

VİTAMİN



PENDAHULUAN

- Vitamin merupakan komponen minor tetapi penting bagi bahan pangan
- Vitamin dibutuhkan untuk pertumbuhan yang normal, memelihara, dan menjaga fungsi tubuh
- Mempertahankan vitamin selama pengolahan dan penyimpanan merupakan hal yang penting

- Vitamin dapat rusak karena reaksi kimiawi sehingga berubah menjadi senyawa yang tidak aktif, atau mengalami pelarutan seperti pada kasus vitamin larut air yang hilang pada proses blansing atau pemasakan
- Vitamin yang dibutuhkan tubuh dipenuhi dari asupan yang cukup dalam diit
- Defisiensi vitamin menyebabkan hipovitaminosis, sebaliknya kelebihan vitamin menyebabkan hipervitaminosis

Kebutuhan vitamin

Age group (years)	A (mg Retinol ^a)	D (µg ^b)	E (mg) ^c	K (µg) ^d	C (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	Niacin ^e (mg)	B ₆ (µg)	Folic acid ^f (mg)	Pantothenic acid (mg)	Biotin (µg)	B ₁₂ (µg)
<1	0.5-0.6	10	3-4	4-10	50-55	0.2-0.4	0.3-0.4	2-5	0.1-0.3	60-80	2-3	5-10	0.4-0.8
1-4	0.6	5	6	15	60	0.6	0.7	7	0.4	200	4	10-15	1.0
4-10	0.7-0.8	5	8-10	20-30	70-80	0.8-1.0	0.9-1.1	10-12	0.5-0.7	300	4-5	15-20	1.5-1.8
10-15	0.9-1.1	5	10-14	40-50	90-100	1.0-1.3	1.2-1.6	13-18	1.0-1.4	400	5-6	20-35	2.0-3.0
15-25	0.9-1.1	5	15	60-70	100	1.0-1.3	1.2-1.5	13-17	1.2-1.6	400	6	30-60	3.0
25-51	0.8-1.0	5	14	60-70	100	1.0-1.2	1.2-1.4	13-16	1.2-1.5	400	6	30-60	3.0
52-65	0.8-1.0	5	13	80	100	1.0-1.1	1.2-1.3	13-15	1.2-1.5	400	6	30-60	3.0
>65	0.8-1.0	10	12	80	100	1.0	1.2	13	1.2-1.4	400	6	30-60	3.0
Pregnant women	1.1	5	13	60	100	1.2	1.5	15	1.9	600	6	30-60	3.5
Lactating women	1.5	5	17	60	150	1.4	1.6	17	1.9	600	6	30-60	4.0

^a 1 mg retinol = 1 mg retinol equivalent = 6 mg all-trans-β-carotene = 12 mg other provitamin A carotenoids = 1.15 mg all-trans-retinyl acetate = 1.83 mg all-trans-retinyl palmitate (1 IU = 0.34 µg retinol)

^b Ergocalciferol (D₂) or cholecalciferol (D₃) (1 IU = 0.025 µg)

^c Tocopherol equivalent (cf. 6.2.3.1).

^d Phylloquinone (cf. 6.2.4)

^e 1 mg niacin equivalent = 60 mg tryptophan.

^f 1 µg folate equivalent = 1 µg food folate = 0.5 µg folic acid (PGA, cf. 6.3.7.1).

Reference Daily Intake

Nutrient	RDI
Vitamin A	5000 IU
Vitamin C	60 mg
Calcium	1.0 g
Iron	18 mg
Vitamin D	400 IU
Vitamin E	30 IU
Thiamin	1.5 mg
Riboflavin	1.7 mg
Niacin	20 mg
Vitamin B6	2.0 mg
Folate	0.4 mg
Vitamin B12	6.0 micrograms
Biotin	0.3 mg
Pantothenic Acid	10 mg
Phosphorus	1.0 g
Iodine	150 micrograms
Magnesium	400 mg
Zinc	15 mg
Copper	2.0 mg

Note: 21CFR [101.9(c)]

Daily Reference Value

Komponen Pangan	DRV
Lemak	65 g
Asam lemak jenuh	20 g
Kholesterol	300 mg
Total karbohidrat	300 g
Serat	25 g
Natrium	2400 mg
Kalium	3500 mg
Protein	50 g

Defisiensi vitamin

Yang menyebabkan pandemi

- niacin deficiency ([pellagra](#))
- [vitamin C](#) deficiency ([scurvy](#), sariawan)
- [thiamin](#) deficiency ([beriberi](#))
- [vitamin D](#) deficiency ([rickets](#), riketsia)
- [vitamin A deficiency](#)

KLASIFIKASI

- Vitamin larut lemak (*fat soluble vitamin*): vitamin A, D, E, dan K
- Vitamin larut air (*water soluble vitamin*): vitamin B1, B2, B6, nikotinamida (*nicotinamide*), asam pantotenat (*panthotenic acid*), biotin, asam folat (*folic acid*), B12, dan C

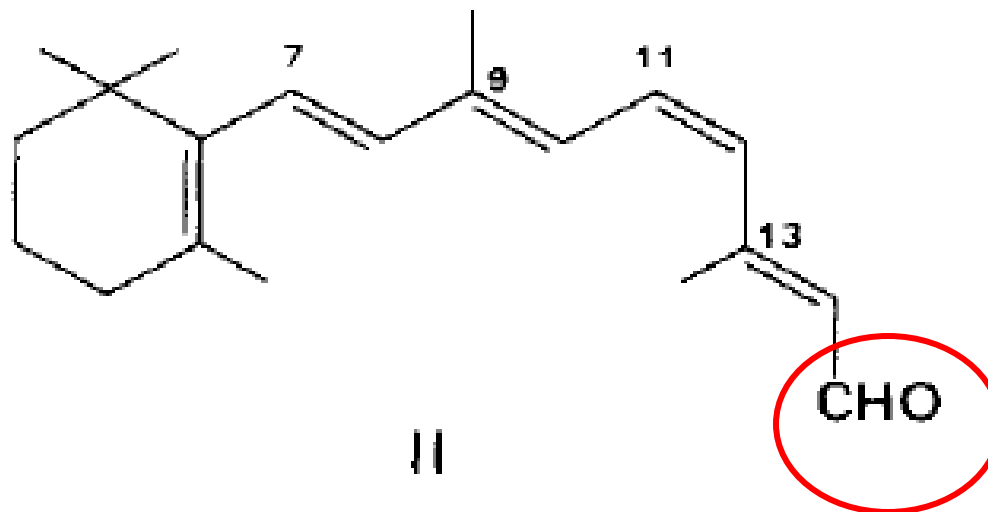
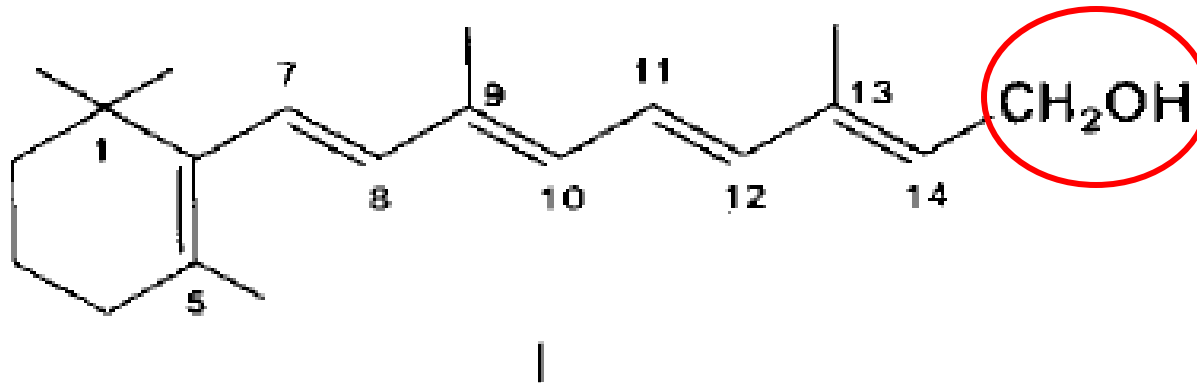
VITAMIN LARUT LEMAK



1. VITAMIN A (RETINOL)

- Vitamin A berasal dari sumber hewani seperti daging, kuning telur, susu, minyak ikan
- Tanaman tidak mengandung vitamin A, tetapi mengandung karotenoid yang akan menghasilkan vitamin A (provitamin A)
- Karotenoid terdapat dalam semua sayuran, terutama sayuran hijau, kuning, dan sayuran berdaun
- Sumber karotenoid dalam buah-buahan yang utama adalah labu kuning, aprikot, jeruk dan sawit
- Karotenoid dalam produk hewani berasal dari pakan

Retinol (I) dan Retinal (II)



Peran

- Retinol berperan pada metabolisme protein dalam sel
- Kekurangan karotenoid menyebabkan efek negatif pada jaringan epitelial seperti pengerasan kulit dan rabun senja

