POLYUNSATURATED FATTY ACID (PUFA), PROSES TUMBUH KEMBANG OTAK DAN KECERDASAN

Oleh:

Joko Santoso[1]

RINGKASAN

Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA) yang merupakan asam lemak tak jenuh dengan banyak ikatan rangkapnya berperanan penting dalam proses tumbuh kembang otak. Hal ini dikarenakan selama proses tumbuh kembang otak terdapat korelasi yang linier antara timbulnya berbagai gangguan fisiologis dengan keberadaan PUFA dalam makanan. Beberapa hasil penelitian pada hewan percobaan membuktikan bahwa pada kelompok yang mendapat perlakuan ransum defisiensi PUFA menunjukkan gangguan-gangguan yaitu : menurunnya kemampuan belajar/kecerdasan, menurunnya berat badan dan otak, rendahnya kandungan DHA pada otak dan terganggunya fungsi syaraf. Sedangkan kasus defisiensi pada ibu-ibu hamil dapat menyebabkan bayi yang dilahirkan mempunyai berat badan yang lebih ringan, lebih pendek dan mempunyai lingkar kepala yang lebih kecil.

PENDAHULUAN

Kecerdasan sebagai salah satu faktor yang menentukan kualitas sumberdaya manusia sangat dipengaruhi oleh status gizinya pada periode kehamilan dan bayi. Pertumbuhan sel otak bayi sangat cepat, terutama selama 3 bulan kandungan terakhir (trismester) dengan kecepatan meningkat 4 sampai 5 kali dan menggunakan lebih dari 50 persen suplai energi. Periode dimana otak mengalami pertumbuhan paling cepat disebut semburan pertumbuhan otak (spurt). Setelah bayi lahir proses pertumbuhan otak masih berlangsung sampai usia pra sekolah. Pada periode ini proses pertumbuhan otak lebih ditekankan dalam penyempurnaan besarnya sel (volume) otak, myelinisasi dan pembentukan sinaptik (Anonymous, 1992).

Selama proses pertumbuhan dan perkembangan otak, zat-zat gizi yang bersifat esensial harus tersedia secara simultan dan dalam jumlah yang cukup. Status gizi ibu selama mengandung, dan menyusui harus diperhatikan, demikian pula status gizi bayinya. Apabila salah satu atau lebih zat gizi tersebut tidak tersedia atau jumlahnya tidak mencukupi maka proses tumbuh kembang otak akan terganggu baik dalam jumlah sel ataupun kelengkapan sel, yang dapat mempengaruhi daya ingat dan kecerdasan bayi dikemudian hari.

Salah satu zat gizi makromolekul yang mempengaruhi proses tumbuh kembang otak adalah lemak, yaitu dari golongan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA). Hal ini dikarenakan sekitar 60 % komponen struktural otak adalah lipida yang kaya akan asam lemak rantai panjang terutama arakhidonat (AA, C_{20}:4n-6) dan dokosaheksaenoat (DHA, C_{22}:6n-3). Defisiensi asam lemak n-3 dapat mengakibatkan menurunnya kadar DHA dalam otak yang dapat mengganggu fungsi-fungsinya.

Minyak Ikan Sebagai Sumber PUFA

Karakteristik minyak ikan berbeda dengan minyak nabati dan hewan darat. Minyak ikan umumnya mempunyai komposisi asam lemak dengan rantai karbon yang panjang dan mempunyai ikatan rangkap yang banyak (*highly unsaturated fatty acid*). Perbedaan lainnya adalah terletak pada posisi ikatan rangkap asam lemaknya, dimana asam lemak pada minyak ikan

[1] Staf Pengajar Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan - Fakultas Perikanan IPB, Jl. Rasamala No. 1 Kampus IPB Darmaga Bogor (16680)

