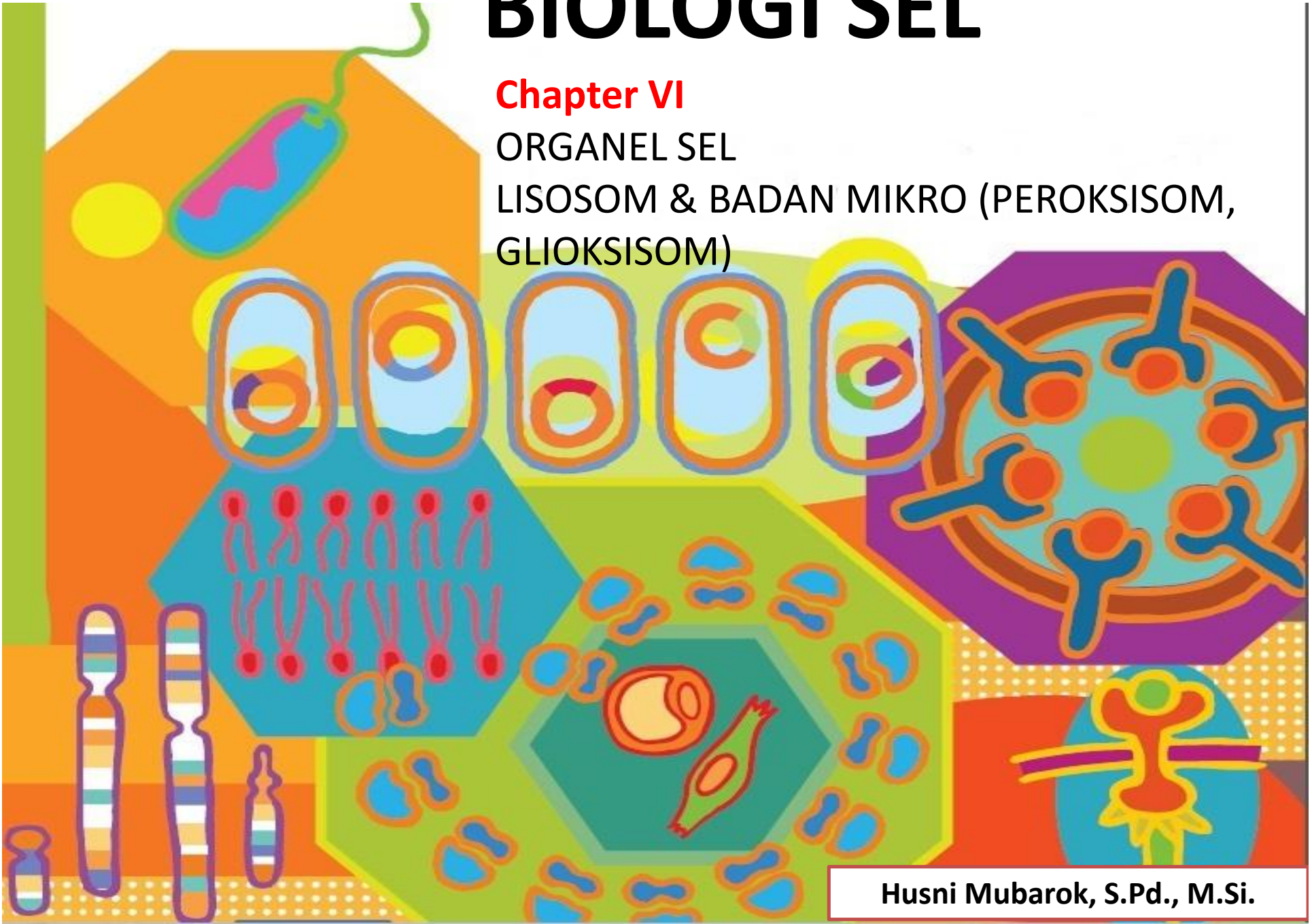


# BIOLOGI SEL

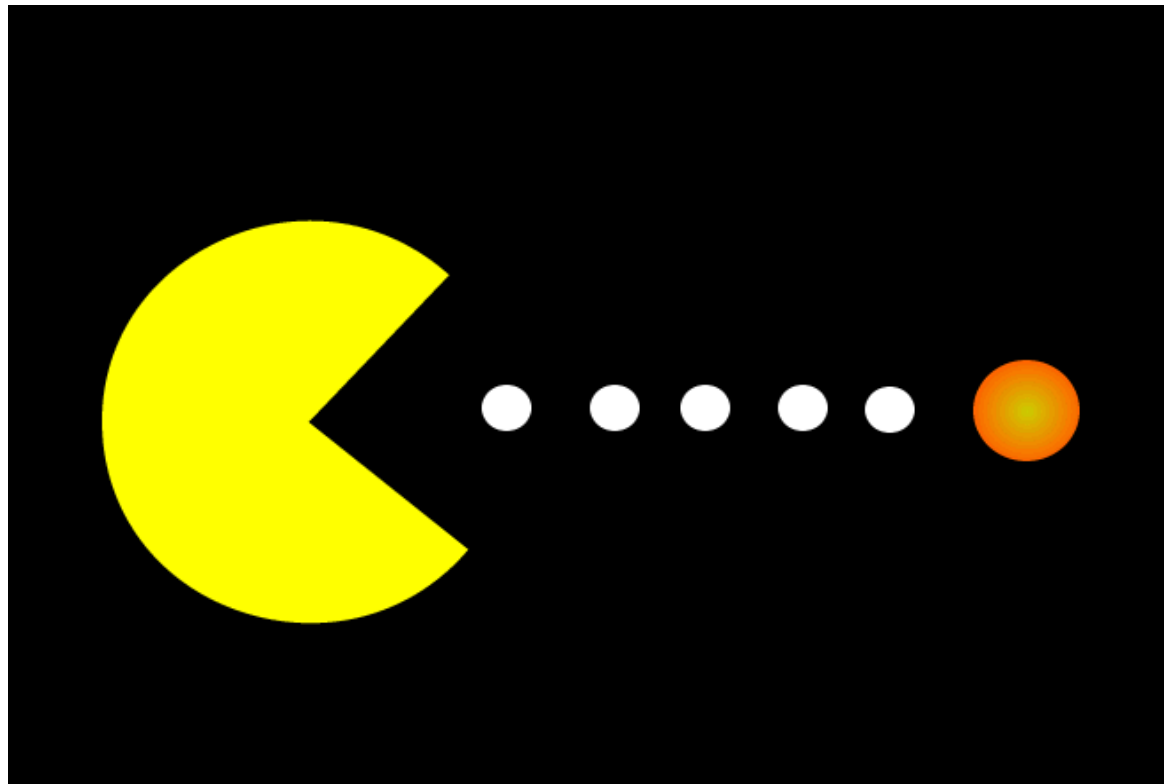
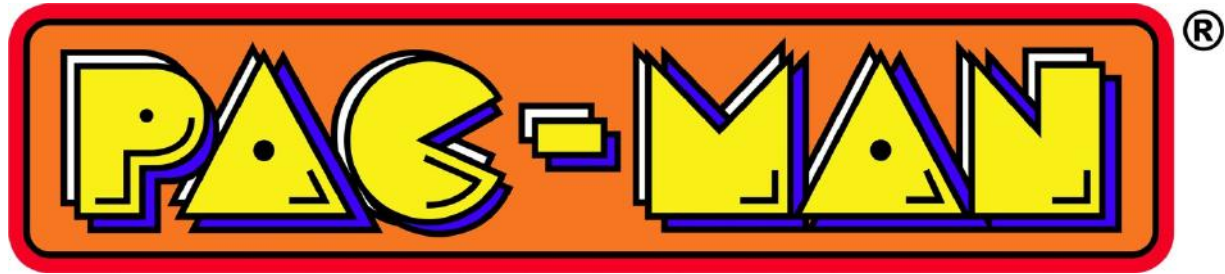
## Chapter VI

### ORGANEL SEL

### LISOSOM & BADAN MIKRO (PEROKSISOM, GLIOKSISOM)



Husni Mubarak, S.Pd., M.Si.

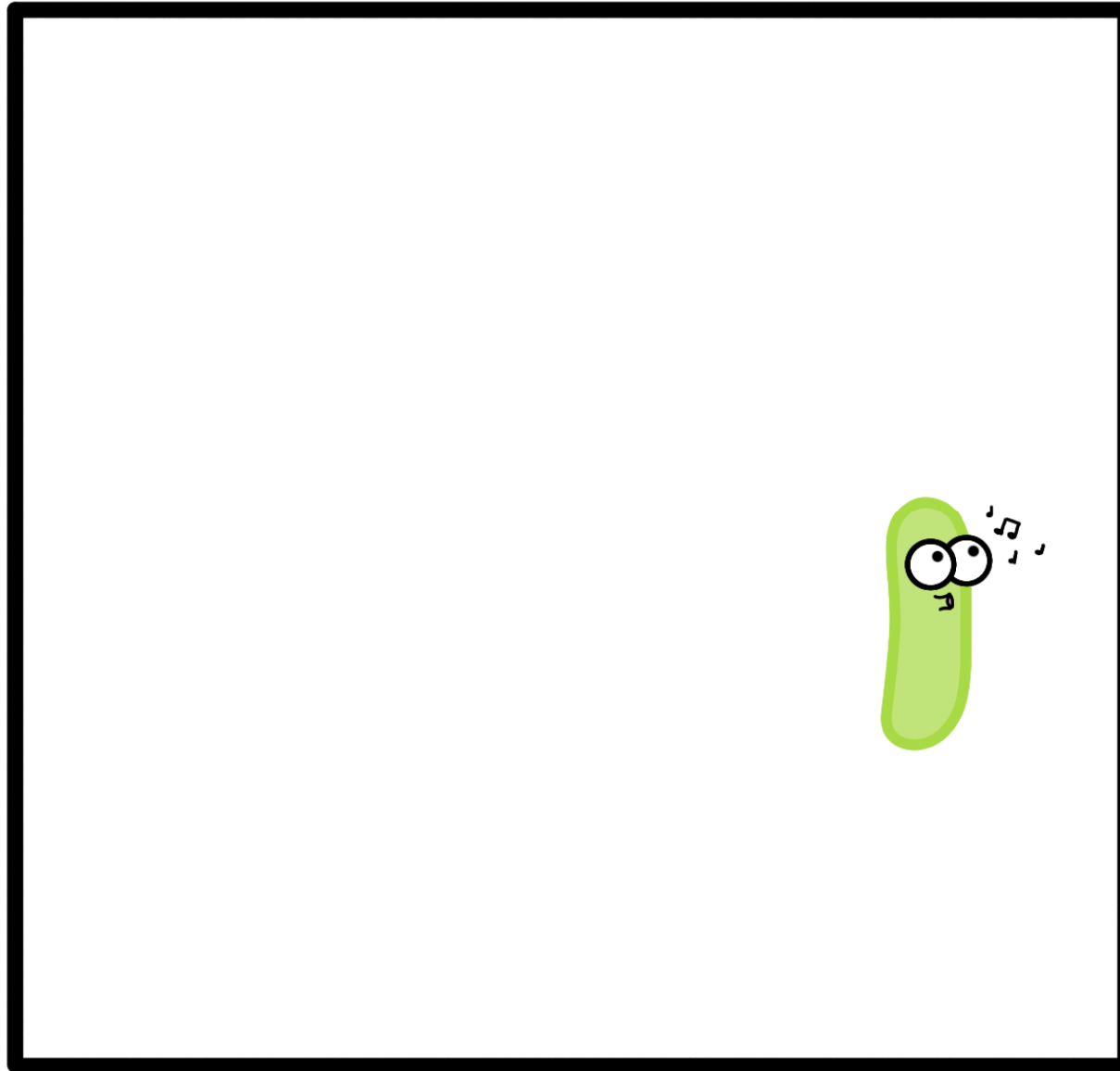


**PERNAH MAIN BEGINIAN....??**

# Lysosome

Amoeba Sisters

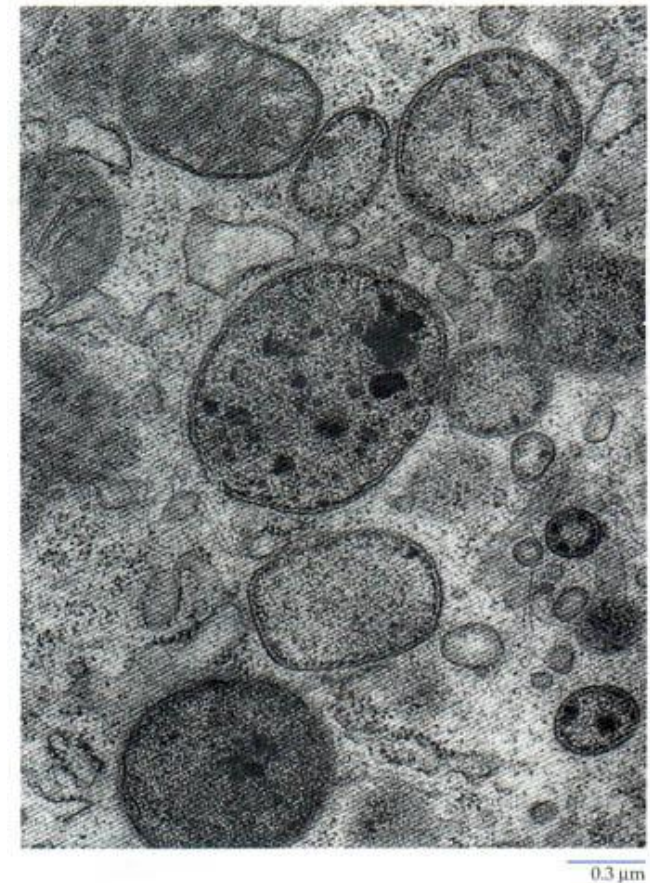
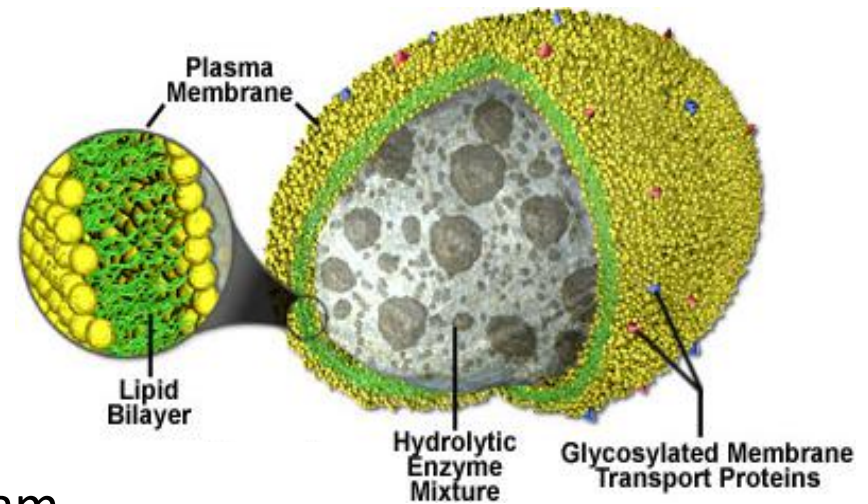
#AmoebaGIFs



