



**MODUL
METABOLISME ZAT GIZI MIKRO (GIZ 352)**

MODUL VITAMIN E

**DISUSUN OLEH
Nadiyah, S.Gz, M.Si, CSRS**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020**

VITAMIN E

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu:

1. Mengidentifikasi karakteristik zat gizi vitamin E
2. Memahami metabolisme vitamin E

B. Uraian dan Contoh

Pada tahun 1922, ditemukan suatu zat larut lemak yang dapat mencegah keguguran dan sterilitas pada tikus, semula zat ini dinamakan zat antisterilitas dan kemudian vitamin E. Vitamin E kemudian pada tahun 1936 dapat diisolasi dari minyak kecambah gandum dan dinamakan tokoferol, berasal dari bahasa Yunani dari kata *tokos* yang berarti kelainan dan *pherein* berarti yang menyebabkan. Istilah vitamin E biasa digunakan untuk menyatakan setiap campuran tokoferol yang aktif secara biologik. Hewan tidak dapat mensintesis vitamin E sendiri dalam tubuhnya, sehingga harus memperolehnya dari makanan nabati (Almatsier, 2002).

KARAKTERISTIK DAN SIFAT KIMIA

Vitamin E tidak berbau dan tidak berwarna, sedangkan vitamin E sintetik yang dijual komersil biasanya berwarna kuning muda hingga kecokelatan. Vitamin E larut dalam lemak dan dalam sebagian besar pelarut organik, tetapi tidak larut dalam air (Almatsier, 2002).

Vitamin E tahan terhadap suhu tinggi serta asam, tetapi karena bersifat antioksidan, vitamin E mudah teroksidasi terutama bila ada lemak yang tengik, timah dan garam besi serta mudah rusak oleh sinar ultraviolet (Winarno, 1997).

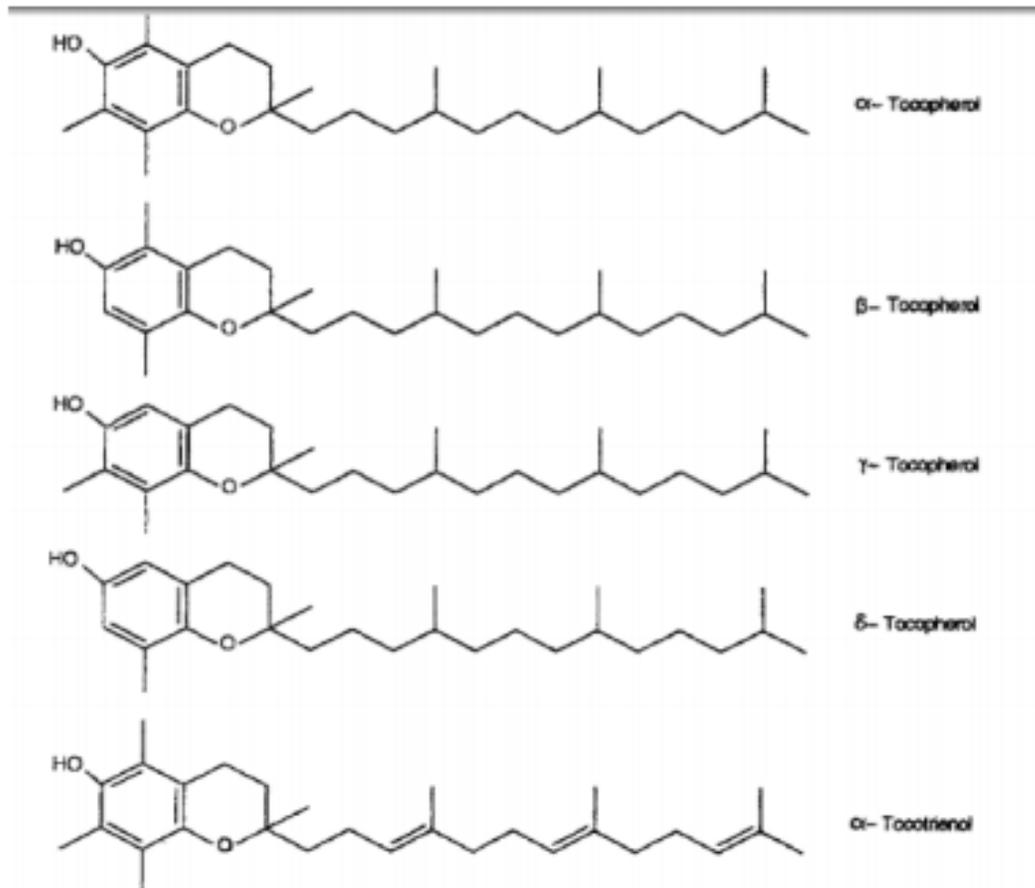
Cara pengukuran vitamin E dinyatakan dalam Satuan Internasional (SI) atau dalam milligram α -tokoferol. Satu Satuan Internasional vitamin

