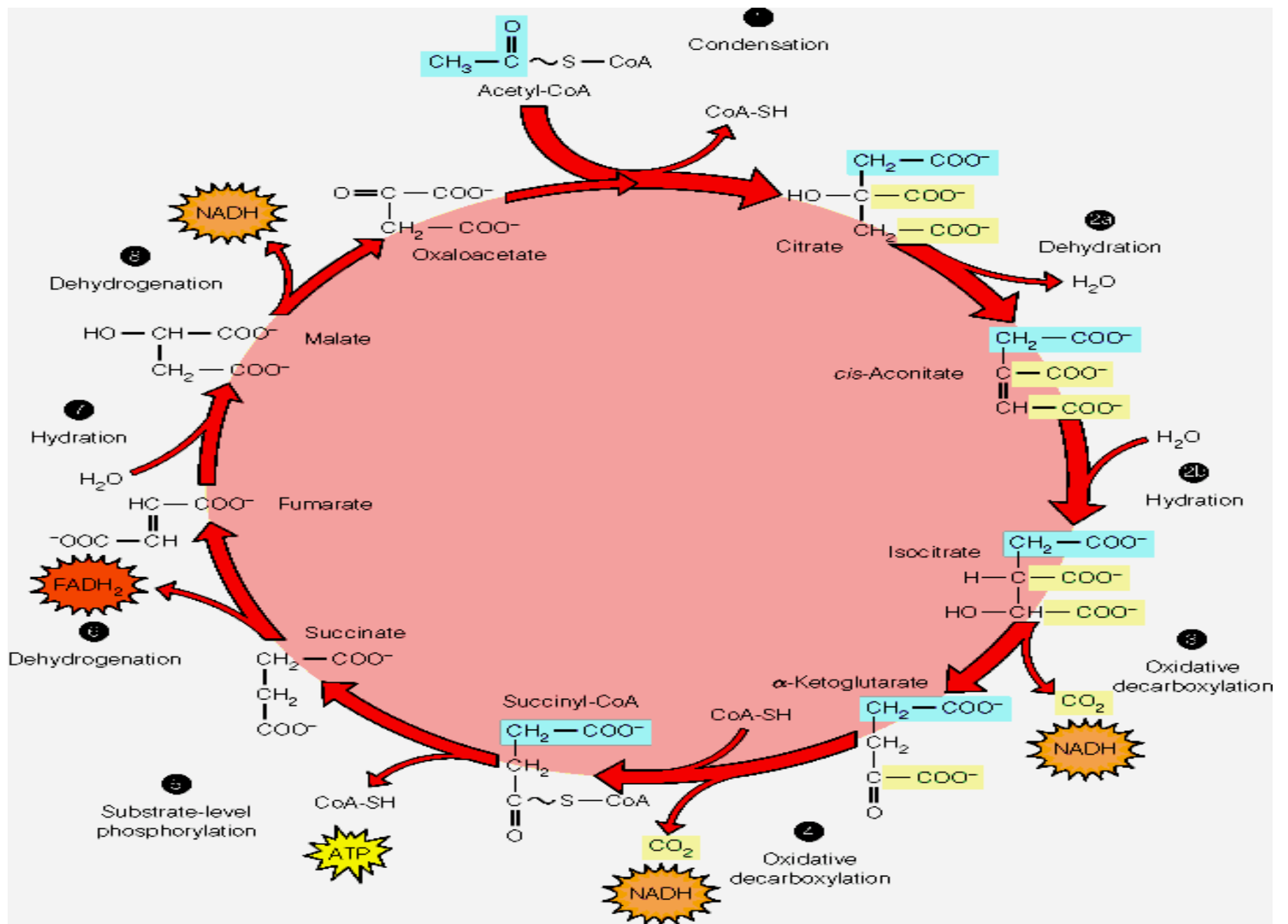
# Niasin (vitamin B3)



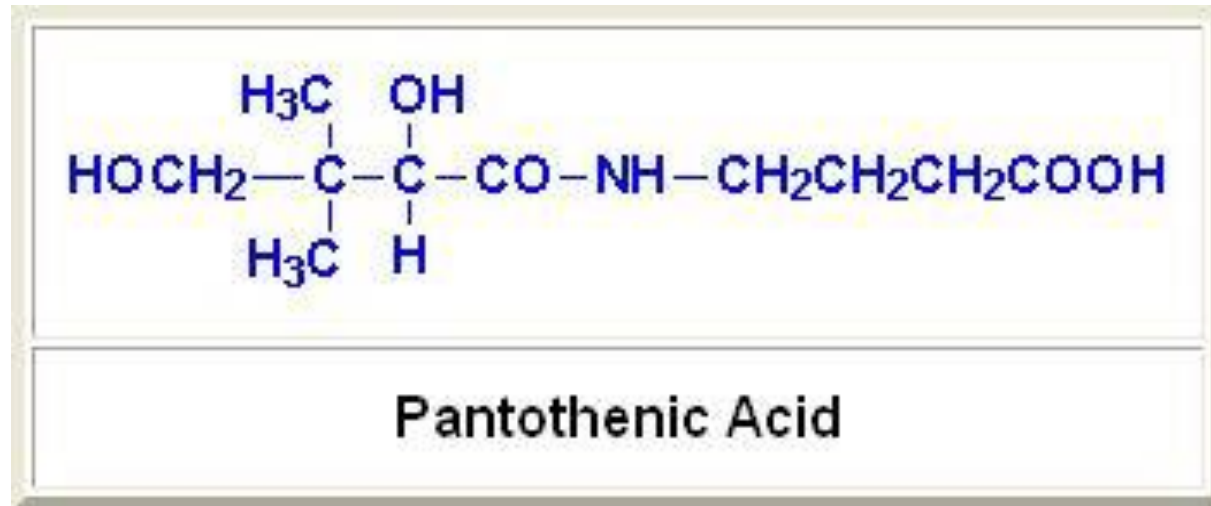
- Niasin dapat merupakan **nikotinamid** atau **asam nikotinat**

- Niasin dibutuhkan untuk sintesis NAD (nicotinamida adenin dinucleotida), dan NADP<sup>+</sup> (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate)
- NAD dan NADP = kofaktor pada enzim dehidrogenase, yang berfungsi dalam reaksi redoks → donor dan akseptor elektron
- NAD →
  - byk digunakan pd glycolisis, oksidasi asam lemak, metabolisme badan keton
  - Cenderung berperan sbg akseptor elektron pd reaksi katabolisme
- NADP → sintesa asam lemak dan PPP
- Contoh laktat atau malat dehidrogenase

- Niasin juga dapat disintesis dari **triptofan**, akan tetapi tidak efisien; →
  - karena membutuhkan 60 mg triptofan untuk menghasilkan 1 mg niasin
  - memerlukan vitamin B1, B2 dan B6
- Kebutuhan niasin 19 mg /hr
- Defisiensi niasin = **pellagra**
  - Gejala : depresi, dermatitis dan diare