Kebutuhan

- Kebutuhan harian vitamin A dipenuhi dari 75% dari retinol (sebagai ester asam lemak, terutama retinil palmitat) dan 25% karotenoid dan karotenoid provitamin A lainnya
- Berhubung pemutusan karotenoid sangat terbatas , paling sedikit dibutuhkan 6 g β -karoten untuk menghasilkan 1 g retinol
- Absorpsi vitamin A dan penyimpanan dalam hati terjadi dalam bentuk ester asam lemak

Konversi

- 1 mg retinol = 1 mg *retinol equivalent* (RE) = 6 mg all-trans- β -carotene = 12 mg other pro-vitamin A carotenoids = 1.15 mg *all-trans-retinyl acetate* = 1.83 mg all-trans-retinyl palmitate (IU = 0.34 μ g retinol)

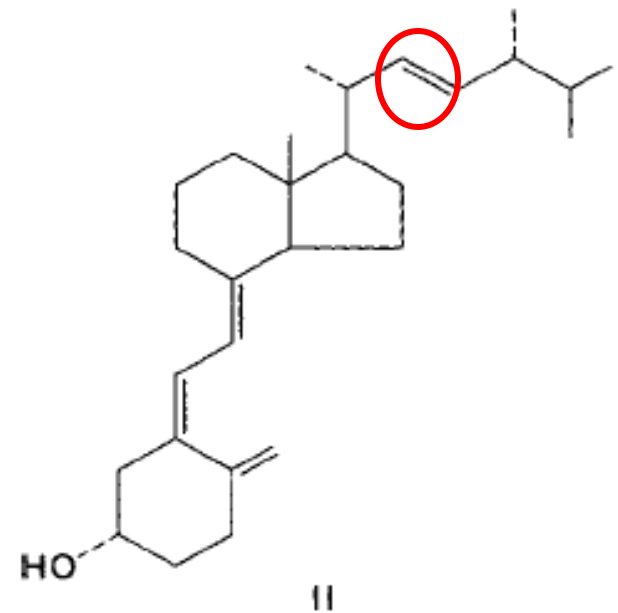
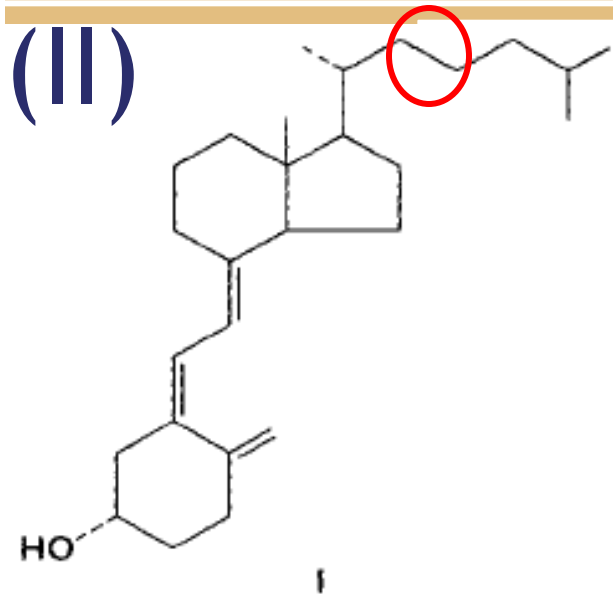
Stabilitas

- Pengolahan menyebabkan kerusakan vitamin A 5-40%
- Penyebab utama pada kondisi tanpa oksigen seperti sterilisasi adalah isomerisasi dan fragmentasi
- Adanya oksigen menyebabkan oksidasi menghasilkan sejumlah produk
- Proses oksidasi biasanya bersamaan dengan oksidasi lemak

2. VITAMIN D (Kalsiferol/ *Calciferol*)

- Kolekalsiferol (vitamin D₃) merupakan bentuk kolesterol dalam kulit yang terbentuk dari 7-*dehydrocholesterol* (provitamin D₃) oleh sinar uv
- Vitamin D₂ (ergokalsiferol) terbentuk dari ergosterol
- Ergokalsiferol (D₂) atau kholekalsiferol (D₃) (1IU = 0.025 μg)
- *IU* = *international unit* = satuan internasional

Vitamin D3 (I) dan D2 (II)



Sumber

- Produk pangan alami biasanya kekurangan vitamin D₃ kecuali hati ikan merupakan sumber vitamin D₂
- Provitamin D, ergosterol dan 7 dehidrokolesterol tersebar luas dalam tanaman dan hewan
- Vitamin D₃ terdapat dalam kuning telur, mentega, hati, lemak hewani.
- Sumber vitamin D yang paling utama adalah minyak ikan terutama minyak hati ikan
- Kebutuhan vitamin D pada manusia dipenuhi oleh 7-dehidrokalsiferol

Stabilitas

- Vitamin D peka terhadap cahaya dan oksigen
- Stabilitasnya dalam produk pangan tidak masalah karena manusia biasanya mendapatkan kecukupan vitamin D dari makanan

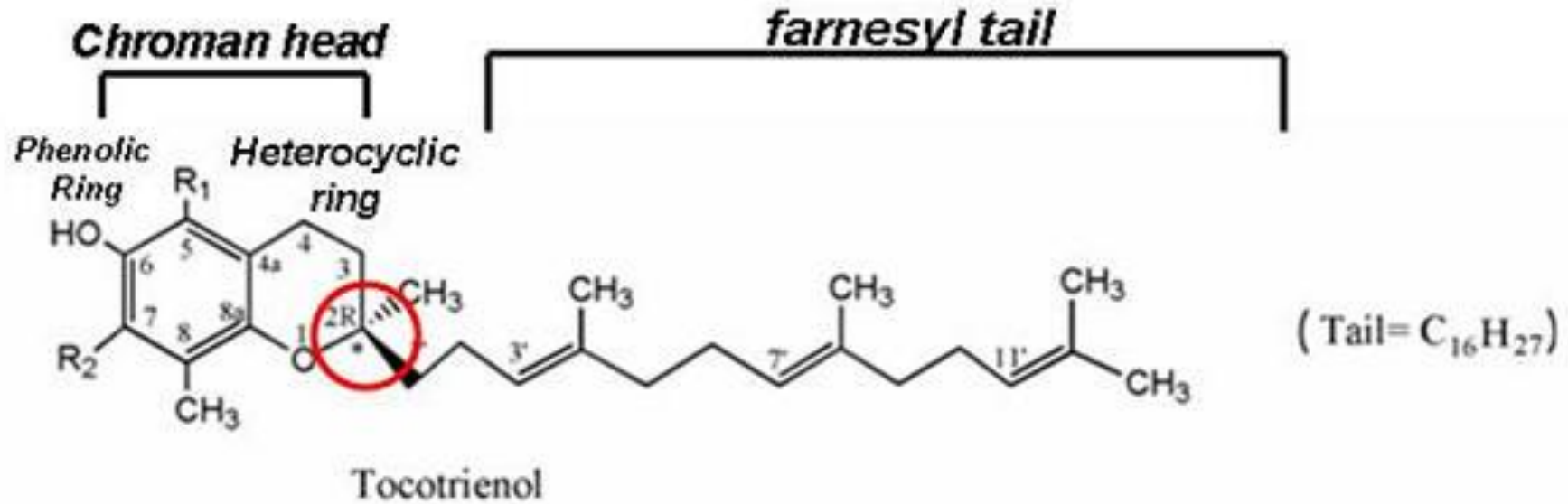
3. VITAMIN E

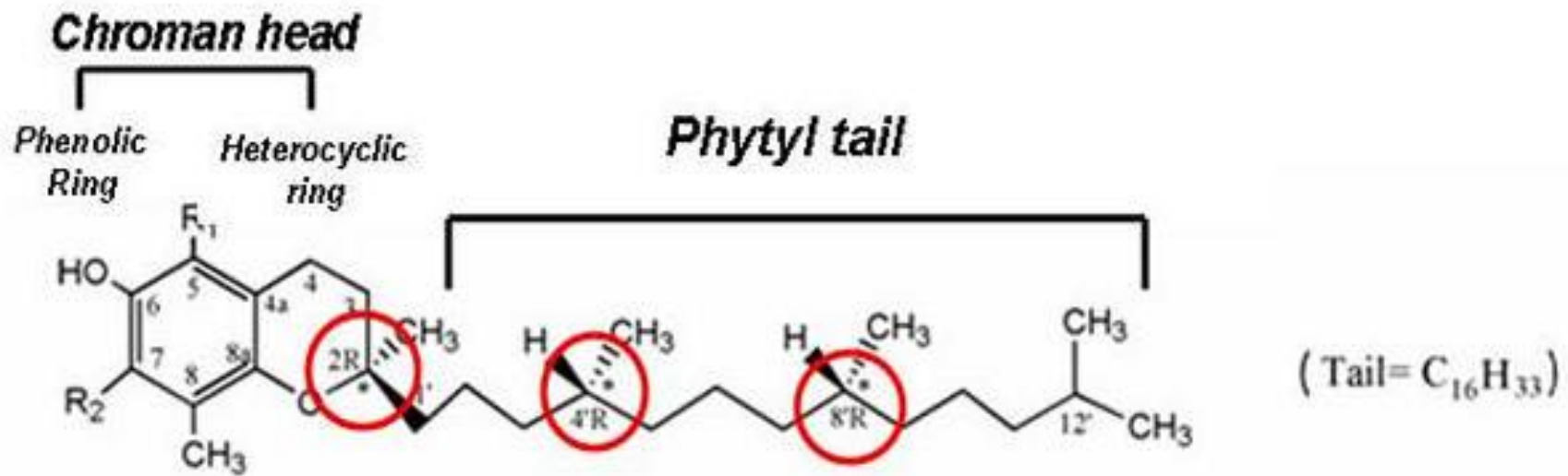
- 2 jenis vitamin E
- Tokoferol: α , β , δ , γ
- Tokotrienol: α , β , δ , γ