 ISSN 0854-9230

mengandung asam lemak berkonfigurasi omega-3 (n-3), sedangkan pada tumbuhan dan hewan darat sangat sedikit kandungan asam lemak omega-3 (Lands, 1986). Kandungan omega-3 pada beberapa jenis ikan disajikan pada Tabel 1, sedangkan kandungan omega-3 (EPA dan DHA) pada beberapa jenis ikan tuna disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kandungan omega-3 pada beberapa jenis ikan

Jenis Ikan (100 g)	Kadar lemak total (g)	Kadar AA (g)	Kadar EPA (g)	Kadar DHA (g)
Tuna	6.8	0.14	0.63	1.70
Herring	6.2	0.03	0.33	0.58
Mackerel	9.8	0.12	0.85	1.10
Sardin (lemuru)	10.2	0.22	1.70	0.84

Sumber : Barlow dan Stansby (1982) yang dikutip oleh Winarno (1993)

Tabel 2. Perbandingan kandungan omega-3 pada beberapa jenis ikan tuna

Jenis Ikan	EPA (% total asam lemak)	DHA (% total asam lemak)
Tuna Yellowfin	5.0	22.0
Tuna Bluefin	5.0	21.0
Tuna Albacore	6.0	17.0

Sumber : Winarno (1993)

Asam lemak pada minyak ikan terdiri dari tiga tipe, yaitu : (1) asam lemak jenuh (ALJ, *SFA = Saturated Fatty Acid*), (2) asam lemak tak jenuh tunggal (ALTT, *MUFA = Monounsaturated Fatty Acid*), (3) asam lemak tak jenuh jamak (ALTJ , *PUFA = Polyunsaturated Fatty Acid*) (Stansby *et al.*, 1990). Asam lemak tak jenuh tunggal yang terdapat dalam minyak ikan adalah dari seri rantai atom karbon C_{10}-C_{24}, sedangkan asam lemak tak jenuh jamak adalah dari seri rantai karbon C_{16}-C_{26}, dan yang terbanyak adalah asam lemak dengan atom karbon C_{20} dan C_{22} (Gruger, 1967).

Pada umumnya kandungan asam lemak jenuh pada minyak ikan terdiri dari asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$) dengan sedikit asam miristat ($C_{14}H_{28}O_2$) dan asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$). Asam lemak tak jenuh dengan satu ikatan rangkap pada minyak ikan terdiri dari seri atom karbon C_{10}-C_{24}, sedangkan asam lemak tak jenuh dengan banyak ikatan rangkap terdiri dari seri atom karbon C_{16}-C_{26} dan yang terbanyak adalah asam lemak dengan seri atom karbon C_{20} dan C_{22} (Ackman, 1982 ; Singh dan Chandra, 1989 ; Stansby *et al.*, 1990).

Karena kandungan PUFA pada ikan yang tinggi, maka disarankan untuk mengkonsumsinya dengan berbagai cara, seperti sebagai lauk, dalam bentuk ekstrak minyak ikan, atau sebagai konsentrat n-3. Dewasa ini konsentrat n-3 dalam bentuk kapsul banyak digunakan sebagai *food supplement* untuk makanan yang menyehatkan (*healthy food*).

Biosintesis PUFA

Asam lemak tidak jenuh n-3 berasal dari sintesis asam palmitat, yang merupakan produk normal dari sistem asam lemak sintase. Asam palmitat ini kemudian menjadi prekursor bagi terbentuknya asam lemak berantai panjang lainnya melalui sistem perpanjangan asam lemak (elongasi). Adapun ikatan rangkap pada rantai karbon asam lemak, terbentuk melalui reaksi oksidatif yang dikatalisir oleh asil lemak Ko-A oksigenase, sedangkan penambahan ikatan rangkap terjadi akibat adanya enzim desaturase. Enzim ini hanya terdapat pada tumbuhan dan tidak terdapat pada hewan vertebrata (Lehninger, 1990). Dengan demikian asam lemak dengan dua atau lebih ikatan rangkap, seperti linoleat dan linolenat hanya dapat dibentuk dalam tumbuhan dan keberadaannya menjadi esensial bagi hewan dan manusia.