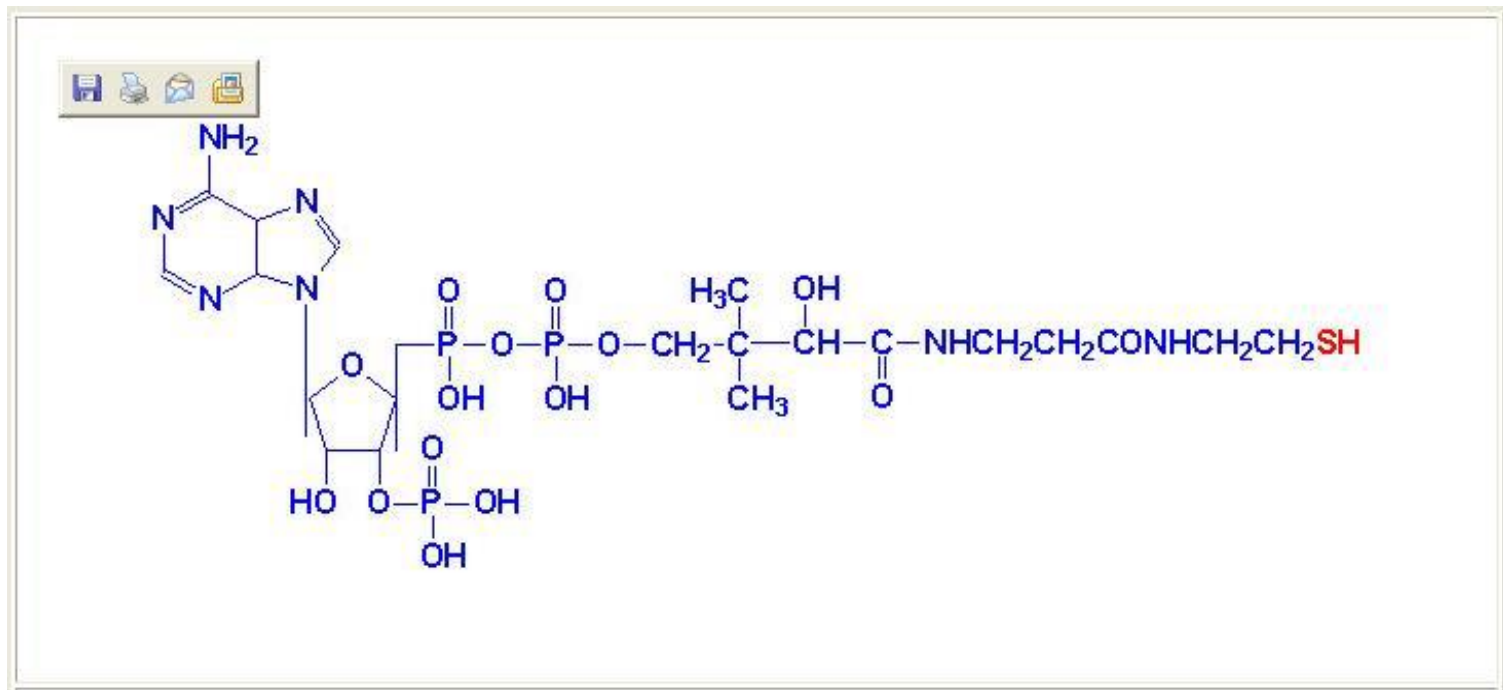


# Asam pantotenat (vitamin B5)

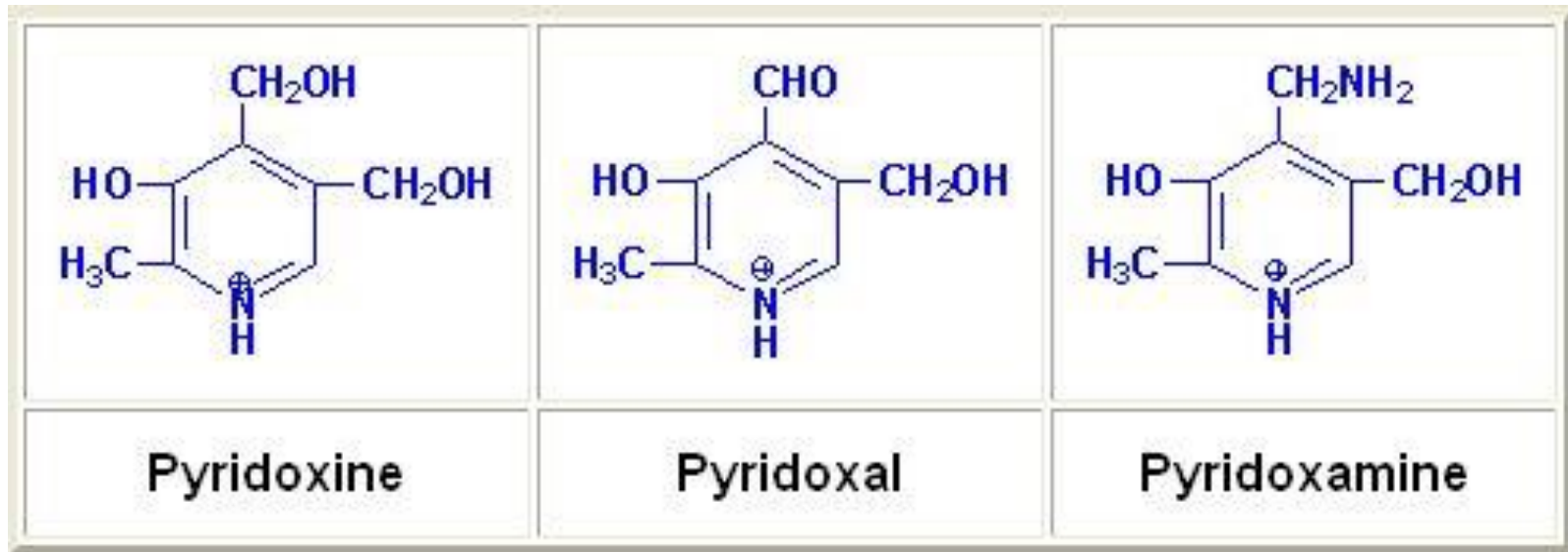


- Berasal dari  $\beta$ -alanin dan asam pantoat
- Diperlukan untuk
  - sintesis koenzim A
  - komponen asil carier protein (ACP)  $\rightarrow$  pd sintesis asam lemak  
 $\rightarrow$  sintesis kofaktor enzim fatty acid synthase

- Sekitar 70 enzim = membutuhkan Co A atau derivat ACP untuk melakukan fungsinya
- Banyak ditemukan pd kacang-kacangan, daging dan biji-bijian
- Co A diperlukan pada **siklus kreb, sintesis dan oksidasi asam lemak, metabolisme asam amino, sintesis kolesterol**

