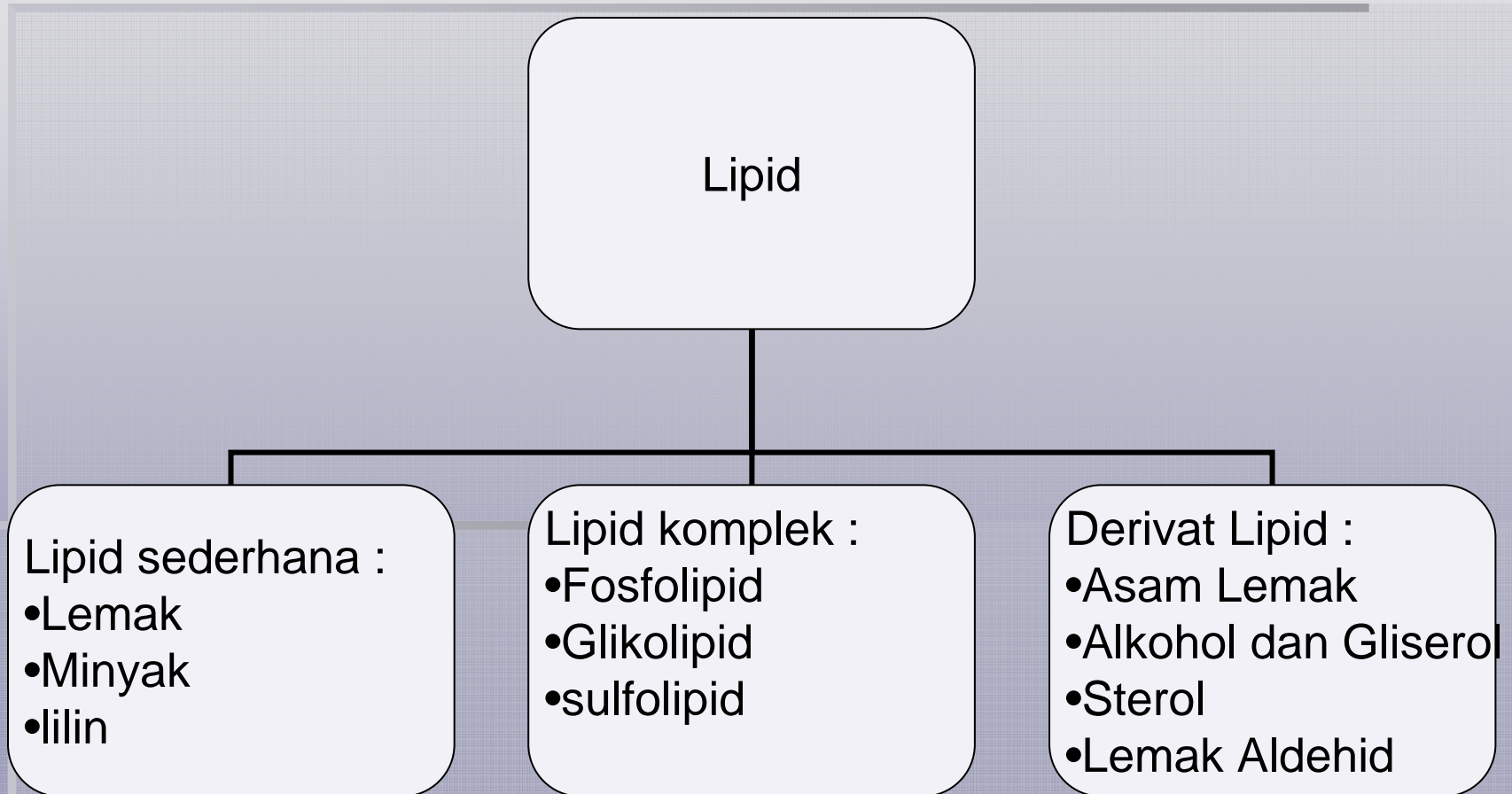


Lipid

Dr. Ir. Astuti, M.P

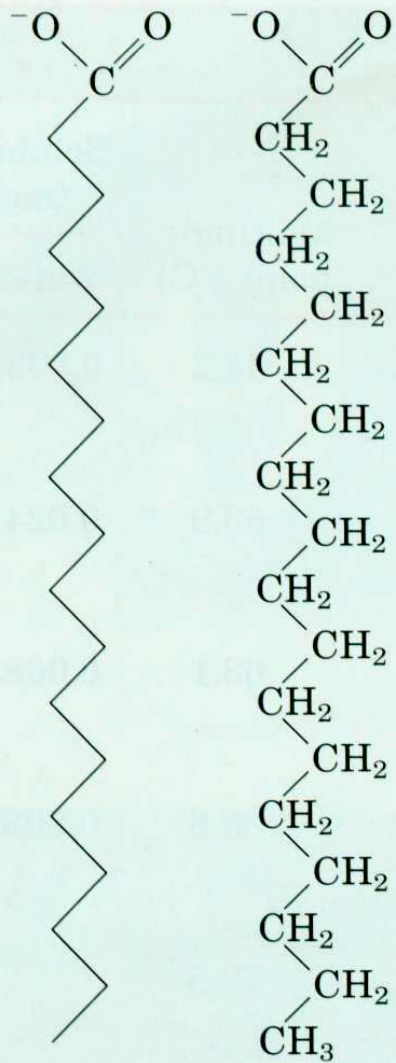
- **Berbeda dengan karbohidrat dan protein, lipid bukan merupakan suatu polimer**
- **Suatu molekul dikategorikan dalam lipid karena :**
 - ✓ **mempunyai kelarutan yg rendah di dlm air**
 - ✓ **larut dalam pelarut organik (eter, khloroform)**
 - ✓ **Terdiri dari C, H, O**

Klasifikasi Lipid

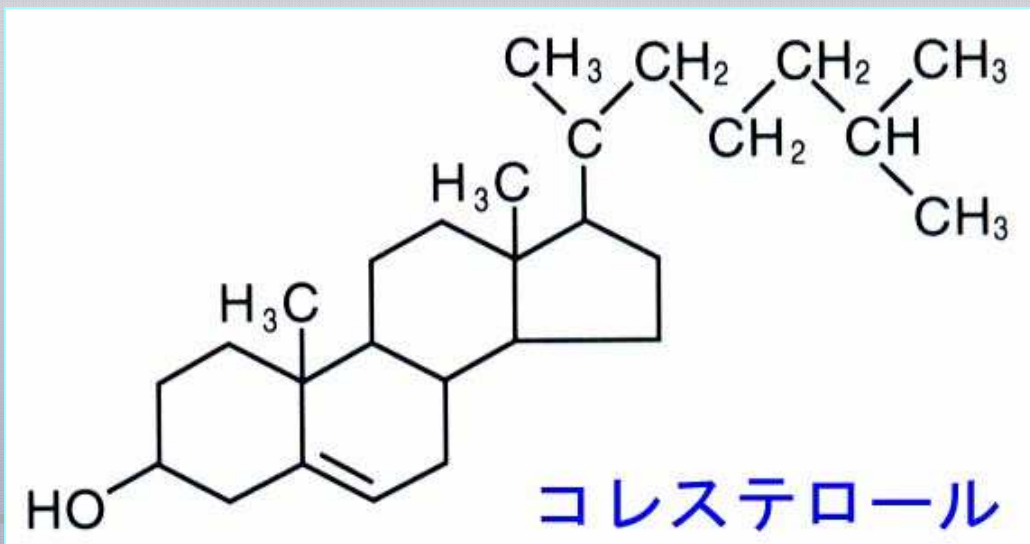


Berdasarkan strukturnya, lipid dapat dibagi menjadi 2 :

- 1. Lipid dengan rantai hidrokarbon terbuka.**
→ asam lemak, TAG, spingolipid, fosfoasilgliserol, glikolipid
- 2. Lipid dengan rantai hidorkarbon siklis → steroid (kolesterol)**

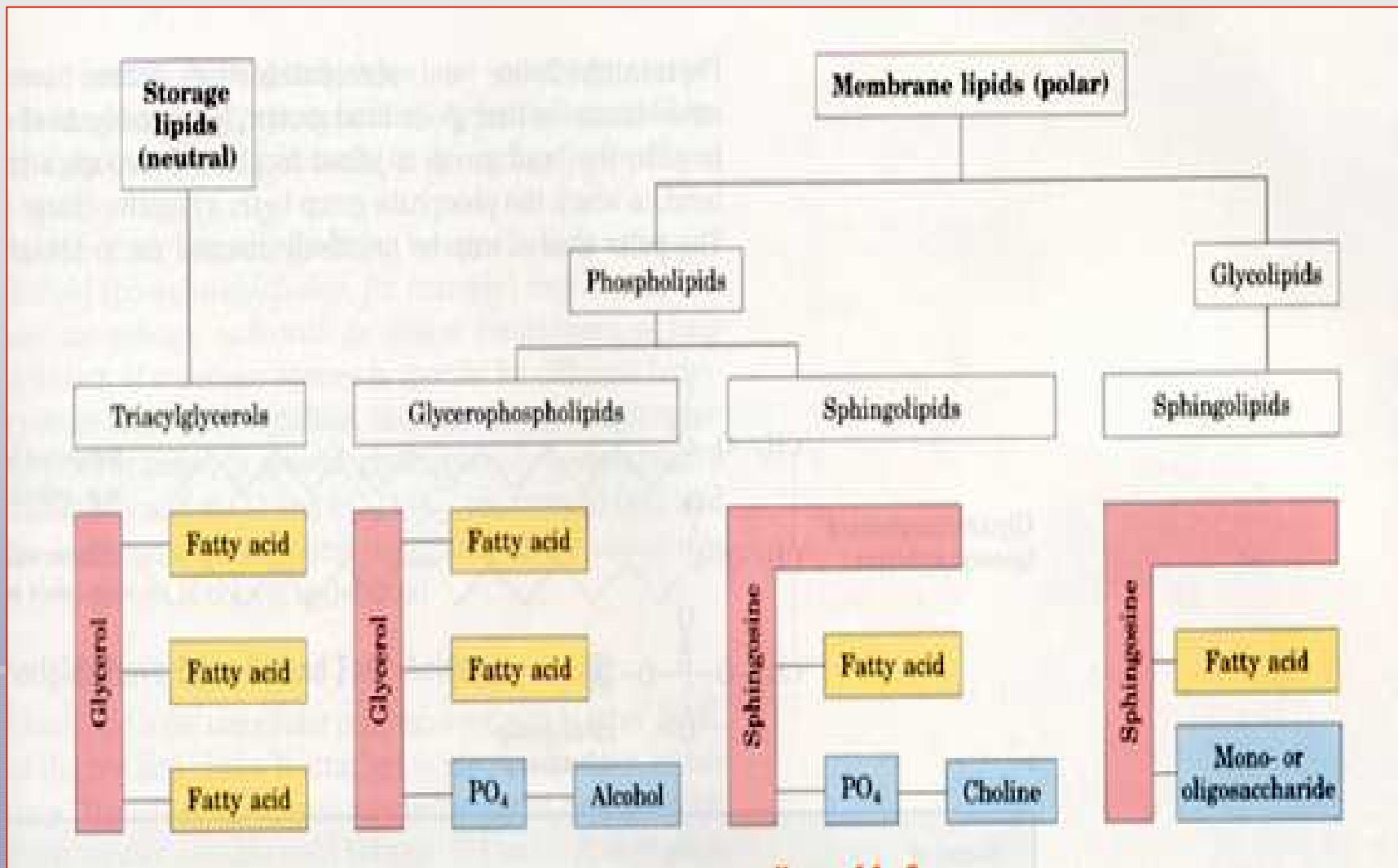


(a)