Asam lemak rantai panjang AA, EPA dan DHA yang dibutuhkan oleh tubuh selain diperoleh dari makanan yang mengandung jenis asam lemak tersebut, juga dapat disintesis dari asam linoleat dan asam linolenat melalui proses desaturasi dan elongasi (Lehninger, 1990 ; Anonymous, 1992; Montgomery *et al*., 1993). Metabolisme transformasi tiga grup utama asam lemak tak jenuh melalui desaturasi dan elongasi disajikan pada Gambar 1.

Konversi asam linolenat menjadi DHA mungkin dapat terjadi dalam otak atau retina atau dalam plasenta selama perkembangan janin. Proses biosintesis tersebut berjalan lambat, kurang efisien dan berubah menurut umur, sehingga disarankan untuk mengkonsumsi langsung jenis asam lemak n-3 dari makanan agar dapat memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan (Crawford, 1993 ; Nettleton, 1993).

PUFA, Pertumbuhan Otak dan Kecerdasan

Berbeda dengan organ tubuh yang lain, proses tumbuh kembang otak bersifat unik, karena otak menjadi lengkap dalam waktu yang relatif singkat, yaitu pada awal kehidupan makhluk dan secara umum otak menjadi lengkap jauh sebelum pertumbuhan badan terhenti.

Dobbing (1966) yang dikutip oleh Ahmad dan Rahman (1975) menyatakan bahwa, periode paling rawan pertumbuhan otak manusia pada umur 5 - 12 bulan, sedangkan pada tikus umur 7-15 hari. Malnutrisi selama periode tersebut dapat mengganggu proses tumbuh kembang otak dan dapat menyebabkan perubahan yang bersifat permanen.

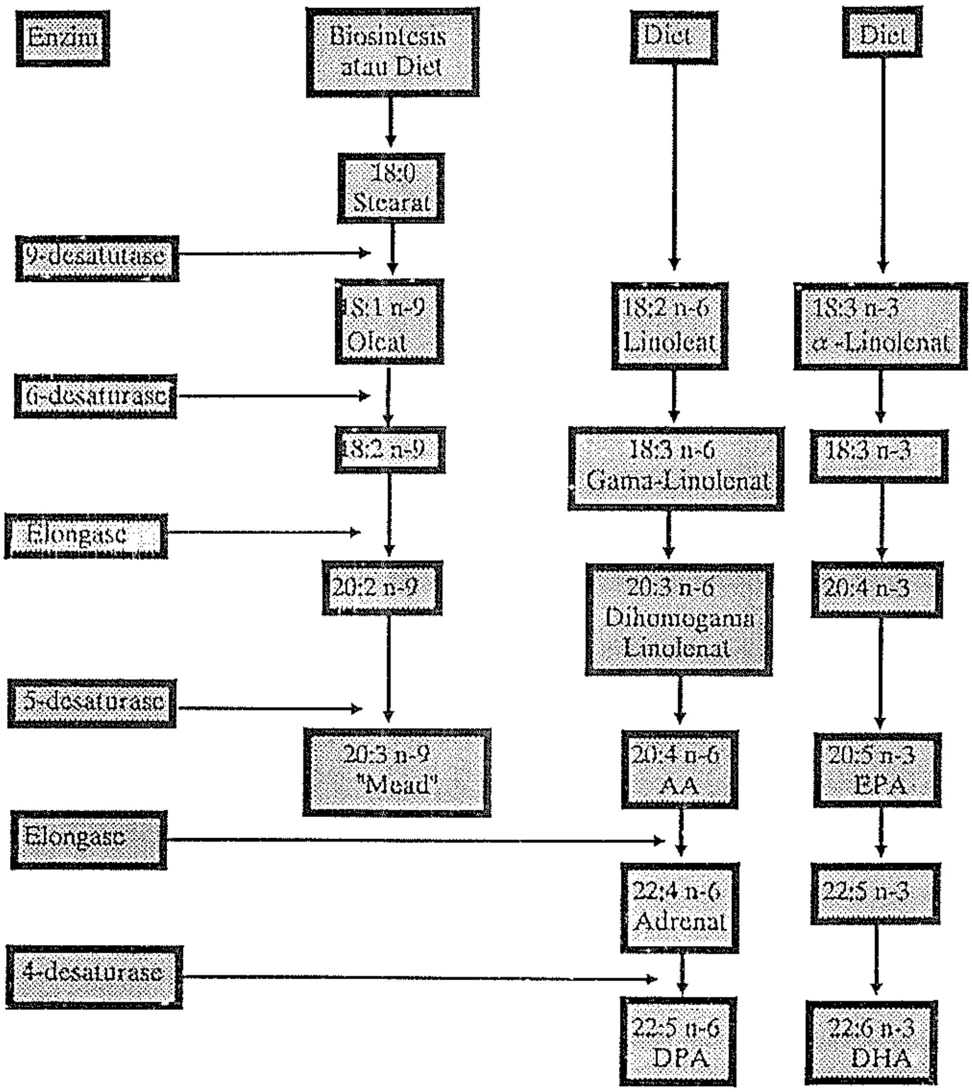
Malnutrisi lemak khususnya omega-3 pada periode tersebut dilaporkan oleh berbagai peneliti seperti Alling *et al*. (1972); Lamptey dan Walker (1976); Bourre *at al*. (1989); Anderson dan Connor (1994) dapat menyebabkan terganggunya hewan-hewan percobaan antara lain menurunnya kemampuan belajar/kecerdasan, menurunnya berat badan dan otak, rendahnya kandungan DHA pada otak. Sedangkan kasus defisiensi pada anak-anak perempuan yang berumur 6 tahun dilaporkan Holman *et al*. (1982) yang menemukan bahwa anak-anak tersebut mempunyai gangguan yang berupa pandangan mata kabur dan sukar untuk dapat berjalan.

