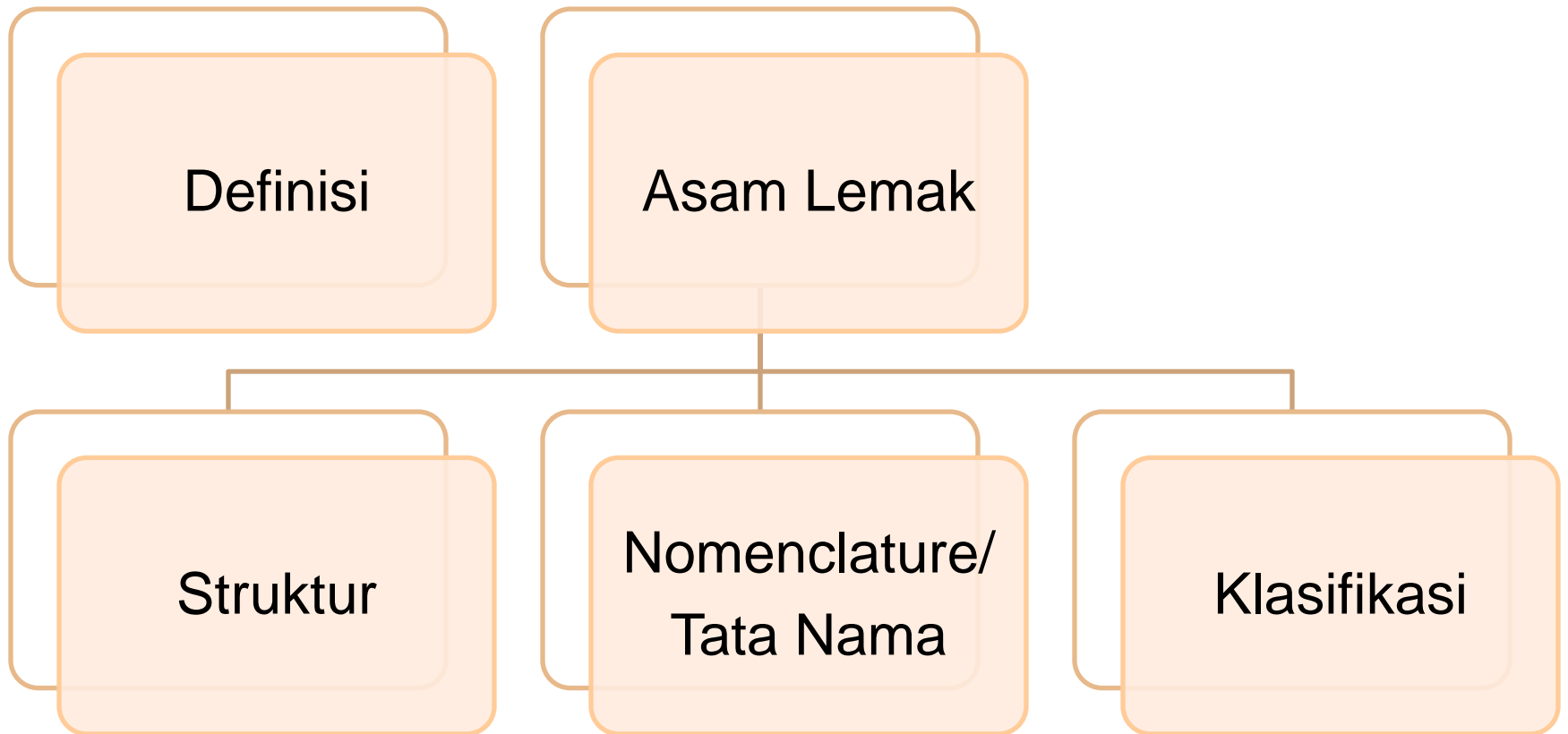




STRUKTUR LIPID

OUTLINE



DEFINISI

Lipid didefinisikan sebagai senyawa berbasis asam lemak atau molekul yang mirip asam lemak seperti alkohol atau spingosin

Asam lemak merupakan komponen penting lipid

Struktur kimia dan sifat fisik asam lemak merupakan dasar untuk memahami sifat fisik dan kimia lipid

Apa itu lipid?

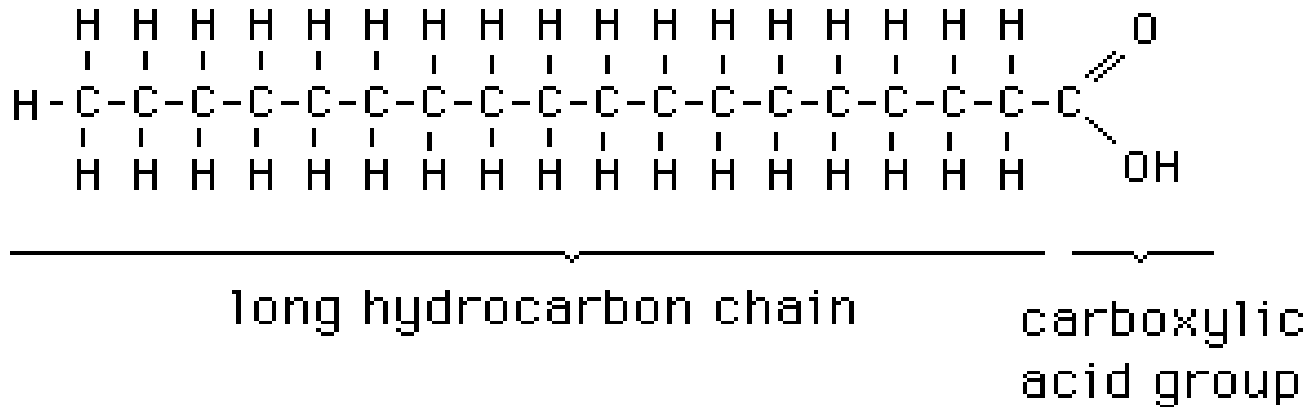
- Istilah lipid menggambarkan sejumlah molekul organik yang mempunyai sifat umum yang sama
- Secara umum, lipid tidak larut dalam pelarut polar (air) karena lipid bersifat non polar
 - Air dan minyak tidak bisa saling bercampur



ASAM LEMAK

1. Struktur Utama Asam Lemak

- Asam lemak terdiri dari gugus karboksilat dan rantai karbon (*R*) yang terdiri dari atom H and C

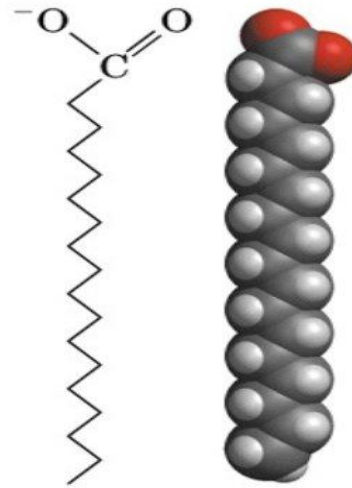


Essential features of a fatty acid

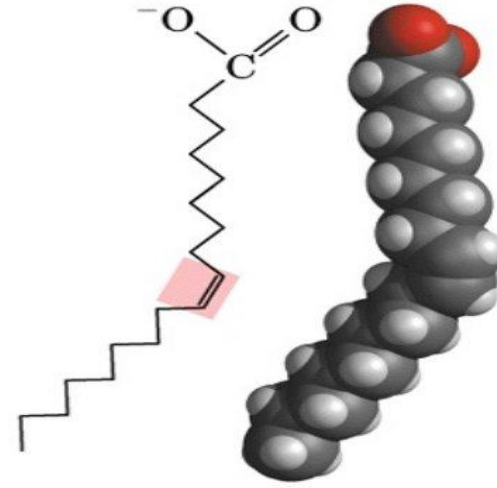
Fatty Acid Structure

Carboxyl group

Hydrocarbon chain



(a)

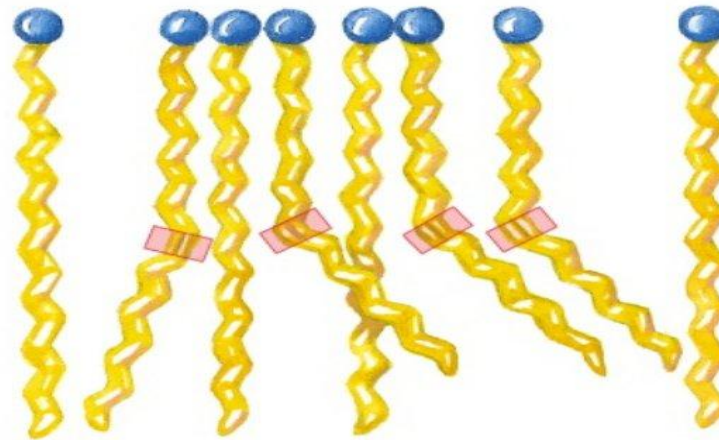


(b)



Saturated fatty acids

(c)



Mixture of saturated and unsaturated fatty acids

(d)

2. Tata Nama Asam Lemak

- Nama trivial dan nama kimia/sistematis
- Nama trivial diberikan sebelum struktur kimia asam lemak diketahui dan biasanya menunjukkan sumber asal asam lemak

Asam lemak	Source
Asam palmitat (Palmitic acid)	Minyak sawit/Palm oil
Asam arakhidat (Arachidic acid)	Kacang tanah/Groundnut (<i>Arachis hypogea</i>)
Asam linoleat/linolenat (Linoleic/linolenic acid)	Minyak Linseed/Linseed oil
Risinoleat (Ricinoleic)	Castor oil (<i>Ricinus communis</i>)

Panjang Rantai	Nama Sistematis	Nama Trivial	Asam		Metil ester		BM
			mp (°C)	bp (°C)	mp (°C)	bp (°C)	
4	Butanoat	Butirat	-5,3	164	-	103	88,1
6	Heksanoat	Kaproat	-3,2	206	-69,6	151	116,2
8	Oktanoat	Kaprilat	16,5	240	-36,7	195	144,2
10	Decanoat	Kaprat	31,6	271	-12,8	228	172,3
12	Dodekanoat	Laurat	44,8	130	5,1	262	200,3
14	Tetradekanoat	Miristat	54,4	149	19,1	114	228,4
16	Heksadekanoat	Palmitat	62,9	167	30,7	136	256,4
18	Oktadekanoat	Stearat	70,1	184	37,8	156	284,5
20	Eikosanoat	Arakhidat	76,1	204	46,4	188	312,5
22	Dokosanoat	Behenat	80,0	-	51,8	206	340,6
24	Tetrakosanoat	Lignoserat	84,2	-	57,4	222	368,6

Table 15.1 ■ Some Fatty Acids in Natural Fats

Number of Carbon Atoms	Condensed Structure	Common Name	Source
4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Butyric acid	Butter
6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Caproic acid	Butter
8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Caprylic acid	Coconut oil
10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Capric acid	Coconut oil
12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Lauric acid	Palm kernel oil
14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Myristic acid	Oil of nutmeg
16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Palmitic acid	Palm oil
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Stearic acid	Beef tallow
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oleic acid	Olive oil
18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Linoleic acid	Soybean oil
18	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Linolenic acid	Fish oils
20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Arachidonic acid	Liver