**Enzyme-packed wrecking balls of the cell**

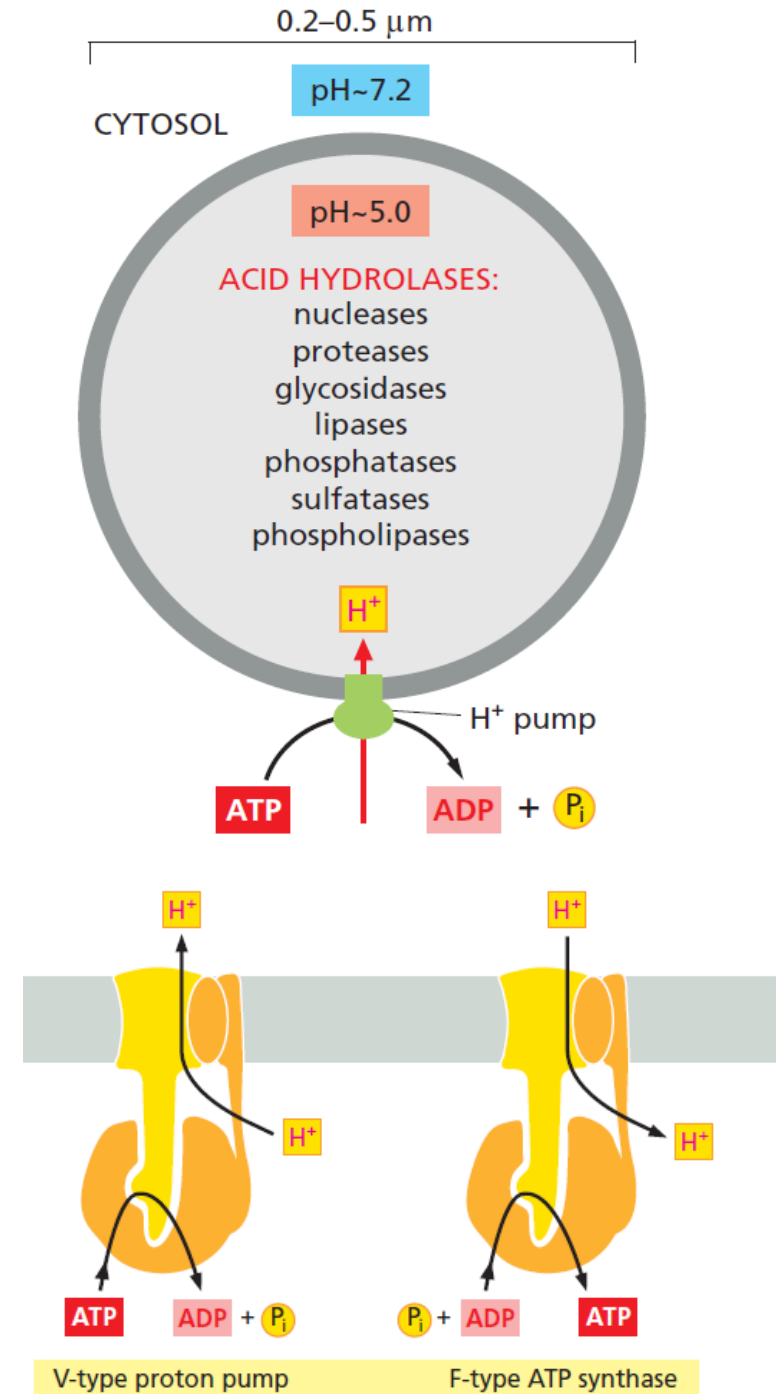
# STRUKTUR LISOSOM

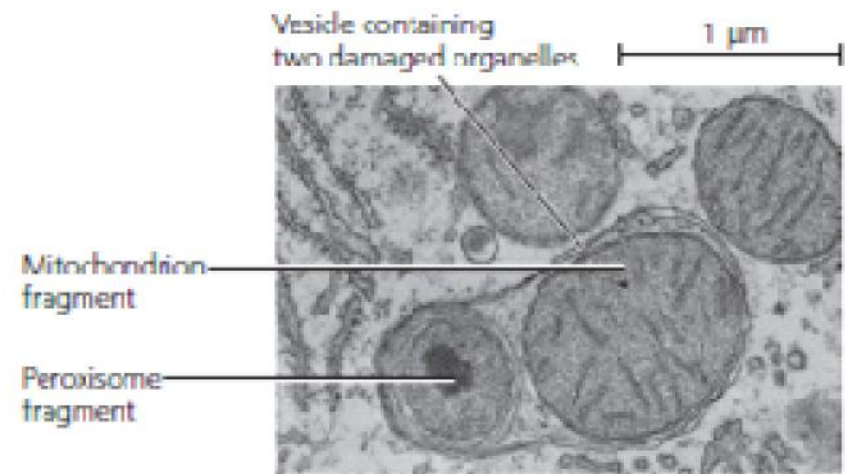
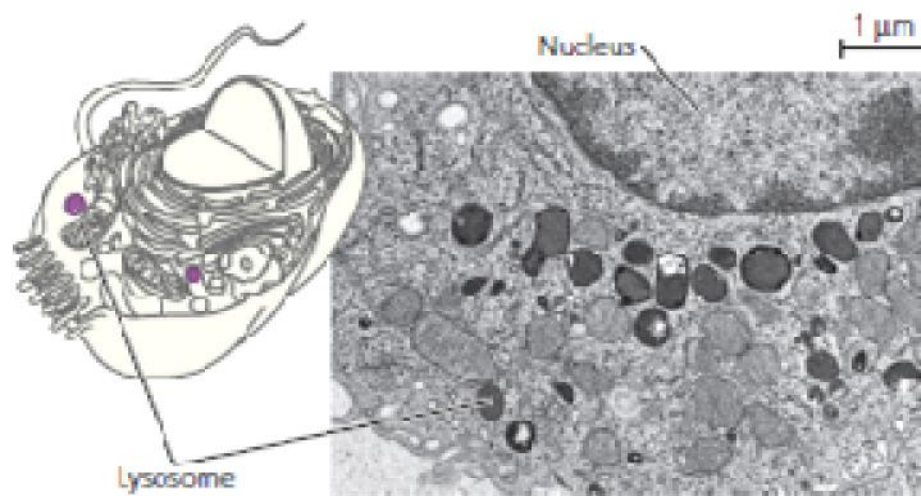
- Tampilannya Heterogen  
(*Heterogeneous Appearance*)
- Bentuk dan ukurannya bermacam-macam
- Ukuran = Diameter **25nm** sampai **1 $\mu$ m**
- Memiliki **40 Tipe Enzim Hidrolitik/ Asam Hidrolase** termasuk *Protease, Nuklease, Glikosidase, Lipase, Fosfolipase, Fosfatase, dan Sulfatase*
- Enzim  $\rightarrow$  Aktif pada pH Asam  $\rightarrow$  Organel terlindungi dari serangan sel itu sendiri
- Interior lisosom = **pH 4.5 sampai 5.0**
- Lisosom mencegah enzim keluar ke sitosol  $\rightarrow$  Jika keluar  $\rightarrow$  Kerusakan kecil pada **pH 7.2**



# STRUKTUR LISOSOM

- Membran Unik → **Highly Glycosylated** → melindungi dari protease lisosom di dalam lumen
- **Vacuolar H<sup>+</sup> ATPase** di membran → menggunakan energi hidrolisis ATP → Pompa Proton (H<sup>+</sup>) → untuk mengatur pH dalam lumen
- Pompa H<sup>+</sup> lisosom termasuk tipe pompa **V-Type**
- Lisosom melakukan **Fagositosis** (Ekstraseluler Material) dan **Autofagi** (Intraseluler Material)
- Produk Akhir = Asam Amino, Gula, dan Nukleotida

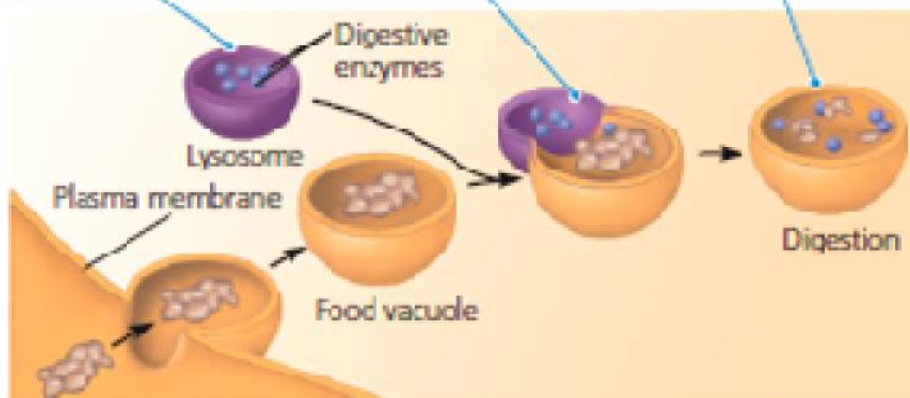




**1** Lysosome contains active hydrolytic enzymes.

**2** Lysosome fuses with food vacuole.

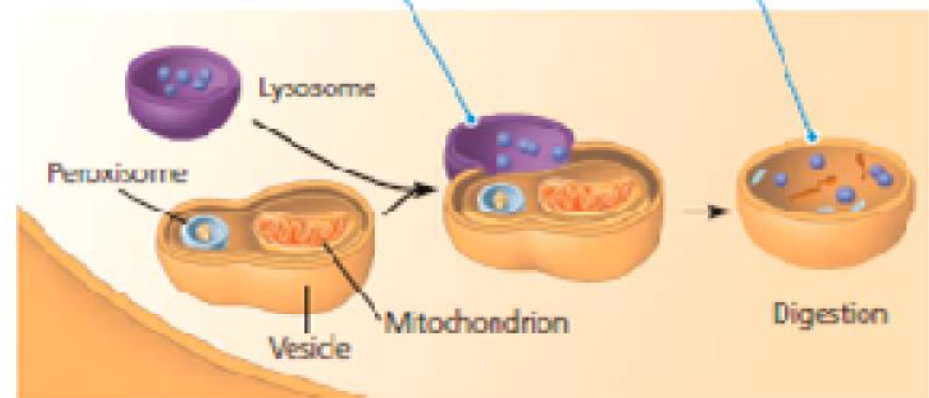
**3** Hydrolytic enzymes digest food particles.



(a) Phagocytosis: lysosome digesting food

**1** lysosome fuses with vesicle containing damaged organelles.

**2** Hydrolytic enzymes digest organelle components.



(b) Autophagy: lysosome breaking down damaged organelles

Enzyme	Substrate	Product
<b>1. Nucleases</b>	Polynucleotides	Bases + phosphate + pentose
Acid ribonuclease	RNA	Bases + phosphate + ribose
Acid deoxyribonuclease	DNA	Bases + phosphate + deoxyribose
<b>2. Phosphatases</b>		
Acid phosphatase	Phosphate monoesters	Orthophosphate and product
Phosphoprotein phosphatase	Phosphoprotein	Orthophosphate and protein
<b>3. Proteases</b>		
Cathepsin	Polypeptides	N-Terminal dipeptides
Collagenase	Collagen	Proline, amino acids
<b>4. Glycosidases</b>		
$\alpha$ -glucosidase	$\alpha$ -D-glucosides chitobiose	Alcohol and D-glucose Two acetylamino-2-deoxy- D-glucose
$\beta$ -N-acetylglucosamine hydrolase	$\beta$ -D-glucuronides	Alcohol and D-glucuronic acid
$\beta$ . glucuronidase	$\beta$ -D-galactosides	Alcohol and D-galactose
$\beta$ -galactosidase	$\alpha$ -D-mannosides	Alcohol and D-mannose
$\alpha$ -mannosidase		
<b>5. Sulphatases</b>		
Arylsulphatase	Phenol sulphate	Phenol and H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>6. Lipase</b>	Lipids	Fragments

<i>Enzymes</i>	<i>Substrate</i>	<i>End Product</i>
<b>1. Nucleases</b>		
(i) Acid ribonuclease	Polynucleotides of RNA	Nitrogenous bases + Phosphate + ribose sugar
(ii) Acid deoxyribonuclease	Nitrogenous base+DNA	Phosphate + deoxyribose sugar
<b>2. Phosphatases</b>		
(i) Acid phosphatase	Phosphomonoesters	Monophosphates
(ii) Phosphodiesterase	Oligonucleotides, phosphodiesters	Monophosphates
<b>3. Proteases and Peptidases</b>		
(i) Cathepsins (A,B.) and peptidase	Various proteins	Amino acids
(ii) Collagenase	Collagen	Amino acids
(iii) Peptidase	Peptides	Amino acids
<b>4. Glycosidase</b>		
(i) $\beta$ -galactosidase	$\beta$ -galactosides	
(ii) $\alpha$ -glucosidase	Glycogens	
(iii) $\beta$ -glucosidase	$\beta$ -glucosides	
(iv) $\alpha$ -Mannosidase	$\alpha$ -mannosides	Monosaccharides
(v) $\beta$ -glucuronidase	Polysaccharides and mucopolysaccharides	
<b>5. Sulphatases</b>	Sulphate esters	Fragments of lipids
<b>6. Lipases</b>	Lipids	Fragments of lipids
<b>7. Esterases</b>	Fatty acids esters	Fragments thereof
<b>8. Lysozyme</b>	Mucopolysaccharides, bacterial cell walls	Fragments thereof
<b>9. Sphingomyelinase</b>	Sphingomyelin	Fragments thereof

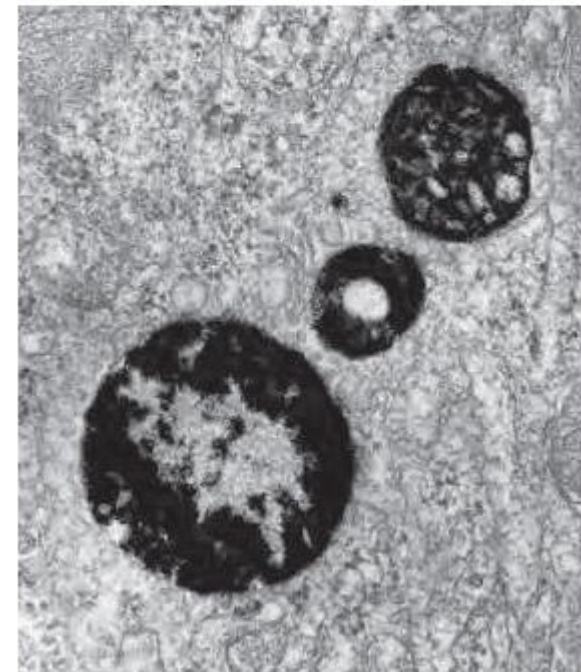
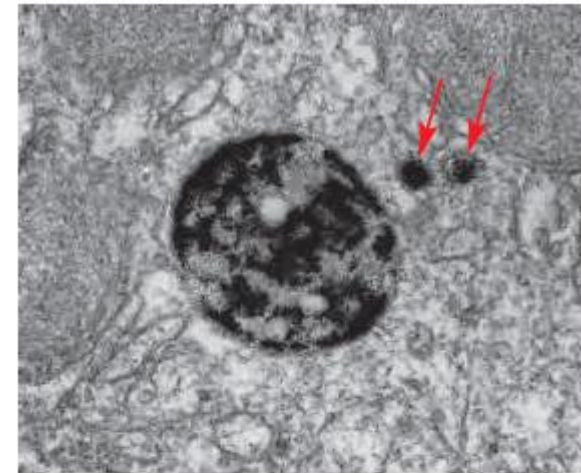