Kasus lain yang terjadi pada ibu yang mengandung dan mengkonsumsi asam lemak esensial dalam jumlah yang lebih sedikit (5.5 - 12 g/hari) melahirkan bayi dengan berat lebih ringan, lebih pendek dan lebih kecil lingkar kepalanya, dibandingkan pada ibu yang mengkonsumsi asam lemak esensial lebih banyak. Dari hasil tersebut dapat diduga bahwa defisien asam lemak esensial pada awal kehamilan dapat mengganggu kesehatan, perkembangan plasenta dan akibat selanjutnya mengganggu perkembangan janin dan syaraf (Crawford *et al.*, 1988 yang dikutip oleh Nettleton, 1993).

Peranan asam lemak tak jenuh jamak 3-3 dalam pertumbuhan, khususnya dalam tumbuh kembang otak ditunjukkan dengan terdapatnya DHA dan AA secara konsisten dalam air susu ibu (ASI). ASI inilah yang merupakan sumber utama asam lemak PUFA pertumbuhan otak bayi (Nettleton, 1993).

Dari berbagai hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa selama proses perkembangan otak terdapat hubungan yang linier antara kandungan 3-3 dalam otak, fungsi syaraf, berat badan, perkembangan otak, kemampuan belajar/kecerdasan dengan keberadaan asam - linolenat (PUFA) dalam makanan.

ISSN 0854-9230



Keterangan :

AA = Asam arakhidonat ; DPA = Asam Dokosapentaenoat
EPA = Asam Eikosapentaenoat; DHA = Asam Dokosaheksaenoat

Gambar 1. Mekanisme transformasi asam lemak tak jenuh melalui desaturasi dan elongasi (Anonymous, 1992)

KESIMPULAN

Ikan sebagai salah satu sumber PUFA sangat dianjurkan untuk dikonsumsi oleh ibu-ibu hamil atau menyusui agar kebutuhan PUFA bagi janin dan bayinya dapat terpenuhi sehingga proses tumbuh kembang otak berjalan normal.