E sama dengan 1 mg di α -tokoferol asetat sintetik buatan, d- α -tokoferol alami sama dengan 1,49 Satuan Internasional per mg (Winarno, 1997).

Istilah vitamin E merujuk kepada dua kelompok senyawa, tocopherol dan tocotrienols. Struktur senyawa-senyawa ini terlihat pada Gambar 21. Semua bentuk vitamin E mengandung dua bagian, “kepala” dan “ekor”. Kepala mengandung sebuah struktur cincin aromatik, yang disebut chroman atau chromanol, dan merupakan tempat kerja antioksidan. Ekor tocopherol adalah sebuah gugus phytyl, sementara ekor tocotrienol adalah sebuah gugus polyisoprenoid. Ekor vitamin E berfungsi sebagai media berjalannya vitamin dalam membran lipid, jaringan adiposa dan dalam permukaan lipid dan inti lipoprotein (Brody, 1999).

Vitamin E mengandung delapan tocopherol alami, namun yang paling aktif adalah α -tocopherol (Lippincott Biochemistry). Delapan jenis tokoferol yang penting dalam makanan adalah alfa-, beta-, gamma-, delta- tokoferol dan alfa-, beta-, gamma-, delta-tokotrienol. Karakteristik kimia utamanya adalah bertindak sebagai antioksidan. Tokoferol terdiri atas struktur cincin 6-kromanol dengan rantai samping jenuh panjang enam belas karbon fitol. Perbedaan antar jenis tokoferol terletak pada jumlah dan posisi gugus metil pada struktur cincin (Lippincott Biochemistry).

Gambar 1. Berbagai bentuk vitamin E
(Sumber: Brody, 1999)



Tokotrienol mempunyai tiga ikatan rangkap pada rantai samping. Perbedaan struktur ini mempengaruhi tingkat aktivitas vitamin E secara biologik. Tokotrienol tidak banyak di alam dan kurang aktif secara biologik. Alfa-tokoferol adalah bentuk vitamin E yang paling aktif, yang digunakan sebagai standar pengukuran vitamin E dalam makanan. Bentuk sintetik vitamin E mempunyai aktivitas biologik 50% daripada alfa-tokoferol yang terdapat di alam (Almatsier, 2002).

Tabel 1. Perkiraan aktivitas biologis tocopherol dan tocotrienol alami dibandingkan dengan d- α -tocopherol
(Sumber: FAO/WHO, 1998)

Common name	Biological activity compared with d- α -tocopherol (%)
d- α -tocopherol	100
d- β -tocopherol	50
d- γ -tocopherol	10
d- δ -tocopherol	3
d- α -tocotrienol	30
d- β -tocotrienol	5
d- γ -tocotrienol	Unknown
d- δ -tocotrienol	Unknown

SUMBER

Sumber utama vitamin E yang baik adalah minyak tumbuh-tumbuhan, seperti jagung dan minyak kacang tanah. Lemak hewani seperti butter dan lemak babi, mengandung vitamin E dalam jumlah yang lebih sedikit. Kandungan bentuk vitamin

E yang paling penting (α -tocopherol), dalam berbagai bahan makanan, sebagai berikut: minyak jagung mengandung sekitar 16 mg of α -tocopherol per 100 g; minyak bunga matahari 50 mg/100 g; minyak benih gandum 120 mg/100 g; ikan, telur dan sapi 0.5 hingga 2.0 mg/100 g (Brody, 1999).

Dalam tumbuhan α -tocopherol berada pada chloroplasts, sementara bentuk lain tocopherol (β -, γ -, dan δ -tocopherol) terdapat pada sel tumbuhan yang lain. Tocotrienols, yang juga memiliki akitvitas vitamin E, tidak ditemukan pada bagian hijau tanaman, tetapi pada kulit padi dan benih biji-bijian (Brody, 1999).