## ***Lysosomes Are Heterogeneous***

Asam Fosfatase → Enzim Marker Lisosom  
Vesikel yg mengandung asam Hidrolase  
(Panah merah)

- Sel manusia memiliki ribuan lisosom
- Sel darah putih (leukosit), sel epitel, sel liver, sel ginjal memiliki banyak lisosom
- Sel darah merah (Eritrosit) tidak memiliki lisosom, **why??**

**Prokariotik Memiliki Lisosom??**  
**Tumbuhan, Fungi dan Algae**  
**Memiliki Lisosom..??**



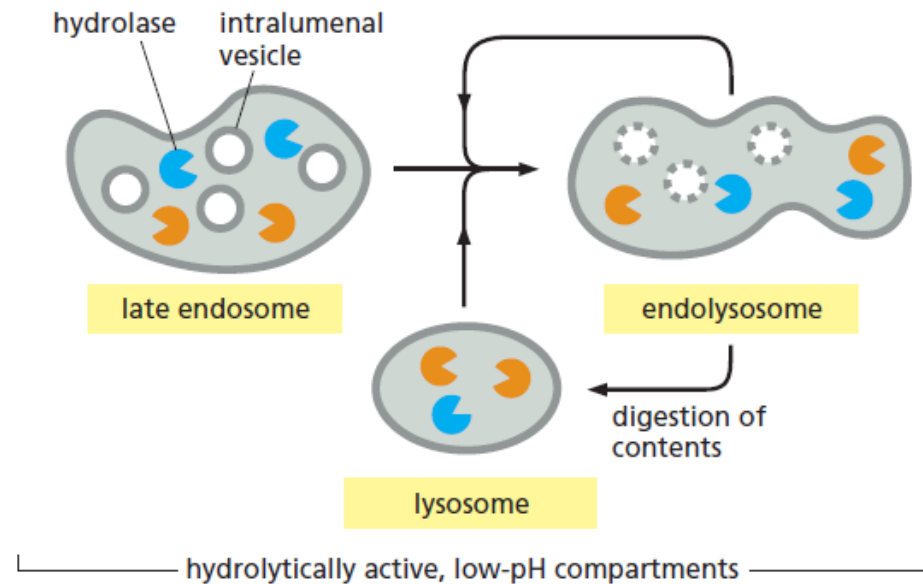
200 nm

# FUNGSI LISOSOM

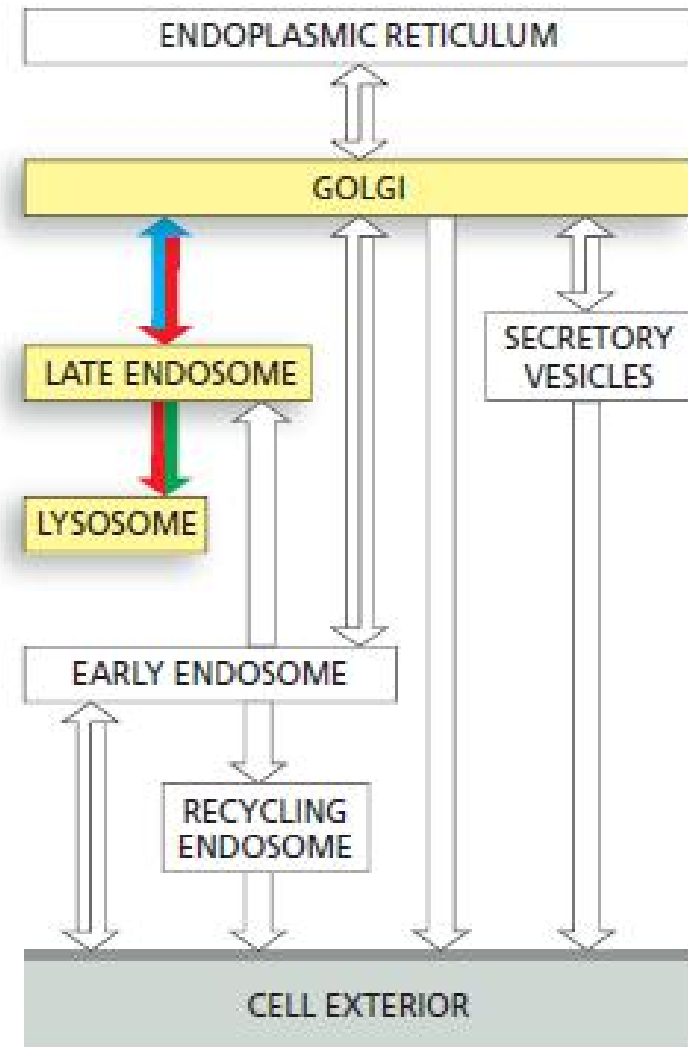
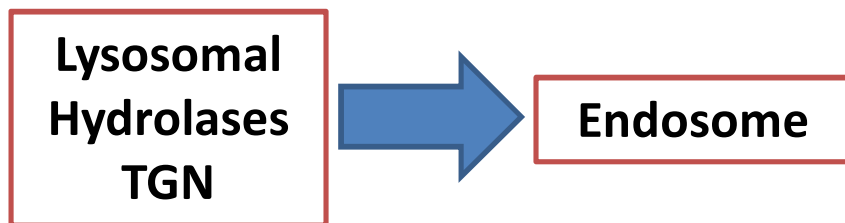
- **Fungsi umum** → merombak, membuat sel aman dari serangan benda asing
- Mengeluarkan enzim keluar sel (**Eksositosis**) → untuk merusak material sekitar sel
- Mencerna / merombak material dari **dalam sel (Autofagi)** → fusi dengan vakuola dalam sel, mencerna organel yg rusak
- Mencerna/ merombak material dari **luar sel (Heterofagi)** → fusi dengan vakuola dari luar sel = **Fagositik, Pinositik, Endositik** (Molekul yg melekat pada permukaan membran sel)
- Autolisis sel

# Dari Manakah Lisosom Berasal?

- **Extracellular Origin**
- **Origin from Golgi complex**
- **Origin from ER**

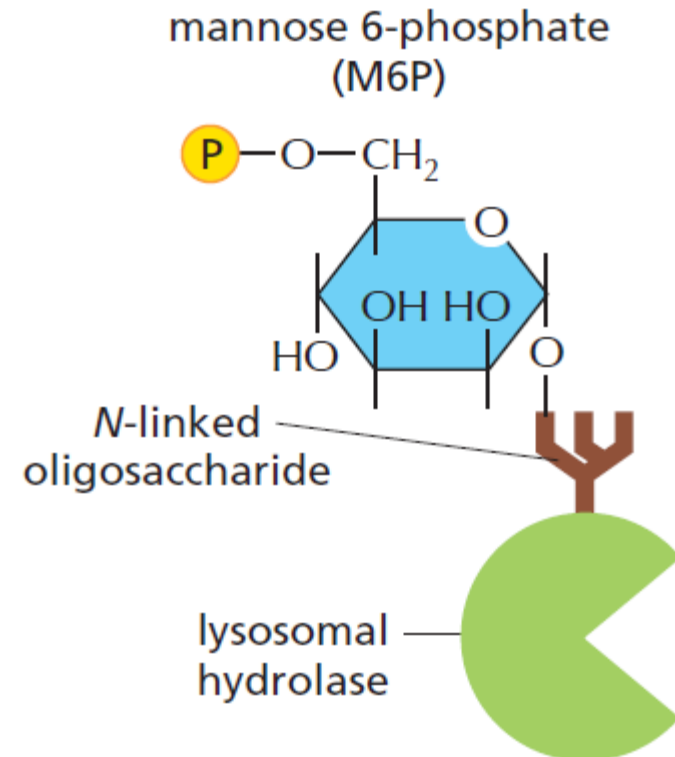


## Model Pematangan Lisosom



**Bagaimana Enzim Hidrolase Lisosom  
(Lysosomal Hydrolases) dapat dikenali  
dan dikumpulkan di TGN?**

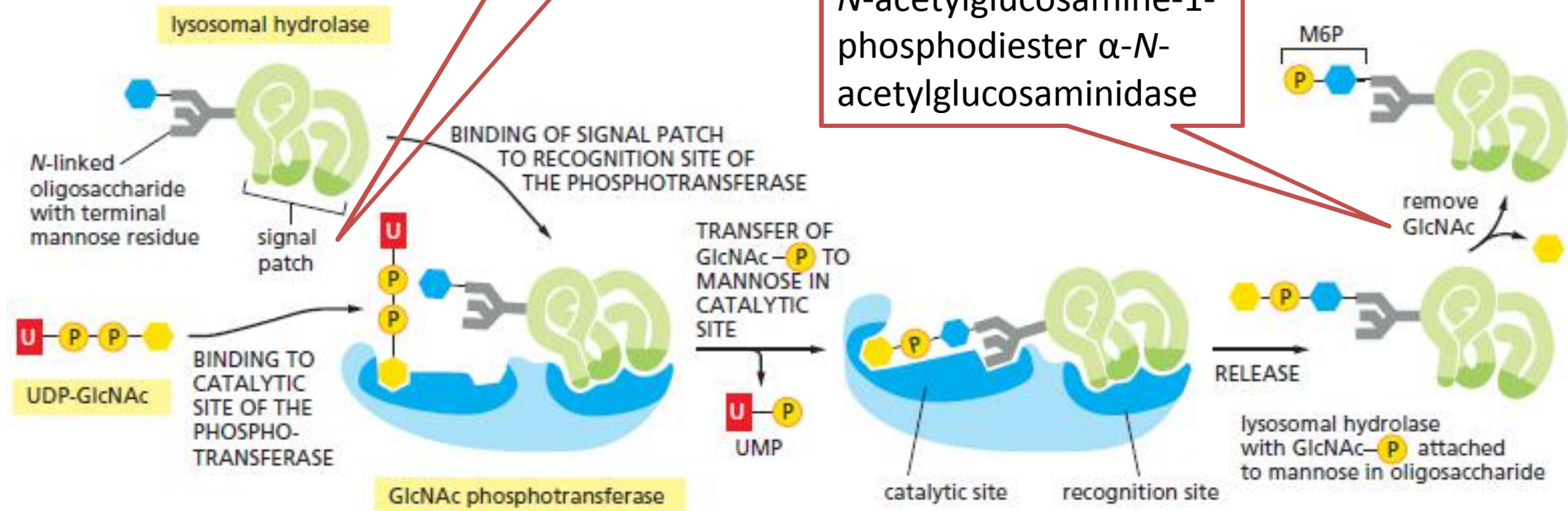
- Kelompok **Mannose 6-phosphate (M6P)** → scr khusus ditambahkan pada **N-linked oligosaccharides** di lumen CGN
- Mannose 6-phosphate + Lisosomal Hydrolase → diikat oleh **M6P Receptor Proteins** di TGN → Vesikel **Clathrin** → **Endosom Awal (Early Endosome)** → M6P receptor Proteins → dikembalikan ke TGN



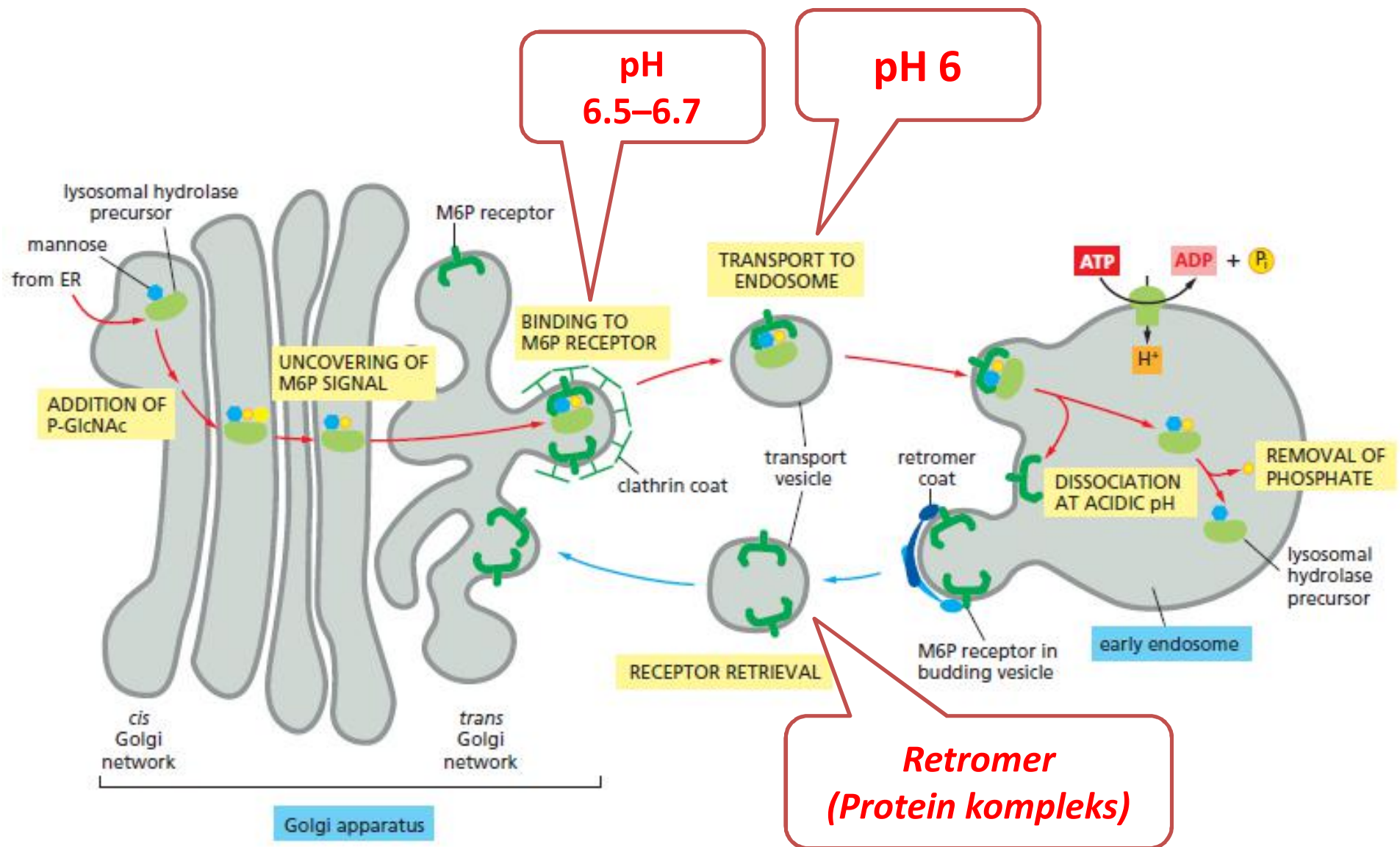
Proses ini terjadi di \_\_\_\_\_

Dipermukaan

*N*-acetylglucosamine-1-phosphodiester  $\alpha$ -*N*-acetylglucosaminidase

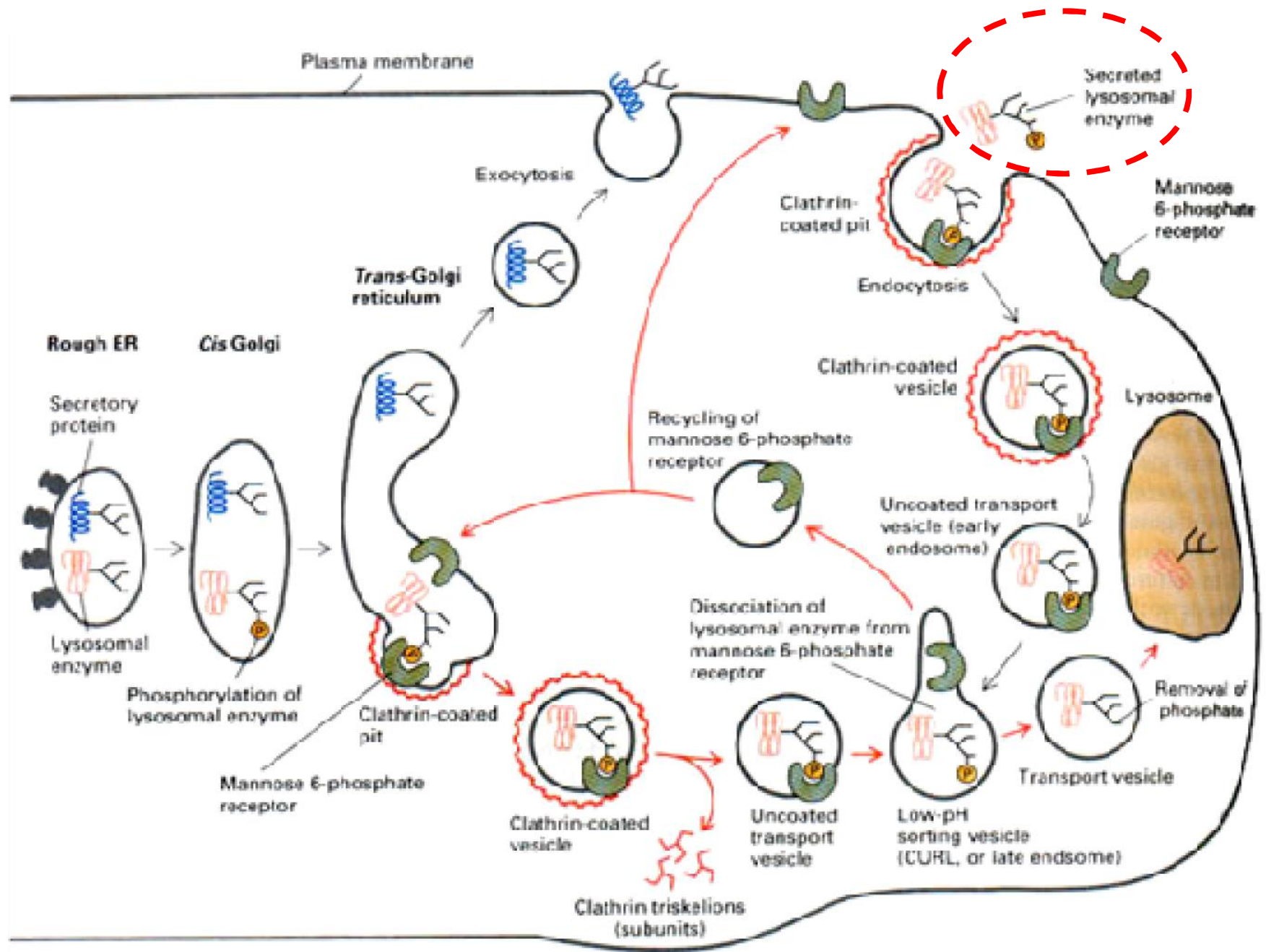


*N*-acetylglucosamine (GlcNAc)

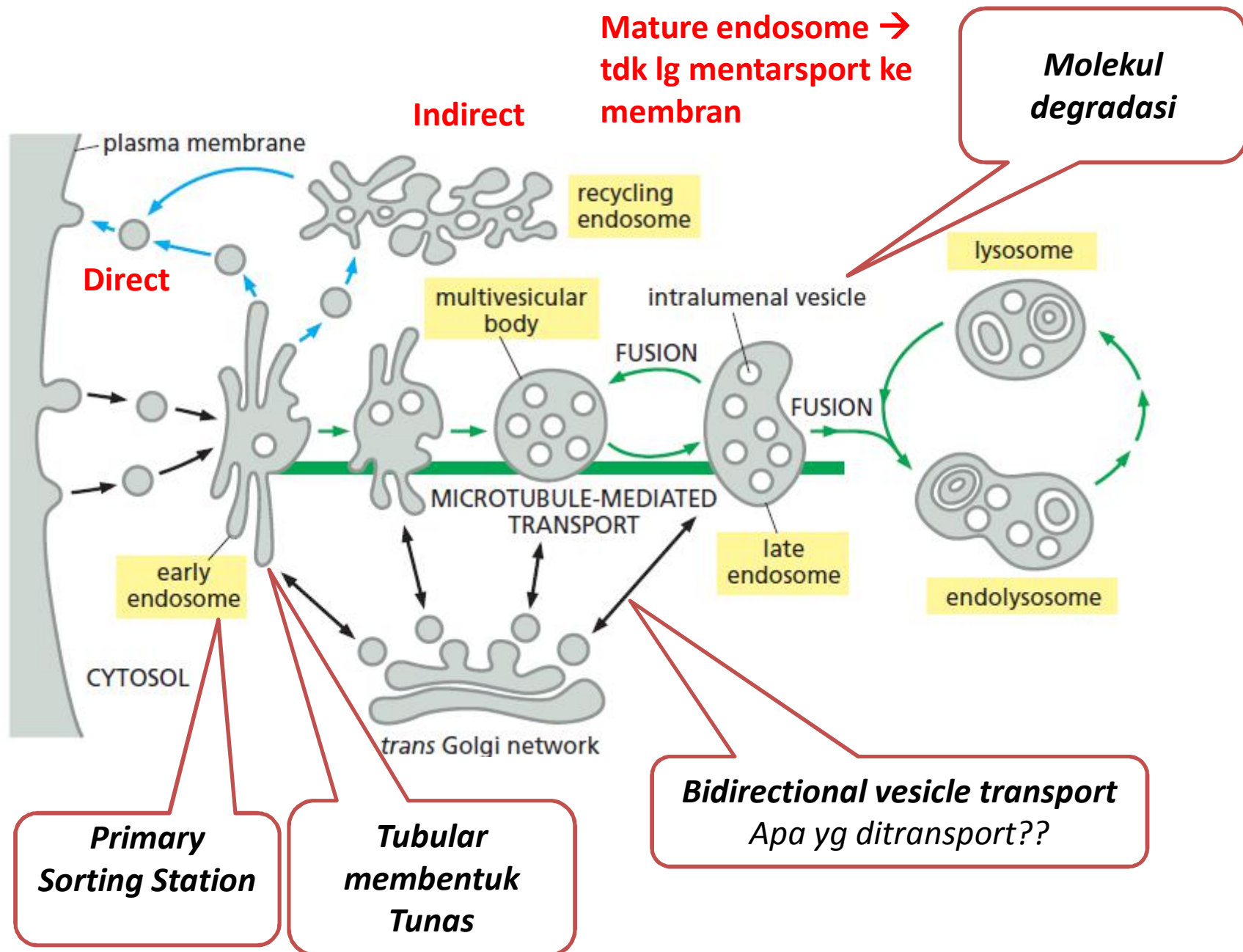


Tidak semua enzim hidrolase diikat oleh M6P reseptor, lalu kemana kira2??

*N*-acetylglucosamine (GlcNAc)

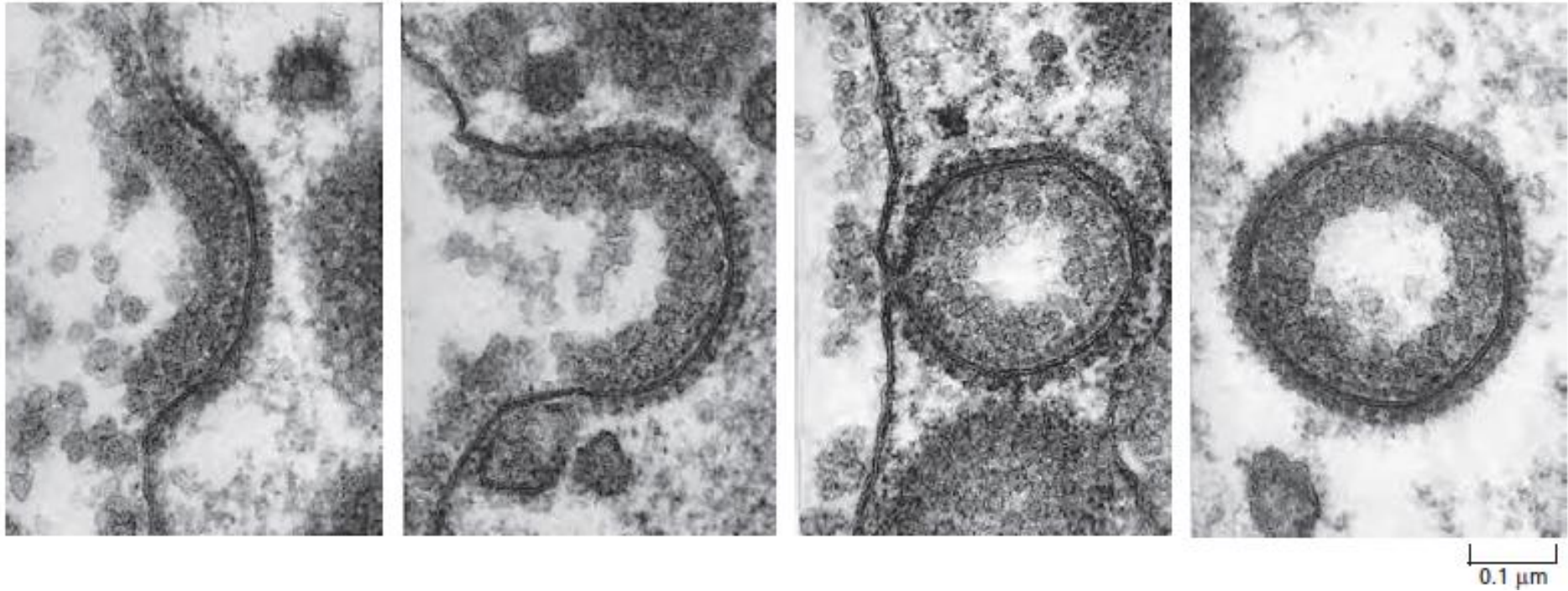


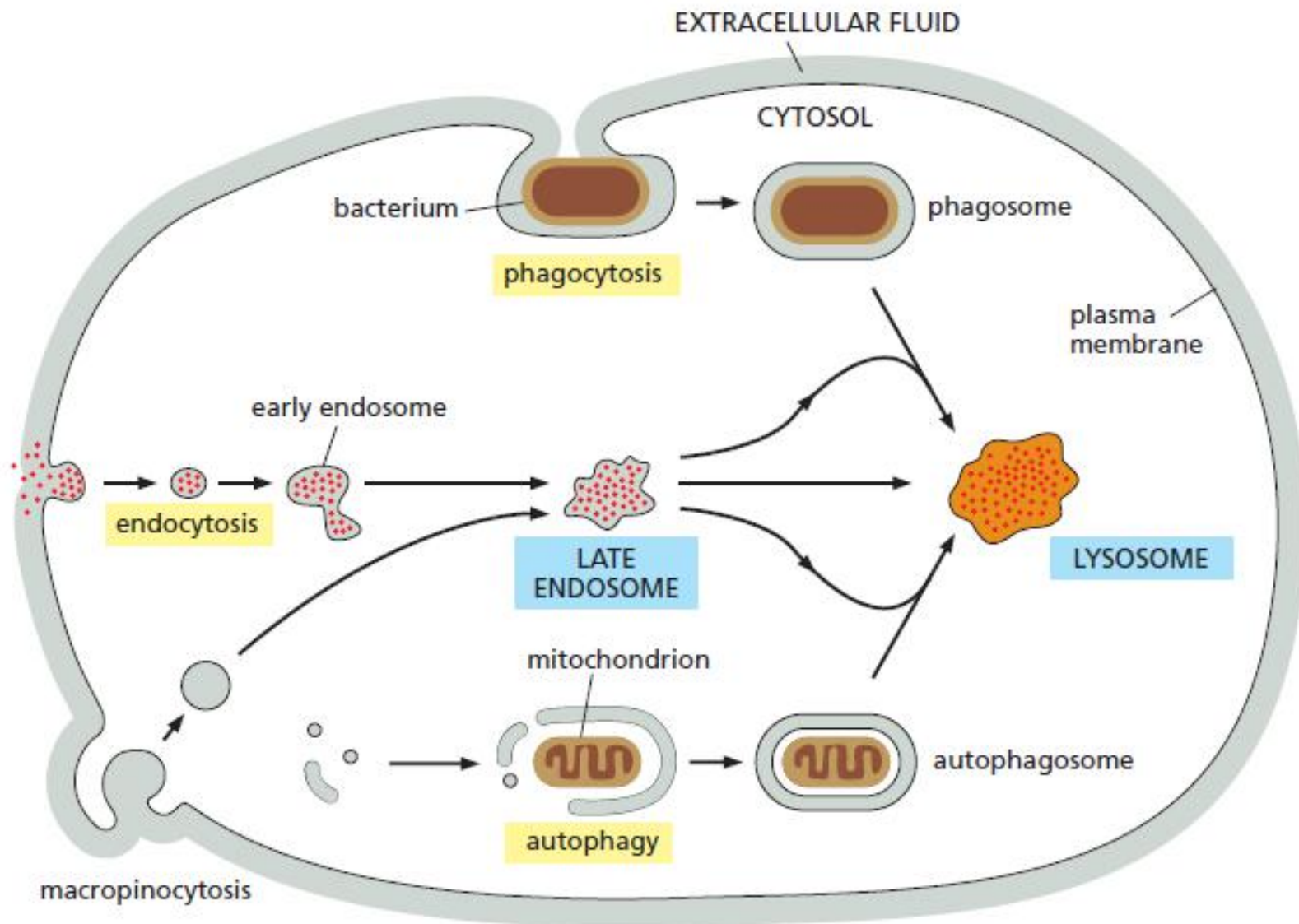
# Endosome Maturation/ Pematangan Endosom





***The formation of clathrin-coated vesicles  
from the plasma membrane***



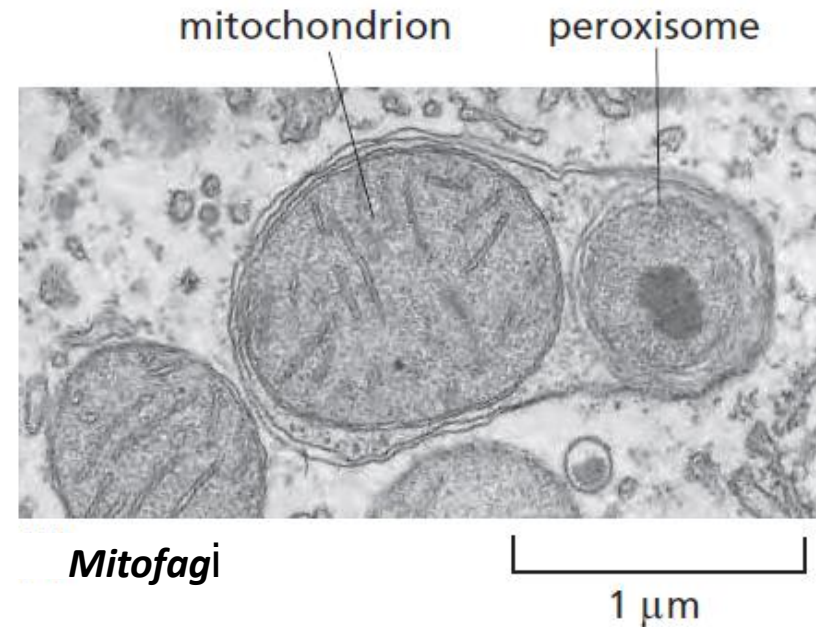


# Model Autofagi/ Autophagy

**Autofagi = “Memakan Diri Sendiri”**

**Tujuan:**

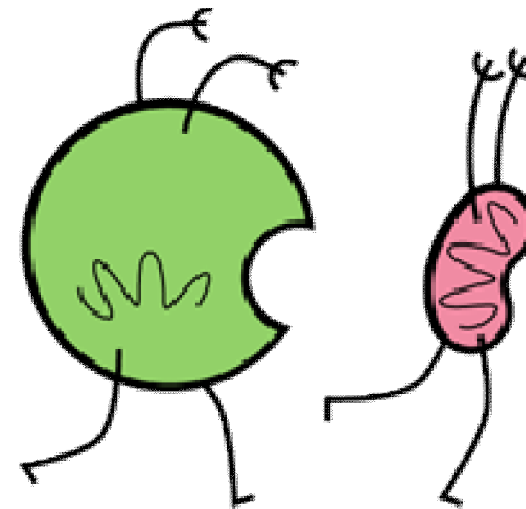
- Re-Struktur sel yang mengalami diferensiasi
- Respon adaptif terhadap stres seperti kelaparan dan infeksi



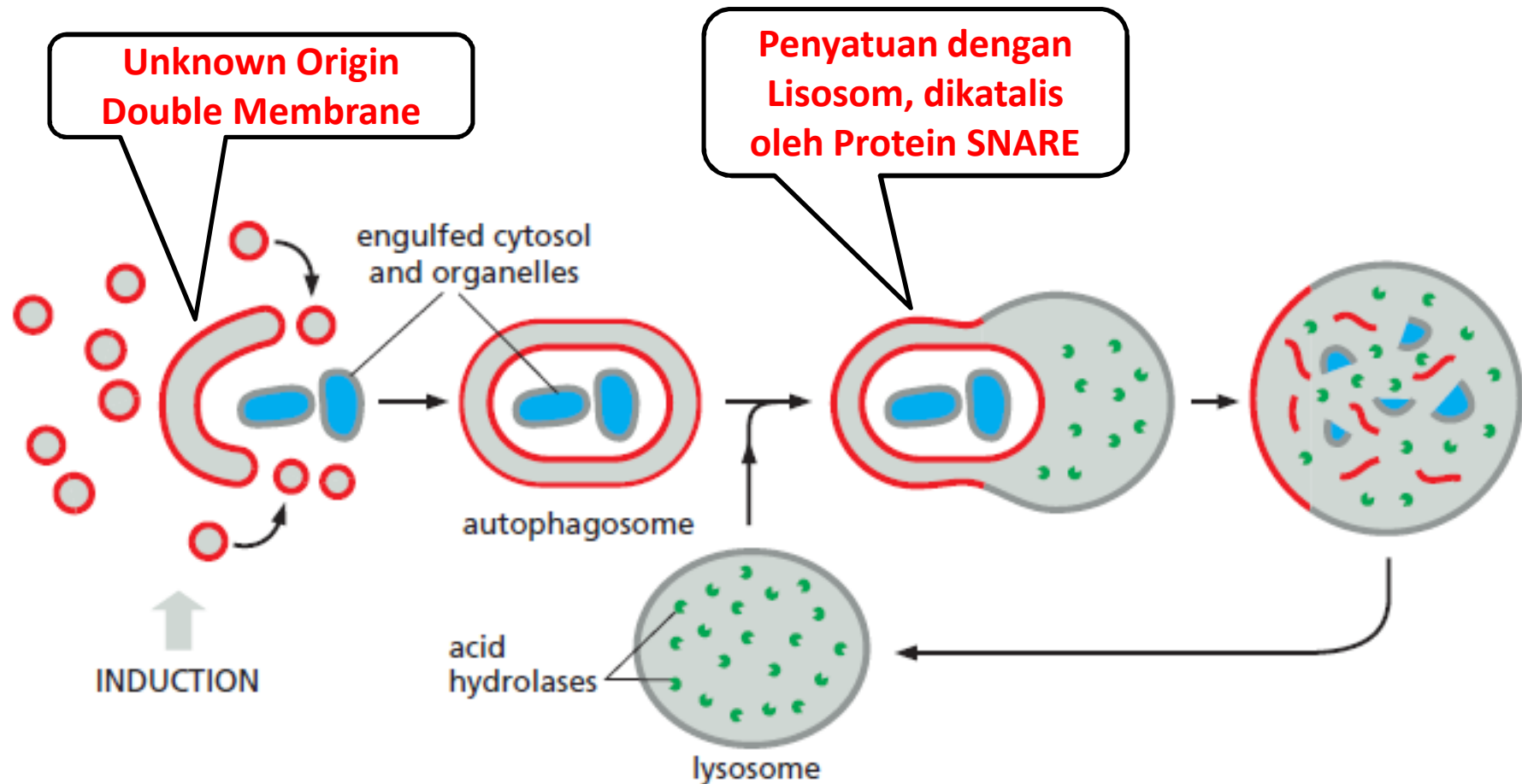
**Autofagi** dapat menghancurkan makromolekul, protein besar bahkan organel

**Cacat Autofagi** dapat mengakibatkan protein abnormal, neurodegenerasi dan kanker

**Nonselektif Autofagi** → pada saat kelaparan  
**Selektif Autofagi** → Degenerasi organel dan serangan bakteri

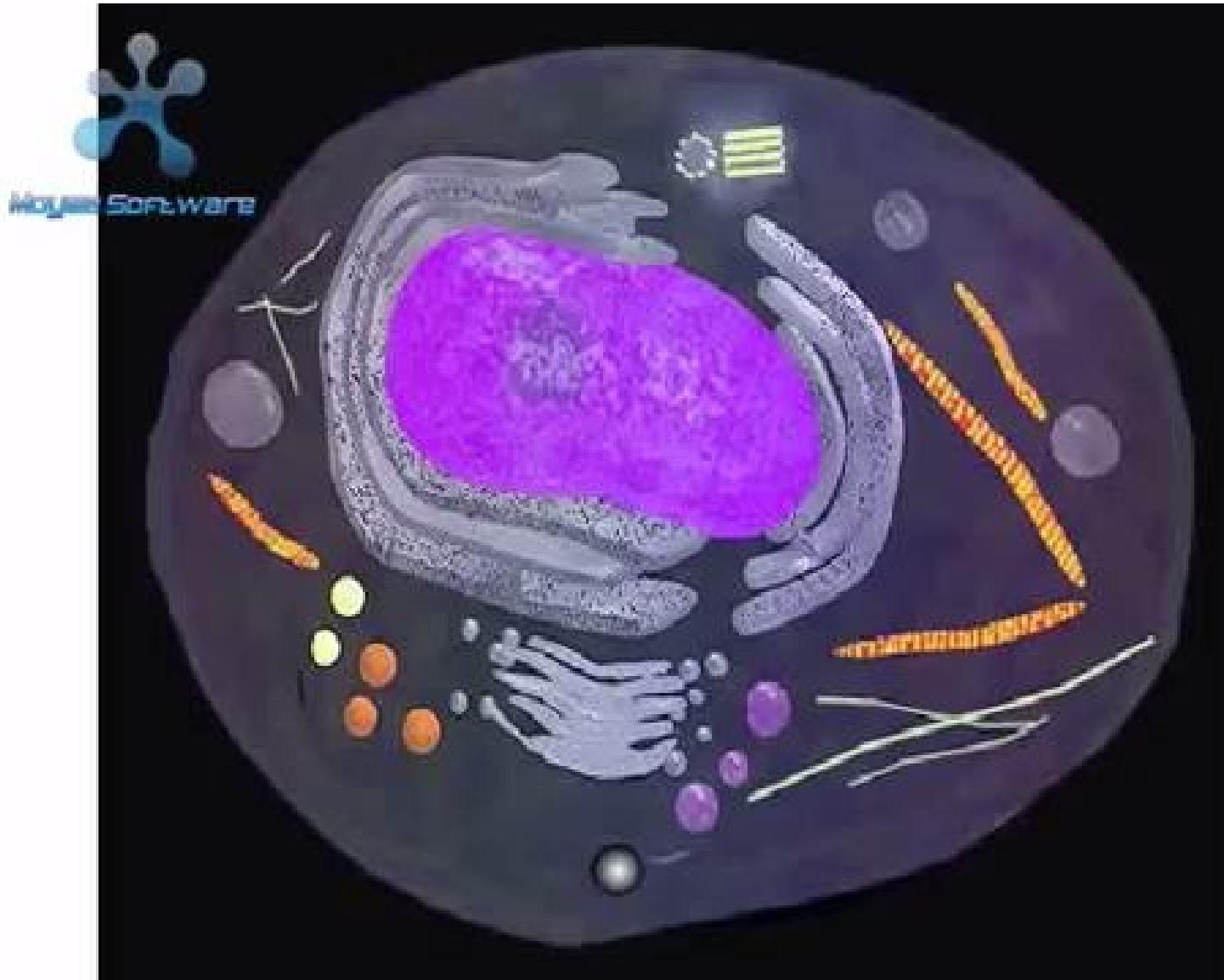


Induksi oleh aktivasi molekul sinyal: **Kinase** → Informasi estafet tentang status metabolik sel → **Aktif** → Sinyal ke mesin autophagi



Oleh protein transmembran **ATG9**

# Autofagi Di Sel Apa Ini....??



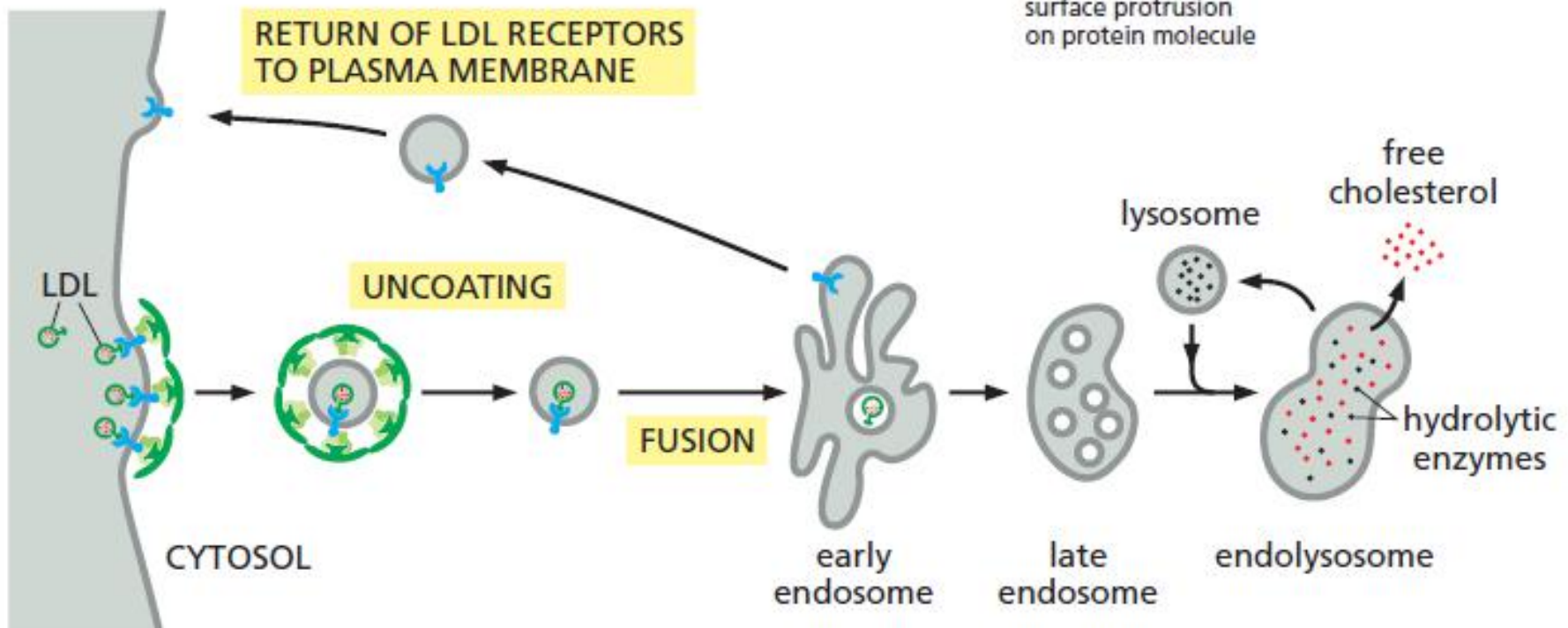
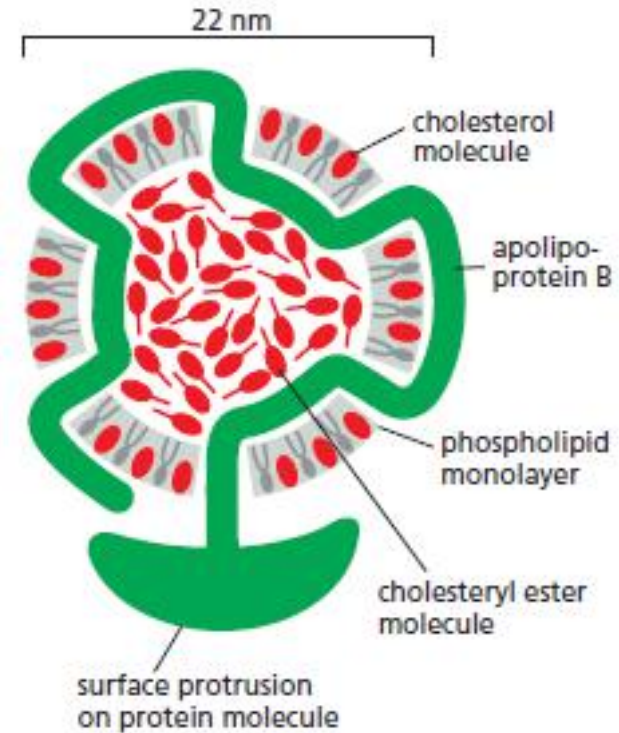
# **Autofagi Di Sel Apa Ini....??**

**Autophagy**

# The Receptor-Mediated Endocytosis of LDL

Kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*)/  
kolesterol jahat

*When a cell needs cholesterol for membrane synthesis, it makes transmembrane receptor proteins for LDL and inserts them into its plasma membrane*



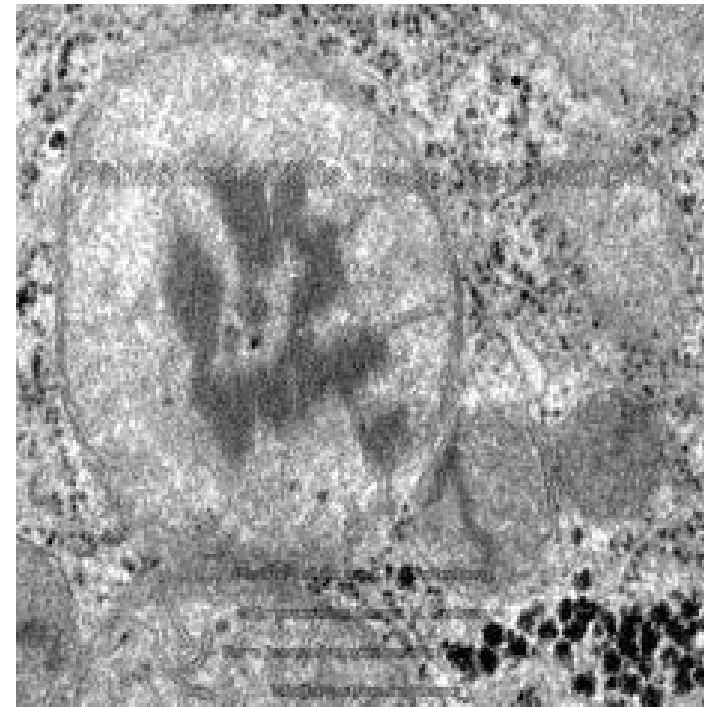
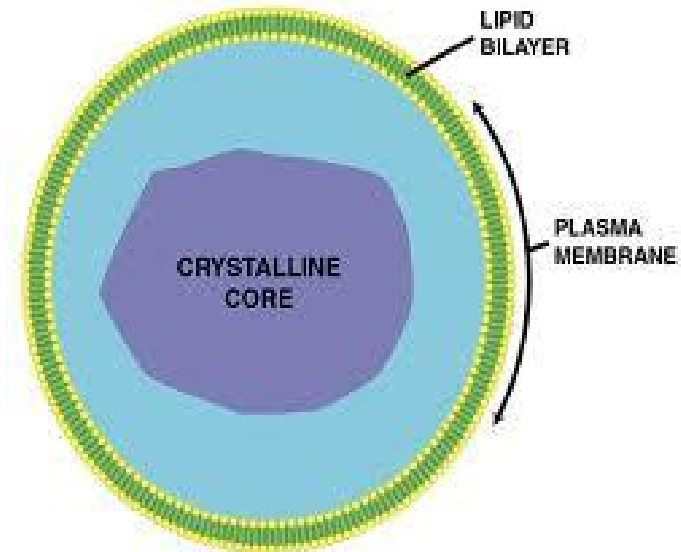
PERNAH TAHU  
CERITA INI...??





## BADAN MIKRO (*MICROBODY*)

- Ditemukan pada **1954** oleh Rhodin
- De Duve menamai badan mikro → **Peroksisom** → hubungan dgn Hidrogen Peroksida
- Breidenbach and Beevers → Tumbuhan → **Glioksisom** → Enzim Siklus Glioksilat
- **Struktur**: Bentuk bulat (*spherical*), diameter **0.2-1.5 micrometers**
- Berada di sitoplasma, hanya tampak jika menggunakan elektron mikroskop
- Single membran Phospholipid Bilayer → di dalamnya mengandung matrix intraceluler, termasuk enzim dan protein
- **Enzim** → untuk proses biokimia dalam sel ex perombakan lemak, as. Amino, alkohol



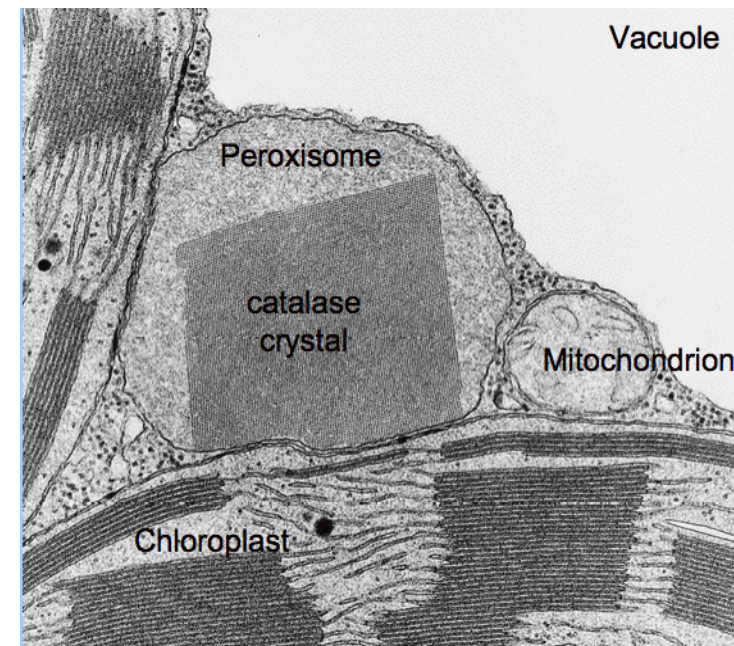
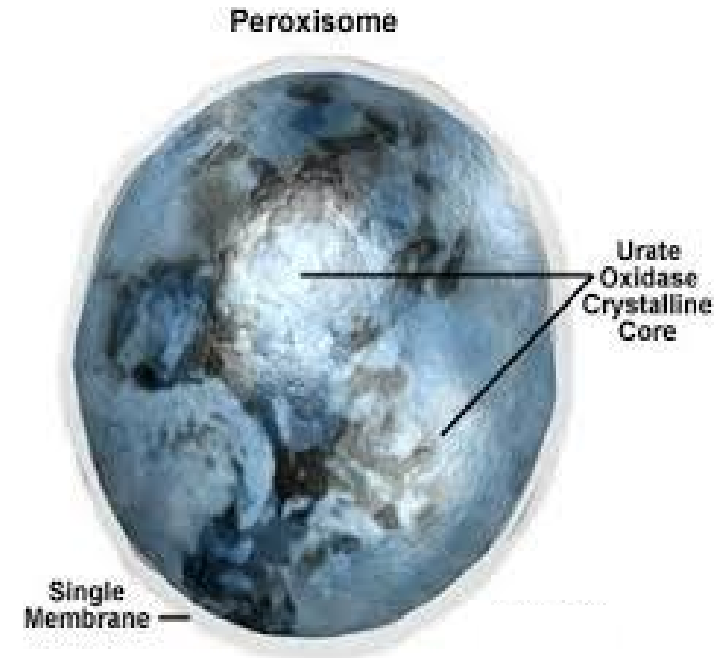
# PEROKSISOM

## STRUKUR

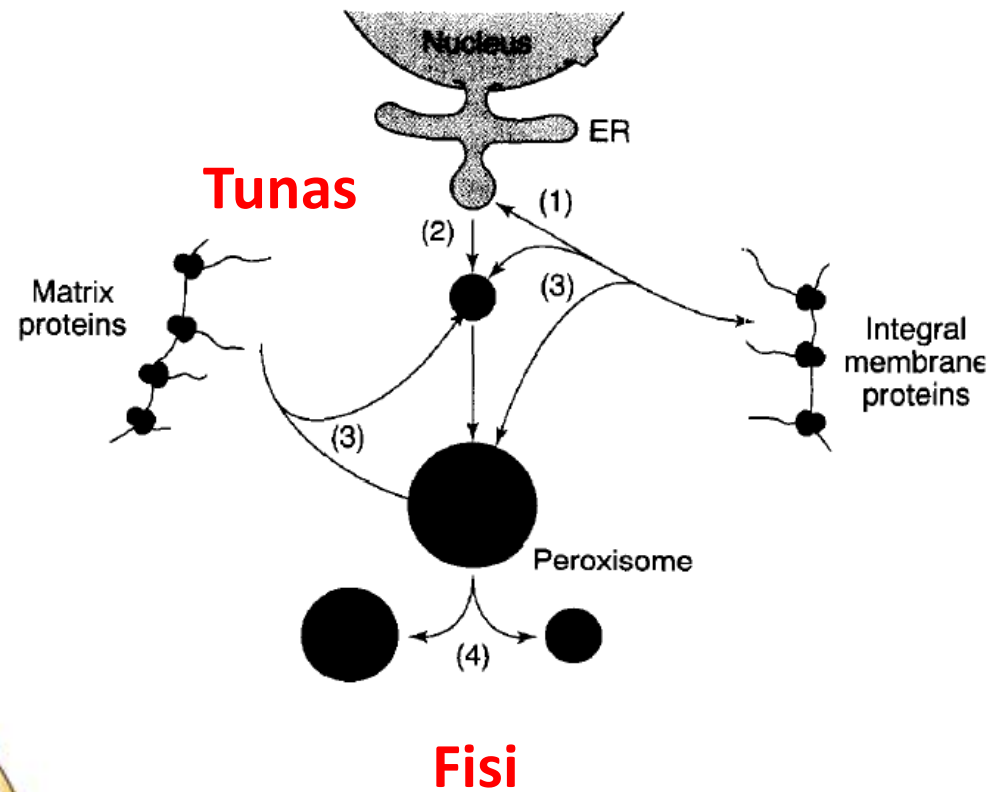
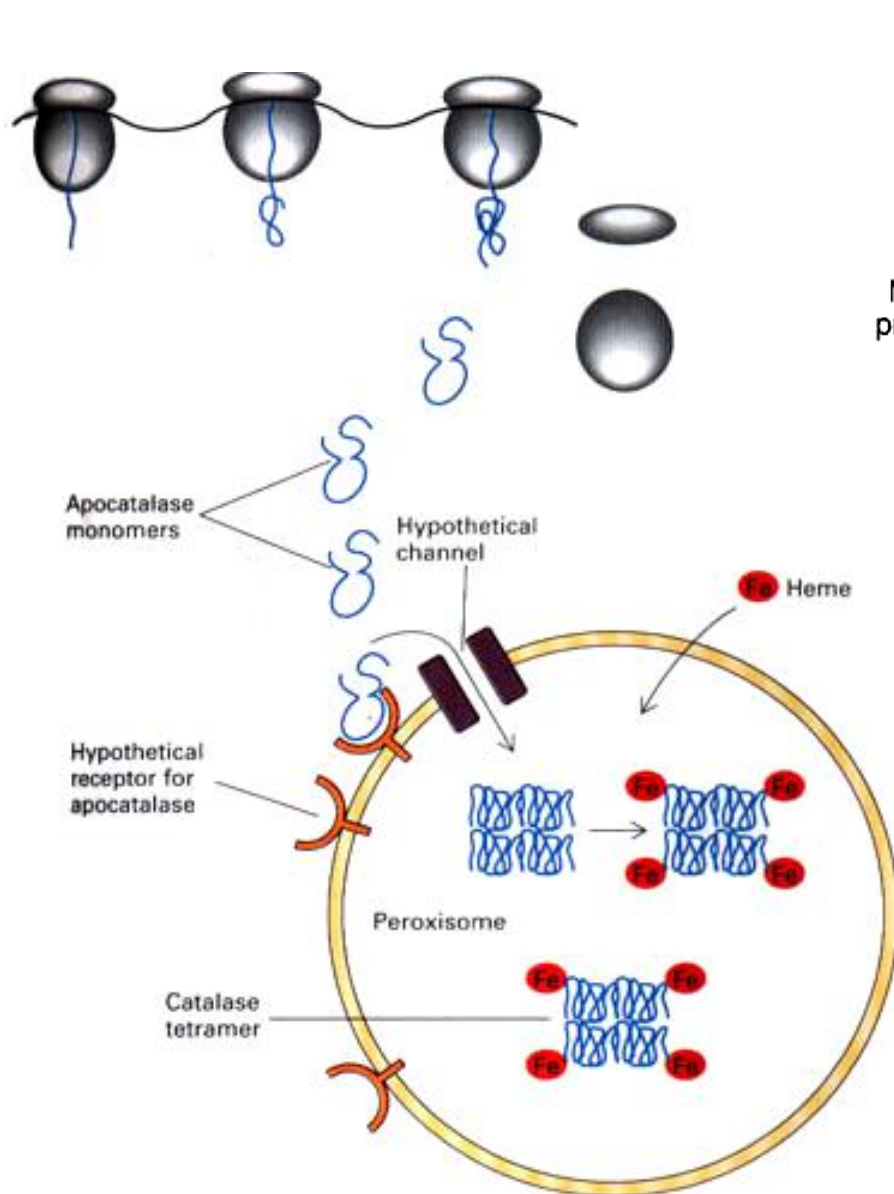
- *Single membrane*
- Diameter 0.1 to 1 $\mu$ m
- Mengandung Inti Kristalin Enzim Oksidatif (*Crystalline Core of Oxidative Enzymes*)
- Ada pada setiap eukariotik
- Mikroorganisme, Tumbuhan dan Hewan

## FUNGSI

- Sintesis dan Degradasi **Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**
- Oksidasi asam lemak rantai panjang (24 sampai 26 Karbon)
- Sintesis kolesterol dan asam empedu di liver
- Sintesis fosfolipid tertentu di neuron (sel saraf)



# BIOGENESIS PEROKSISOM



**Enzim Peroksisom:** Enzim Oksidatif  
seperti *D-amino Acid Oxidase*, *Ureate Oxidase*, dan *Catalase*

Di peroksisom terjadi reaksi oksidasi → membuang atom H dari substrat → transfer ke O<sub>2</sub> → menghasilkan Hidrogen Peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) :

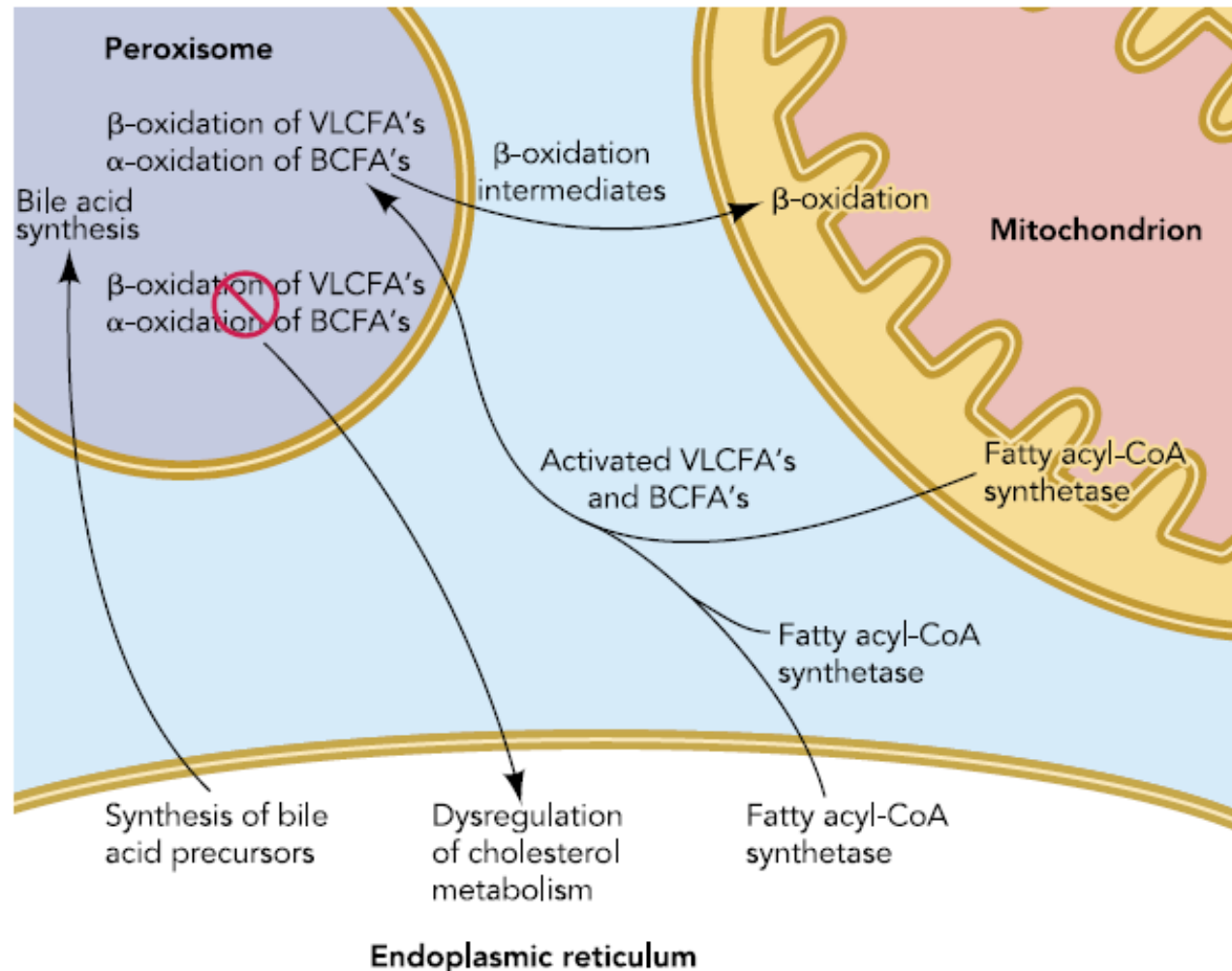


**Catalase / Katalase** mendegradasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan mengubah R ke substrat lain (R');  
ex: asam formik (*formic acid*), formaldehid (*formaldehyde*), alkohol) → Reaksi Peroksidasi  $H_2O_2 + R'H_2 \rightarrow R' + 2H_2O$

Ex: **Sel Liver dan Ginjal** , Peroksisom → mendetoksifikasi molekul berbahaya yg masuk ke aliran darah → 25% ethanol yg kita minum dioksidasi menjadi *acetaldehyde* dgn reaksi tsb

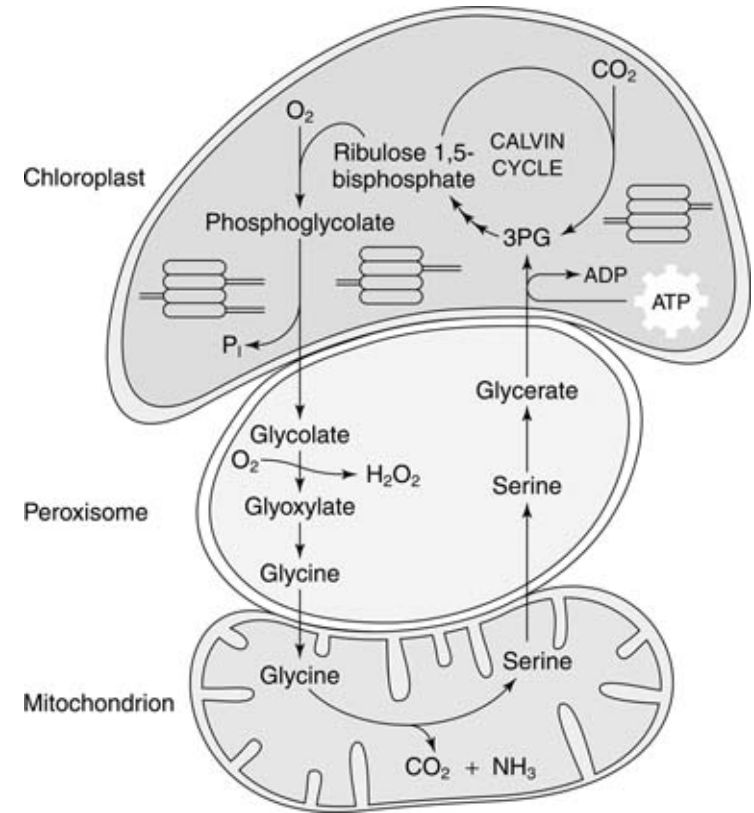
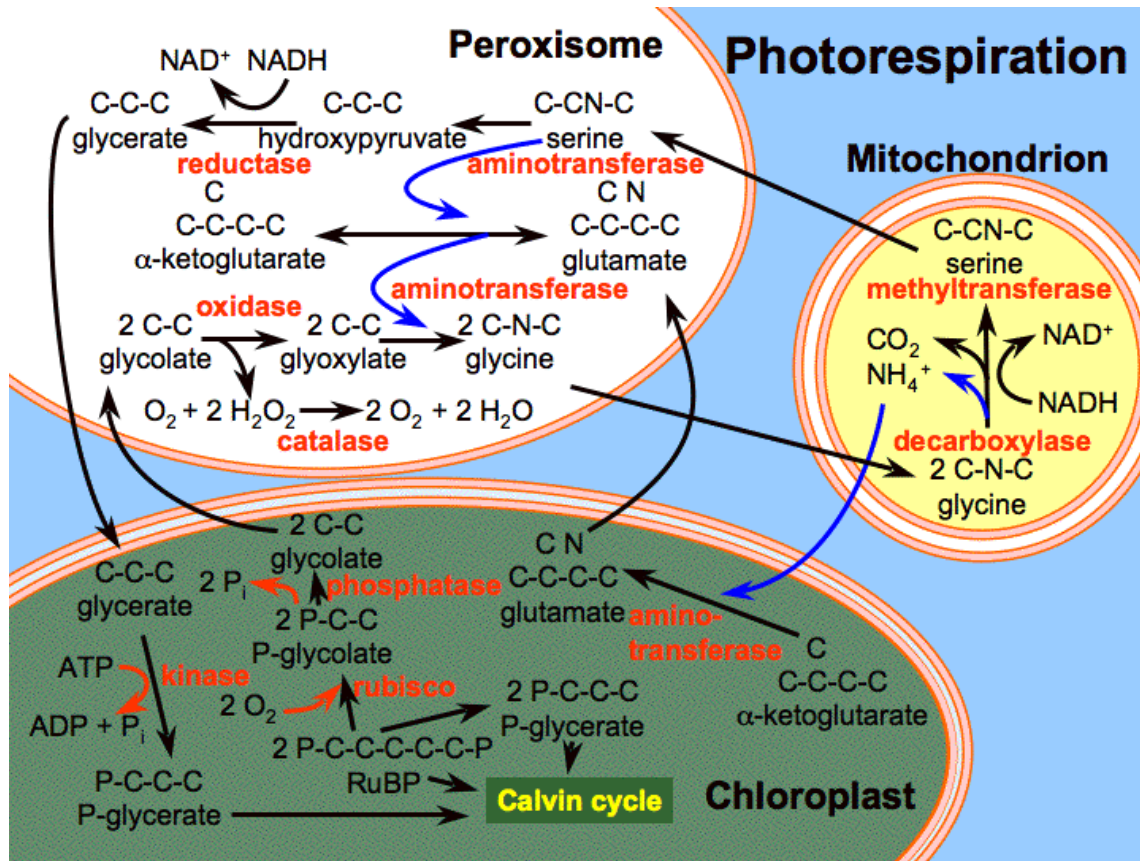
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> terakumulasi di dalam sel, Catalase akan menkonvert menjadi H<sub>2</sub>O melalui reaksi:  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

Peroksisom menggunakan O<sub>2</sub> untuk menghancurkan (*break down*) **asam lemak** → molekul kecil (**asetil CoA**) → ditransport ke mitokondria → untuk bahan bakar respirasi seluler → disebut ***β oxidation***



**Sel mamalia** =  $\beta$  oxidation terjadi di peroksisom dan mitokondria  
**Sel tumbuhan dan yeast** =  $\beta$  oxidation khusus di peroksisom

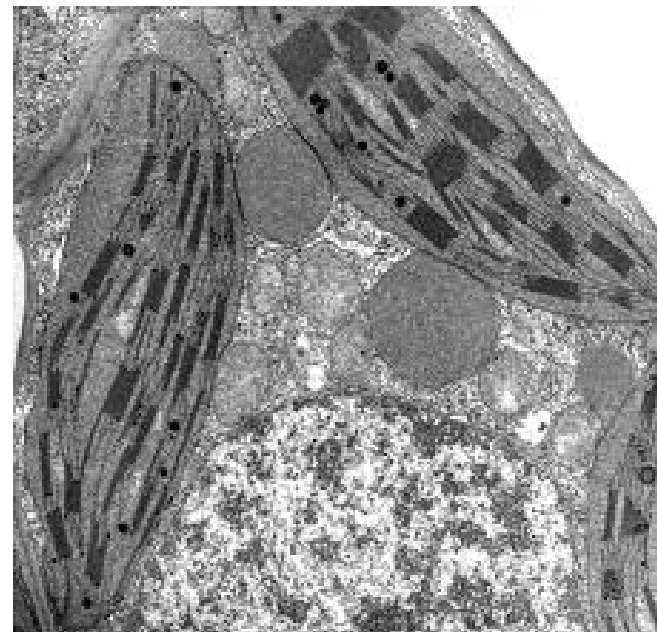
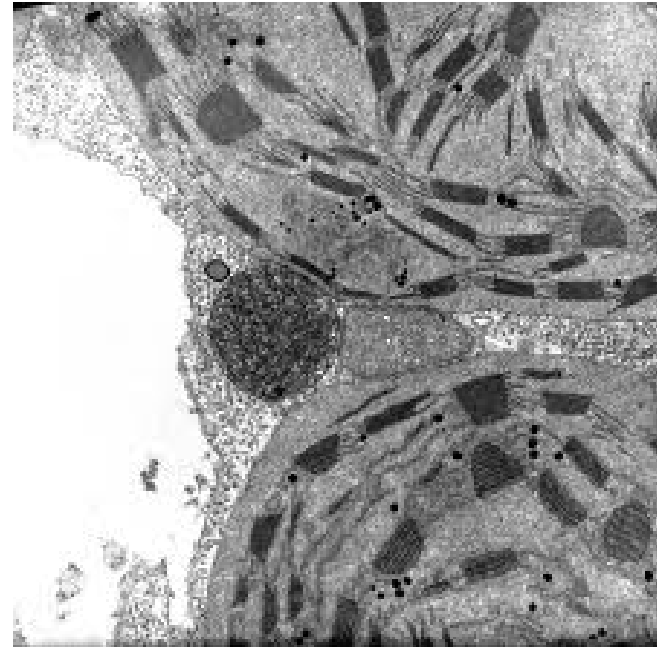
Apa bedanya dengan ***α oxidation***...?? Silahkan dicari

