

# BIOKIMIA LIPIDA

Arief R. Affandi

Program Studi Teknologi Pangan  
Fakultas Teknik Universitas PGRI Semarang



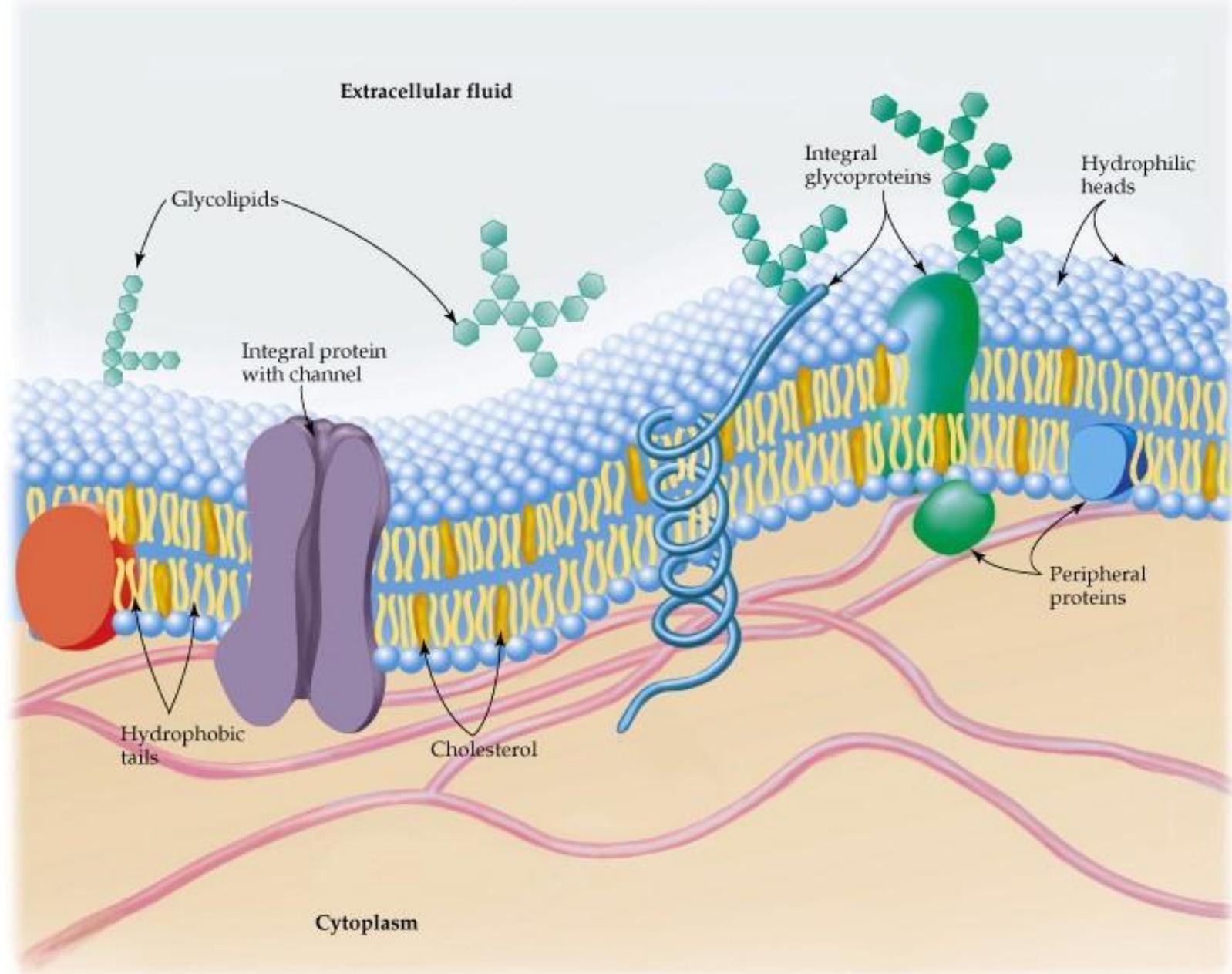
# APA SIH LIPIDA ITU?

- Molekul ini tidak larut dalam air namun dapat larut dalam pelarut organik seperti eter, benzena, heksana, kloroform dan lain sebagainya
- Lipid banyak berperan sebagai sumber energi selain karbohidrat, serta termasuk komponen dalam membran seluler. Selain itu, juga termasuk komponen yang terkandung dalam suatu hormon.
- They are esters of long chain fatty acids and alcohols.
- LIPID describes a chemically varied group of fatty substances and are highly concentrated energy stores.

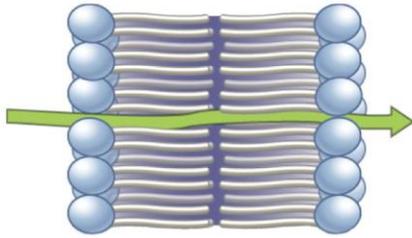
# FUNGSI LIPIDA

- Merupakan bagian dari membran sel dan berperan dalam sistem permeabilitas membran
- Melindungi organ internal sel → membentuk suatu lapisan yang mengisolasi tubuh sel dan memberikan bentuk pada sel tersebut
- Dapat digunakan sebagai bahan pelarut vitamin (Vitamin A, D, E, K)
- Asam lemak yang esensial dapat berperan sebagai media transport kolesterol di dalam tubuh dan bahan penyusun lipoprotein
- Fosfolipid yang terdapat pada mitokondria berperan dalam mekanisme transport elektron
- Fosfolipid juga berperan dalam penurunan jumlah kolesterol tubuh melalui mekanisme transportasi cadangan kolesterol.
- Cholesterol is a constituent of membrane structure and it synthesizes bile acids, hormones and vitamin D. It is the principal sterol of higher animals, abundant in nerve tissues and gallstones.

# All Cell membrane needs unsaturated lipid. Including cholesterol

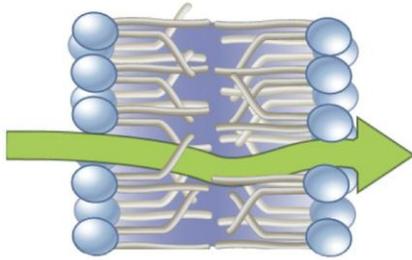


Lipid bilayer with **no** unsaturated fatty acids



**Lower permeability**

Lipid bilayer with **many** unsaturated fatty acids



**Higher permeability**

Figure 6-11 Biological Science, 2/e

© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Tingkat fluiditas membran dipengaruhi oleh keberadaan rantai asam lemak tak jenuh dan kolesterol dalam membran
- Tingkat fluiditas membran ini sangat diperlukan untuk beberapa fungsi diantaranya berkaitan dengan permeabilitas membran

**Question:** Does adding cholesterol to a membrane affect its permeability?

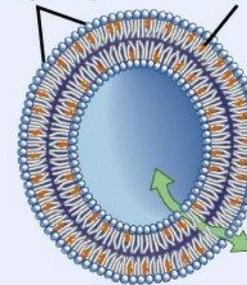
**Hypothesis:** Cholesterol reduces permeability because it fills spaces in phospholipid bilayers.