Defisiensi asam lemak PUFA akan menyebabkan terganggunya hewan-hean percobaan seperti : menurunnya kemampuan belajar/kecerdasan, menurunnya berat badan dan otak, rendahnya kandungan DHA otak. Sedangkan kasus pada manusia, dimana ibu yang menandung dan mengkonsumsi PUFA dalam jumlah lebih sedikit melahirkan bayi dengan berat lebih ringan, lebih pendek dan lebih kecil lingkar kepalanya, dibandingkan pada ibu yang mengkonsumsi asam lemak esensial lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

Ackman, R.G. 1982. Fatty acid composition of fish oil. *Dalam* Nutritional Evaluation of Long Chain Fatty Acids in Fish Oils. S.M. Barlow dan M.E. Stansby (eds.) Academic Press, New York.

Ahmad, G dan M.A. Rahman. 1975. Effects of undernutrition and protein malnutrition on brain chemistry of rats. J. Nutr. 105 : 1090 - 1103.

Alling, C., A. Bruce, I. Karlsson, O. Sapia, dan L. Svennerholm. 1972. Effect of maternal essential fatty acid supply on fatty acid composition of brain, liver, muscle and serum in 21-day-old rats. J. Nutr. 102 : 773 - 782.

Anderson, G.J. dan W.E. Connor. 1994. Acretion of n-3 fatty acids in the brain-and retina of chicks fed a low-linolenic acid diet supplemented with docosahexaenoic acid. Am. J. Clin. Nutr. 59 : 1338 - 1346.

Anonymous. 1992. Unsaturated Fatty Acids. Nutritional and Physiological Significance. The Report of The British Nutrition Foundation's Task Force. The British Nutrition Foundation. Chapman and Hall, London.

Bourre, J.M., M. Francois, A. Youyou, O. Dumont, M. Piciotti, G. Pascal, dan G. Durand. 1989. The effects of dietary -linolenic acid on the composition of nerve membranes. Enzymatic activity, amplitude of electrophysiological parameters, resistance to poisons and performance of learning tasks in rats. J. Nutr. 119 : 1880 - 1892.

Crawford, M.A. 1993. The role of essential fatty acids in neural development : Implications for perinatal nutrition. Am. J. Clin. Nutr. 57 (suppl) : 703S -710S.

Gruger, E.H.Jr. 1967. Fatty acids composition. *Dalam* Fish Oils Their Chemistry,Technology, Stability, Nutritional, Properties and Uses. M.E. Stansby (*ed.*). The AVI Publ. Comp. Inc., Wesport Connecticut.

Holman, R.T., S.B. Johnson, dan T.F. Hatch. 1982. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. Am. J. Clin. Nutr. 35 : 617 - 623.

Lampety, M.S dan B.L. Walker. 1976. Possible essential role for dietary linolenic acid in the development of the young rat. J. Nutr. 106 : 86 - 93.

Lands, W.E.M. 1986. Fish and Human Health. Academic Press, Inc., New York.

Lehninger, A.L. 1990. Dasar-dasar Biokimia. (Terjemahan : M. Thenawijaya). Penerbit Erlangga, Jakarta.

Montgomery, R., R.L. Dryer, T.W. Conway, dan A.A. Spector. 1993. Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus. (Terjemahan : M. Ismadi). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Nettleton, J.A. 1993. Are n-3 fatty acids essential nutrients for fetal and infant development ? J. Am. Diet. Assoc. 93 : 58 - 64.

Singh, G dan R.K. Chandra. 1988. Biochemical and cellular effects of fish and fish oils. Progress in Food and Nutrition Science 12 : 371 - 419.

Stansby, M.E., H. Schlenk, dan E.H. Greger. 1990. Fatty acid composition of fish. *Dalam* Fish Oils in Nutrition. M.E. Stansby (*ed*.). Van Nostrand Reinhold, New York.

Winarno, F.G. 1993. Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen. PT. Gramedia, Jakarta.