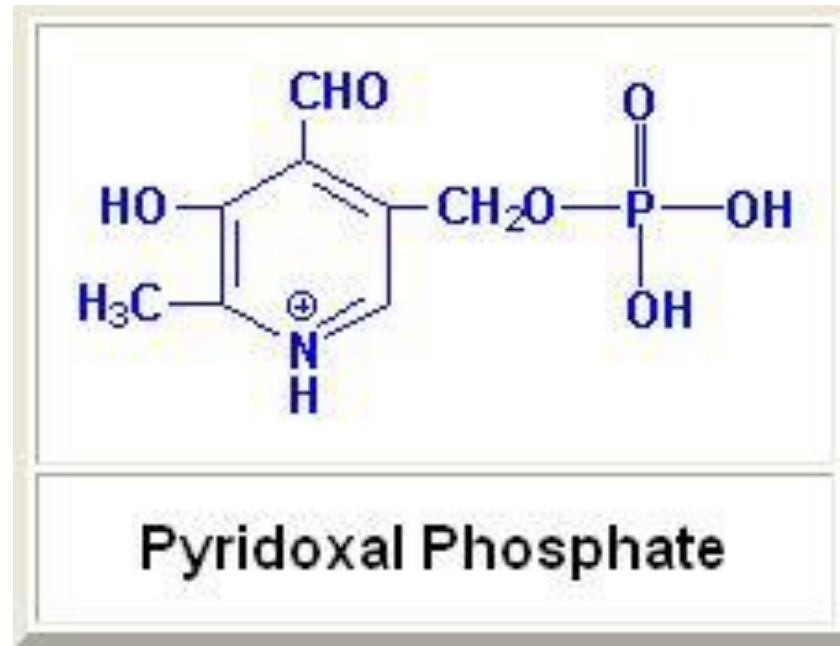


# Vitamin B6



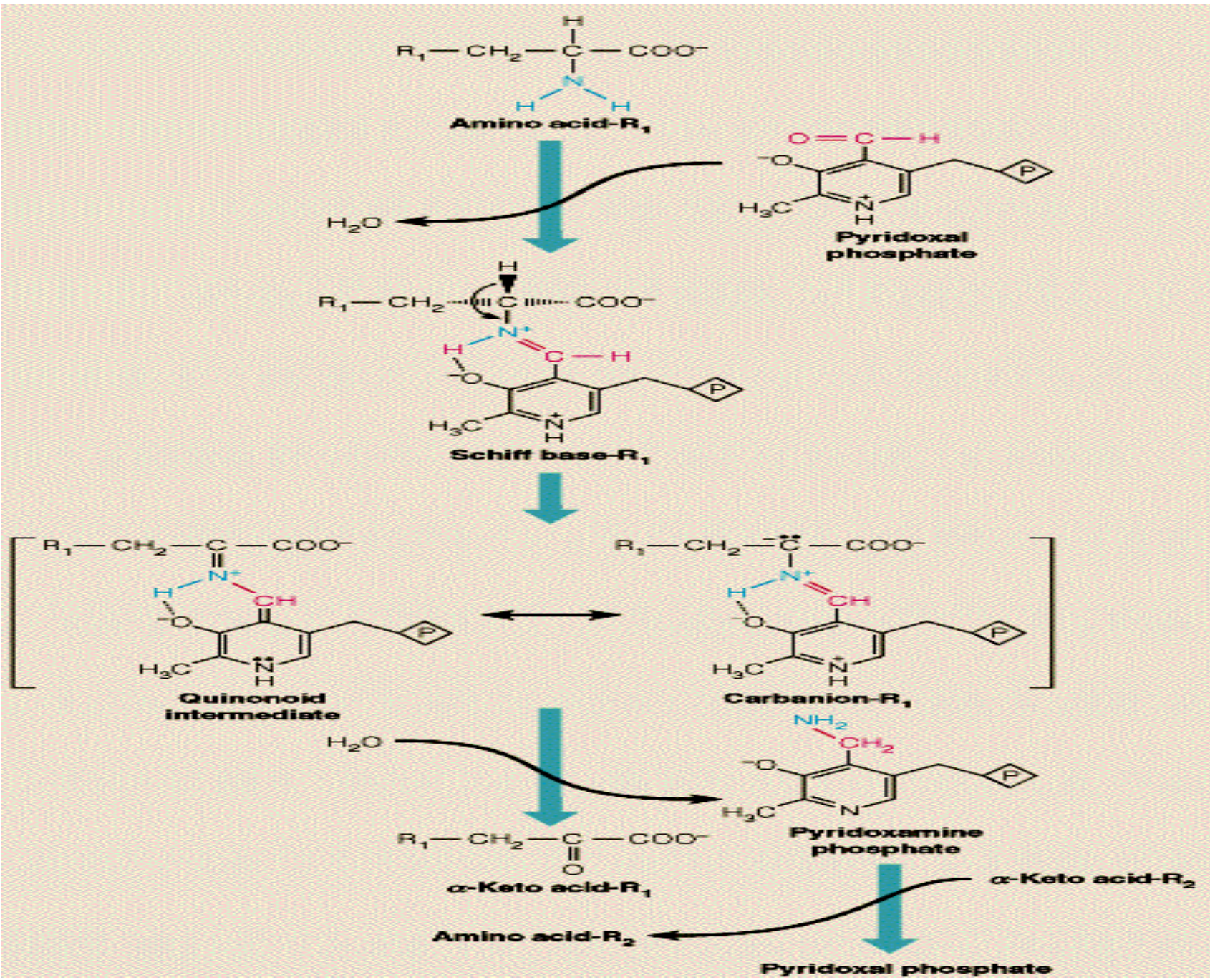
- Di dalam tubuh diubah menjadi bentuk aktif vitamin B6 = **PLP** = piridoksal fosfat



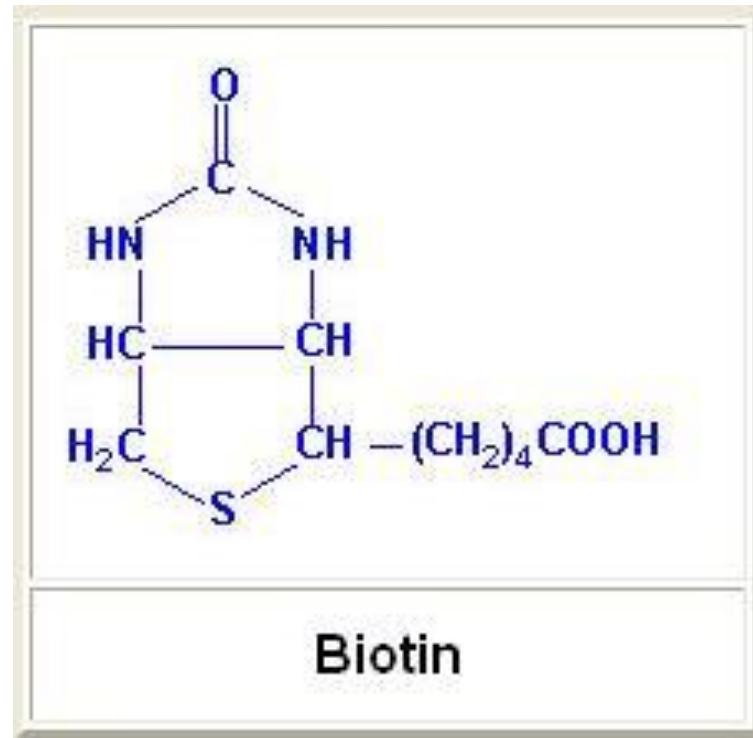


Pengubahan dari vit B6 → Piridoksal fosfat ini membutuhkan ATP → dengan enzim piridoksal kinase

PLP = koenzim pada reaksi transaminasi, sintesis dan katabolisme asam amino, glikogenolisis (gikogen fosforilase)



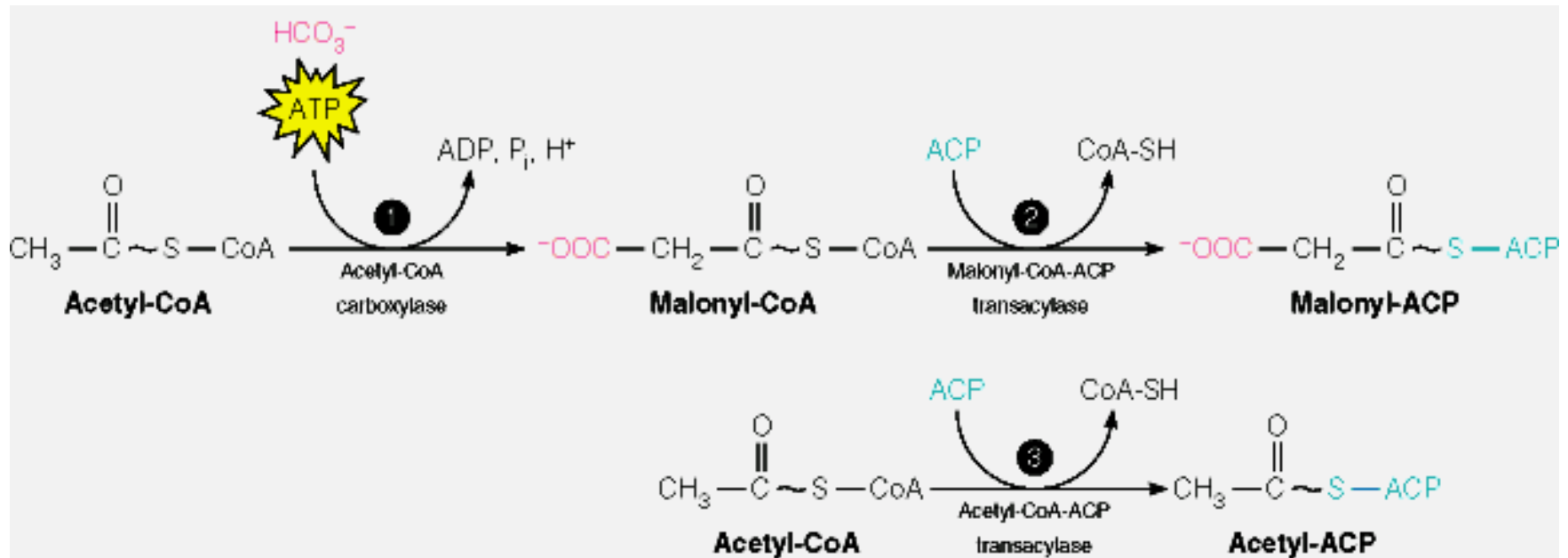
# Biotin



Kofaktor yang dibutuhkan dlm reaksi karboksilasi  
(ex piruvat karboksilase) → carier CO<sub>2</sub>

## Acetyl CoA + CO<sub>2</sub> → Malonyl CoA → Fatty Acids

- Enzim yg mengandung biotin : acetyl CoA carboxylase, pyruvate carboxylase, and carbamoyl phosphate synthetase II
- Acetyl-CoA carboxylase : enzim regulator utama pada biosintesis asam lemak.