Singkatan nama asam lemak

Singkatan	Nama
GLA	Gamma linolenic acid (asam gamma linolenat)
AA	Arachidonic acid (asam arakhidonat)
EPA	Eicosapentaenoic acid (asam eikosapentaenoat)
DHA	Docosahexaenoic acid (asam dokosaheksaenoat)

Nama Sistematis

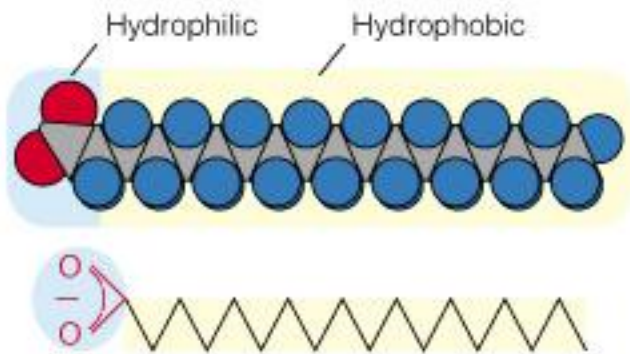
- Berdasarkan kesepakatan aturan dari ahli kimia dan biokimia international
- Bergantung pada struktur asam lemak
- Contoh: asam oleat adalah asam *cis-9-oktadekenoat*. Menunjukkan pada:
 - Bentuk karboksilat (*oat*)
 - 18 atom karbon (*oktadek*)
 - Satu ikatan rangkap (*en*)
 - Ikatan rangkap terletak pada atom **9** dan **10** (dihitung dari ujung karboksil)
 - Konfigurasi *cis*

3. Klasifikasi berdasarkan struktur

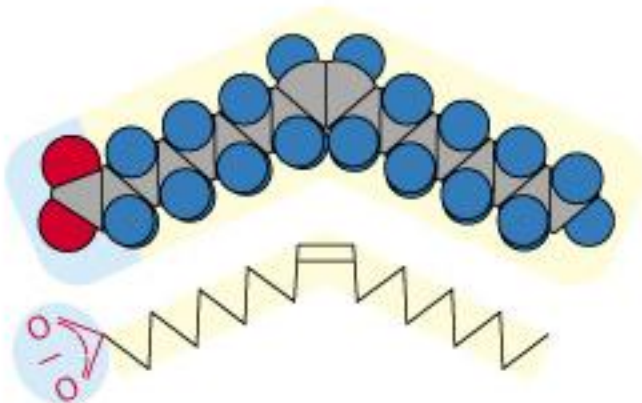
- Asam lemak jenuh (saturated fatty acids)
- Asam lemak satu ikatan rangkap (monounsaturated fatty acids)
- Asam lemak banyak ikatan rangkap (polyunsaturated fatty acids)

Rantai asil asam lemak jenuh dan tidak jenuh berbeda

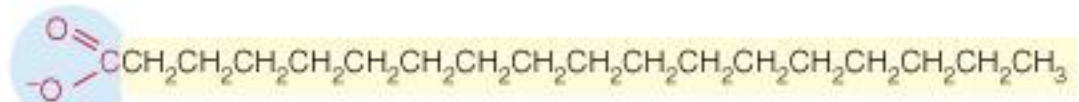
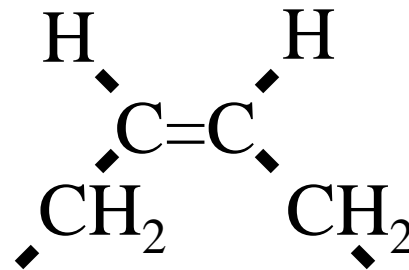
- Ikatan rangkap mempunyai konfigurasi cis mengakibatkan terbentuk lekukan pada rantai asil



(a) Stearate ion



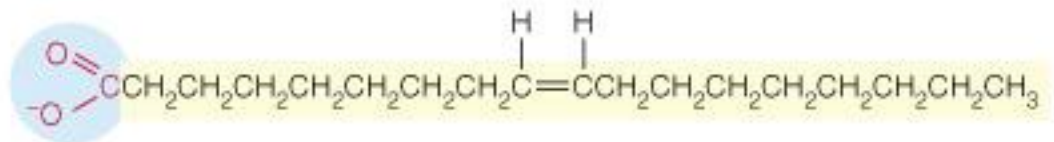
(b) Oleate ion



Polar head group

Hydrocarbon tail

Stearate ion



Oleate ion

(c) Formulas

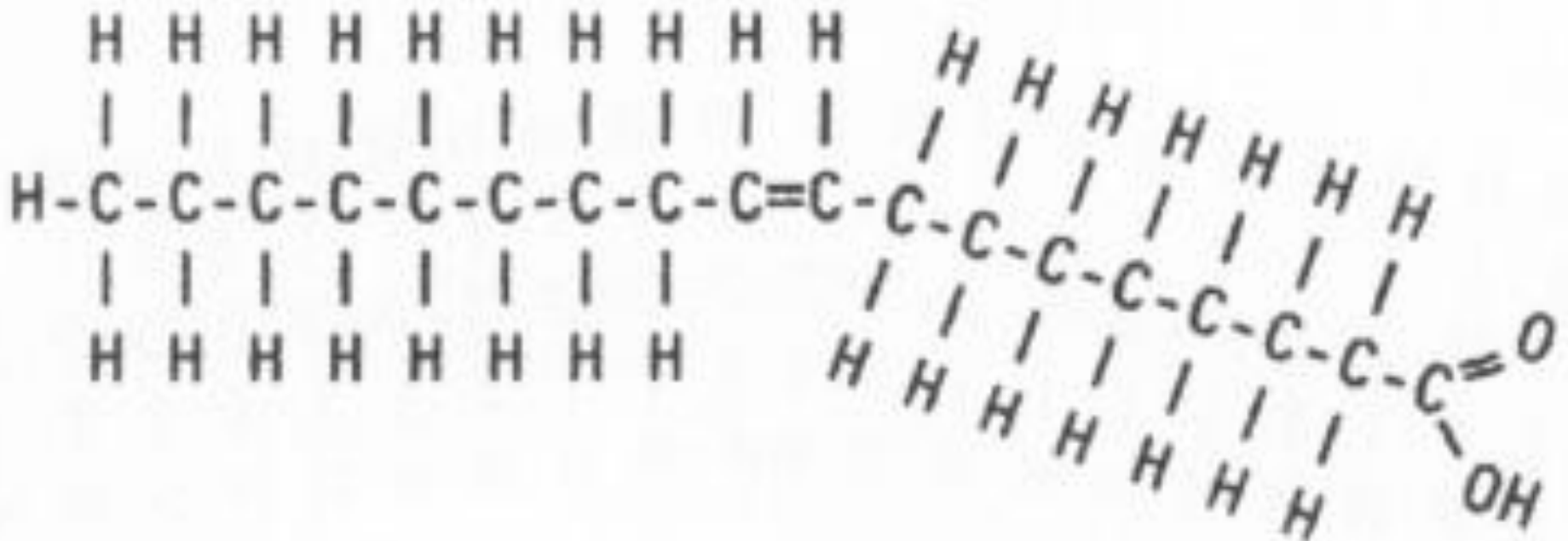
a. Asam lemak jenuh

- Jumlah atom C genap
- Tidak mempunyai ikatan rangkap
- Diklasifikasikan menjadi:
 - Asam lemak rantai pendek dan medium (Short and Medium Chain Fatty Acids)
SCFA: C2-6 and MCFA: C8-14
 - Asam Palmitat (C16) and Stearat (C18)
 - Asam rantai panjang (C20-30)

b. Asam lemak satu ikatan rangkap (monounsaturated fatty acids)

- Satu pusat ikatan rangkap
- Konfigurasi *cis* (Z)
- Ikatan rangkap ada pada posisi tertentu
- $\Delta 9$ = atom C ke -9 dari gugus karboksil pada asam oleat
- ω -9 atau n -9 = atom C ke-9 dari gugus metil pada asam oleat

Struktur asam oleat



Nama umum asam *cis* monoena (satu ikatan rangkap)

Systematic Name	Trivial Name	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_m\text{COOH}$	
		<i>n</i>	<i>m</i>
9-Hexadecenoic	Palmitoleic ^b	5	7
9-Octadecenoic	Oleic	7	7
9-Octadecenoic ^a	Elaidic	7	7
6-Octadecenoic	Petroselinic	10	4
11-Octadecenoic	<i>cis</i> -Vaccenic ^c	5	9
11-Octadecenoic ^a	<i>trans</i> -Vaccenic	5	9
9-Eicosenoic	Gadoleic	9	7
11-Eicosenoic	Gondoic	7	9
5-Docosenoic	-	15	3
11-Docosenoic	Cetoleic	9	9
13-Docosenoic	Erucic	7	11
15-Tetracosenoic	Nervonic ^d	7	13

c. Asam tidak jenuh banyak ikatan rangkap/ ikatan rangkap ganda (polyunsaturated fatty acids)

- Mempunyai lebih dari satu ikatan rangkap
- Konfigurasi ikatan rangkap *cis* (Z)
- Terutama asam poliolefinat dengan pola interupsi metilen yaitu ikatan rangkap dipisahkan oleh gugus metilen (CH_2)
- Pola 1,4 merupakan karakteristik asam lemak alami

