

## PROSPEK MINYAK SAWIT UNTUK SINTESIS LIPIDA TERSTRUKTUR

Jenny Elisabeth

### ABSTRAK

*Lipida terstruktur merupakan minyak/lemak yang telah direstrukturisasi atau dimodifikasi jenis, posisi maupun komposisi asam lemaknya. Dengan pengetahuan fungsi fisiologi dan nutrisi minyak/lemak maka pengembangan lipida terstruktur telah diarahkan pada kandungan asam-asam lemak spesifik yang berperan positif bagi nutrisi dan kesehatan manusia. Produk-produk lipida terstruktur komersial yang ada pada saat ini umumnya disintesis melalui reaksi-reaksi kimiawi, namun dipandang dari aspek keamanan produk maka proses sintesis enzimatik mendapat banyak perhatian. Salah satu minyak alami yang potensial digunakan sebagai bahan baku lipida terstruktur adalah minyak sawit dan minyak inti sawit, baik sebagai sumber maupun sebagai media pembawa asam-asam lemak spesifik. Asam lemak spesifik yang terdapat dalam minyak inti sawit adalah asam-asam lemak rantai sedang (C6-C12), sedangkan yang terdapat pada minyak sawit adalah asam oleat. Asam lemak spesifik lain yang telah diinkorporasikan pada minyak sawit dan minyak inti sawit adalah asam lemak omega-3 yang berasal dari minyak ikan.*

Kata kunci : asam lemak spesifik, lipida terstruktur, minyak sawit

### PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan kesehatan semakin meningkat, dan minyak/lemak merupakan salah satu komponen pangan yang menjadi topik nutrisi hangat dua dekade terakhir ini. Karena dianggap sebagai salah satu penyebab meningkatnya penyakit degeneratif, seperti aterosklerosis, jantung koroner, inflamasi, tumor, dan obesitas, maka banyak upaya yang dilakukan untuk menghilangkan atau mengurangi jumlah minyak/lemak dalam produk pangan. Padahal harus disadari bahwa minyak/lemak tetap merupakan bagian penting dalam diet manusia. Vitamin-vitamin larut lemak seperti A, D, E, dan K dan asam-asam lemak esensial, yakni asam linoleat dan linolenat, yang dibutuhkan oleh tubuh, keduanya bersumber dari

minyak/lemak yang kita konsumsi. Di sisi lain, peranan minyak/lemak dalam nilai organoleptik makanan juga tidak dapat diabaikan, yakni untuk memberi tekstur yang lembut, plastis, renyah dan mudah dioles, serta sebagai pembentuk emulsi pada produk pangan. Di samping itu minyak/lemak juga sangat berperan dalam meningkatkan citarasa makanan, karena banyak jenis komponen flavor yang merupakan turunan dari minyak/lemak atau membutuhkan minyak/lemak sebagai pembawa senyawa-senyawa pembentuk citarasa tersebut.

Lipida terstruktur menjadi suatu solusi menarik untuk mengatasi masalah di atas. Bentuk lipida ini telah digunakan sebagai pembawa asam-asam lemak spesifik yang berperan positif bagi manusia. Dalam hal ini, komponen asam lemak penyusun

lipida terstruktur diarahkan kejenis-jenis yang bermanfaat bagi nutrisi dan kesehatan seperti asam lemak rantai sedang, asam oleat, asam lemak omega-3 (asam  $\alpha$ -linolenat, EPA dan DHA) serta asam lemak omega-6 (asam linoleat dan asam  $\gamma$ -linolenat).

Sebenarnya penggunaan lipida terstruktur bukan merupakan suatu hal yang baru. Di bidang farmasi dan kesehatan, trigliserida rantai sedang (*medium chain triglyceride, MCT*) sudah sejak lama digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi pasien-pasien di rumah sakit yang membutuhkan diet khusus dan atau yang mengalami kelainan metabolisme gula, baik untuk nutrisi enteral (*oral feeding*) maupun parenteral (*intravenous feeding*). Industri pangan juga telah melakukan restrukturisasi minyak/lemak untuk memanipulasi sifat-sifat fisiknya, sehingga cocok digunakan untuk produk-produk tertentu. Dewasa ini pengembangan lipida terstruktur di bidang industri pangan lebih diarahkan untuk memenuhi kedua kebutuhan tersebut, yaitu dari aspek sifat fisik dan juga nutrisionalnya. Dengan jenis-jenis asam-asam lemak yang memang diinginkan, maka lipida terstruktur ini dapat digunakan sebagai produk nutrifikasi makanan (untuk meningkatkan nilai gizi suatu produk pangan), makanan fungsional dan makanan kesehatan.