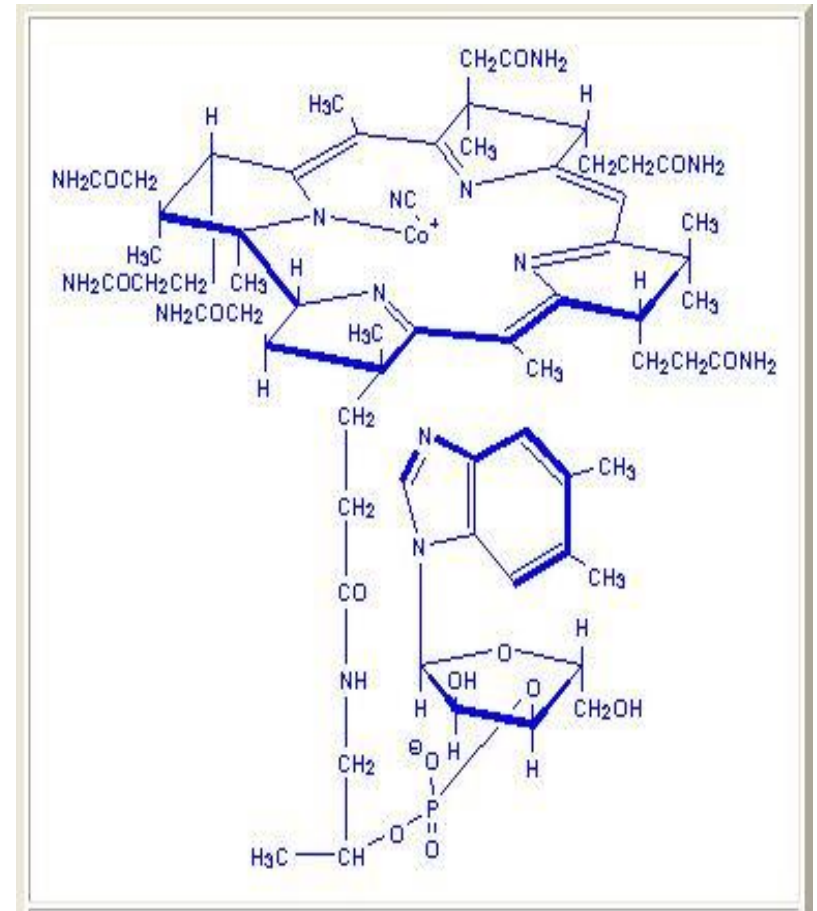
- **Pyruvate carboxylase** adalah enzim pada reaksi glukoneogenesis.
- Enzim yg mengkatalisis pembentukan gugus karboksil pada piruvat menggunakan  $\text{CO}_2$  menjadi OAA

- Terdapat pada berbagai makanan, **dan disintesis oleh bakteri usus halus**
- Defisiensi jarang terjadi
- Defisiensi ditemukan pada :
  - treatment antibiotik dalam waktu yang lama → karena mengurangi bakteri usus halus
  - karena konsumsi telur mentah dalam jumlah banyak → di dlm putih telur terdapat **avidin** → mencegah absorpsi biotin oleh usus halus

# Kobalamin

- Lebih sering dikenal sebagai vitamin B12
- Struktur terdiri dari cincin tetrapirrol membentuk kompleks dan ditengahnya terdapat **Cobalt**
- Disintesis secara eksklusif oleh **mikroorganisme** dan ditemukan dalam hati hewan dalam bentuk : terikat protein → **methycobalamin or 5'-deoxyadenosylcobalamin.**
- Untuk menjadi aktif → harus dihidrolisis terlebih dahulu di dalam perut oleh asam lambung atau oleh trypsin setelah konsumsi daging hewan. → diikat oleh **intrinsik faktor** → dibawa ke usus halus → diserap
- Setelah diserap = dibawa ke hati → **transcobalamin II**

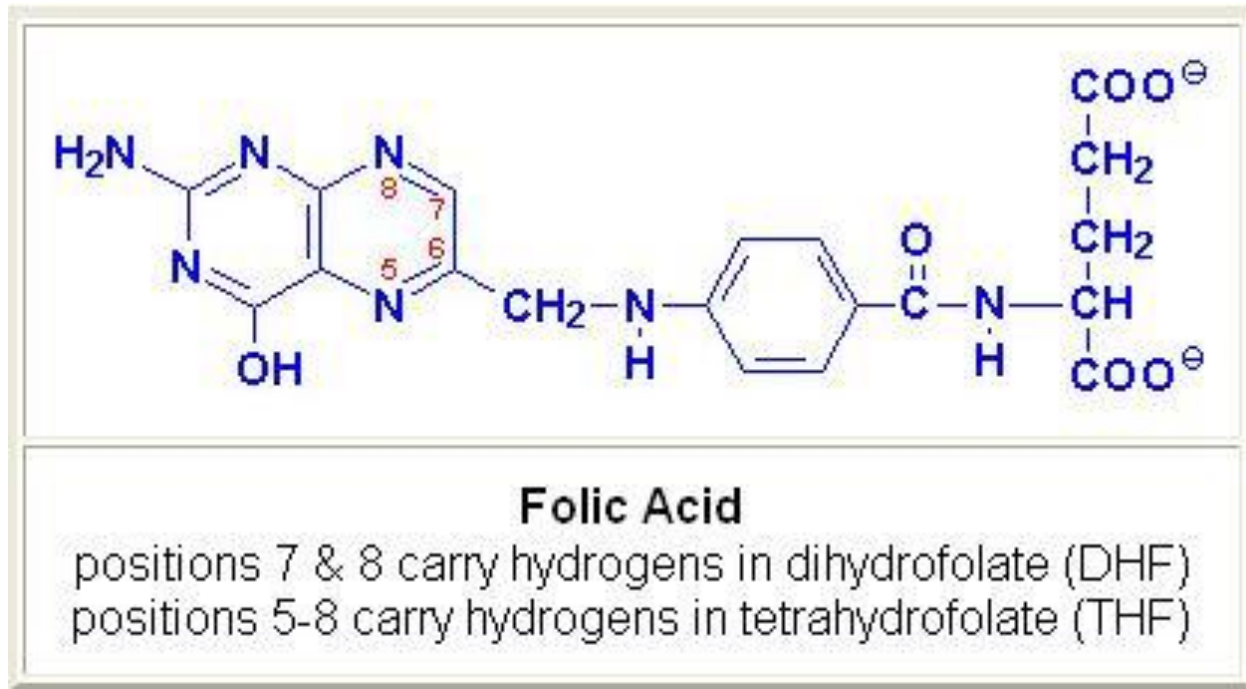
- vitamin dg struktur plg besar dan paling kompleks
- Mengandung ion metal  $\rightarrow$  Co
- Bentuk kofaktor : **metil kobalamin**
- Berperan dlm metabolisme **leusine**





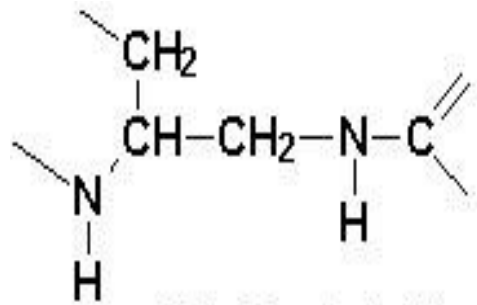
- Liver mampu menyimpan vitamin B12 = 6 thn
- Akibat defisiensi:
  - Pernicious anemia → karena kekurangan intrinsik faktor → penyerapan vitamin terganggu
  - Menyebabkan kelainan DNA sintesis , yaitu sintesis purin dan pirimidin