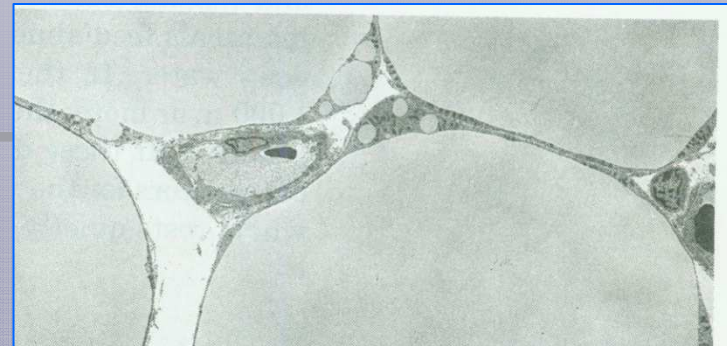
Berdasarkan fungsinya, lipid dapat dibagi menjadi :

- **Lipid simpanan (storage lipid)**
- **Lipid struktural (penyusun membran)**
- **Lipid fungsional (sbg tanda / signal, kofaktor dan pigment)**

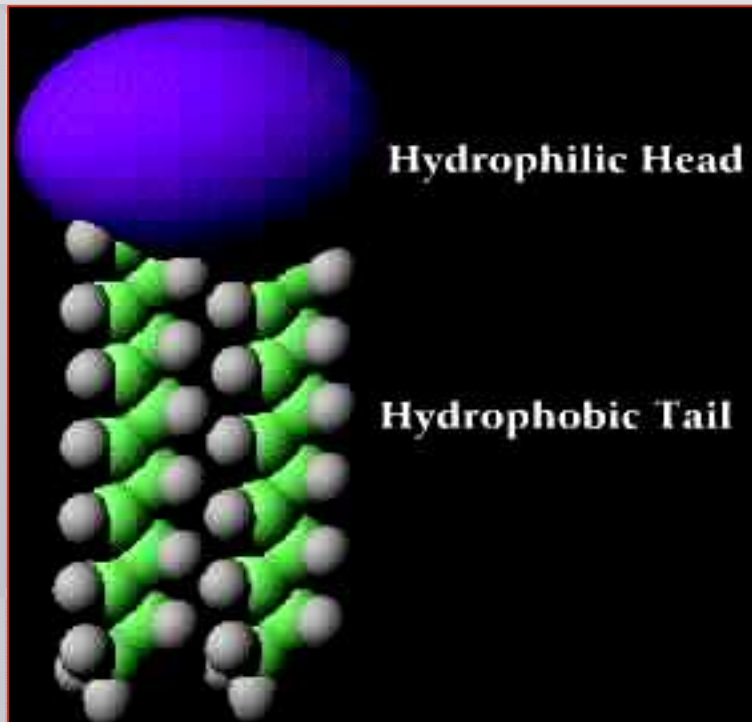


Lipid sebagai simpanan energi :

- Asam lemak
- Triasilgliserol (TAG)/trigliserida
- Wax



Asam Lemak



Struktur umum asam lemak:

Kepala: hidrofobik

Ekor : hidrofilik

Sehingga asam lemak dikatakan mempunyai sifat amfipatik

Asam lemak yang sering ditemui di alam pada umumnya mempunyai jumlah karbon **genap**

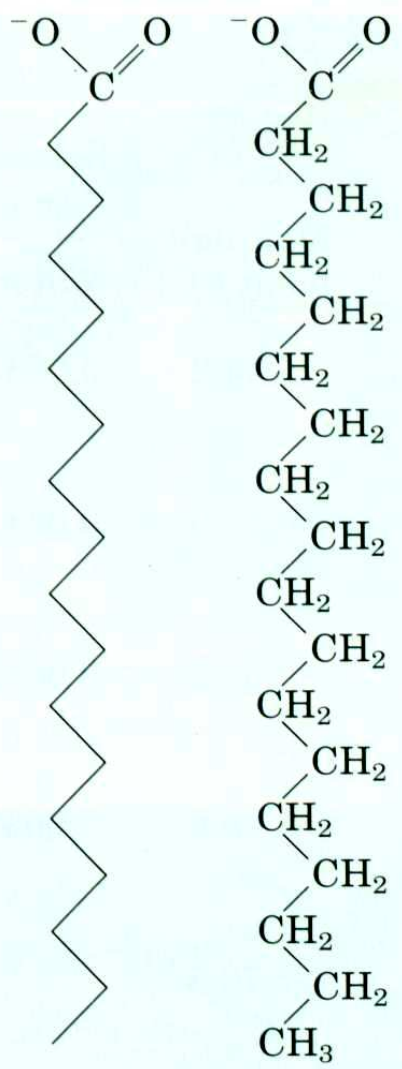
Berdasar ada tidaknya ikatan rangkap, dapat digolongkan menjadi 2:

- **Asam lemak jenuh**

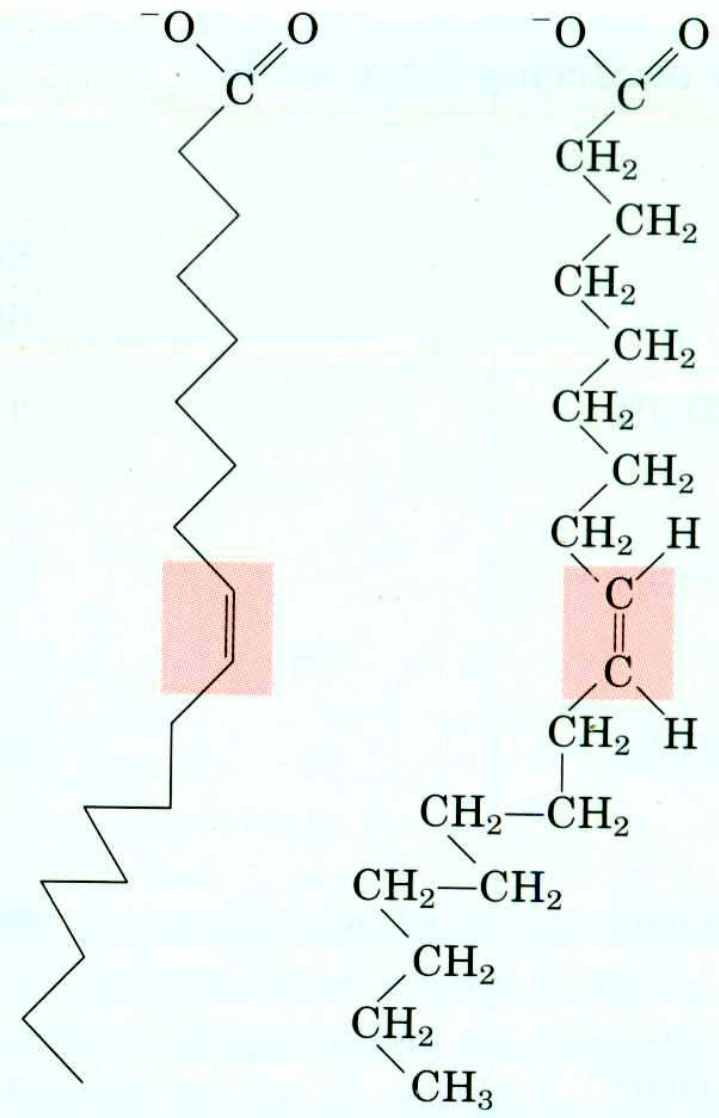
Tidak mempunyai ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya

- **Asam lemak tak jenuh**

Mempunyai ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya



(a)



contoh asam lemak jenuh

Asam	Σ Carbon	Struktur	Asal
Kaprilat	8	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Mentega, minyak kelapa
Kaprat	10	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Minyak kelapa
Laurat	12	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Minyak kelapa
Miristat	14	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Minyak biji sayuran
palmitat	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Lemak, minyak hewan

Contoh lemak tidak jenuh

Asam	Σ Carbon	Struktur	Asal
palmitoleat	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Mentega
Oleat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Minyak & lemak
linoleat	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Minyak
linolenat	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	Minyak
arachidonat	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Minyak ikan