## LIPIDA TERSTRUKTUR

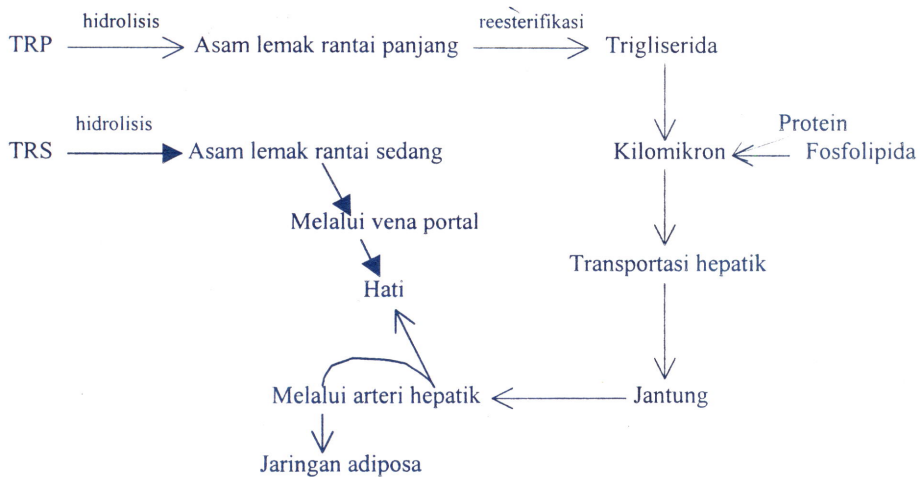
Lipida terstruktur dapat didefenisikan sebagai lipida yang telah mengalami restrukturisasi atau modifikasi, dengan perubahan posisi maupun komposisi asam lemaknya (1). Namun di dalam makalah ini, lipida terstruktur dibatasi sebagai

molekul trigliserida (TG) yang telah mengalami modifikasi dengan asam-asam lemak yang bermanfaat positif bagi nutrisi dan kesehatan manusia teresterifikasi pada kerangka molekul gliserol yang sama.

Berkaitan dengan karakteristik penyerapan dan metabolisme minyak/lemak, maka telah banyak studi yang membuktikan adanya perbedaan antara asam-asam lemak jenuh dan tidak jenuh, rantai pendek, sedang dan panjang, serta asam-asam lemak dengan posisi ikatan rangkap yang berbeda. Dengan demikian, fungsi fisiologi dan nutrisi minyak/lemak tidak hanya dipandang dari jumlah dan kualitas minyak/lemak yang dikonsumsi, tetapi juga dari jenis dan komposisi asam lemak yang terkandung di dalamnya (28). Berikut ini akan dibahas tentang asam-asam lemak yang telah dan sedang dikembangkan pada sintesis lipida terstruktur.

### Asam lemak rantai sedang

Trigliserida rantai sedang (TRS) adalah salah satu jenis lipida terstruktur yang telah dikembangkan sejak tahun 1950-an. TRS mengandung asam-asam lemak rantai sedang (C6-C12), yang biasanya merupakan hasil fraksinasi dari minyak-minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak inti sawit dan minyak babassu. Dengan kandungan asam-asam lemak rantai sedang maka TRS dapat diabsorpsi dan dioksidasi lebih cepat untuk kebutuhan energi dibandingkan trigliserida dengan asam-asam lemak rantai panjang, yakni asam lemak dengan panjang rantai atom C 14 hingga 24 (12, 23). Pada Gambar 1 dicantumkan tentang perbedaan metabolisme antara TRS dan TRP (trigliserida rantai panjang) tersebut.



Gambar 1. Perbedaan metabolisme antara trigliserida rantai sedang dan rantai panjang (12).

Asam-asam lemak rantai sedang bersifat lebih larut air dan dapat dialirkan langsung dari aliran darah ke sel. Asam lemak ini juga tidak membutuhkan karnitin dalam transportasinya melalui mitokondria, serta tidak disimpan dalam jaringan adiposa tubuh. Dengan rantai transportasi yang lebih sederhana, asam lemak rantai sedang juga dapat digunakan sebagai sumber kalori yang lebih tersedia (18, 26). Dengan kelebihan-kelebihan inilah maka TRS diberikan pada pasien-pasien yang mengalami gangguan pankreatik, malabsorpsi ataupun maldigesti. Di samping itu lipida terstruktur yang mengandung asam lemak rantai sedang dan juga asam lemak esensial telah digunakan sebagai bahan formulasi susu untuk bayi-bayi yang lahir prematur serta sebagai pelarut atau pembawa nutrisi lipofilik seperti vitamin K dan fosfolipida (8, 23).