Minyak kelapa dan zaitun hanya sedikit mengandung vitamin E. Sayuran dan buah-buahan juga merupakan sumber vitamin E yang baik. Daging, unggas, ikan dan kacang-kacangan mengandung vitamin E dalam jumlah terbatas (Almatsier, 2002).

Tabel 2. Kandungan vitamin E pada minyak sayuran (mg tocopherol/100 g)
(Sumber: FAO/WHO, 1998)

Oil	α -tocopherol	γ -tocopherol	δ -tocopherol	α -tocotrienol
Coconut	0.5	0	0.6	0.5
Maize (corn)	11.2	60.2	1.8	0
Palm	25.6	31.6	7.0	14.3
Olive	5.1	Trace	0	0
Peanut	13.0	21.4	2.1	0
Soybean	10.1	59.3	26.4	0
Wheatgerm	133.0	26.0	27.1	2.6
Sunflower	48.7	5.1	0.8	0

FUNGSI

Bukti ilmiah mengindikasikan adanya radikal bebas yang reaktif yang terlibat dalam banyak penyakit, seperti penyakit jantung dan kanker. Sel-sel mengandung banyak substrat yang potensial teroksidasi seperti asam lemak tidak jenuh ganda (PUFAs/polyunsaturated fatty acids), protein, dan DNA. Oleh karena itu, sebuah antioksidan mempertahankan sistem secara normal untuk melindungi sel-sel dari efek-efek yang berbahaya dari radikal bebas yang dihasilkan secara endogen, sebagaimana dari asap rokok dan polutan (FAO/WHO, 1998).

Saat paparan radikal bebas melebihi kapasitas perlindungan sistem pertahanan antioksidan, maka kerusakan pada molekul biologis dapat terjadi. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa penyakit menyebabkan peningkatan tekanan oksidasi. Oleh karena itu, konsumsi makanan tinggi antioksidan berpotensi mampu meredam atau menetralkan radikal berlebih, memiliki peranan penting dalam memodifikasi perkembangan penyakit (FAO/WHO, 1998).

Fungsi utama vitamin E adalah antioksidan dalam pencegahan oksidasi komponen sel (contohnya, asam lemak tidak jenuh ganda) oleh molekul oksigen dan radikal bebas (Lippincott Biochemistry).

Dengan menerima oksigen, vitamin E dapat membantu mencegah oksidasi terhadap vitamin A dalam saluran pencernaan. Dalam jaringan, vitamin E menekan terjadinya oksidasi asam lemak tidak jenuh, dengan demikian membantu mempertahankan fungsi membran sel (Winarno, 1997).

Peroksidasi lipida dan vitamin E

Membran sel terutama terdiri atas asam lemak tidak jenuh ganda yang sangat mudah dioksidasi oleh radikal bebas. Proses peroksidasi lipida ini dapat menyebabkan kerusakan struktur dan fungsi membran sel. Reaksi ini dipercepat oleh kehadiran tembaga dan besi dan dapat dicegah bila semua radikal bebas dapat dipunahkan oleh antioksidan (Almatsier, 2002).

Fungsi biologis utama vitamin E adalah untuk melindungi asam lemak tidak jenuh ganda dan senyawa lain di membran sel dan *low-density lipoprotein* (LDL) dari oksidasi oleh radikal bebas. Vitamin E terutama terletak dalam lapisan fosfolipida membran sel. Secara khusus efektif melindungi peroksidasi lipid (sebuah reaksi kimia yang melibatkan kemerosotan oksidatif asam lemak tidak jenuh ganda) (FAO/WHO, 1998).

Kenaikan tingkat hasil peroksidasi lipid dihubungkan dengan banyak penyakit dan kondisi klinis. Walaupun vitamin E terutama terletak di sel dan membran organel dimana dapat menekan efek perlindungan maksimum, konsentrasinya dapat hanya 1 molekul untuk setiap 2000 molekul fosfolipid (FAO/WHO, 1998).