Struktur kimia

- Vitamin E terdiri dari cincin kromanol (*chromanol ring*) dan rantai samping fitil (*phytyl*) untuk tokoferol dan *farnesyl* untuk tokotrienol
- α , β , δ , γ tokoferol atau tokotrienol dibedakan berdasarkan posisi gugus metil pada rantai sampingnya
- α tokoferol mempunyai 3 pusat asimetris pada posisi 2, 4, dan 8 dan mempunyai aktivitas biologis tertinggi

Struktur kimia





Tocopherol

R ₁	R ₂	
CH ₃	CH ₃	α-
CH ₃	H	β-
H	CH ₃	γ-
H	H	δ-

Peran

- Vitamin E mempunyai aktivitas antioksidan yang dapat menghambat oksidasi lemak
- Berperan menstabilkan senyawa aktif yang lain seperti vitamin A, hormon, dan enzim terhadap oksidasi
- Defisiensi vitamin E menyebabkan ketidaksuburan, anemia, dan kelainan otot
- Mencegah penyakit kardiovaskular, kanker, katarak, dan memperbaiki sistem imun

Stabilitas

- Rusak pada proses pengolahan minyak nabati menjadi margarin atau shortening
- Rusak akibat autooksidasi yang intensif seperti pada pengeringan dan penggorengan

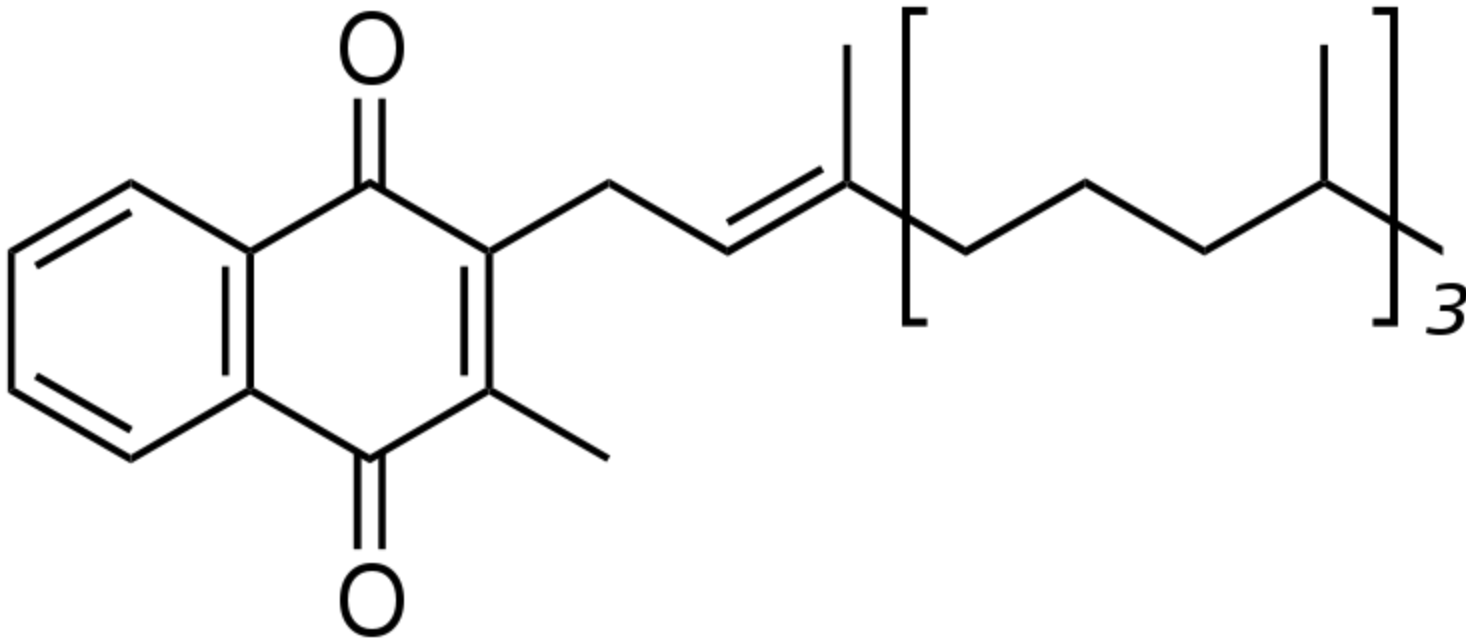
Kebutuhan

- RDA (*Recommended Daily Allowance*) vitamin E dinyatakan dalam miligram (mg)
- Kebutuhan vitamin E dinyatakan dalam IU sebagai parameter yang menunjukkan aktivitas biologis, bukan kuantitas
- 1 mg alfa tokoferol ekuivalen dengan 1.49 IU untuk yang alami dan 2.22 IU untuk sintetis
- Untuk mengubah dari IU ke mg, 1 IU alfa tokoferol ekuivalen dengan 0.67 mg yang alami dan 0.45 mg yang sintetis

4. Vitamin K

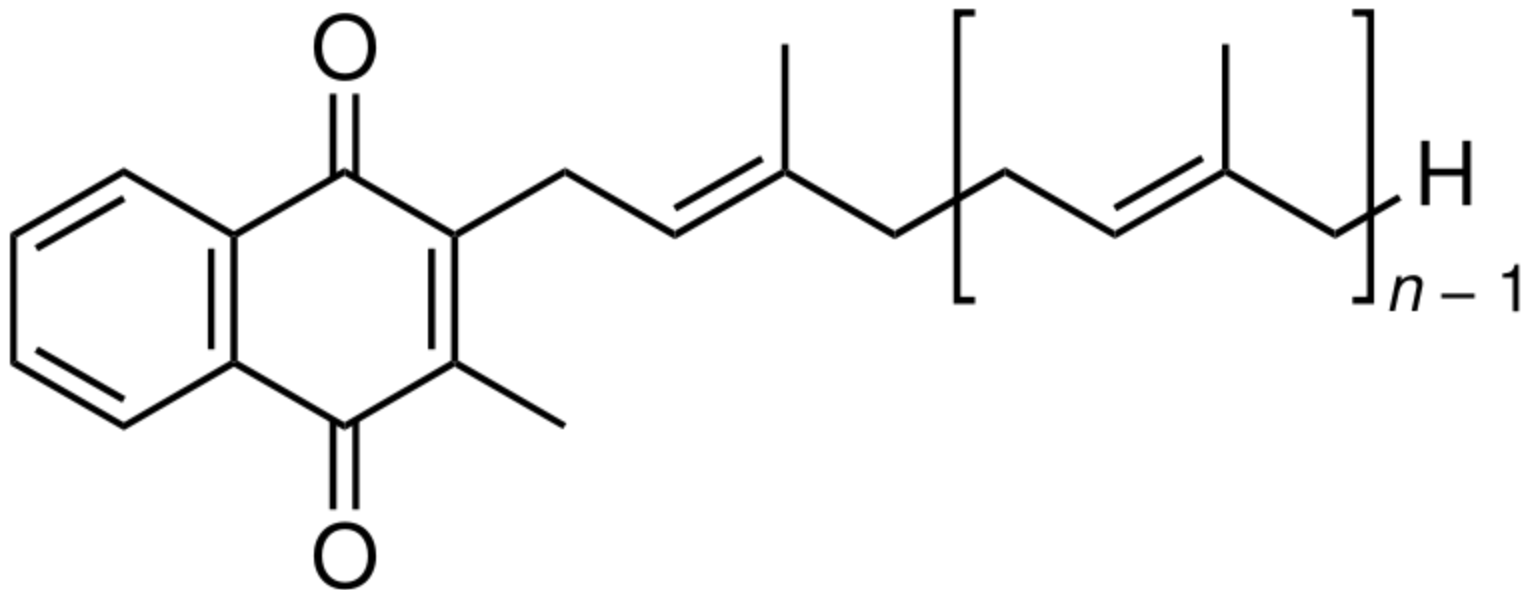
- Kelompok vitamin K merupakan turunan dari naftokuinon (naphthoquinone) yang mempunyai rantai samping yang berbeda-beda
- Vitamin K₁ atau phylloquinone atau phytomenadione (juga disebut phytonadione)
- Vitamin K₂ (menaquinone, menatetrenone) dihasilkan oleh bakteri dalam usus besar dan kekurangan vitamin ini jarang terjadi kecuali jika usus mengalami gangguan, tidak mampu menyerap, atau terjadi penurunan mikrobial usus karena penggunaan antibiotik
- Ada tiga jenis vitamin K sintetik yaitu K₃, K₄, dan K₅ yang terutama digunakan untuk pakan hewan peliharaan (K₃) dan antikapang (K₅)

