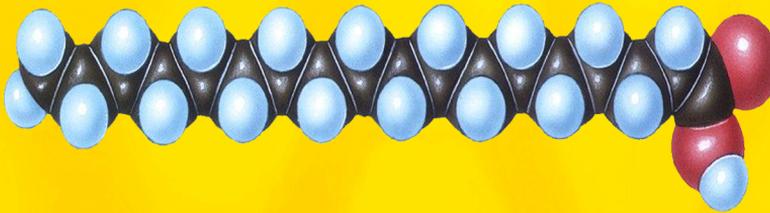
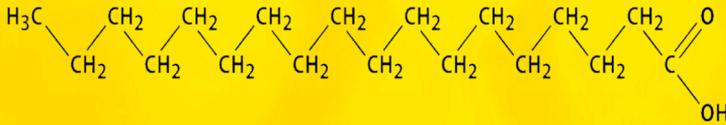
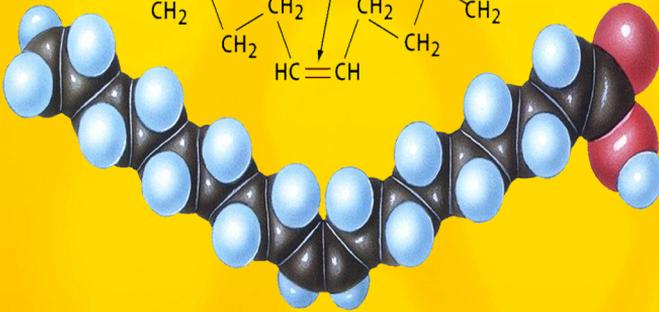
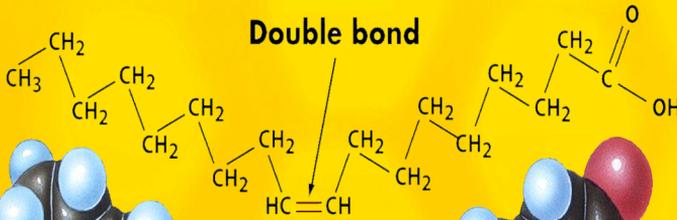


LIPIDA



Hydrogen (H)



Oxygen (O)



Carbon (C)

Christine F. Mamuja

UNSRAT PRESS
2017



LIPIDA

Oleh:

Christine F. Mamuja



**UNIVERSITAS SAM RATULANGI
MANADO
2017**

LIPIDA

Rancang Sampul : Art Division Unsrat Press

Judul Buku : **LIPIDA**

Penulis : Christine F. Mamuaja

Penerbit : **Unsrat Press**

Jl. Kampus Unsrat Bahu Manado 95115

Email : **percetakanunsrat@gmail.com**

ISBN : 978-979-3660- 81-3

Cetakan Pertama 2017

Dilarang mengutip dan atau memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun baik cetak, fotoprint, mikrofilm dan sebagainya.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke Hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena hanya oleh kasih kemurahanNya tulisan buku Lipid dapat selesai disusun. Buku ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mata kuliah Teknologi lipid dan Analisis Lipid. Mahasiswa S1 Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian khususnya program studi Ilmu dan Teknologi Pangan juga mahasiswa S2 program studi Ilmu Pangan karena salah satu mata kuliah S1 dan S2 adalah Kimia dan Teknologi Lipid.

Buku lipid ini untuk edisi pertama masih membahas secara umum tentang definisi, klasifikasi, struktur kimia, sifat fisikokimia, rekasi-rekasi kimia, gliserol dan asam lemak, peranan, kebutuhan, proses metabolisme lemak dan minyak serta aplikasinya dalam proses pengolahan pangan dan metode analisis lemak. Pada edisi berikut, topik-topik dalam buku ini akan diperluas sampai pada reaksi dan analisis lipid juga dengan memasukkan kelompok lipid yang lain.

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penyusunan buku ini. Semoga buku Lipid ini dapat memberikan manfaat bagi para mahasiswa ataupun para pembaca yang membutuhkan tulisan ini.

Akhirnya, tiada gading yang tak retak, oleh sebab itu saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan buku ini kedepan diterima dengan tangan terbuka, kiranya buku ini bermanfaat bagi kita semua Amin.

Manado, Desember 2017

Christine F. Mamuja

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
1. Definisi Lipida	1
2. Klasifikasi Lipida	5
3. Gliserol dan Asam Lemak	11
4. Monogliserida, Digliserida dan Trigliserida.....	19
5. Lemak dan Minyak	31
5.1 Reaksi pembentukan lemak dan minyak	31
5.2 Klasifikasi dan Tata nama	38
5.3 Komposisi Asam Lemak dalam Bahan Pangan	39
5.4 Proses Ekstraksi dan Pemurnian Lemak/Minyak	43
5.5 Reaksi Kimia Lemak dan Minyak	51
5.6 Sifat Fisikokimia Lemak dan Minyak	58
6. Peranan Lemak dan Minyak dalam kehidupan sehari-hari .	65
7. Kebutuhan Lemak/Minyak	71
8. Proses Metabolisme Lemak dalam Tubuh	77
9. Reaksi Pengenalan Lipida	83
10. Metode Analisis Lemak	89
Daftar Pustaka	115
Glosarium.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Molekul	11
Gambar 2. Struktur Umum Molekul Asam Lemak	13
Gambar 3. Reaksi Pembentukan Monogliserida dan Digliserida melalui Mekanisme Reaksi Esterifikasi dan Interesterifikasi .	21
Gambar 4. Reaksi Pembentukan Lemak Sederhana Trigliserida	31
Gambar 5. Struktur Kimia Monogliserida, Digliserida dan Trigliserida	38
Gambar 6. Reaksi Hidrolisis Lemak Membentuk Asam Lemak Bebas dan Gliserin oleh Enzim atau Pemanasan	52
Gambar 7. Reaksi hidrogenasi lemak tidak jenuh menjadi lemak jenuh.	53
Gambar 8. Reaksi penyabunan lemak membentuk sabun	54
Gambar 9. Reaksi Oksidasi Asam Lemak Tidak Jenuh	56
Gambar 10. Tahap reaksi autooksidasi lemak	57
Gambar 11. Jalur Metabolisme Lemak Menjadi Energi	82
Gambar 12. Rangkaian Alat Ekstraksi Soxhlet	94
Gambar 13. Botol Babcock	97
Gambar 14. Rangkaian Tabung Kapiler	101
Gambar 15. Pikhometer	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi Lipida	6
Tabel 2. Struktur Kimia dan Tata Nama Asam Lemak Jenuh.....	14
Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Jenuh dan Tidak Jenuh Pada	40
Beberapa Pangan	40
Tabel 4. Komposisi Asam Lemak Minyak Jagung	41
Tabel 5. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit	42
Tabel 6. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa	42
Tabel 7. Pembentukan Bilangan Iod, Berat Sampel dan Ketelitian	107
Tabel 8. Pembentukan Bilangan Asam, Berat Sampel dan Ketelitian ..	110

I. DEFINISI LIPIDA

Lipida atau lemak merupakan senyawa organik yang banyak ditemukan dalam sel jaringan, tidak larut dalam air, larut dalam zat pelarut non polar seperti (eter, kloroform, dan benzena). Lipid bersifat non polar atau hidrofolik. Penyusun utama lipida adalah trigliserida, yaitu ester gliserol dengan tiga asam lemak yang bisa beragam jenisnya. Rumus kimia trigliserida adalah $\text{CH}_2\text{COOR}-\text{CHCOOR}'-\text{CH}_2-\text{COOR}\parallel$ dimana R, R' dan R \parallel masing-masing adalah sebuah rantai alkil yang panjang. Ketiga asam lemak RCOOH , $\text{R}'\text{COOH}$ dan $\text{R}\parallel\text{COOH}$. Panjang rantai asam lemak pada trigliserida yang terdapat secara alami dapat bervariasi, namun panjang yang paling umum adalah 16,18, atau 20 atom karbon. Penyusun lipida lainnya berupa gliserida, monogliserida, asam lemak bebass, lilin (wax), dan juga kelompok lipida sederhana yang mengandung komponen asam lemak) seperti derivate senyawa terpenoid/isoprenoid serta derivate steroida. Lipida sering berupa senyawa kompleks dengan protein (Lipoprotein) atau karbohidrat (Glikolipida). Lipid merupakan komponen membran plasma, hormon, dan vitamin.

Definisi lipid tidak secara spesifik mengacu pada suatu struktur molekul dengan ciri khas tertentu seperti karbohidrat dan

protein. Meskipun lipid secara umum didefinisikan sebagai komponen yang mudah larut pada pelarut organik yang cenderung non-polar seperti etanol, ether, dan kloroform, namun terdapat beberapa golongan lipid yang larut pada pelarut polar. Lemak disebut juga lipid, adalah suatu zat yang kaya akan energi, berfungsi sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh. Lemak yang beredar di dalam tubuh diperoleh dari dua sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati, yang bisa disimpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi.

Asam lemak penyusun lipida ada dua macam, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh molekulnya mempunyai ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Halogen dapat bereaksi cepat dengan atom C pada rantai yang ikatannya tidak jenuh (peristiwa adisi).

Selama penyimpanan, lemak atau minyak mungkin menjadi tengik. Ketengikan ini terjadi karena asam lemak pada suhu ruang dirombak akibat hidrolisis atau oksidasi menjadi hidrokarbon, alkanal, atau keton, serta sedikit apoksi dan alkohol (alkanol) dengan BM relatif rendah dan bersifat volatile dengan aroma yang tidak enak (tengik/rancid). Karena mudah terhidrolisis dan teroksidasi pada suhu ruang, asam lemak yang dibiarkan terlalu lama akan turun nilai gizinya.

Pengawetan dapat dilakukan pada suhu sejuk dan kering, serta menghindarkannya dari kontak langsung dengan udara. Fungsi lipid selain komponen membran juga sebagai sumber energi dan cadangan energi.

Dari segi gizi asam lemak mengandung energi tinggi (menghasilkan banyak ATP). Keren itu kebutuhan lemak dalam pangan diperlukan. Asam lemak tak jenuh dianggap bernilai gizi lebih baik karena reaktif dan merupakan antioksidan di dalam tubuh.

Fungsi lipida termasuk :

1. Sebagai penyusun struktur membran sel

Dalam hal ini lipid berperan sebagai barrier untuk sel dan mengatur aliran material-material.

2. Sebagai cadangan energi, penyimpan makanan, dan transport.

Lipid disimpan sebagai jaringan adipose.

3. Sebagai hormon dan vitamin

Hormon mengatur komunikasi antar sel, sedangkan vitamin membantu regulasi proses-proses biologis.

4. Kulit pelindung komponen dinding sel

II. KLASIFIKASI LIPIDA

Lipid adalah senyawa yang dapat disarikan dari sel dan jaringan oleh pelarut organik non polar. Lipid merupakan komponen tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuhan dan hewan (Pine, 1988).

Pada umumnya klasifikasi lipida didasarkan atas kerangka dasarnya menjadi lipida kompleks dan lipida sederhana seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Golongan pertama dapat dihidrolisis, sedangkan golongan kedua tidak dapat dihidrolisis. Lipid sederhana meliputi ester asam lemak dengan berbagai alkohol. Contoh lipid

sederhana antara lain :

1. Lemak (fat) merupakan ester asam lemak dengan gliserol.
2. Minyak (oil) adalah lemak dalam keadaan cair
3. Wax (malam) merupakan ester asam lemak dengan alkohol monohidrat yang berat molekulnya tinggi.

Berbeda dengan lipid sederhana, lipid kompleks merupakan ester asam lemak yang mengandung gugus-gugus selain alkohol dan asam lemak, seperti fosfolipid dan glikolipid. Fosfolipid adalah lipid yang mengandung suatu residu asam fosfor, selain asam lemak dan alkohol, sedangkan glikolipid adalah lipid yang mengandung asam lemak, sfingosin, dan karbohidrat. Lipid kompleks lain juga meliputi

sulfolipid, aminolipid, dan lipoprotein Lipida kompleks dibagi menjadi triasilgliserol, fosfolipida, sfingolipida, dan lilin, yang dapat dihidrolisis dengan alkali dalam keadaan panas yang selanjutnya akan menghasilkan sabun. Lipida sederhana tidak dapat diubah menjadi sabun, senyawa itu termasuk steroida dan terpena

Tabel 1. Komposisi Lipida

No	Lipida Kompleks	Lipida Sederhana
1	Triasilgliserol	Steroida
2	Fosfolipida	Terpena
3	Sfingolipida	
4	Lilin	

Komponen lipid juga dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat polaritasnya. Berdasarkan polaritasnya, lipid dibagi atas non-polar dan polar. Kelompok lipid yang bersifat non polar yaitu :

1. Alkana dan alkena : hidrokarbon yang tersusun atas lebih dari 36 atom karbon, berbentuk jenuh atau tak jenuh. Hidrokarbon ditemukan pada serum manusia. Pada tumbuhan ditemukan dalam bentuk karotenoid.
2. Lemak alkohol : merupakan alkohol aliphatik dengan hidrokarbon jenuh atau tak jenuh, dengan panjang 6-26 atom karbon.

3. Lilin : merupakan ester dari asam lemak dan alkohol rantai panjang
4. Sterol : ditemukan pada tanaman (fitosterol) dan hewan (kolesterol)
5. Tokoferol : merupakan vitamin E, yang ditemukan pada sumber minyak.
6. Trigliserida : tersusun atas gliserol dan asam-asam lemak.

Kelompok lipid yang bersifat polar umumnya merupakan penyusun membran sel, yang bersifat larut air. Golongan lipid polar

(Sikorski, 2007 :178-179) antara lain :

1. Fosfolipid : lipid yang berikatan dengan fosfat
2. Glikolipid : lipid yang berikatan dengan komponen karbohidrat
3. Proteolipid : lipid yang tersusun atas satu residu asam amino yang dihubungkan dengan asam atau alkohol rantai panjang.

Lipida yang dibentuk oleh hewan tingkat tinggi sebagian disimpan dalam bentuk triasilgliserol. Biosintesa lipida ini penting sekali oleh karena kemampuannya yang amat terbatas untuk menyimpan polisakarida. Pada hewan ini tingkat tinggi, kelebihan glukosa yang digunakan sebagai bahan bakar diubah kedalam lemak melalui senyawa lain membentuk fosfolipida, sfingolipida, dan lilin.

Lipida yang paling sederhana dan paling banyak mengandung asam lemak sebagai unit penyusun adalah triasilgliserol, juga seringkali dinamakan lemak, lemak netral, atau trigliserida. Triasilgliserol adalah komponen utama dari lemak penyimpanan atau depot lemak pada sel tumbuhan dan hewan tapi umumnya tidak dijumpai pada membrane.

Triasilgliserol yang terdapat di alam bersifat tidak larut dalam air. Senyawa ini memiliki gravitasi spesifik yang lebih rendah dari air, yang menyebabkan minyak membentuk lapisan atas pada bumbu salad campuran minyak dan cuka. Triasilgliserol mudah larut didalam pelarut non polar, seperti chloroform, benzene, atau eter, yang seringkali dipergunakan untuk ekstraksi lemak dari jaringan. Triasilgliserol dengan bagian utama asam lemak tidak jenuh dan karenanya berbentuk cair pada suhu kamar, dapat diubah secara kimia menjadi lemak padat oleh hidrogenasi sebagai gantinya. Jika terkena udara, triasilgliserol yang mengandung asam lemak tidak jenuh cenderung mengalami proses autooksidasi. Molekul oksigen dapat bereaksi dengan asam lemak yang memiliki dua atau lebih ikatan ganda, menghasilkan produk kompleks yang menyebabkan rasa dan bau menyimpang pada lemak yang

mengalami ketengikan. Lilin adalah ester asam lemak berantai panjang yang jenuh dan tidak jenuh (mempunyai atom karbon dari 16 sampai

22). Lilin dibentuk dan dipergunakan dalam jumlah besar pada kehidupan laut, terutama pada organisme plankton, yang menggunakan lilin sebagai bentuk penyimpanan utama dari bahan bakar penghasil kalori (Lehninger, 1993).

Triasilgliserida cepat menjadi tengik menimbulkan bau dan cita rasa tidak enak apabila dibiarkan pada udara lembab pada suhu kamar. Hidrolisis lemak atau minyak sering dikatalis oleh *enzim lipase*, ada didalam bakteri di udara. Ketengikan hidrolitik dapat dicegah atau ditunda dengan menyimpan bahan makanan dalam lemari pendingin.

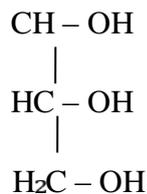
Lipida berpartisipasi baik secara langsung maupun tidak langsung didalam aktivitas-aktivitas metabolisme. Lipida mempunyai beberapa fungsi, yaitu sebagai sumber energi utama, sebagai activator enzim, dan sebagai bagian-bagian dari system transportasi electron di bagian dalam membrane mitokondria (Conn, 1987).

III. GLISEROL DAN ASAM LEMAK

Gliserin dan asam lemak merupakan komponen utama penyusun lemak dan minyak. Pembahasan berikut akan menjelaskan kedua senyawa tersebut yang mencakup struktur kimia, tata nama, klasifikasi, sifat fisikokimia, dan reaksi-reaksi kimia yang melibatkannya.

Struktur Kimia Gliserin

Gliserin adalah senyawa organik polar yang terdiri atas tiga atom karbon yang mengikat tiga gugus hidroksil (-OH) . Ketiga gugus karboksil ini bersifat reaktif dan dapat diesterifikasi oleh asam lemak. Dari ikatan dengan asam lemak yang beragam jenisnya, dapat dihasilkan juga jenis lemak yang beragam. Struktur molekul gliserin dapat dilihat pada Gambar 1.

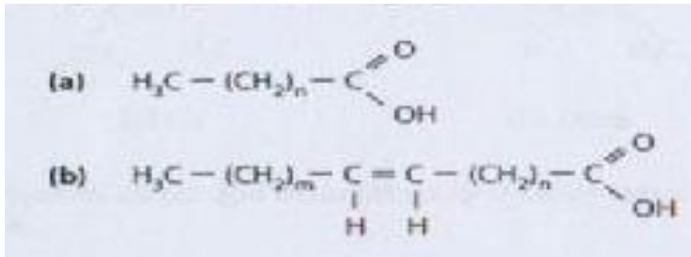


Gambar 1 . Struktur molekul

Struktur kimia asam lemak.

Asam lemak atau asam karboksilat adalah senyawa organik polar yang mengandung 2 hingga 24 atom karbon (C) dengan gugus fungsional utamanya adalah gugus karboksil (-COOH). Jumlah atom C pada asam lemak umumnya genap, yaitu 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 dan seterusnya. Asam lemak terpendek adalah asam asetat (2 atom karbon) dan yang terpanjang adalah asam tetrakosanoat (24 atom karbon). Asam lemak yang terdapat dalam bahan pangan sumber lemak umumnya berkisar antara C12 dan C22.

Gugus karboksil dari asam lemak bersifat polar. Gugus ini terikat pada C1 dari rantai asam lemak. Posisi atom karbon pada rantai asam lemak dihitung dari posisi C1 yang mengikat gugus karboksil. Atom hidrogen (H) terikat pada atom C berikutnya (C2, C3, C4 dan seterusnya). Untuk membentuk ikatan jenuh, atom karbon pada C2 sampai C_{n-1} dapat mengikat maksimal 2 atom H, sedangkan atom karbon pada C_n (posisi ujung) mengikat 3 atom H atau disebut gugus metal (Gambar 2). Gugus metal pada C_n ini bersifat non-polar. Dengan demikian, asam lemak memiliki ujung polar pada gugus karboksil dan ujung non-polar pada gugus metal.