Saat ini lipida terstruktur dengan kandungan asam lemak rantai sedang yang tinggi banyak digunakan sebagai bahan lemak rendah kalori dalam produk-produk pangan. Target konsumen produk ini adalah orang-orang yang sedang melakukan diet dan menghindari kegemukan. Hal ini dimungkinkan karena asam-asam lemak dengan panjang rantai yang lebih pendek menghasilkan kalori yang lebih rendah. Asam kaproat (C6:0) dan kaprilat (C8:0) menghasilkan energi rata-rata hanya sebesar 7 kkal/g dibandingkan asam lemak rantai panjang yang menghasilkan energi rata-rata sebesar 9 kkal/g (7). Beberapa produk lemak rendah kalori yang telah dikomersialkan adalah Caprenin® (Procter & Gamble) yang merupakan campuran asam kaproat (C6:0), kaprilat (C8:0) dan behenat (C22:0); Captex® (ABITEC) yang merupakan campuran asam kaprilat (C8:0),

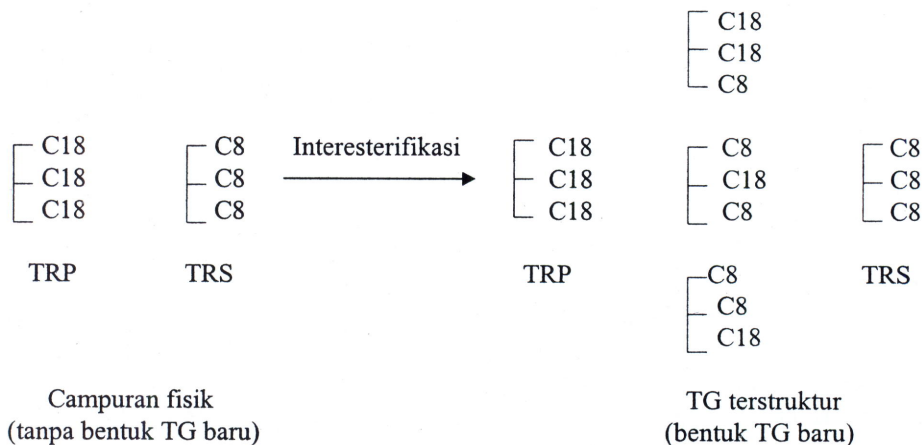
kaprat (C10:0) dan linoleat (C18:2, n-6); serta Neobee® (Stepan Co.) yang merupakan campuran asam kaprilat (C8:0), kaprat (C10:0) dan asam lemak rantai panjang. Hasil uji biologis menunjukkan bahwa Caprenin® memiliki kandungan energi sekitar 5 kkal/gram, karena asam behenat tidak dapat diserap secara sempurna dalam sistem pencernaan manusia (1, 2).

Umumnya TRS diproduksi secara kimia dengan hidrolisis dan fraksinasi minyak nabati kaya asam lemak rantai sedang untuk memperoleh konsentrat asam kaprilat dan kaprat dan kemudian di-reesterifikasi dengan gliserol. Produk lipida terstruktur yang mengandung asam lemak rantai sedang juga dapat disintesis dengan proses interesterifikasi antara TRP dan TRS atau bahkan hanya dengan pencampuran fisik antara TRS dan TRP. Namun bentuk campuran fisik ini kurang disukai, karena TRS dan TRP memiliki kecepatan absorpsi yang berbeda dalam pro-

ses pencernaan. Perbedaan antara TRS yang disintesis secara kimia dan fisik ini ditampilkan pada Gambar 2 di bawah.

**Asam lemak omega-6 (n-6)**

Asam linoleat (C18:2, n-6) merupakan asam lemak esensial bagi manusia, yang harus disuplai melalui makanan yang dikonsumsi. Hal ini disebabkan karena dalam sistem metabolisme manusia tidak tersedia enzim Δ12-desaturase yang cukup untuk menambahkan ikatan rangkap kedua pada prekursor asam lemak monoenoatnya yakni asam oleat (C18:1). Lebih lanjut di dalam tubuh asam linoleat akan mengalami proses desaturasi (penambahan ikatan rangkap) dengan bantuan enzim Δ6-desaturase dan elongasi (penambahan panjang rantai atom C) dengan bantuan enzim elongase menjadi asam arakhidonat (C20:4, n-6). Kedua jenis asam lemak ini banyak terdapat pada struktur fosfolipida



Gambar 2. Perbedaan antara campuran fisik TRP dan TRS serta lipida terstruktur yang mengandung asam lemak rantai sedang dan panjang dalam molekul yang sama (1).

membran seluler dan sub-seluler serta merupakan prekursor eikosanoid tertentu, yakni sejenis hormon lokal yang berperan pada sifat aliran darah, immunitas dan respon inflamatori (11).