Phylloquinone (Vitamin K1)



Vitamin K₁ (phylloquinone). Kedua jenis vitamin K mengandung cincin [naphthoquinone](#) dan rantai samping alifatik .
Phylloquinone mempunyai rantai samping [phytyl](#)

Menaquinone (Vitamin K2)



Vitamin K₂ (menaquinone). Pada vitamin K₂, rantai samping terdiri dari sejumlah residu isoprenoid tidak jenuh dengan jumlah residu yang berbeda-beda

Struktur Kimia

- Semua kelompok vitamin K mempunyai cincin naftokuinon (naphthoquinone) yang mengandung gugus metil, serta berbagai variasi rantai samping alifatik yang terikat pada posisi 3
- [Phylloquinone](#) (vitamin K₁) mempunyai beberapa rantai samping isoprenoid, dan satu bersifat tidak jenuh
- Menaquinones mempunyai sejumlah rantai samping isoprenoid yang bersifat tidak jenuh
- Naftokuinon merupakan gugus fungsional sehingga peran vitamin K semuanya sama

Peran

- Vitamin K berperan pada proses karboksilasi residu glutamat dalam protein menjadi gamma karboksiglutamat (Gla)
- Residu Gla berperan pada proses pengikatan kalsium
- Residu Gla penting bagi aktivitas biologis Gla-protein
- Gla-protein berperan pada koagulasi darah, metabolisme tulang, dan fisiologi pembuluh darah
- Vitamin K disimpan dalam jaringan adiposa

Kebutuhan dan Sumber

- Aktivitas vitamin dinyatakan dalam vitamin ekuivalen (VE)
- 1 VE = 1 μg phylloquinone.
- Bakteri dalam usus besar mensintesis sejumlah besar vitamin K₂
- Vitamin K₁ terdapat dalam sayuran berdaun (bayam, kol, bunga kol), dan hati

Stabilitas

- Hanya sedikit diketahui
- Vitamin K rusak karena cahaya dan kondisi alkali
- Relatif stabil terhadap suhu dan oksigen
- Pada proses hidrogenasi, ikatan rangkap pada rantai samping dapat diserang oleh oksigen sehingga terjadi penurunan aktivitas

VITAMIN LARUT AIR



5. Vitamin B

- Vitamin B terdiri dari 8 vitamin larut air yang berperan penting dalam metabolisme sel
- Struktur kimia vitamin-vitamin B berbeda-beda
- Biasa disebut vitamin B kompleks

Jenis-jenis vitamin B

- Vitamin B₁ (thiamine, tiamin)
- Vitamin B₂ (riboflavin)
- Vitamin B₃ (niacin, niacinamide, niasin, niasinamida)
- Vitamin B₅ (pantothenic acid, asam pantotenat)
- Vitamin B₆ (pyridoxine, pyridoxal, or pyridoxamine, or pyridoxine hydrochloride, piridoksin)
- Vitamin B₇ (biotin)
- Vitamin B₉ (folic acid, asam folat)
- Vitamin B₁₂ (berbagai jenis kobalamin (cobalamins); yang paling umum sianokobalamin (cyanocobalamin))

Peran

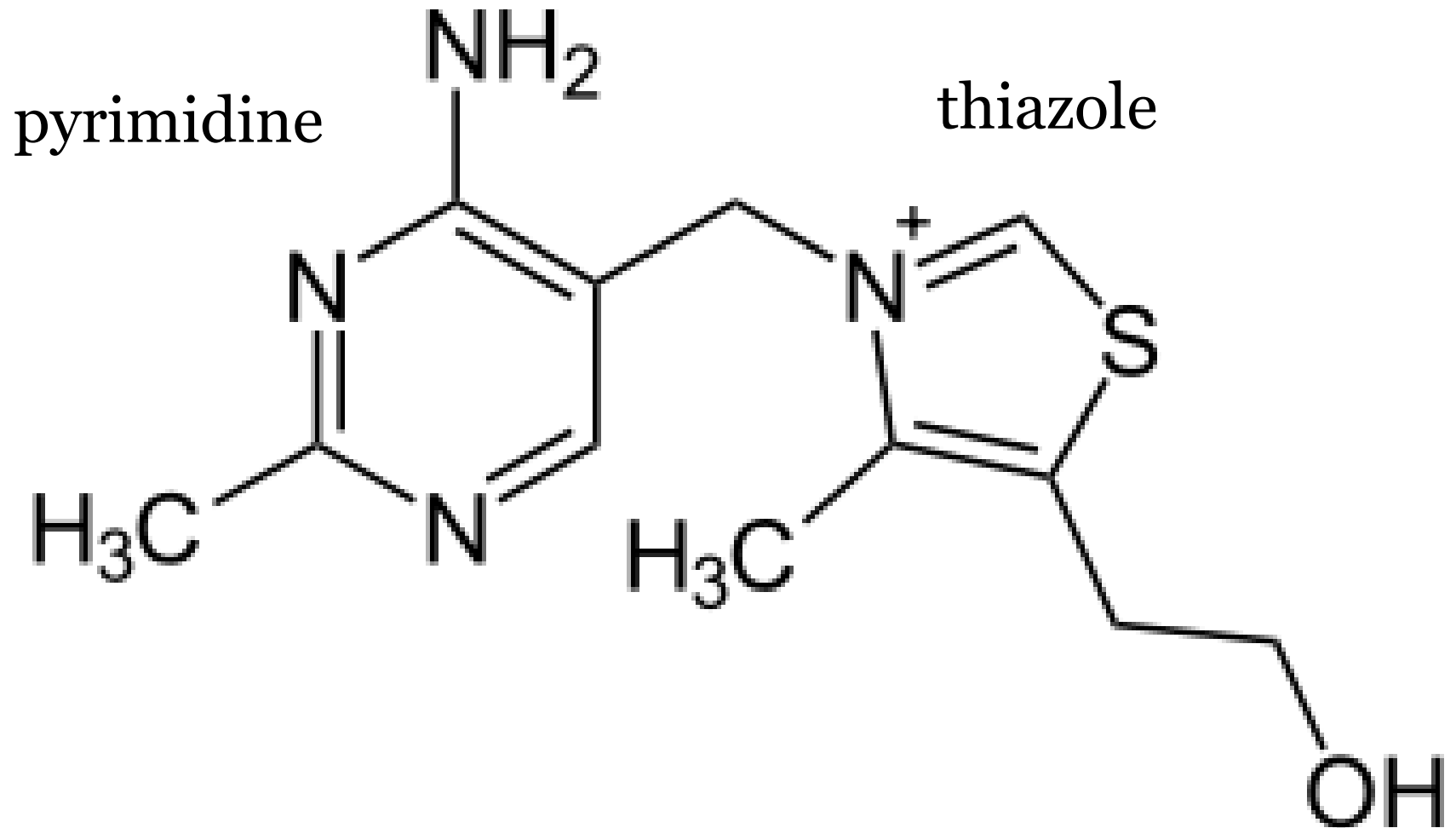
Vitamin B diperlukan untuk:

- Menunjang dan meningkatkan laju metabolisme
- Mempertahankan kesehatan kulit dan tulang
- Meningkatkan sistem imun dan fungsi syaraf
- Meningkatkan pertumbuhan dan pembelahan termasuk sel darah merah sehingga dapat mencegah anemia
- Menurunkan resiko kanker pankreas
- Semua vitamin B larut air sehingga ekskresi yang berlebihan harus diganti

a. Vitamin B1 (Thiamin)

- Bentuk fosfat dari tiamin berperan dalam berbagai proses dalam sel
- Yang paling terkenal adalah tiamin pirofosfat (TPP, [thiamine pyrophosphate](#)), koenzim pada katabolisme gula dan asam amino
- Struktur thiamin mengandung cincin *pyrimidine* dan cincin *thiazole* yang dihubungkan dengan jembatan metilen
- Tidak stabil terhadap panas, tapi stabil selama pembekuan
- Tidak stabil terhadap uv, iradiasi gamma
- Berperan pada reaksi Maillard