Gambar 2. Struktur molekul umum asam lemak : (a) asam lemak jenuh; (b) asam lemak tidak jenuh tunggal (m dan n menunjukkan jumlah karbon yang terikat)

Setiap atom karbon pada asam lemak akan berikatan dengan atom hidrogen dan atom karbon lainnya, dimana masing-masing akan membentuk 4 ikatan kovalen. Rantai karbon pada struktur asam lemak dapat jenuh atau tidak jenuh. Asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*) disusun oleh rantai atom karbon penyusunnya yang berikatan tunggal/mengikat dua atom hidrogen, sedangkan asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acid*) mengandung satu atau lebih atom karbon yang berikatan ganda (double bond) sehingga hanya mengikat satu atom hydrogen. Asam lemak tidak jenuh dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah ikatan gandanya, yaitu asam lemak dengan ikatan tidak jenuh tunggal (*mono-unsaturated fatty acid* atau MUFA) dan asam lemak dengan ikatan tidak jenuh jamak (*poly-unsaturated fatty acid* atau PUFA).

Penamaan asam lemak

Terdapat cara penamaan untuk asam lemak jenuh dan tidak jenuh, yaitu nama umum dan nama sistematis. Tata nama sistematis asam lemak jenuh didasarkan pada jumlah atom karbon yang terikat dengan member akhiran *-oat*. Penggunaan akhiran *-oat* pada hidrokarbon sesuai dengan jumlah atom karbon yang terikat pada rantai asam lemak. Penamaan asam lemak jenuh sesuai jumlah atom karbon dapat di lihat pada Tabel 2. Contoh penulisan asam lemak jenuh adalah sebagai berikut : 6 karbon adalah (asam heksanoat atau *hexanoic acid*), 8 atom C (asam dekanoat atau *decanoic acid*), 12 atom C (asam dodekanoat atau *dodecanoic acid*).

Tabel 2. Struktur kimia dan tata nama asam lemak jenuh.

Nama Umum	Σ Karbon	Nama sistematis	Struktur Kimia
Asetat (acetic)	2	Etanoat	CH_3COOH
Butirat (butyric)	4	Butanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Valerat (valeric)	5	Pentanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Kaproat (caproic)	6	Heksanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
Enantat (enanthic)	7	Heptanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$
Kaprilat (caprylic)	8	Oktanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
Pelargonat (pelargonic)	9	Nanonoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Kaprat (capric)	10	Dekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
Laurat (lauric)	12	Dodekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Miristat (myristic)	14	Tetradekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Palmitat (palmitic)	16	Heksadekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Stearat (stearic)	18	Oktadekanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Arakidat (arachidic)	20	Eikosanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
Lignocerat	24	Tetrakosanoat	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$

Pemberian asam lemak tidak jenuh lebih kompleks dibandingkan dengan asam lemak jenuh karena harus dapat mengidentifikasi jumlah dan posisi ikatan rangkap pada rantai karbon, serta konfigurasinya (*cis* atau *trans*). Tata nama asam lemak tidak jenuh adalah sebagai berikut :

1. Untuk menunjukkan adanya ikatan rangkap maka diberi tambahan *e* pada penamaan yang terikat jumlah rantai karbon, misalnya heksaenoat (6C), oktaenoat (8C), dodekaenoat (12C), dan sebagainya.
2. Jumlah ikatan rangkap dituliskan dengan di, tri, tetra, penta, heksa, dan seterusnya. Misalnya enoat (1 buah), dienoat (2 buah), trienoat (3 buah), tetraenoat (4 buah), pentaenoat (5 buah), dan heksaenoat (6 buah). Asam heksadekaenoat berarti asam lemak dengan 16 atom karbon dan memiliki 2 ikatan rangkap.
3. Untuk mengidentifikasi posisi ikatan rangkap pada rantai karbon maka dituliskan juga nomor atom karbon yang memiliki ikatan rangkap. Penomoran atom karbon dihitung dari ujung gugus fungsional karboksilat. Sebagai contoh, asam 9,12,15oktadekatrienoat, berarti asam lemak memiliki 18 atom

karbon dengan 3 ikatan rangkap pada posisi atom karbon nomor 9,12, dan 15.

4. Untuk mengidentifikasi, apakah asam lemak pada posisi ikatan rangkap memiliki konfigurasi *cis* atau *trans* maka diberi awalan *cis* atau *trans*. Sebagai contoh, bila asam lemak dituliskan asam *cis,cis,cis,cis-5,8,11,14-eikosatetraenoat* maka berarti asam lemak tersebut memiliki 20 atom karbon dengan 4 ikatan rangkap pada posisi atom karbon 5,8,11, dan 14, serta memiliki struktur *cis* pada keempat karbon yang memiliki ikatan rangkap tersebut.

Asam lemak juga dapat dituliskan secara singkat dalam bentuk simbol, yaitu dengan menuliskan jumlah atom karbon, jumlah ikatan rangkap, dan posisinya. Asam oktadekanoat dapat ditulis C18:0, artinya jumlah karbonnya 18 dan tidak ada ikatan rangkap. Asam lemak linolenat dapat ditulis C18:3 (Δ 9,12,15), artinya jumlah karbonnya 18 dengan 3 buah ikatan rangkap pada posisi C9, C12, dan C15. Demikian pula asam *cis,cis,cis,cis,cis- 5,8,11,14,17-* eikosapentaenoat dapat dituliskan secara singkat menjadi C20:5c(Δ 5,8,11,14,17). Simbol c mengindikasikan konfigurasi *cis*.

Asam lemak tidak jenuh dapat juga dikelompokkan dan diberi nama berdasarkan system omega (*omega naming system*). Dalam system ini, penentuan posisi ikatan rangkap yang pertama dihitung dari gugus metal di ujung (Cn). Sebagai contoh, posisi ikatan rangkap pertama pada asam lemak linoleat (C18:2c(Δ 9,12)) yang dihitung dari gugus metal ujung terletak di C6 sehingga dikelompokkan menjadi asam lemak omega 6. Asam lemak arakidonat (C20:4c(Δ 5,8,11,14)) juga dikelompokkan sebagai omega 6 karena ikatan rangkap pertamanya berada pada C6 dari ujung metal. Asam lemak linolenat (C18:2c(Δ 12,15)), asam lemak eikosapentaenoat (EPA) (C20:5c(Δ 5,8,11,14,17)), dan asam lemak dokosaheksaenoat (DHA) (C22:6c(Δ 4,7,10,14,16,19)) merupakan kelompok asam lemak omega 3 karena ikatan rangkap pertama dihitung dari gugus metal ujung terletak pada C3. Dengan kata lain, asam linoleat dan asam arakidonat adalah family omega 6 (n-6 atau III-3).

Sifat fisikokimia asam lemak

(a) Titik leleh

Titik leleh (*melting point*) merupakan sifat fisik dari asam lemak yang penting. Titik leleh menunjukkan suhu dimana lemak/minyak berubah

wujud dari fase padat menjadi fase cair. Titik leleh asam lemak akan menentukan titik leleh dan sifat kristalisasi dari lemak yang disusunnya.

Titik leleh setiap asam lemak berbeda-beda. Titik leleh asam lemak dipengaruhi oleh panjang rantai karbon, jumlah ikatan rangkap, dan konfigurasi *cis* dan *trans*. Titik leleh asam lemak akan semakin naik dengan meningkatnya jumlah atom karbon yang terikat. (b) Kelarutan

Asam lemak bersifat polar sehingga dapat larut dalam air. Kelarutan asam lemak dalam air berbeda-beda yang dipengaruhi oleh jumlah atom karbon penyusun asam lemak tersebut. Semakin panjang rantai karbon maka kelarutan asam lemak dalam air semakin rendah. sebagai perbandingan, kelarutan dalam air dari asam lemak C6:0 adalah

970 mg/100 ml H₂O, sedangkan C18:0 hanya 0,04 mg/100 ml H₂O.

IV. MONOGLISERIDA, DIGLISERIDA DAN TRIGLISERIDA

Monogliserida dan digliserida atau juga disebut monodigliserol dan diasilgliserol adalah kelompok gliserida yang dibentuk dari hasil reaksi antara gliserol dan asam lemak. Monogliserida merupakan istilah untuk gliserida dimana satu molekul gliserol telah membentuk satu ikatan ester dengan satu molekul asid lemak. Istilah resmi digunakan dalam kelaziman modern untuk monogliserida adalah monoasilgliserol. Monoasilgliserol (monogliserida) dikenal luas sebagai emulsifier pada industri pangan, farmasi, dan kosmetik. Monogliserida dapat diproduksi dari minyak salah satunya minyak sawit. Emulsifier hampir seluruhnya merupakan bahan impor, hal ini membuat pasar komoditi emulsifier maupun teknologinya mempunyai prospek ekonomi dalam jangka dekat.

Monogliserida merupakan gliserol yang berikatan parsial dengan asam lemak dimana mengandung gugus asam lemak pada posisi α atau β namun umumnya pada posisi α . Pada temperature rendah hanya 5-8% monoasilgliserol dapat terbentuk dan pada suhu tinggi dapat mencapai hingga 30%. Monoasilgliserol merupakan bentuk intermediet yang terjadi selama alkoholisis lemak atau pemecahan lemak (fat splitting).

Gliserida dari minyak lemak pangan diklasifikasikan

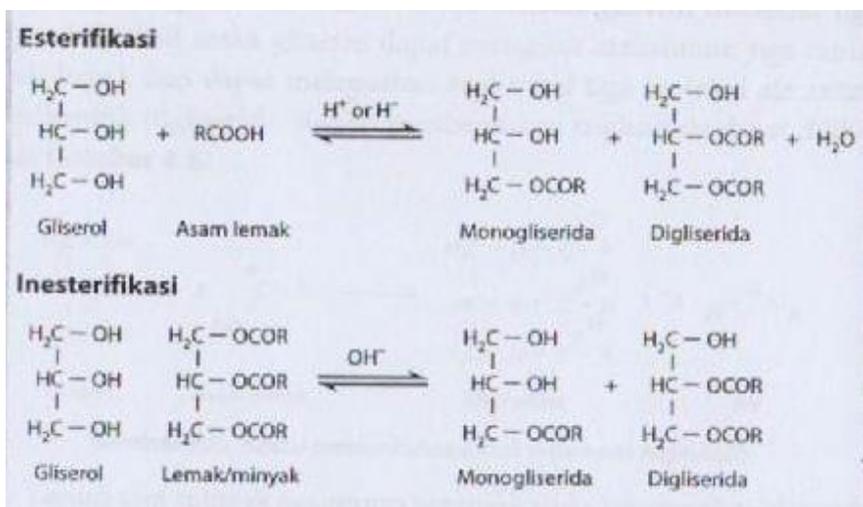
—Generally Recognized as Safe (GRAS) . Emulsifier merupakan bahan yang dapat mengurangi tegangan permukaan pada interfasi dua fase yang dalam keadaan normal tidak saling bercampur sehingga menyebabkan keduanya dapat bercampur dan membentuk emulsi. Lemak yang paling umum adalah gliserida, yang terdiri dari asam lemak terkait dengan gliserol (alkohol tiga karbon).

Digliserida juga lipid umum; mereka sangat berlimpah di membran biologis (seperti trigliserida, yang pernah ditemukan dalam membran). Seperti namanya, digliserida berisi dua asam lemak terkait dengan backbone gliserol; karbon ketiga gliserol biasanya terkait dengan zat yang lebih polar. Para digliserida paling umum ditemukan di membran fosfolipid yang, senyawa yang kelompok polar terdiri dari gugus fosfat bermuatan negatif terkait dengan senyawa polar lainnya (seperti kolin organik dasar, atau serin asam amino, atau gula sederhana inositol).

Tidak seperti trigliserida, kebanyakan digliserida yang jelas —skizofrenial (atau lebih teknis, amphipathic) sehubungan dengan sifat kelarutannya. Residu asam lemak yang jelas hidrofobik, sedangkan residu polar sangat hidrofilik. Dengan demikian, bagian kutub fosfolipid ingin larut dalam larutan air, sedangkan bagian nonpolar lebih

perusahaan mereka sendiri, sehingga untuk berbicara. Properti amphipathic ini adalah dasar untuk perakitan spontan fosfolipid dalam membran bilayer dan stabilitas dinamis komponen seluler yang penting ini pameran. Untuk alasan ini fosfolipid dan lipid membran amphipathic lainnya sering disebut —lipid struktural.¶

Dalam monogliserida, satu dari gugus hidroksil pada gliserol disubstitusi dengan asam lemak, sedangkan dalam digliserida terdapat dua gugus hidroksil yang disubstitusi dengan asam lemak. Reaksi pembentukan monogliserida dan digliserida dapat dengan cara reaksi atau interesterifikasi/gliserolisis (Gambar 3).



Gambar 3. Reaksi pembentukan monogliserida dan digliserida melalui mekanisme reaksi esterifikasi dan interesterifikasi.

Dalam reaksi esterifikasi gliserol direaksikan dengan asam lemak sehingga dihasilkan monogliserida, digliserida, dan air. Reaksi esterifikasi dapat dipercepat dengan katalis asam/basa dan pemanasan (210-230°C). Rasio antara gliserol dan asam lemak dalam reaksi akan menentukan komposisi monogliserida dan digliserida dihasilkan dari reaksi antara gliserol dan lemak atau minyak. Reaksi ini memerlukan proses pemanasan suhu tinggi dan katalis basa (misalnya kalsium hidroksida). Reaksi interesterifikasi lebih murah secara komersial karena reaksi ini membutuhkan gliserol yang lebih sedikit dan lemak/minyak lebih murah dibandingkan dengan asam lemak.

Seperti terlihat pada Gambar 3, struktur monogliserida dan digliserida yang terbentuk memiliki gugus polar dan non-polar. Gugus polar terletak pada gugus hidroksil bebas pada gliserin pada posisi C1, C2, atau C3, sedangkan gugus non-polar terdapat pada rantai alkil dari asam lemak yang terikat pada gliserin. Adanya gugus polar dan nonpolar tersebut menyebabkan monogliserida dan digliserida dapat mengikat senyawa lain yang bersifat polar dan non-polar dalam system emulsi, misalnya emulsi lemak/air. Karena sifat fungsionalnya tersebut maka monogliserida dan digliserida sering dikelompokkan sebagai bahan tambahan pangan dari kelompok emulsifier. Dalam sistem emulsi ini,

gugus hidroksil pada monogliserida atau digliserida dapat mengikat air melalui ikatan hydrogen (bersifat hidrofilik), sedangkan gugus non-polar pada ujung metal dari residu asam lemak dapat mengikat lemak melalui interaksi hidrofobik (bersifat hidrofobik).

Tata nama monogliserida dan digliserida ditentukan oleh jumlah, jenis, dan posisi asam lemak yang terikat pada gliserin. Jumlah asam lemak yang terikat satu atau dua diberi awalan mono- atau di-

Pada monogliserida, asam lemak dapat terikat pada C1, C2, atau C3. Pada digliserida, posisi asam lemak dapat pada posisi C1 dan C2 atau C1 dan C3. Sebagai contoh, monogliserida yang disusun oleh asam stearat yang terikat pada posisi C1 dari gliserin yang kemudian diberi nama 1monostearin, sedangkan digliserida yang disusun oleh dua asam stearat yang terikat pada posisi C1 dan C3 diberi nama 1,3-distearin.

Trigliserida yang lebih dikenal dengan sebutan triasilgliserol merupakan gliserida dimana gliserol diesterifikasi dengan 3 asam lemak. Triglisierida terdapat pada minyak sayur dan lemak hewan. Triglisierida dapat merupakan 95%-98% dari seluruh bentuk lemak dikonsumsi pada semua bentuk makanan dan persentasenya sama dengan dalam tubuh manusia. (wikipedia). Triglisierida dibentuk di hati yang berasal dari lipid yang kita makan atau berasal dari karbohidrat

dan disimpan sebagai lemak di bawah kulit dan di organ-organ lain. (blankenhorn) Trigliserida pada tanaman cenderung relative cair pada temperatur kamar terutama karena mengandung asam lemak tidak jenuh (9 mono maupun majemuk) dan rantai asam lemak yang lebih pendek (dibanding dengan trigliserida yang biasa didapatkan pada tubuh hewan) rantai pendek dan asam lemak jenuhnya lebih sedikit dan terutama ikatan tidak jenuh akan menurunkan titik cair dari asam lemak tersebut (Linder,1992). Trigliserida adalah bentuk lemak yang paling efisien untuk menyimpan kalor yang penting untuk proses-proses yang membutuhkan energi dalam tubuh. Trigliserida banyak didapatkan dalam sel-sel lemak; terutama 99% dari volume sel. Disamping digunakan sebagai sumber energi, trigliserida dapat dikonversi menjadi kolesterol, fosfolipid dan bentuk lipid lain kalau dibutuhkan. Sebagai jaringan lemak, trigliserida juga mempunyai fungsi fisik yaitu sebagai bantalan tulang-tulang dan organ-organ vital, melindungi organ-organ tadi dari guncangan atau rusak (Soeharto, 2000).

Trigliserida ini diangkut terutama sebagai kilomikron dari usus menuju hepar, kemudian mengalami metabolisme disini dan dalam jumlah besar sebagai VLDL diangkut dari hepar menuju ke

seluruh jaringan tubuh. Oleh karena itu trigliserida yang tinggi cenderung disertai dengan VLDL dan LDL yang tinggi pula, sementara HDL justru rendah. (Goodman, 2000). Trigliserida sangat erat hubungannya dengan obesitas. Umumnya orang-orang gemuk mempunyai kadar trigliserida yang tinggi dalam plasma. Trigliserida banyak disimpan dibalik lipatan kulit. Makin gemuk seseorang, makin banyak trigliserida yang terdapat dalam tubuhnya dan membuat kulit menjadi berlipat-lipat. Tidak jarang ditemukan pula, banyak orang gemuk mempunyai kadar trigliserida plasma yang normal-normal saja. Ini membuktikan bahwa pada obesitas, walaupun trigliserida banyak disimpan dibawah lipatan kulit, tetapi trigliserida dalam darah tidak selamanya tinggi pula. Simpanan trigliserida yang berlebihan itu sewaktu-waktu potensial sebagai bahan pembentuk VLDL dan LDL di hepar (Payne, 1995).

Fungsi Lipid

Fungsi lipid adalah sebagai sumber energi, pelindung organ tubuh, pembentuk sel, sumber asam lemak esensial, alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, sebagai pelumas, dan memelihara suhu tubuh.

Fungsi Asam Lemak

Efek biologis asam lemak omega-3 dan omega-6 dimediasi oleh interaksi antar kedua asam lemak tersebut. Asam lemak esensial memiliki banyak fungsi dalam tubuh. Keseimbangan antara asam lemak omega-3 dan asam lemak omega-6 akan sangat mempengaruhi fungsi keduanya dalam tubuh. Aktivitas biologis dari asam lemak yakni :

a. Struktur dan fungsi membrane

Omega-6 dan omega-3 PUFA merupakan komponen structural penting dari membrane sel. Ketika dimasukkan ke dalam fosfolipid, omega-6 dan omega-3 PUFA mempengaruhi sifat membrane sel, seperti fluiditas, fleksibilitas, permeabilitas dan aktivitas membrane yang terikat enzim. Selain metabolisme endogen, konsumsi asam lemak dapat dimodifikasi komposisi dan struktur molekul membrane sel. Dengan demikian, peningkatan asupan omega-3 asam lemak meningkatkan omega-3 sel darah merah, sel-sel kekebalan tubuh, plak aterosklerosis, jaringan jantung, dan jenis sel lain di seluruh tubuh.

b. Penglihatan

Dalam membrane sel dari retina terdapat DHA dengan konsentrasi yang sangat tinggi. Retina menghemat dan mendaur ulang DHA. DHA diperlukan untuk perkembangan normal dan fungsi retina. Jika asupan DHA tidak memenuhi kebutuhan normal tubuh atau tidak memadai akan mengakibatkan kelainan permanen fungsi retina. DHA memainkan peran penting dalam regenerasi pigmen rhodopsin visual. Pigmen rhodopsin visual yang memainkan peran penting dalam system transduksi visual

yang mengkonversi cahaya yang melalui retina untuk dikonversi menjadi visual gambar di otak.

c. Susunan saraf

Fosfolipid dar otak mengandung DHA dan AA dengan proporsi yang tinggi. Hal ini membuktikan bahwa DHA dan AA penting untuk fungsi system saraf pusat. Penurunan jumlah DHA dalam otak dapat mengakibatkan defisit pikiran. Namun demikian, hingga sekarang masih belum jelas bagaimana DHA mempengaruhi fungsi otak, tetapi perubahan isi DHA membrane sel neuronal bisa mengubah fungsi saluran ion atau membrane reseptor, serta ketersediaan neurotransmitter.