Cincin kromatik vitamin E mengandung sebuah gugus hidroksil yang dapat memberikan sebuah gugus hidrogen radikal (Ho) kepada radikal yang lain yang ada didekatnya. Karena yang terdekat dengan vitamin E dalam sel mengandung lipid, vitamin E biasanya memberikan radikal hidrogennya kepada radikal bebas yang terdapat dalam asam lemak tidak jenuh ganda. Istilah vitamin E sebagai antioksidan menunjukkan arti bahwa vitamin E dapat menghentikan rantai reaksi yang merusak yang awalnya disebabkan oleh oksigen beracun. Sejumlah senyawa hidroksil aromatik, seperti bahan tambahan pangan butylated hydroxytoluene (BHT), memiliki jenis aktivitas antioksidan yang sama

sebagai vitamin E. Tetapi vitamin E beratus-ratus kali lebih kuat sebagai donor H daripada BHT dan hidroksil aromatik (Brody, 1999).

Proses ini dimulai oleh radikal bebas OH^* yang mengikat satu hidrogen dari asam lemak tidak jenuh ganda/ALTJG:H, sehingga membentuk radikal ALTJG (ALTJG *). ALTJG * bereaksi dengan oksigen dan membentuk radikal peroksil (ALTJG:OOH *), yang kemudian bereaksi dengan ALTJG:H lain hingga membentuk suatu hidrosiperoksida (ALTJG:OOH) dan suatu ALTJG * lagi (Almatsier, 2002).

Peranan biologik utama vitamin E adalah memutuskan rantai proses peroksidasi lipida dengan menyumbangkan suatu atom hidrogen dari gugus OH pada cincinnya ke radikal bebas, sehingga terbentuk radikal vitamin E yang stabil dan tidak merusak (Almatsier, 2002).

Sistem pertahanan antioksidan

Fungsi vitamin E diatas adalah sebagai antioksidan yang larut dalam lemak dan mudah memberikan hidrogen dari gugus hidroksil (OH) pada struktur cincin ke radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul-molekul reaktif dan dapat merusak, yang mempunyai elektron tidak berpasangan. Bila menerima hidrogen, radikal bebas menjadi tidak reaktif. Pembentukan radikal bebas dapat terjadi dalam tubuh pada proses metabolisme aerobik normal pada waktu oksigen secara bertahap direduksi menjadi air. Radikal bebas yang dapat merusak itu juga diperoleh dari benda-benda polusi, ozon, dan asap rokok (Almatsier, 2002).

Vitamin E berada di dalam lapisan fosfolipida membran sel dan memegang peranan biologik utama dalam melindungi asam lemak jenuh ganda dan komponen membran sel lain dari oksidasi radikal bebas (Almatsier, 2002).

Aktivitas antioksidan vitamin E dan selenium melalui glutathion peroksidase sangat berkaitan erat satu sama lain. Bila vitamin E tidak berhasil mencegah pembentukan ALTJG:OOH di dalam membran sel ada sistem pertahanan lain yang berperan. ALTJG:OOH dapat dilepaskan dari fosfolipida oleh enzim fosfolipase A2 dan dipunahkan di dalam sitoplasma sel oleh anzim glutathion peroksidase yang mengandung selenium (Almatsier, 2002).

Enzim antioksidan lain penting lain adalah superoksida dismutase, katalase, dan glukosa-6-fosfat dehidrogenase, serta ikatan-ikatan karotenoid, asam urat dan asam askorbat (vitamin C) (Almatsier, 2002).

Walaupun vitamin E adalah antioksidan larut lemak utama di dalam membran sel, konsentrasinya sangat kecil, yaitu satu molekul per 2000 molekul fosfolipida. Diduga terjadi regenerasi dengan bantuan vitamin C atau reduktase lain yang mereduksi radikal vitamin E kembali ke bentuk aslinya (FAO/WHO, 1998).

Kerusakan struktur dan fungsi sel sebagai akibat peroksidasi lipida dikaitkan dengan kemungkinan hubungannya dengan proses menua, pengaruh racun lingkungan (polutan) dan pemicuan bentuk-bentuk tertentu karsinogenesis. Hal ini masih membutuhkan pembuktian (Almatsier, 2002).

FUNGSI LAIN

Vitamin E mungkin mempunyai fungsi penting lain yang tidak berkaitan dengan fungsi sebagai antioksidan.