Konsumsi asam linoleat yang dianjurkan adalah sebesar 1-2% dari total kalori yang dibutuhkan tubuh, meskipun defisiensi asam lemak ini sangat jarang terjadi pada orang dewasa karena sumbernya yang berlimpah. Banyak jenis bahan nabati yang mengandung asam lemak ini dalam jumlah yang relatif tinggi seperti jagung, kedelai, biji kapas, biji bunga matahari dan sebagainya (1). Untuk sintesis lipida terstruktur yang digunakan sebagai bahan nutrisi, Kennedy (12) menganjurkan kandungan asam linoleat sebesar 3-4%. Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, asam linoleat telah diinkorporasi pada produk lipida terstruktur Captex<sup>®</sup>, dan salah satu aplikasinya adalah digunakan sebagai bahan formulasi susu bayi dan untuk kebutuhan sumber lemak bagi pasien-pasien pasca-operasi. Hal ini disebabkan karena bila hanya TRS yang digunakan maka kebutuhan asam lemak esensial tidak akan terpenuhi. Di samping itu TRS dalam dosis tinggi juga bersifat toksik bagi manusia, yang dapat menyebabkan suatu kondisi yang disebut dengan ketosis atau ketonemia (1, 10)

Asam  $\gamma$ -linolenat (GLA; C18-3,n-6) adalah asam lemak pre-esensial yang merupakan senyawa intermedier pada biokonversi asam linoleat menjadi asam arakhidonat. Saat ini minyak kaya GLA banyak digunakan dalam pengobatan beberapa gangguan klinis seperti *atopic eczema*, sklerosis ganda, dan rematik artritis bagi orang-orang yang mengalami gangguan pada kerja enzim  $\Delta$ 6-desaturasena.

Sumber GLA yang banyak digunakan adalah biji *evening primrose* (*Oenothera biennis* L.), *borage* (*Borago officinalis* L.) dan minyak kapang dari *Mucor spp.* dan *Mortierella spp.* Di bidang farmasi dan pangan, minyak *borage* telah digunakan sebagai makanan kesehatan dan bahan formulasi makanan bayi, dan minyak dengan kandungan GLA tinggi juga digunakan sebagai bahan baku produk-produk kosmetika tertentu (9, 21, 22).

### Asam lemak omega-3 (n-3)

Telah banyak hasil penelitian yang membuktikan bahwa asam-asam lemak n-3, terutama EPA (*eicosapentaenoic acid*, C20:5) dan DHA (*docosahexaenoic acid*, C22:6), berperan dalam mencegah penyakit kardiovaskuler (aterosklerosis dan jantung koroner), inflamasi, kanker dan tumor, serta berpengaruh terhadap fungsi kekebalan tubuh dan kadar lipida darah (25). Penelitian-penelitian klinis juga menunjukkan bahwa DHA berperan penting dalam tumbuh kembang otak dan retina manusia, sehingga asam lemak ini dapat dikategorikan sebagai nutrien esensial pada pertumbuhan awal manusia. Defisiensi asam lemak n-3 pada anak-anak menimbulkan gejala gangguan pada syaraf, penglihatan, dermatitis dan keterbelakangan pertumbuhan (6, 19).

Hingga saat ini sumber EPA dan DHA yang utama hanyalah minyak ikan, tetapi baunya yang amis merupakan masalah apabila langsung diformulasikan dalam produk pangan. Karena itu umumnya EPA dan DHA dipreparasi dalam bentuk konsentrat etil ester atau asam lemak bebas. Saat ini konsentrat asam lemak n-3 telah banyak dijual sebagai suplemen ma-

kanan dalam bentuk kapsul lunak maupun sebagai bahan nutrifikasi makanan pada produk-produk susu bayi, anak-anak, serta ibu hamil dan menyusui. Karena absorpsinya dalam bentuk etil ester dan stabilitas oksidatifnya dalam bentuk asam lemak bebas sangat rendah (5, 14), maka telah banyak usaha yang dilakukan untuk menghasilkan lipida terstruktur yang mengandung asam lemak n-3. Salah satu metode sintesis yang banyak mendapat perhatian adalah dengan menginkorporasikan asam lemak n-3 dari minyak ikan pada minyak-minyak nabati.

#### **Asam lemak omega-9 (n-9)**

Asam oleat (C18:1) merupakan asam lemak n-9 utama yang banyak terdapat dalam diet manusia. Minyak zaitun, kelapa sawit, kanola dan biji bunga matahari merupakan sumber utama asam lemak ini. Meskipun bukan merupakan asam lemak esensial, namun asam oleat diketahui dapat menurunkan total kolesterol dan LDL (*low density lipoprotein*) serta rasio LDL terhadap HDL (*high density lipoprotein*) di dalam darah (17). Minyak kaya oleat juga diketahui memiliki stabilitas oksidatif yang tinggi, sehingga banyak digunakan sebagai pengganti lemak untuk produk-produk farmasi dan kosmetika. Asam oleat juga digunakan sebagai sumber asam lemak rantai panjang dan bersama dengan asam lemak rantai pendek atau sedang digunakan untuk sintesis lipida terstruktur bagi pasien-pasien pasca-operasi (3, 10).

#### **Asam lemak rantai pendek**

Asam-asam lemak rantai pendek menghasilkan energi yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan asam lemak

rantai panjang, misalnya asam butirat (C4:0) hanya memberikan kalori sebesar 6 kkal/gram (7). Produk lipida terstruktur komersial yang mengandung asam lemak rantai pendek adalah Salatrim® (Nabisco Foods Group) yang merupakan campuran asam stearat (C18:0), propionat (C3:0) dan butirat (C4:0). Karena asam stearat tidak diabsorpsi secara sempurna maka produk ini hanya mengandung kalori 5 kkal/gram dan telah digunakan sebagai bahan lemak rendah kalori pada produk-produk pangan seperti makanan kudapan, makanan untuk penderita obesitas, produk-produk permen dan coklat (1, 2).

### **SINTESIS ENZIMATIK LIPIDA TERSTRUKTUR**

Produk-produk lipida terstruktur komersial yang ada saat ini umumnya disintesis melalui reaksi-reaksi kimiawi yang dikatalisis oleh logam-logam alkali atau alkilat. Jenis-jenis reaksi yang banyak digunakan adalah hidrolisis minyak alami dan reesterifikasi acak, atau interesterifikasi antara dua jenis atau lebih minyak alami. Bahkan beberapa produk lipida terstruktur diproduksi hanya dengan pencampuran fisik antara beberapa jenis minyak/lemak saja (1, 18).

Dengan senyawa katalisator anorganik maka proses modifikasi lipida membutuhkan suhu relatif tinggi (>200°C) dan waktu reaksi yang panjang. Di samping itu reaksi esterifikasi kimiawi biasanya menghasilkan trigliserida dengan posisi asam lemak yang acak. Reaksi kimiawi juga kerap menghasilkan reaksi-reaksi samping yang tidak diinginkan, sehingga terdapat kemungkinan terbentuknya

senyawa-senyawa yang bersifat toksik bagi kesehatan manusia (11, 20).

Dengan kelemahan-kelemahan yang dimiliki proses kimiawi maka modifikasi lipida dengan proses enzimatik sangat gencar dikembangkan oleh para ahli, terutama yang berkaitan dengan modifikasi minyak/lemak yang mengandung asam lemak tidak jenuh serta minyak/lemak yang disintesis untuk kebutuhan medis dan nutrisi. Sifat spesifisitas enzim lipase yang digunakan sebagai biokatalisator serta penggunaan kondisi reaksi yang relatif ringan, yakni dengan suhu dan tekanan rendah, merupakan keunggulan proses enzimatik ini (1, 20). Dengan spesifisitasnya yang tinggi, lipase dapat mengkatalisa reaksi inkorporasi asam lemak spesifik pada posisi yang juga spesifik pada molekul TG, sehingga fungsi nutrisi asam lemak dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin. Hal ini bila dihubungkan dengan aspek metabolisme asam lemak, di mana nilai ketersediaan hayati (*bioavailability*) asam lemak bukan hanya ditentukan oleh jenis asam lemak namun juga oleh posisi masing-masing jenis asam lemak pada kerangka gliserol dari TG. Absorpsi asam lemak rantai panjang dan sedang akan lebih tinggi bila terdapat pada posisi *sn2*- dari TG. Hal ini disebabkan karena lipase pankreas memiliki sifat spesifisitas posisional *sn1,3*- dan molekul TG akan dihidrolisis menjadi asam-asam lemak dan 2-monogliserida. Asam lemak dalam bentuk molekul monogliserida ini bersifat lebih mudah larut air dibandingkan dengan di- dan trigliserida, sehingga lebih mudah diangkut dan diserap oleh sistem pencernaan (15, 16).

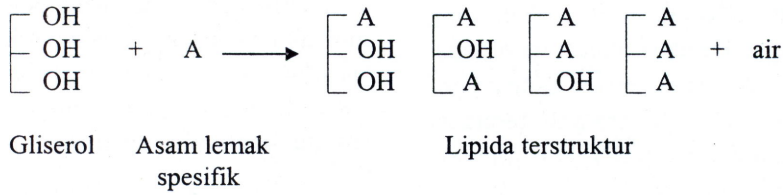
Beberapa strategi dapat dilakukan untuk sintesis lipida terstruktur secara enzimatik, dengan pelbagai jenis lipase dan minyak/lemak sebagai sumber asam lemak spesifik. Adapun reaksi-reaksi yang banyak digunakan pada sintesis lipida terstruktur ditampilkan pada Gambar 3.

Umumnya lipase-lipase komersial yang beredar di pasaran merupakan lipase mikrobial yang bersumber dari *Aspergillus niger*, *Rhizopus sp.*, *Candida sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Rhizomucor sp.*, dan sebagainya. Sumber lain adalah lipase yang diekstrak dari pankreas hewan. Karena teknik produksi dan isolasi lipase mikrobial cukup rumit, maka harga enzim ini umumnya relatif mahal. Hal ini merupakan kendala dalam penggunaan proses enzimatik untuk sintesis lipida terstruktur secara industrial. Namun beberapa tahun terakhir ini telah banyak upaya dilakukan untuk memperoleh lipase dari sumber-sumber alami yang lebih murah dari tumbuhan, misalnya dari dedak gandum, dedak padi dan getah pepaya.

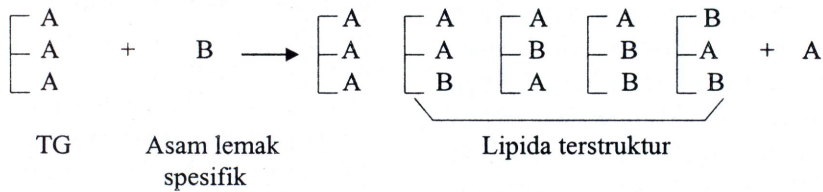
### MINYAK SAWIT SEBAGAI SUBSTRAT PADA SINTESIS LIPIDA TERSTRUKTUR

Minyak sawit dan minyak inti sawit (MIS) merupakan substrat yang potensial untuk sintesis lipida terstruktur, baik sebagai sumber maupun pembawa (*carrier*) asam-asam lemak spesifik yang bermanfaat positif bagi nutrisi dan kesehatan. Pada minyak sawit terkandung asam oleat (C18:1) yang tinggi, yakni berkisar 38-45%, tergantung pada proses fraksinasi dan pemurnian yang dilakukan (4). Seperti

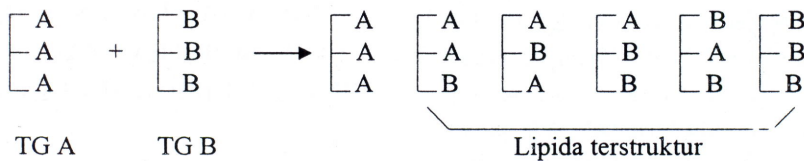
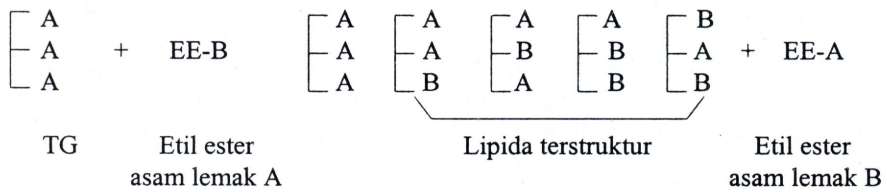
**Esterifikasi**



**Transesterifikasi (Asidolisis)**



**Interesterifikasi**



Gambar 3. Deskripsi skematik reaksi-reaksi sintesis lipida terstruktur secara enzimatik

yang telah dikemukakan sebelumnya, asam oleat mempunyai efek pencegahan terhadap penyakit kardiovaskuler. Di sisi lain, MIS adalah salah satu minyak alami yang merupakan sumber asam-asam lemak ran-

tai sedang yakni asam kaprilat (2,4 - 6,2%), asam kaprat (2,6 - 5,0%) dan asam laurat (41 - 55%) (13). Selain memiliki kandungan kalori yang lebih rendah, asam lemak rantai sedang juga dapat menurunkan



kolesterol darah dan bersifat antitumor (3, 15).

Kelebihan lain dari minyak sawit adalah kandungan karotenoid (sebagai provitamin A) dan vitamin E nya (tokoferol dan tokotrienol) yang tinggi, di mana kedua senyawa ini memiliki peranan penting dalam stabilitas oksidatif dan nilai gizi minyak. Dalam minyak sawit mentah terkandung karotenoid sebesar 500-700 ppm serta vitamin E 600-1000 ppm yang terdiri dari tokotrienol 83% dan tokoferol 17% (4, 13). Studi epidemiologi menunjukkan bahwa  $\beta$ -karoten dapat mencegah beberapa jenis penyakit kanker serta bersifat anti aterosklerotik. Vitamin E juga tidak hanya berfungsi sebagai antioksidan dalam makanan tetapi juga melindungi asam-asam lemak tidak jenuh dalam tubuh, sehingga pembentukan radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan pada darah, sel dan jaringan dapat dihambat (27).

Penggunaan minyak sawit dan MIS sebagai substrat pada sintesis lipida terstruktur telah diteliti di Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Dalam hal ini minyak sawit dan MIS digunakan sebagai pembawa asam lemak n-3, yakni EPA dan DHA dari minyak ikan. Proses inkorporasi asam lemak n-3 dilakukan dengan reaksi asidolisis menggunakan lipase dari *Rhizomucor miehei* dan dedak padi sebagai biokatalisator. Reaksi dilakukan dengan suhu yang relatif rendah (40°C) selama 6 jam, sehingga kerusakan oksidatif asam lemak n-3 dapat ditekan seminimum mungkin. Dengan menggunakan minyak sawit merah (MSM) dapat dihasilkan produk minyak dengan kandungan asam oleat 16%, EPA 7% dan DHA 39%. Kandungan  $\beta$ -karoten dalam MSM dapat dipertahankan lebih dari 80%, sedangkan kandungan vitamin E nya me-

ningkat karena vitamin E dalam minyak ikan ikut terekstrak dalam produk MSM kaya asam lemak n-3 tersebut. Dengan menggunakan olein minyak sawit dapat dihasilkan produk minyak dengan kandungan asam oleat 23%, EPA 5% dan DHA 31%, sedangkan dengan menggunakan MIS dapat dihasilkan minyak dengan kandungan asam laurat 19%, miristat 6%, oleat 7%, EPA 6% dan DHA 40%.

Terdapat beberapa keunggulan dari produk minyak sawit dan MIS kaya asam lemak n-3 ini bila diaplikasikan pada produk pangan, kosmetika maupun farmasi. Produk MSM kaya asam lemak n-3 dapat digunakan sebagai sumber tunggal asam lemak n-3, vitamin A dan E, sedangkan olein dan MIS kaya asam lemak n-3 diketahui mengandung asam-asam lemak utama yang bermanfaat positif bagi nutrisi dan kesehatan. Dalam produk pangan, minyak sawit dan MIS kaya asam lemak n-3 ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan nutrifikasi makanan yang diformulasikan pada susu formula dan makanan bayi, susu formula dan makanan ibu hamil dan menyusui, margarin, mentega, mayones, produk-produk pangan dietetik dan sebagainya.

Di samping sebagai media pembawa asam lemak n-3, MIS juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber asam lemak rantai sedang untuk sintesis TRS. Komposisi asam lemak pada MIS hampir sama dengan minyak kelapa yang telah diteliti sebagai substrat awal untuk sintesis TRS dengan proses kimiawi maupun enzimatik. Proses sintesis dilakukan dengan reaksi interesterifikasi antara TG minyak kelapa dengan metil ester asam lemak rantai sedang yang terdiri dari asam kaprilat dan asam kaprat. Dengan proses kimiawi dapat di-

hasilkan minyak kelapa termodifikasi dengan tingkat inkorporasi asam kaprilat dan kaprat sebesar 25-28%, sedangkan tingkat inkorporasi dengan proses enzimatik sebesar 22-25% (8).

### KESIMPULAN

Harus disadari bahwa minyak/lemak tetap merupakan bagian penting dalam diet manusia, di mana peran fungsionalnya dalam produk pangan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi maupun mutu organoleptik tidak dapat digantikan oleh komponen zat makanan lainnya. Dengan demikian asumsi bahwa diet rendah lemak atau bebas lemak adalah sehat bukan merupakan hal yang sama sekali benar. Mungkin perlu dipertimbangkan suatu proses edukasi yang menerangkan bahwa manusia bukan tidak membutuhkan minyak/lemak namun membutuhkan jenis minyak/lemak yang "sehat", yakni yang mengandung asam-asam lemak yang berperan positif terhadap nutrisi dan kesehatan.

Karena minyak/lemak dengan sifat fungsional yang maksimum tidak terbentuk di alam, maka proses restrukturisasi dan modifikasi merupakan salah satu solusi untuk mengembangkan jenis-jenis minyak/lemak yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Modifikasi yang telah banyak dikembangkan adalah bentuk lipida terstruktur dengan target spesifik mengatasi beberapa jenis penyakit atau gangguan serta untuk meningkatkan kesehatan. Dengan pengetahuan tentang jenis-jenis asam lemak yang bermanfaat positif bagi manusia, maka bentuk lipida terstruktur juga perlu dikembangkan untuk keperluan industri pangan yakni untuk mensubstitusi minyak/lemak alami yang biasa digunakan.

Sebagai salah satu sumber minyak/lemak nabati utama maka minyak sawit dan MIS dapat digunakan sebagai substrat awal untuk sintesis lipida terstruktur, baik sebagai sumber maupun pembawa asam lemak spesifik. Beberapa sifat dan karakteristik kedua jenis minyak ini dapat memberikan nilai tambah bagi lipida terstruktur yang dihasilkan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. AKOH, C.C. 1995. Structured lipids-enzymatic approach. *Inform* 6(9):1055-1061.
2. AKOH, C.C. 1998. Fat replacers. *Food Technol.* 52(3):47-56.
3. AKOH, C.C. and K.H. HUANG. 1995. Enzymatic synthesis of structured lipids : transesterification of triolein and caprylic acid. *J. Food Lipids* 2:219-230.
4. BASIRON, Y. 1996. Palm oil dalam HUI, Y.H. (ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products Volume 2*. John Wiley and Sons Inc., NY USA.
5. CHOO, S.Y., K. MIYASHITA, T. MIYAZAWA, K. FUJUMOTO, and T. KANEDA. 1987. Auto-oxidation of ethyl eicosapentaenoate and docosahexaenoate. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 64(6):876-879.
6. CONNOR, W.E., M. NEURINGER and S. REISBECK. 1992. Essential fatty acid : the importance of n-3 fatty acid in the retina and brain. *Nutr. Rev.* 50(4): 21-29.
7. FOMUSO, L.B. and C.C. AKOH. 1997. Enzymatic modification of triolein : incorporation of caproic and butyric acids to produce reduced-calorie structured lipids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(3):269-272.
8. GHOSH, S. and D.K. BHATTACHARYYA. 1997. Medium-chain fatty acid-rich glycerides by chemical and lipase-catalyzed polyester-monoester interchange reaction. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(5):593-595.
9. HUANG, F.C., Y.H. JU and C.W. HUANG. 1997. Enrichment of  $\gamma$ -linolenic acid from borage oil *via* lipase-catalyzed reaction. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(8):977-981.

10. HUANG, K.H. and C.C. AKOH. 1996. Enzymatic synthesis of structured lipids : transesterification of triolein and caprylic acid ethyl ester. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73(2):245-250.
11. KAWAHARU, Y. 1993. Progress in fats, oils food technology. *Inform* 4(6): 663-667.
12. KENNEDY, J.P. 1991. Structured lipids : Fats of the future. *Food Technol.* 45(11): 76-81.
13. LAW, K. and T. THIAGARAJAN. 1990. Palm oil-edible oil of tomorrow *in* Erickson, D.R. (ed.). *Edible Fats and Oils Processing- Basic Principles and Modern Practises.* World Conference Proceedings. Am. Oils Chem. Soc., Champaign, Illinois-USA.
14. LAWSON, L.D. and B.G. HUGHES. 1988. Human absorption of fish oil fatty acids as triacylglycerols, free acids, or ethyl esters. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 152(1):328-335.
15. LEE, K.T. and C.C AKOH. 1996. Immobilized lipase-catalyzed production of structured lipids with eicosapentaenoic acid at specific positions. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73(5):611-615.
16. LEE, K.T. and C.C AKOH. 1997. Effect of selected substrate forms on the synthesis of structured lipids by two immobilized lipases. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 75(5): 579-584.
17. MATTSO, F.H., and S. M. GRUNDY. 1985. Comparison of effect of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acid on plasma lipids and lipoproteins in man. *J. Lipid Res.* 26 : 194-202 (1985).
18. MEGREMIS, C.J. 1991. Medium chain triglycerides : A nonconventional fat. *Food Technol.* 45(2): 108-114.
19. NETTLETON, J.A. 1993. Are n-3 fatty acids essential nutrients for fetal and infant development ? . *J. Am. Diet Assoc.* 93(1):59-64.
20. QUINLAN, P. and S. MOORE. 1993. Modification of triglycerides by lipases : process, technology and its application to the production of nutritionally improved fats. *Inform* 4(5):580-585.
21. RAHMATULLAH, M.S.K.S., V.K.S. SHUKLA, and K.D. MUKHERJEE. 1994.  $\gamma$ -Linolenic acid concentrates from borage and evening primrose oil *via* lipase-catalyzed hydrolysis. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71(6):563-567.
22. RAHMATULLAH, M.S.K.S., V.K.S. SHUKLA, and K.D. MUKHERJEE. 1994. Enrichment of  $\gamma$ -linolenic acid from evening primrose and borage oil fatty acids *via* lipase-catalyzed esterification. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 71(6): 569-573.
23. SHIMADA, Y., A. SUGIHARA, H. NAKANO, T. YOKOTA, T. NAGAO, S. KOMEMUSHI, and Y. TOMINAGA. 1996. Production of structured lipids containing essential fatty acids by immobilized *Rhizopus delemar* lipase. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73(11):1415-1420.
24. SHIMADA, Y., A. SUGIHARA, M. SHIBAHIRAKI, H. FUJITA, H. NAKANO, T. NAGAO, T. TERAJ and Y. TOMINAGA. 1997. Purification of  $\gamma$ -linolenic acid from borage oil by a two-step enzymatic method. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(11):1465-1470.
25. SIMOPOLOUS, A.P. 1991. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:438-463.
26. SOUMANOU, M.M, U.T. BORNSCHEUER, U. MENGE and R.D. SCHMID. 1997. Synthesis of structured triglycerides from peanut oil with immobilized lipase. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74(4):427-433.
27. SUNDRAM, K and N. CHANDRASEKHARAN. 1997. Minor components in edible oils and fats : their nutritional implications dalam Nutritional Components of Palm Oil. Paper Malaysian Palm Oil pada 88<sup>th</sup> AOCS Annual Meeting and Expo. Seattle, Washington, USA.
28. WILLET, W.Ç. 1994. Diet and health: what should we eat ? . *Science* 264:532-537.