Struktur thiamin



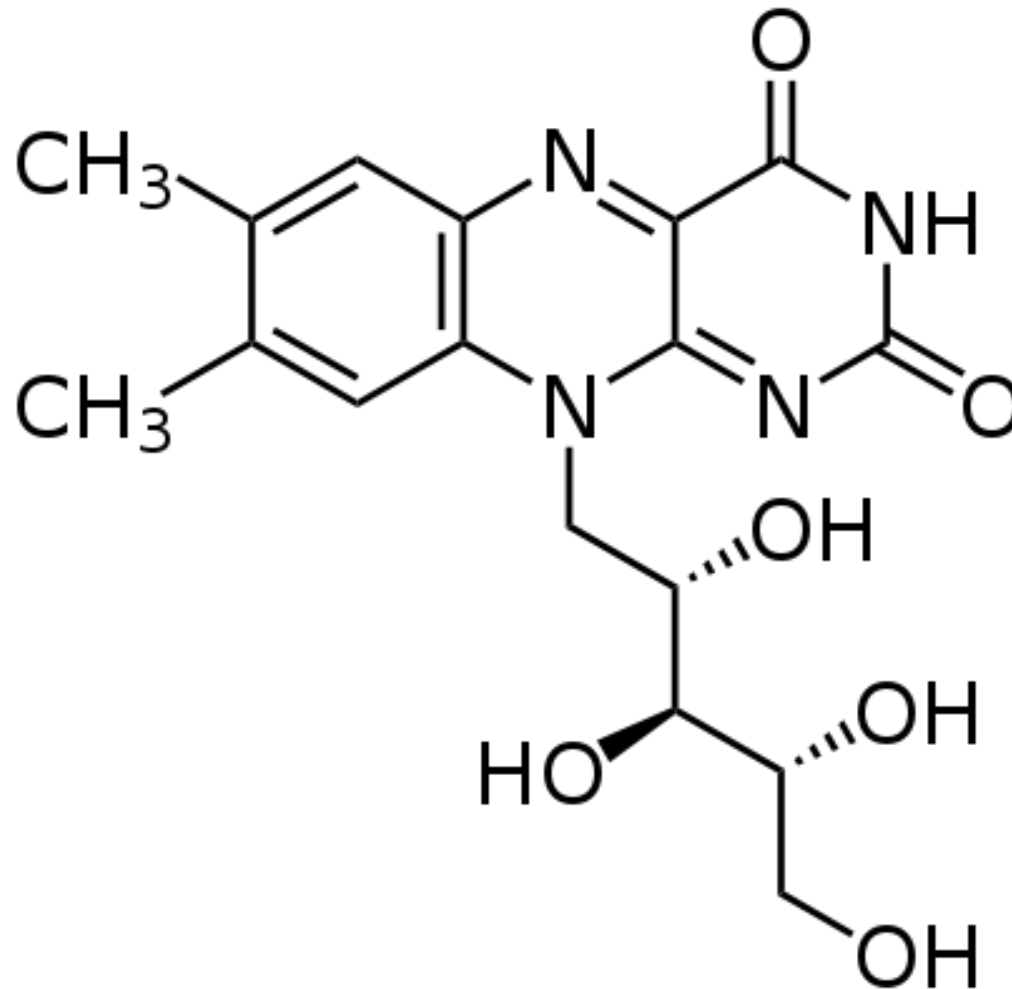
b. Vitamin B2 (Riboflavin)

- Riboflavin mudah diserap tubuh dan berperan terutama sebagai kofaktor pada FAD dan FMN
- Berperan pada berbagai proses dalam sel dan metabolisme energi dari karbohidrat, lemak, dan protein
- Sumber: susu, keju, sayuran berdaun, hati, kacang-kacangan, tomat, jamur, khamir
- Riboflavin rusak oleh cahaya

Riboflavin Powder and Solution



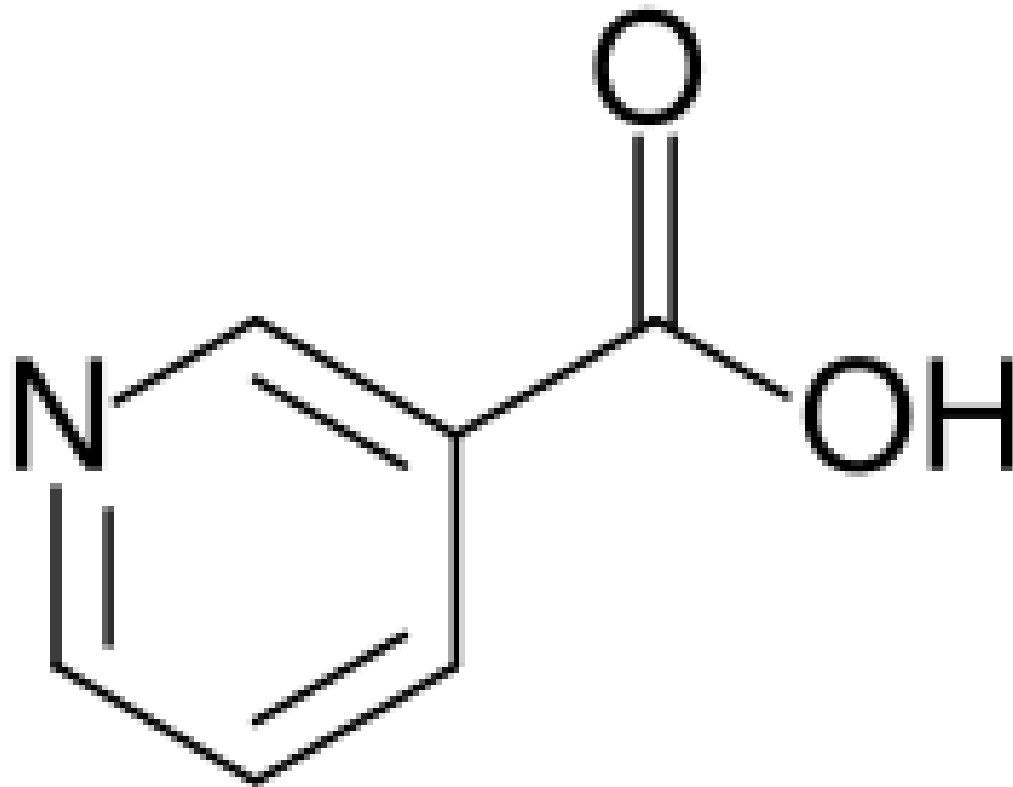
Struktur Kimia



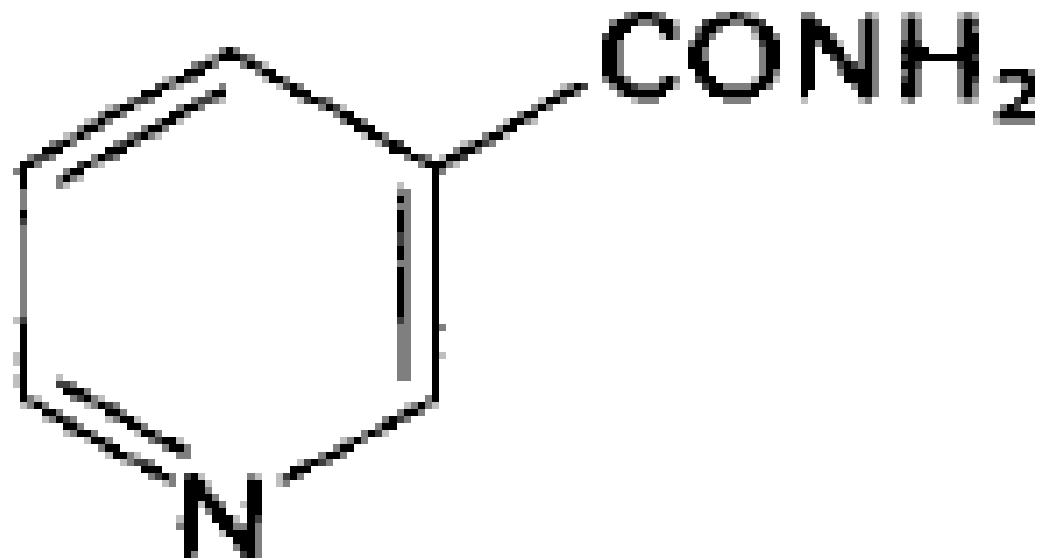
c. Vitamin B3 (Niasin)

- Merupakan turunan dari *pyridine* dengan gugus karboksil pada posisi 3
- Bentuk lain vitamin B3 adalah amida (nikotinamida) dengan gugus karboksil diganti dengan gugus karboksimida
- Istilah niasin dan nikotinamida seringkali dipertukarkan karena mempunyai aktivitas vitamin yang sama tetapi tidak mempunyai efek fisiologis yang sama
- Niasin bersifat stabil. Proses blansing dapat menurunkan niasin sampai dengan 15%

Struktur kimia niasin



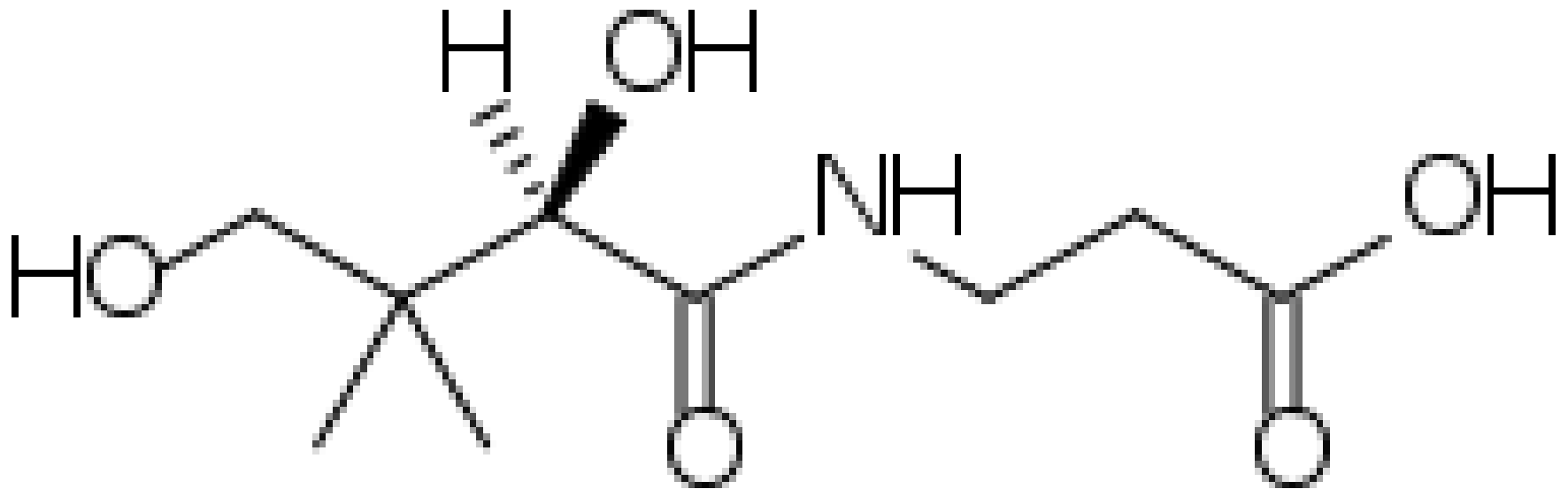
Struktur kimia nikotinamida



d. Vitamin B5 (Asam Pantotenat)

- Asam pantotenat diperlukan untuk membentuk koenzim A (CoA) dan berperan pada metabolisme protein, karbohidrat, dan lemak.
- Merupakan amida dari D-pantoate dan neta-alanine
- Ditemukan pada setiap jenis makanan
- Bersifat stabil. Pada pengolahan susu mengalami perunan sekitar 10%. Pemasakan sayuran hilang 10-30% karena larut
- Sumber utama adalah daging, ikan, royal jeli, sereal, sayuran seperti brokoli, dan alpukat

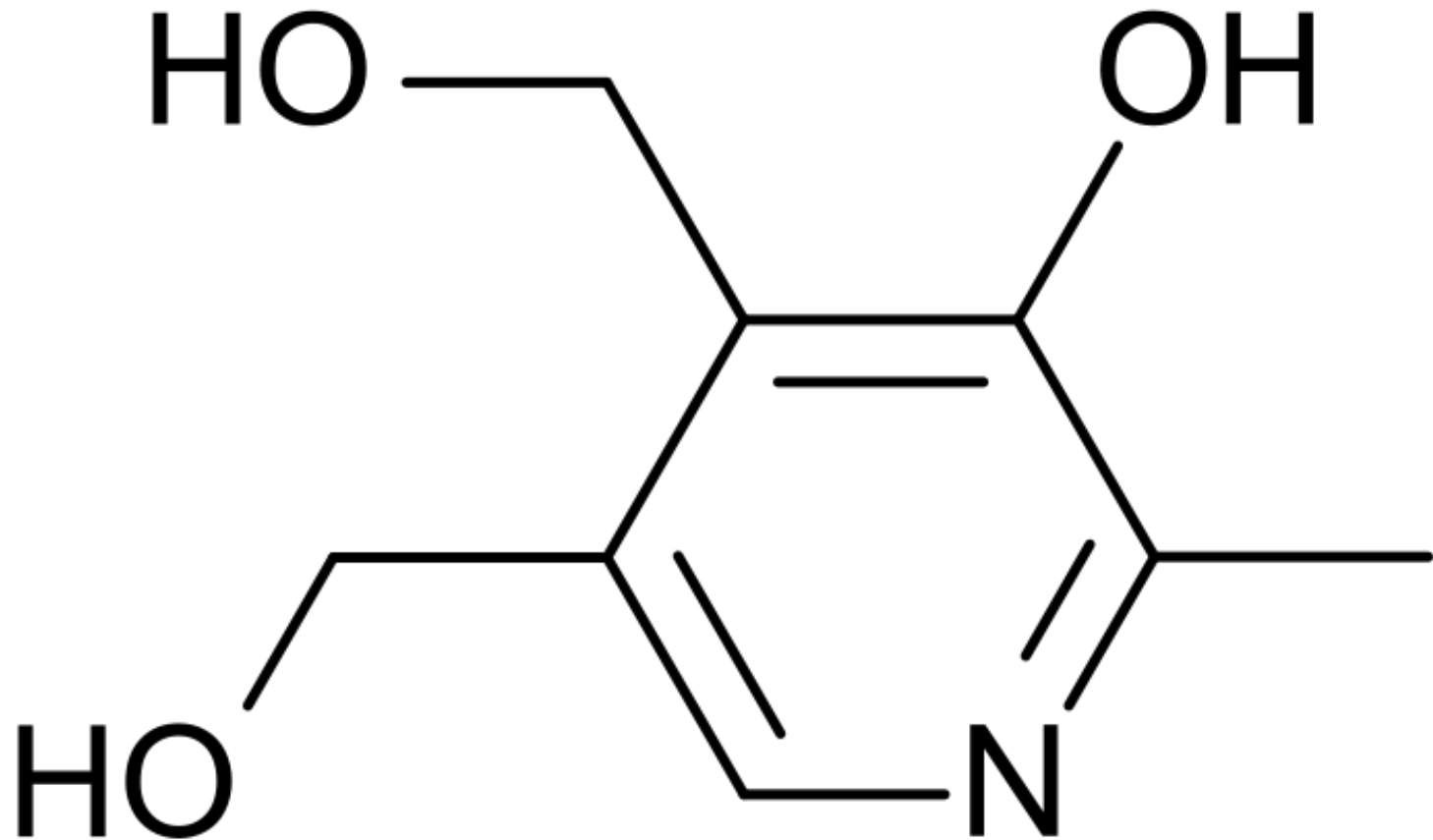
Struktur kimia asam pantotenat



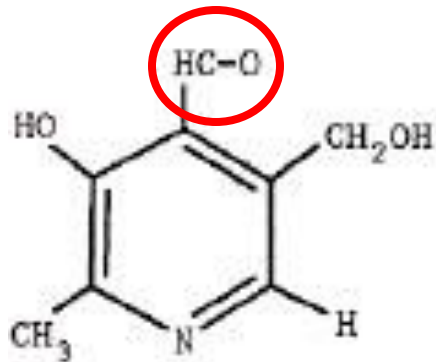
e. Vitamin B6 (piridoksin)

- Berperan sebagai koenzim untuk metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang berujung pada pelepasan energi
- Berperan pada metabolisme asam amino dan sistem imun tubuh
- Terdapat 6 bentuk umum yang sering dijumpai, yaitu piridoksal (PL), piridoksin (PN), piridoksamine (PM), piridoksal 5'-fosfat (PLP), piridoksin 5'-fosfat (PNP), dan pidoksamin 5'-fosfat (PNP)
- Sumber utama vitamin ini adalah sayur-sayuran

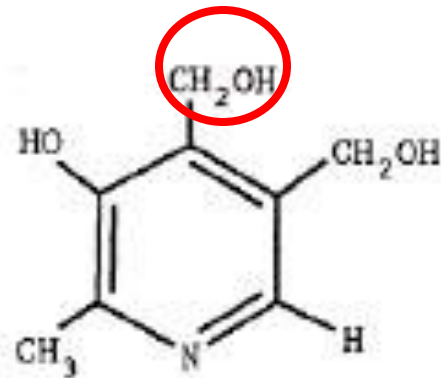
Piridoksin



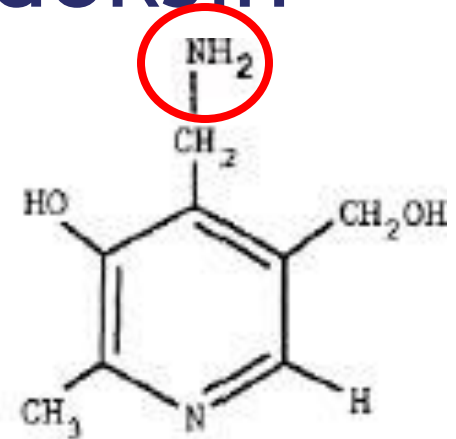
Bentuk-bentuk piridoksin



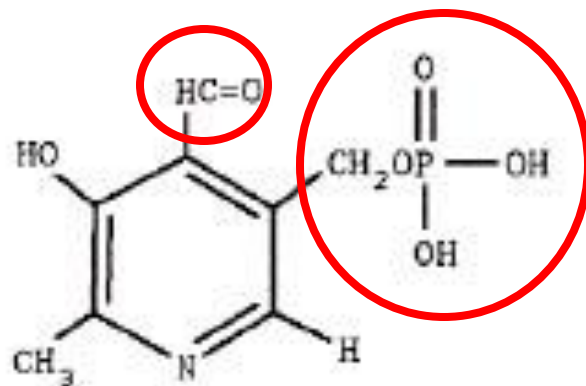
pyridoxal



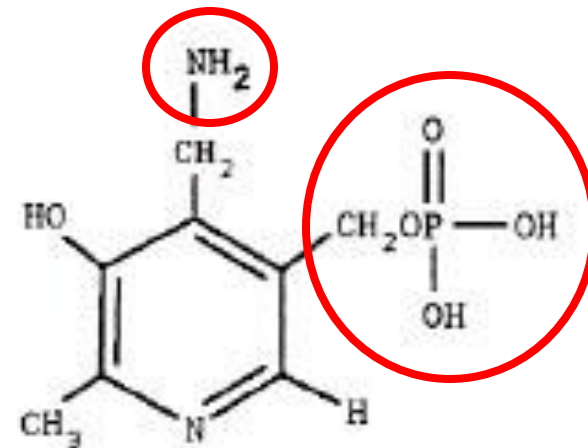
pyridoxine



pyridoxamine



pyridoxal-5-phosphate



pyridoxamine-5-phosphate

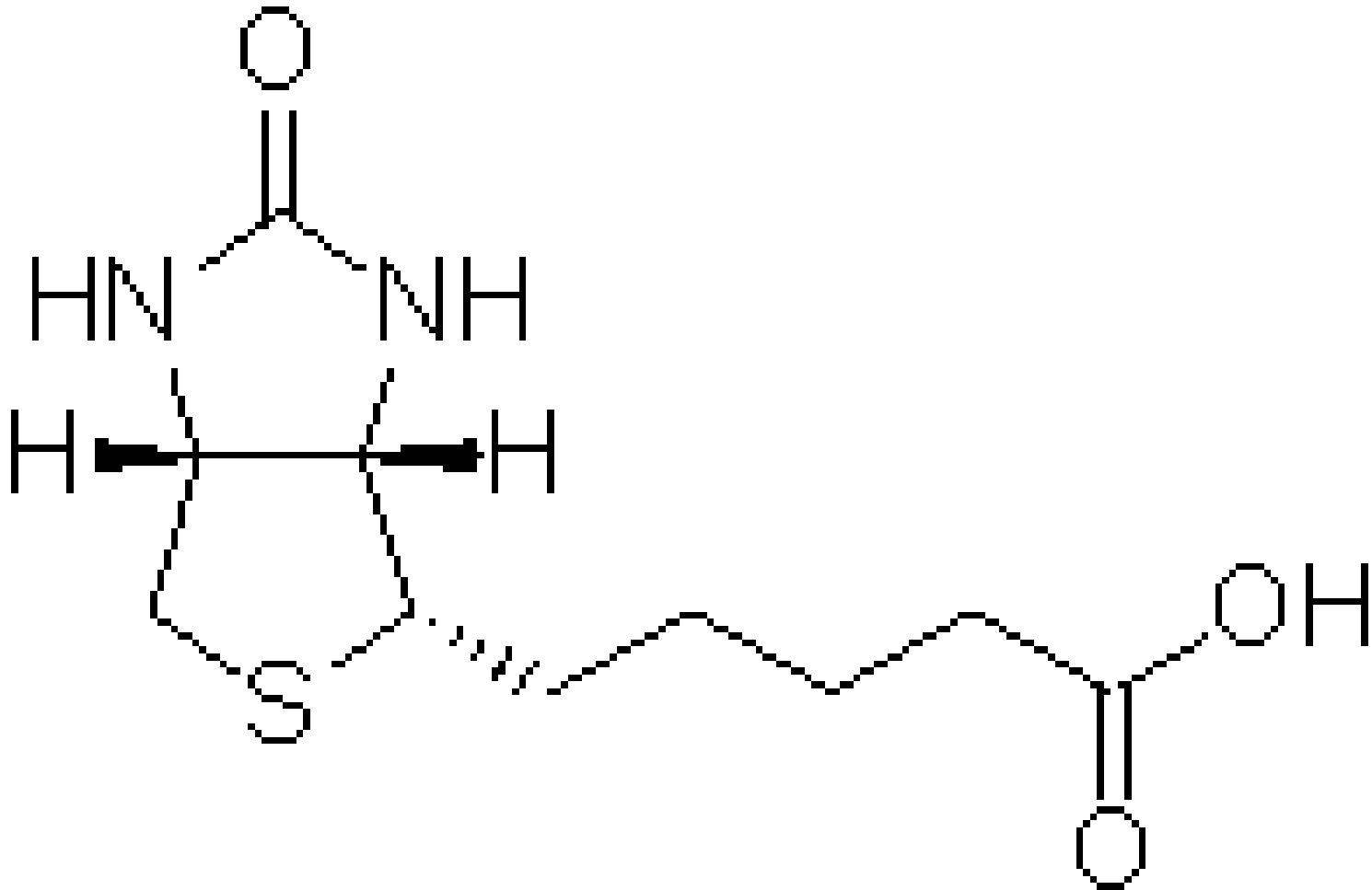
Stabilitas

- Yang paling stabil adalah piridoksal yang digunakan untuk fortifikasi
- Hilang 45% pada pemasakan daging, dan 20-30% pada pemasakan sayuran
- Selama sterilisasi, mengalami reaksi dengan sistein membentuk vitamin yang inaktif yang terjadi karena adanya panas

f. Vitamin B7 (Biotin)

- Juga disebut vitamin H
- Terdiri dari cincin [tetrahydrothiophene](#) dengan asam valerat terikat pada cincin tersebut
- Biotin merupakan koenzim metabolisme asam lemak dan leusin serta berperan pada glukoneogenesis
- Defisiensi biotin jarang terjadi karena dapat disintesis oleh bakteri dalam usus
- Biotin dapat berikatan dengan avidin dalam putih telur sehingga inaktif
- Biotin bersifat stabil. Kerusakan selama penyimpanan sekitar 10-15%

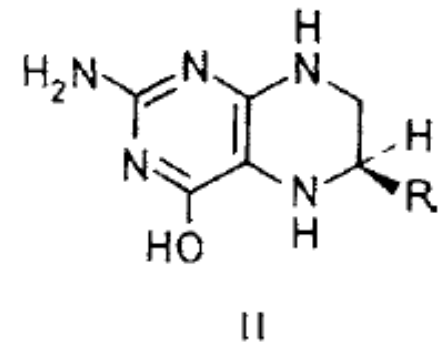
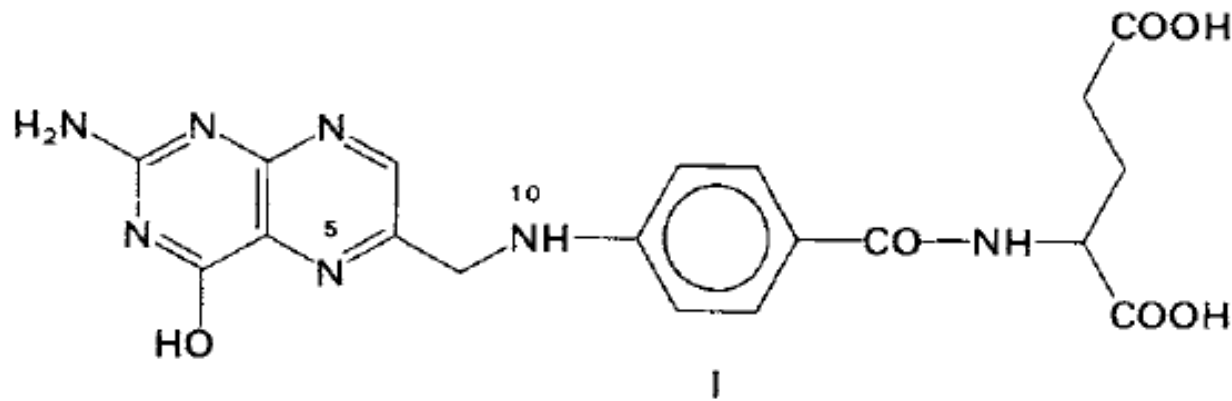
Struktur kimia biotin



g. Vitamin B9 (Asam Folat)

- Asam folat (pteroylmonoglutamic acid) secara biologi tidak aktif, tetapi aktivitas biologis dimiliki oleh tetrahydrofolate dan turunannya setelah dikonversi menjadi dihydrofolic acid dalam hati
- Berperan pada proses penting seperti sintesis nukleotida, perbaikan DNA, berperan sebagai kofaktor, berperan pada pembelahan sel yang cepat dan pertumbuhan, dan mencegah anemia
- Sumber: sayuran dan sereal
- Kekurangan folat menyebabkan masalah pada saat perkembangan embrio