# Asam folat

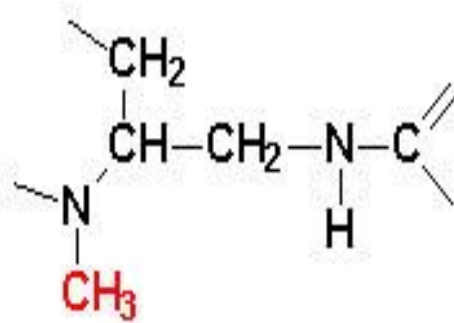


Molekul gabungan td struktur cincin pteridin  
dihubungkan dengan PABA (para amino benzoic acid) →  
asam pterooat

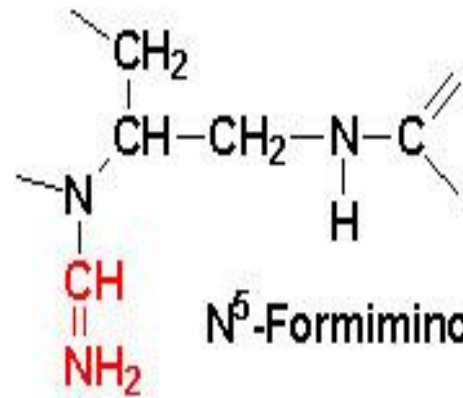
- Asam pterolat berkonjugasi dengan glutamat → asam folat
- Banyak terdapat pd khamir, daun sayuran dan hati hewan, kuning telur dan jus jeruk
- THF (tetra hidrofolat) penting dalam reaksi transfer / membawa 1 atom C baik dalam bentuk metil, methilene, formimino, formil , methenil
- Penting dalam sintesis **serin, metionin, glisin, purin.**
- Dibutuhkan pada ibu hamil → peningkatan proliferasi sel di dlm darah → pada trimester pertama



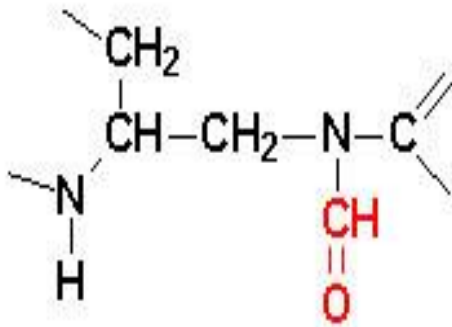
Tetrahydrofolate  
(H<sub>4</sub>folate)



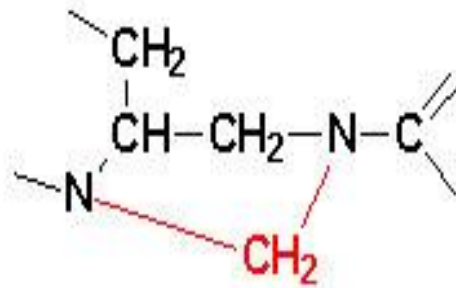
N<sup>5</sup>-Methyl H<sub>4</sub>folate



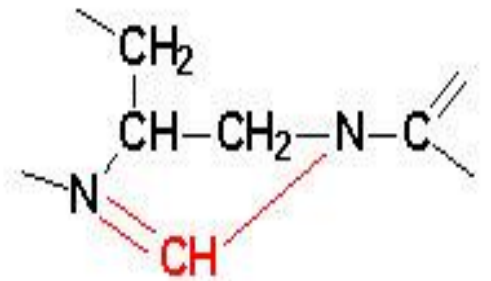
N<sup>5</sup>-Formimino H<sub>4</sub>folate



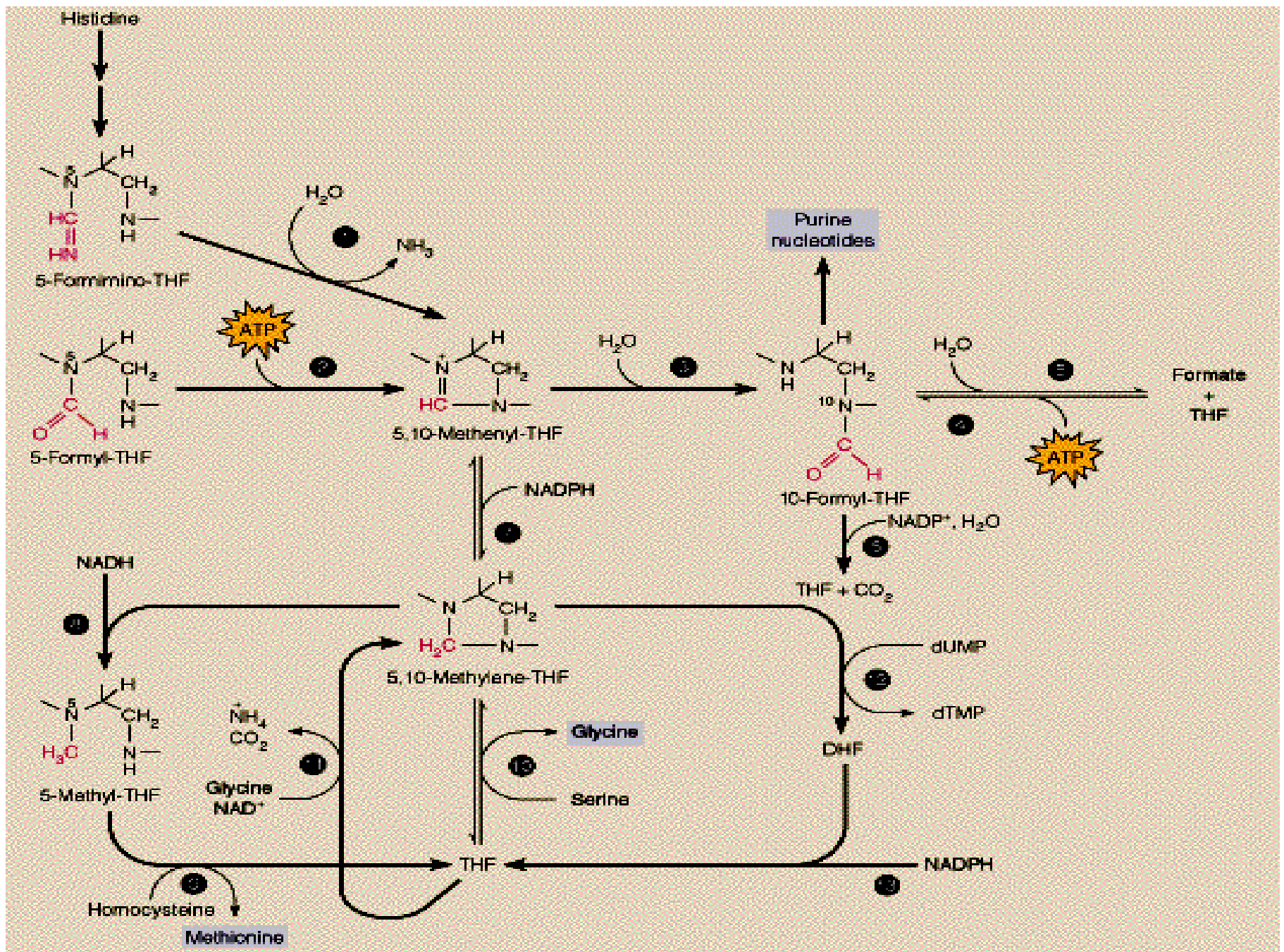
N<sup>10</sup>-Formyl H<sub>4</sub>folate