Fungsi-fungsi lainnya yaitu:

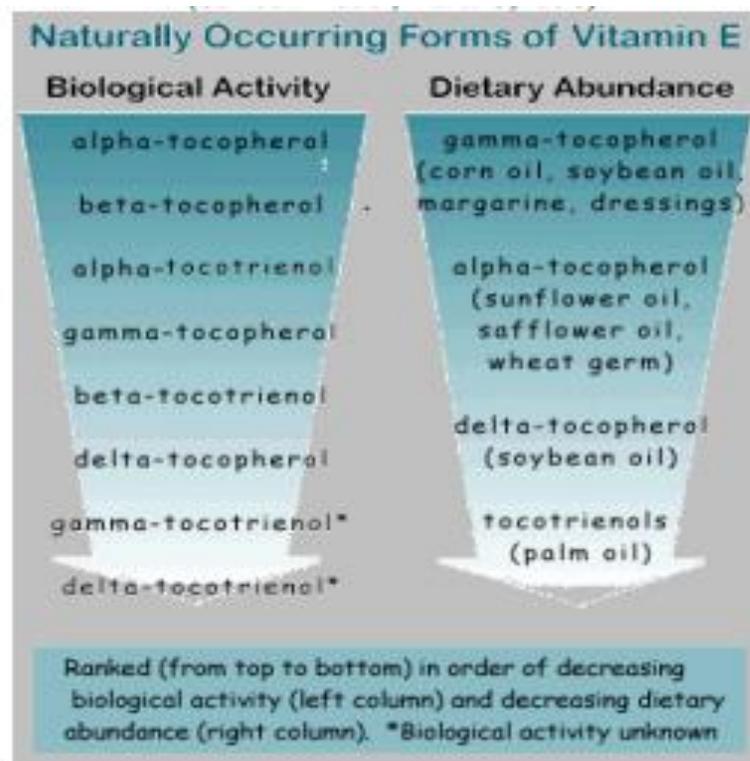
1. Fungsi struktural dalam memelihara integritas membran sel
2. Sintesis DNA
3. Merangsang reaksi kekebalan
4. Mencegah penyakit jantung koroner
5. Mencegah keguguran dan sterilisasi
6. Mencegah gangguan menstruasi

Fungsi-fungsi diatas masih membutuhkan pembuktian lebih lanjut (Almatsier, 2002)

ANGKA KECUKUPAN GIZI

Tokoferol terdapat dalam dua bentuk yaitu, bentuk D dan L. Bentuk vitamin E paling aktif adalah D-alfa-tokoferol. Tingkat keaktifan bentuk-bentuk vitamin E dapat dilihat pada tabel 6 (FAO/WHO, 1998). Kecukupan vitamin E dinyatakan dalam jumlah aktivitas vitamin E ekuivalen dengan 1 miligram D-alfa-tokoferol. Keaktifan beta- dan gamma-tokoferol, serta alfa-tokotrienol secara berturut-turut adalah setengah, sepersepuluh, dan sepertiga aktivitas D-alfa-tokoferol. (Almatsier, 2002).

Gambar 2. Tingkat ketersediaan vitamin E di alam serta tingkat aktivitas biologiknya (Sumber: Traber, Maret G, 1998)



Angka kecukupan vitamin E yang dianjurkan untuk berbagai golongan umur dan jenis kelamin untuk Indonesia dapat dilihat pada materi pengayaan terlampir PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2019 sebagai AKG Indonesia yang terbaru.

DAMPAK KEKURANGAN DAN KELEBIHAN VITAMIN E

1. Kekurangan vitamin E

Penyakit kekurangan vitamin E pada manusia jarang terjadi, karena vitamin E terdapat luas di dalam bahan makanan. Kekurangan biasanya terjadi karena adanya gangguan absorpsi lemak seperti pada *cystic fibrosis* dan gangguan transport lipida seperti pada *beta-lipoproteinemia* (Almatsier, 2002).

Kekurangan vitamin E pada manusia dapat menyebabkan hemolisis eritrosit, yang dapat diperbaiki dengan pemberian tambahan vitamin E. Akibat lain adalah sindroma neurologik sehingga terjadi fungsi tidak normal pada sumsum tulang belakang dan retina. Tanda-tandanya adalah kehilangan koordinasi dan refleks otot, serta gangguan penglihatan dan berbicara. Vitamin E dapat memperbaiki kelainan ini (Almatsier, 2002).

Kelebihan vitamin E

Menggunakan vitamin E secara berlebihan dapat menimbulkan keracunan. Namun akibatnya tidak terlalu merugikan seperti halnya kelebihan vitamin A. Gangguan pada saluran cerna terjadi bila memakan lebih dari 600 miligram sehari (60-75 kali kecukupan). Dosis tinggi juga dapat meningkatkan efek obat antikoagulan yang dapat digunakan untuk mencegah penggumpalan darah (Almatsier, 2002).