**Null hypothesis:** Cholesterol has no effect on permeability.

**Experimental setup:**

#### Liposome

Phospholipids      Cholesterol

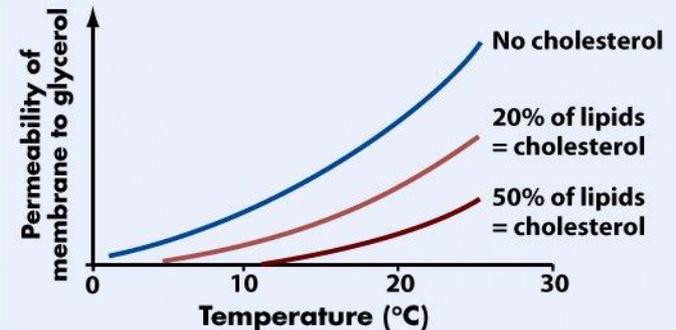


1. Create liposomes with no cholesterol, 20% cholesterol, and 50% cholesterol.
2. Record how quickly glycerol moves across each type of membrane at different temperatures.

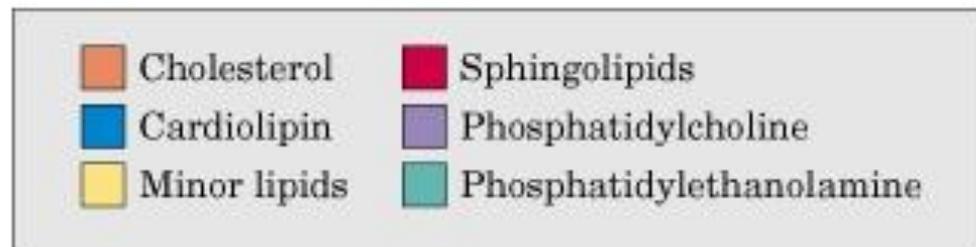
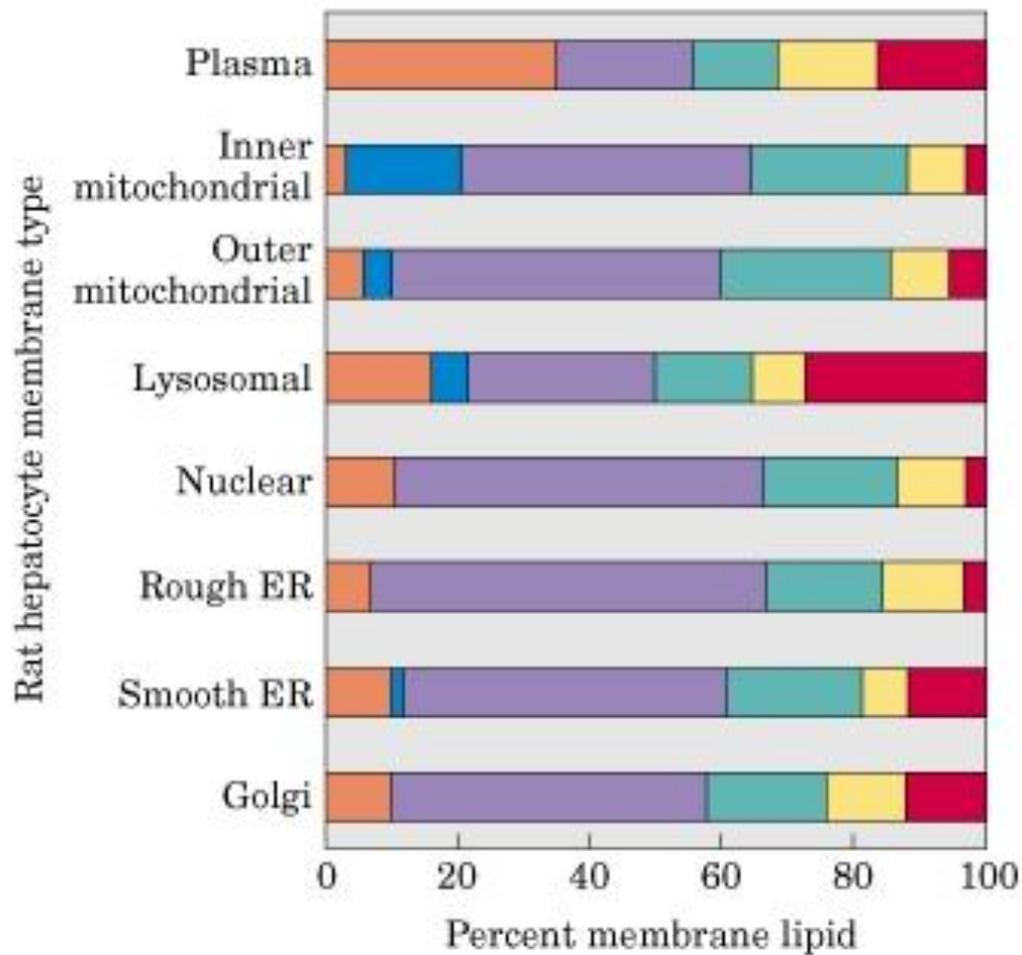
**Prediction:** Liposomes with higher cholesterol levels will have reduced permeability.

**Prediction of null hypothesis:** All liposomes will have the same permeability.

**Results:**



**Conclusion:** Adding cholesterol to membranes decreases their permeability to glycerol. The permeability of all membranes analyzed in this experiment increases with increasing temperature.



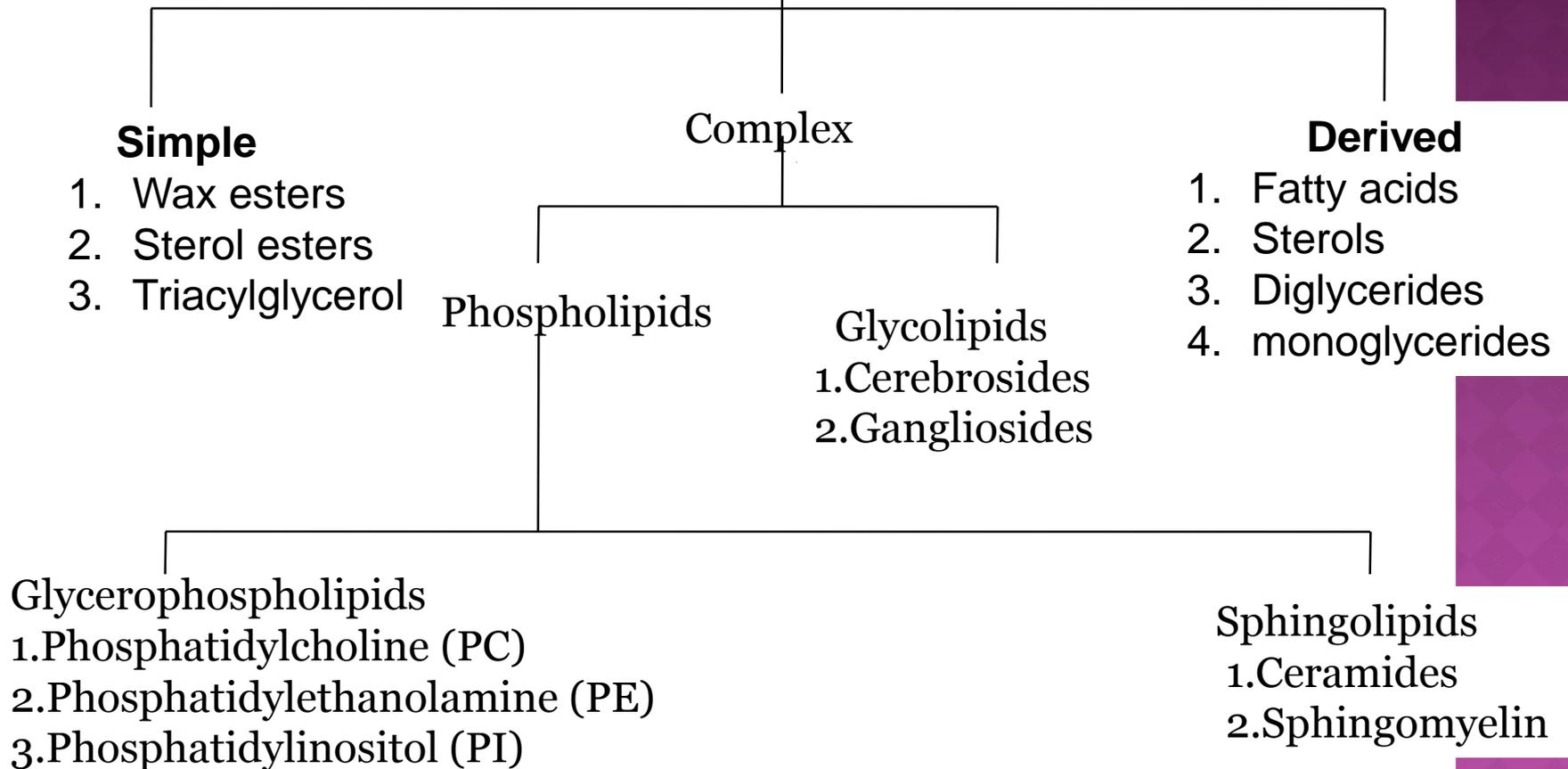
# KLASIFIKASI LIPIDA

LIPIDA terdiri dari beberapa jenis seperti lipid sederhana (tunggal), lipid kompleks, turunan lipid, jenis lipid lainnya yang dipengaruhi oleh struktur molekul lipid tersebut

1. **LIPIDA TUNGGAL:** Jenis lipid ini hanya terdiri dari gugus ester yang terikat pada suatu asam lemak dan alkohol. Beberapa contoh dari lemak sederhana ini yaitu wax, sterol ester, dan triasilgliserol
2. **LIPIDA KOMPLEKS (GABUNGAN) :** Jenis lipid ini merupakan variasi dari lipid sederhana dengan penambahan gugus tertentu seperti fosfat, nitrogen, atau unsur lainnya. Beberapa contoh lipida yang termasuk dalam kategori ini antara lain Phospholipids, Glycero phosphlipids, Sphingophospholipids
3. **TURUNAN LIPIDA:** Jenis lipid ini didapatkan melalui proses hidrolisis lipida sederhana dan kompleks. Lipid ini memiliki struktur dasar gliserol dan alkohol lainnya. Beberapa lipida yang tergolong dalam jenis ini antara lain hormon steroid, hidrokarbon, asam lemak, lemak alkohol, mono dan digliserida
4. **LIPIDA LAINNYA :** Lipida ini mengandung unsur gabungan senyawa yang memiliki karakteristik seperti lemak, contohnya squalene, terpenes, hydrocarbons, carotenoids, dan lainnya

# CLASSIFICATION SCHEME

## Lipids



# LIPID SIMPANAN

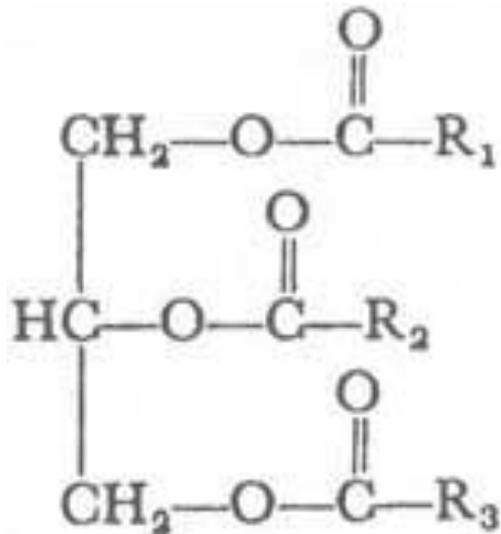
Lipid simpanan (*Storage Lipids*) meliputi minyak dan lemak, serta lilin (wax).

- ◉ **Minyak dan Lemak** terdiri dari 3 gugus asam lemak yang terikat pada struktur dasar gliserol → sering disebut trigliserida
- ◉ **Lilin (Waxes)** adalah bentuk ester dengan asam lemak jenuh rantai panjang (C14-C36) dan asam lemak tak jenuh rantai panjang (C16-C30)

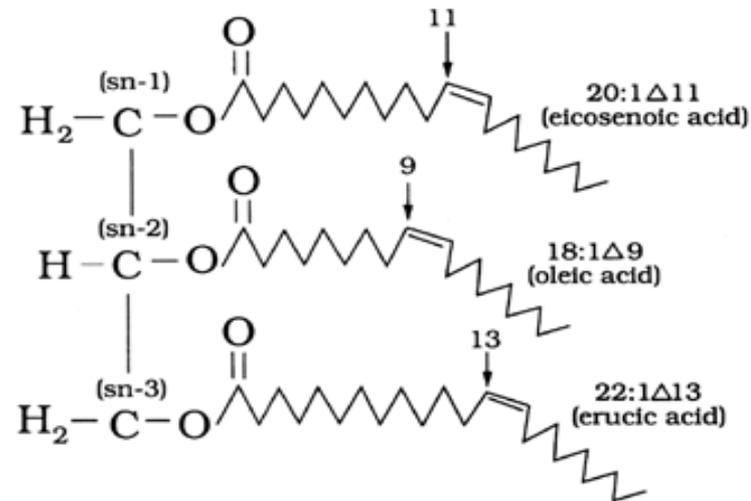
# TRIASILGLISEROL (TAG)

- Triasilgliserol/trigliserida merupakan struktur gliserol yang memiliki 3 ikatan gugus ester asam lemak.
- Sering disebut dengan lemak netral.
- Trigliserida ini banyak dijumpai pada bagian adiposa hewan serta endosperma dan kotiledon pada sel tumbuhan
- Seekor mamalia memiliki kandungan lipid sebanyak 5% hingga 25% 90% dari lipid tersebut dalam bentuk TAG

# STRUKTUR MOLEKUL TRIGLISERIDA

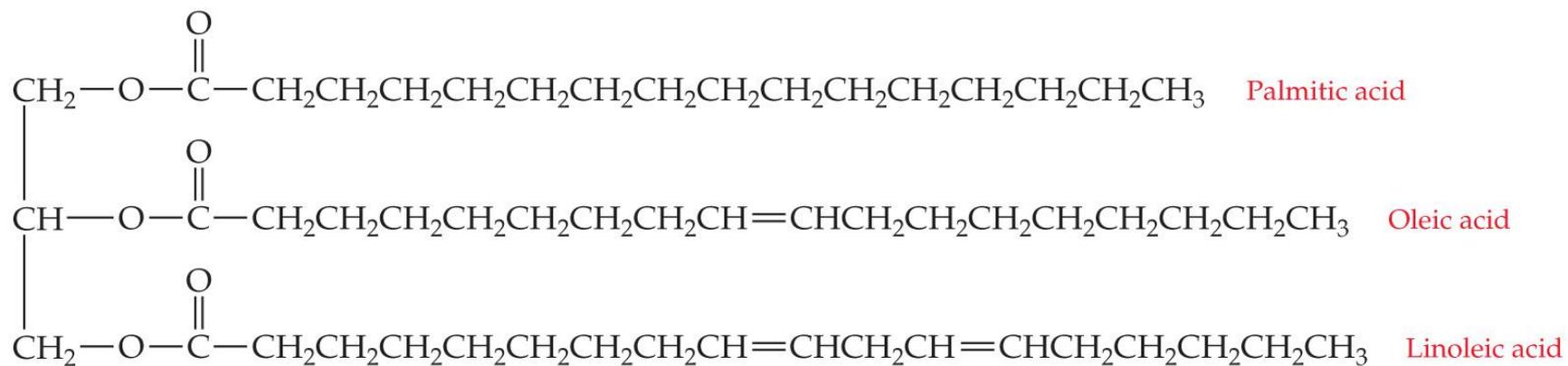


## TRIACYLGLYCEROL



**Trigliserida yang mengandung asam lemak yang sejenis biasanya disebut trigliserida sederhana, sedangkan TG yang memiliki asam lemak yang berbeda pada tiga sisi esternya disebut TG campuran.**

*Example of a triacylglycerol*

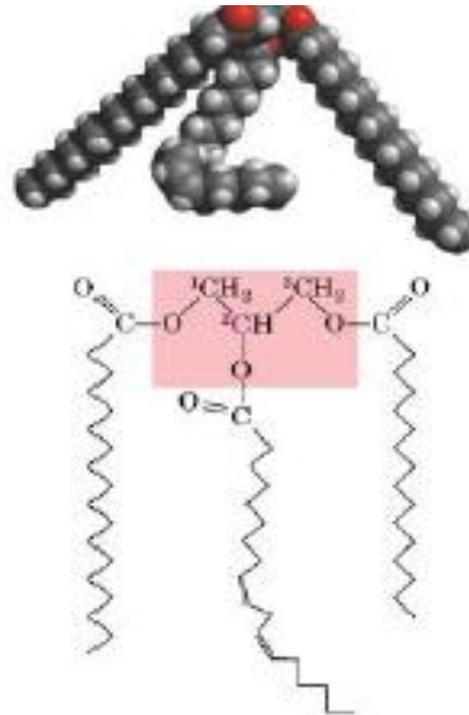


Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

# TRIGLISERIDA



Glycerol

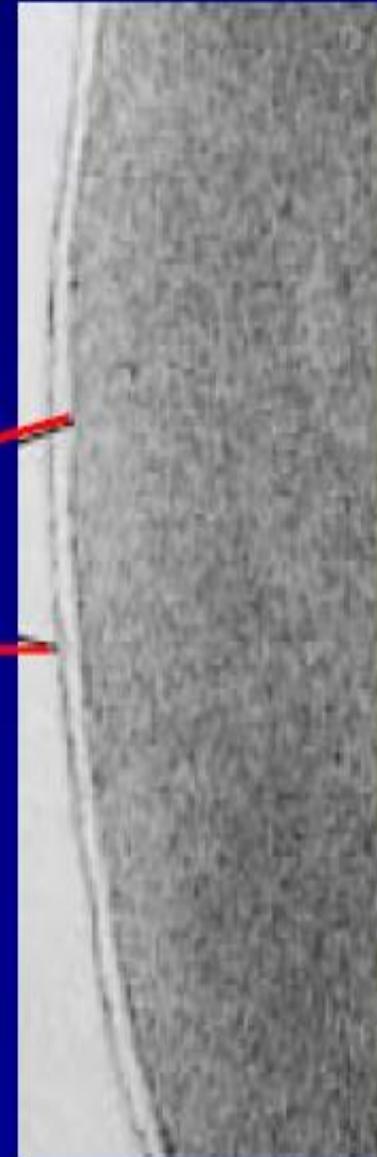
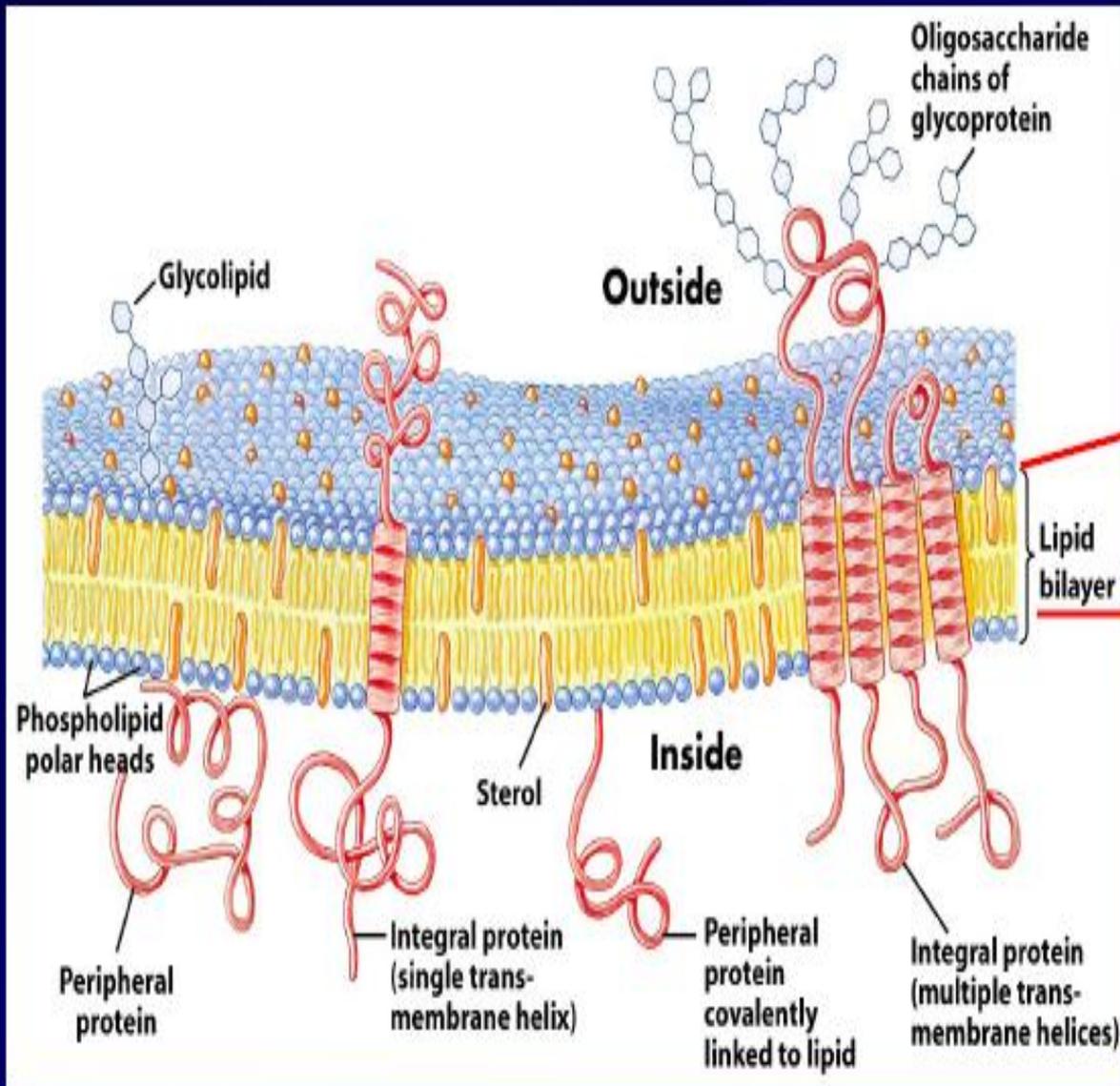


Sebagian besar trigliserida memiliki asam lemak yang beragam. Trigliserida termasuk komponen makromolekul yang bersifat hidrofobik (nonpolar) → sulit bercampur dengan air

# ASAM LEMAK

- Asam lemak terdiri dari senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen dengan proporsi sebagai berikut 76%, 12.6% dan 11.3%.
- Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon dengan gugus karboksilat dengan panjang rantai dari 4 hingga 36
- Asam lemak ini terdiri dari 2 jenis :jenuh dan tak jenuh.
- Asam lemak jenuh tidak memiliki ikatan ganda dan rantai hidrokarbonnya cenderung tidak bercabang
- Asam lemak tak jenuh dapat mengandung 1 atau lebih ikatan ganda dan biasanya berada pada konfigurasi cis.
- Asam lemak tak jenuh ganda (*Polyunsaturated fatty acids*) biasanya memiliki 2 hingga 6 ikatan ganda.

# LIPIDS AS STRUCTURAL ELEMENTS



# ASAM LEMAK ESENSIAL

- ⦿ Contohnya asam lemak linoleat, linolenat, dan arakidonat
- ⦿ Asam lemak esensial merupakan sumber dalam pembentukan prostaglandin, tromboksan, leukotrien, yang memiliki fungsi yang cukup penting dalam tubuh
- ⦿ Kekurangan asam lemak esensial dapat menyebabkan ketidaknormalan pertumbuhan badan, inflamasi kulit, dan gangguan respon imunitas tubuh.
- ⦿ Asam lemak esensial ini banyak terkandung di dalam minyak nabati (minyak jagung dan biji matahari) dan minyak ikan.

# ASAM LEMAK TRANS

- ⦿ Hanya ada dalam jumlah yang cukup kecil di bahan pangan. Asam lemak trans ini akan menurunkan kadar HDL dan menaikkan kadar kolesterol dalam darah.
- ⦿ Selain itu, asam lemak trans juga meningkatkan konsentrasi plasma dari lipoprotein - antrogen.
- ⦿ Asam lemak trans terbentuk pada saat proses hidrogenasi minyak nabati, seperti dalam pembuatan margarin.

# METABOLISME LIPIDA

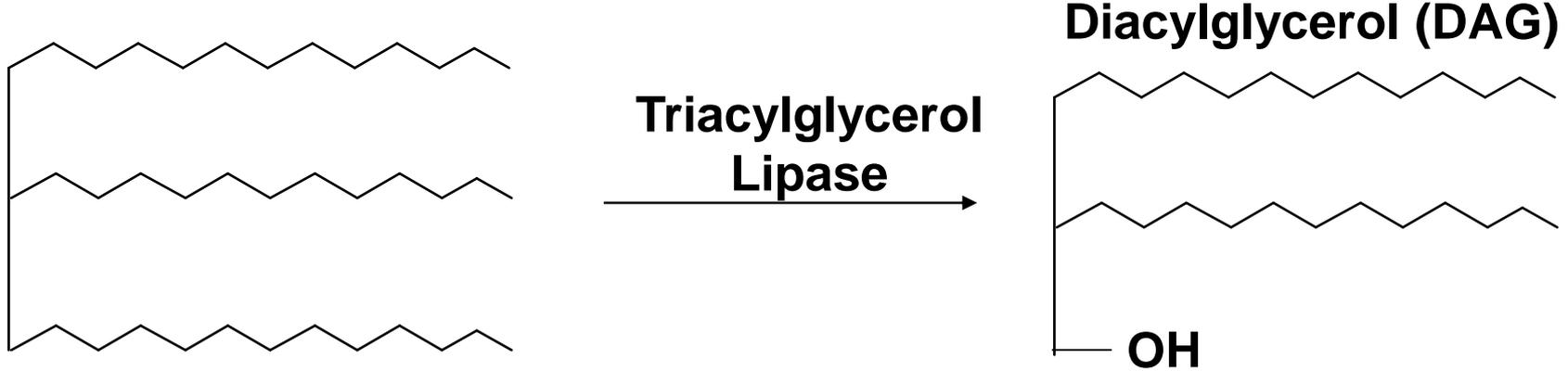
Major energy stores in humans are Lipids in form of Triacylglycerols (TAG)

The advantages of using TAG as stored fuels:

- Oxidation of TAG provides more energy than glucose and protein
  - 37 kJ/g TAG vs 17 kJ/g protein
  - A 70 kg human has fuel reserves of 400,000 kJ in fat, 100,000 kJ in protein, and 2,500 kJ in glycogen
- TAG is anhydrous, but polysaccharides need water to dissolve them (2 grams H<sub>2</sub>O per gram glycogen)

Besides as stored fuels, fats also serve the function of insulation for animals against low temperature.

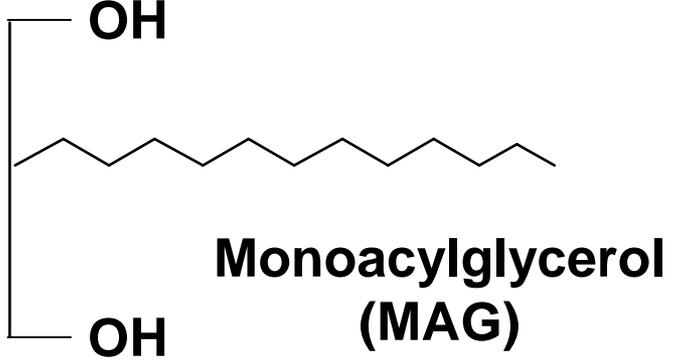
# Acylglycerol Lipases



Triacylglycerol (TAG)

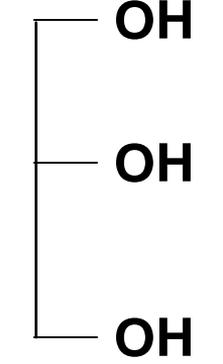
Diacylglycerol (DAG)

Diacylglycerol Lipase



Monoacylglycerol (MAG)

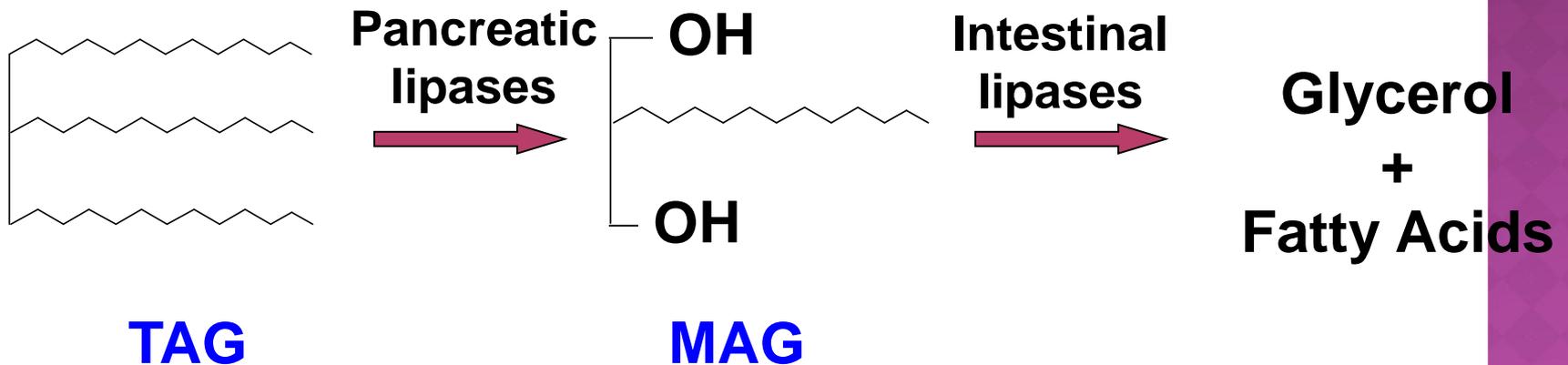
Monoacylglycerol Lipase



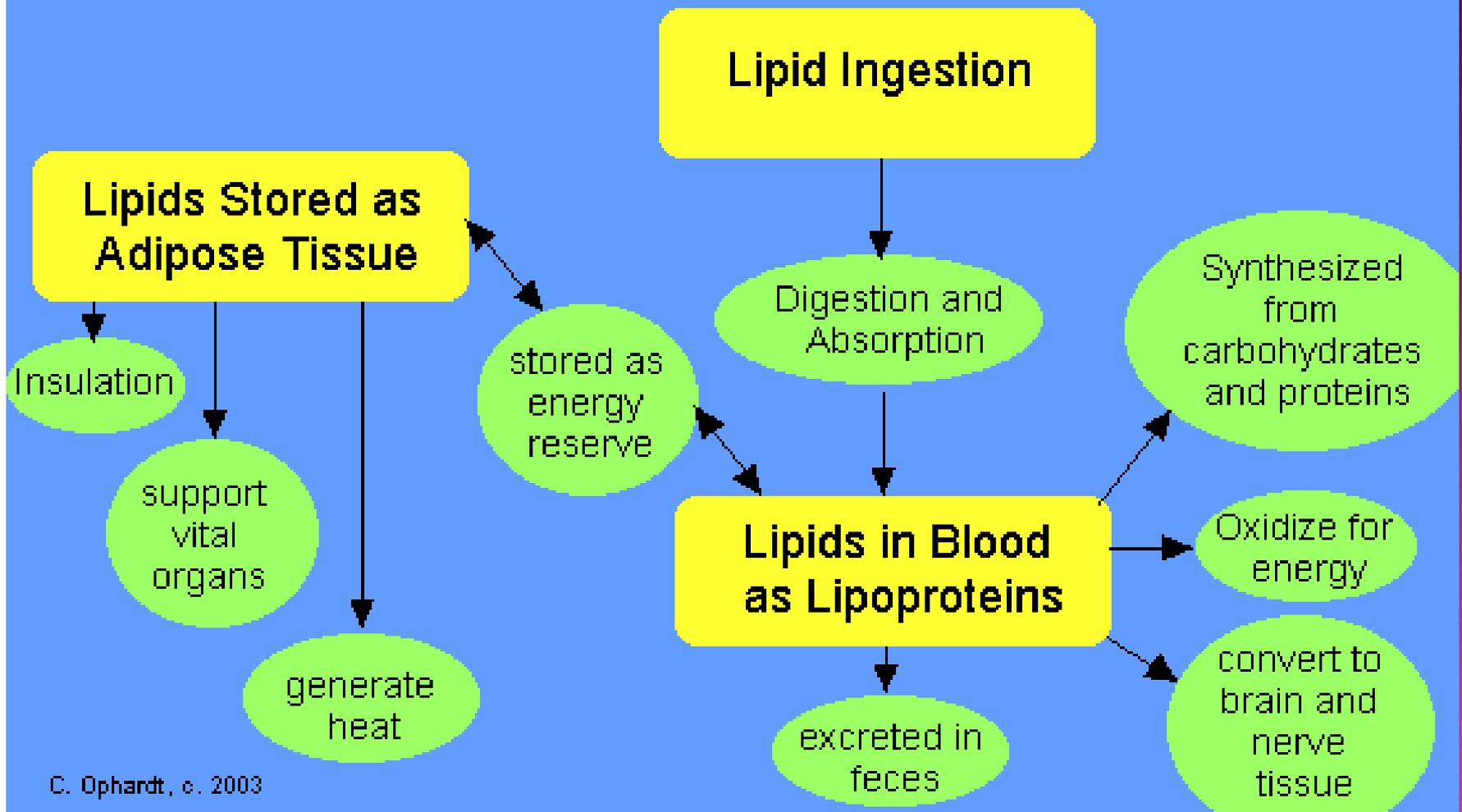
Glycerol

# Digestion of Dietary Triacylglycerols

- Occurs in duodenum
- Facilitated by
  - Bile salts (emulsification)**
  - Alkaline medium (pancreatic juice)**

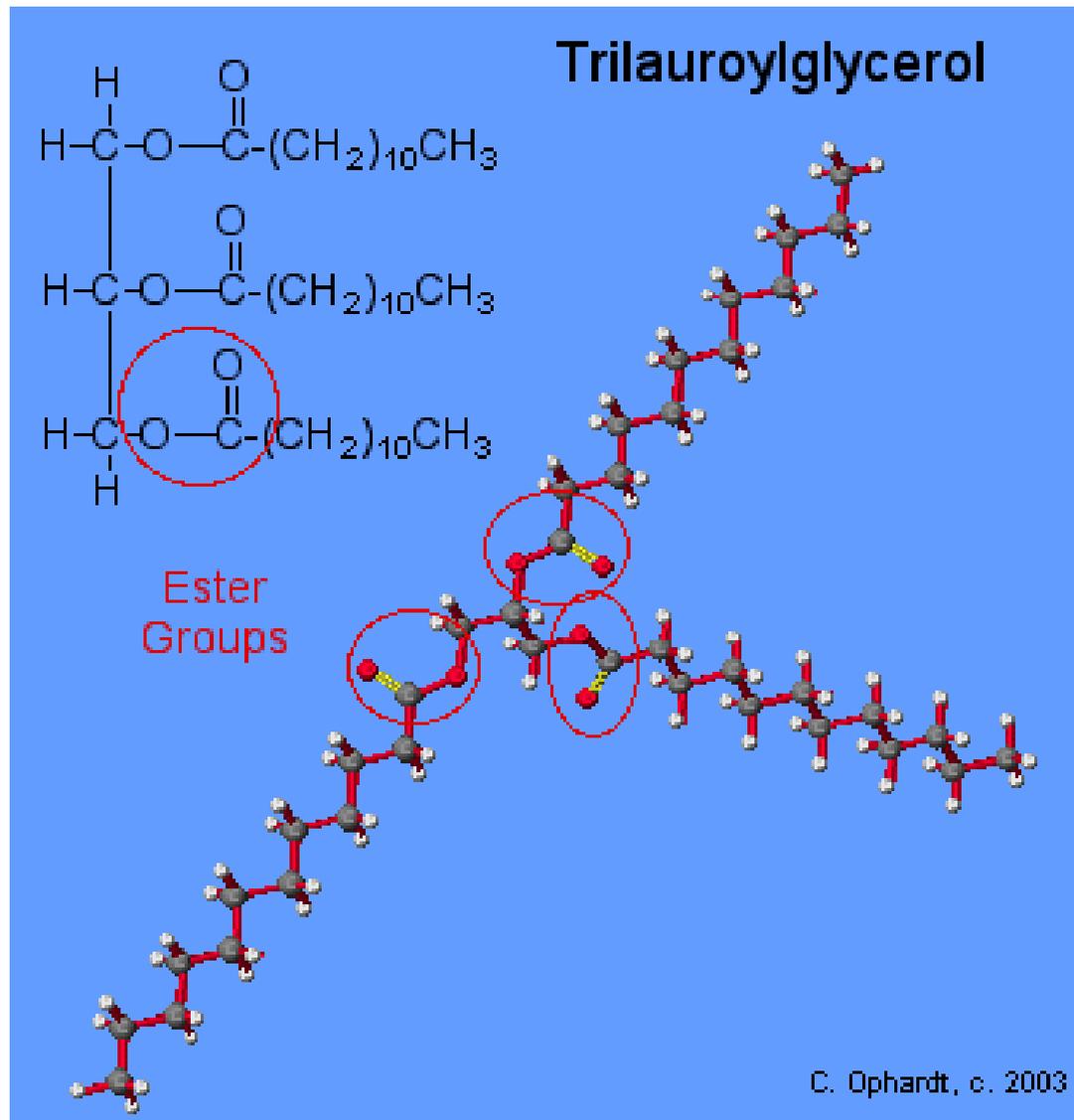


# Lipid Function and Metabolism Summary



# Lipid Metabolism

- Digestion - Hydrolysis Reaction



# CATABOLISM( OXIDATION) OF LIPIDS

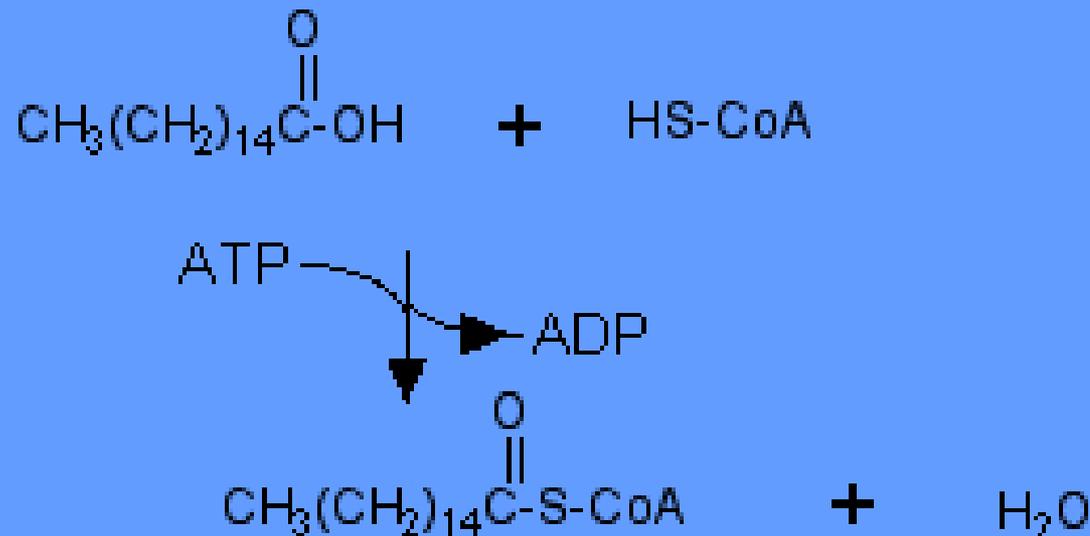
- ⊙  $\alpha$  Oxidation
- ⊙  $\beta$  Oxidation
- ⊙  $\omega$ -Oxidation
  
- ⊙ Quantitatively  $\beta$  oxidation of fatty acids is the most important pathway which occurs in the mitochondria. However  $\alpha$  and  $\omega$  also occur.
- ⊙  $\beta$  oxidation of fatty acids occur on the matrix side of the inner mitochondrial membrane. It's the most important pathway for fatty acid oxidation. In  $\beta$  oxidation 2 c atoms are cleaved at a time from fatty acyl coa molecules starting at the COOH end.

## CONT...

- Several enzymes collectively known as fatty acid oxidase are found in the mitochondrial matrix catalyse the oxidation of fatty acyl coa to acetyl coa

**Initial Step:** Requires an ATP to synthesize acetyl CoA with the fatty acid

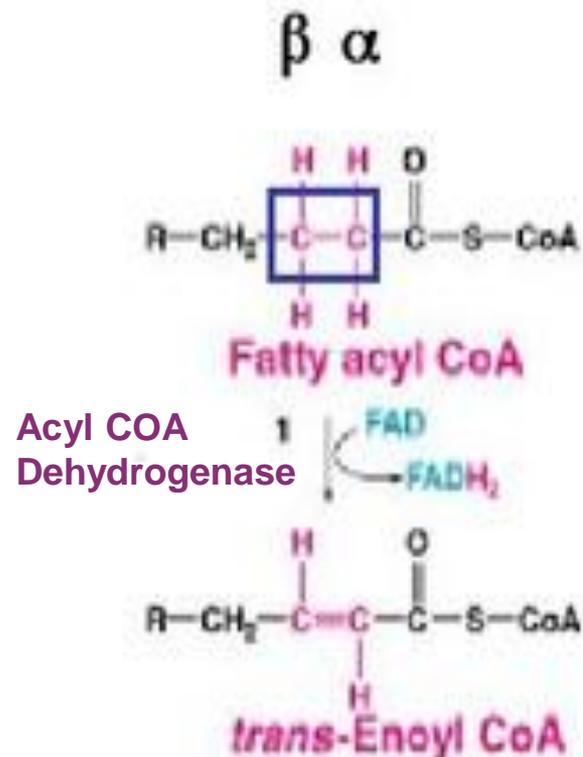
### Initial Step - Palmitic Acid



# Beta-Oxidation of Fatty Acids

In **reaction 1, oxidation:**

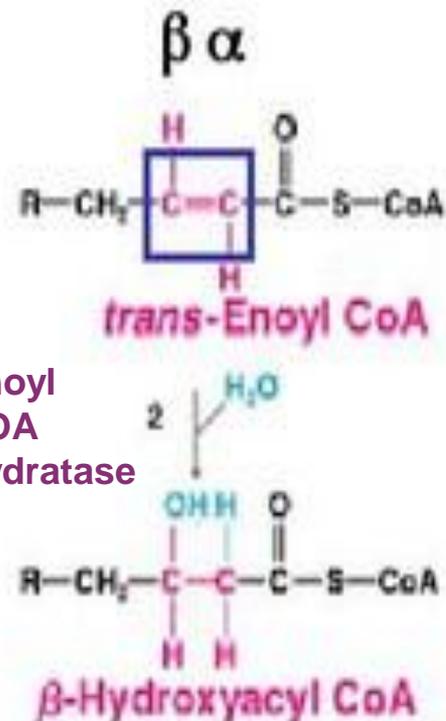
- Removes H atoms from the  $\alpha$  and  $\beta$  carbons.
- Forms a trans C=C bond.
- Reduces FAD to FADH<sub>2</sub>.



# Beta-Oxidation of Fatty Acids

In **reaction 2, hydration:**

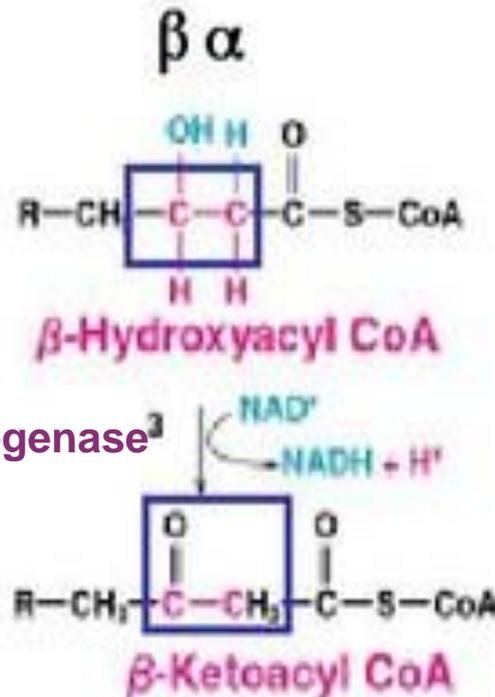
- Adds water across the trans C=C bond.
- Forms a hydroxyl group (—OH) on the  $\beta$  carbon.



# Beta ( $\beta$ )-Oxidation of Fatty Acids

In reaction 3, a second oxidation:

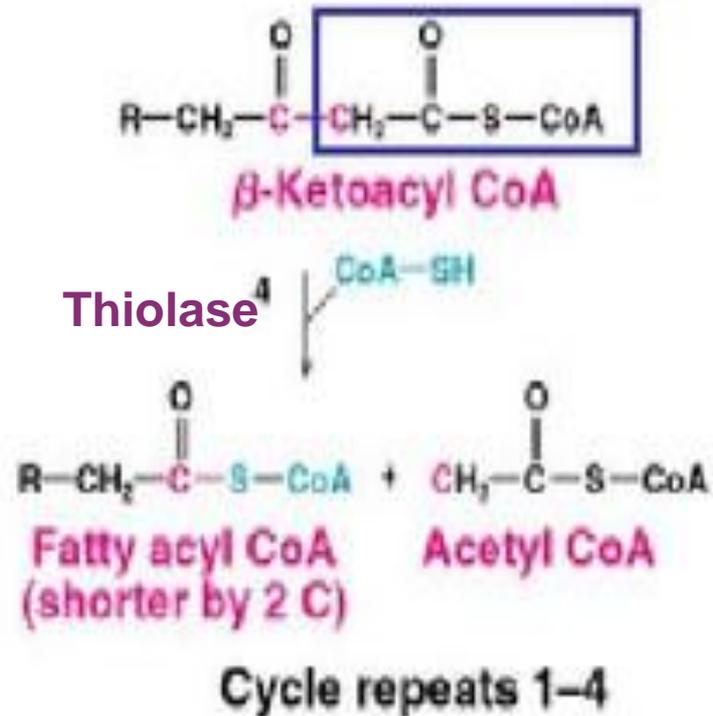
- Oxidizes the hydroxyl group.
- Forms a keto group on the  $\beta$  carbon.



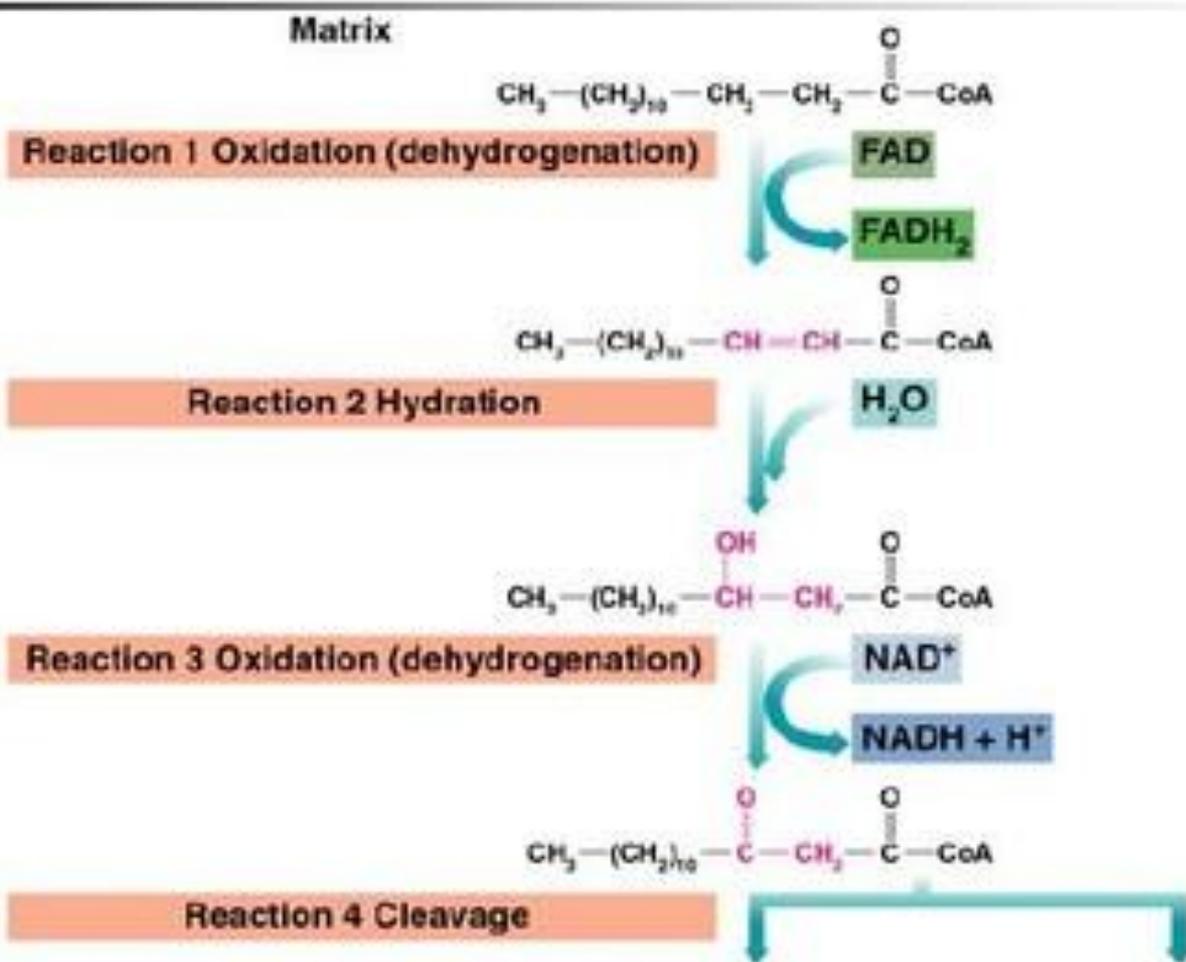
# Beta ( $\beta$ )-Oxidation of Fatty Acids

In **Reaction 4**, acetyl CoA is cleaved:

- By splitting the bond between the  $\alpha$  and  $\beta$  carbons.
- To form a shortened fatty acyl CoA that repeats steps 1 - 4 of  $\beta$ -oxidation.



# Beta ( $\beta$ )-Oxidation of Myristic ( $C_{14}$ ) Acid



# Beta ( $\beta$ )-Oxidation of Myristic (C14) Acid (continued)