Pola interupsi metilen

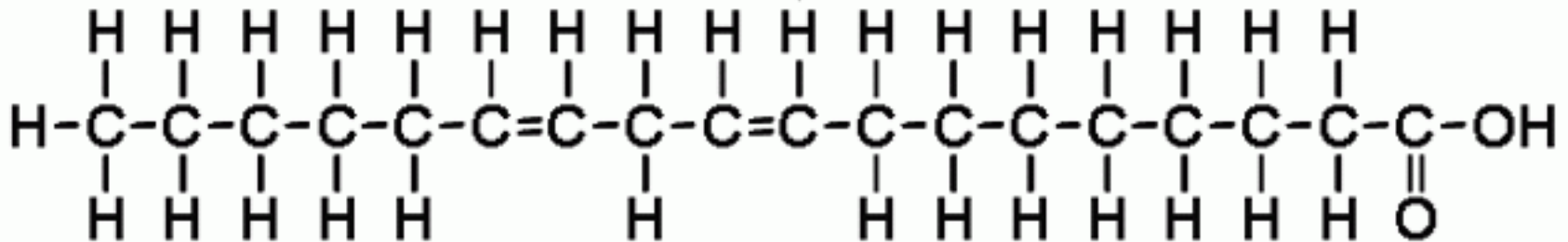
18:2n-6

Methyl
-CH₃

Carboxyl
-COOH

n-6

Δ9

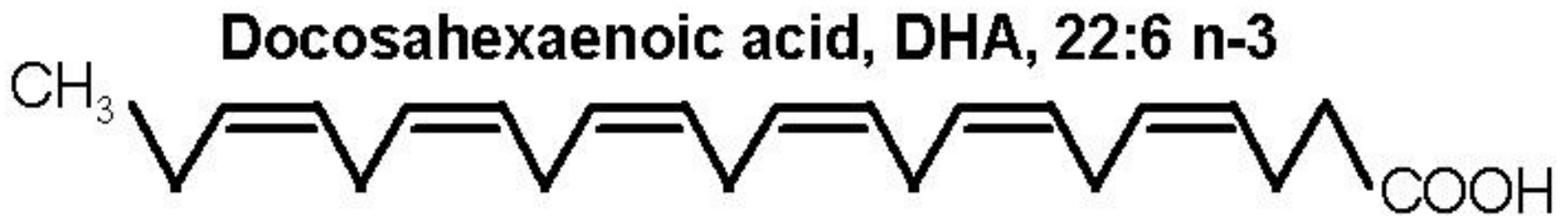
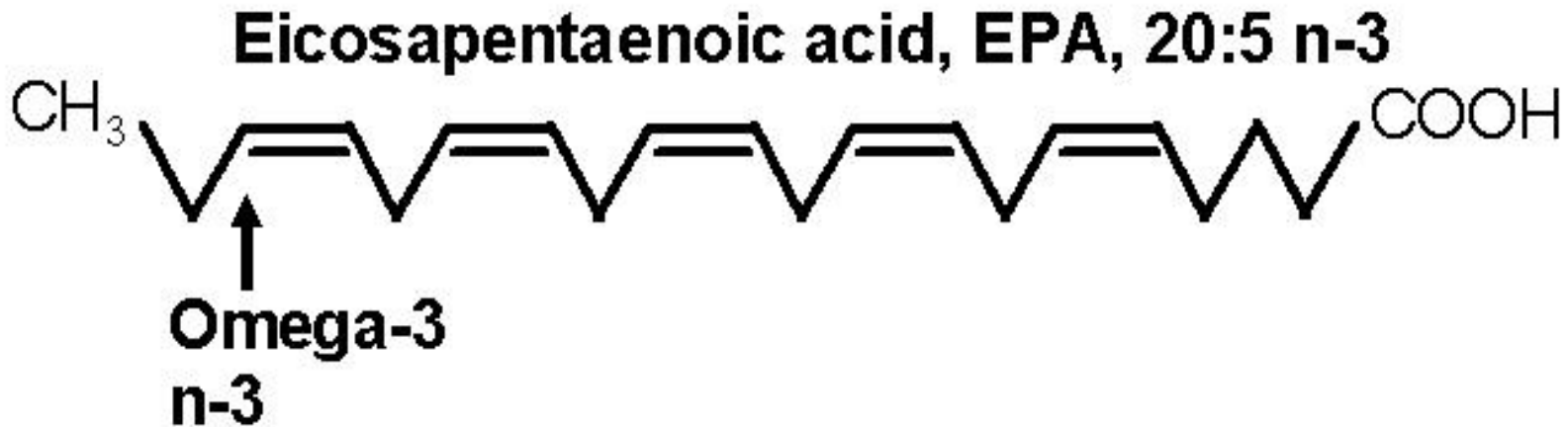


Singkatan

Contoh: asam linoleat. Singkatan:

- 18:2 (9, 12)
- 18:2 (9*c*, 12*c*)
- 18:2 (9Z, 12Z)
- 18:2_{n-6}, 18:2_{ω-3}

Struktur asam lemak tidak jenuh banyak ikatan rangkap



Methylene-interrupted polyene acids

Nama Trivial	Struktur	Posisi Ikatan Rangkap
Linoleat	C18:2 ω -6	9, 12
γ Linolenat	C18:3 ω -6	6, 9, 12
α Linolenat	C18:3 ω -3	9, 12, 15
Stearidonat	C18:4 ω -3	6, 9, 12, 15
Dihomo γ linolenat	C20:3 ω -6	8, 11, 14
Mead acid	C20:3 ω -9	5, 8, 11
Arachidonat	C20:4 ω -6	5, 8, 11, 14
Eikosapentaenoat (EPA)	C20:5 ω -3	5, 8, 11, 14, 17
Dokosapentaenoat (DPA)	C22:5 ω -3	7, 10, 13, 16, 19
Dokosaheksaenoat (DHA)	C22:6 ω -3	4, 7, 10, 13, 16, 19



Minggu depan

QUIZ



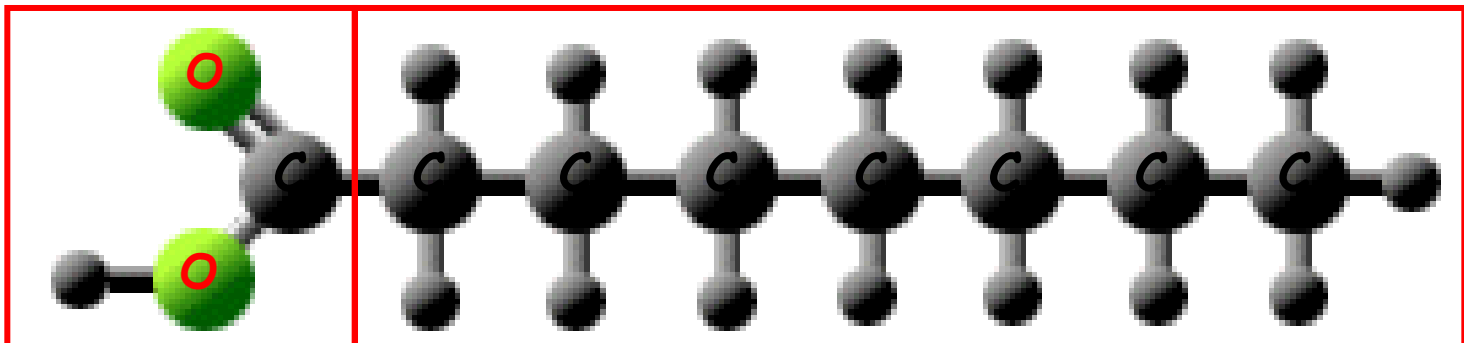
KLASIFIKASI LIPID

Klasifikasi Lipid

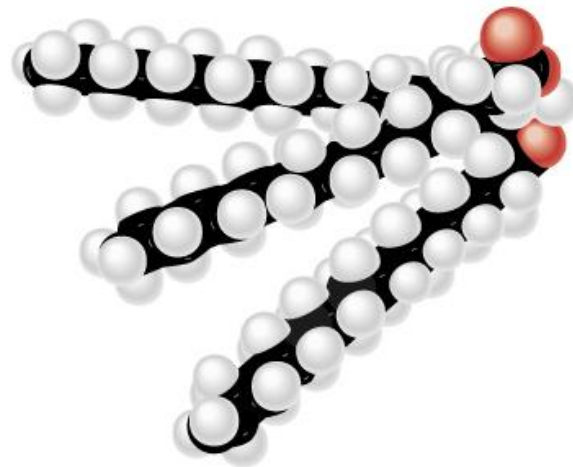
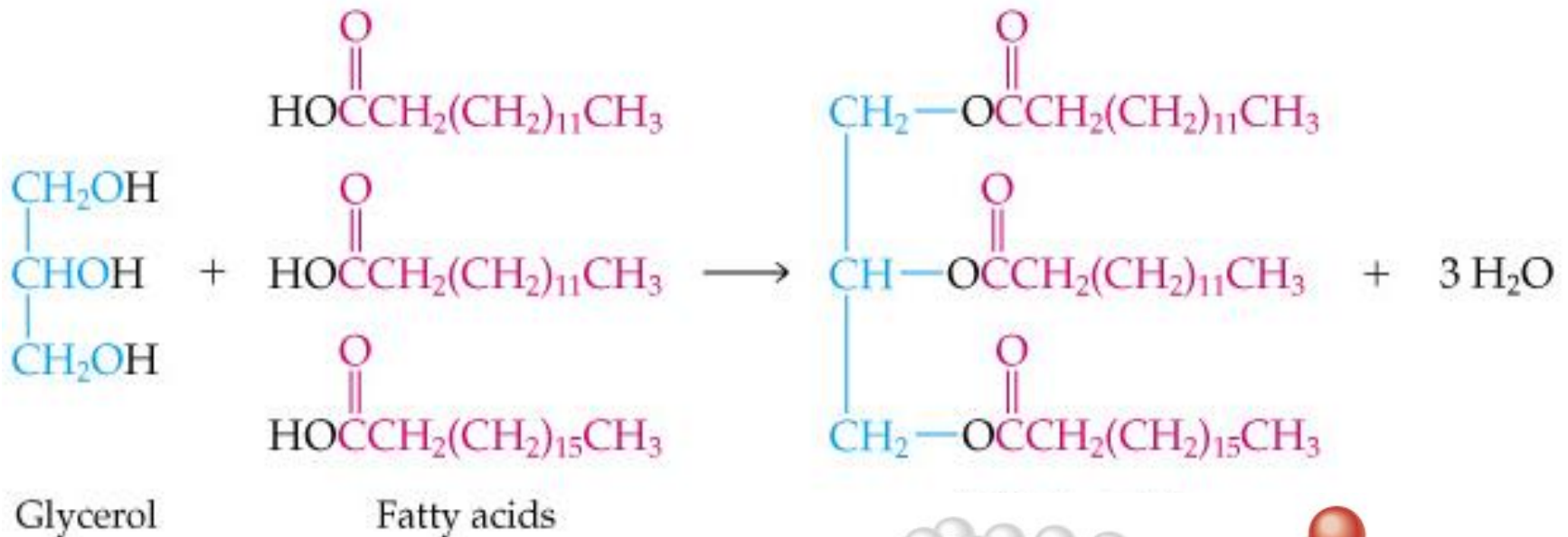
- Kelompok utama lipid
 - Trigliserida
 - Fosfolipid
 - Sfingolipid
 - Lipoprotein
 - Steroid
 - Lilin

1. TRIGLISERIDA

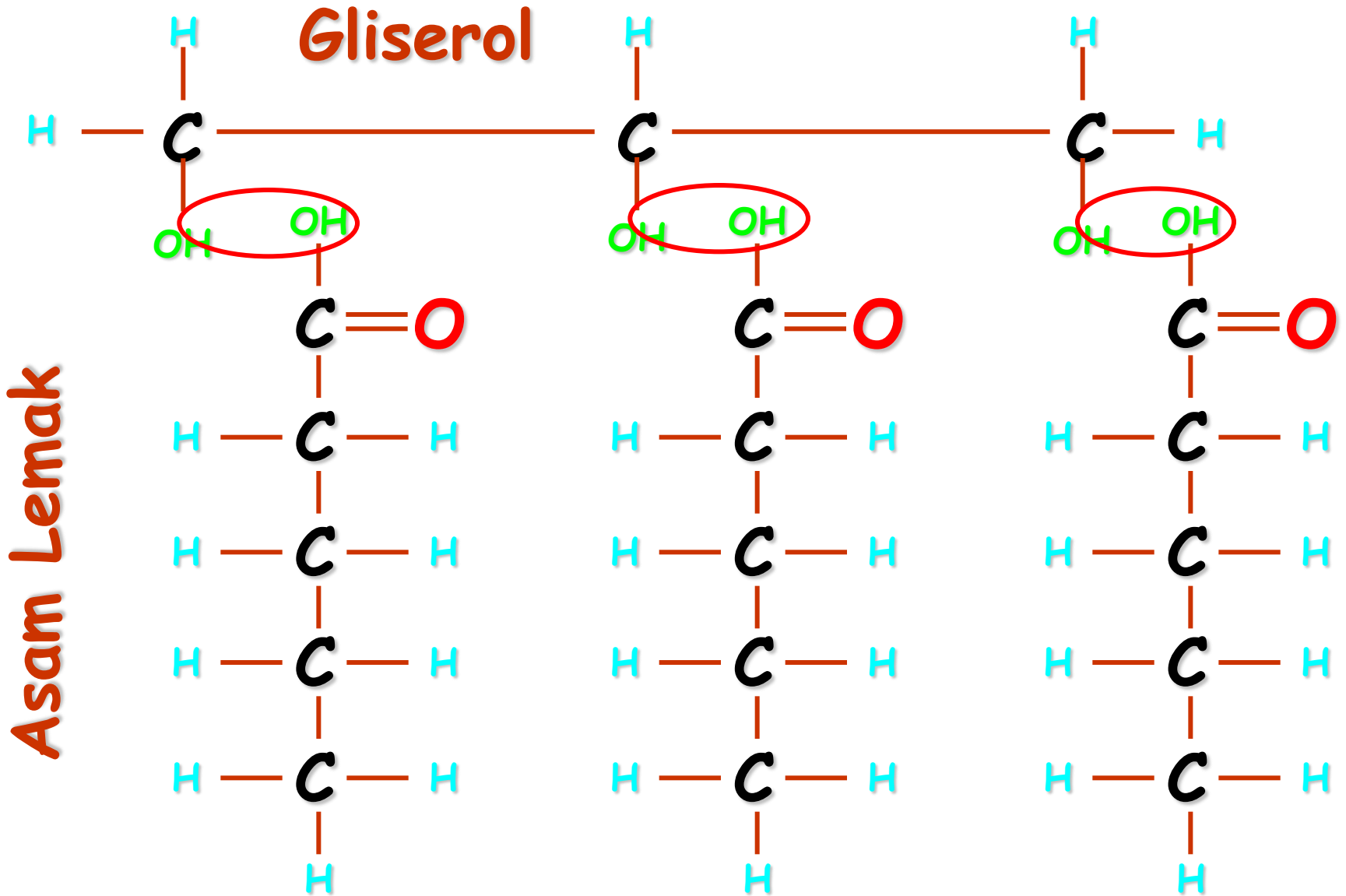
- **Trigliserida** – **tiga** asam lemak berikatan dengan sebuah molekul gliserol
- Nama lain: **triasilgliserol** atau lipid netral
- Asam lemak contain:
 - Hidrokarbon (**H-C**) rantai panjang - lemak



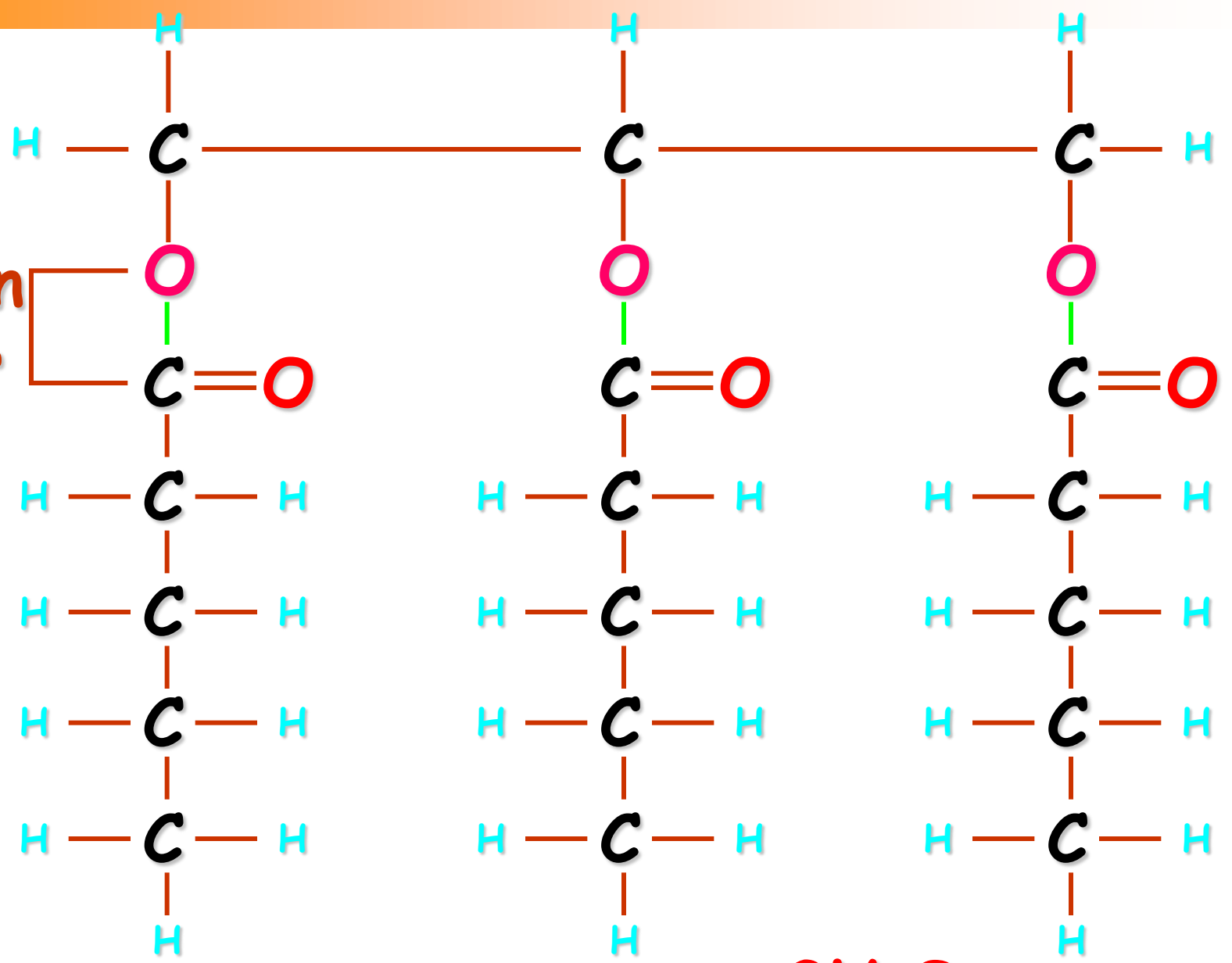
Pembentukan sebuah trigliserida



Struktur Triglicerida



Ikatan ester

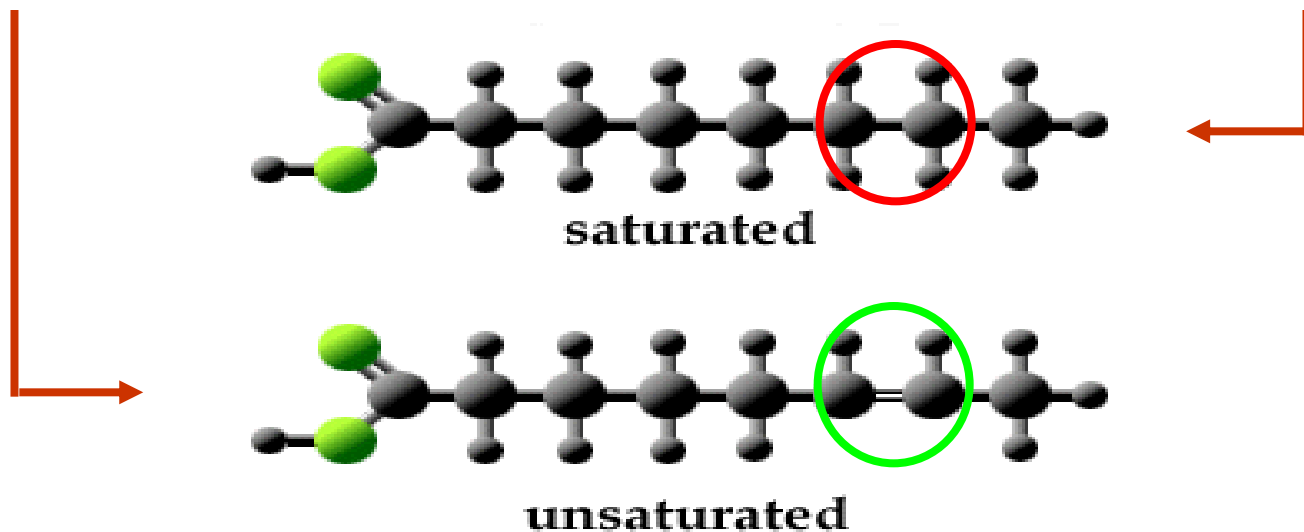


Trigliserida

■ Trigliserida

- Minyak - cair pada suhu ruang (lebih tidak jenuh)
- Lemak - padat pada suhu ruang (lebih jenuh)

Minyak zaitun = **BAIK** Lemak babi = **BURUK**



2. FOSFOLIPID

- **Fosfolipid** - **dua** asam lemak dan sebuah gugus **fosfat** berikatan dengan sebuah molekul gliserol
 - Merupakan komponen utama membran biologi

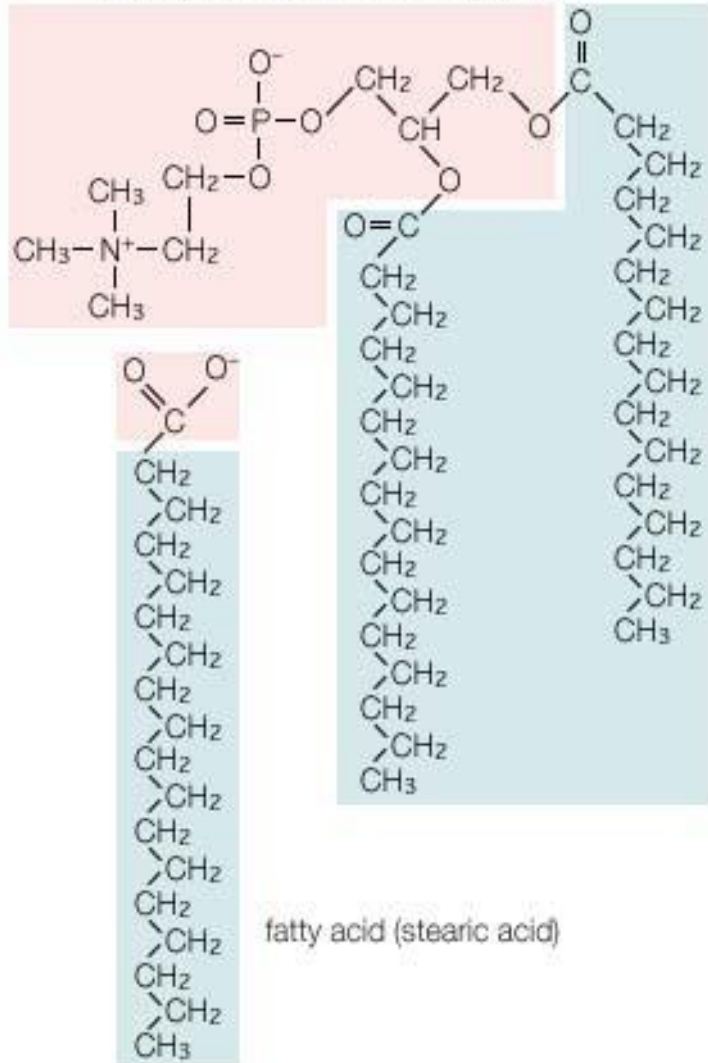
Struktur Fosfolipid

structural formula

space-filling model

generic simplified depiction

phospholipid (phosphatidylcholine)



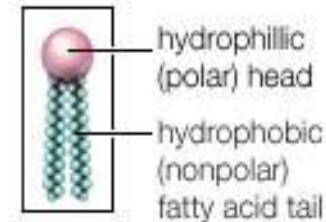
phospholipid molecule



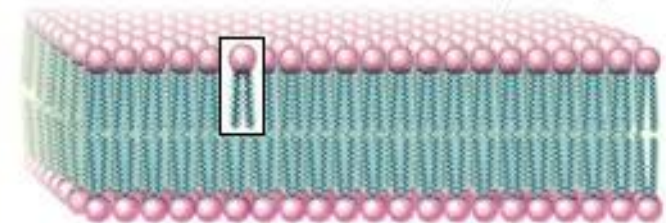
fatty acid molecule



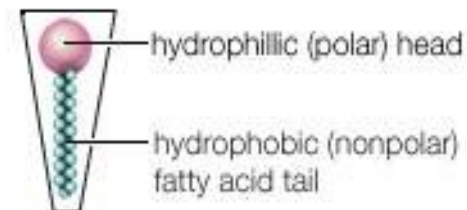
phospholipid molecule



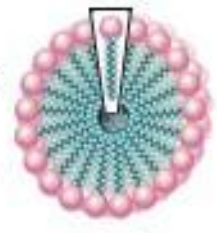
lipid bilayer



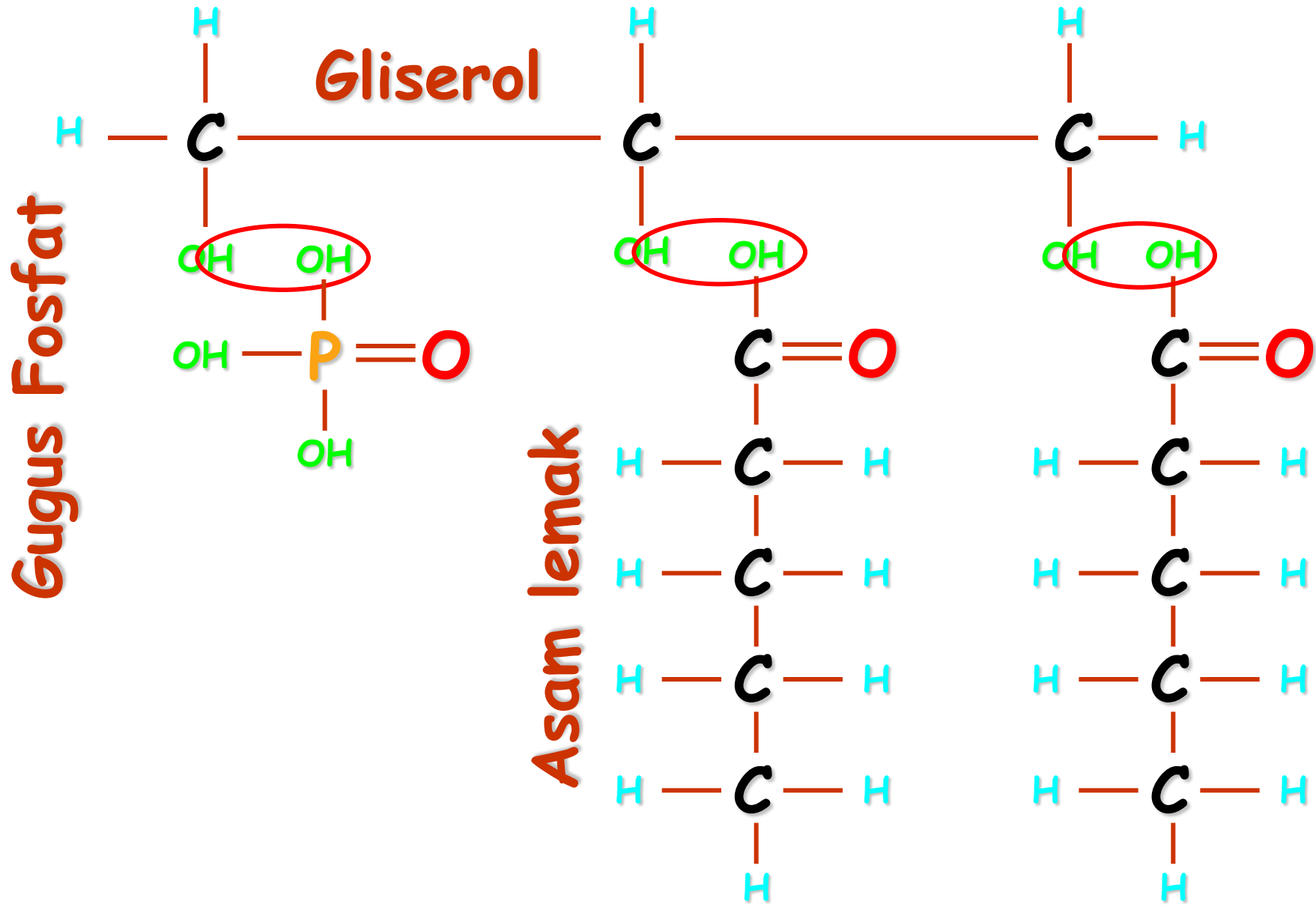
fatty acid molecule

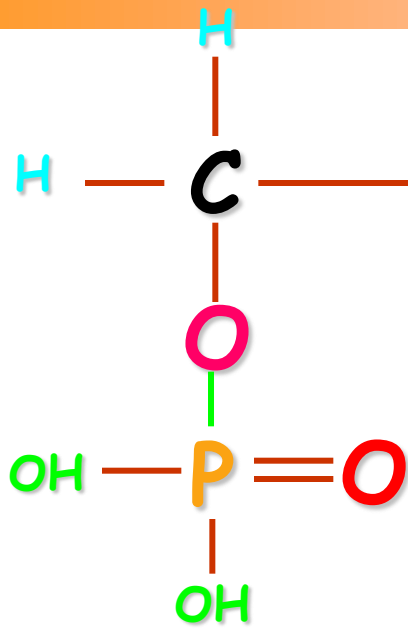


micelle

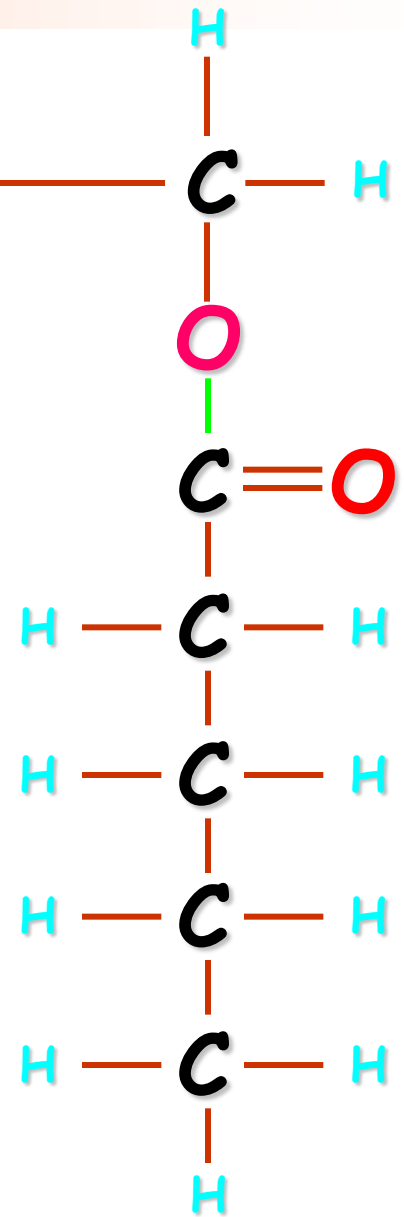
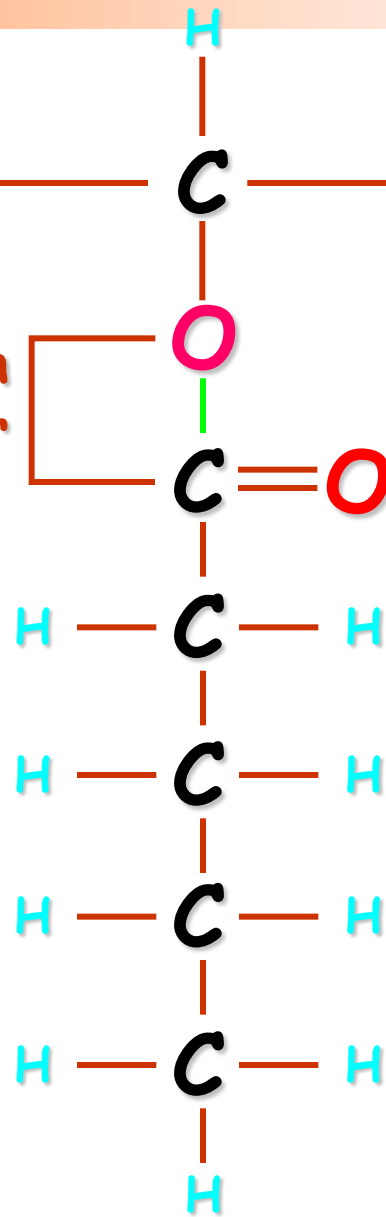


Struktur Fosfolipid





Ikatan Ester



Sisi untuk pengikatan molekul alkohol yang bervariasi bergantung pada jenis fosfolipid

Gugus kepala yang polar berupa:

Serin + PA → fosfatidilserin

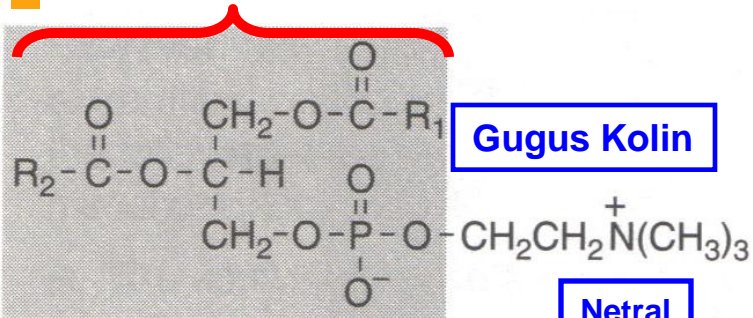
Ethanolamine + PA → fosfatidiletanolamine

Choline + PA → fosfatidilkolin

Glycerol + PA → fosfatidilgliserol

Inositol + PA → fosfatidilinositol

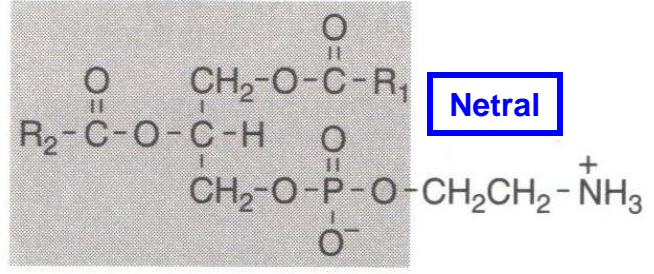
Asam Fosfatidat



Gugus Kolin

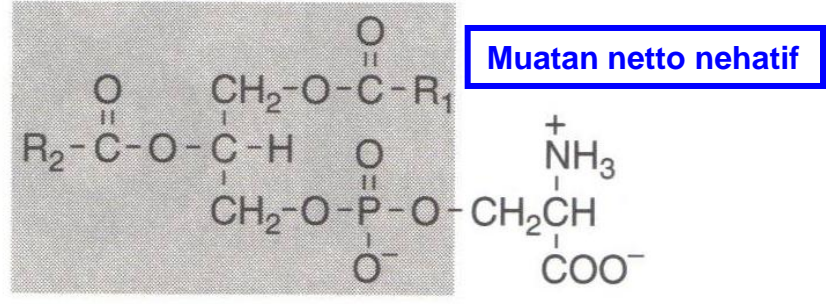
Netral

Phosphatidylcholine



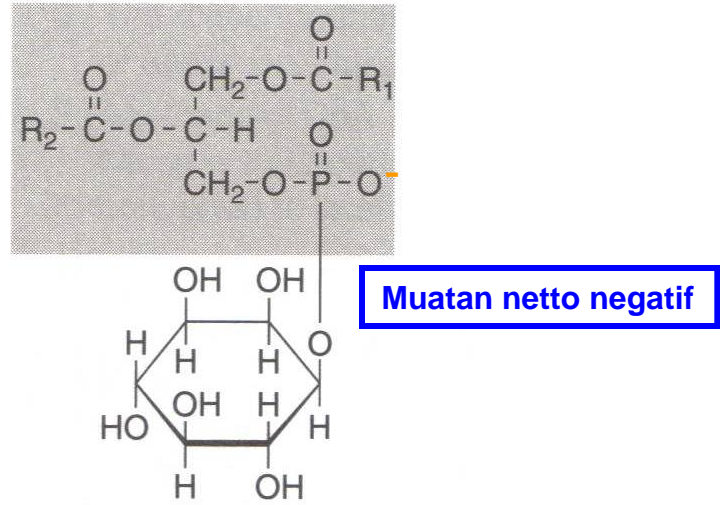
Netral

Phosphatidylethanolamine



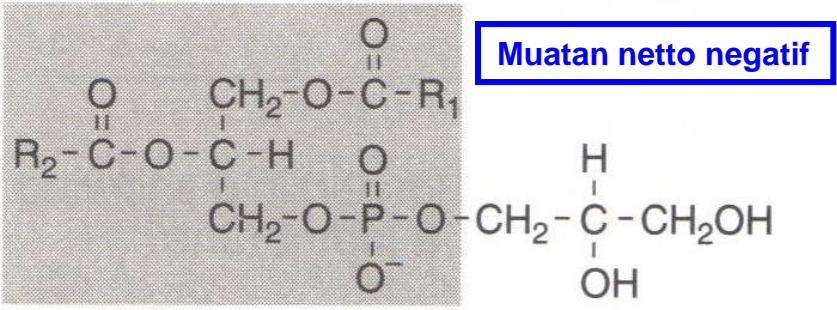
Muatan netto negatif

Phosphatidylserine



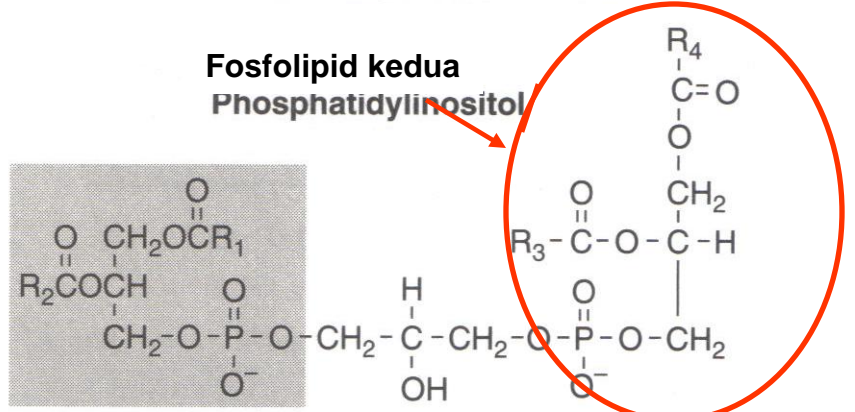
Muatan netto negatif

Phosphatidylinositol



Muatan netto negatif

Phosphatidylglycerol



Muatan netto negatif

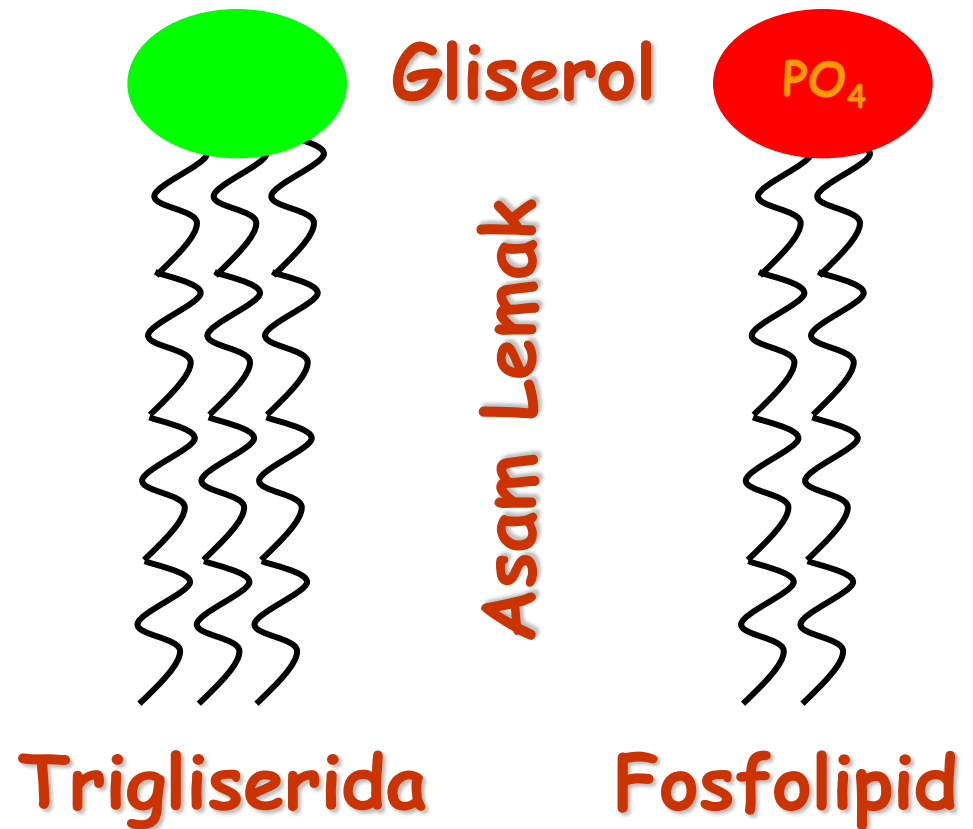
Cardiolipin

Name of glycerophospholipid	Name of X	Formula of X	Net charge (at pH 7)
Phosphatidic acid	—	— H	-1
Phosphatidylethanolamine	Ethanolamine	— CH ₂ —CH ₂ —NH ₃ ⁺	0
Phosphatidylcholine	Choline	— CH ₂ —CH ₂ —N ⁺ (CH ₃) ₃	0
Phosphatidylserine	Serine	— CH ₂ —CH—NH ₃ ⁺ COO ⁻	-1
Phosphatidylglycerol	Glycerol	— CH ₂ —CH—CH ₂ —OH OH	-1
Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate	<i>myo</i> -Inositol 4,5-bisphosphate		-4
Cardiolipin	Phosphatidyl-glycerol		-2

Modified from Nelson & Cox, *Lehninger Principles of Biochemistry*, 3rd Edition, Fig. 11-8.

Struktur Ringkas

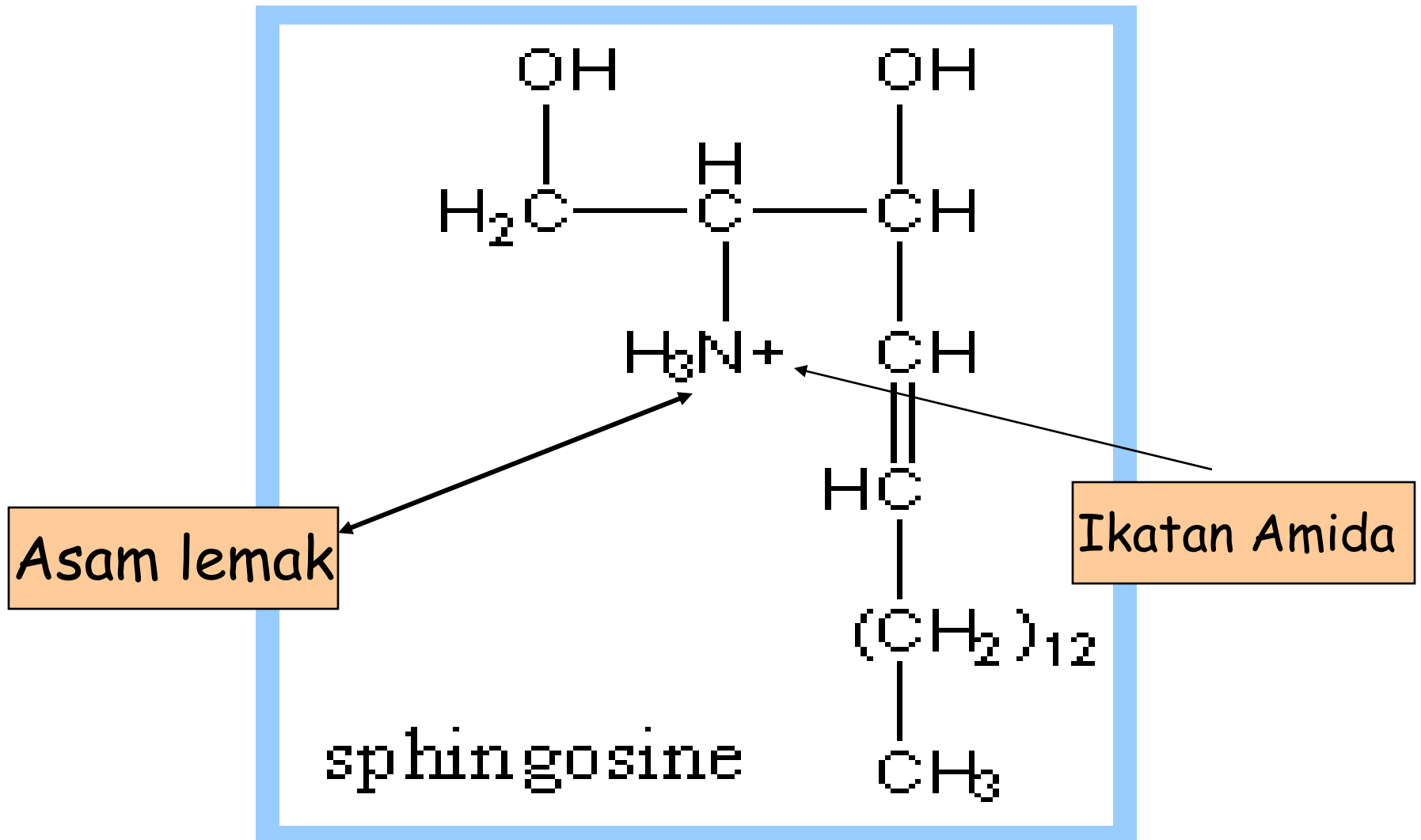
- Biasanya diringkas dengan gambar berikut:



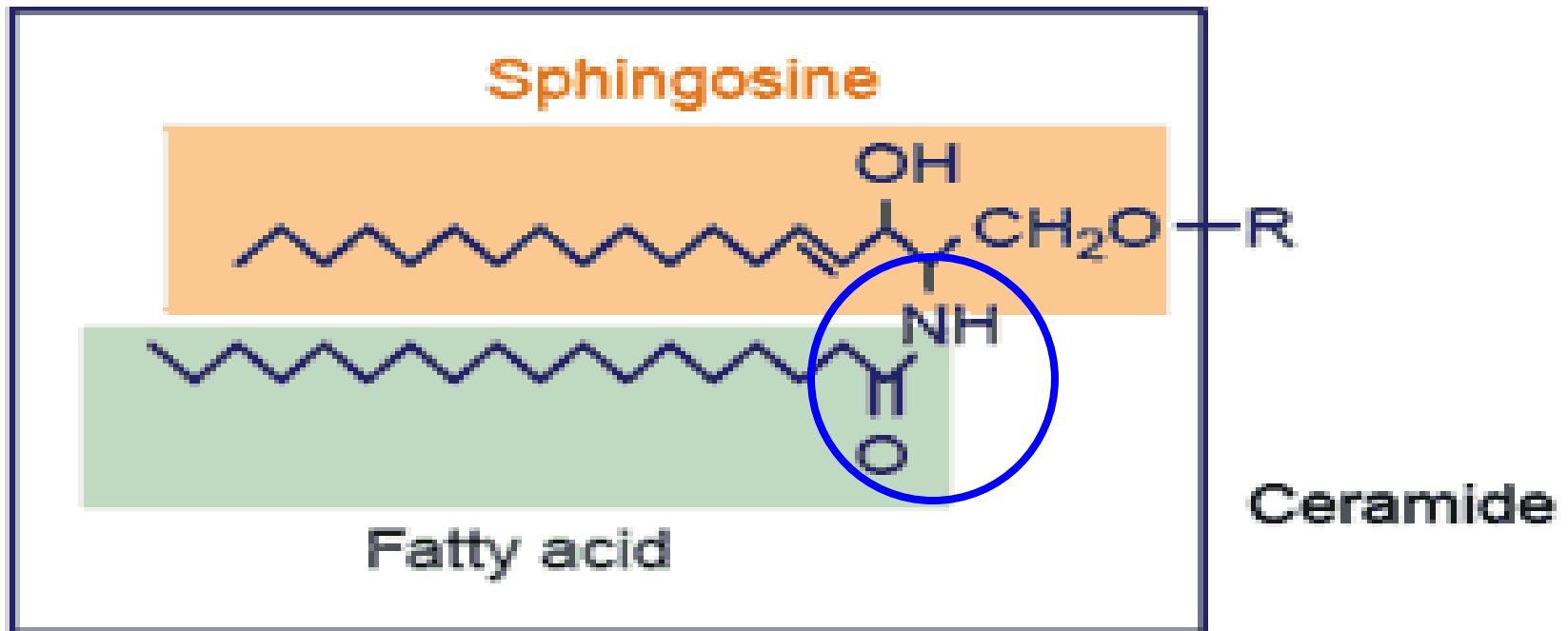
3. SFINGOLIPID

- Kelompok lipid kedua terbesar
- Gugus kepala bersifat polar dan dua gugus ekor bersifat non polar, tetapi tidak mengandung gliserol
- Sfingolipid terdiri dari satu gugus amino alkohol rantai panjang (sfingosin atau turunannya) dan satu gugus alkohol polar di bagian kepala
- Sfingosin merupakan struktur dasar sfingolipid
- Tiga sub-kelas sfingolipid adalah **sfingomielin**, **serebrosida**, and **gangliosida**

Struktur dasarnya adalah sfingosin



Struktur Sfingolipid

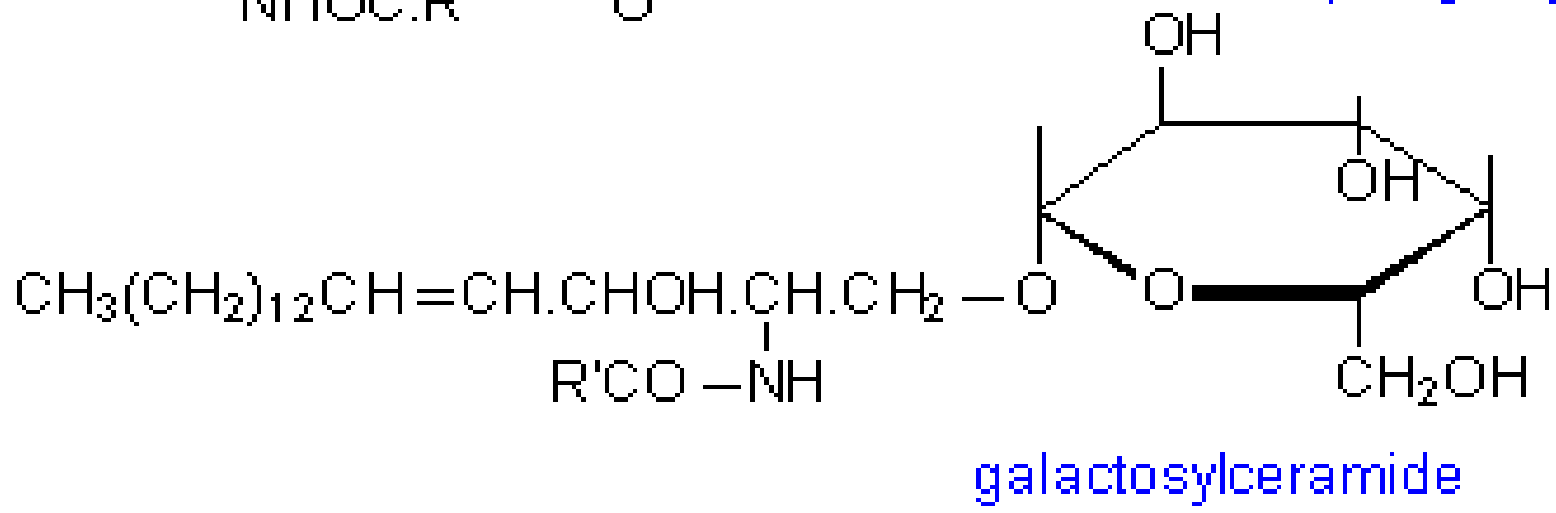
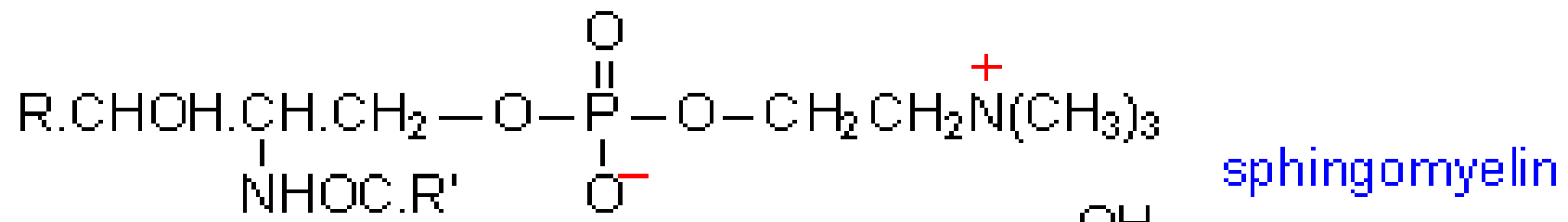
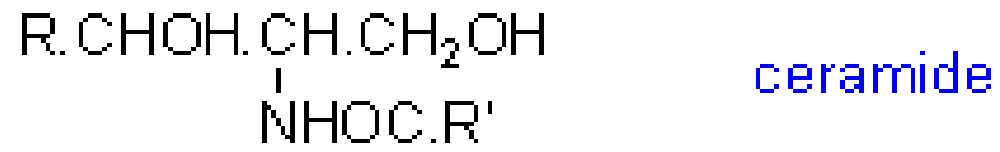
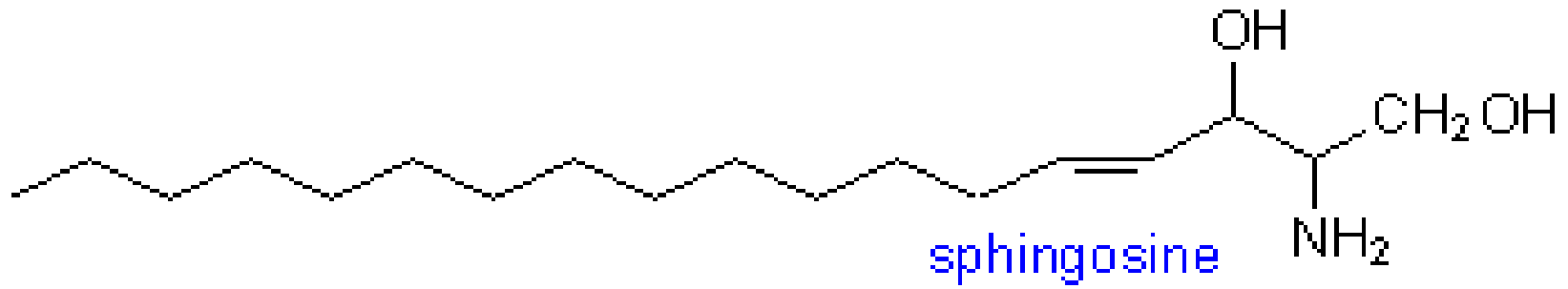


Substituent (R)

Sphingolipid

H
Phosphocholine
Sugar(s)