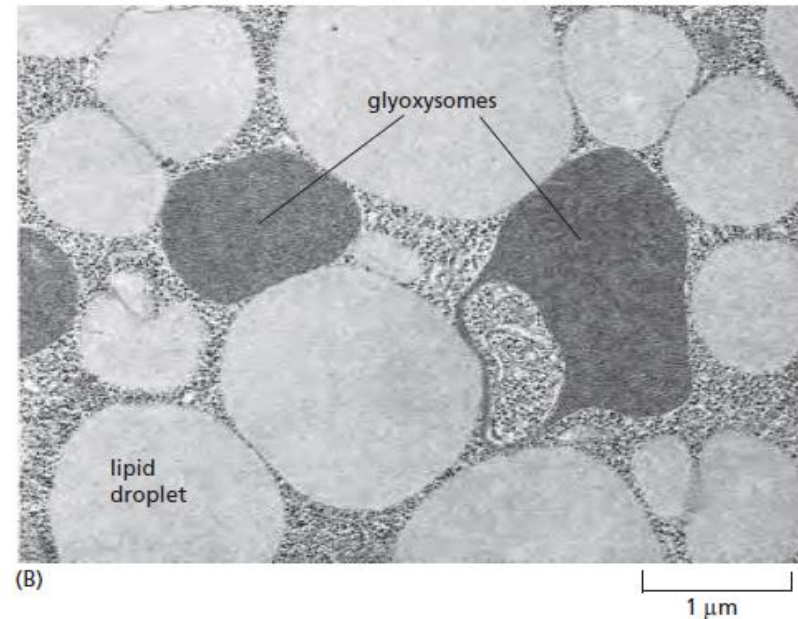
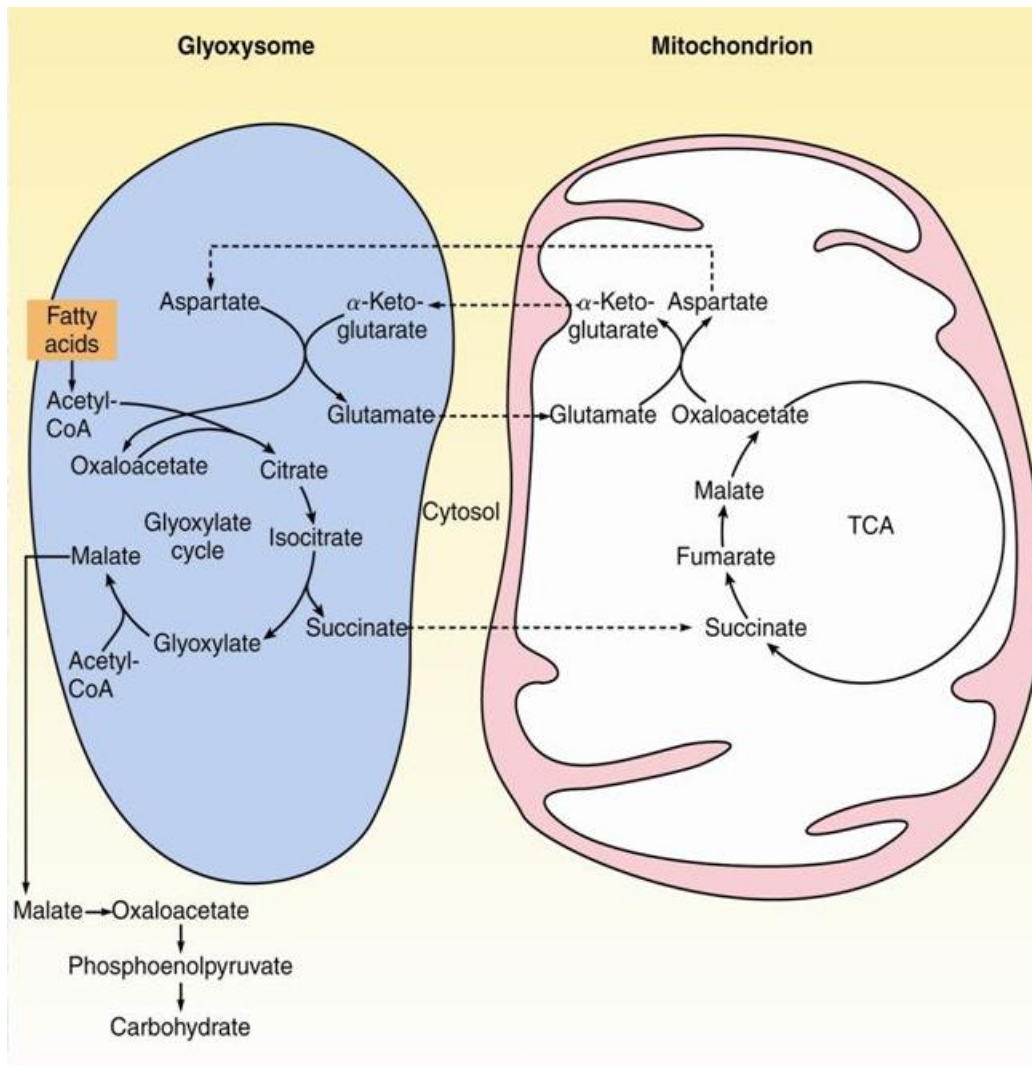


Peroxisomes  $\rightarrow$  juga terdapat di sel-sel daun  $\rightarrow$  berperan dalam proses **Photorespirasi**

# GLIOKSISOM

- Glioksisom merupakan tipe peroksisom
- Terdapat pada biji yg berkecambah
- Asam lemak biji yg tersimpan → diubah menjadi gula (karbohidrat) → untuk pertumbuhan tanaman muda
- Perubahan tsb diikuti berbagai reaksi → disebut **Siklus Glioksilate** (*Glyoxylate Cycle*)
- Siklus Glioksilate → dua molekul **acetyl CoA** dibuat dari *breakdown* asam lemak → **asam suksinat (succinic acid)** → meninggalkan glioksisom → diubah menjadi **glukosa** di sitosol
- Siklus Glioksilate tidak terjadi pada sel hewan
- Sel hewan tidak bisa mengubah asam lemak menjadi karbohidrat

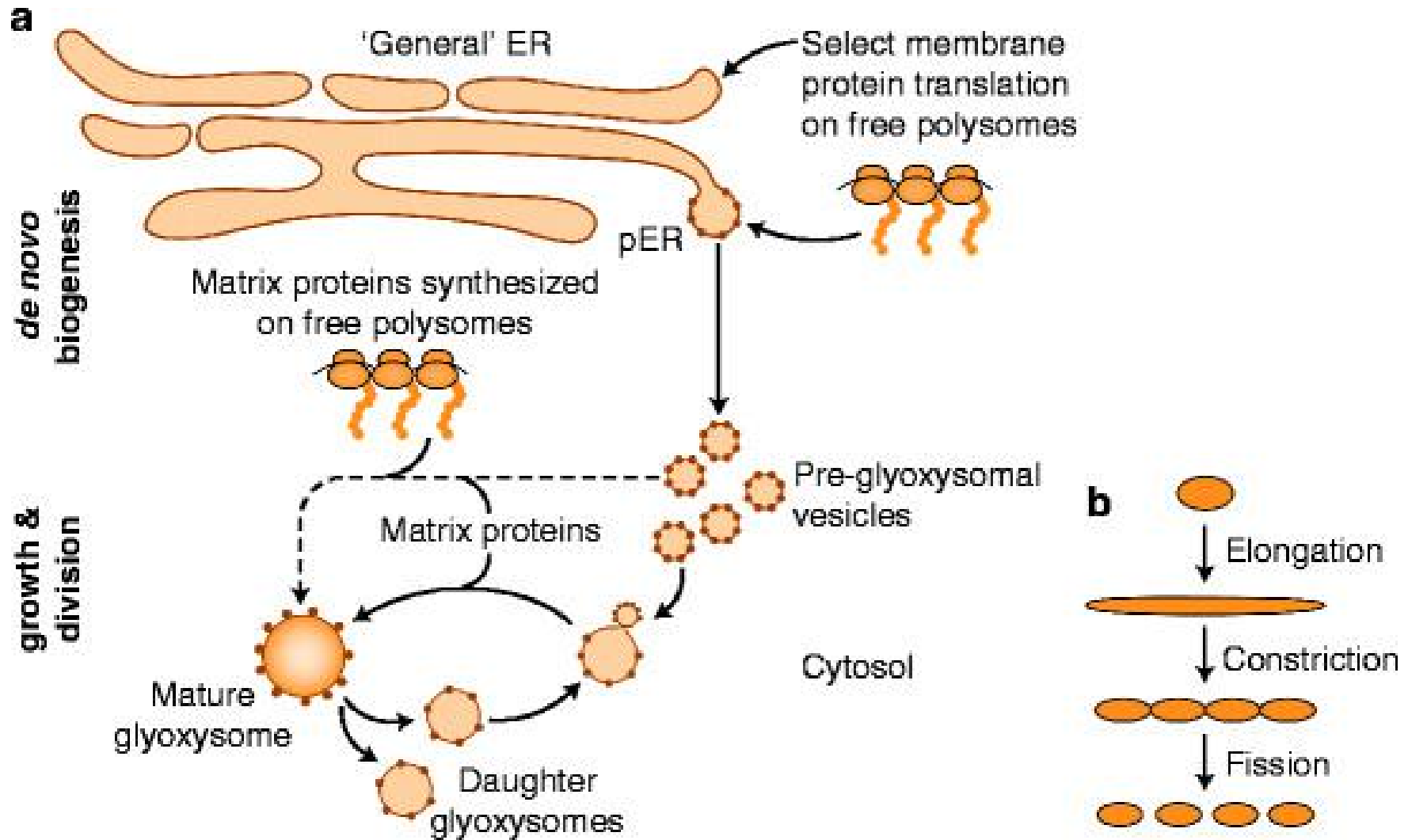




Glioksisom membutuhkan 3 enzim untuk menjalankan Siklus glioksilat → ***Succinate Dehydrogenase, Fumarase, Malate Dehydrogenase*** → “Dipinjam” dr mitokondria → dgn cara **Suksinar & Glutamat** ke Mitokondria; **αKetoglutamat & Aspartat** ke Glioksisom



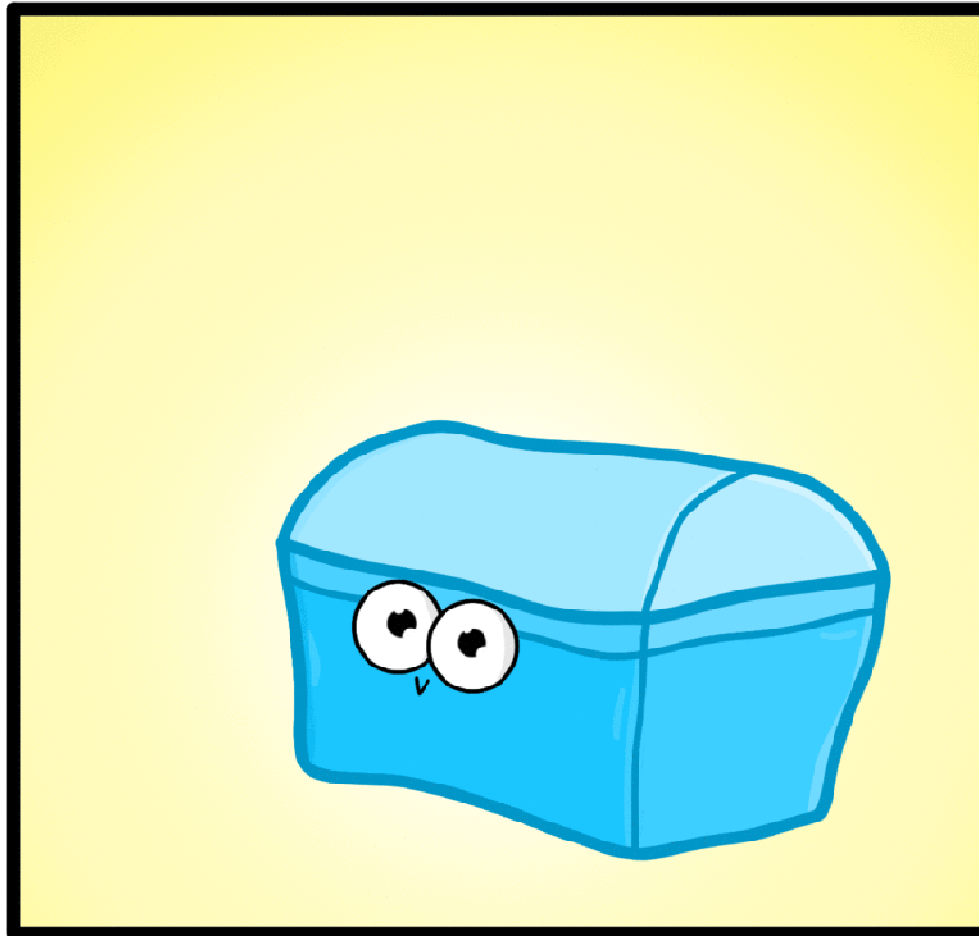
# BIOGENESIS GLIOKSISOM



Amoeba Sisters

# Vacuole

#AmoebaGIFs



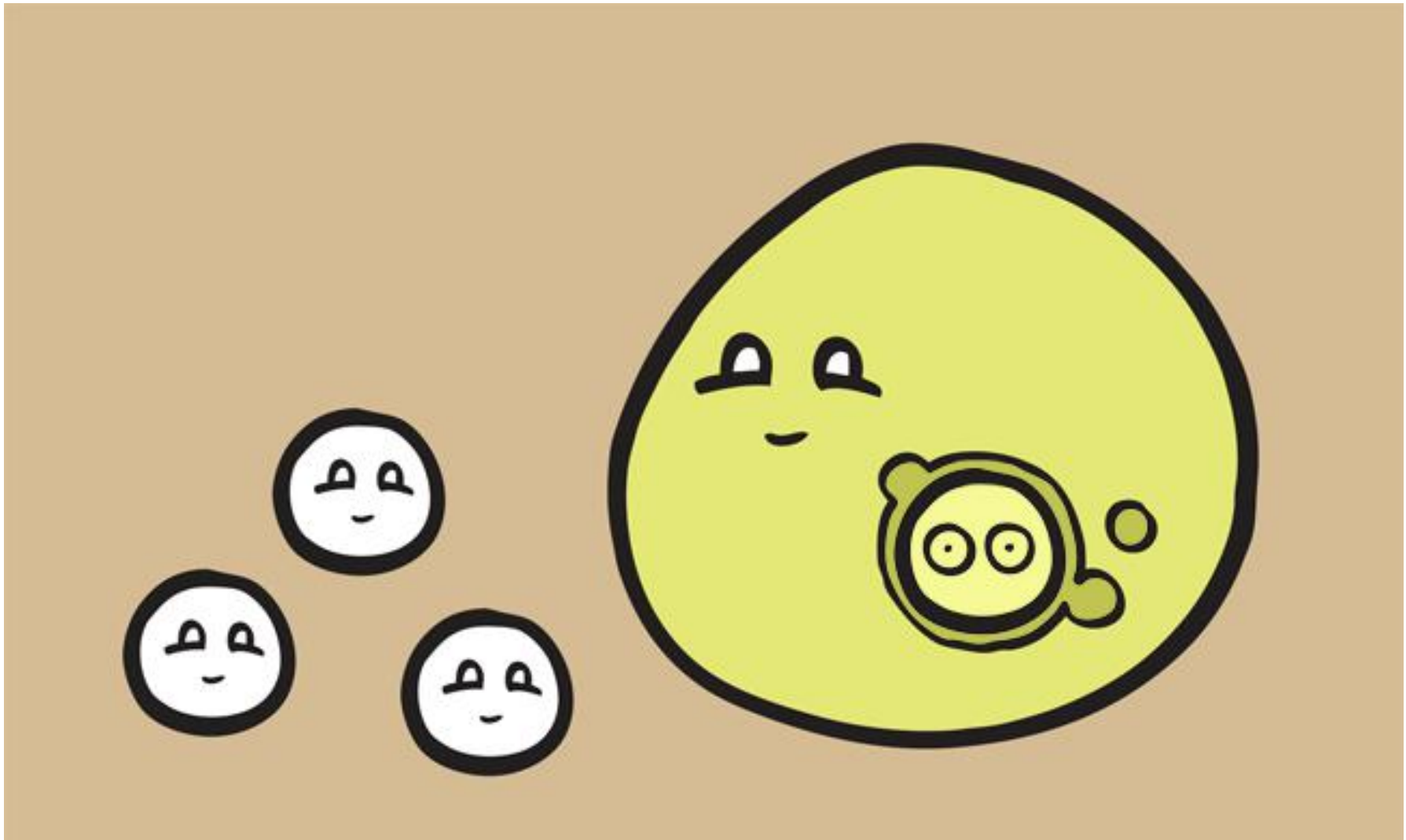
Kakak2 tolong  
cari aku  
ya.....

**Storage containers of the cell**



# Soft Skill

**“Lisosom menghancurkan makromolekul, organel yang rusak demi keberlangsungan sel; Manusia juga seharusnya menghancurkan EGOnya untuk keberlangsungan kehidupannya, jangan menjadi orang yg EGOIS :D ”**



**THANKS SO MUCH**