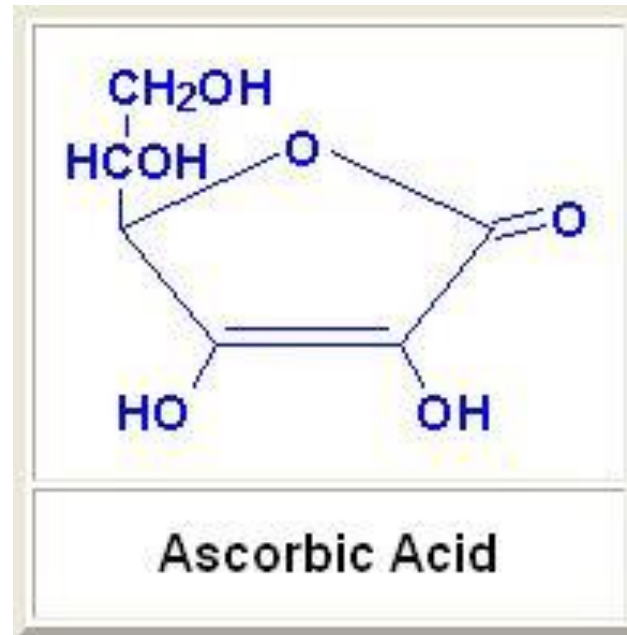
N<sup>5</sup>,N<sup>10</sup>-Methylene H<sub>4</sub>folate



N<sup>5</sup>,N<sup>10</sup>-Methenyl H<sub>4</sub>folate



# Asam askorbat



Lebih dikenal sbg = vitamin C

Berasal dari glukosa dr siklus asam uronat

- Glukosa → asam askorbat : dikatalis oleh **enzim L gulonolakton oksidase**
- Enzim ini tdk ada pada primata → vitamin C diperoleh dari makanan
- Berfungsi sbg = agen pereduksi berbagai reaksi
- Vitamin C dikeluarkan dr tubuh mll urine dlm bentuk dydroaskorbat, ketogulonate, askorbat 2 sulfat, asam oksalat
- Reaksi utama yg sgt membutuhkan vit c → hidrosilasi prolin dalam kolagen
- Sebagai kofaktor reaksi katabolisme tirosin dan sintesis epinefrin dari tirosin, sintesis asam empedu.
- Defisiensi → scurvy



proline-

-HO-proline-

proline monooksigenase

Fe<sup>2+</sup>

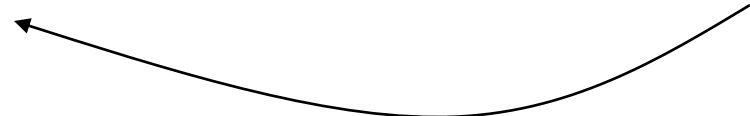
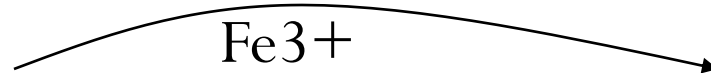
Fe<sup>3+</sup>

Enzim aktif

Enzim  
inaktif

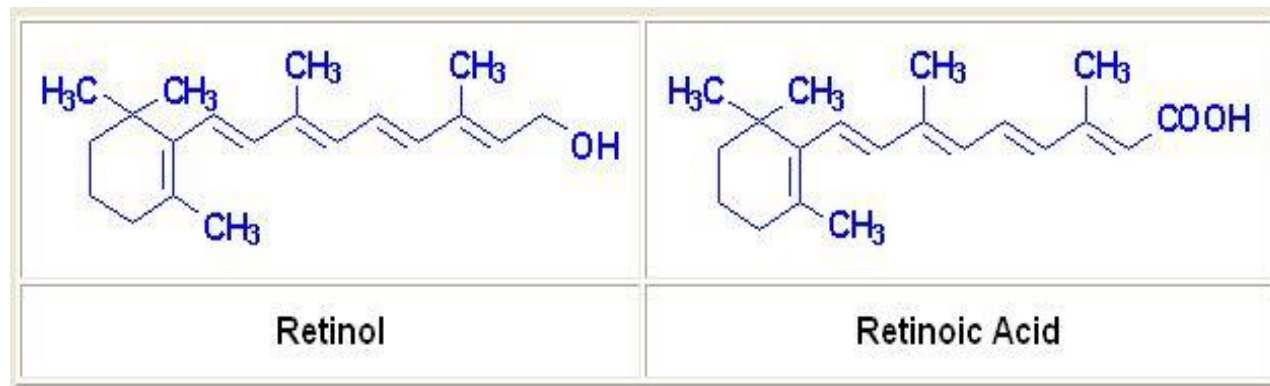
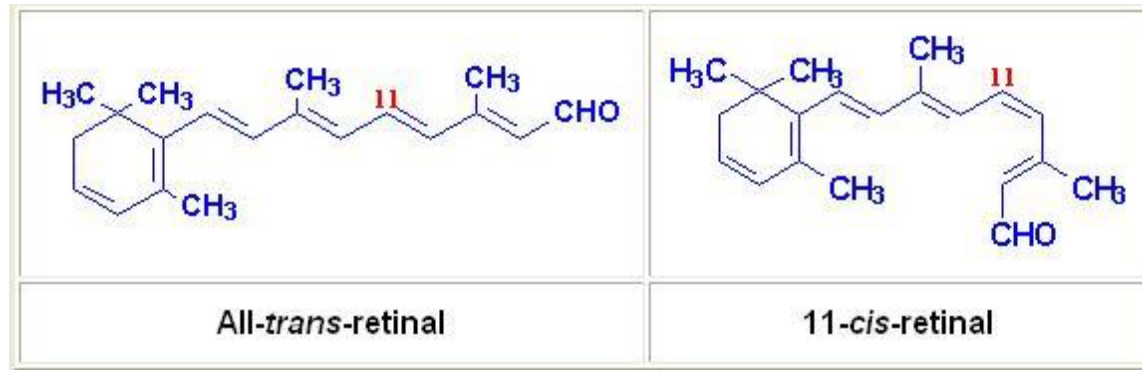
semidehidroaskorbat

askorbat





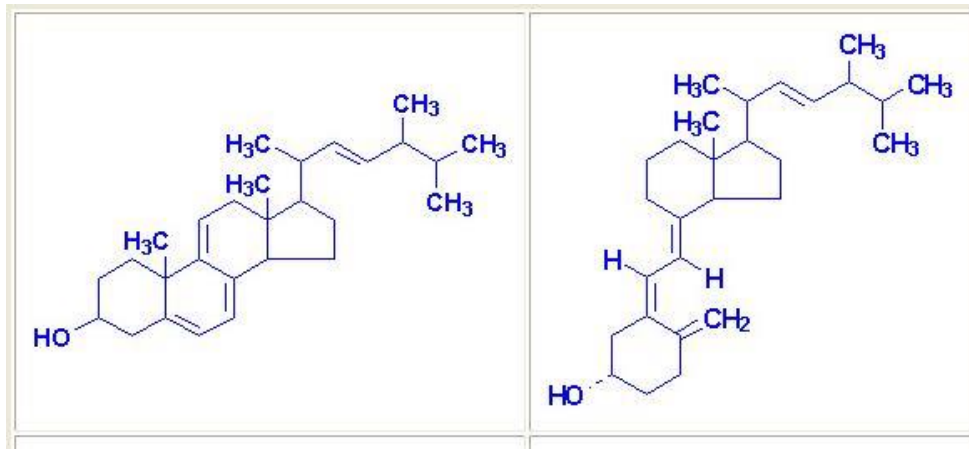
# Vitamin A



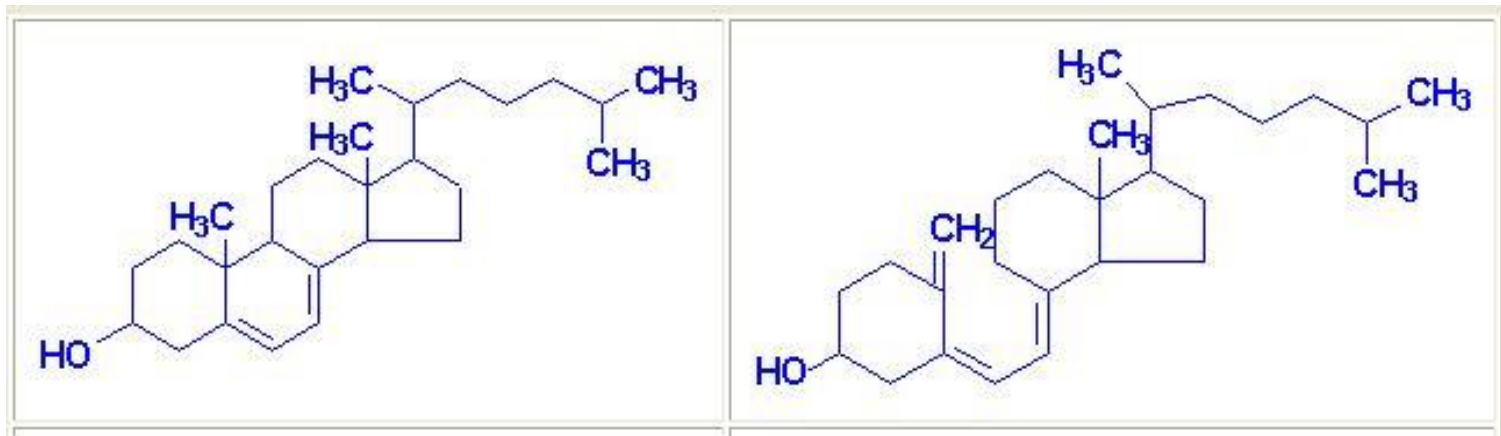
- Vitamin A terdiri dari 3 biomolekul aktif :
  - retinol,
  - retinal (retinaldehyde)
  - retinoic acid.

- Ketiga biomolekul tsb berasal dari  $\beta$  carotene  $\rightarrow$  provitamin A
- Terdapat pd tanaman berwarna hijau tua, oranye dan merah
- Transport di dalam tubuh = kilomikron
- Defisiensi = rabun senja
- Vit A di simpan dalam **sel stealate** pada hati dalam bentuk **retinyl ester** (retinol diesterifikasi dengan suatu molekul asam lemak)
- Pada saat dimobilisasi dlm tubuh  $\rightarrow$  diubah mjd retinol dan dilepas ke peredaran darah dgn berikatan dg **protein RBP**.
- RBP hanya akan dilepas ke dlm darah apabila mengandung retinol.
- Berbagai macam sel mempunyai reseptor RBP yang terikat pada membran.

# Vitamin D

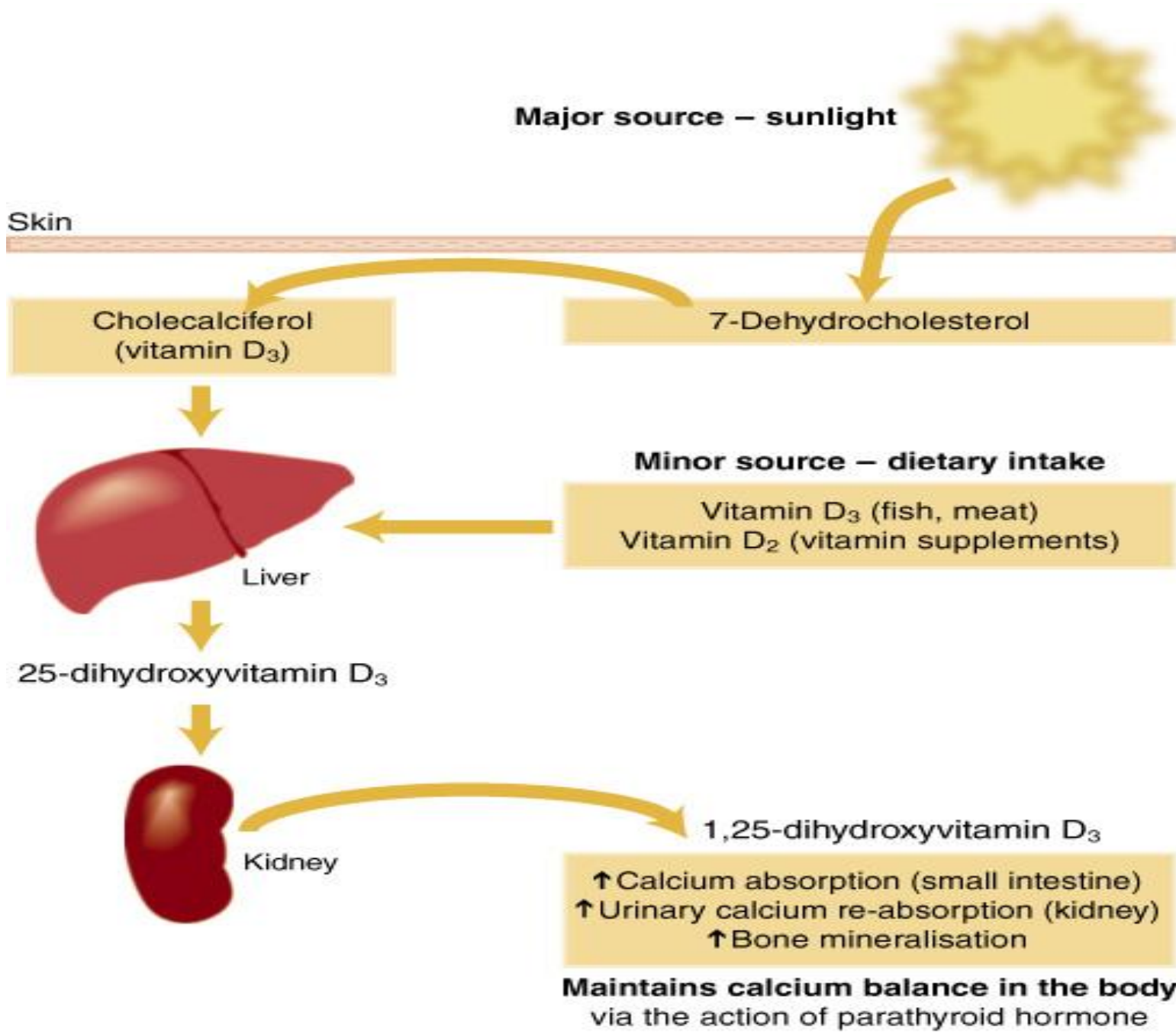


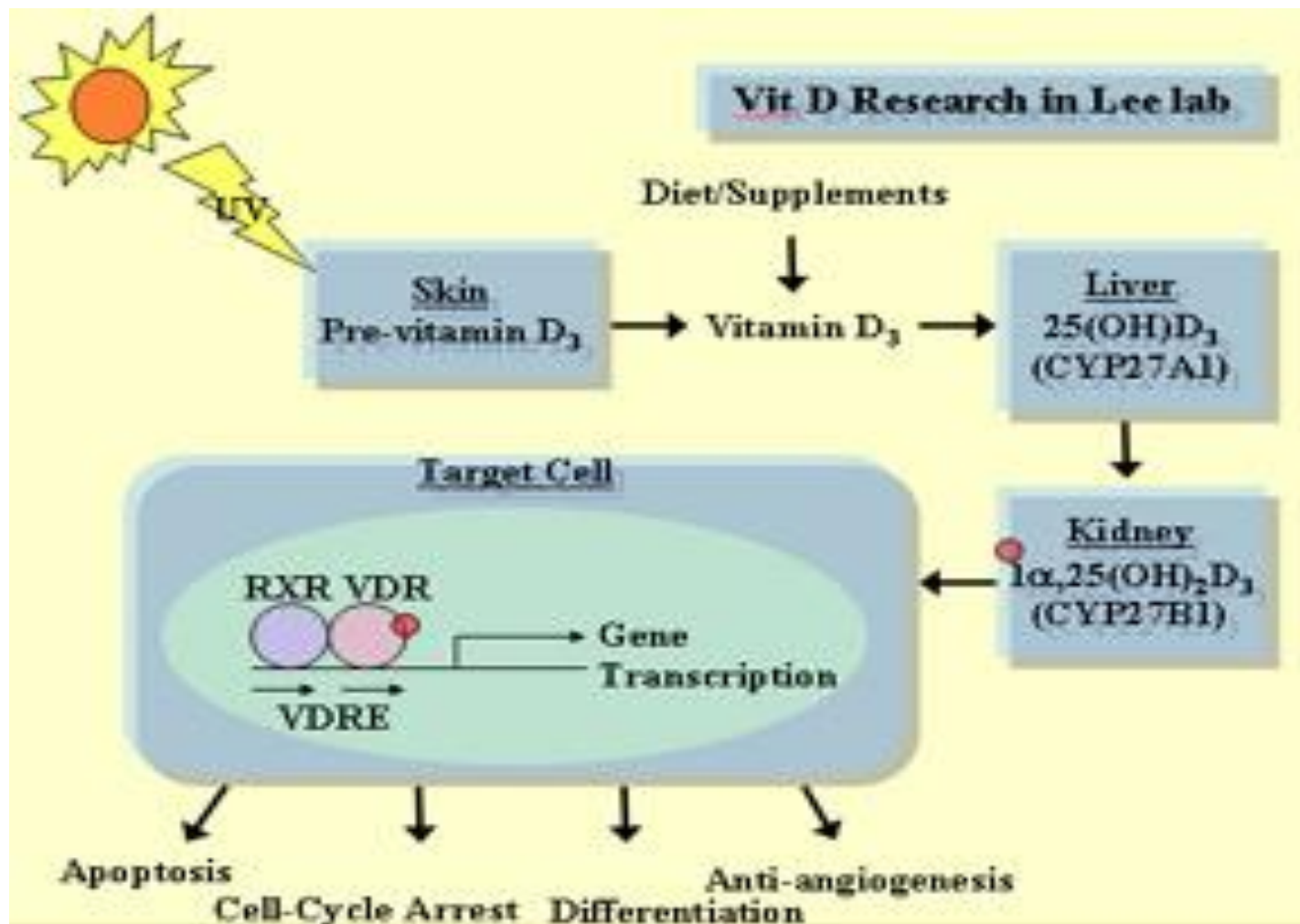
ergocalciferol



colecalciferol

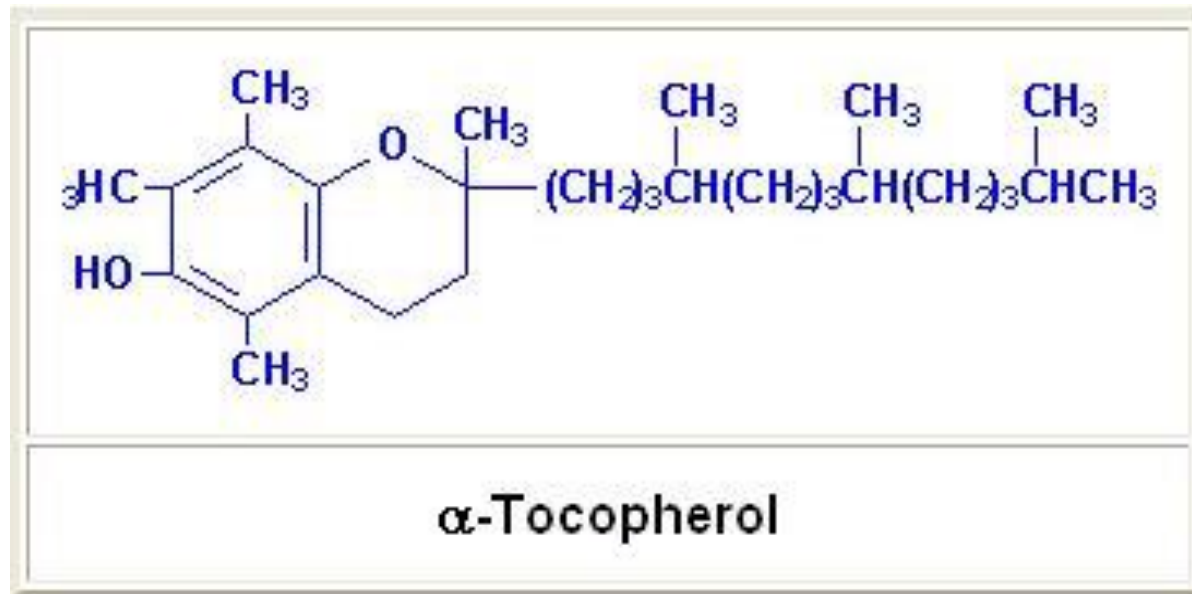
- Tumbuhan → steroid ergosterol (provit D), disinari UV → mjd **ergokalsiferol (vit D2)**
- Hewan → mengubah kolesterol → 7 dehidrokolesterol (provit D), disinari mthr → mjd **kolekalsiferol (vit D3)**
- Pengubahan dari provit D mjd vit D melibatkan sinar UV yang berguna membuka cincin steroid strukturnya.
- Perbedaan vit D2 dan D3 → vit D2 mempunyai ikatan ganda pd rantai sampingnya
- Vit D3 → 1,25dihidroksivit D3 dg 2 step hidroksilasi





- Vitamin D is a steroid hormone that functions to regulate specific gene expression following interaction with its intracellular receptor
- Bentuk aktifnya calcitriol → keseimbangan Ca & P

# Vitamin E

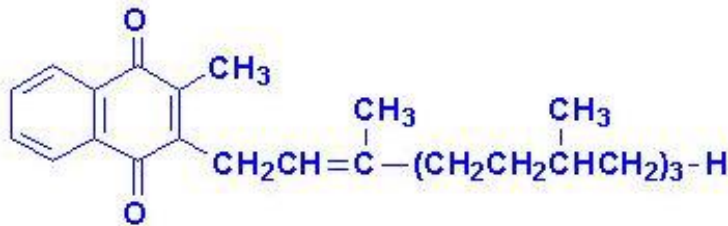


Penting sebagai antioksidan = menangkap radikal bebas

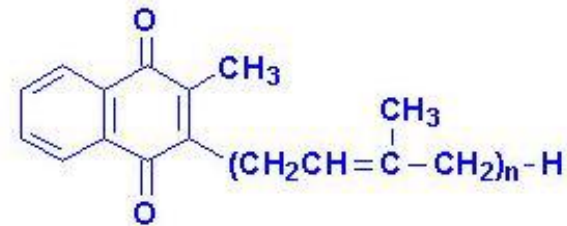
- The vitamins E and C are interrelated in their antioxidant capabilities.
- persons consuming a diet high in polyunsaturated fatty acids.
- Polyunsaturated fatty acids tend to form free radicals upon exposure to oxygen and this may lead to an increased risk of certain cancers.