Metabolisme Asam Lemak

Asam lemak harus dihidrolisis dari lemak yang berasal dari makanan (trigliserida dan fosfolipid) oleh pancreas enzim. Sebelum penyerapan di usus halus. Garam empedu juga harus ada dan diperlukan dalam usus kecil untuk memungkinkan penggabungan asam lemak dan pencernaan produk lemak lainnya ke misel. Penyerapan lemak dari misel campuran terjadi sepanjang usus kecil dan efisiensi penyerapan 85-95% dalam kondisi normal. Asam lemak rantai pendek dan rantai sedang diserap langsung ke dalam darah melalui kapiler usus dan perjalanan melalui vena portal. Namun, asam lemak dengan rantai panjang tidak langsung dilepaskan ke kapiler usus. Melainkan diserap ke dalam dinding lemak dari susu vili dan diletakan kembali lagi ke trigliserida. Trigliserida yang dilapisi dengan kolesterol dan protein membentuk menjadi senyawa yang disebut kilomikron.

Kilomikron dilepaskan ke dalam kapiler limfatik yang kemudian disebut lacteal, yang menyatu ke dalam pembuluh limfatik yang lebih besar dari dalam sel. Hal ini diangkut melalui system limfatik dan saluran dada sampai ke lokasi dekat jantung. Pada posisi ini dimana arteri dan vena yang lebih besar. Dukus toraks mengkosongkan kilomikron ke dalam aliran darah melalui vena subklavia kiri. Pada titik ini kilomikron dapat mengangkut trigliserida ke jaringan di mana lemak disimpan atau dimetabolisme menjadi energi.

Sumber utama asam lemak dalam asupan adalah trigliserida yang secara umum disebut lemak. Pada manusia, lemak merupakan bagian penting dari asupan pangan dan di beberapa Negara atau daerah tertentu lemak dapat berkontribusi sebanyak 45 persen dari asupan energi yang dibutuhkan. Trigliserida terdiri dari tiga molekul asam lemak, masing-masing terhubung melalui ikatan ester ke salah satu dari tiga gugus OH dari molekul gliserol. Setelah trigliserida tertelan melewati lambung dan masuk ke usus kecil, cairan yang disebut garam empedu yang disekresikan oleh hati melalui kandung empedu dan menghancurkan lemak menjadi misel. Enzim pancreas yang disebut lipase kemudian menghidrolisis lemak menjadi monogliserida dan asam lemak bebas. Produk-produk monogliserida dan asam lemak bebas diserap ke dalam sel-sel yang melapisi usus kecil, dimana sel-sel tersebut melakukan resistensi/ mensintesis kembali menjadi trigliserida. Trigliserida, bersama-sama dengan jenis lain dari lipid, kemudian disekresikan oleh sel-sel ini ke lipoprotein. Lipoprotein merupakan molekul besar kompleks yang diangkut dalam getah bening dan darah ke organ penerima.

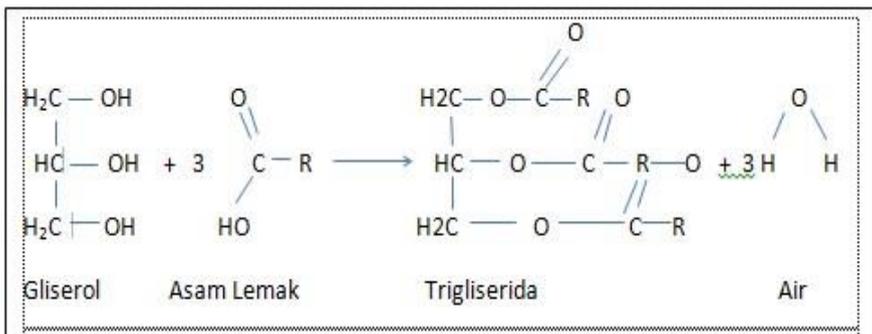
Proses Penyimpanan Asam Lemak

Setelah transportasi melalui sirkulasi, trigliserida yang dihidrolisis lagi menjadi asam lemak dalam jaringan adiposa. Selanjutnya asam lemak diangkut ke dalam sel adiposa, dimana sekali lagi asam lemak terjadi resistensi/sintesis menjadi trigliserida dan disimpan sebagai tetesan asam lemak. Lemak atau jaringan adiposa dasar terdiri dari sel, dimana bagian dalam setiap sel sebagian besar ditempati oleh tetesan asam lemak. Trigliserida dalam tetesan ini tersedia untuk tubuh akibat adanya hormone

V. LEMAK DAN MINYAK

5.1 Reaksi Pembentukan Lemak dan Minyak

Minyak dan lemak (trigliserida) yang diperoleh dari berbagai sumber mempunyai sifat fisikokimia yang berbeda satu sama lain, karena perbedaan jumlah dan jenis ester yang terdapat di dalamnya. Dalam struktur lemak dan minyak, asam lemak terikat pada gliserol melalui ikatan kovalen sehingga terbentuk ester gliserol. Ikatan yang terbentuk adalah antara gugus karboksil pada asam lemak dan gugus hidroksil pada gliserin. Setiap pembentukan ikatan kovalen akan membebaskan satu molekul air sehingga reaksinya disebut reaksi polimerisasi kondensasi. Karena gliserin memiliki tiga gugus hidroksil maka gliserin dapat mengikat maksimum tiga rantai asam lemak dan dapat melepaskan maksimal tiga molekul air untuk membentuk trigliserida. Reaksi pembentukan trigliserida dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi pembentukan lemak sederhana trigliserida

Lemak dan minyak umumnya merujuk pada kelompok trigliserida karena umumnya senyawa ini mengandung tiga buah asam lemak. Substituen yang terikat pada struktur gliserol ditunjukkan menurut *system stereospecific number* (sn). Misalnya, bila trigliserida mengandung asam palmitat (C1), asam oleat (C2), dan asam stearat (C3) maka diberi nama sn-gliseril-1 palmitat-2-oleat-3-stearat. Kata gliserin kadang-kadang dihilangkan sehingga bias dituliskan palmiti-oleo-stearin. Jika trigliserida mengandung dua molekul asam palmitat dan satu asam stearate maka dapat dituliskan dipalmitostearin atau stearodipalmitin.

Trigliserida bersifat non polar karena gugus hidroksil pada gliserin telah diesterifikasi oleh gugus karboksil dari asam lemak. Oleh karena itu, trigliserida bersifat tidak larut air, tetapi larut dalam senyawa organik non polar, seperti heksana dan eter. Dengan demikian, lemak dari sumber bahan pangan dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut non polar tersebut.

Lemak dan minyak yang dapat dimakan (*edible fat*), dihasilkan oleh alam, yang dapat bersumber dari bahan nabati atau hewani. Dalam tanaman atau hewan, minyak tersebut berfungsi sebagai sumber cadangan energi.

Minyak dan lemak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, sebagai berikut:

1. Bersumber dari tanaman

- a.. biji-bijian palawijaya: minyak jagung, biji kapas, kacang, rape seed, wijen, kedele, bunga matahari.
- b. kulit buah tanaman tahunan: minyak zaitun dan kelapa sawit
- c. biji-bijian dari tanaman tahunan: kelapa, coklat, inti sawit, babassu, cohune dan sejenisnya.

2. Bersumber dari hewani

- a. susu hewan peliharaan : lemak susu
- b. daging hewan peliharaan : lemak sapi dan turunannya oleostearin, oleo oil dari oleo stock, lemak babi dan mutton tallow
- c. hasil laut : minyak ikan sardin, menhaden dan sejenisnya, dan minyak ikan paus.

Adapun perbedaan umum antara lemak nabati dan hewani adalah : 1) lemak hewani mengandung kolestrol sedangkan lemak nabati mengandung fitosterol, 2) kadar asam lemak tidak jenuh dalam lemak hewani lebih kecil dari lemak nabati, dan 3) lemak hewani mempunyai bilangan Reichert-Meissl lebih besar dan bilangan Polenske lebih kecil

dibanding dengan minyak nabati. Klasifikasi lemak nabati berdasarkan sifat fisiknya (sifat mengering dan sifat cair) dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

No	Kelompok Lemak	Jenis Lemak/Minyak
1	Lemak (berwujud padat)	Lemak biji coklat, inti sawit, cohune, babassu, tengkawang, nutmeg butter, mowvah butter, shea butter.
2	Minyak (berwujud cair) a. Tidak mengering (non drying oil) b. Setengah mengering (semi drying oil) c. Mengering (drying oil)	Minyak zaitun, kelapa, inti zaitun, kacang tanah, almond, inti alpukat, inti plum, jarak rape, mustard Minyak dari biji kapas, kapok, jagung, gandum, biji bunga matahari, croton dan urgen Minyak kacang kedele, safflower, argemone, hemp, walnut, biji poppy, biji karet, perilla, tung, linseed dan candle nut.

Jenis minyak mengering (drying oil) adalah minyak yang mempunyai sifat dapat mengering jika kena oksidasi, dan akan berubah menjadi lapisan tebal, bersifat kental dan membentuk sejenis selaput jika dibiarkan di udara terbuka. Istilah minyak —setengah mengeringl berupa minyak yang mempunyai daya mengering lebih lambat.

Klasifikasi lemak hewani berdasarkan sifat fisiknya yaitu

No	Kelompok Lemak	Jenis Lemak
1	Lemak (berwujud padat)	
	<p>a. Lemak susu (butter fat)</p> <p>b. Hewan peliharaan (gol. Mamalia)</p>	<p>Lemak dari susu sapi, kerbau, kambing dan domba</p> <p>Lemak babi, skin grease, mutton tallow, lemak tulang, lemak/gemuk wool</p>
2	Minyak (berwujud cair)	
	<p>a. Hewan peliharaan</p> <p>b. Ikan (fish oil)</p>	<p>Minyak neats foot</p> <p>Minyak ikan paus, salmon, sardine, menhaden, jap, herring, shark, dog fish, ikan lumba-lumba dan minyak porpoise</p>

Klasifikasi Lemak Berdasarkan Kejenuhan Ikatan

a. Jenis-jenis Asam

Sebagaimana pembahasan sebelumnya bahwa molekul lemak terbentuk dari gliserol dan tiga asam lemak. Oleh karena itu, penggolongan lemak

lebih didasarkan pada jenis asam lemak penyusunnya. Berdasarkan jenis ikatannya, asam lemak dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

Asam lemak jenuh

Asam lemak jenuh, yaitu asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal (jenuh).

Contoh: asam laurat, asam palmitat, dan asam stearat.

- Asam lemak tak jenuh

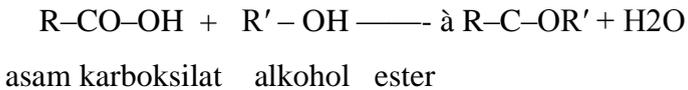
Asam lemak tak jenuh, yaitu asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Contoh: asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat.

Adapun rumus struktur dan rumus molekul beberapa asam lemak dapat dilihat pada tabel:

Rumus Struktur	Rumus Molekul	Nama Asam Lemak
a. Asam lemak jenuh:		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	Asam laurat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Asam palmitat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Asam stearat
b. Asam lemak tak jenuh:		
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	Asam oleat
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Asam linoleat
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	Asam linolenat

b. Hidrolisis Lemak

Reaksi pembentukan ester dari alkohol dengan asam karboksilat disebut reaksi pengesteran (esterifikasi). Kebalikan dari reaksi esterifikasi disebut reaksi hidrolisis ester.

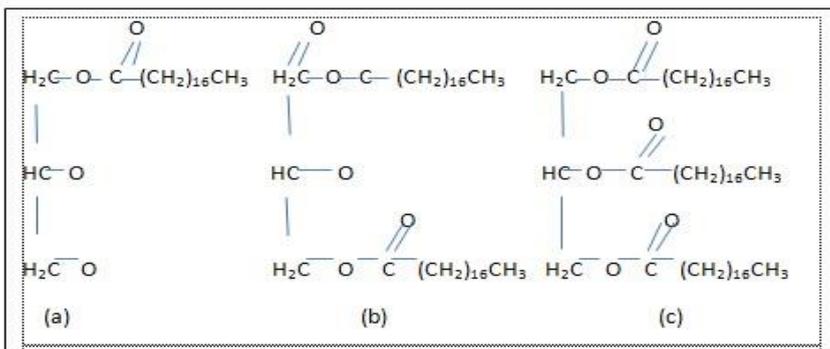


Dengan demikian, hidrolisis lemak menghasilkan gliserol dan asam-asam. Sifat Fisis Lemak

- a. Pada suhu kamar, lemak hewan pada umumnya berupa zat padat, sedangkan lemak dari tumbuhan berupa zat cair.
- b. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi mengandung asam lemak jenuh, sedangkan lemak yang mempunyai titik lebur rendah mengandung asam lemak tak jenuh. Contoh: Tristearin (ester gliserol dengan tiga molekul asam stearat) mempunyai titik lebur 71 °C, sedangkan triolein (ester gliserol dengan tiga molekul asam oleat) mempunyai titik lebur -17 °C.
- c. Lemak yang mengandung asam lemak rantai pendek larut dalam air, sedangkan lemak yang mengandung asam lemak rantai panjang tidak larut dalam air. (Mengapa?)
- d. Semua lemak larut dalam kloroform dan benzena. Alkohol panas merupakan pelarut lemak yang baik.

5.2 Klasifikasi dan Tata Nama

Tata nama lemak/minyak ditentukan oleh jumlah, jenis, dan posisi asam lemak yang terikat pada gliserin. Karena jumlah asam lemak yang terikat pada trigliserida adalah tiga buah maka diberi awalan tri-. Jenis asam lemak harus menunjukkan apakah lemak jenuh atau lemak tidak jenuh. Posisi asam lemak ditentukan pada posisinya di rantai karbon gliserin, yaitu posisi C1, C2 (tengah), dan C3. Sebagai contoh, trigliserida yang disusun oleh 3 asam stearate yang terikat pada C1, C2, dan C3 dapat diberi nama tristearin seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 . Struktur kimia (a)monogliserida(1-monostearin), (b)digliserida (1,3distearin), dan (c)trigliserida (tristearin)

Struktur kimia lemak dan minyak memiliki tiga buah asam lemak yang terikat pada gliserin sehingga disebut trigliserida. Berdasarkan jenis asam lemak yang terikat pada gliserin, trigliserida dapat dikelompokkan menjadi trigliserida sederhana (*simple triglyceride*) dan trigliserida campuran (*mixed triglyceride*). Kelompok trigliserida sederhana adalah apabila ketiga asam lemak yang terikat pada gliserin adalah sama, sedangkan trigliserida campuran adalah apabila salahsatu atau seluruh

asam lemak yang terikat berbeda. Tristearin adalah contoh trigliserida sederhana, karena disusun oleh 3 buah asam stearat. Contoh trigliserida campuran adalah yang disusun oleh 3 jenis asam lemak yang berbeda. Trigliserida tersebut disusun oleh asam palmitat pada C1, asam linoleat pada C2, dan asam stearat pada C3. Trigliserida campuran ini dapat diberikan nama 1-palmitoleoyl-2-linoleoyl-3-stearoyl-glycerol.

5.3 Komposisi Asam Lemak dalam Bahan Pangan

Lipid sederhana dalam bahan pangan mengandung jenis molekul trigliserida yang beragam, yang disebabkan oleh perbedaan asam lemak yang terikat pada struktur gliserol. Tabel 3 memperlihatkan komposisi asam lemak penyusun lemak/minyak dari berbagai bahan pangan yang kaya lemak. Minyak kedelai, minyak zaitun, jagung dan kacang tanah banyak mengandung asam lemak tidak jenuh (85-90%), sedangkan minyak kelapa banyak mengandung asam lemak tidak jenuh (91%). Minyak sawit mengandung sekitar 50% asam lemak tidak jenuh dan 50% lemak jenuh dengan komposisi terbesarnya asam palmitat (44%) dan asam oleat (39%). Adanya perbedaan komposisi asam lemak dan minyak tersebut maka titik leleh dari sumber lemak dan minyak tersebut berbedabeda.

Sifat fisik lemak/ minyak dan kemudahannya untuk teroksidasi akan ditentukan oleh jenis asam lemak penyusunnya. Semakin banyak kandungan lemak tidak jenuhnya maka sifat fisiknya akan semakin rendah sehingga minyak yang lebih banyak disusun oleh asam lemak tidak jenuh akan cenderung berbentuk cair pada suhu ruang. Demikian juga, apabila semakin banyak kandungan lemak tidak jenuhnya maka kerusakan lemak akibat reaksi oksidasi akan semakin mudah terjadi.

Tabel 3. Komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh pada beberapa pangan

Sumber Pangan	Asam Lemak Jenuh (%)					Asam Lemak Tidak Jenuh (%)		
	≤	C12	C14	C16	C18	C18:1	C18:2	C18:3
	C10	Laurat	Miristat	Palmitat	Stearat	Oleat	Linoleat	Linolenat
Mentega	12	3	12	28	10	26	2	
Butter	11	3	10	26	15	29	2	2
Lard	-	-	1	28	14	40	5	
Lemak sapi	-	0,2	3	28	24	40	2	
Minyak zaitun	-	-	1	5	2	83	7	
Minyak sawit	-	0,2	1,1	44	4,5	39,2	10,1	0,4
Minyak jagung	-	-	1	10	2	40	40	
Kacang tanah	-	-	-	8	4	60	25	
Minyak kedelai	-	-	-	12	2	24	58	8
Minyak kelapa	12	44	18	11	6	7	2	

Minyak jagung diperoleh dengan jalan mengekstrak bagian lembaga. System ekstraksi yang digunakan biasanya system pres (pressing) atau kombinasi system pres dan pelarut menguap. Minyak jagung memiliki nilai gizi yang sangat tinggi yaitu sekitar 250 KK/ons/ selain itu juga minyak jagung lebih disenangi konsumen karena selain harganya yang murah juga mengandung sitosterol sehingga para konsumen dapat terhindar dari gejala atherosclerosis yang diakibatkan terjadinya kompleks antara sitosterol dan Ca^{++} dalam darah. Dalam minyak jagung terdapat banyak asam lemak esensial yang dibutuhkan pada pertumbuhan badan.

Tabel 4. Komposisi asam lemak minyak jagung

No	Asam Lemak	% (berat)
1	Miristat	0,1
2	Palmitat	8,1
3	Stearat	2,5
4	Reksadekanoat	1,2
5	Oleat	30,1
6	Linoleat	56,3
7	Asam di atas C18	1,7

Minyak kelapa sawit dapat dihasilkan dari inti kelapa sawit yang dinamakan minyak inti kelapa sawit dan sebagai hasil samping ialah bungkil inti kelapa sawit. Bungkil intit kelapa sawit adalah inti kelapa sawit yang telah mengalami proses ekstraksi dan pengeringan.

Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit dan minyak inti kelapa sawit

Tabel 5. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit

No	Asam Lemak	Minyak Kelapa Sawit	Minyak Inti Kelapa Sawit
1	Kaprilat	-	3 – 4
2	Kaproat	-	3 – 7
3	Laurat	-	46 – 52
4	Miristat	1,1 – 2,5	14 – 17
5	Palmitat	40 – 46	6,5 – 9
6	Stearat	3,6 – 4,7	1 – 2,5
7	Oleat	39 – 45	13 – 19
8	Linoleat	7 - 11	0,5 - 2

Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemak digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya.

Tabel 6. Komponen asam lemak minyak kelapa

No	Asam lemak	% (berat)
1	Asam lemak jenuh	
	Kaproat	0,0 – 0,8
	Kaprilat	5,5 – 9,5
	Kaprat	4,5 – 9,5
	Laurat	44,0 – 52,0
	Miristat	13,0 – 19,0
	Palmitat	7,5 – 10,5
	Stearat	1,0 – 3,0
	Arachidat	0,0 – 0,4
	2	Asam lemak tidak jenuh
Palmitoleat		0,0, - 1,3
Oleat		5,0 – 8,0
Linoleat		1,5 – 2,5

5.4 Proses Ekstraksi dan Pemurnian Lemak/Minyak

Minyak dan lemak dapat diekstraksi dari berbagai sumber pangan yang kaya lemak/minyak. Lemak/minyak dapat berasal dari lemak nabati atau dari lemak hewani. Lemak dan minyak dapat diekstraksi dari berbagai sumber lemak. Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan cara pengepresan dan pemanasan. Disamping dengan cara pengepresan, lemak/minyak juga dapat dipisahkan dari sumbernya dengan menggunakan pelarut lemak yang bersifat non-polar dan tidak toksik. Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak. Adapun cara ekstraksi ini bermacam-maca, yaitu rendering (dry rendering dan wet rendering), mechanical expression dan solvent extraction.

Rendering

Rendering merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air yang tinggi. Pada semua cara rendering, penggunaan panas adalah suatu hal yang spesifik, yang bertujuan untuk mengumpulkan protein pada dinding sel bahan dan untuk memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung di dalamnya.

Menurut pengerjaannya rendering dibagi dalam dua cara yaitu:

1. Wet rendering adalah proses rendering dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses tersebut. cara ini dikerjakan pada ketel yang terbuka dan tertutup dengan menggunakan temperature yang tinggi serta tekanan 40 sampai 60 pound tekanan uap 40 – 60 psi). Penggunaan temperatur rendah dalam proses wet rendering dilakukan jika diinginkan flavor netral dari minyak atau lemak. Bahan yang akan diekstraksi ditempatkan pada ketel yang diperlengkapi dengan alat pengaduk, kemudian air ditambahkan dan campuran tersebut dipanaskan perlahan-lahan sampai suhu 50°C sambil duduk. Minyak yang terekstraksi akan naik ke atas dan kemudian dipisahkan. Proses wet rendering dengan menggunakan temperatur rendah kurang begitu populer, sedangkan proses wet rendering dengan mempergunakan temperature yang tinggi disertai tekanan uap air, dipergunakan untuk menghasilkan minyak atau lemak dalam jumlah yang besar. Peralatan yang dipergunakan adalah autoclave atau digester. Air dan bahan yang akan diekstraksi dimasukkan ke

dalam digester dengan tekanan uap air sekitar 40 sampai 60 pound selama 4 – 6 jam.

2. Dry rendering adalah cara rendering tanpa penambahan air selama proses berlangsung. Dry rendering dilakukan dalam ketel yang terbuka dan diperlengkapi dengan steam jacket serta alat pengaduk (agitator). Bahan yang diperkirakan mengandung minyak atau lemak dimasukkan ke dalam ketel tanpa penambahan air. Bahan tadi dipanasi sambil diaduk. Pemanasan dilakukan pada suhu 220°F sampai 230°F (105°C - 110°C). ampas bahan yang telah diambil minyaknya akan diendapkan pada dasar ketel. Minyak atau lemak yang dihasilkan dipisahkan dari ampas yang telah mengendap dan pengambilan minyak dilakukan dari bagian atas ketel.

Pengepresan Mekanis (Mechanical Expression)

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak, terutama untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Cara ini dilakukan untuk memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30 – 70%). Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan dari bijinya.

Perlakuan pendahuluan tersebut mencakup pembuatan serpih, perajangan dan penggilingan serta tempering atau pemasukan.

Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis, yaitu :

1. Pengepresan hidraulik, bahan dipres dengan tekanan sekitar 2000 pound/inch² (140,6 kg/cm = 136 atm). Banyaknya minyak atau lemak yang dapat diekstraksi tergantung dari lamanya pengepresan, tekanan yang dipergunakan, serta kandungan minyak dalam bahan asal. Sedangkan banyaknya minyak yang tersisa pada bungkil bervariasi sekitar 4 sampai 6 persen, tergantung dari lamanya bungkil tertekandi bawah tekanan hidraulik.
2. Pengepresan Berulir (Expeller Pressing), cara expeller pressing memerlukan perlakuan pendahuluan yang terdiri dari proses pemasakan atau tempering. Proses pemasakan berlangsung pada temperatur 240°F (115,5°C) dengan tekanan sekitar 15 – 20 ton/inch². Kadar air minyak atau lemak yang dihasilkan berkisar sekitar 2,5 – 3,5 persen, sedangkan bungkil yang dihasilkan masih mengandung minyak sekitar 4 – 5 persen. Cara lain untuk mengekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak adalah gabungan dari proses wet rendering dengan pengepresanu secara mekanik atau dengan sentrifusi.

Tahap-tahap yang dilakukan dalam proses pemisahan minyak dengan cara pengepresan mekanis dapat dilihat pada skema di bawah ini



Ekstraksi dengan Pelarut (Solvent Extraction)

Prinsip dari proses ini adalah ekstraksi dengan melarutkan minyak dalam pelarut minyak dan lemak. Pada cara ini dihasilkan bungkil dengan kadar minyak yang rendah yaitu sekitar 1 persen atau lebih rendah, dan mutu minyak kasar yang dihasilkan cenderung menyerupai hasil dengan cara expeller pressing, karena sebagian fraksi bukan minyak akan ikut terekstraksi. Pelarut minyak atau lemak yang biasa dipergunakan dalam proses ekstraksi dengan pelarut menguap

adalah petroleum eter, gasoline karbon disulfide, karbon tetraklorida, benzene, dan n-heksan. Perlu diperhatikan bahwa jumlah pelarut menguap atau hilang tidak boleh lebih dari 5 persen. Bila lebih, seluruh sistem *solvent extraction* perlu diteliti lagi.

Untuk menghasilkan lemak/minyak yang lebih murni dengan sifat fisik yang sesuai maka lemak kasar tersebut harus diproses lebih lanjut. Tujuan utama pemurnian untuk menghilangkan rasa serta bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan mentah dalam industri. Pada umumnya minyak untuk tujuan bahan pangan dimurnikan melalui tahap proses sebagai berikut:

1. Pemisahan bahan berupa suspensi dan disperse koloid dengan cara penguapan, degumming dan pencucian dengan asam.
2. Pemisahan asam lemak bebas dengan cara netralisasi
3. Dekolorisasi dengan proses pemucatan
4. Deodorisasi
5. Pemisahan gliserida jenuh (*stearin*) dengan cara pendinginan (*chilling*)

Berikut tahapan pemurnian yang umum dilakukan :

1. *Degumming*

Minyak yang diekstrak dengan pengeprean atau dengan pelarut, mengandung komponen mirip lemak atau kompleks protein lemak yang bersifat lengket, seperti getah dan lendir. Untuk menghilangkan komponen tersebut maka pada lemak kasar sering dilakukan proses degumming. Proses ini umumnya dilakukan dalam proses produksi minyak goreng.

2. *Refining*

Proses refining dilakukan untuk menghilangkan komponen-komponen yang tidak dapat dihilangkan melalui proses degumming, misalnya pigmen, senyawa fosfatida yang tidak larut air, mineral mikro dan senyawa-senyawa hasil oksidasi. proses refining yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan larutan alkali, misalnya soda kaustik atau NaOH. Dapat dilakukan dengan proses sentrifugasi maka trigliserida dapat dipisahkan dari komponen-komponen yang tidak diinginkan tersebut.

3. *Bleaching*

Bleaching atau pemucatan adalah proses pemucatan minyak untuk menghilangkan komponen-komponen yang mempengaruhi warna

cokelat, seperti karotenoid dan tokoferol. Pemisahan komponen tersebut dilakukan dengan menggunakan bahan pemucat, misalnya bleaching earth (bentonite) atau arang aktif.

4. *Deodorisasi*

Deodorisasi adalah proses penghilangan asam lemak bebas dan senyawa yang menyebabkan bau menyimpang seperti peroksida, keton dan senyawa hasil oksidasi lemak lainnya yang mudah menguap yang dapat menimbulkan bau menyimpang (off odor).

5. *Fraksinasi*

Untuk memisahkan fraksi minyak dan lemak, misalnya fraksi olein dan stearin maka minyak/lemak murni hasil proses degumming, refining, bleaching dan deodorisasi, kemudian fraksinasi. Fraksi olein dan stearin dilakukan dengan cara melewatkannya pada filter press. Dalam proses ini, fraksi olein yang terbentuk cair akan melewati filter press, sedangkan fraksi stearin akan tertahan pada filter press. Fraksi olein yang dihasilkan adalah minyak goreng. Fraksi stearin selanjutnya dapat diproses lebih lanjut untuk memproduksi margarin atau sabun.

6. *Hidrogenasi*

Hidrogenasi bertujuan utama untuk mengubah asam lemak tidak jenuh menjadi asam lemak jenuh, yang dapat meningkatkan titik leleh

lemak/minyak sehingga dapat mengubah wujudnya dari cair menjadi padat. Hidrogenasi dilakukan dengan cara mereaksikan minyak panas dengan gas hidrogen yang dikatalisi dengan nikel.

Proses hidrogenasi di industri minyak dan lemak pada umumnya terdiri atas dua macam, yaitu proses hidrogenasi parsial dan hidrogenasi keseluruhan. Hidrogenasi parsial, artinya tidak seluruh ikatan rangkap diadisi, sedangkan hidrogenasi keseluruhan berarti seluruh ikatan rangkap dihidrogenasi seluruhnya sampai jenuh. Proses hidrogenasi parsial pada minyak dan lemak dapat menyebabkan terjadinya isomerisasi asam lemak dari konfigurasi cis menjadi trans sehingga dapat terbentuk asam lemak trans.

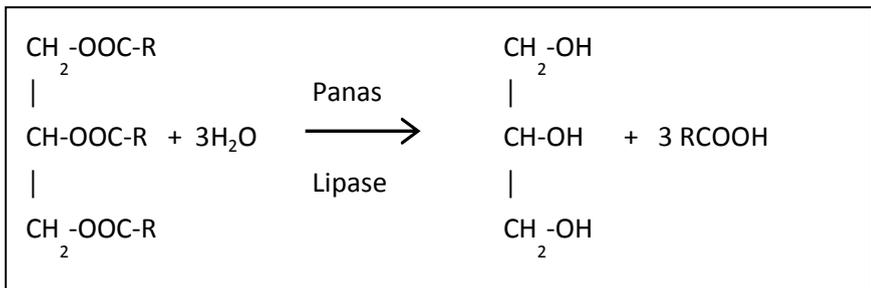
5.5. Reaksi Kimia Lemak dan Minyak

Reaksi kimia penting yang melibatkan lemak/minyak, diantaranya adalah reaksi hidrogenasi, reaksi penabunan, reaksi hidrolisis, reaksi oksidasi, serta reaksi intra- dan inter-esterifikasi. Reaksi-reaksi pada lemak melibatkan gugus fungsional (ester) dan ikatan-ikatan rangkap pada rantai asam lemak.

1. Reaksi hidrolisis lemak

Pada reaksi hidrolisa minyak dan lemak diubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol yang dapat mengakibatkan terjadinya

kerusakan pada minyak dan lemak. Hal ini terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak dan lemak sehingga mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavour dan bau tengik. (Reaksinya dapat dilihat sesuai dengan reaksi minyak dan lemak)Reaksi hidrolisis lemak atau lipolysis adalah reaksi pelepasan asam lemak bebas (*free fatty acid*) dari gliserin dalam struktur molekul lemak. Reaksi hidrolisis dapat dipicu oleh adanya aktivitas enzim lipase atau pemanasan yang menyebabkan pemutusan ikatan ester dan pelepasan asam lemak bebas. Setiap pelepasan satu molekul asam lemak bebas memerlukan satu molekul air.



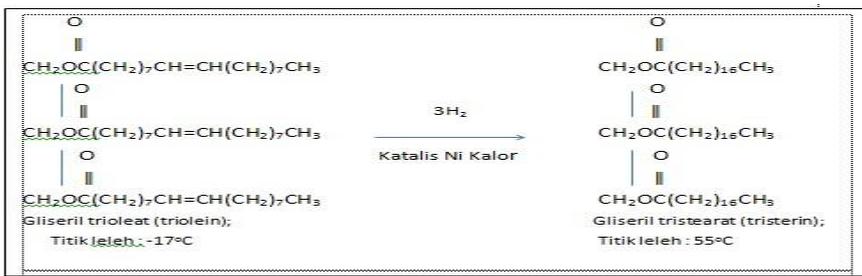
Gambar 6. Reaksi hidrolisis lemak membentuk asam lemak bebas dan gliserin yang dipicu oleh enzim lipase atau pemanasan

Reaksi hidrolisis lemak (Gambar 6) dapat terjadi bila ada air dan pemanasan. Hidrolisis lemak dapat terjadi pada lemak jenuh atau tidak jenuh. Mula-mula lemak akan terhidrolisis membentuk gliserin dan asam

lemak bebas, kemudian akan terjadi reaksi lanjutan yang menyebabkan pemecahan molekul gliserin dan asam lemak bebas. Dengan dipicu proses pemanasan, lemak (trigliserida) terhidrolisis membentuk asam lemak bebas dan gliserol. Pada suhu pemanasan terlalu tinggi, ikatan pada gliserin dapat pecah sehingga menyebabkan lepasnya dua molekul air dan membentuk senyawa akrolein. Akrolein bersifat volatile dan membentuk asap yang dapat mengiritasi mata.

2. Reaksi hidrogenasi

Reaksi hidrogenasi adalah reaksi adisi hidrogen ke dalam rantai asam lemak tidak jenuh pada sisi karbon yang mengandung ikatan rangkap. Reaksi hidrogenasi mengubah lemak tidak jenuh menjadi lemak jenuh. Reaksi hidrogenasi akan dipercepat dengan proses pemanasan dan adanya katalisator misalnya nikel. Gambar 7 memperlihatkan reaksi hidrogenasi gliseril trioleat (triolein) yang disusun oleh 3 molekul asam oleat (18:1(Δ^9)).

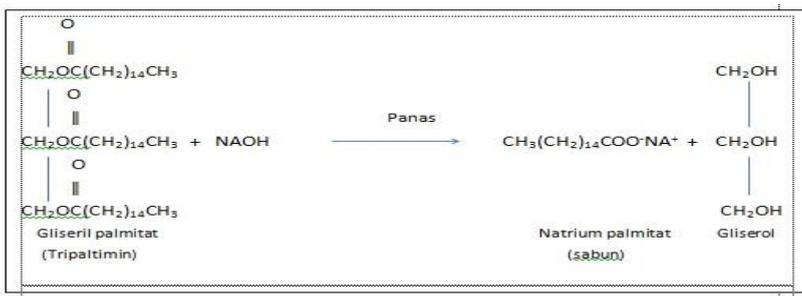


Gambar 7 .Reaksi hidrogenasi lemak tidak jenuh menjadi lemak jenuh.

Reaksi hidrogenasi ini meningkatkan titik leleh trigliserida dari 17°C menjadi 55°C sehingga triolein yang berbentuk cair pada suhu ruang berubah menjadi tristearin yang berbentuk padat. Reaksi hidrogenasi merupakan tahapan dalam proses produksi margarin atau shortening dari minyak cair. Dalam reaksi hidrogenasi, ada sebagian kecil asam lemak tidak jenuh mengalami isomerisasi, dimana terjadi perubahan konfigurasi dari cis menjadi trans.

3. Reaksi penyabunan

Reaksi penyabunan terjadi apabila lemak, misalnya gliseril palmitat (tripalmitin) dipanaskan dengan adanya alkali (sodium hidroksida) yang menyebabkan ester gliserin terkonversi menjadi garam Na-palmitat dan gliserin. Garam asam lemak berantai panjang ini disebut sabun sehingga reaksinya disebut reaksi penyabunan. Prinsip reaksi ini digunakan dalam proses produksi sabun secara komersial ditunjukkan Gambar 8.



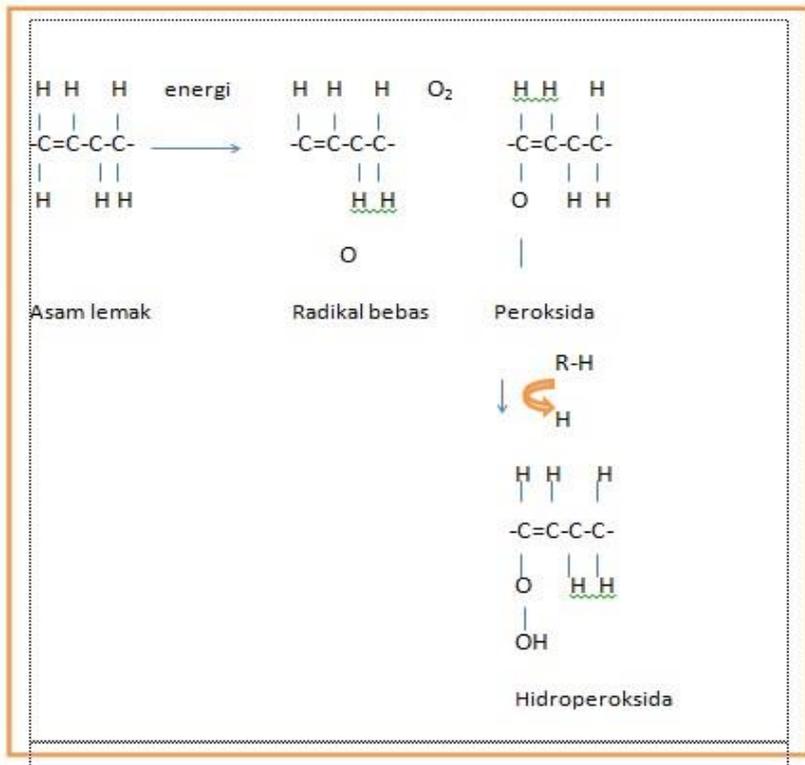
Gambar 8. Reaksi penyabunan lemak membentuk sabun

4. Reaksi autooksidasi lemak

Ikatan rangkap asam lemak yang terikat struktur lemak/minyak mudah teroksidasi oleh oksigen. Reaksi oksidasi ini akan memicu pembentukan produk primer, sekunder dan tersier yang bersifat volatile sehingga menyebabkan lemak atau produk yang mengandung lemak menjadi berbau tengik dan tidak layak untuk dikonsumsi.

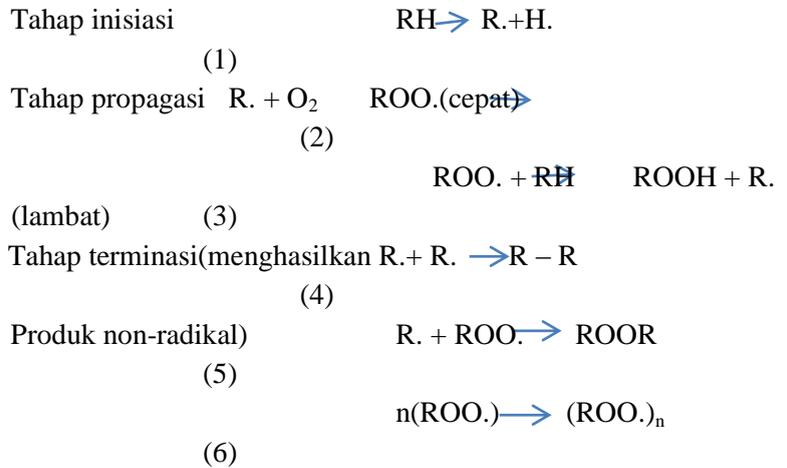
Oksidasi lemak adalah salahsatu reaksi kimia yang menyebabkan kerusakan lemak, terutama lemak yang mengandung asam lemak tidak jenuh. Reaksi oksidasi lemak dapat dipicu oleh adanya oksigen, enzim peroksida, radiasi (cahaya), dan ion metal polivalen. Apabila lemak yang mengandung asam lemak tidak jenuh (R-H) teroksidasi oksigen dan dipicu oleh adanya panas maka ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak tidak jenuh akan terputus dan oksigen akan menjadi bagian dari molekul. Pada mulanya, atom karbon yang terdapat ikatan jenuhnya akan membentuk radikal bebas (R.) dengan membebaskan atom hidrogen. Selanjutnya, radikal bebas yang reaktif ini akan mengikat oksigen untuk membentuk radikal peroksida (ROO.) Radikal peroksida juga bersifat reaktif dan segera akan mengambil hidrogen yang terikat pada karbon yang memiliki ikatan rangkap dari asam lemak lainnya sehingga terbentuk radikal bebas baru. Pengikatan hidrogen oleh

peroksida akan membentuk hidropersida (ROOH), sedangkan radikal bebas yang baru akan mengulang reaksi yang serupa dengan sebelumnya. Karena adanya reaksi pembentukan radikal bebas baru oleh peroksida ini sebagai hasil reaksi oksidasi lemak ini bersifat autooksidasi (Gambar 9).



Gambar 9. Reaksi oksidasi asam lemak tidak jenuh

Berdasarkan penjelasan mekanisme reaksi di atas maka reaksi oksidasi lemak dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap inisiasi, propagasi, dan terminasi (Gambar 10).



Gambar 10. Tahap reaksi autooksidasi lemak

5. Reaksi esterifikasi

Minyak dan lemak merupakan ester yang dibentuk dari gliserol dari asam lemak dan terkadang dengan gugus hidroksil. Suatu ester dapat dibentuk secara langsung antara asam karboksilat dengan dengan alcohol yang disebut reaksi esterifikasi yang bertujuan untuk mengubah asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Reaksi ini dilakukan melalui reaksi kimia yang disebut transesterifikasi yaitu pertukaran ester yang didasarkan atas prinsip transesterifikasi Friedel-Craft. Sehingga melalui prinsip ini, hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak dapat mengakibatkan bau yang tidak enak.

Reaksi esterifikasi :



5.6. Sifat Fisikokimia Lemak dan Minyak

Sifat fisikokimia lemak/minyak yang penting adalah kelarutan, titik leleh, berat jenis, kapasitas absorpsi air, turbidity point, dan bilangan iod. Di samping itu, terdapat parameter yang sering digunakan untuk menentukan kualitas lemak/ minyak yaitu bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan paraanisidin, derajat ketengikan, dan bilangan *Thio Barbituric Acid* (TBA). Peningkatan bilangan asam, bilangan peroksida dan bilangan TBA sering digunakan sebagai parameter kerusakan minyak/lemak.

a. *Kelarutan*

Lemak/ minyak bersifat non-polar sehingga hanya dapat larut dalam pelarut organik non-polar, seperti heksana, petroleum eter, atau dietil eter. Sifat kelarutan lemak/ minyak dalam pelarut organik non polar digunakan untuk melakukan ekstraksi lemak/minyak. Lemak/minyak

tidak larut dalam air karena air bersifat polar.

b. Indeks refraksi

Indeks refraksi adalah parameter yang berkaitan dengan berat molekul, panjang rantai asam lemak, tingkat ketidakjenuhan dan tingkat konjugasi. Pengukuran indeks refraksi lemak berguna untuk menguji kemurnian suatu lemak. Indeks refraksi meningkat dengan makin panjangnya rantai C, derajat ketidakjenuhan, dan suhu yang semakin tinggi. Indeks refraksi berhubungan erat dengan bilangan iod lemak dan karena itu dapat digunakan untuk mengendalikan proses hidrogenasi. *c. Titik Leleh*

Titik leleh adalah suhu dimana lemak/ minyak berubah wujud dari padat menjadi cair. Titik leleh lemak/minyak ditentukan oleh ada tidaknya ikatan rangkap asam lemak penyusunnya. Asam lemak jenuh memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak titik jenuh. Titik leleh juga dipengaruhi oleh panjang rantai asam lemak penyusun lemak/minyak, dimana lemak yang tersusun oleh asam lemak pendek akan memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan dengan yang disusun oleh asam lemak rantai panjang.

d. Berat jenis

Berat jenis lemak/minyak adalah berat minyak (gram) per satuan volume (ml). pada prinsipnya, berat jenis lemak/minyak ditentukan melalui perbandingan berat contoh minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu yang ditentukan (biasanya 25°C). minyak memiliki berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan air, yaitu berkisar antara 0,916-0,923 g/ml.

e. Bilangan iod

Asam lemak yang menyusun lemak/minyak umumnya berupa campuran antara asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Derajat ketidakjenuhan asam lemak yang menyusun lemak/minyak dapat ditentukan berdasarkan reaksi adisi antara asam lemak dengan iod (I_2). Bilangan iod menyatakan jumlah gram iod yang digunakan untuk mengadisi 100 gram lemak/minyak. Semakin tinggi bilangan iod maka semakin banyak ikatan rangkap yang diadisi dan semakin tinggi derajat ketidakjenuhan lemak/minyak tersebut. Penetapan bilangan iod dilakukan dengan menambahkan iod secara berlebih ke dalam contoh lemak/minyak

f. Kapasitas absorpsi air

Minyak/lemak dapat membentuk emulsi dengan air. Kapasitas mengabsorpsi air oleh minyak/lemak merupakan sifat yang penting dalam sebuah emulsi.

g. Turbidity point

Pengujian turbidity poin dilakukan untuk mengetahui adanya pengotoran oleh bahan asing atau pencampuran minyak. Turbidity point suatu contoh minyak dapat ditentukan dengan mengukur suhu minyak pada saat minyak atau lemak cair berubah menjadi padat. Pengujian ini disebut Crismer atau Valenta.

h. Indeks padatan lemak (solid fat index)

Solid fat index (SFI) adalah ukuran tingkat kepadatan lemak pada suhu yang berbeda. SFI menunjukkan persentase lemak yang terdapat dalam bentuk Kristal, yang dapat dibedakan dari minyak yang meleleh pada suhu tertentu.

i. Bilangan asam

Bilangan asam adalah bilangan yang menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam lemak/minyak. Hidrolisis lemak/minyak oleh air dengan katalis enzim/ panas pada ikatan ester trigliserida akan menghasilkan asam lemak bebas. Keberadaan asam

lemak bebas dalam lemak/minyak biasanya dijadikan indicator awal terjadinya kerusakan lemak/minyak karena proses hidrolisis. Pembentukan asam lemak bebas akan mempercepat kerusakan oksidatif lemak/minyak karena asam lemak bebas lebih mudah teroksidasi jika dibandingkan dengan bentuk esternya.

j. Bilangan peroksida

Asam lemak bebas dalam contoh lemak/minyak mudah mengalami reaksi oksidasi. Stabilitas oksidasi asam lemak sangat tergantung pada jumlah ikatan rangkapnya. Semakin banyak ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak maka stabilitas oksidatif asam lemak tersebut semakin rendah. Reaksi oksidasi terjadi melalui beberapa tahap, yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan terminasi. Radikal bebas yang terbentuk di tahap awal reaksi (tahap inisiasi) dapat bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan senyawa peroksida. Keberadaan senyawa peroksida ini digunakan sebagai indicator terjadinya oksidasi lemak/minyak. Keberadaan senyawa peroksida pada lemak/minyak dapat ditentukan dengan metode spektrofotometri maupun titrimetri.

k. Bilangan paraanisidin

Dekomposisi peroksida menghasilkan berbagai senyawa, terutama golongan aldehid. Jumlah aldehid pada contoh minyak/lemak dinyatakan dengan para-anisidin value (p-value). Reaksi antara senyawa aldehid dengan pereaksi paraanisidin pada pelarut asam asetat akan menghasilkan warna kuning yang absorpsinya dapat diukur pada panjang gelombang 350 nm. Bilangan peroksida dan bilangan paraanisidin yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan bilangan total oksidasi (total oxidation value), yang ekuivalen dengan dua kali bilangan peroksida ditambah dengan bilangan paraanisidin. Bilangan total oksidasi ini sering dijadikan parameter tingkat kerusakan oksidasi lemak/minyak.

l. Derajat ketengikan

Derajat ketengikan lemak/minyak menunjukkan seberapa besar kerusakan lemak/minyak. Uji ketengikan merupakan uji yang digunakan untuk mengukur stabilitas oksidasi lemak. Stabilitas oksidasi lemak dapat diukur secara cepat dengan menggunakan Methrom Rancimat. Methrom rancimat mengukur waktu induksi, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh lemak dan minyak pada suhu tertentu sebelum mengalami kerusakan yang cepat. Pengukuran

kerusakan minyak dan lemak dilakukan berdasarkan senyawa volatile hasil oksidasi lemak yang menyebabkan bau tengik seperti asam dikarboksil.

m. Bilangan TBA

Uji bilangan *Thio Barbituric acid* (TBA) umum digunakan untuk mengukur tingkat ketengikan lemak/minyak atau produk pangan yang mengandung lemak/minyak. Dalam reaksi oksidasi lemak. Komponen hasil dekomposisi lemak yang dapat terbentuk adalah senyawa turunan aldehida, yaitu manonaldehid. Keberadaan manonaldehid pada contoh lemak/minyak menunjukkan bahwa contoh telah mengalami oksidasi lanjut. senyawa manonaldehid yang terbentuk akan bereaksi dengan pereaksi TBA dan menghasilkan pigmen warna merah. Semakin tinggi nilai TBA maka tingkat oksidasi lemak/minyak semakin tinggi.

VI. PERANAN LEMAK DAN MINYAK DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Lemak dan minyak mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan manusia terutama kebutuhan dalam bahan pangan. Adapun pengklasifikasian lemak dan minyak berdasarkan kegunaannya yaitu : 1.

Minyak mineral (minyak bumi) sebagai bahan bakar

2. Minyak nabati/hewani(minyak/lemak) sebagai Bahan makan bagi manusia.
3. Minyak atsiri (essential oil)Untuk obat-obatan. minyak ini mudah menguap pada temperatur kamar,sehingga disebut juga minyak terbang.

Meskipun lemak sering dilihat sebagai zat yang bisa meningkatkan beberapa potensi penyakit yang buruk bagi tubuh, ternyata lemak juga menyimpan potensi yang baik. Tubuh kita selalu membutuhkan semua jenis lemak dalam jumlah tertentu agar tubuh tetap sehat dan organ tubuh bisa menjalankan fungsinya dengan baik. Berikut ini adalah manfaat lemak bagi tubuh.

a. Lemak sebagai Sumber Energi

Dalam setiap 1 gram lemak menyediakan sekitar 9 kalori untuk tubuh. lemak yang baik ternyata bermanfaat untuk menjadi sumber

energi. Tubuh tidak akan mampu bergerak atau melakukan aktifitas tanpa adanya energi. Bahkan jika kita kekurangan energi maka bisa membuat beberapa jenis penyakit yang menyerang kekebalan lemah mudah muncul. Lemak melindungi kesehatan tubuh dan semua organ tubuh.

b. Lemak Sebagai Sumber Pertumbuhan Sel

Tubuh kita terdiri dari banyak sel yang tidak bisa terhitung secara menyeluruh. Setiap jenis sel diperlukan tubuh untuk membentuk tubuh yang sehat. Sel-sel yang sehat akan membuat tubuh menjadi lebih sehat. Lemak juga penting untuk memberikan perlindungan pada lapisan luar sel atau membrane sel. Jika kita tidak memiliki sel yang sehat maka tubuh dan organ tubuh akan terganggu atau terserang penyakit.

c. Lemak Menunjang Fungsi Otak

Otak adalah salah satu organ tubuh yang sangat penting. Kesehatan otak banyak dipengaruhi oleh sel-sel pembangun yang sehat sehingga bisa mendukung hubungan sel motorik dan sel otak. Lemak membuat sel-sel dalam otak terus berkembang dan membentuk lapisan sel yang sehat. Secara khusus lemak juga membantu tubuh agar bisa berpikir cepat sehingga lemak mempengaruhi kecerdasan otak.

d. Membantu Penyerapan Vitamin

Ada berbagai jenis vitamin yang dibutuhkan oleh tubuh, salah satu adalah vitamin yang memiliki sifat larut dalam lemak. Jenis vitamin ini adalah seperti vitamin A, D, E dan juga vitamin K. semua vitamin ini memiliki peran yang khusus seperti vitamin A yang berfungsi untuk menjaga kesehatan mata, vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan memperkuat tulang serta gigi, vitamin E untuk membuat kesehatan kulit dan vitamin K yang berperan untuk menunjang proses pembekuan darah. Tanpa lemak maka tubuh tidak akan bisa menyerap vitamin tersebut yang dihasilkan dari luar tubuh atau didapatkan dari makanan.

e. Menunjang Produksi Hormon

Hormon diperlukan oleh tubuh untuk mengatur sistem kerja organ tubuh dan sistem respon untuk tubuh. lemak memiliki peran untuk menjaga produksi hormon sehingga membantu menjaga kesehatan tubuh. Kekurangan lemak dapat menurunkan produksi hormon sehingga tubuh menjadi tidak mudah berkembang atau perkembangan tubuh tidak sesuai dengan usia.

f. Lemak Membantu Kesehatan Kulit

Lemak juga memiliki peran yang sangat penting untuk menjaga kesehatan kulit. Orang yang mengalami kekurangan lemak akan terlihat

dengan tanda-tanda kulit yang bersisik dan kusam. Bahkan lemak juga bisa menjadi indikator pelindung terhadap perubahan cuaca.

g. Lemak Mendukung Kesehatan Organ Tubuh

Lemak adalah salah satu zat penting untuk melindungi kesehatan beberapa organ tubuh seperti ginjal, hati, jantung dan usus. Lemak akan melindungi beberapa organ tubuh tersebut agar tidak mudah terluka atau sedera. Lemak juga akan digunakan oleh organ tubuh untuk memberikan perlindungan khusus dan persediaan energi.

h. Mengontrol Berat Badan

Banyak orang yang berpikir bahwa lemak hanya akan meningkatkan berat badan. Namun ternyata lemak juga berfungsi untuk membantu tubuh dalam mendapatkan berat badan ideal. Hal ini dipengaruhi oleh pikiran kita sendiri bahwa ketika tubuh terlalu sering menerima lemak jahat, maka tubuh akan memberikan reaksi khusus seperti kesehatan yang kurang baik. Setelah itu maka tubuh hanya membutuhkan lemak sehat dari ikan atau beberapa jenis biji-bijian.

Dengan cara ini maka kita bisa mengontrol berat badan dari lemak.

i. Mengurangi Potensi Penyakit

Salah satu jenis lemak yang berfungsi untuk melindungi tubuh agar tidak terkena penyakit tertentu seperti penyakit jantung dan stroke

adalah jenis lemak tak jenuh ganda. Lemak ini banyak ditemukan dalam beberapa jenis kacang-kacangan, minyak zaitun, alpukat dan biji-bijian. Lemak ini sangat bermanfaat untuk menjaga kesehatan jantung, melindungi penyakit pembekuan darah dan mendukung perkembangan fungsi otak.

j. Lemak Meningkatkan Kesuburan

Lemak ternyata juga memiliki peran untuk membantu menjaga kesuburan. Wanita atau remaja yang masuk dalam usia subur bisa mendapatkan siklus menstruasi yang lebih teratur daripada wanita yang mengalami masalah kekurangan lemak. Dengan cara ini maka tubuh juga bisa mencukupi kebutuhan lemak dan menjadi sumber nutrisi yang penting.

Fungsi lemak atau minyak

1. Sebagai sumber energi atau kalori (1 gram lemak = 9 kkal).
2. Sumber asam-asam lemak tak jenuh essensial yaitu lenoleat dan linolenat.
3. Sumber alamiah vitamin yang larut dalam minyak : vitamin A, D, E, dan K
4. Untuk menggoreng makanan, karena lemak atau minyak memiliki

titik didih yang tinggi.

5. Memberi aroma dan rasa gurih.
6. Dalam industri teknologi roti, memberikan konsistensi empuk, dan halus.

VII. KEBUTUHAN LEMAK/MINYAK

Peran lemak dan minyak bagi kesehatan makin diperhatikan orang karena naiknya status sosial, gaya hidup yang moderen dan berubahnya pola makan. Bukti-bukti baru baik yang berkaitan dengan efek yang merugikan maupun yang menguntungkan maupun yang menguntungkan dalam mengkonsumsi jenis lemak tertentu banyak muncul di media masa atau majalah ilmiah. Disamping yang sejalan, ada pula yang berlawanan, sehingga diperlukan kesamaan pandangan tentang jumlah, jenis, komposisi dan aspek-aspek lain yang berkaitan dengan konsumsi minyak atau lemak dalam makanan sehari-hari.

Sehubungan dengan hal tersebut, para pakar kesehatan masyarakat dan ahli ilmu dan teknologi pangan dari seluruh dunia untuk berkumpul di Roma membahas konsumsi lemak dan minyak yang ideal bagi dan kesehatan manusia. Hasilnya berupa rekomendasi atau anjuran-anjuran yang sangat bermanfaat baik bagi konsumen, penyuluh gizi, pengolah makanan, ahli kesehatan, produsen dan distributor makanan serta masyarakat dunia.

Rekomendasi yang dikeluarkan kelompok ahli FAO/WHO tersebut meliputi: konsumsi minimum lemak/minyak bagi orang dewasa, bayi, dan balita; batas maksimal konsumsi lemak/minyak; asam-asam

lemak isomer, serta senyawa-senyawa yang dihubungkan dengan konsumsi lemak/minyak yaitu antioksidan dan kakarotenoid; rekomendasi menyangkut konsumsi asam lemak esensial serta informasi gizi dan program-program pembinaan yang diperlukan.

Konsumsi Minimum Minyak dan lemak

Konsumsi lemak dan minyak yang cukup sangat penting bagi kesehatan, terutama pada masa reproduksi, kehamilan dan menyusui. Jumlah lemak yang dikonsumsi harus dapat menyumbang asam lemak esensial yang cukup dan untuk keperluan penggunaan vitamin-vitamin larut lemak (vitamin A, D, E dan K).

Rekomendasi yang dikeluarkan oleh kelompok ahli FAO/WHO untuk masalah konsumsi lemak /minyak minimal adalah sebagai berikut : (1) bagi sebagian besar orang dewasa, konsumsi lemak/minyak harian harus dapat menyumbang paling tidak 15 persen dari total energi/kalori yang dibutuhkan perhari, (2) wanita dalam masa reproduksi hendaknya mengkonsumsi lemak paling tidak 20 persen dari total kalori perhari, dan (3) usaha-usaha yang terarah harus dilakukan untuk menjamin konsumsi lemak/minyak yang cukup pada kelompok masyarakat yang konsumsi lemaknya menyumbang kurang dari 15 persen dari total kalori.

Konsumsi Minimum Minyak dan Lemak Bagi Bayi dan Balita

Jumlah dan jenis lemak yang dikonsumsi sehari-hari berpengaruh bagi perkembangan dan pertumbuhan anak. Pengaruh tersebut terjadi melalui kandungan kalori atau energi yang dimiliki dan peranan asam-asam lemak tertentu yang terdapat di dalamnya. Bagi bayi, sumber lemak yang ideal dalam air susu ibu (ASI). Sekitar 50 – 60 Persen energi yang terkandung dalam ASI berasal dari lemak susu, Selama masa penyapihan , konsumsi lemak harus dijaga jangan sampai terlalu rendah dari jumlah yang dibutuhkan. Penggunaan lemak, terutama minyak nabati dalam makanan sapihan atau makanan tambahan bagi bayi dn balita adalah cara efektif untuk memenuhi kebutuhan energi mereka.

Lemak merupakan sumber energi utama untuk pertumbuhan dan aktifitas fisik bagi anak dan balita. Kebutuhan energi ini akan terpenuhi jika konsumsi lemak/minyak hanya menyumbang 15 persen atau kurang dari total energi yang dibutuhkan perhari. Sampai umur dua tahun, lemak yang dikonsumsi oleh anak disamping sebagai sumber energi, harus dilihat juga dari segi fungsi strukturalnya. Lemak akan menghasilkan asam-asam lemak dan kolestrol yang ternyata dibutuhkan untuk membentuk sel-sel membran pada semua organ. Organ-organ

penting seperti retina dan sistem saraf pusat terutama disusun oleh lemak. Asam lemak yang sangat dibutuhkan oleh jaringan tubuh tersebut terutama adalah asam lemak yang esensial. Asam lemak yang esensial adalah asam lemak yang tidak dapat dibuat di dalam tubuh sehingga harus diperoleh dari makanan, terdiri dari asam Linoleat, linolenat dan arakhidonat.

ASI mempunyai komposisi asam lemak yang sangat tepat untuk keperluan bayi dan anak-anak sampai dua tahun tersebut. Juga mengandung faktor-faktor yang menyebabkan lemaknya mudah dicerna, juga komposisi kimianya membuat ASI mudah dicerna dan juga memberikan suplai yang seimbang antara asam lemak omega-6 dan omega-3.

Bagi bayi dan balita, rekomendasi yang diberikan adalah sebagai berikut (1) sedapat mungkin bayi diberikan ASI, (2) komposisi asam lemak dalam formula makanan bayi harus disesuaikan dengan jumlah dan proporsi asam lemak yang terkandung dalam ASI, dan (3) selama masa sapihan atau paling sampai bayi umur 2 tahun, kebutuhan energi yang berasal dari lemak harus sebanyak 30-40 persen dari total energi yang dibutuhkan per hari, dengan komposisi asam lemak yang semirip mungkin dengan ASI.

Batas Maksimal Konsumsi Lemak dan Minyak

Konsumsi lemak yang berlebihan akan menimbulkan kegemukan, meningkatkan resiko terkena penyakit jantung koroner dan beberapa jenis kanker. Penjelasan mengapa hal dapat terjadi rumit, dan masih banyak yang belum dimengerti betul. Peningkatan kadar kolesterol serum dan lipoprotein LDL meningkatkan resiko terjadinya aterosklerosis dan penyakit jantung koroner. Tingkat resiko tersebut sebenarnya dipengaruhi juga oleh jenis dan jumlah konsumsi asam lemak, presentase energi yang berasal dari lemak. Konsumsi kolestrol dari makanan, kandungan lipoprotein, konsumsi antioksidan dan serat makanan, aktifitas sehari-hari dan status kesehatan.

Makanan yang rendah lemak, umumnya rendah kolestrol juga tinggi dalam antioksidan atau serat makanan. Untuk orang dewasa, tidak ada keuntungan dari segi gizi untuk mengkonsumsi lemak tinggi, jika energi dan nutrisi yang diperlukan tumbuh telah tercukupi.

Rekomendasi yang dikeluarkan oleh FAO/WHO untuk hal ini adalah (1) individu-individu yang aktif dan kondisi energi dan nutrisinya sudah cukup atau seimbang, hendaknya mengkonsumsi maksimal 35 persen dari total energinya berasal dari lemak. Jumlah asam lemak jenuh

dikonsumsi hendaknya tidak melebihi 10 persen dari total energi, dan (2) individu dengan aktifitas sedang, hendaknya tidak mengkonsumsi lebih dari 30 persen energinya berasal dari lemak, terutama lemak hewani yang tinggi kandungan asam lemak hewani kandungan asam lemak jenuhnya.

VIII. PROSES METABOLISME LEMAK DALAM TUBUH MANUSIA

Hubungan antara proses biologi dan kimia pada makhluk hidup saling berkaitan erat. Hal tersebut dapat dilihat, misalnya dari proses pencernaan makanan dalam tubuh yang tidak lepas dari kedua proses tersebut. Metabolisme kimiawi dalam sistem pencernaan makanan memiliki peranan penting dalam tiap prosesnya. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam sistem pencernaan dapat membantu pemecahan molekul-molekul makanan menjadi molekul yang lebih sederhana, sehingga dapat diserap oleh tubuh.

Metabolisme merupakan proses-proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup atau sel, metabolisme disebut juga reaksi enzimatik karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim. Oleh karena itu, metabolisme lipida/lemak berarti proses pembakaran lipid atau lemak, ataupun proses penguraian atau perombakan lemak di dalam tubuh (Anonim, 2011). Ditegaskan oleh Anonim (Hermawaty, 2014) bahwa metabolisme lemak merupakan proses tubuh untuk menghasilkan energi dari asupan lemak setelah masuk menjadi sari-sari makanan dalam tubuh. dalam memetabolisme lemak menjadi energi kita membutuhkan bantuan glukosa dari karbohidrat.

Karena itu, tubuh kita cenderung menuntut makan yang manis-manis setelah makan makanan yang kaya akan lemak. Lemak dalam tubuh kita akan masuk ke dalam proses metabolisme setelah melewati tahapan penyerapan, sehingga berbentuk lemak yang memasuki jalur metabolisme lemak dalam bentuk trigliserida (trigliserida adalah bentuk simpanan lemak tubuh). Dalam bentuk trigliserida, lemak disintesis menjadi asam lemak dan gliserol.

Proses metabolisme di dalam tubuh baik yang berasal dari karbohidrat, protein, dan lemak berfungsi untuk menghasilkan energi tubuh untuk bergerak dan memenuhi kebutuhan energi di dalam sel, karena itu semua proses metabolisme tersebut, asetil KoA memiliki peranan yang sangat besar dalam menghasilkan energi. Metabolisme lipid atau lemak dalam tubuh terjadi dalam hati / hepar. Dilakukan oleh lipase yang terdapat pada getah usus dan getah pankreas, dengan pH optimum 7,5 – 8.

Lipid yang kita peroleh sebagai sumber energi utamanya adalah dari lipid netral, yaitu trigliserid (ester antara gliserol dengan 3 asam lemak). Secara ringkas, hasil dari pencernaan lipid adalah asam lemak dan gliserol, selain itu ada juga yang masih berupa monogliserid. Karena larut dalam air, gliserol masuk sirkulasi portal (vena porta) menuju hati.

Asam-asam lemak rantai pendek juga dapat melalui jalur ini. Sebagian besar asam lemak dan monogliserida karena tidak larut dalam air, maka diangkut oleh miselus (dalam bentuk besar disebut emulsi) dan dilepaskan ke dalam sel epitel usus (enterosit). Di dalam sel ini asam lemak dan monogliserida segera dibentuk menjadi trigliserida (lipid) dan berkumpul berbentuk gelembung yang disebut kilomikron. Selanjutnya kilomikron ditransportasikan melalui pembuluh limfe dan bermuara pada vena kava, sehingga bersatu dengan sirkulasi darah. Kilomikron ini kemudian ditransportasikan menuju hati dan jaringan adiposa. Di dalam sel-sel hati dan jaringan adiposa, kilomikron segera dipecah menjadi asam-asam lemak dan gliserol. Selanjutnya asam-asam lemak dan gliserol tersebut, dibentuk kembali menjadi simpanan trigliserida. Sewaktu-waktu jika kita membutuhkan energi dari lipid, trigliserida dipecah menjadi asam lemak dan gliserol, untuk ditransportasikan menuju sel-sel untuk dioksidasi menjadi energi. Proses pemecahan lemak jaringan ini dinamakan lipolisis. Asam lemak tersebut ditransportasikan oleh albumin ke jaringan yang memerlukan dan disebut sebagai asam lemak bebas (*free fatty acid/FFA*). Jika sumber energi dari karbohidrat telah mencukupi, maka asam lemak mengalami esterifikasi yaitu membentuk ester dengan gliserol menjadi trigliserida

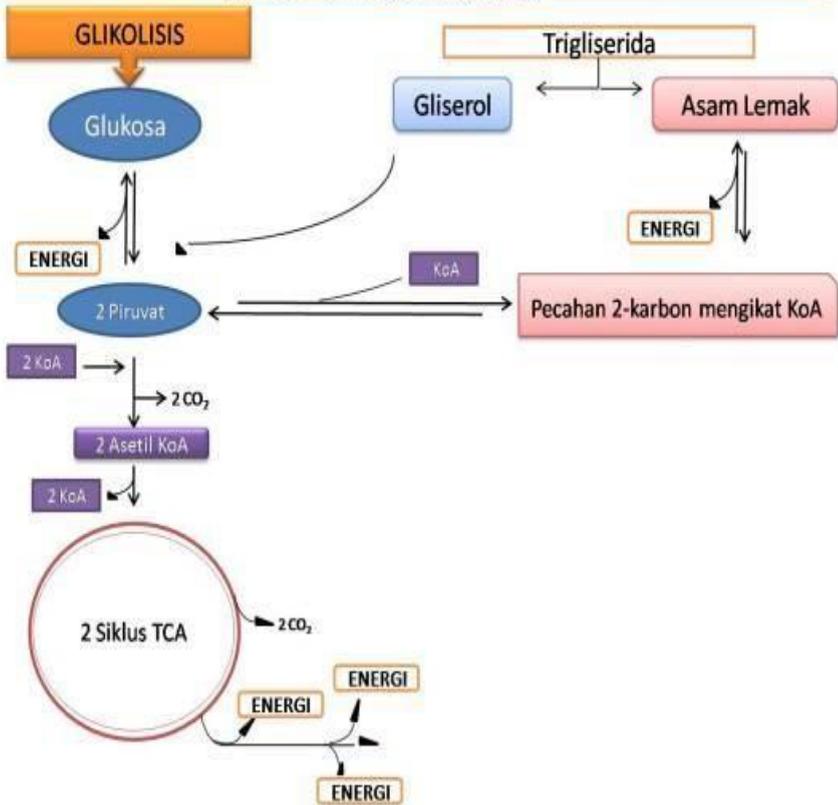
sebagai cadangan energi jangka panjang. Jika sewaktu-waktu tidak tersedia sumber energi dari karbohidrat barulah asam lemak dioksidasi. Selanjutnya sebagaimana asetil KoA dari hasil metabolisme karbohidrat dan protein, asetil KoA dari jalur ini pun akan masuk ke dalam siklus asam sitrat sehingga dihasilkan energi. Di sisi lain, jika kebutuhan energi sudah mencukupi, asetil KoA dapat mengalami lipogenesis menjadi asam lemak dan selanjutnya dapat disimpan sebagai trigliserida. Beberapa lipid non gliserida disintesis dari asetil KoA. Asetil KoA mengalami kolesterogenesis menjadi kolesterol. Selanjutnya kolesterol mengalami steroidogenesis membentuk steroid. Asetil KoA sebagai hasil oksidasi asam lemak juga berpotensi menghasilkan badan-badan keton (aseto asetat, hidroksibutirat dan aseton). Proses ini dinamakan ketogenesis. Badan-badan keton dapat menyebabkan gangguan keseimbangan asam-basa yang dinamakan asidosis metabolik (Anonim, 2011).

Seperti halnya karbohidrat dan protein, lipida atau yang lebih sering disebut lemak juga merupakan sumber energi dalam proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh (Gambar 11). Besarnya energi yang dihasilkan setiap gram lemak adalah lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh 1 gram karbohidrat atau 1 gram protein. 1gram lemak

menghasilkan 9 kal, sedangkan karbohidrat atau protein hanya menghasilkan 4 kal/gram. Dalam bentuk trigliserida, lemak disintesis menjadi asam lemak dan gliserol yang masuk kedalam proses metabolisme energi. Pada prosesnya, gliserol dan asam lemak memerlukan glukosa untuk memasuki siklus krebs atau biasanya dikenal dengan TCA, dengan memasuki siklus ini gliserol dan asam lemak dapat diubah menjadi energi. Asam lemak hasil sintesis lemak hanya terdiri dari pecahan 2-karbon, karena itu sel tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari asam lemak, begitupun dengan gliserol, karena gliserol hanya merupakan 5% dari lemak. Dengan demikian, sel tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari lemak. karena tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari lemak maka organ tubuh tertentu seperti sistem saraf tidak dapat mendapat energi dari lemak, dan karena hal itu pula proses pembakaran lemak tubuh membutuhkan proses yang panjang, salah satunya harus membutuhkan bantuan glukosa, berikut ini adalah gambaran proses metabolisme lemak menjadi energy (Hermawaty, 2014).

Jalur metabolisme lemak menjadi energi

(sumber : Whitney & Rolles, 1993)



Gambar 11. Jalur metabolisme lemak menjadi energi

IX. REAKSI PENGENALAN LIPIDA

Lipid adalah senyawa organik berminyak atau berlemak yang tidak larut dalam air, dapat diekstrak dari sel dan jaringan oleh pelarut nonpolar, seperti kloroform dan eter. Asam lemak adalah komponen unit pembangun pada hampir semua lipid. Asam lemak adalah asam organik berantai panjang yang mempunyai atom karbon dari 4 sampai 24. Asam lemak memiliki gugus karboksil tunggal dan ekor hidrokarbon nonpolar yang panjang. Hal ini membuat kebanyakan lipid bersifat tidak larut dalam air dan tampak berminyak atau berlemak (Lehninger 1982).

Penentuan adanya lipida dalam suatu bahan dapat dilakukan dengan berbagai macam analisa. Salah satunya adalah dengan menggunakan analisa kualitatif untuk menentukan adanya lipida atau tidak (Febrianto, 2013), yaitu:

Uji Kelarutan Lipid

Uji ini terdiri atas analisis kelarutan lipid maupun derivat lipid terhadap berbagai macam pelarut. Dalam uji ini, kelarutan lipid ditentukan oleh sifat kepolaran pelarut. Apabila lipid dilarutkan ke dalam pelarut polar maka hasilnya lipid tersebut tidak akan larut. Hal tersebut karena lipid memiliki sifat nonpolar sehingga hanya akan larut pada pelarut yang sama-sama nonpolar.

Uji Acrolein

Dalam uji ini terjadi dehidrasi gliserol dalam bentuk bebas atau dalam lemak/minyak menghasilkan aldehyd akrilat atau akrolein. Uji akrolein digunakan untuk menguji keberadaan gliserin atau lemak.

Ketika lemak dipanaskan setelah ditambahkan agen pendehidrasi (KHSO_4) yang akan menarik air, maka bagian gliserol akan terdehidrasi ke dalam bentuk aldehyd tidak jenuh atau dikenal sebagai akrolein ($\text{CH}_2=\text{CHCHO}$) yang memiliki bau seperti lemak terbakar dan ditandai dengan asap putih.

Uji Kejenuhan

Uji ketidakjenuhan digunakan untuk mengetahui asam lemak yang diuji apakah termasuk asam lemak jenuh atau tidak jenuh dengan menggunakan pereaksi Iod Hubl. Iod Hubl ini digunakan sebagai indikator perubahan. Asam lemak yang diuji ditambah kloroform sama banyaknya. Tabung dikocok sampai bahan larut. Setelah itu, tetes demi tetes pereaksi Iod Hubl dimasukkan ke dalam tabung sambil dikocok dan perubahan warna yang terjadi terhadap campuran diamati. Asam lemak jenuh dapat dibedakan dari asam lemak tidak jenuh dengan cara melihat strukturnya. Asam lemak tidak jenuh memiliki ikatan ganda pada gugus hidrokarbonnya. Reaksi positif ketidakjenuhan asam lemak ditandai

dengan timbulnya warna merah asam lemak, lalu warna kembali lagi ke warna awal kuning bening. Warna merah yang kembali pudar menandakan bahwa terdapat banyak ikatan rangkap pada rantai hidrokarbon asam lemak.

Trigliserida yang mengandung asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap dapat diadisi oleh golongan halogen. Pada uji ketidakjenuhan, pereaksi iod huble akan mengoksidasi asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada molekulnya menjadi berikatan tunggal. Warna merah muda yang hilang selama reaksi menunjukkan bahwa asam lemak tak jenuh telah mereduksi pereaksi iod huble.

Uji Ketengikan

Uji kualitatif lipid lainnya adalah uji ketengikan. Dalam uji ini, diidentifikasi lipid mana yang sudah tengik dengan yang belum tengik yang disebabkan oleh oksidasi lipid. Minyak yang akan diuji dicampurkan dengan HCl. Selanjutnya, sebuah kertas saring dicelupkan ke larutan floroglusinol. Floroglusinol ini berfungsi sebagai penampak bercak. Setelah itu, kertas digantungkan di dalam erlenmeyer yang berisi minyak yang diuji. Serbuk CaCO_3 dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan segera ditutup. HCl yang ditambahkan akan menyumbangkan ion-ion hidrogennya yang dapat memecah unsur lemak sehingga terbentuk

lemak radikal bebas dan hidrogen radikal bebas. Kedua bentuk radikal ini bersifat sangat reaktif dan pada tahap akhir oksidasi akan dihasilkan peroksida.

Uji Salkowski untuk kolesterol

Uji Salkowski merupakan uji kualitatif yang dilakukan untuk mengidentifikasi keberadaan kolesterol. Kolesterol dilarutkan dengan kloroform anhidrat lalu dengan volume yang sama ditambahkan asam sulfat. Asam sulfat berfungsi sebagai pemutus ikatan ester lipid. Apabila dalam sampel tersebut terdapat kolesterol, maka lapisan kolesterol di bagian atas menjadi berwarna merah dan asam sulfat terlihat berubah menjadi kuning dengan warna fluoresens hijau.

Uji Lieberman BuchardI

Uji Lieberman Buchard merupakan uji kuantitatif untuk kolesterol. Prinsip uji ini adalah mengidentifikasi adanya kolesterol dengan penambahan asam sulfat ke dalam campuran. Sebanyak 10 tetes asam asetat dilarutkan ke dalam larutan kolesterol dan kloroform (dari percobaan Salkowski). Setelah itu, asam sulfat pekat ditambahkan. Tabung dikocok perlahan dan dibiarkan beberapa menit. Mekanisme yang terjadi dalam uji ini adalah ketika asam sulfat ditambahkan ke dalam campuran yang berisi kolesterol, maka molekul air berpindah dari

gugus C3 kolesterol, kolesterol kemudian teroksidasi membentuk 3,5kolestadiena. Produk ini dikonversi menjadi polimer yang mengandung kromofor yang menghasilkan warna hijau. Warna hijau ini menandakan hasil yang positif. Reaksi positif uji ini ditandai dengan adanya perubahan warna dari terbentuknya warna pink kemudian menjadi biruungu dan akhirnya menjadi hijau tua.

X. ANALISIS KADAR LEMAK DALAM BAHAN PANGAN

Lemak/minyak pada sumber lemak/minyak alami berada dalam jumlah yang berbeda-beda. Analisis kadar lemak pada suatu bahan dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan lemak yang dapat kita aplikasikan untuk berbagai kebutuhan. Berbagai metode analisis kadar lemak sudah banyak dikembangkan diantaranya metode ekstraksi Soxhlet, metode Babcock, dan metode modifikasi Babcock, ekstraksi solvent (pelarut) dengan suhu dingin dan lain-lain. Pemilihan metode analisis ini didasarkan pada sumber dan sifat bahan yang akan dianalisis serta tujuan analisis.

1. Metode Ekstraksi Soxhlet

Metode ekstraksi Soxhlet merupakan metode analisis kadar lemak secara langsung dengan cara mengekstrak lemak dari bahan pangan dengan pelarut organik seperti heksana, petroleum eter dan dietil eter. Ekstraksi dengan cara direfluks pada suhu yang sesuai dengan titik didih pelarut yang digunakan. Selama proses refluks, pelarut secara berkala akan merendam sampel dan melarutkan lemak/minyak dalam sampel. Refluks dihentikan sampai pelarut yang merendam sampel sudah berwarna jernih yang artinya sudah tidak ada lemak/minyak yang terlarut. Jumlah lemak/minyak pada sampel diketahui dengan

menimbang lemak setelah pelarutnya diuapkan. Jumlah lemak per berat bahan yang diperoleh menunjukkan kadar lemak kasar artinya semua yang terlarut oleh pelarut tersebut dianggap lemak, misalnya vitamin larut lemak seperti vitamin A, D, E dan K.