PENCERNAAN, PENYERAPAN DAN METABOLISME

Sebanyak 20-80% tokoferol diabsorpsi di bagian atas usus halus (Almatsier, 2002) dalam bentuk misel yang pembentukannya bergantung pada garam empedu dan lipase pankreas. Cara absorpsinya sama seperti lemak, yaitu dengan emulsifikasi, perlarutan dalam campuran misel garam empedu, diabsorpsi di usus halus, dan disekresikan ke dalam sirkulasi melalui sistem limfatik (FAO/WHO, 1998).

Emulsifikasi dimulai di lambung kemudian usus halus dengan adanya sekresi pankreas dan empedu. Hasil campuran misel bercampur dengan molekul vitamin E, melarutkan vitamin E, kemudian ditransportasikan ke membran "*brush border*" usus halus (FAO/WHO, 1998). Mekanisme transportasi vitamin E melintasi sel epitel usus halus belum diketahui secara pasti (Almatsier, 2002) kemungkinan dengan difusi pasif (FAO/WHO, 1998).

Vitamin E ditransportasikan dalam darah oleh lipoprotein plasma (FAO/WHO, 1998). Transportasi dari mukosa usus halus ke dalam sistem limfe dilakukan oleh kilomikron untuk dibawa ke hati. Dari hati bentuk alfa-tokoferol diangkut oleh *very low density lipoprotein/VLDL* masuk ke dalam plasma, sedangkan sebagian besar gamma-tokoferol dikeluarkan melalui empedu (Almatsier, 2002).

Tokoferol di dalam plasma kemudian diterima oleh reseptor sel-sel perifer *low-density lipoprotein/LDL* dan masuk ke dalam membran sel. Tokoferol menumpuk di bagian-bagian sel di mana produksi radikal bebas paling banyak terbentuk, yaitu di mitokondria dan retikulum endoplasma (Almatsier, 2002).

Walaupun proses absorpsi semua tocopherol dalam makanan mirip, bentuk α yang menonjol dalam darah dan jaringan. Hal ini disebabkan kerja protein pengikat yang lebih memilih bentuk α dibandingkan bentuk-bentuk yang lain (FAO/WHO, 1998).

Belum banyak diketahui tentang metabolisme vitamin E. Vitamin E disimpan di dalam hati dan jaringan lemak (Almatsier, 2002).

A. Latihan

- a. Bagaimanakah transportasi vitamin E dari mukosa usus halus ke dalam sistem limfe ?
- b. Lalu bagaimanakah vitamin E ditransportasikan dari hati ?
- c. Lalu bagaimanakah vitamin E dari plasma diterima oleh reseptor sel-sel perifer?

B. Kunci Jawaban

- a. Transportasi dilakukan oleh kilomikron untuk dibawa ke hati
- b. Dari hati, bentuk alfa-tokoferol diangkut oleh *very low density lipoprotein/VLDL* masuk ke dalam plasma, sedangkan sebagian besar gamma-tokoferol dikeluarkan melalui empedu.
- c. Tokoferol di dalam plasma kemudian diterima oleh reseptor sel-sel perifer *low-density lipoprotein/LDL* dan masuk ke dalam membran sel

Universitas
Esa Unggul

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita, 2002, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Brody, Tom, 1999, *Nutritional Biochemistry, Second Edition*, Academic Press, USA, California, San Diego
- Champe, Pamela C, Richard A Harvey, and Denise R Ferrier, 2008, *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry, 3rd edition (Lippincott's Illustrated Reviews)*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA
- Cheeba, Lee I, 2004, *Nonruminant Nutrition Handbook, Section 6: Energy Metabolism and Vitamins*
- FAO/WHO, 1998, *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*, Report of A Joint FAO/WHO Expert Consultation, Thailand, Bangkok, 21–30 September 1998
- Holick, Michael F, 2006, *Resurrection of Vitamin D Deficiency and Rickets*, Journal of Clinical Investigation, Agustus 2006, Volume 116 Nomor 8, www.jci.org
- Traber, Maret G, 1998, *The Biological Activity of Vitamin E*, Associate Professor of Nutrition, LPI Principal Investigator, The Linus Pauling Institute, <http://lpi.oregonstate.edu/sp-su98/vitamine.html>
- Winarno, F.G, 1997, *Kimia Pangan dan Gizi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta