

# **Pembuatan Minyak Kedele, Ikan Dengan Menggunakan Kolum Ion Perak Hiplo**

**Ubaidillah M.**

**Fakultas Matematik Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Program Studi Kimia  
Universitas Sumatera Utara**

## **BAB I PENDAHULUAN**

Minyak-minyak dan lemak merupakan bahagian dari lipida yang mempunyai peranan penting didalam perindustrian sebagai bahan makanan, minyak, lemak didalamnya larut vitamin-vitamin A,D,E dan K. Sebagai sumber asam Essential merupakan sumber energi yang tinggi. Minyak, lemak berperanan dalam pembentukan susunan didalam memperbaiki penampilan dan memberikan cita rasa (Giese, 1996).

Minyak dan lemak menghasilkan energi yang lebih tinggi dari pada karbohidrat dan protein. Pada pemakaian yang berlebihan dari asam-asam lemak menyebabkan penyakit seperti kanker, kerusakan hati dan menurunkan daya pertahanan tubuh (Norris, Guston 1983, Padley, Padmore 1985 dan Giese 1996).

Lemak-lemak alamiah didalam penggunaan yang terbatas dapat menyebabkan sifat-sifat spesifiknya, karena lemak dimodifikasi untuk memperoleh lemak yang karakteristik, sesuai untuk tujuan khusus (Silalahi, 1999).

Dengan bertambahnya pengetahuan tentang pengaruh panjang rantai, ketidak jenuhan dan distribusi posisi asam lemak terhadap metabolisme dan kesehatan. Pemakaian minyak-minyak lemak untuk mengatasi penyakit dan pencegahannya didalam memperbaiki kesehatan (Willis dkk, 1998). Susunan lemak adalah trigliserida yang terdapat campuran dari asam-asam lemak dengan rantai pendek, sedang dan panjang yang terikat pada molekul gliserol dibuat untuk pemakaian khusus. Susunan lemak banyak dikembangkan untuk pemakaian dalam bidang produksi pangan dan kesehatan (Haumann, 1997).

Dari segi nutrisi, komposisi dan distribusi asam-asam lemak dalam molekul gliserol sangat mempengaruhi pencernaan, penyerapan dan transportasi didalam tubuh. Telah diteliti bahwa asam-asam lemak jenuh rantai panjang sangat sedikit diserap dari saluran pencernaan bila dibandingkan dengan asam-asam lemak tak jenuh atau asam lemak dengan rantai yang lebih pendek. Kemudian lipase pankreas dalam tubuh hanya meghidrolisis asam-asam lemak yang teresterkan pada posisi penomoran spesifik ( $Sn-1$ .  $Sn-2$  dan  $n-3$  pada molekul gliserol sehingga asam lemak pada posisi  $Sn-2$  dapat dengan mudah diserap karena mengandung gugus hidroksil pada posisi  $Sn-1$  dan  $Sn-2$ . Sehingga susunan lemak rantai pendek pada posisi  $Sn-1$  dan  $Sn-3$  dan asam lemak rantai panjang pada posisi  $Sn-2$ . akan lebih mudah diserap dalam sistem pencernaan. Haumann, 1997, Willis dkk, 1998).

Minyak kelapa sawit dan minyak inti sawit adalah dua jenis minyak merupakan komoditas unggulan agrobisnis di Indonesia, disamping mengandung asam oleat,

kaprilat, palmitat dan stearat (Brahmana, 1998). Kandungan asam lemak kelapa sawit dan minyak inti sawit, komoditas ini sangat potensial sebagai sumber asam lemak pada pembuatan lipida terstruktur. Disamping minyak inti sawit selama ini minyak kelapa merupakan sumber asam lemak rantai sedang (Haumann, 1997).

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Lipida**

Lipida merupakan senyawa organik yang terdapat pada makhluk hidup di alam yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Komponen utama dari lipida adalah trigliserida yang lebih dari 95 % merupakan lemak dan minyak. Lipida dapat dibagi atas lipida tersabunkan (saponifiable) yang terutama adalah trigliserida dan lipida tidak tersabunkan (unsaponifiable) yang terdapat pada karoten, vitamin E dan steroid. Lipida dapat juga diklasifikasikan menurut komposisi asam lemaknya seperti panjang rantai dan derajat ketidakteraturannya atau menurut kandungan asam lemak yang terdapat pada lemak dan minyak seperti laurat, oleat, linoleat dan linolenat. Klasifikasi lainnya dapat menurut sumbernya seperti lemak susu, lemak hewani, minyak nabati dan minyak ikan (Swern, 1982).

### **2.2. Gliserida**

Gliserida (asilgliserol) merupakan ester asil dari gliserol. Berdasarkan jumlah gugus hidroksida dari gliserol yang diesterkan maka gliserida dikenal sebagai monogliserida (monoasilgliserol), digliserida (diasilgliserol) dan trigliserida (triasilgliserol). Monogliserida terdapat sebagai isomer 1-asil atau 2-asil. Digliserida terdapat sebagai 1,2- dan 2,3- serta 1,3- diasil ester (Gunstone dan Norris, 1983).

Gliserida dapat dihidrolisis menjadi gliserol dan asam lemak, sehingga gliserida merupakan sumber yang potensial untuk pembuatan gliserol yang pada industri oleokimia digunakan sebagai bahan komersial untuk berbagai kegunaan. Gliserol ini dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan monogliserida, digliserida dan trigliserida melalui reaksi esterifikasi atau interesterifikasi secara kimia maupun enzimatis. Mono dan digliserida digunakan sebagai surfaktan dan emulsifier dalam produk-produk pangan, kosmetik dan obat-obatan (Noureddini dan Modikonduru, 1997).

Minyak dan lemak alami terutama adalah trigliserida yang dikenal sebagai lemak bila dalam bentuk padat pada suhu kamar dan sebagai minyak bila cair pada suhu kamar. Minyak dan lemak merupakan trigliserida dimana tiga asam lemak diesterkan pada gliserol. Kebanyakan lemak alamiah tidak hanya mengandung satu jenis molekul trigliserida lemak dan minyak dalam makanan normal terdiri dari trigliserida rantai panjang (Long Chain Triglycerides/LCT) dengan panjang rantai asam lemak dari 14 atom C ke atas, trigliserida rantai sedang (Medium Chain Triglycerides /MCT) dengan panjang rantai asam lemak dari 8-12 atom C, dan trigliserida rantai pendek (Short Chain Triglycerides/SCT) dengan panjang rantai asam lemak lebih kecil dari 8 (Gunstone dan Norris, 1983). Minyak dari lemak dari sumber tertentu mempunyai ciri khas yang berbeda dari sumber lainnya yang tergantung pada komposisi dan distribusi asam lemak pada molekul trigliseridanya. Komposisi termasuk panjang rantai, kejenuhan dan ketidak

jenuhan serta distribusi asam lemak pada molekul gliserol akan sangat mempengaruhi sifat-sifat lemak dan minyak baik fisik maupun kimia serta metabolismenya (Kritchevsky, 1995). Dari sifat fisiknya secara umum lemak yang memiliki asam lemak jenuh (Saturated Fatty Acids/FFA) yang tinggi akan padat pada suhu kamar dan bila asam lemak tidak jenuh (Unsaturated Fatty Acids/AUFA) tinggi akan berbentuk cair. Disamping itu pola distribusi asam lemak pada molekul gliserol secara alami akan menentukan konsistensi padat atau cairnya suatu lemak dan minyak (Sreenivasan, 1978).

Lemak dan minyak memegang peranan penting dalam penentuan sifat fungsional dan cita rasa (Flavor) produk-produk pangan. Peranan lemak dan minyak dalam bahan pangan anatara lain adalah merupakan komponen pembawa flavor ; dengan perbedaan titik leleh yang akan menentukan kelembutan, sifat pembentukan krim dan rasa dalam mulut dan juga dalam pembentukan struktur remah dari roti. Disamping sifat fungsionalnya, lemak dan minyak mempunyai aspek nutrisional yang penting seperti telah disebutkan yaitu sebagai sumber energi (9 kkal/gram) ; sumber dan pembawa EFA dan vitamin A,D,E dan K ; prekursor dari prostaglandin, senyawa seperti hormon yang mengatur berbagai fungsi fisiologis dan juga penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tubuh (Giese. 1996).

Namun akhir-akhir ini komsumsi lemak dan minyak yang tinggi dihubungkan dengan berbagai penyakit seperti obesitas, kanker dan penyakit empedu. Adanya hubungan lemak dan minyak yang mengandung SFA dengan peningkatan kolesterol dan resiko jantung koroner menyebabkan timbulnya kecendrungan menurunkan komsumsi lemak dan minyak terutama lemak dan minyak yang mengandung SFA dan asam lemak trans dan meningkatkan komsumsi lemak dan minyak yang mengandung asam-asam lemak spesifik yang mempunyai pengaruh baik dalam kesehatan seperti MCFA,EFA dan PUFA seperti DHA dan EPA (Giese, 1996 ; Willis dkk., 1998).

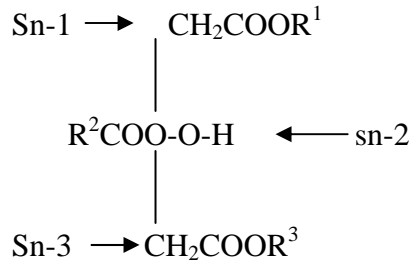
### **2.3. Asam lemak**

asam lemak adalah asam monokarboksilat yang berantai lurus dengan rantai asam mulai dari atom C4 yang terdapat dalam lemak (C1-C3 biasanya tidak terdapat dalam lemak) dan ditemukan sebagai hasil hidrolisis dari lemak. Suatu lemak tertentu biasanya mengandung campuran dari trigliserida yang berbeda panjang dan derajat ketidajenuhan asam-asam lemaknya.

Disamping adanya komposisi asam lemak yang spesifik untuk setiap sumber lemak dan minyak, juga terdapat perbedaan distribusi posisi asam-asam lemak dalam molekul gliserol pada triasilgliserolnya.

Untuk menggambarkan distribusi asam lemak dalam molekul triasilgliserol, setiap atom karbon dalam molekul gliserol diberi nomor -1, -2 dan -3 atau  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$ . Posisi setiap asam lemak dalam molekul gliserol dinyatakan sesuai dengan tempatnya. Karena gliserol mengandung dua gugus hidroksil primer, dua asam lemak yang berbeda akan dapat diesterkan pada masing-masing posisi tersebut. Kemudian pusat asimetri terbentuk dan trigliserida yang terbentuk dari digliserida ini akan menunjukkan bentuk enantiomorpik. Posisi asam lemak dalam triasilgliserol dinyatakan dengan penomoran spesifik (*Stereospecific numbering /sn*) yaitu sn-1, sn-2, sn-3 dimana pusatnya adalah gugus hidroksil sekunder yang selalu menunjukkan posisi 2, sedangkan atom karbon C-1 dan C-3 berada pada posisi 1 dan 3. Huruf sn- ditempatkan sebelum nama senyawa. Untuk menggambarkan struktur ini digunakan formula proyeksi Fisher sebagai berikut :

(Christie, 1987 ; Gunstone dan Norris, 1983 ; Parkin, 1983 ; Villeneuve dan Foglia, 1997).



Distribusi posisi asam-asam lemak ini dapat diketahui dengan melakukan hidrolisis asam-asam lemak pada posisi sn-1 dan sn-3 oleh lipase pankreatik sehingga tinggal 2-monoasilgliserol yang dapat diisolasi dan ditransesterifikasi untuk penentuan asam lemaknya pada posisi sn-2 dengan kromatografi gas. Untuk penentuan asam lemak pada posisi sn-1 dan sn-3 dilakukan hidrolisis triasilgliserol dengan reagen Grignard (EtMgBr) sehingga dihasilkan diasilgliserol (isomer sn-1,2 dan sn-2,3). Diasilgliserol disintesa hingga menjadi fosfolipid yang kemudian dihidrolisis dengan fosfolipase A yang spesifik terhadap 1,2-diasilgliserofosfatida hingga menghasilkan lisofosfatida yang mengandung asam lemak pada posisi sn-1. Selanjutnya dilakukan transesterifikasi untuk penentuan asam lemak pada posisi sn-1 dengan kromatografi gas. Asam lemak pada posisi sn-3 ditentukan dengan menganalisa 2,3-diasilgliserofosfatida (Christie, 1987).

Menurut rantainya terdapat asam lemak rantai pendek (Short Chain Fatty Acids /SCFA), asam lemak rantai sedang (Medium Chain fatty Acids /MCFA) dan asam lemak rantai panjang (Long Chain Fatty Acids /LCFA). Berdasarkan ada tidaknya ikatan rangkap pada rantai atom C, LCFA dapat dibedakan atas asam lemak jenuh (Saturated Fatty Acids/SFA) dan asam lemak tidak jenuh (Unsaturated Fatty Acids /SFA) dan asam lemak tidak jenuh (Unsaturated Fatty Acids /UFA) yang terdiri dari asam lemak tidak jenuh tunggal (Monounsaturated Fatty Acids /MUFA) dan asam lemak polienuh (Poly Unsaturated Fatty Acids / PUFA). Berdasarkan isomer geometriknya terdapat isomer cis dan isomer trans dari UFA (Simopoulos, 1994). Trans jarang sekali terdapat di alam tetapi sering ditemukan pada hasil olahan lemak dan minyak yang mengandung UFA yang dihidrogenasi seperti margarin (Willis dkk., 1998).

### 2.3.1. Asam lemak rantai pendek

Asam lemak rantai pendek (Short Chain Fatty Acids /SCFA) merupakan asam lemak dengan atom C lebih kecil dari 8. SCFA hanya sedikit terdapat di alam seperti pada lemak susu SCFA mempunyai kalori lebih rendah dari LCFA sehingga digunakan dalam produksi SL kalori rendah (Akoh, 1995).

### 2.3.2. Asam lemak rantai sedang

Asam lemak rantai sedang (Medium Chain Fatty Acids /MCFA) yaitu asam dengan atom C8-12. Diantara MCFA yang penting adalah asam kaprilat (8:0), kaprat (10:0) dari asam laurat (12:0). Sebagai SFA, MCFA tahan terhadap oksidasi dari relatif stabil pada suhu tinggi maupun rendah, suatu sifat yang menguntungkan dalam pemakaiannya.

MCFA dapat diperoleh dari hidrolisis minyak kelapa (*Cocos Nucifera Oil/CNO*) dari minyak inti sawit (*Palm Kernel Oil/PO*) (Haumann, 1997) ; Kennedy, 1997). Minyak kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) terdiri dari 2 jenis yakni minyak kelapa sawit (*palm Oil /PO*) dari bagian mesokarp buah kelapa sawit dari minyak inti kelapa sawit (*PKO*) dari biji atau inti kelapa sawit. Untuk setiap 10 ton *PO* yang dihasilkan dalam suatu proses ekstraksi dapat diperoleh sekitar 1 ton *PKO*. *PKO* dan *CNO* mempunyai komposisi asam lemak yang hampir sama (Brahmana, 1998 ; Giese, 1996) dimana asam lemak dengan rantai panjang C6-10 terdapat sebanyak 6-10 % dari C12 sebanyak 48,4 % (Law dari Thiagarajan, 1990 : Siew, 1989). Dari distribusi posisi asam lemaknya *CNO* yang relatif jenuh menunjukkan derajat asimetri yang tinggi dengan asam laurat diposisi sn-2 dari asam kaprilat serta kaprat di posisi sn-3 dari *SFA* seperti asam miristat dari palmitat terdapat pada posisi sn-1.

Saat ini terdapat kecenderungan untuk mengembangkan produk-produk lemak dari minyak dengan konsentrasi MCFA yang tinggi khususnya asam karilat dan kaprat karena kelebihanannya dalam pencernaan, penyerapan dan metabolismenya. Bila dikonsumsi, sebagian besar MCFA tidak digabungkan dengan kilomikron serta tidak mengalami penambahan ikatan rangkap (desaturation) dan perpanjangan rantai (elongasi) sehingga dapat dimetabolismekan dengan cepat seperti glukosa dengan energi dua kali lipat. MCFA telah digunakan sebagai sumber energi yang cepat bagi bayi dan pasien penderita gangguan penyerapan lemak seperti pada penyakit AIDS dan anoreksia (Willis dkk, 1998).

### **2.3.3. Asam lemak rantai panjang**

Asam lemak rantai panjang (*Long Chain Fatty Acids /LCFA*) adalah asam lemak dengan atom C lebih besar dari 12. Asam miristat (14:0), palmitat (16:0), stearat (18:0) dan arakidat (20:0) merupakan contoh *LCFA* *PO* yang diperoleh dari daging buah kelapa sawit mengandung sekitar 50 % *SFA* yang membuatnya sangat stabil dan sedikit kemungkinan teroksidasi merupakan sumber palmitat dan stearat yang umumnya pada posisi sn-1 dan sn-3 (Brahmana, 1998 ; George dan Arumughan, 1993; Giese, 1996).

Pada orang dewasa konsumsi *LCFA* dihubungkan dengan resiko penyakit hati namun pada bayi asam palmitat merupakan sumber energi yang penting. Pada lemak susu, asam palmitat, , miristat dan MCFA ditemukan pada posisi sn-2, *SCFA* ditemukan pada posisi sn-3, asam stearat di posisi sn-1 dan *UFA* di posisi sn-1 dan sn-3. Air susu ibu (*AS I*) mengandung 20-30% asam palmitat dan 70 % terdapat pada posisi sn-2 (Christie, 1987) sehingga mudah diserap. Terdapatnya asam palmitat pada posisi sn-2 akan meningkatkan penyerapan tetapi pada posisi sn-2 akan meningkatkan penyerapan tetapi pada posisi sn-1 dan sn-3 dapat menurunkan penyerapan kalsium karena terbentuknya garam yang tidak larut (Willis dkk., 1998). Pada lemak-lemak hewani *SFA* ditemukan pada posisi sn-1, walaupun asam oleat sering terdapat pada posisi ini. kekecualian yang tidak ditemui pada hewani lain ditemukan pada lemak babi dimana lebih dari 70 % dari asam palmitatnya terdapat pada posisi sn-2. Asam miristat dan palmitat dianggap mempunyai efek hiperkolesteremik, sementara asam stearat dapat merendahkan total kolesterol dan lipoprotein densitas rendah (*Low Density Lipoprotein /LDL*) (Kritchevsky, 1995).

#### **2.3.4. Asam lemak tidak jenuh tunggal**

Asam lemak tidak jenuh tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acids /MUFA) yang memiliki satu ikatan rangkap diantaranya yang penting adalah asam oleat (18:1) yang bila letak ikatan rangkap dilihat dari gugus metilnya digolongkan dalam asam lemak n-9.

Asam lemak n-9 yang dapat dimakan yang paling besar adalah asam oleat. Sumber terbesar adalah minyak zaitun (olive) dengan kandungan 72,5 % kacang tanah 44,8 % dan PO 36,6 % (perkins, 1993). Pada PO 69,40% asam oleat terdapat pada posisi sn-2 (George dan Arumughan, 1993) sementara pada minyak biji-bijian lain seperti minyak kedelai, canola dan safflower, asam oleat terdapat pada posisi sn-1, namun terdapat kekecualian pada lemak coklat dimana asam oleat banyak terdapat di posisi sn-2 (Christie, 1987). Asam oleat bukan EFA tapi dapat menurunkan kolesterol serum dan meningkatkan stabilitas oksidatif, sehingga sering digunakan dalam pembuatan SL (Vileneuve dan Foglia, 1997). Dalam sintesa SL asam oleat digunakan untuk keseimbangan nutrisi (Kennedy, 1991).

#### **2.3.5. Asam lemak polienua**

Asam lemak polienua (Poly Unsaturated Fatty Acids PUFA) merupakan asam-asam lemak yang tidak jenuh yang memiliki dua sampai enam ikatan rangkap cis. PUFA dapat dibagi dalam beberapa golongan berdasarkan letak ikatan rangkap yang terdekat terhadap gugus metilnya. Golongan terpenting diantaranya adalah asam-asam lemak n-3 seperti asam  $\alpha$ -linoleat (18:3,9,12,15), eicosapentaenoic acid (EPA) (20:5 5,8,11,14,17) dan docosahexaenoic acid (DHA) (22:6,7,10,13,16,19); asam lemak n-6 seperti asam linoleat (18:2 9,12)  $\gamma$ -linoleat (18:3 6,9,12) dan arakidonat (20:4 5,8,11,14) (Gunstone dan Norris, 1983).

#### **2.3.6. Asam lemak n-6**

Asam linoleat (C 18:2n-6) yang merupakan EFA termasuk dalam asam lemak n-6 yang jumlahnya terbesar. Minyak-minyak nabati merupakan sumber penting untuk LCFA yang tidak jenuh khususnya EFA seperti asam linoleat dan linolenat. Minyak kedelai mengandung linoleat sebanyak 51 %; minyak jagung 58 %; minyak biji kapas 51,5 % dan minyak kacang tanah 32% (Perkins, 1993; Willis, 1998). Pada minyak biji-bijian kebanyakan PUFA khususnya asam lemak linoleat dan linolenat terdapat pada posisi sn-1 sementara MUFA relatif terdistribusi (Christie, 1987).

Asam linoleat dan arakidonat terdapat dalam fosfolipid dan penting dalam pengaturan struktur dan fungsi membran selular dan subelular, dan juga merupakan prekursor kunci untuk beberapa eikosanoid. Esensialnya asam lemak n-6 ini pertama kali ditunjukkan oleh Burr dan Burr pada 1929. Defisiensi EFA ini dihubungkan dengan lambatnya pertumbuhan, sterilitas dan pecahnya kapiler (Willis dkk., 1998). Intake asam linoleat pada tingkat 1-2 % dari total dietary kalori cukup untuk mencegah defisiensi. Defisiensi jarang terjadi pada orang dewasa normal karena asam lemak ini berlimpah dalam kebanyakan makanan SL yang dipakai untuk kebutuhan nutrisi biasanya akan mengandung asam linoleat untuk memenuhi kebutuhan akan EFA (Vileneuve dan Foglia, 1997).

### **2.3.7. Asam-asam lemak n-3**

Pada tahun-tahun terakhir ini telah diketahui bahwa PUFA dari jenis n-3 yaitu EPA dan DHA merupakan komponen yang penting dalam diet. Sumber asam lemak n-3 yang penting adalah minyak-minyak ikan seperti ikan salmon (EPA 4,5 % ; DHA 17,0 %), mackerel (EPA 7,6 % ; DHA 7,7 %) dan minyak hati ikan cod (EPA 9,3 % ; DHA 8.6 %).

Pada minyak ikan dan hewan laut, PUFA dalam konsentrasi tinggi ditemukan di posisi sn-2 dan sebagian di posisi sn-3, asam miristat, palmitat dan palmitoleat di posisi sn-3, asam cleat dan MUFA terutama di posisi sn-1 dengan kecendrungan semakin panjang rantainya akan terdapat pada posisi sn-3 (Christie. 1983 ; Parkins, 1993).

Pada orang dewasa EPA dan DHA berperan dalam pencegahan atherosklerosis, pertumbuhan tumor, thrombosis, hipergliseridemia dan tekanan darah tinggi (Willis dkk., 1998). Pada anak-anak defisiensi asam lemak n-3 secara klinis dilaporkan dengan gejala gangguan penglihatan dan saraf, dermatitis dan lambatnya pertumbuhan. Karena hal tersebut asam lemak n-3 seperti OHA sekarang diutamakan sebagai asam lemak yang penting dalam makanan anak-anak dan akan termasuk dalam sejumlah besar SL untuk anak-anak (Vileneuve dan Foglia, 1997). Sejak Bang dan Dyerberg menunjukkan hubungan anatar tingginya intake minyak ikan dengan rendahnya penyakit kardiovaskuler di Greenland Eskimo, banyak penelitian diarahkan untuk menyelidiki bagaimana asam-asam lemak n-3 yang lain melangsungkan aktifitas fisikologisnya (Iand, 1986). Saat ini sumber-sumber asam lemak n-3 dari bahan asal laut selain ikan banyak diteliti (Cartens dkk, 1996).

### **Pencernaan dan Metabolisme Lemak dan Minyak**

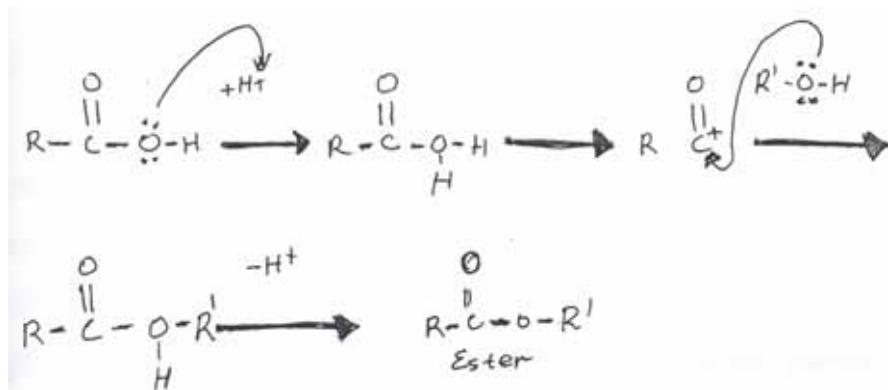
Sifat-sifat fisika dan nilai gizi dari suatu lemak ditentukan oleh komposisi dan distribusi asam-asam lemaknya pada molekul gliserol (Silalahi, 1999). Dari segi nutrisi perbedaan ini kan mempengaruhi penyerapannya dalam sistem pencernaan (Kritchevsky. 1995). Dalam konsumsi lemak dan minyak secara keseluruhan perlu dicatat bahwa dalam tubuh (a) sumber energi utama adalah glukosa yang terdapat sebagai gula darah dan hanya glukosa yang dapat digunakan hati dalam pengaturan gula darah sedangkan asam lemak tidak, (b) kelebihan karbohidrat disimpan terutama sebagai glikogen dalam hati dan kemudian sebagai lemak dalam jaringan adiposa, (c) kelebihan suplai protein akan diubah menjadi lemak , (d) bila energi dibutuhkan pertama akan diperoleh dari sumber glikogen, kemudian dari lemak dan terakhir dari protein. Kebutuhan lemak untuk orang dewasa adalah 120 - 150 gram per hari (Gunstone dan Norris, 1983).

### **Pencampuran**

Pencampuran (Blending) biasanya dilakukan terhadap MCT dengan LCT yang sering digunakan sebagai nutrisi dalam enteral dan parenteral (Haumann, 1997 ; Willis dkk, 1998). Terdapat anggapan bahwa SL hasil reaksi dengan katalis lipase atau kimia lebih baik untuk kesehatan daripada hasil pencampuran fisi yang sederhana karena perbedaan penyerapannya, walaupun beberapa peneliti menemukan tidak terdapat perbedaan pengaruh antara keduanya terhadap metabolisme (Willis dkk, 1998).

### 2.3.8 Esterifikasi

Esterifikasi yang merupakan reaksi antara asam karboksilat dan alkohol untuk membentuk ester adalah reaksi ionik yang merupakan kombinasi dari adisi dan penyusunan kembali dengan reaksi sebagai berikut (Davidek dkk, 1990) :



Esterifikasi asam-asam lemak dengan gliserol telah dikenal sejak 1844 dimana Pelouze dan Getis menggunakan asam butirat. Reaksi esterifikasi kimia sederhana dapat dilakukan pada suhu tinggi tanpa menggunakan katalis dan pada suhu yang lebih rendah dilakukan dengan katalis. Katalis asam seperti benzene dan asam toluenasulfonat (toluenesulfonic acid) dianggap akan memberi hasil paling cepat dengan mengeluarkan air yang terbentuk secara azeotrop. Kecepatan reaksi tergantung pada jenis asam dan alkohol yang digunakan (Willis dkk, 1998).

Produk ester yang dihasilkan selama esterifikasi tergantung pada perbandingan asam dan alkohol. Untuk gliserida yang diesterifikasi sebagian digunakan jumlah stoikiometri <3:1 anatar asam lemak dan gliserol. Produk kasar yang diperoleh merupakan campuran dari asam-asam lemak dan gliserol yang tidak bereaksi, monogliserida, digliserida (1,2- dan 1,3-) dan trigliserida. Asam-asam lemak dapat dikeluarkan dari campuran dengan penyabunan (saponification) dan gliserol dihilangkan dengan pencucian dengan larutan garam atau air sehingga akan diperoleh campuran monoasilgliserol, diasilgliserol dan trasilgliserol. Gros dan Feuge melakukan esterifikasi asam laurat dengan gliserol. katalis asam p-TSA pada suhu 100°C dengan asetonitril sebagai zat azeotrop d'an lama reaksi 6 jam menghasilkan 70.8 %, monoasilgliserol. 29.0% diasilgliserol dan 0,2 % triasilgliserol yang diperoleh dengan pemisahan kromatografi kolom (Sontag, 9182), Esterifikasi secara enzimatik juga dilakukan untuk menghasilkan 1,3 digliserida (Berger dkk 1992), Esterifikasi asam lemak stearat atau palmitat dengan gliserol menggunakan katalis p-TSA dapat menghasilkan 1,3 - digliserida sebanyak 12 % yang diperoleh dengan pemurnian secara kristalisasi (Elisabettini dkk, 1998). Digliserida akan mengalami isomerisasi dalam pelarut inert atau dalam keadaan kering walaupun pada suhu rendah, sehingga bila akan digunakan dalam suatu sintesa atau untuk penggunaan biosintesa harus secepat mungkin setelah pembuatannya (Christie, 1982).

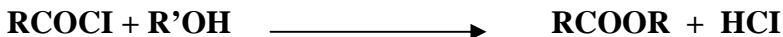
Esterifikasi secara kimia antara asam dan gliserol, alkohol lainnya atau gliserida partial merupakan metode untuk memasukkan (Inkorporasi) asam-asam lemak untuk membentuk trigliserida baru (Willis dkk, 1998). Secara industri esterifikasi kimia telah

dilakukan untuk pembuatan trigliserida dan turunannya, pewangi makanan (flavorings), dalam parfum (fragrances), plastisizer dan emulsifier (Wiseman, 1983).

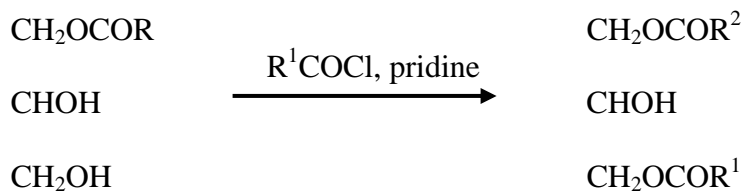
Ester dapat juga diperoleh dengan cara-cara sebagai berikut :

**a. Reaksi dengan asil klorida**

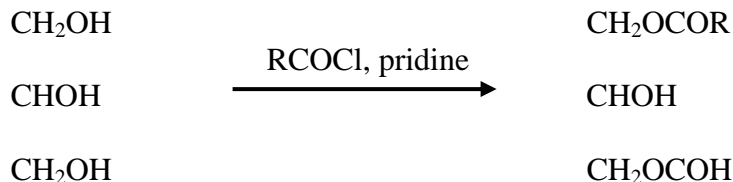
Reaksi asil klorida dengan alkohol dengan adanya basa lemah piridin akan menghasilkan ester (Carey, 1992). Reaksi ini dapat berlangsung dengan cepat menggunakan katalis karena asil klorida lebih reaktif dari asam karboksilat. Piridin merupakan amin tertier akan menetralkan asam klorida yang terbentuk.



1,3 digliserida dengan dua grup asil yang berbeda dibuat dengan asilasi langsung dari 1-monogliserida.



1,3-gliserida dengan dua grup asil yang sama diperoleh dengan asilasi langsung dari gliserol. 1,3 – digliserida dapat dimurnikan dengan kristalisasi.



1,2-digliserida lebih sulit dibuat daripada 1,3-digliserida karena kecepatannya mengalami migrasi asil dan sulitnya dikristalisasi.

**b. Reaksi dengan asam anhidrida**

Perpindahan asil dari asam anhidrida ke dalam alkohol merupakan suatu metode dalam pembuatan ester dimana digunakan katalis asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) atau basa (piridin) (Carey, 1992).



Trigliserida dengan satu jenis asam dapat dibuat dengan mudah dengan asilasi langsung gliserol dengan klorida asam, anhidrida atau asam bebas. Trigliserida dengan dua dan tiga asam diperoleh dengan perluasan prosedur pembuatan mono- dan digliserida (Gunstone dan Norris, 1983).

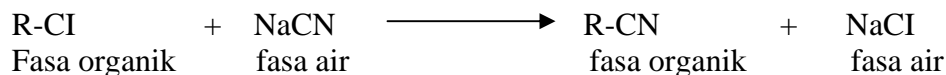


### C. Reaksi alkil klorida dengan garam logam dari asam organik

Oleil klorida dengan kalium oleat telah direaksikan dengan menggunakan tridodekilamin hidroklorida sebagai katalis perpindahan dua fasa (Brahmana, 1993).



Dewasa ini katalis perpindahan dua fasa sering digunakan untuk menyatukan dua peraksi yang tidak dapat dicampur. Katalis perpindahan dua fasa ini walau hanya dalam jumlah sedikit dapat mengikat salah satu pereaksi dan menariknya ke fasa yang normal bagi pereaksi lainnya untuk kemudian bereaksi dengan cukup cepat. Sebagai contoh yaitu reaksi penggantian oleh sianida pada alkil klorida atau bromida :

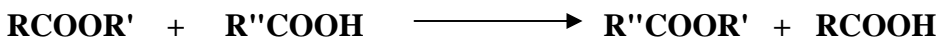


Campuran natrium sianida dengan 1-klorooktan dalam air walupun diaduk dan dipanaskan selama beberapa hari, tidak akan memberikan hasil sama sekali. Tetapi dengan menambahkan sedikit garam amonium kuarterneir maka diperoleh 1-sianooktan hampir 100 % selama dua jam.

### d. Transesterifikasi

Esterifikasi dapat dilakukan dengan transesterifikasi yaitu mereaksikan ester atau bahan yang mengandung ester asam lemak dengan asam (asidolisis), alkohol/gliserol (alkoholisis/gliserolisis) dan pertukaran ester (ester interchange /interesterifikasi) (davidk dkk, 1990 ; Gandhi, 1997 ; Gunstone dan Norris, 1983 ; Sontag, 1982). Reaksi transesterifikasi dapat dilakukan dengan katalis kimia maupun enzim lipase. Istilah transesterifikasi dan interesterifikasi digunakan oleh beberapa penulis secara bergantian (Silalahi, 1999).

Asidolisis merupakan transfer grup asil antara asam dan ester.



Campuran trigliserida dan FFA digunakan sebagai reaktan untuk reaksi asidolisis dimana pertukaran FFA dengan grup asil dari triasilgliserol akan menghasilkan triasilgliserol yang diperkaya dengan asam lemak.

Alkoholisis/gliserosolisis merupakan reaksi antara alkohol/gliserosol dengan ester.

### 2.3.9 Klorinasi

Reaksi klorinasi merupakan bagian dari reaksi halogenasi yaitu pemasukan gugus klor ke dalam suatu senyawa. Peraksi-peraksi halogenasi yang banyak digunakan adalah senyawa klor atau brom, walaupun ada beberapa reaksi yang menggunakan senyawa flour atau iodium.

Reaksi klorinasi dapat dilakukan terhadap gugus hidroksil, ikatan rangkap, ikatan jenuh yang memiliki gugus oksim dan gugus alilik. Reaksi klorinasi tergantung pada keberadaan gugus fungsi yang terdapat pada senyawa tersebut. Gugus fungsi ini sangat mempengaruhi pemilihan jenis peraksi yang akan digunakan. Propanol -1 dapat diklorinasi dengan menggunakan HCl untuk menghasilkan propil klorida. Asam lemak seperti asam laurat tidak akan mengalami reaksi klorinasi bila menggunakan HCl, tetapi akan segera membentuk lauroil klorida bila diklorinasi dengan  $PCl_3$  ataupun  $SOCl_2$  (House, 1972).

### 2.3.10 Trigliserida rantai sedang

Trigliserida rantai sedang (Medium Chain Triglycerides /MCT) merupakan trigliserida yang mengandung terutama asam-asam lemak C8-10 dan sedikit C6 dan C12. Jenis-jenis asam lemak yang menyusun MGT adalah C6:0 sampai 6% ; C8:0 65 sampai 75 % ; C10 : 0 25 sampai 35% dan C12 : 0 sampai 2%.

Struktur kimia trigliserida menjadikannya berbeda dari lemak dan minyak konvensional. Kandungan asam lemak jenuh membuatnya stabil pada suhu tinggi dan tidak mudah teroksidasi, pada suhu rendah sampai 0°C juga masih stabil dan tetap jernih serta encer. Trigliserida dengan kalori 8.3 kkal/gram lebih larut daripada trigliserida rantai panjang. Pada produk pangan, trigliserida digunakan untuk menggantikan minyak nabati dalam makanan-makanan rendah kalori ; pembawa flavor, warna dan vitamin; serta memberi permukaan yang berkilat dan mencegah sifat lengket dari produk kembang gula (Akoh, 1998).

Sejak tahun 1950, trigliserida telah digunakan pada penderita gangguan penyerapan lipida. Trigliserida lebih larut dalam air dan dapat ditransfer langsung dari pembuluh darah ke dalam sel tanpa inkorporasi ke dalam kilomikron dan tidak tergantung karnitin sehingga tidak mudah disimpan dalam jaringan adiposa seperti trigliserida rantai panjang. Kekurangan trigliserida adalah tidak mengandung asam lemak esensial PUFA dan dalam bentuk murni mungkin berbahaya pada dosis tinggi karena dapat menimbulkan ketosis (Akoh, 1995). Kombinasi trigliserida dan trigliserida rantai panjang secara teori lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan trigliserida rantai panjang sendiri. Keuntungan yang diperoleh dari kombinasi ini dapat menjadi dua kali lipat karena dapat memperoleh energi yang cepat dari asam lemak rantai pendek dan adanya asam lemak rantai panjang sebagai sumber asam lemak esensial (Akoh dan Yea, 1997).

Pembuatan trigliserida secara industri dilakukan dengan sintesis langsung dari asam rantai pendek dan gliserol pada suhu dan tekanan tinggi diikuti dengan pencucian alkali, refining dengan uap, destilasi molekular dan ultrafiltrasi untuk memurnikan

produk. Secara enzimatik pembuatan trigliserida dapat dilakukan dengan esterifikasi gliserol dengan asam lemak rantai pendek pada suhu sedang dengan menggunakan lipase.

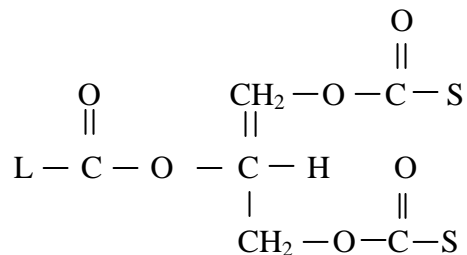
Pembuatan trigliserida telah dilakukan dengan mengesterifikasi gliserol dan asam kaprat selama 24 jam hingga diperoleh trikaptin sebanyak 47,6 % (Kwon dkk, 1996). Penggunaan minyak kelapa sebagai bahan dasar pembuatan trigliserida dengan proses yang didasarkan pada reaksi interesterifikasi antara trigliserida dengan metil ester dari asam lemak rantai pendek dengan katalis yang berbeda telah dilakukan hingga diperoleh minyak kelapa dengan 25-28,3 % minyak rantai pendek pada perlakuan dengan katalis natrium metoksida dan 22,1 - 25% dengan katalis lipase Muchor Miehei (Ghosh dan Bhattacharyya, 1997).

Pembuatan trigliserida secara kimia dan fraksinasi lenih efektif secara ekonomis bila dibandingkan dengan penggunaan lipase, namun lipase spesifik-1,3 banyak digunakan dalam pembuatan lipida terstruktur karena dapat menempatkan asam-asam lemak khusus pada posisi sn-1 dan sn-3 (Willis, 1999).

### 2.3.11 Lipida terstruktur

Definisi dari lipida terstruktur (Structured lipids/SL) secara luas dapat disebut sebagai lipida yang telah distrukturisasi untuk merubah posisi dari asam-asam lemaknya dan dimodifikasi untuk merubah posisi alaminya, (Akoh, 1995 ; Haumann, 1997; Kennedy , 1991).

Struktur umum dari SL dapat digambarkan sebagai berikut (Akoh, 1998) :

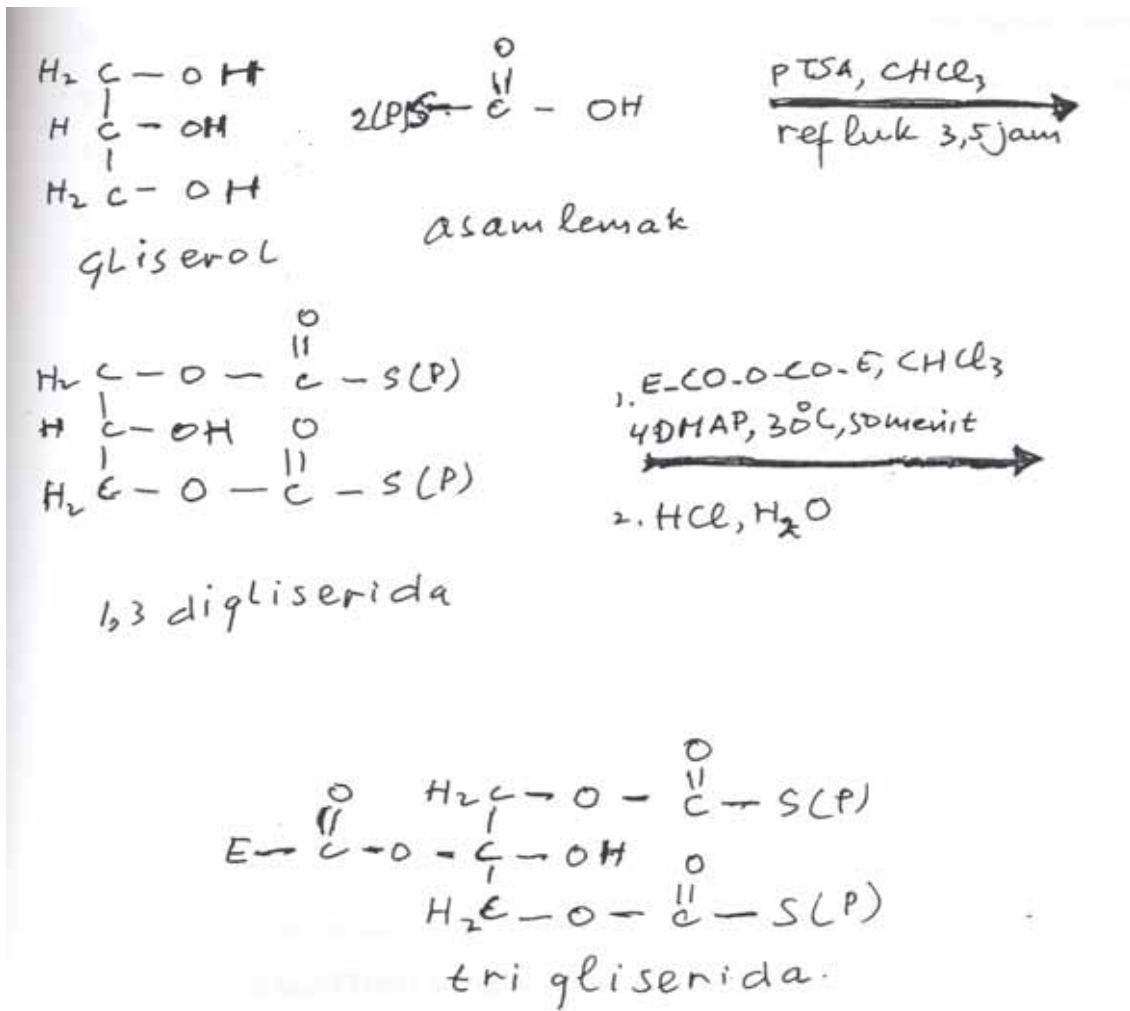


S adalah asam lemak rantai pendek dan L adalah asam lemak rantai panjang dan posisi S, dan L dapat saling bertukar sesuai kebutuhannya. Dengan tujuan untuk menyediakan asam-asam lemak spesifik, SL dapat mengandung berbagai asam lemak essential dan asam lemak poliena, dimana lebih disukai menempatkan pada posisi sn-1 dan sn-3 serta asam lemak rantai panjang pada posisi sn-2 (Willis dkk, 1998).

Lipida, terstruktur sangat efektif dalam pembuatan triasilgliserol dengan asam lemak yang diinginkan dalam penggunaannya sebagai makanan - makanan fungsional dan obat atau makanan dalam pengobatan, untuk menyembuhkan penyakit-penyakit khusus, menjaga kondisi metabolik dan untuk mengoptimalkan nutrisi. Kemampuan merancang lipida yang dapat menekan penyakit, meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan akan membuat penerapannya menjadi sangat luas dalam bidang pangan dan obat-obatan (Akoh, 1995).

Untuk pemakaian komersial SL dibuat dengan cara hidrolisa minyak-minyak secara kimia dan reesterifikasi secara random atau dengan interesterifikasi (Quinlan dan Moore, 1993). Esterifikasi dengan katalis lipase telah menghasilkan campuran triasilgliserol yang banyak digunakan seperti lemak coklat (Cocoa Butter Substitutes /

CBS) yang dianggap tidak mungkin dilakukan secara kimia. Namun telah dilaporkan bahwa interesterifikasi minyak kedelai dengan metil stearat menggunakan katalis natrium metoksida menunjukkan regioselektifitas dimana reaksi pada posisi Sn-1 dan Sn-3 lebih cepat bila dibandingkan dengan reaksi pada posisi sn-2 (Konishi dkk, 1993). Sintesis trigliserida dengan asam lemak campuran pada posisi tertentu dilakukan secara kimia melalui tahapan reaksi esterifikasi gliserol dengan asam palmitat atau stearat menggunakan katalis p- TSA untuk menghasilkan 1,3-digliserida dan kemudian direaksikan dengan anhidrid asam elaidat menggunakan katalis 4-dimetil aminopiridin (4-dimethylaminopyridine /4- DMAP). Untuk memasukan asam lemak pada posisi sn-2 sehingga diperoleh trigliserida dengan palmitat atau stearat pada posisi sn-1 dan sn-3 dan elaidat pada posisi sn-2 (Elisabetini, 1998).



SL darat lebih bermanfaat dari lemak dan minyak alami karena dibuat secara khusus untuk tujuan tertentu misalnya dengan modifikasi sifat fisik dan reologi yang digunakan dalam produk-produk pangan (Sreenivasan, 1978) ; sebagai lemak kalori rendah untuk pengganti lemak alami (Fat substitutes). (Akoh, 1995), dengan modifikasi distribusi posisi asam lemak untuk keperluan nutrisi dalam kondisi metabolisme tertentu seperti pasien dengan penyakit yang mengakibatkan gangguan penyerapan lemak, bayi

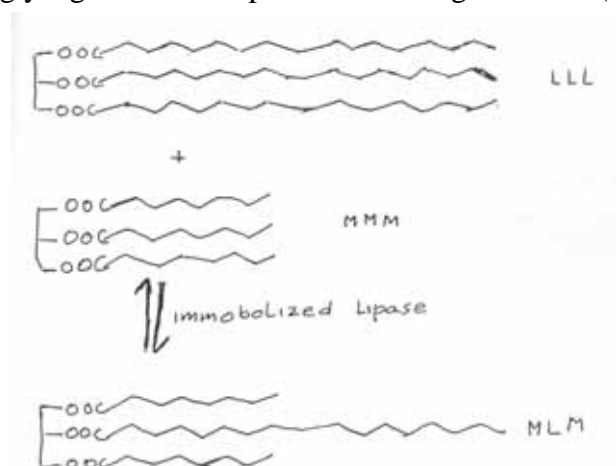
dan orang tua dan juga untuk orang-orang yang memerlukan energi dalam waktu cepat seperti atlet binaraga dan atletik (Willis dkk, 1998).

Interesterifikasi minyak kedelai dengan stearat yang tinggi dapat merubah struktur dan sifat fisik minyak sehingga dapat digunakan untuk pembuatan margarin (Lists dkk, 1997). Untuk meningkatkan stabilitas oksidatif lipida, campuran minyak biji melon dengan minyak bunga matahari telah diinteresterifikasi secara enzimatik dengan menggunakan lipase pseudomonas sp yang non spesifik (Moussata dan Akoh, 1998).

Produk lemak kalori rendah yang saat ini banyak diminati karena keinginan untuk menurunkan berat badan, antara lain dilakukan dengan inkorporasi kaproat dan butirat terhadap triolein dan lipase *Rhizomucor miehei* (Fomuso dan Akoh, 1997) dan interesterifikasi tristearin dan trikaprin atau trikaprilin dengan lipase spesifik sn-1,3 (Akoh dan Yea, 1997). Trigliserida rantai panjang dan pendek (Short and Long Acyl-Triglyceride Molecule /SALATRIM) yang terdiri dari campuran LCFA (yang lebih banyak sterat) dan SCFA (asetat, propionat dan butirat) yang diesterkan dalam gliserol telah dikembangkan oleh grup Nabisco Foods sebagai lemak dengan kalori rendah. Berdasarkan perbandingan antara asam lemak rantai pendek dan asam lemak rantai panjang SALA TRIM dapat dirancang untuk memperoleh lemak yang memiliki sifat-sifat fisika dan fungsi berbeda untuk penggunaan dalam bidang pangan dan kesehatan (Akoh, 1998).

Untuk memenuhi kebutuhan akan asam lemak essential dilakukan interesterifikasi trikaprin dan triolein sehingga diperoleh hasil akhir yang mengandung 43,3 - 57,7 % asam kaprat dan 42,3 - 54,6 % asam oleat pada posisi sn-2 (Lee dan Akoh, 1996). Reaksi asidolisis asam kaprilat dengan minyak safflower atau minyak linseed dilakukan dengan lipase spesifik sn-1,3 (Shimada dkk, 1996). SL yang mengandung asam-asam lemak n-3 dan trigliserida telah disintesa secara kimia dengan hidrolisis dan random esterifikasi dari minyak ikan dan trigliserida. Sintesis SL yang mengandung EPA dan DHA secara enzimatik telah berhasil dilakukan dan ternyata total n-3 EPA dan DHA pada posisi sn-2 sebanyak 32% (Akoh dan Lee, 1998).

Lipida terstruktur yang mengandung asam lemak rantai sedang (MMM) dan asam lemak rantai panjang (LLL) disintesis dengan menginteresterifikasi trikaprilin dengan minyak kacang tanah dengan katalis lipase immobil. Trigliserida yang terbentuk berupa MLM yang mengandung asam lemak rantai sedang pada posisi sn-1 dan sn-3 dan asam lemak rantai panjang yang essential di posisi sn-2 sebagai berikut (Soumanou dkk, 1997)



## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Pembuatan Minyak Kacang Kedelai**

Minyak kacang adalah minyak yang diperoleh dari biji-biji dengan pemerasan. Minyak berwarna kuning pucat. Hasilnya 3%.

### **3.2. Pembuatan Minyak Ikan**

Minyak ikan adalah minyak lemak yang diperoleh dari hati godus morrhuwa. L yang segar, yang tersimpan balik dan dari spesies-spesies keluarga (familia) godidae. Dibersihkan dari lemak-lemak padatnya dengan penyaringan pada 0°C. tiap gram minyak mengandung vitamin A tidak kurang 600 standar internasional dan vitamin D tidak kurang dari 85 standar internasional. Pemberian minyak ikan berwarna kuning pucat sampai coklat emas, bau khas agak amis, tetapi tidak tengik, rasanya amis. Minyak ikan mengandung EPA dan DHA. Preparat dilarutkan dalam isooctan I. Kadarnya 2%. Bahan-bahan kimia n-heptana, n-hexana dan asetonitril (Merck) Jerman.

### **3.3 Peralatan**

- HPLC dari Shimadzu (Tokyo Jepang).
- 2 pum s diperoleh dari model LC-6A.
- Injector model SIL-68 dengan sistem kontrol model 5 CL-6B.
- Detektor untuk penguapan dengan detektor model 750-14.
- Dengan menggunakan sistem kromatografi Ltd, Macclesefield.Cheshire England.
- Kolum (Chrom sphm-lipid 5 mikro meter 4,6 X 250 mm) diperoleh dari Chrompack Ltd, Midlleburg, Nederlands).

### **Percobaan pada temperatur (23-25) DC**

Pelarutan campuran diaduk dengan magnet sterik selama 5 menit sebelum pemakaiannya. Hati-hati pada waktu pencampuran pelarut dan yang sangat penting pengambilan kesimpulannya. Dua jenis pelarut A (n-heptana) dan (B) n-heptana , asetonnitril (100:2) v/v.

- a. Pemisahan metil asam lemak, asam lemak beralkohol (tabel 1). Disuntik 117 ug.  
Analisa distop pada 18 menit.  
Dasar aliran 3,0 ml/menit  
Pelarut (A) Heptana. (B) HeptanalAsetonitril (100:2).
- b. Pemisahan etil ester asam lemak dari minyak ikan.  
Suntikan sampel 95 ug  
EPA = asam ecos pantenoik (20:5)  
DHA = Asam Docosa Heptanoik (22:6)
- c. Pemisahan standar FAME dan FaH dengan 0 jika ikatan rangkap .  
Pada tabel-1 sampel (FAME-FOH)  
Disuntik 55 ug

- d. Pemisahan triacyliserl dari minyak kacang kuning
- e. Pemisahan dari standar triasil gliserol

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kadar minyak kacang kedelai 3% dari biji  
Kadar minyak ikan diperoleh adalah 2 %

Menurut laporan Adlof (II) pemisahan metil ester asam lemak dalam bentuk cis, transmetil oleat, 4 isomer metil linoleat cis/trans dengan n-hexana dan asetonitril. Percampuran berulang kali sangat berhasil pemisahan sempurna. Perubahan hasil dari n-hexana dengan n-heptana. Dengan sistem HPLC Shimadzu pada pemakaian yang cukup berhasil dengan heptana dan asetonitril (lihat pada tabel1).

Ia sangat stabil dari hasil pencampuran. Hasilnya sangat jelas dapat dibuktikan setelah pemeriksaan (11) metilester asam lemak dengan tiga ikatan rangkap dua, mudah dielusi didalam pencampuran, bentuk cis dan isomer trans sangat berhasil (gambar 1).

Dengan cepat, cukup baik, sesuai etil ester asam lemak dengan 6 cis ikatan rangkap di dalam waktu 35 menit (gambar 2).

Pemisahan EPA dan DHA. Di dalam pemisahan didalam bentuk yang baik dari 1,2 diklorometan, diklorometan, metanol dan asetonitril. Didalam analisis metil ester asam lemak dari plasma lipida (4) asam lemak dengan 6 ikatan rangkap dielusi selama 40 menit dan dianalisa dengan komposisi asam lemak dari dysidea fragilis (5) diperoleh puncak-puncak sampai 43 menit FAME dan FOH. Interaksididalam kolum ion perak hasil yang diperoleh 2 ikatan rangkap dengan elektron bebas dalam alkohol polar group (16). Disana diperoleh FOH dan FAME tidak jenuh (gambar 3). Sebagai fase gerak pelarut polar didalam poli alkohol tak jenuh. Didalam pencampuran metil linoleat dan alkohol stearat. Dengan diperolehnya pencampuran yang sempurna dari FAME dan FOH

### **TRIASIL GLISEROL**

Prosedur penggunaan triasil gliserol diperoleh 9 puncak cis berikatan rangkap (trilinoleat). Pada gambar 4 analisis ditunjukkan triasil gliserol dalam minyak kacang kedelai. Identifikasi puncak didalam kromatogram diperoleh didalam analisis standar campuran triasil gliserol (tripolmitin, tristearin, trioleat, trilenoleat, trilenolenin (gambar 5).

Christie (7) campuran dari minyak lin seed dan minyak primrose (8). Hasil analisis diperoleh didalam pelarut 1,2 diklorometan, diklorometan, aseton dan asetonitrin. Triasil gliserol dengan 9 puncak ikatan rangkap diperoleh dalam waktu 52 menit. Hasilnya cukup baik triasil gliserol dengan 9 ikatan rangkap dalam waktu 45 menit (gambar 5). Resolusi Christies dicampurkan perlahan-lahan didalam ringnya tetapi pada bahagian minyak lin seed (7) triasil gliserol diperoleh satu titik jenuh, satu dienolik dan satu trienoik asam lemak dengan triasil gliserol dan tiga dienoik asam lemak. Didalam kromatogram diperoleh serupa campuran yang jelas puncak - puncaknya LRLn dan LLL didalam gambar 4.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

- 5.1 Pembuatan minyak kacang Kedelai 3% dan minyak ikan 2% hasil pemisahan cukup baik.
- 5.2 Isomer bentuk cis, trans FAME, FOH dan Tg dianalisis dengan kolum ion Ag HPLC.
- 5.3 Pemisahan minyak ikan diperoleh EPA dan DHA
- 5.4 Pemisahan minyak kacang kedelai diperoleh cukup baik dengan pelarut n-hektana dan asetonitril. diperoleh tripalmitat, tristearat, trioleat, trilenoleat dan trilenolenin.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Nikolova-Damyanova, B. In *Advances in Lipid Methodology-one*, edited by W.W. Christie, Oily Press, Ayr, 1992, pp.181-237.
- Dobson, G., W.W. Christie, and B. Nikolova-Damyanova, *Silver Ion Chromatography of Lipids and Fatty Acids*, *J. Chromatogr. B* 671 : 197 - 222 (1995).
- Christie, W.W., and G.H.M. Breckenridge, *Separation of cis and trans Isomers of Unsaturated Fatty Acids by High-Performance Liquids Chromatography in the Silver Ion Mode*, *J. Chromatogr.* 4(39:261-269 (1989).
- Christie, W.W., *Gas Chromatography and Lipids*, Oily Press, Ayr, 1989.
- Christie, W.W., E.Y. Brechany, K. Stefanov, and S. Popov, *The Fatty Acids of the Sponge Dysidea fragilis from the Black Sea*, *Lipids* 27:640-644 (1992).
- Christie, W.W. . *A Stable Silver - Loaded Column For The Separation of lipids by High Performance Liquid Chromatography*, *J. High Resol. Chromatogr. Chromatogr. Commun.* 10: 148-150 (1987)
- Christie, W.W., *Separation of Molecular Species of Triacylglycerols by High-Performance liquid Chromatography with a Silver Ion Column*, *J. Chromatogr.* 454:273-284(1988).
- Christie W.W , *Fractionation of the Triacylglycerols of Evening Primrose Oil by High-Performance Liquid chromatography in the Silver Ion Mode*, *Fat Sci, Technol.* 93: 65 -66 (1991)
- Hathaway, G.J., N.H. Proctor, J.P. Hughes, and M.I. Fishman (eds.), *Proctor and Hughes Chemical Hazards of the Work Place*, 3<sup>rd</sup> edn., Van Nostrand Reinhold , New York, 1991.

- Adlof, RO. and E.A. Emken, Partial Argentation Resin Chromatography (PARC): II Separation of Saturated and Mono -, Di -, Tri -, and Tetraenoic Fatty Esters, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 57: 276 - 278 (1980).
- Adlof, RO. Separation of cis and trans Unsaturated Fatty Acid Methyl Esters by silver Ion High - Performance Liquid Chromatography, *J.Chromatogr.* 659: 95 - 99 (1994).
- Adlof, RO., Analysis of Triacylglycerol Positional Isomers by Silver Ion High Performance Liquid Chromatography, *J. High Resol. Chromatogr.*18: 105 -1 07 (1995)
- Low L .K, J.R Meeks, and C.R Mackerer, in Ethel Browning, s Toxicity and Metabolism of industrial Solvents, 2<sup>nd</sup> edn" Vol. I, edited by R Snyder, EI.sevier, Amsterdam, 1987, p.297
- Herskowitz, A., N. Ishii, and H . Schaumburg, n-Hexane Neurophy- A Syndrome Occurring as a Result of industrial Exposure, *New Eng. J. Med.* 285 : 82 - 85 (1971)
- Spencer, P. S., H. Schaumburg, M. Sabri, and B. Veronisi ,the Enlarging View of Hexacarbon Neurotoxicity. *GRG Grit. Rev. Toxicol.* 7: 279 – 356 (1980).
- Nikolova- Damyanova, B., W.W. Christie, and B. Herslof , Silver Ion High performance Liquid Chromatography of Esters of Isomeric Octadecenoic Fatty Acids with Short- Chain Monounsaturated Alcojhol, *J. Ghromatogr.* 693: 235 - 239 (1995)