Ada beberapa factor yang dapat mempengaruhi ketelitian analysis metode Soxhlet diantaranya ukuran partikel bahan atau contoh, jenis pelarut, waktu ekstraksi dan suhu ekstraksi. Semakin kecil ukuran sampel maka kontak antara permukaan bahan dengan pelarut akan semakin luas sehingga proses ekstraksi lebih efisien. Setiap pelarut organic mempunyai polaritas berbeda, pelarut yang mempunyai polaritas paling sesuai dengan polaritas lemak akan memberikan hasil ekstraksi yang lebih baik. Semakin lama waktu ekstraksi maka jumlah lemak yang terbawa oleh pelarut akan semakin banyak sampai suatu lemak pada sampel habis. Semakin tinggi suhu, maka ekstraksi semakin cepat, tetapi pada ekstraksi Soxhlet suhu yang digunakan harus sesuai dengan titik didih pelarut yang digunakan. Penggunaan suhu yang lebih rendah dari titik didih pelarut akan menyebabkan ekstraksi berjalan dengan lambat dan kurang efisien, sedangkan penggunaan suhu yang lebih tinggi dari titik didih pelarut menyebabkan ekstraksi tidak terkendali dan bisa menimbulkan resiko ledakan atau terbakar.

Analisis Soxhlet dapat diaplikasikan untuk hampir semua bahan pangan. Untuk bahan pangan tidak banyak mengandung air seperti tepung atau produk kering lainnya, bahan dapat langsung dianalisis. Sedangkan bahan pangan berbentuk utuh atau banyak mengandung air seperti daging atau ikan, sebelum dianalisis harus dihidrolisis dengan asam kemudian dikeringkan untuk memudahkan lemak keluar dari jaringan.

1.1. Prinsip Analisis

Lemak diekstrak menggunakan pelarut organik. Setelah pelarutnya diuapkan, lemak dari bahan dapat ditimbang dan dihitung persentasenya.

1.2. Peralatan dan Pereaksi

Pereaksi yang digunakan pada analisis kadar lemak metode Soxhlet adalah pelarut organik seperti heksana, petroleum eter atau dietil eter, aquades, HCl 25% dan AgNO₃ 0,1 N. alat yang digunakan antara lain: seperangkat alat Soxhlet lengkap dengan kondensor dan labu lemak, hot plate atau penangas uap, oven, timbangan, desikator, kertas saring

Whatman No. 41, kapas, Erlenmeyer, batu didih, kaca arloji dan oven.

1.3. Prosedur kerja

a. Persiapan sampel utuh dan banyak mengandung air

Sebanyak 5 gr sampel ditimbang dalam Erlenmeyer. Kemudian ke dalam Erlenmeyer ditambahkan 45 ml aquades panas, 55 ml HCl 25% dan batu didih. Pada saat penambahan aquades dan HCl sebaiknya dilakukan pengadukan. Erlenmeyer ditutup dengan gelas arloji kemudian didihkan secara perlahan-lahan selama 30 menit dan diusahakan volume tetap terjaga., jika volume berkurang ditambahkan kembali dengan air. Gelas arloji dibilas dengan aquades sebanyak 100 ml. larutan disaring dengan kertas saring bebas lemak. Erlenmeyer dibilas dengan aquades 3 kali. Endapan dicuci dengan aquades panas hingga bebas Cl dengan cara mereaksikan air dengan AgNO_3 0,1N. Residu bersama kertas saringnya dikeringkan selama 16-18 jam pada suhu 100-105°C

b. Analisis

Labu lemak yang digunakan untuk menampung lemak sampel diambil yang ukurannya sesuai dengan alat ekstraksi Soxhlet yang akan digunakan, kemudian dikeringkan dalam oven, didinginkan dalam desikator dan timbang. Sebanyak 5 gr sampel berbentuk tepung atau residu dari persiapan sampel bahan yang banyak mengandung air dimasukkan ke dalam saringan timbel kemudian ditutup dengan kapas.

Sebagai alternative sampel dapat dibungkus dengan kertas saring.

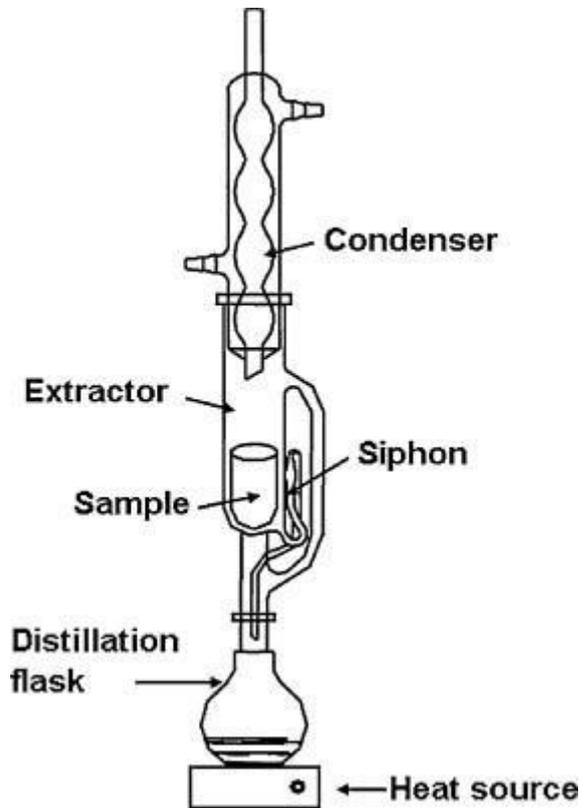
Timbel atau kertas saring yang berisi sampel diletakkan di dalam alat Soxhlet, kemudian dipasang alat kondensor diatas dan labu lemak dibawahnya. Pelarut yang digunakan dituang dalam labu lemak secukupnya, sesuai dengan ukuran Soxhlet yang digunakan. Sampel direfluks selama minimum 5 jam sam pai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut yang ada dalam labu lemak didestilasi. Selanjutnya labu lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven bersuhu 105°C untuk menguapkan sisa pelarut yang mungkin masih tertinggal. Setelah dikeringkan sampai berat konstan dan didinginkan dalam desikator, labu beserta lemaknya ditimbang. Dari hasil penimbangan tersebut presentase lemak dalam sampel dapat dihitung.

$$a = \frac{Wc - Wa}{Wb} \quad \text{Perhitungan}$$

Keterangan : Wc = berat labu lemak setelah distilasi

Wa = berat labu lemak awal

Wb = berat sampel



Gambar 12. Rangkaian Alat Ekstraksi Soxhlet

2. Metode babcock

Analysis kadar lemak dengan metode Babcock digunakan untuk menentukan kadar lemak sampel cair atau pasta. Metode ini sering digunakan untuk menentukan kadar lemak pada susu segar. Lemak pada susu berada dalam bentuk emulsi o/w (lemak dalam air). Emulsi ini dapat pecah dengan menggunakan asam kuat seperti H_2SO_4 , sentrifugasi

dan pemanasan. Lemak susu yang bersifat non polar akan terpisah dari komponen susu lainnya yang bersifat polar. Lemak susu yang mempunyai densitas lebih rendah akan berada di bagian atas permukaan sampel. Sedangkan komponen polar sampel susu yang mempunyai densitas lebih tinggi akan berada di bagian bawah sampel.

Analysis lemak dengan metode Babcock pada sampel berbentuk pasta seperti daging ikan segar, perlu melakukan proses *digest* menggunakan asam sulfat pekat dengan waktu yang lebih lama dibandingkan sampel susu. Dengan demikian lemak dari jaringan bahan akan keluar dengan optimal. Metode seperti ini sering dinamakan dengan metode modifikasi Babcock.

Pada analisis Babcock sampel ditempatkan di dalam botol Babcock yang telah dikalibrasi. Botol Babcock mempunyai skala pengukuran dalam satuan volume, lemak susu yang terpisah dari sampel dengan mudah dapat ditentukan dari skala tersebut.

2.1. Prinsip Analisis

Lemak dari bahan diekstrak dengan merusak emulsi (pada susu) atau merusak jaringan bahan (pada bahan segar seperti ikan segar dan olahannya) menggunakan asam H_2SO_4 , yang dikombinasikan dengan

sentrifugasi dan atau pemanasan. Lemak yang terpisah dapat ditentukan volumenya dari botol Babcock yang telah dikalibrasi.

2.2. Preaksi dan Peralatan

Preaksi yang digunakan pada analisis ini adalah H_2SO_4 (92%) dengan BJ. 1,80 – 1,83 dan zephiran. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah botol Babcock standar (skala 0 – 8% dengan kapasitas 18 gr), botol Babcock berkapasitas 9 gr, pipet volumetric 17,6 ml. timbangan analitik, sentrifus yang dilengkapi pemanas, penangas air, gelas piala, gelas pengaduk dan gelas ukur.

2.3. Prosedr Kerja

a. Analisis Metode Babcock

Sebanyak 17,6 ml susu bersuhu 22°C dimasukkan ke dalam botol Babcock berkapasitas 18 gr kemudian ditambah dengan 17 ml H_2SO_4 pekat bersuhu 22°C . botol dikocok dengan cara rotasi sampai seluruh susu larut dan curdnya hilang. Botol dimasukkan dalam sentrifus bersuhu 60°C dan dilakukan sentrifugasi pada 700-1000 rpm selama 5 menit. Air panas bersuhu 60°C ditambahkan ke dalam botol sampai batas skala terbawah. Sentrifugasi kembali selama 2 menit pada suhu 60°C . setelah sentrifugasi selesai, ditambahkan kembali air panas

bersuhu 60°C ke dalam botol sampi sedikit di bawah batas skala teratas. Sentrifugasi dilanjutkan kembali selama 1 menit pada suhu 60°C.

Botol Babcock ditempatkan di dalam penangas air suhu 55° - 60°C sampai batas skala teratas berada di bawah permukaan dan dibiarkan selama 5 menit. Botol diambil dari penangas, panjang kolom lemak yang terbentuk di atas botol diukur. Pada waktu pengukuran kolom lemak seharusnya translusen, berwarna kuning keemasan atau amber dan bebas dari partikel suspense, jika tidak penetapan harus diulang dengan menyesuaikan jumlah H₂SO₄ yang ditambahkan.

Perhitungan :

$$\% \text{ lemak} = \frac{Vb}{Va} \times 100\% \dots$$

Keterangan : Va = Volume susu

Vb = Volume lemak yang terbaca pada botol babcock



Gambar 13. Botol Babcock

b. Metode modifikasi Babcock

Sebanyak $9 \pm 0,1$ gr sampel ditimbang dalam gelas piala 50 ml. ke dalam sampel ditambah 10 ml air hangat dan dicampur merata dengan menggunakan gelas pengaduk. Untuk *fish ball* dan produk-produk emulsi yang mengandung pati ditambahkan 1 ml zephiran. Untuk produk-produk daging utuh, sebanyak 20 ml asam sulfat 93% ditambahkan dengan hati-hati. Untuk *fish ball* dan produk olahan ikan lainnya, sebanyak 12 ml asam sulfat 92% ditambahkan dengan hati-hati. Campuran tersebut digoyang sebentar-sebentar sampai seluruh bahan tercerna (terdigest sempurna) selama ± 10 menit. Jika dalam 10 menit belum seluruhnya tercerna maka perlu ditambahkan lagi asam sulfat sebanyak 5 ml.

Isi gelas piala ditambahkan secara kuantitatif ke dalam botol Babcock dengan cara menuangnya lalu residu yang ada dalam gelas piala dicuci dengan air panas (80°C) sebanyak dua kali masing-masing 10 ml. air panas ditambahkan ke dalam botol dengan hati-hati sampai permukaan cairan berada 10 mm di bawah batas skala teratas. Botol disentrifugasi dalam *heated Babcock Centrifuge* selama 3 menit. Alternative lain, botol dibiarkan dalam penangas air bersuhu 70°C , permukaan air pada penangas di atas batas kolom lemak. Botol dibiarkan

dalam penangas selama 10 menit. Panjang kelompok lemak di dalam botol diukur sesuai dengan skala yang ada, panjang ini menyatakan persen kadar lemak sampel.

3. Analisis Titik Leleh (Melting Point) dengan Metode Tabung

Kapiler (AOAC Official Method 920.157, 1995)

Titik leleh adalah suhu dimana lemak atau minyak berubah wujud dari padat menjadi cair. Titik leleh minyak atau lemak ditentukan dengan adanya ikatan rangkap asam lemak penyusunnya. Asam lemak jenuh memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak tidak jenuh.

Analisis titik leleh ini terutama dilakukan pada lemak hewani atau produk olahan lemak yang bersifat padat pada suhu ruang. Analisis titik leleh untuk minyak nabati biasanya tidak dilakukan karena minyak nabati mengandung asam lemak tidak jenuh sehingga bersifat cair pada suhu ruang.

3.1. Prinsip

Lemak dimasukkan ke dalam tabung kapiler, didinginkan kemudian dipanaskan secara bertahap. Suhu pada saat lemak bersifat transparan adalah titik leleh lemak tersebut.

3.2. Peralatan

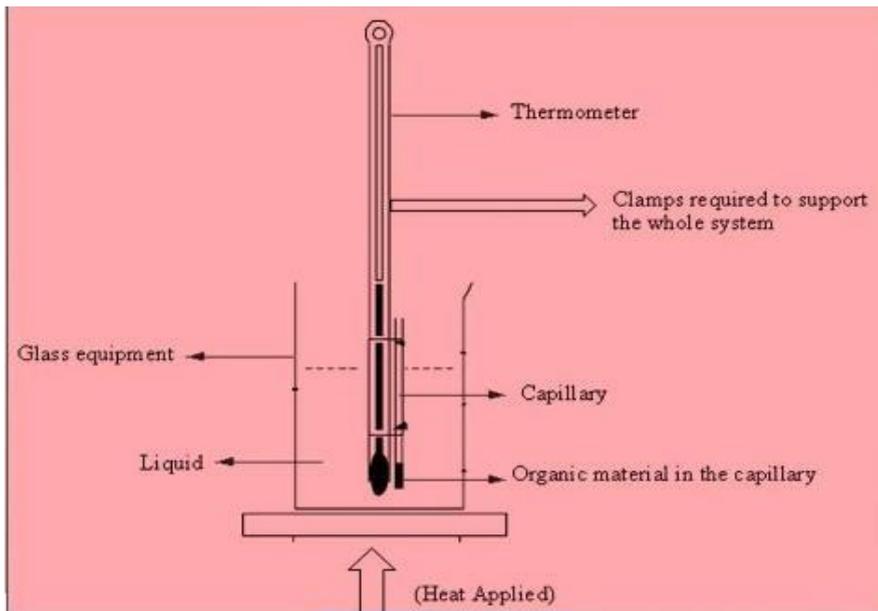
Peralatan yang digunakan pada analisis titik leleh lemak antara lain: kertas saring, tabung kapiler 1 mm i.d sepanjang 10 mm, Bunsen, refrigerator, thermometer, gelas paiala 600 ml, *magnetic stirrer*, dan kaca pembesar.

3.3. Prosedur kerja

Lemak cair yang sudah disaring dimasukkan ke dalam tabung kapiler sepanjang 10 mm dengan internal diameter 1 mm. ujung tabung kapiler ditutup dengan cara memanaskan api kecil. Lemak dijaga agar tidak terbakar. Tabung kapiler dimasukkan dalam refrigerator 4-10°C dibiarkan selama 16 jam. Tabung kapiler digabungkan dengan thermometer air raksa sehingga ujung tabung berisi lemak sejajar dengan ujung thermometer yang berisi air raksa (bisa dengan cara mengikatnya menjadi satu).

Tabung thermometer direndam dalam gelas piala 600 ml yang berisi air setengah penuh sehingga thermometer sepanjang 30 mm. setelah suhu mencapai 8-10°C dibawah perkiraan titik leleh, gelas piala dipanaskan dengan kecepatan 0,5°C/menit, air diagitasi perlahan dengan stirrer. Suhu dicatat pada saat lemak mulai transparan, jika diperlukan

dapat digunakan kaca pembesar untuk melihatnya, suhu yang terbaca merupakan titik cair lemak tersebut.



Gambar 14. Rangkaian Tabung Kapiler

4. Analisis Berat Jenis Lemak atau Minyak dengan Metode Piknometer

Berat jenis adalah perbandingan berat dari sampel minyak dengan berat air yang volumenya sama pada suhu yang ditentukan (biasanya 25°C).

4.1. Peraeaksi dan Peralatan

Pada penentuan densitas minyak digunakan air sebagai pembanding. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain

piknometer, timbangan analitik dan *waterbath*, kertas penghisap, kertas saring.

4.2. Prosedur Kerja

Piknometer yang akan digunakan dibersihkan dan dikeringkan dan ditimbang. Piknometer diisi dengan aquades bersuhu 20-30°C. Pengisian dilakukan sampai meluap dan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Setelah ditutup botol direndam dalam bak air yang bersuhu 25°C dengan toleransi 0,2°C selama 30 menit. Botol diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas penghisap. Botol beserta isinya ditimbang.

Sebelum digunakan, sampel minyak disaring dengan kertas saring untuk membuang benda-benda asing dan kandungan air. Selanjutnya contoh minyak diperlakukan seperti aquades.

Perhitungan:

Densitas minyak dihitung dengan rumus berikut

$$D_T \left(\frac{g}{ml} \right) = \frac{W' - W}{W''}$$

Keterangan : $D_T \left(\frac{g}{ml} \right)$ = Densitas sampel minyak pada suhu T

W = Berat Piknometer kosong

W' = Berat piknometer yang berisi sampel

Wl = Berat air pada suhu 25°C

Jika berat jenis minyak pada suhu 25°C telah diketahui maka untuk menghitung berat jenis minyak pada suhu tertentu (Tl) lainnya dapat digunakan rumus berikut

$$D_T \left(\frac{g}{ml} \right) = D_{T'} \left(\frac{g}{ml} \right) + 0,00064 (T' - 25^\circ C)$$

Keterangan : $D_T \left(\frac{g}{ml} \right)$ = Densitas pada suhu 25°C

$D_{T'} \left(\frac{g}{ml} \right)$ = Densitas pada suhu tertentu

T = Suhu minyak yang akan ditentukan densitasnya

0,00064 = Koefisien Koreksi



Gambar 15. Piknometer

5. Analisis Turbidity Point

Pengujian *turbidity point* atau titik kritis dilakukan untuk mengetahui adanya pengotoran oleh bahan asing atau pencampuran

minyak. *Turbidity point* suatu sampel minyak dapat ditentukan dengan mengukur suhu minyak pada saat minyak atau lemak cair berubah menjadi padat. Pengujian ini dinamakan uji Crismer atau Valenta.

5.1. Preaksi dan Peralatan

Preaksi dan peralatan yang digunakan pada analisis ini antara lain: asam asetat, alkohol, dan gelas piala/

5.2. Prosedur Kerja

Sampel minyak yang akan diuji dimasukkan ke dalam gelas piala berisi asam asetat atau alkohol. Sampel dipanaskan sampai minyak terlarut sempurna yang ditandai dengan larutan menjadi jernih. Larutan didinginkan perlahan-lahan sampai mulai menghablur. Suhu pada saat mulai terlihat adanya kristal-kristal halus lemak dicatat dan dinyatakan sebagai *turbidity point*.

6. Analisis Bilangan Iod

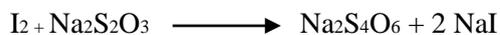
Bilangan Iod adalah jumlah gram iodin yang diserap oleh 100 gr lipid untuk menunjukkan derajat ketidakjenuhan lipid dan memperkirakan sensitivitas lemak atau minyak mengalami oksidasi. Gliserida tak jenuh lemak atau minyak mempunyai kemampuan mengasorpsi sejumlah Iodin, khususnya apabila dibantu dengan suatu

carrier seperti Iodin klorida atau Iodin bromide, membentuk suatu senyawa yang jenuh, dengan kata lain iodium mampu mengisi ikatan rangkap pada gliserida tidak jenuh. Reaksi adisi antara iodium dengan lemak tidak jenuh dapat dilihat pada gambar berikut:



Reaksi Adisi Ikatan Rangkap pada Asam Lemak Tidak Jenuh Oleh Senyawa Iodium

Jumlah Iod yang diabsorpsi menunjukkan derajat ketidakjenuhan lemak/minyak, semakin banyak iodium yang diserap maka semakin banyak ikatan rangkap atau semakin tidak jenuh minyak atau lemak tersebut. Penetapan bilangan iodium dilakukan dengan cara menambahkan Iodium secara berlebih kedalam sejumlah minyak/lemak, kelebihan Iodium dititrasi dengan Natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) sehingga Iodium yang doabsorpsi oleh minyak/lemak dapat diketahui jumlahnya. Reaksi reduksi oksidasi antara I_2 dengan $Na_2S_2O_3$ dapat dilihat pada gambar berikut



Reaksi reduksi oksidasi antara I_2 dengan $Na_2S_2O_3$

Merode yang banyak digunakan dalam menetapkan bilangan

Iodium dalam metode Hanus.