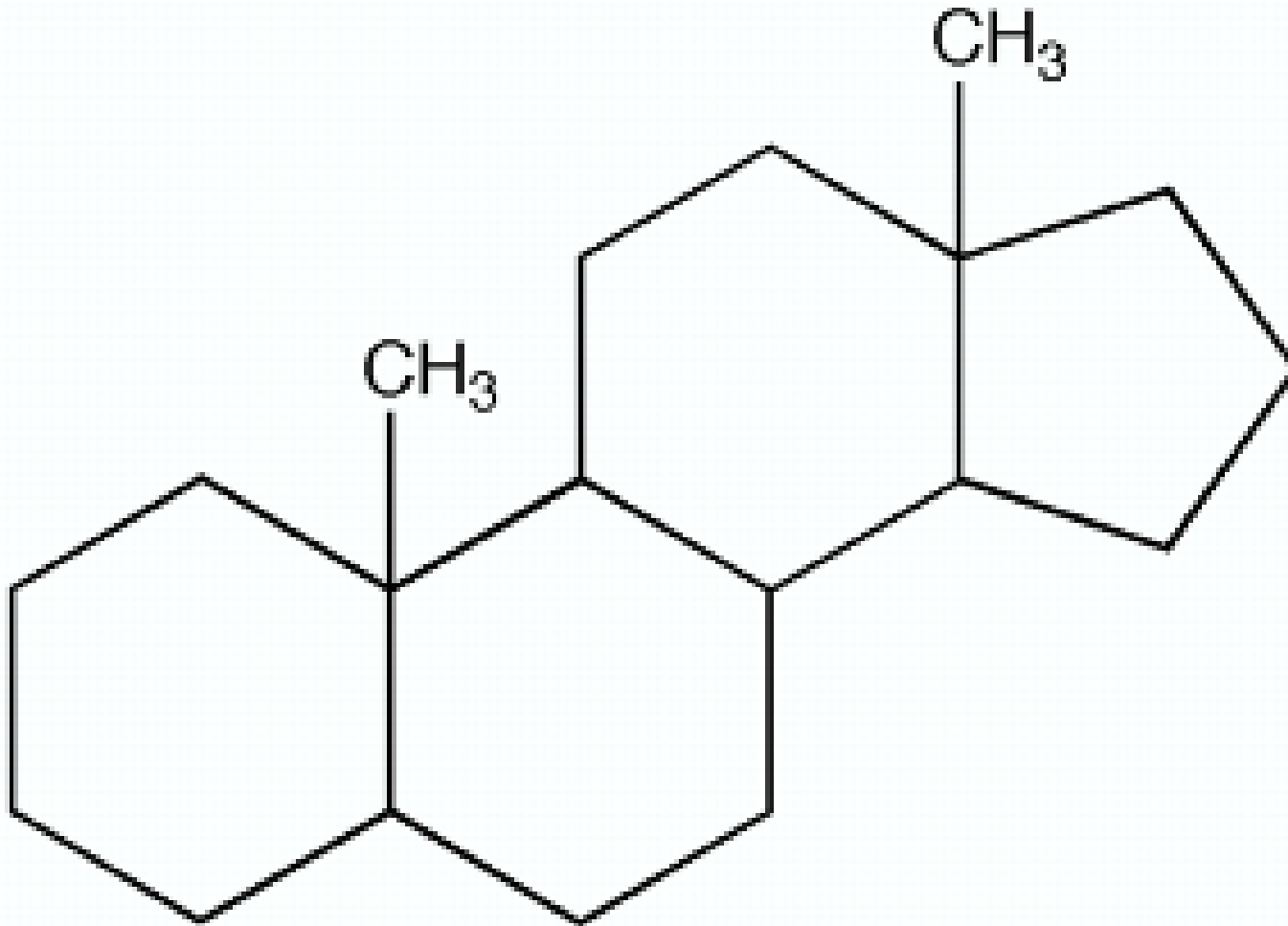
Ceramide
Sphingomyelin
Glycosphingolipid



4. STEROID

- Merupakan kelompok lipid yang tidak tersaponifikasi
- Mempunyai empat cincin
- Paling banyak adalah sterol
- Kolesterol merupakan sterol utama pada jaringan hewani
- Kolesterol dan ester turunannya merupakan komponen utama lipoprotein plasma dan
- Stigmasterol membran ditemukan pada membran sel tanaman dan berbeda dengan kolesterol karena mempunyai ikatan rangkap pada posisi 22-23

Struktur dasar steroid



Kolesterol

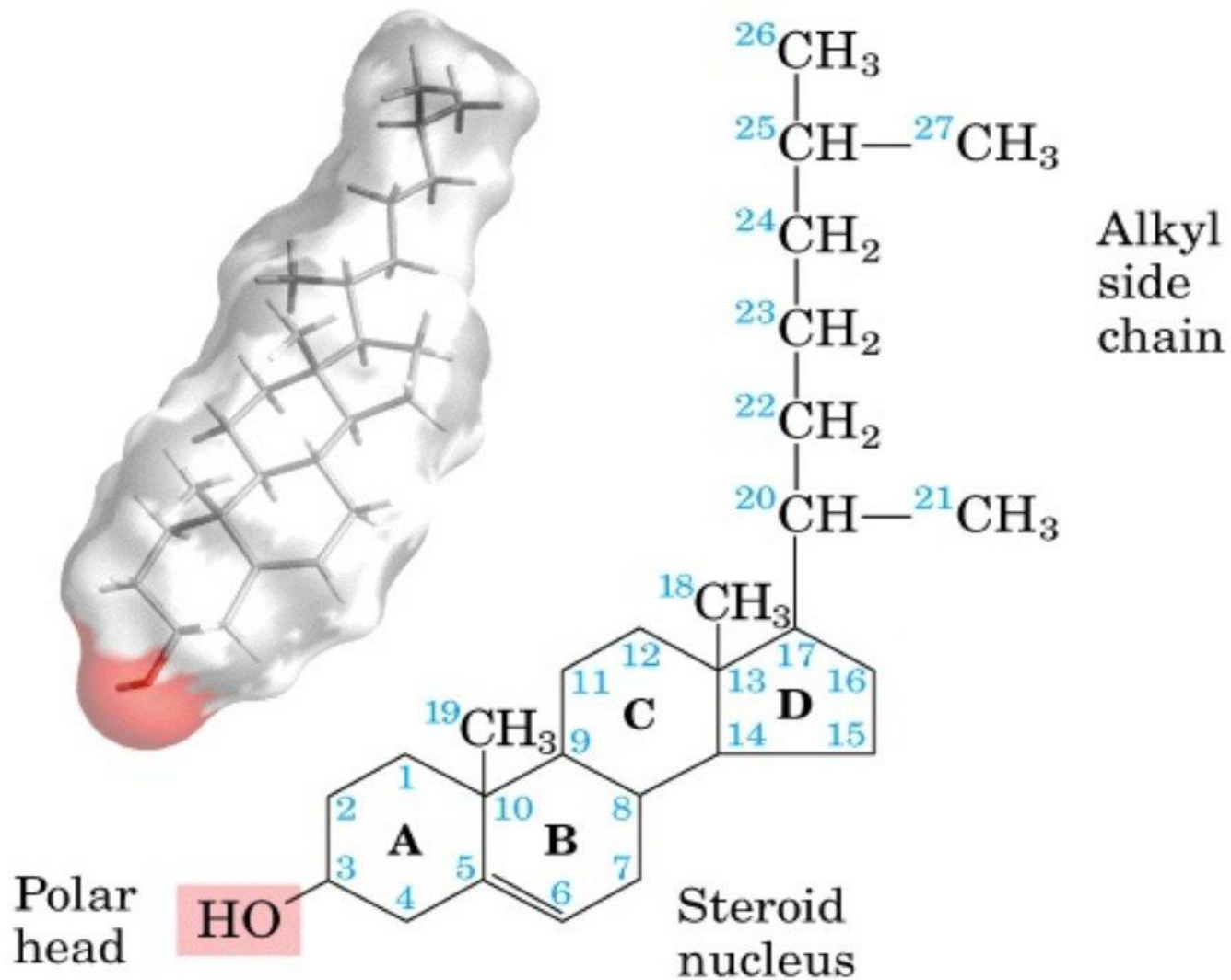
Mempunyai gugus polar, gugus hidroksil pada posisi no. 3 pada gugus kepala

Bagian lain bersifat non polar dan mempunyai struktur yang kaku

Kolesterol berperan meningkatkan rigiditas membran sel eukariot karena mempunyai stabilitas yang lebih tinggi dan mempengaruhi fluiditas

Merupakan prekursor sejumlah hormon steroid

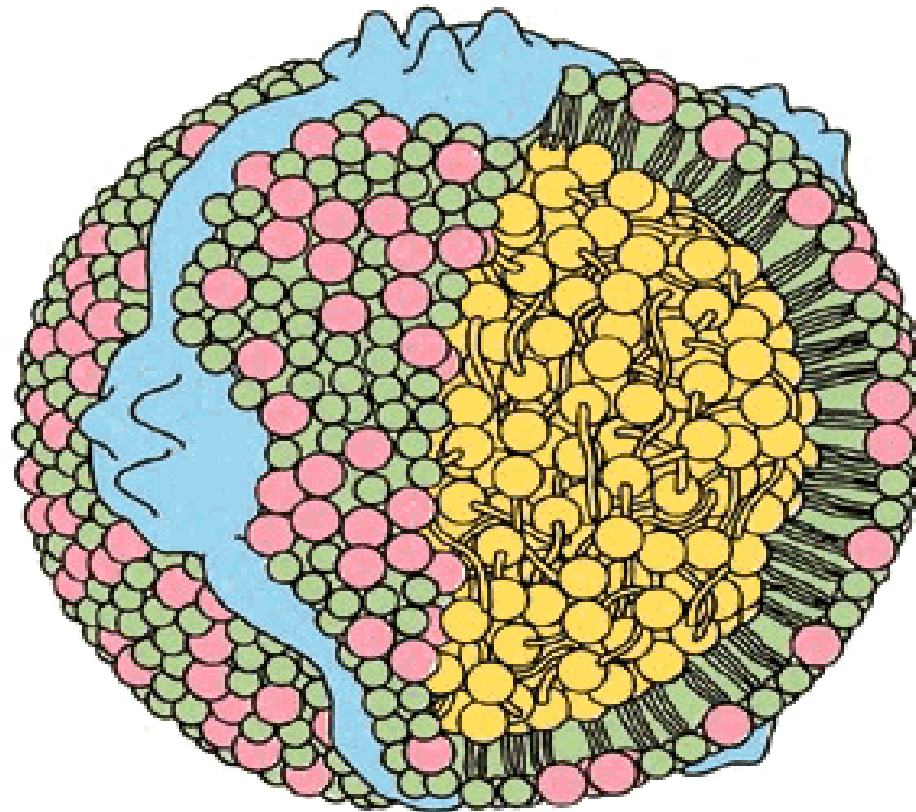
Cholesterol







5. LIPOPROTEIN

- Sejumlah lipid berikatan dengan protein spesifik membentuk lipoprotein
- Lipoprotein terdiri dari dua lipid polar (fosfolipid dan kolesterol yang tidak teresterifikasi), trigliserida, kolesterol, dan turunan esternya
- Dikelompokkan berdasarkan densitasnya: VLDL, LDL, HDL, kilomikron

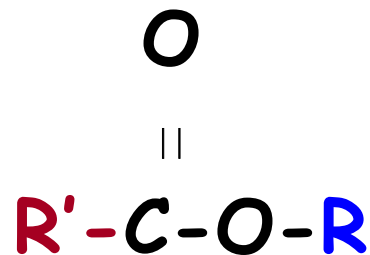
Struktur LDL



-  Unesterified cholesterol
-  Phospholipid
-  Cholesteryl ester
-  Protein B-100

6. LILIN

- Lilin merupakan rantai panjang (atom C atoms 4-36) asam lemak yang teresterifikasi dengan alkohol rantai panjang (atom C 16-22)
- Asam lemak yang teresterifikasi dapat bersifat jenuh maupun tidak jenuh
- Merupakan lipid cadangan



A Wax