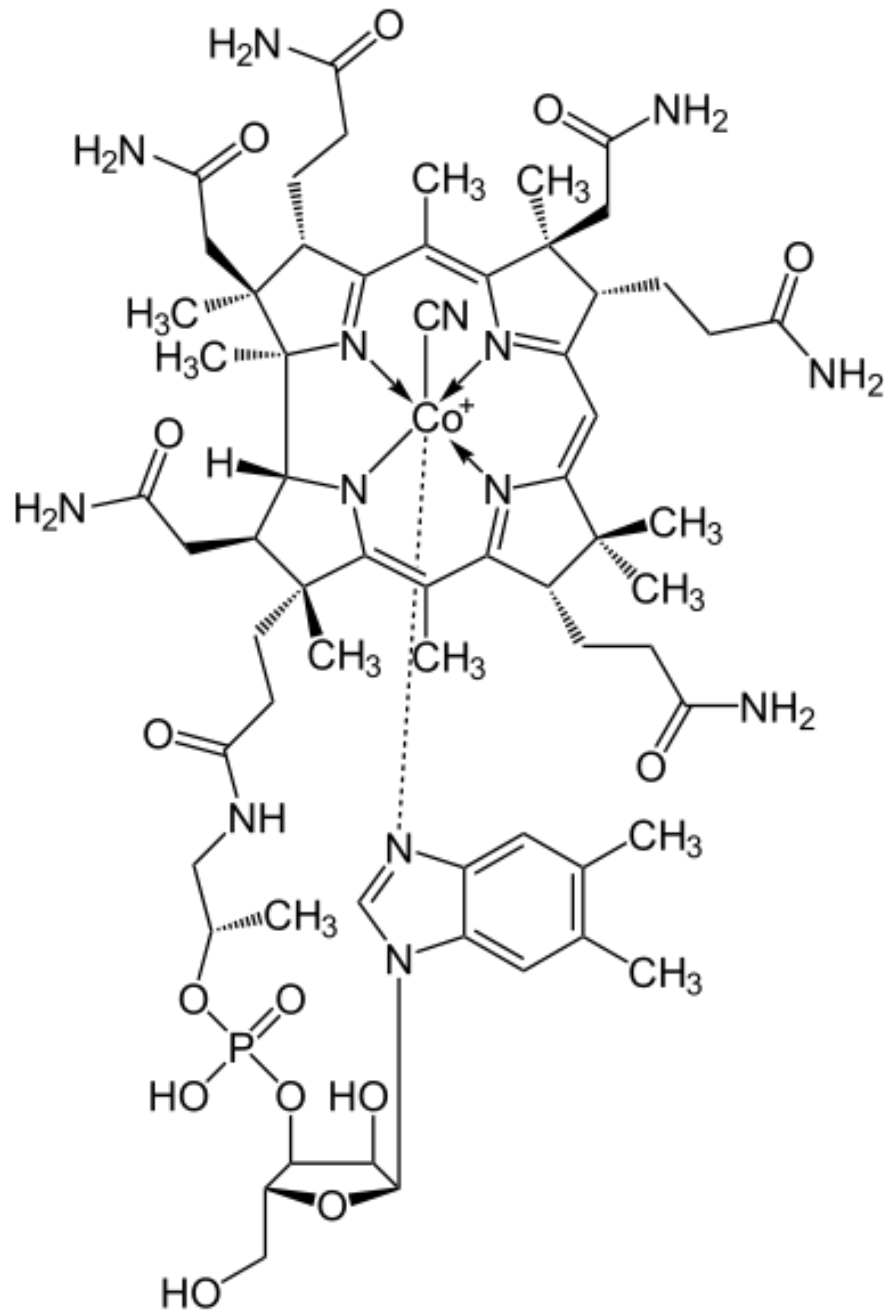
Struktur kimia asam folat (I) dan dihydrofolic acid (II)



h. Vitamin B12 (Sianokobalamin)

- Vitamin B12 terdiri dari berbagai jenis dan sianokobalamin hanya salah satunya
- Sianokobalamin merupakan vitamer yang paling umum dari kelompok vitamin B12
- Sianokobalamin paling stabil.
- Vitamin B12 yang lain yaitu hydroxocobalamin dihasilkan oleh bakteri dan berubah menjadi sianokobalamin pada saat pemurnian dengan menggunakan karbon aktif yang secara alami mengandung sianida sehingga terbentuk sianokobalamin
- Berperan dalam proses pertumbuhan
- Sumber utama: hewani
- Stabil pada pH 4-6 dan suhu tinggi. Kondisi alkali dan pereduksi menyebabkan tidak stabil

Sianokobalamin

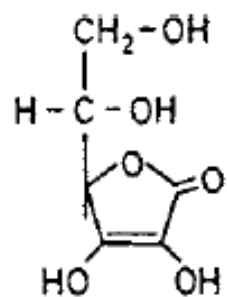


2. VITAMIN C

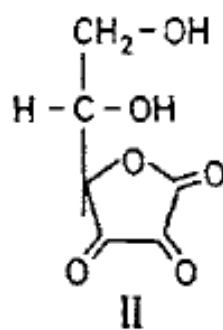
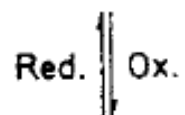
- Vitamin C adalah salah satu jenis vitamin yang larut dalam air dan memiliki peranan penting dalam menangkal berbagai penyakit
- Vitamin ini juga dikenal dengan nama kimia dari bentuk utamanya yaitu asam askorbat
- Vitamin C termasuk golongan vitamin antioksidan yang mampu menangkal berbagai radikal bebas
- Sifat vitamin C sangat mudah teroksidasi oleh panas, cahaya, dan logam
- Sumber utama: buah-buahan seperti jeruk

Stabilitas

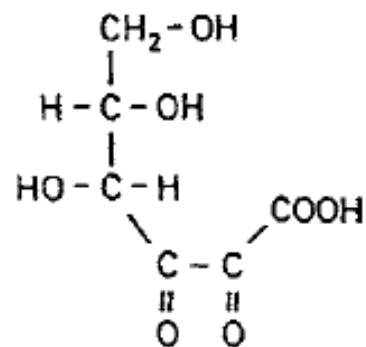
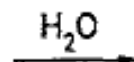
- Asam askorbat (I) mempunyai gugus hidroksil asam ($pK_1 = 4.04$, $pK_2 = 11.4$ at $25^\circ C$).
- Asam askorbat dengan mudah teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat (II) yang dalam media air ada dalam bentuk hemiketal terhidrasi (IV)
- Aktivitas biologi II lebih rendah dibandingkan I
- Aktivitasnya hilang sama sekali ketika cincin lakton dehidroaskorbat terbuka secara irreversibel, berubah dari II menjadi asam 2,3 diketogulonat (III)



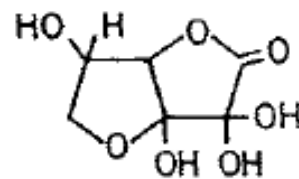
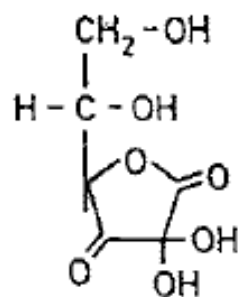
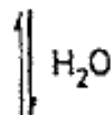
I



II



III



IV

Oksidasi asam askorbat

- Oksidasi asam askorbat menjadi asam dehidroaskorbat dan produk degradasi lanjutannya, tergantung dari keberadaan oksigen, pH, suhu, dan adanya logam berat
- Logam seperti, Cu^{2+} dan Fe^{3+} , menyebabkan destruksi lebih cepat

- Pada kondisi pH rendah tanpa oksigen, terbentuk asam diketogulonat yang terdegradasi lebih lanjut menjadi furfural, redukton, asam furan karboksilat yang menyebabkan **warna coklat**
- Vitamin C dapat mengalami reaksi seperti reaksi Maillard dengan asam amino membentuk warna coklat yang tidak diinginkan

LATIHAN (pilih salah satu)

1. Jika saudara mempunyai produk *breakfast cereal* dengan pangsa pasar anak-anak, vitamin apa yang harus ditambahkan? Berapa jumlah masing-masing vitamin yang harus ditambahkan? Bagaimana proses penyimpanan yang dianjurkan?
2. Jika saudara mempunyai produk bubur bayi, vitamin apa yang harus ditambahkan? Berapa jumlah masing-masing vitamin yang harus ditambahkan? Bagaimana proses penyimpanan yang dianjurkan?
3. Jika saudara mempunyai produk biskuit untuk ibu hamil, vitamin apa yang harus ditambahkan? Berapa jumlah masing-masing vitamin yang harus ditambahkan? Bagaimana proses penyimpanan yang dianjurkan?