Some Naturally Occurring Fatty Acids

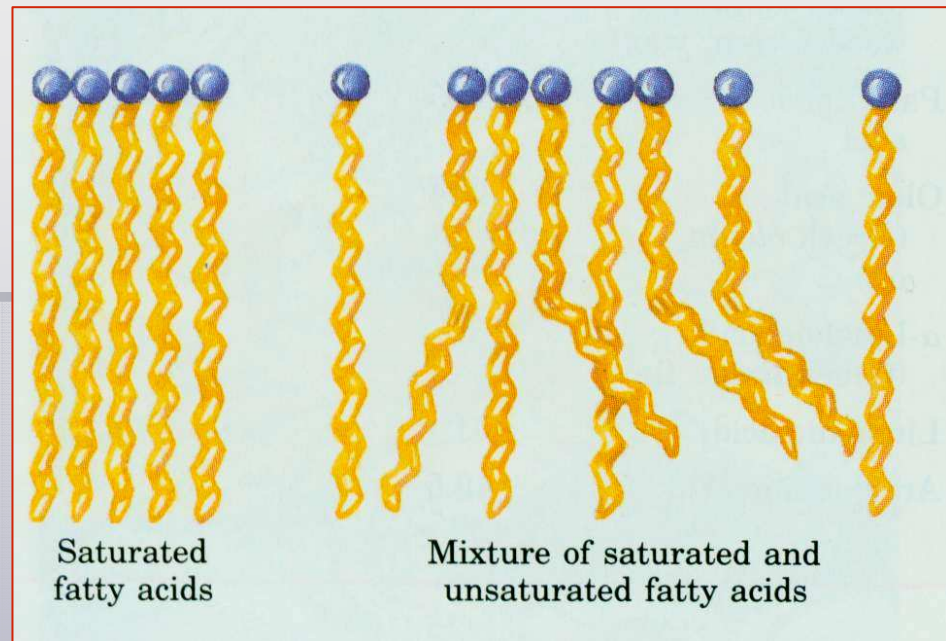
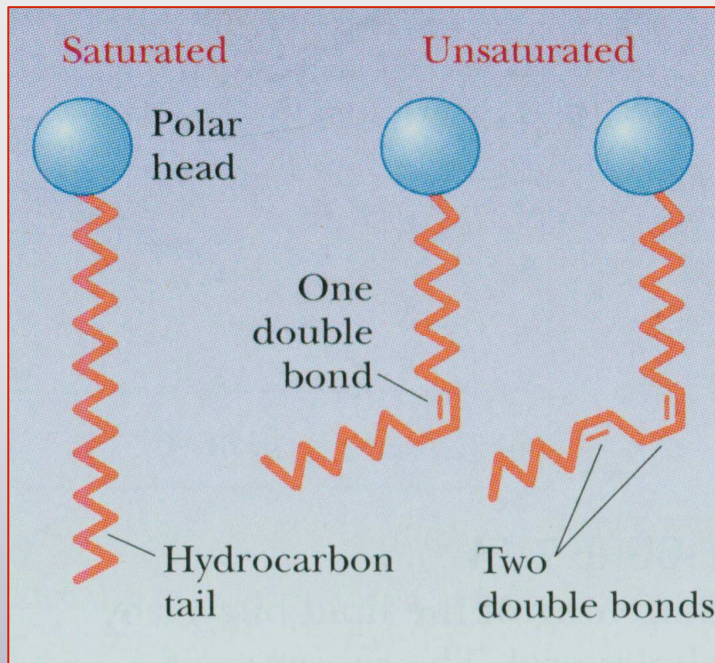
Carbon skeleton	Structure*	Systematic name [†]	Common name (derivation)	Melting point (°C)	Solubility at 30 °C (mg/g solvent)	
					Water	Benzene
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	<i>n</i> -Dodecanoic acid	Lauric acid (Latin <i>laurus</i> , "laurel plant")	44.2	0.063	2,600
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	<i>n</i> -Tetradecanoic acid	Myristic acid (Latin <i>Myristica</i> , nutmeg genus)	53.9	0.024	874
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	<i>n</i> -Hexadecanoic acid	Palmitic acid (Latin <i>palma</i> , "palm tree")	63.1	0.0083	348
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	<i>n</i> -Octadecanoic acid	Stearic acid (Greek <i>stear</i> , "hard fat")	69.6	0.0034	124
20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	<i>n</i> -Eicosanoic acid	Arachidic acid (Latin <i>Arachis</i> , legume genus)	76.5		
24:0	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH	<i>n</i> -Tetracosanoic acid	Lignoceric acid (Latin <i>lignum</i> , "wood" + <i>cera</i> , "wax")	86.0		
16:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -9-Hexadecenoic acid	Palmitoleic acid	-0.5		
18:1(Δ ⁹)	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -9-Octadecenoic acid	Oleic acid (Latin <i>oleum</i> , "oil")	13.4		
18:2(Δ ^{9,12})	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12-Octadecadienoic acid	Linoleic acid (Greek <i>linon</i> , "flax")	-5		
18:3(Δ ^{9,12,15})	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -9,12,15-Octadecatrienoic acid	α-Linolenic acid	-11		
20:4(Δ ^{5,8,11,14})	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₃ COOH	<i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -, <i>cis</i> -5,8,11,14-Icosatetraenoic acid	Arachidonic acid	-49.5		

■ **Sifat kimia asam lemak dan senyawa yang mengandung asam lemak ditentukan terutama oleh :**

- **Panjang rantai hidrokarbon**
- **Derajat ketidak-jenuhan dari rantai hidrokarbon**

- **Semakin panjang rantai asam lemak**
- **Semakin sedikit ikatan rangkap**

**Smkn
rendah
kelarutan
nya di air**

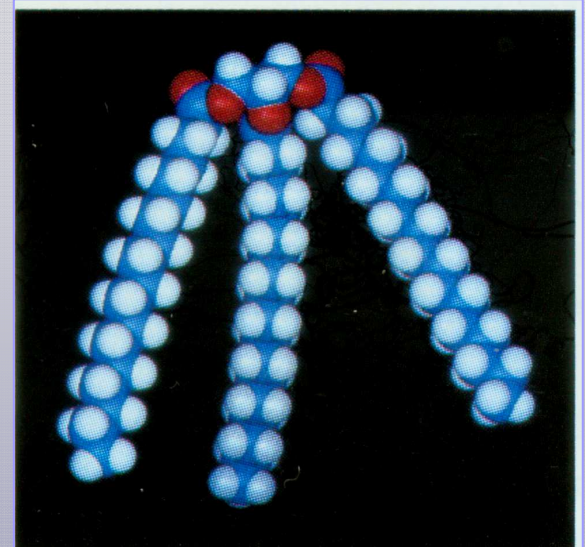


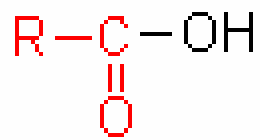
Komposisi asam lemak, akan mempengaruhi wujudnya di alam.

Apakah cair atau padat.

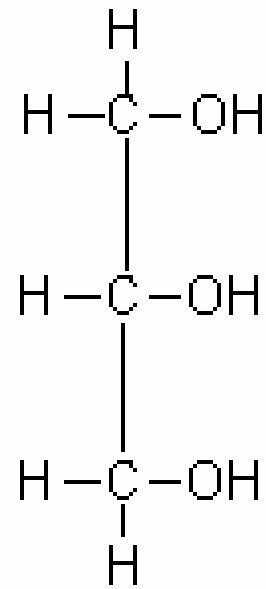
Triasilgliserol (TAG)

- Merupakan senyawa yg terdiri dari gliserol dan tiga asam lemak yang dihubungkan oleh ikatan ester

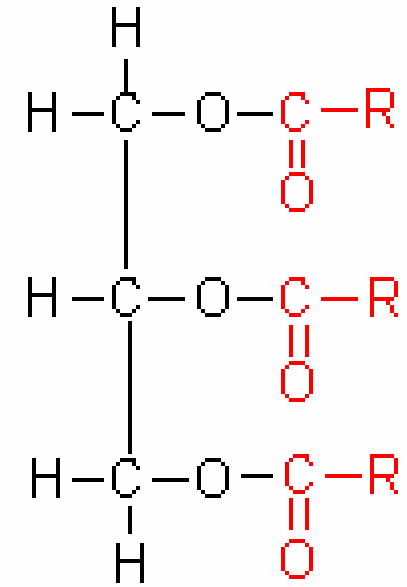




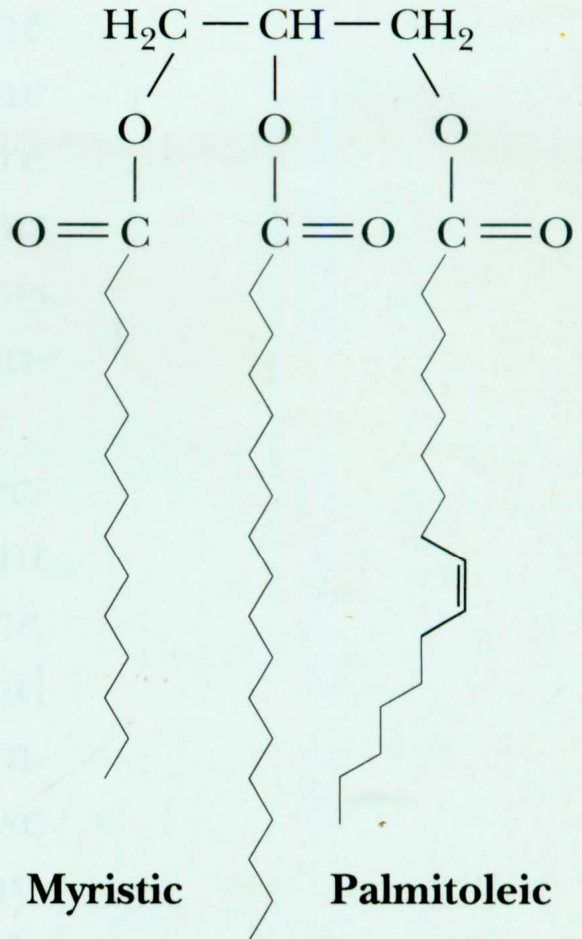
Fatty acid



Glycerol



Triacylglycerol

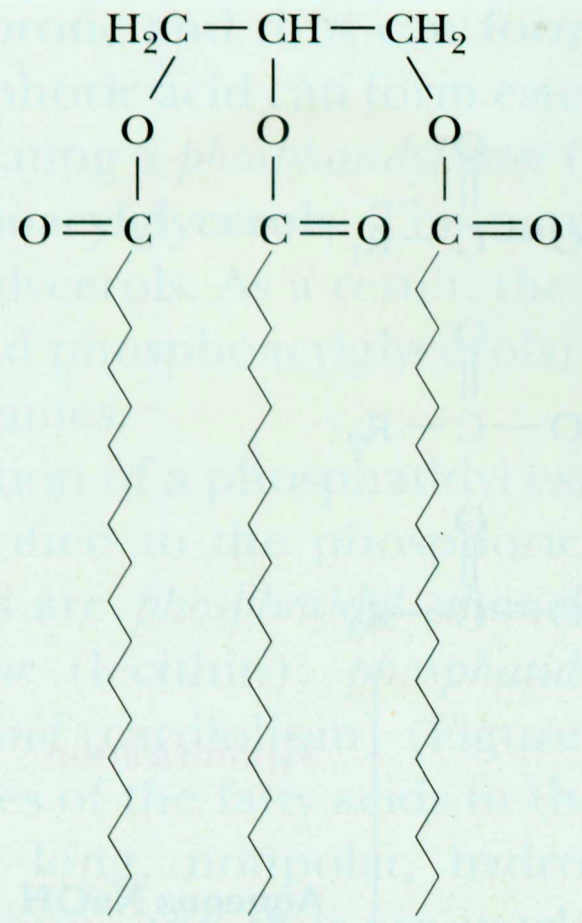


Myristic

Palmitoleic

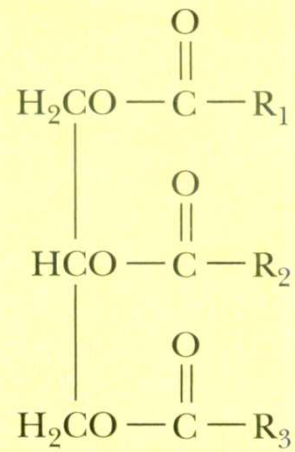
Stearic

A mixed triacylglycerol



Tristearin
(a simple triacylglycerol)

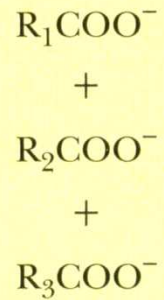
- **TAG** tidak terdapat sbg komponen membran tetapi terakumulasi di dalam jaringan adiposa
- Oksidasi lengkap = menghasilkan 9kcal/g
- Ketika akan digunakan, ikatan ester dihirolisis dengan enzim **lipase**
- Secara in vitro = hidrolisis dpt dgn asam atau basa
- Dengan basa (NaOH atau KOH) → menghasilkan gliserol dan garam Na / K
→ **Saponifikasi**



Enzymatic hydrolysis

H₂O, Lipases

Glycerol

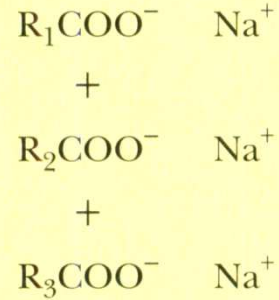


Ionized fatty acid

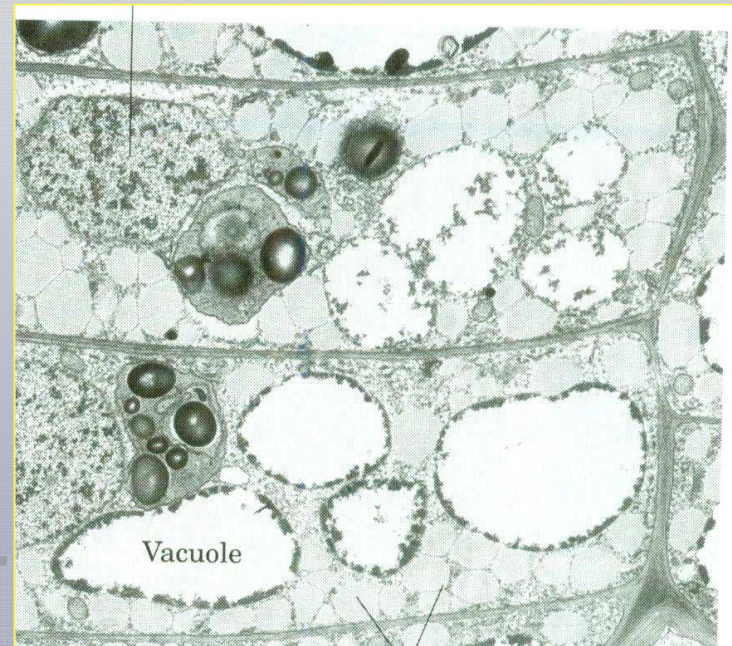
Saponification

Aqueous NaOH

Glycerol



Sodium salt of fatty acid



Wax

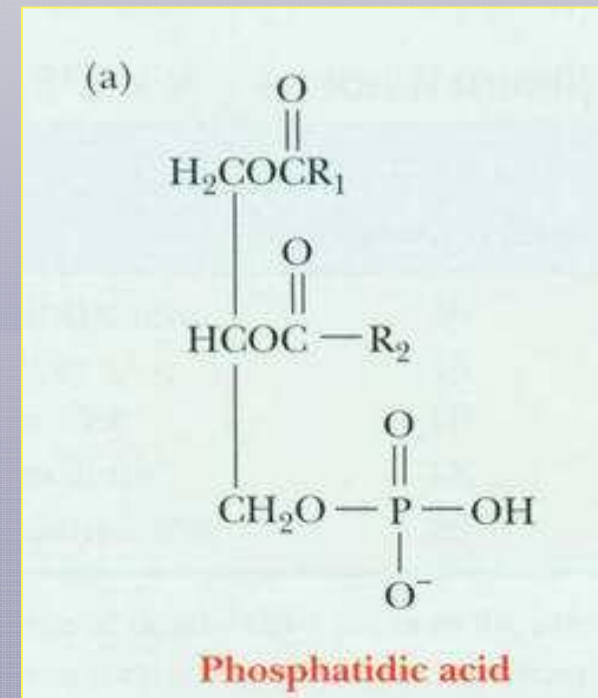


**Merupakan ester asam lemak
rantai panjang (C_{14} - C_{36}) baik jenuh
atau tak jenuh dengan alkohol
rantai panjang (C_{16} - C_{30})**

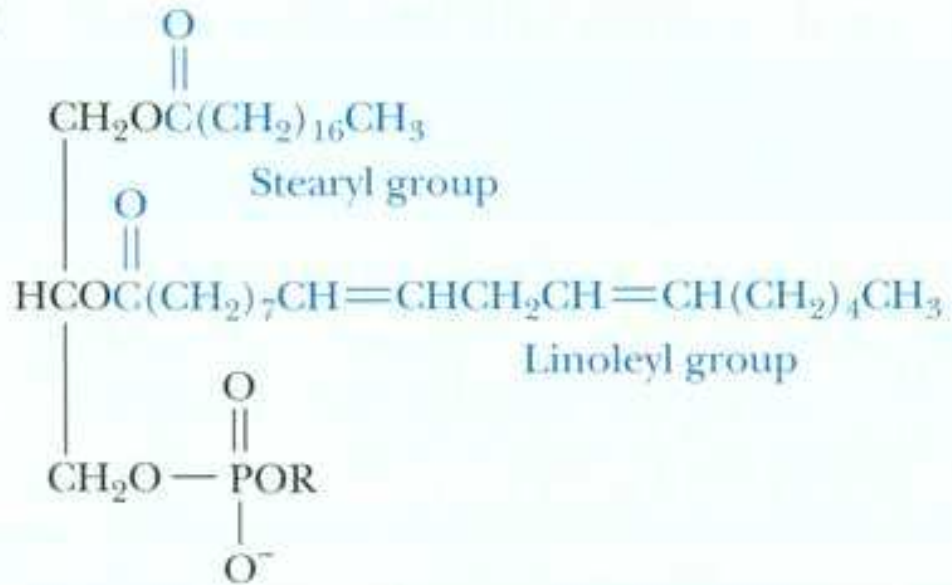
Mempunyai titik lebur 60-100°C

Gliserofosfolipid / fosfoglisarat

- Ketika salah satu dari gugus alkohol dr gliserol diesterifikasi oleh asam fosfat → **asam fosfatidat**
- asam fosfat mampu membentuk lebih dr 1 ikatan ester shg mampu mengikat molekul alkohol lain → **fosfoglisarat**

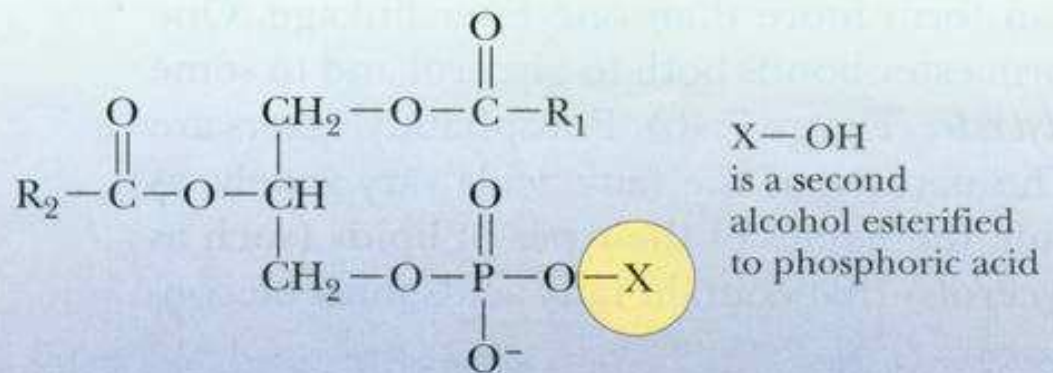


(b)



Phosphatidyl ester

fosfatidil ester merupakan anggota dari kelas fosfoasilgliserol



- **Penamaan dari berbagai jenis fosfatidil ester ditentukan oleh molekul ke 2 yang diikat oleh gugus fosfatnya.**

Contoh:

Etanolamin → fosfatidiletanolamin

Kolin → fosfatidilkolin

Serin → fosfatidilserin dll

Lipid kompleks

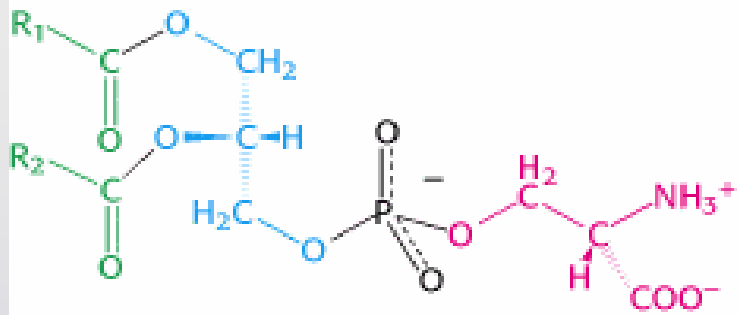
Ester asam lemak dengan alkohol yang mempunyai gugus tambahan.

Yang termasuk lipid kompleks adalah :

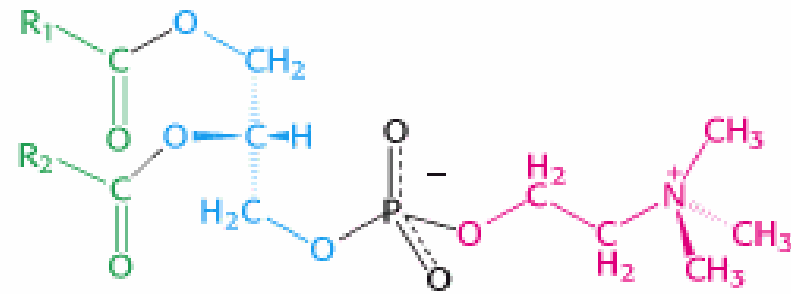
- Fosfolipid/fosfatidat
- Glikolipid
- spingolipid

■ Fosfolipid

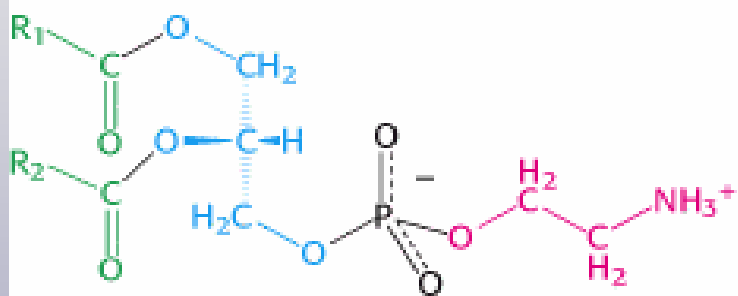
- Merupakan ester asam lemak dengan gliserol yang mengandung asam fosfat dan senyawa nitrogen
- Merupakan komponen terbesar lipid polar (sebagai struktur membran sel)
- Contoh :
 - Fosfatidil cholin
 - Fosfatidil etalamina
 - Plasmogen
 - spingomielin



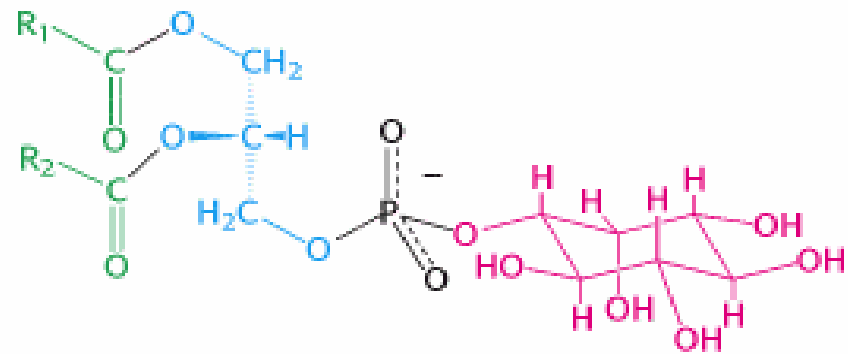
Phosphatidyl serine



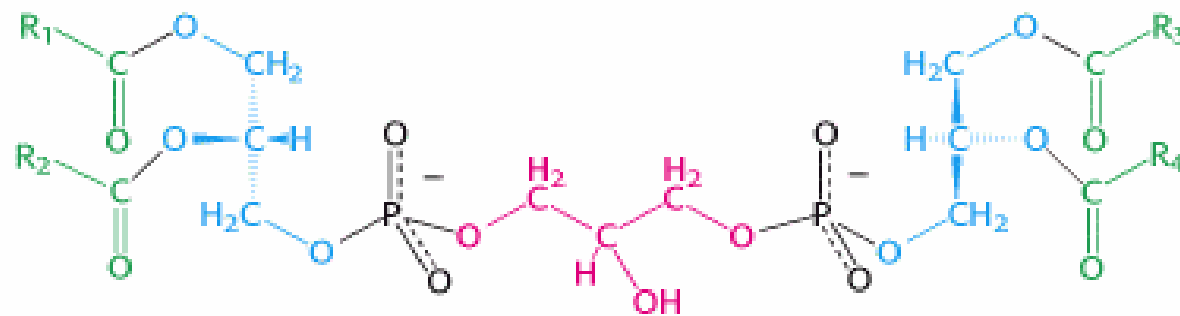
Phosphatidyl choline



Phosphatidyl ethanolamine



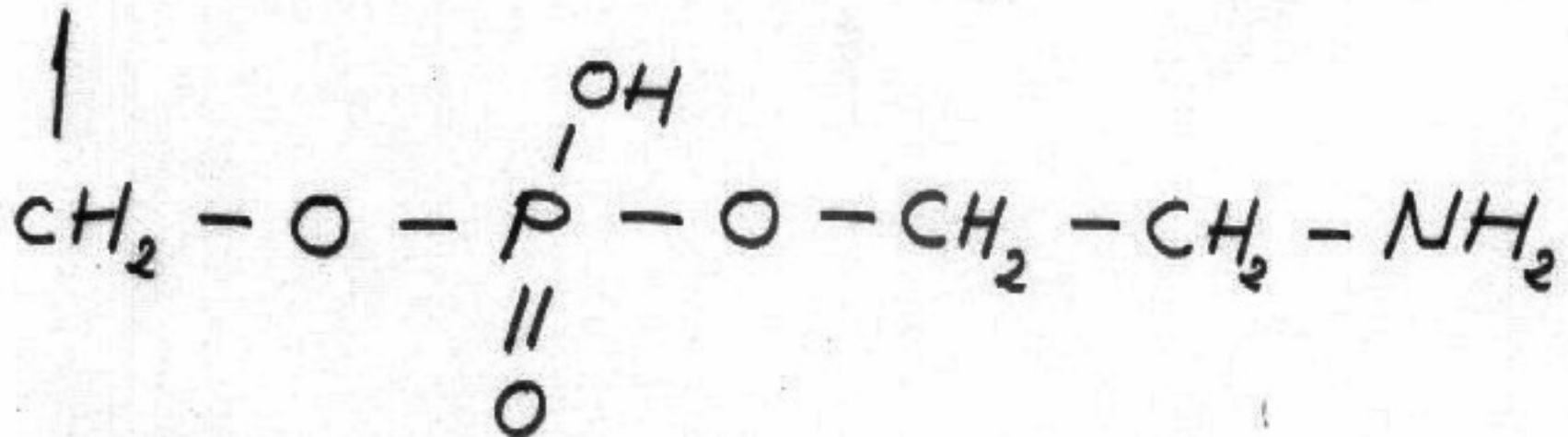
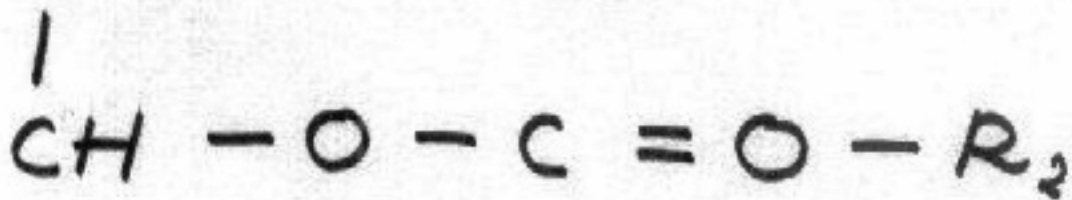
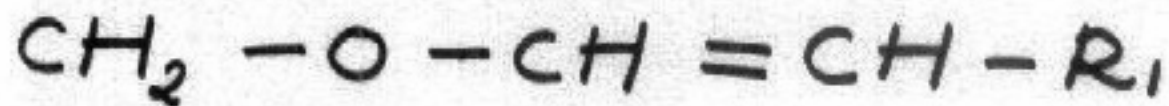
Phosphatidyl inositol



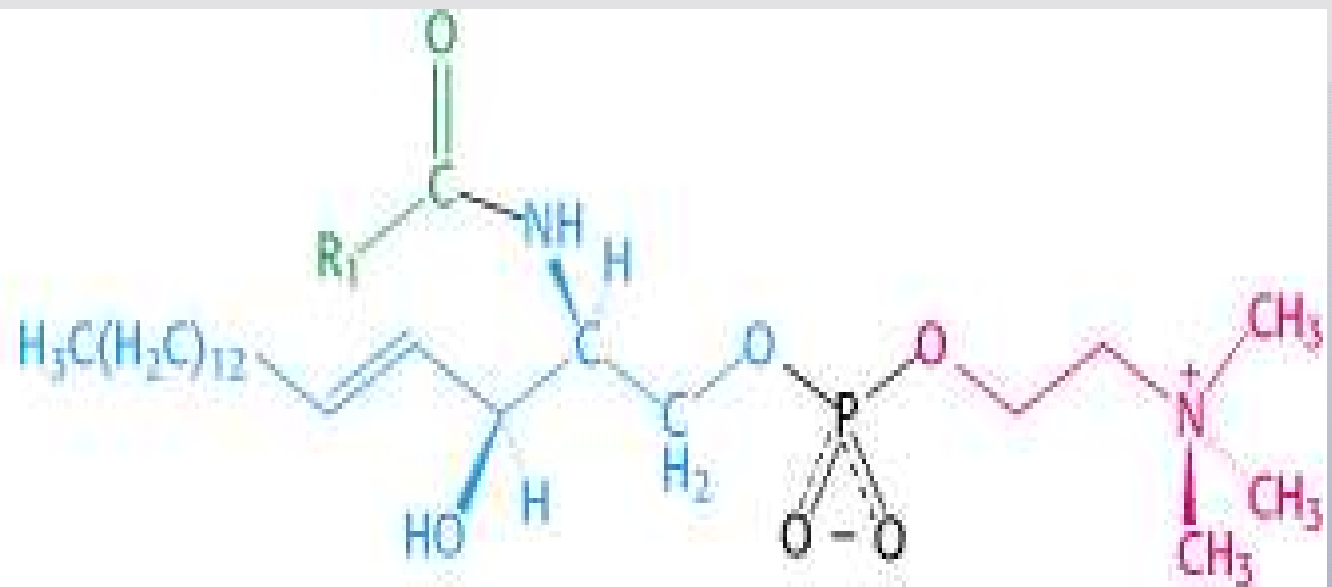
Diphosphatidyl glycerol (cardiolipin)

Struktur plasmogen

Plasmogen



Struktur spingomielin

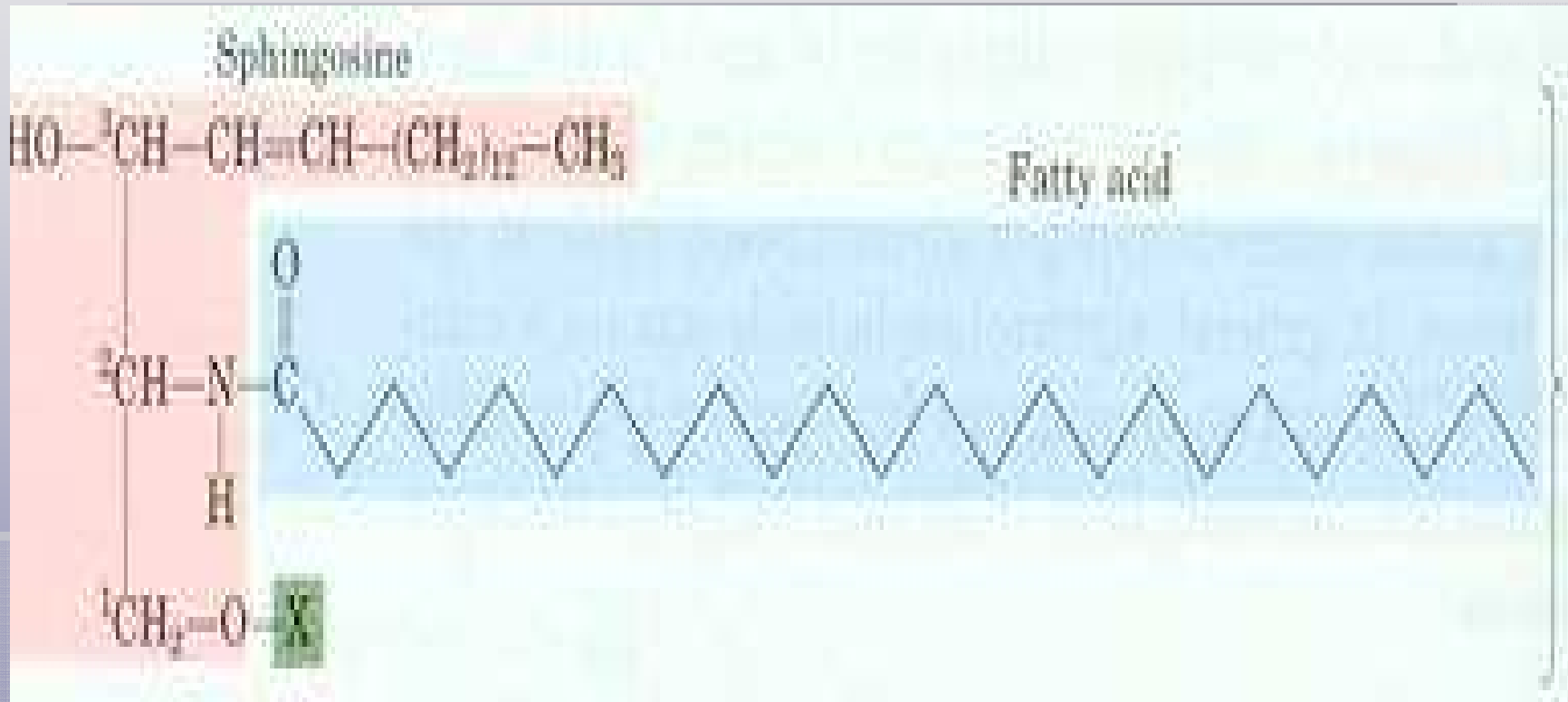


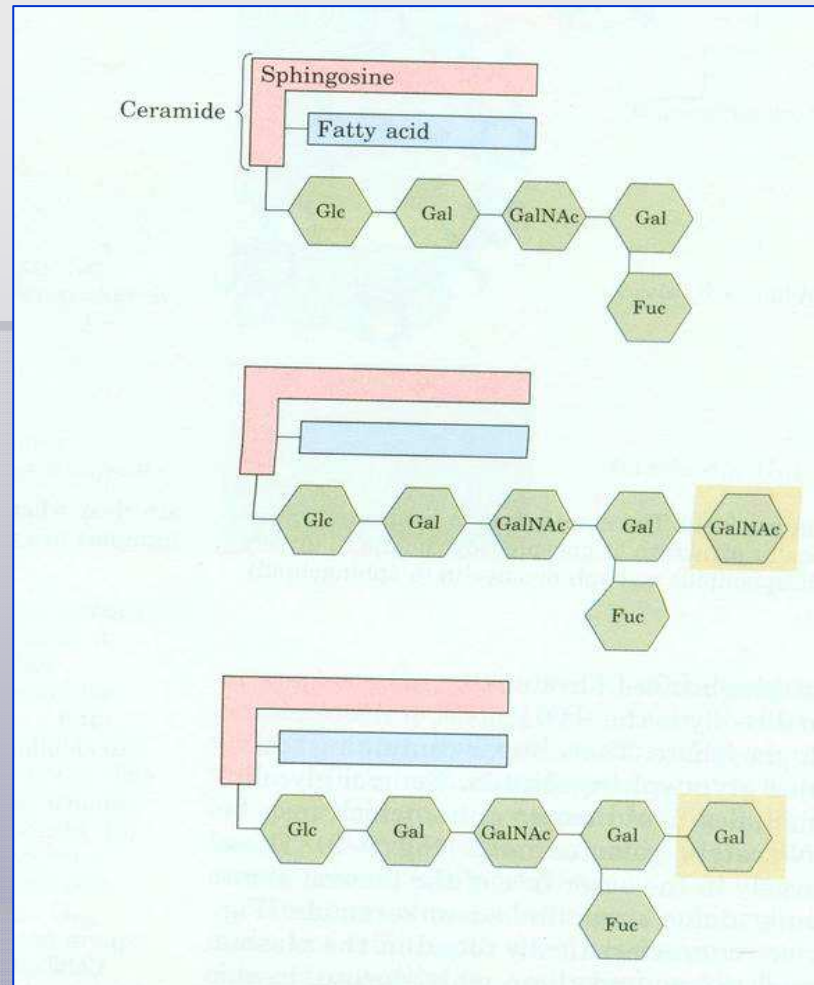
Sphingomyelin

Spingolipid

- Merupakan derivat spingosin
- Tidak mengandung gliserol
- Mengandung spingosine (amino alkohol berantai panjang)
- Ditemukan baik pd tumbuhan dan hewan
- Banyak ditemukan pd sistem saraf
- Yg paling sederhana = ceramids □ 1 asam lemak terhubung dengan gugus amino dari spingosine dengan ikatan amida

Struktur spingolipid





O antigen

A antigen

B antigen

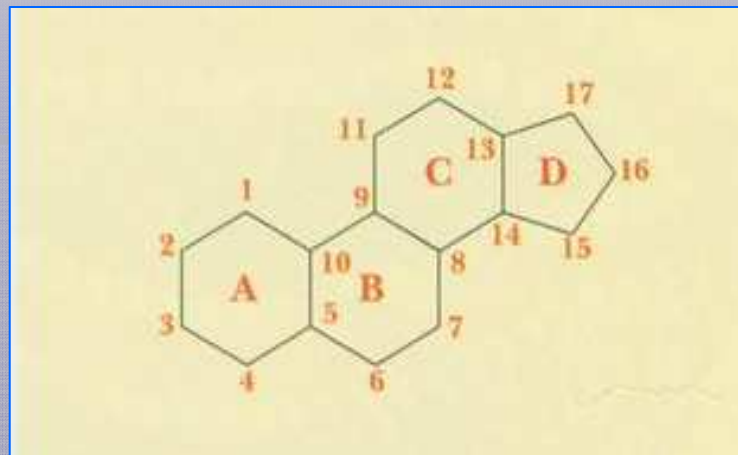
glikosfingolipid → penentu golongan darah manusia A, B dan O

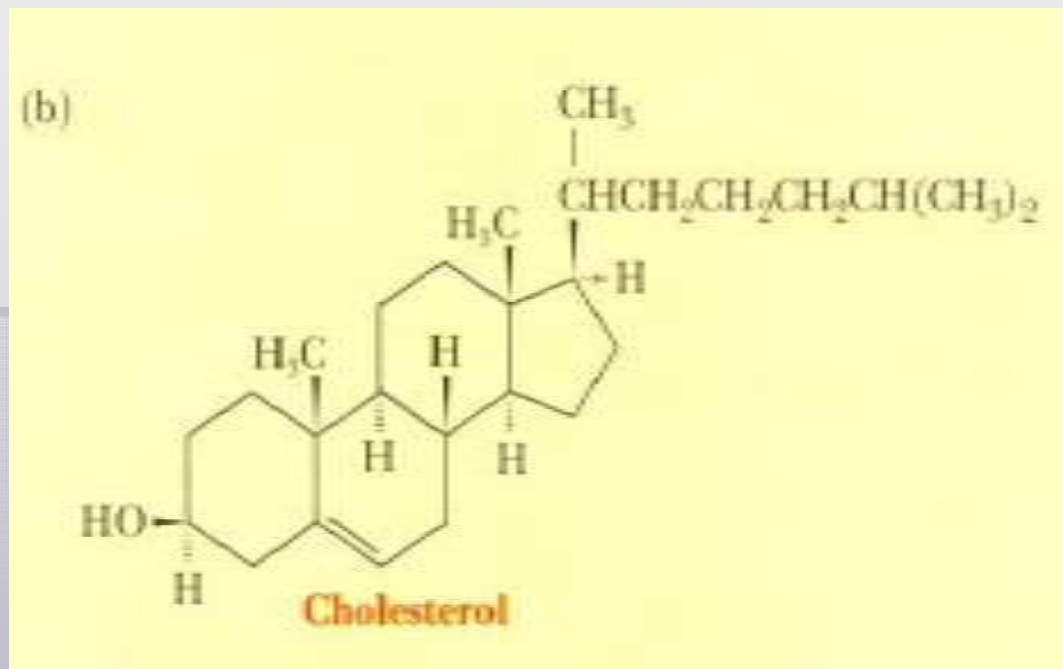
Sterol

- Steroid yang mengandung gugus hidroksil dan tidak mengandung gugus karbonil.
- Suatu alkohol yang berintikan perhidroksiklopentano fenantren
- Contoh : Kolesterol

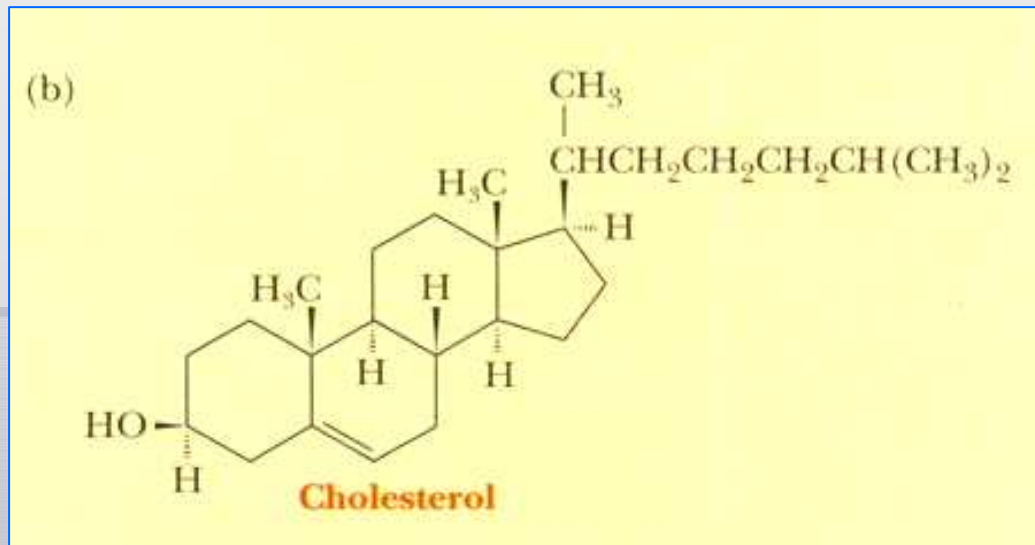
Steroid

- Terdiri dari 4 cincin hidrokarbon yang menyatu :
 - 3 cincin mempunyai 6 karbon
 - 1 cincin mempunyai 5 karbon



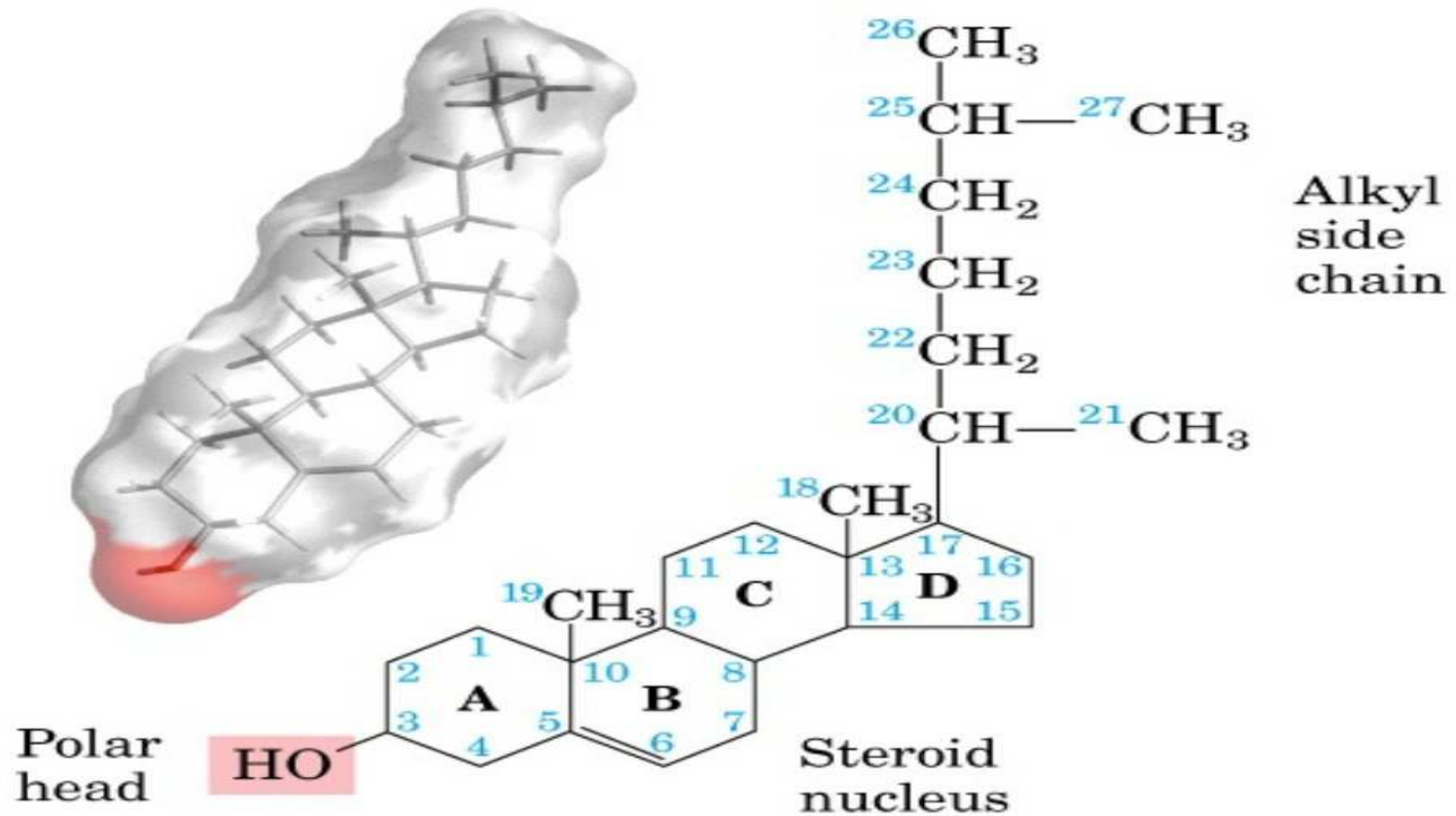


- Steroid / sterol utama pada hewan Gugus yg bersifat hidrofilik > C3 (gugus hidroksil) > shg sangat hidrofobik

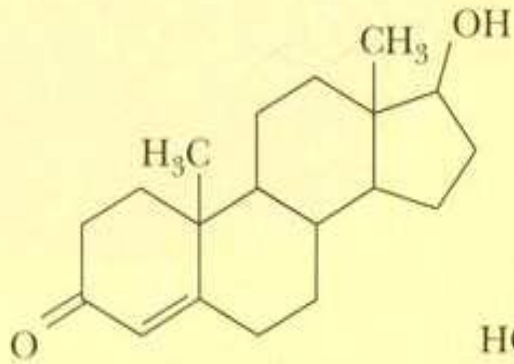


- Steroid / sterol utama pada hewan
- Gugus yg bersifat hidrofilik → C3 (gugus hidroksil) → shg sangat hidrofobik
- Sebagai penyusun membran
- Prekursor steroid yang lain dan vit D₃
- Dikenal mempunyai efek buruk utk kesehatan manusia

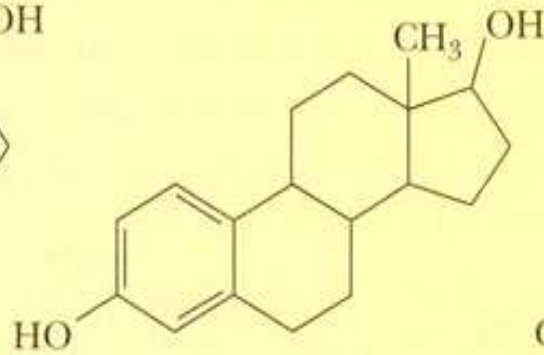
Cholesterol



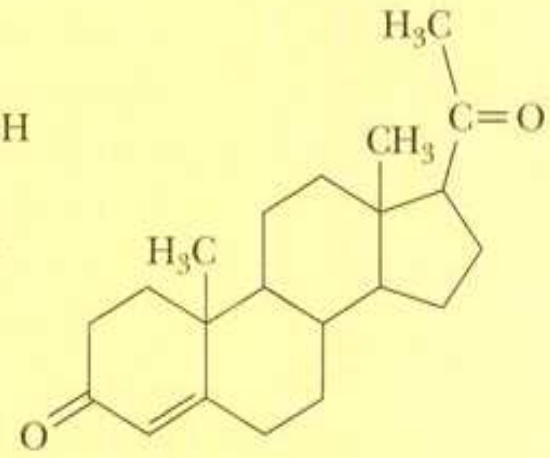
(c)



Testosterone



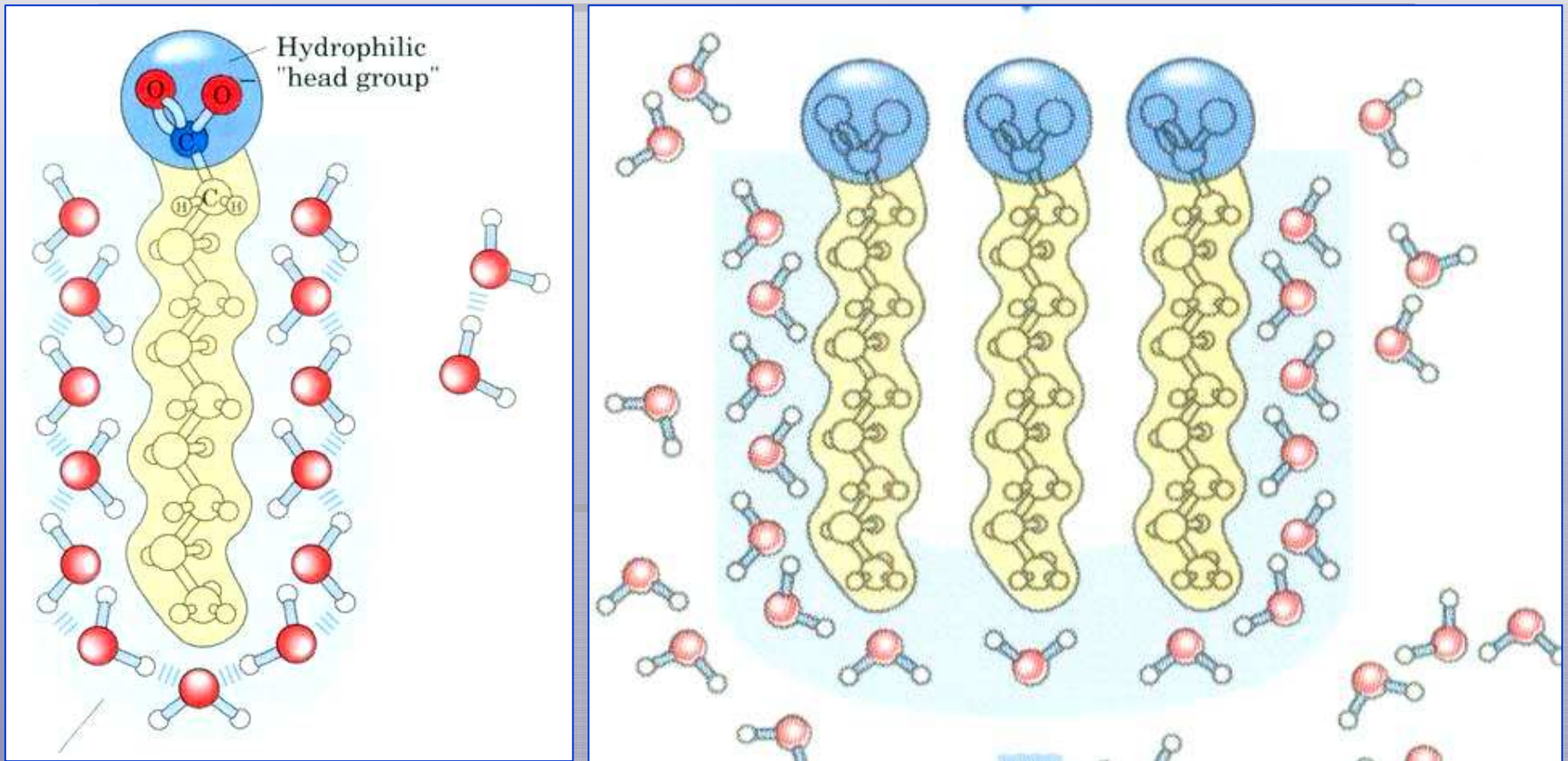
Estradiol

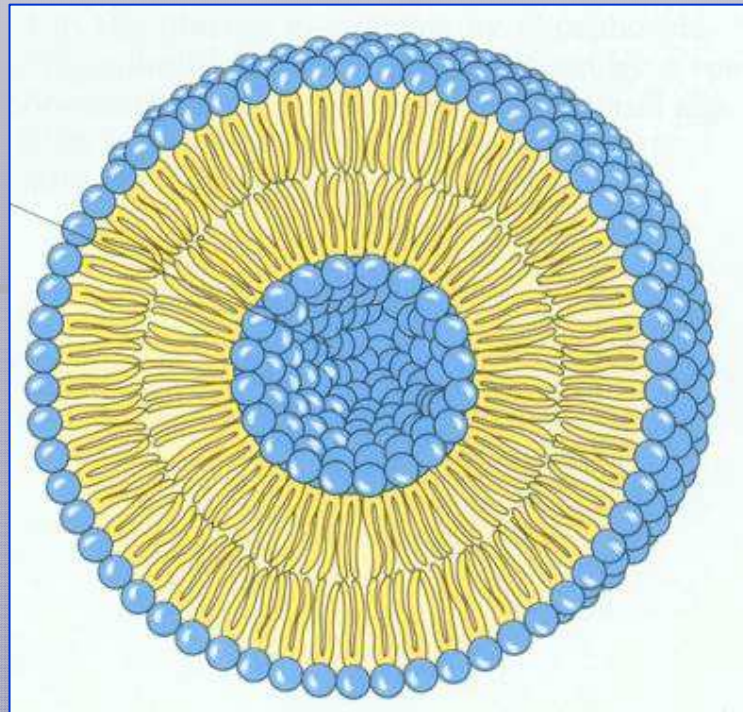
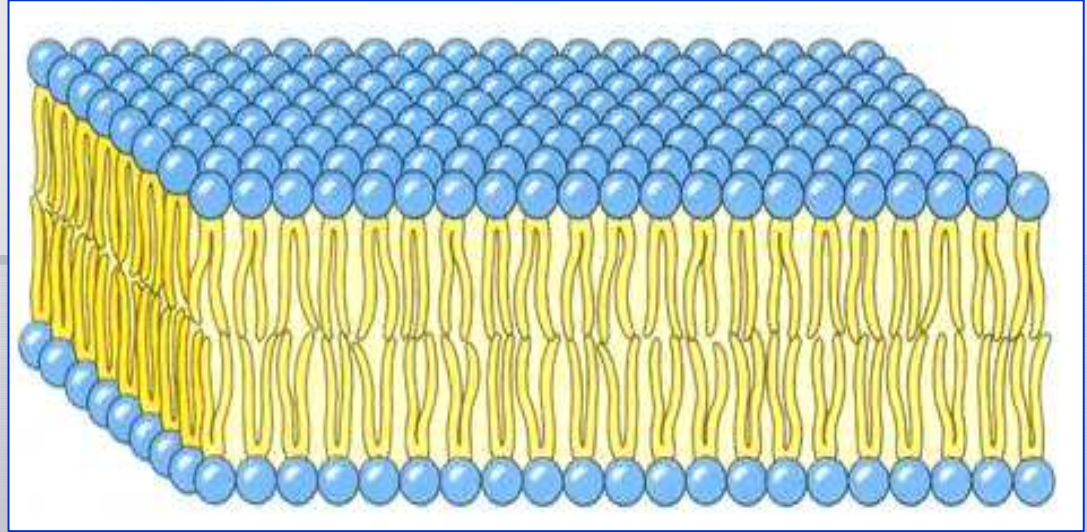
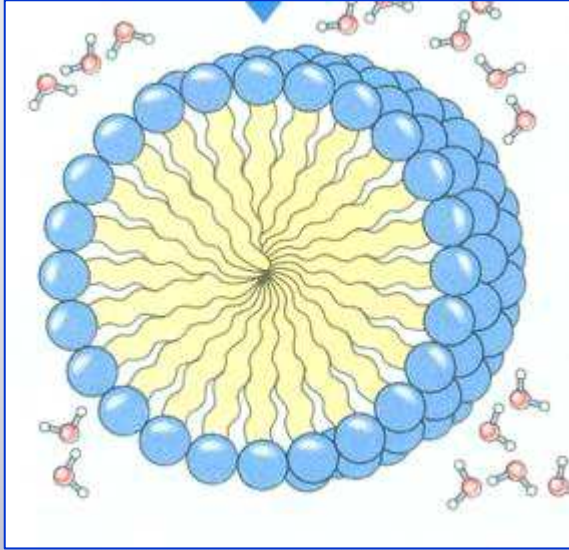


Progesterone

- **Sebagai prekursor berbagai senyawa penting seperti : asam empedu, sex hormone, dll.**

Sifat amfipatik lipid





REAKSI LIPID

- Hidrolisa
- Hidrogenasi
- Ransid (tengik)

Hidrolisa

- Hidrolisa lipid bisa dengan asam, basa, dan enzim (lipase)

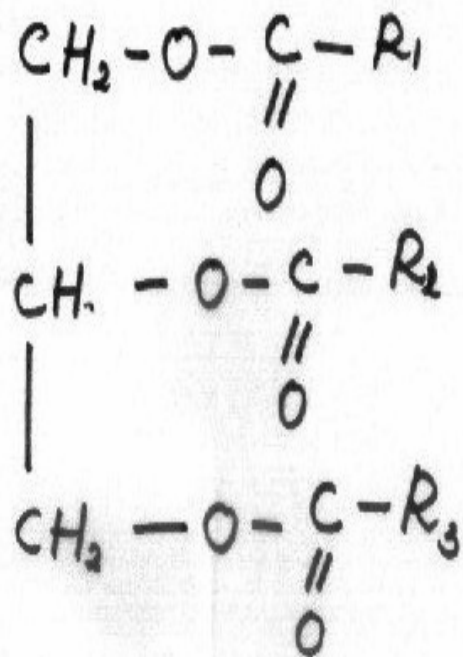
Dengan basa (NaOH atau KOH) =>
menghasilkan gliserol dan garam Na / K

=> *Saponifikasi*

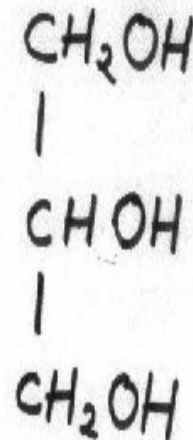
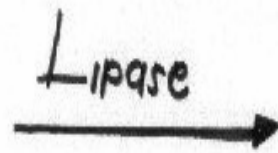
misalnya : hidrolisa trigliserida biasa dilakukan oleh enzim lipase pankreas dengan menghasilkan *asam lemak* dan *gliserol*

Hidrolisa trigliserida

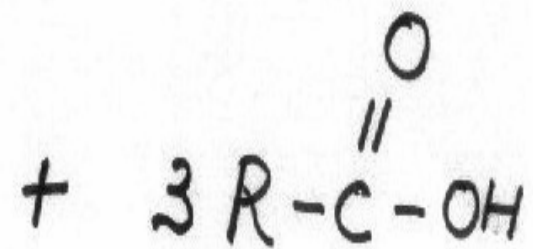
Hidrolisis Trigliserida



Trigliserida



gliserol



Asam lemak

- Hidrolisa lipid sederhana biasanya dilakukan dengan **alkali panas**
- Hidrolisa diperlukan untuk analisa, isolasi, dan karakteristik produk-produk hidrolisa.

Hidrogenasi

- lemak-lemak yang tidak jenuh (lemak yang mempunyai ikatan rangkap) dapat dijenuhkan menjadi lebih keras.
- Proses penjenuhan lemak tadi menggunakan katalisator seperti : platina dan nikel

Contoh proses hidrogenasi diatas adalah proses pembuatan mentega

Margarine



Minyak kelapa sawit

Proses hidrogenasi dg Pt/Ni



Berubah menjadi mentega(margarine)

Ransid (tengik)

- Merupakan perubahan secara kimia dari lemak atau minyak
- Penyebab dari ransid (tengik) :
 - Akibat adanya hidrolitic oleh enzim
 - Akibat adanya oksidasi
- Menimbulkan bau dan rasa yang tidak enak