6.1. Prinsip

Senyawa Iodium mampu mengadisi ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh. Sejumlah larutan iodinbromida berlebih ditambahkan ke dalam sampel pada medium campuran asam asetat dan karbontetraklorida. Kelebihan iodium dititrasi dengan Natrium tiosulfat sehingga Iodium yang diabsorpsi oleh minyak/lemak dapat diketahui jumlahnya. Jumlah iodium yang diabsorpsi menunjukkan ketidakjenuhan lemak/minyak.

6.2. Preaksi dan Peralatan

Preaksi yang digunakan antara lain preaksi Hanus yang dibuat dengan cara melarutkan 13,2 gr I_2 dalam asam asetat glasial. Sejumlah asetat glasial hangat ditambahkan ke dalam Iodium. Jika seluruh Iodium sudah larut dan larutan sudah dingin, ditambahkan Br_2 secukupnya (jumlah halogen menjadi 2 kali semula), biasanya 3 ml cukup. Pembuatan preaksi hanus dapat juga dilakukan dengan cara lain, yaitu sebanyak 13,615 gr I_2 dilarutkan dalam 800 ml asam asetat glasial yang digunakan, larutkan 3 ml Br_2 ke dalam asam asetat glasial sebanyak 200 ml. jumlah halogen pada larutan I_2 /asam asetat glasial dihitung dengan cara mentitrasi 25 ml larutan menggunakan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N

standard an hitung jumlah halogen pada larutan Br₂/asam asetat glasial dengan cara menambahkan 5 ml larutan tersebut dengan 10 ml larutan KI 15% dan titrasi menggunakan Na₂S₂O₃ 0,1 N standar Br₂ yang ditambahkan dalam 800 ml larutan I₂ dapat dihitung dengan rumus

$$X = \frac{B}{C}$$

Keterangan : X = ml larutan Br₂
 B = 800 x Na₂S₂O₃ equivalent dengan 1 ml larutan I₂
 A = Na₂S₂O₃ equivalent dengan 1 ml I₂

Selain pereaksi hanus, pada penentuan bilangan Iod dengan metode Hanus juga digunakan pereaksi lain yaitu kloroform, larutan KI 15%, larutan Na₂S₂O₃ 0,1N dan larutan pati 1% sebagai indicator. Pada analisis ini juga digunakan peralatan yang terdiri dari timbangan analitik, kamar gelap, Erlenmeyer 250/300 ml tertutup, buret 50 ml, gelas piala 1 L dan alat gelas lainnya.

Tabel 7. Pembentukan Bilangan Iod, Berat Sampel dan Ketelitian

Bilangan Iod yang Diharapkan (meq/kg)	Berat sampel (g)	Ketelitian (g)

3	10,58 – 8,46	0,5
10	3,17 – 2,54	0,2
20	1,59 – 1,27	0,2
40	0,79 – 0,63	0,2
80	0,40 – 0,32	0,2
120	0,26 – 0,21	0,1
160	0,20 – 0,16	0,1
200	0,16 – 0,13	0,1

6.3. Prosedur Kerja

Sejumlah sampel di timbang dalam Erlenmeyer tertutup. Kedalam sampel ditambahkan 10 ml kloroform untuk melarutkan sampel. Kemudian ditambahkan 25 ml pereaksi Hanus dan biarkan 30 menit di tempat gelap, sambil sekali-kali dikocok (sesudah reaksi sempurna diharapkan terdapat banyak kelebihan Iodium, sedikitnya 60%). Setelah reaksi sempurna, ke dalam sampel ditambahkan 10 ml larutan KI 15% kocok. Bilas Erlenmeyer dan tutupnya dengan 100 ml aquades, air bilasan tersebut digabungkan dengan larutan standar $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1N sampai warna kuning larutan hampir hilang dan tambahkan 2 ml larutan pati 1% sebagai indicator, lanjutkan kembali

titrasi. Jika warna biru hampir hilang, titrasi dihentikan. Erlenmeyer digoyang-goyang dengan cepat sehingga iodium yang masih tinggal dalam kloroform akan pindah ke larutan KI. Kemudian lanjutkan titrasi sampai titik akhir titrasi tercapai (warna biru hilang). Prosedur penetapan bilangan Iodium juga dilakukan untuk blanko. Perhitungan bilangan iodium dilakukan dengan rumus berikut ini:

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(Vb - Vs) \times N \times 12,691}{W}$$

Keterangan : Bilangan Iod = Jumlah garam Iodium yang mengadisi 100 gr lipid.

Vb = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko

Vs = Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel

N = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hasil standarisasi

W = berat sampel

7. Analisis Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas pada minyak atau lemak hasil ekstraksi dapat ditentukan dengan acra titrasi. Angka asam lemak bebas dinyatakan dalam % asam lemak yang dianggap dominan pada sampel produk yang sedang dianalisis. Angka asam lemak bebas sering dinyatakan % asam oleat untuk lemak sapi atau minyak kedelai, sedangkan untuk minyak kelapa lebih sring dinyatakan sebagai % asam

laurat. Adanya asam lemak bebas cenderung menunjukkan terjadinya ketengikan hidrolitik, namun masih dimungkinkan oksidasi lemak menghasilkan asam-asam organik lainnya. Untuk produk makanan yang komposisi asam lemaknya belum diketahui maka perlu dilakukan analisis untuk mengetahui jenis-jenis dan proporsi lemak penyusunnya.

7.1. Preaksi dan Peralatan

Peraksi yang digunakan antara lain KOH, penolftalin 10g/L dlam etanol 95% dan pelarut yang digunakan adalah etanol 95% dan dietileter dengan perbandingan 1:1 (v/v). Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain adalah Erlenmeyer 250 ml, buret 50 ml, neraca analitik, pipet tetes dan alat gelas lainnya.

Tabel 8. Pembentukan Bilangan Asam, Berat Sampel dan Ketelitian

Bilangan Asam yang Diharapkan	Berat Sampel (g)	Ketelitian (g)
< 1	20	0,05
1 – 4	10	0,02
4 – 15	2,5	0,01
15 – 75	0,5	0,001
> 75	0,1	0,0002

7.2. Prosedur Kerja

Pelarut (campuran etanol/dietileter) terlebih dahulu dinetralisasi dengan menggunakan KOH 0,1N dan indicator fenolftalin (10g/L larutan etanol 95%) sebanyak 0,3 ml per 100 ml pelarut. Dilakukan standarisasi pelarut KOH dengan cara mentitrasi larutan asam oksalat 0,1 g/20 ml etanol 95%, dengan indicator fenolftalin (10 g/L larutan etanol 95%).

Konsentrasi KOH dihitung dengan rumus

$$\text{Konsentrasi KOH (N)} = \frac{\text{gr oksalat} \times 2}{0,126 \times \text{ml KOH}}$$

Sampel yang akan dianalisis ditimbang ke dalam erlenmeyer. Ke dalam sampel ditambahkan 150 ml pelarut dan 3-5 tetes indicator fenolftalin. Sampel dititrasi dengan larutan KOH 0,1N sam pil digoyangtitik akhir titrasi tercapai jika warna merah muda dari fenolftalin Nampak selama 10 detik. Jika larutan KOH 0,1N yang digunakan untuk titrasi melebihi 20 ml gunakan larutan KOH dengan konsentrasi 0,5N.

Perhitungan bilangan asam dilakukan dengan rumus:

$$AV = \frac{56,1 \times T \times V}{m}$$

Keterangan : AV = Bilangan asam (g KOH/g sampel)

T = normalitas KOH hasil standarisasi

V = volume KOH yang digunakan untuk titrasi

m = jumlah sampel yang digunakan

Kadar asam lemak bebas dihitung dengan rumus

$$KA = \frac{V \times T \times M}{10 \times m}$$

Keterangan : KA = kadar asam (%)

T = normalitas KOH yang digunakan untuk

titrasi V = volume KOH yang digunakan untuk

titrasi m = jumlah sampel yang digunakan

M = berat molekul sampel

8. Analisis Bilangan TBA (Metode AOCS, 1990)

Oksidasi lemak pada fase lanjut (terminasi) menghasilkan senyawa-senyawa aldehid seperti 2-enal dan 2-dienal. Senyawa aldehid ini bisa bereaksi dengan asam 2-thiobarbiturat (TBA) sehingga dilakukan pengukuran terhadapnya. Hasil reaksinya akan membentuk warna merah yang bisa diukur menggunakan spektrofotometer. Meskipun semula metode ini dimaksudkan untuk mengukur kadar malonaldehid, namun uji TBA ini juga bisa bereaksi dengan aldehid lain termasuk bereaksi dengan senyawa fenol pada produk yang diasapi. Penerjemahan nilai TBA mirip seperti angka peroksida. Pada nilai TBA yang rendah bukan selalu berarti lemak belum mengalami oksidasi, bisa

jadi karena aldehid yang terakumulasi sudah bereaksi dengan senyawa lain atau menguap selama penyimpanan.

8.1. Prinsip

Analisis bilangan TBA dengan AOCS, 1990 menggunakan prinsip pengukuran pigmen warna merah yang dihasilkan dari senyawa malonaldehid dengan pereaksi *Thio Barbituric Acid* (TBA) dalam medium 1-butanol. Warna merah tersebut dapat diukur dengan absorbansi pada λ 528 nm dengan spektrofotometer.

8.2. Peraksi dan Peralatan

Pereaksi yang digunakan pada analisis ini antara lain 1-butanol dan pereaksi TBA (200 mg TBA dalam 100 ml 1-butanol). Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain labu takar 25 ml, neraca analitik, tabung reaksi bertutup, penangas, spektrofotometer dan pipet volumetric 5 ml.

8.3. Prosedur Kerja

Sebanyak 50-200 mg sampel dimasukkan dalam labu takar 25 ml. kemudian ditambah dengan 1-butanol sampai tanda batas dan dikocok. Sebanyak 5 ml larutan dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambah dengan 5 ml pereaksi TBA dan dikocok. Tabung dipanaskan

selama 2 jam pada suhu 95°C. setelah didinginkan dengan air mengalir, sampel diukur absorbansinya pada $\lambda 528$ nm. Untuk blanko dilakukan hal yang sama. Bilangan TBA dihitung dengan rumus

$$TBA = \frac{0,355 \times B}{W}$$

Keterangan : C = Konsentrasi malonaldehid (μ mol/g)

B = Absorbansi sampel dikurangi dengan absorbansi blanko

W = Berat sampel

DAFTAR PUSTAKA

- Agung,Sumbono. 2016. Biokimia Pangan Dasar. Jakarta
- Akoh,C & Min, David. 2008.Food Lipids. USA: CRC Press
- Anonim. 2011. Metabolisme Lipid.
<http://www.haniifady.files.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2015.
- Anonim. 2012. Lemak dan Metabolisme dalam Tubuh.
<http://www.duniaroju.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2015.
- Anonimous. 2014a. Penentuan kadar lemak metode babcock.
<http://resagusman.blogspot.com/2014/06/penentuan-kadarlemak-metode-babcock.html> (diakses 5 november 2014)
- Anonymous. 2014c. Definisi, jenis, struktur dan fungsi lemak.
http://indaharitonangfakultaspertanianunpad.blogspot.com/2013/05/definisi-jenisstruktur-dan-fungsi_17.html (diakses 17 november 2014).
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the AOAC. AOAC Inc Arlington. Virginia dalam eprints.ung.ac.id/.../2012-2-54244-632408029-bab3-... (diakses 17 November 2014)).
- Christie, W.W. 1982. Lipid Analysis. Pergamon Press, New York,.
- Christy, W. 2006. Advances in Lipid Methodology.

- Da Costa Filho, P.A. 2014. Developing a rapid and Sensitive Method For Determination of Trans-Fatty Aids in Edible Oils Usng Middleinfrared Spectroscopy. *Food Chemistry* 18: 1 – 7.
- Fahy, E., S. Subramaniam, H. A. Brown, C. K. Glass, A. H. Merrill, Jr., R. C. Murphy, C. R. H. Raetz, D. W. Russell, Y. Seama, W. Shaw, et al. 2005. A comprehensive classification sytem for lipids. *Journal of Lipid Research* 46: 839-862.
- Febrianto, M . 2013. Uji Kualitatif Pada Lipida.
<http://www.mandonfebriyan.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 20 januari 2015.
- Genkawa, T., Ahamed, T., Noguchi, R., Takigawa, T., and Ozaki, Y. 2015. Simple and rapid determination of free fatty acids in brown rice by FTIR spectroscopy in conjunction with a second-derivative treatment. *Food chemistry*
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.014>
- Gunstone, F.D. 2014. *The Chemistry of Oils and Fats. Sources, composition, porperties and uses*. Blackwell publishing Ltd, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK.
- Hermawaty. 2014. Metabolisme Lipid.
<http://www.hermawanbtl.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2015.
- Hidayah, I. 2013 Uji Noda, Uji Kelarutan dan Uji Emulsi
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Cetakan Pertama. UI-Press . Jakarta
- Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan : Komponen Makro. Penerbit Dian Rakyat. Jakarta.

Lehninger, A.L. 1982. Dasar-dasar Biokimia. Penerbit Erlangga.
Jakarta.

Lehninger, A.L. 1993. Biochemistry. Worth Publisher Inc., U.S.

O'keefe, S.F. 2002. Nomenclature and Classification of Lipids in *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, Second Edition, Revised and Expanded. Edited by Casimir C. Akoh and David B. Min, Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, NY.

Pine, Stanley.H. 1988. Kimia Organik 2. Institut Teknologi Bandung.
Bandung.

Rauf,Rusdin. 2015 . Kimia Pangan. Yogyakarta : ANDI OFFSET

Shahidi, F. 2005. Lipids. In *Handbook of Food Analytical Chemistry : Water, Proteins, Enzymes, Lipids, And Carbohydrates*, ed. R. E. Wrolstad et al., pp. 513-547. Canada: John Wiley & sons, Inc.

Shahidi, F., and Wandasundara, P.K.J.P.D. 2002. Extration and analysis of lipids in *foods lipids: Chemistry, Nutrition and biotechnology*, Second Edition, Revised and Expanded. Edited by Casimir C. Akoh and David B. Min, Marcel Dekker, inc. 270 Madison Avenue, New York, NY.

Sediaoetama, A. D. 1985. Ilmu Gizi I. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat.
Jakarta.

Whitaker, M.C. 1915. The Journal of Industrial and Engineering Chemistry. Easton: Eschenbach Printing Company dalam <http://gittha21.blogspot.com/2012/09/analisis-kadar-lemakpada-bahan-pangan.html> (diakses 5 november 2014)

Winarno. 1992. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka
Utama.
Jakarta.

GLOSARIUM

Antioksidan

Senyawa yang dapat menunda, memperlambat, dan mencegah proses oksidasi lipid.

Asam lemak jenuh

Asam lemak yang tidak mengandung ikatan rangkap dalam molekulnya.

Asam lemak terkonjugasi

Asam lemak tidak jenuh yang ikatan rangkapnya terkonjugasi atau selang seling dengan ikatan tunggal.

Asam lemak tidak jenuh

Asam lemak yang mengandung ikatan rangkap dalam molekulnya.

Asam lemak trans

Asam lemak yang konfigurasi ikatan rangkapnya dalam posisi trans. Lawan trans adalah cis.

Autooksidasi

Reaksi radikal berantai yang melalui 3 tahapan yakni inisiasi, propagasi dan terminasi.

Bilangan anisidin

Seratus kali absorbansi larutan sebagai hasil dari reaksi 1 gram minyak atau lemak 100 ml campuran pelarut, dan p-anisidin yang diukur pada panjang gelombang 350 nm dalam kuvet 1 cm.

Bilangan asam 2-tiobarbiturat

Banyaknya ekivalen miligram malonaldehid (MA) per kilogram sampel atau sebagian ekivalen mikromol ma per gram sampel.

Bilangan asam

Banyaknya miligram kalium hidroksida (KOH) yang dibutuhkan untuk menetralkan asam bebas dalam 1 gram minyak, lemak, resin, balsam dan lipid yang lain.

Bilangan iodium

Banyaknya iodium yang diserap oleh 100 gram minyak, lemak, atau senyawa-senyawa lain.

Bilangan penyabunan

Banyaknya miligram KOH yang diperlukan untuk menyabunkan lemak secara sempurna dari 1 gram lemak atau minyak.

Bilangan peroksida

Banyaknya mili-ekuivalen peroksida dalam setiap 1000 g (1 kilogram) minyak, lemak, dan senyawa-senyawa lain.

Bilangan tiosianogen

Jumlah ekuivalen dari miligram iod yang diserap oleh 1 gram minyak atau lemak.

Fitosterol

Sterol atau steroid yang berasal dari tanaman.

Gliserofosfolipid

Lipid yang tersusun atau gliserol, asam-asam lemak dan fosfat.

Ketengikan oksidatif

Ketengikan yang disebabkan oleh reaksi oksidasi lipid.

Ketengikan hidrolitik

Ketengikan yang disebabkan oleh reaksi hidrolisi lipid.

Komponen mayor lipid

Komponen yang berada dalam jumlah banyak dalam lipid seperti asilgliserol.

Komponen minor lipid

Komponen yang berada dalam jumlah sedikit dalam lipid misalnya sterol dan vitamin larut dalam lemak.

Lemak

Lipid yang mayoritas tersusun dari triasilgliserol dan berada dalam keadaan padat pada suhu kamar. Biasanya diperoleh dari hewan sehingga lemak seringkali disebut dengan lemak hewani.

Lipid

Senyawa-senyawa produk alami yang larut dalam pelarut organik (pelarut non polar) seperti dietil eter, heksana, benzena, kloroform, atau metanol tidak larut dalam pelarut air dan pelarut polar lainnya.

Lipid kompleks

Lipid yang jika dihidrolisis produknya dapat berupa selain asam lemak dan alkohol.

Lipid sederhana

Lipid yang jika dihidrolisis akan menjadi asam lemak dan alkohol.

Minyak

Lipid yang mayoritas tersusun dari triasilgliserol dan berada dalam keadaan cair pada suhu kamar. Biasanya diperoleh dari tanaman sehingga minyak seringkali disebut dengan minyak nabati.

Normalisasi internal

Teknik analisis yang digunakan untuk analisis kuantitatif yang mana kadar analitik dihitung berdasarkan respon analitik dibagi dengan respon keseluruhan. Disebut juga dengan persen relatif.

Off flavor

Bau tidak enak yang berasal dari akumulasi aroma-aroma produk oksidasi sekunder lipid yang terdiri atas senyawa-senyawa aldehid, keton, alkohol dan hidrokarbon rantai pendek yang mudah menguap.

Rasemat. Disingkat dengan rac

Campuran kedua stereoisomer yang sama.

Radikal

Atom atau molekul yang mempunyai elektron yang tidak berpasangan.

Spiking

Penambahan sejumlah standar kedalam sampel.

Spingolipid (glikospingolipid)

Sekelompok lipid yang mengandung basa rantai panjang, asam-asam lemak dan berbagai senyawa yang lain seperti fosfat dan monosakarida.

Sterol

Steroid apapun yang terhidroksilasi yang tetap mempertahankan beberapa atau seluruh rantai karbon skualen dalam sisi rantainya, dan dalam partisi hampir semuanya masuk kedalam lapisan eter ketika senyawa ini digojog dengan air dan eter dalam jumlah yang sama.

Zat yang tidak tersabunkan (unsaponifiable matter)

Zat yang terdapat dalam minyak atau lemak yang tidak dapat disabunkan dengan alkali hidroksida, tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut lemak.

Zoosterol

Sterol atau steroid yang berasal dari hewan.