- Premature infants fed on formulas low in vitamin E often develop a form of hemolytic anemia that can be corrected by vitamin E supplementation. Most manufacturers of infant formulas fortify their preparations with this vitamin.



# Vitamin K



Vitamin K<sub>1</sub>



Vitamin K<sub>2</sub>

"n" can be 6, 7 or 9 isoprenoid groups

Vit K1 = sayur2 an hijau → **filokuinon**

Vit K2 = bakteri usus halus → **menakuinon**

Penting utk sintesis protein yang terlibat dlm pembekuan darah

# Recommended Daily Intake

## Adequate Intake (AI) for Vitamin K

Life Stage	Age	Males (mcg/day)	Females (mcg/day)
Infants	0-6 months	2.0	2.0
Infants	7-12 months	2.5	2.5
Children	1-3 years	30	30
Children	4-8 years	55	55
Children	9-13 years	60	60
Adolescents	14-18 years	75	75
Adults	19 years and older	120	90
Pregnancy	18 years and younger	-	75
Pregnancy	19 years and older	-	90
Breast-feeding	18 years and younger	-	75
Breast-feeding	19 years and older	-	90

Established by the Food and Nutrition Board (FNB) of the Institute of Medicine in January 2001

# Dietary Sources

- Vegetable sources:
  - Green leafy vegetables: spinach, kale, broccoli, cabbage, cauliflower, watercress, asparagus, beans, green peas
  - Vegetable oils: olive, canola, soybean
- Animal sources:
  - Liver
- Cooking does not remove significant amounts of vitamin K from these foods, but freezing does!



# Functions

## Hemostasis

- Designed to maintain blood within injured vessels by three sequential events:
  1. Vasoconstriction
  2. Platelet plug formation
  3. Coagulation

## Coagulation

- Fibrin meshwork forms a blood clot, which provides structural support to the temporary plug formed by platelets
- Without fibrin, the initial plug would soon fall apart
- Fibrin proteins are the end products of coagulation cascade

# Effects of Deficiency on the Mechanism

- Vitamin K limits the carboxylation reaction
- Without vitamin K, lack of carboxylation results in inactive clotting factors

**T H A N K**

**Y O U**