

# KARBOHIDRAT

Oleh: Suyatno, Ir. MKes.

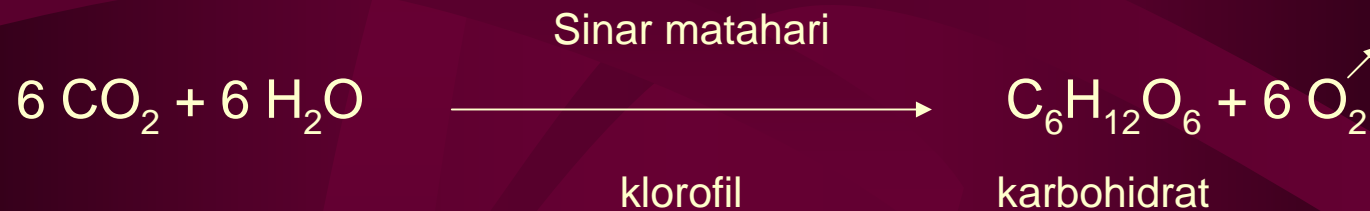
<http://suyatno.blog.undip.ac.id>.

e-mail: [suyatno@undip.ac.id](mailto:suyatno@undip.ac.id)

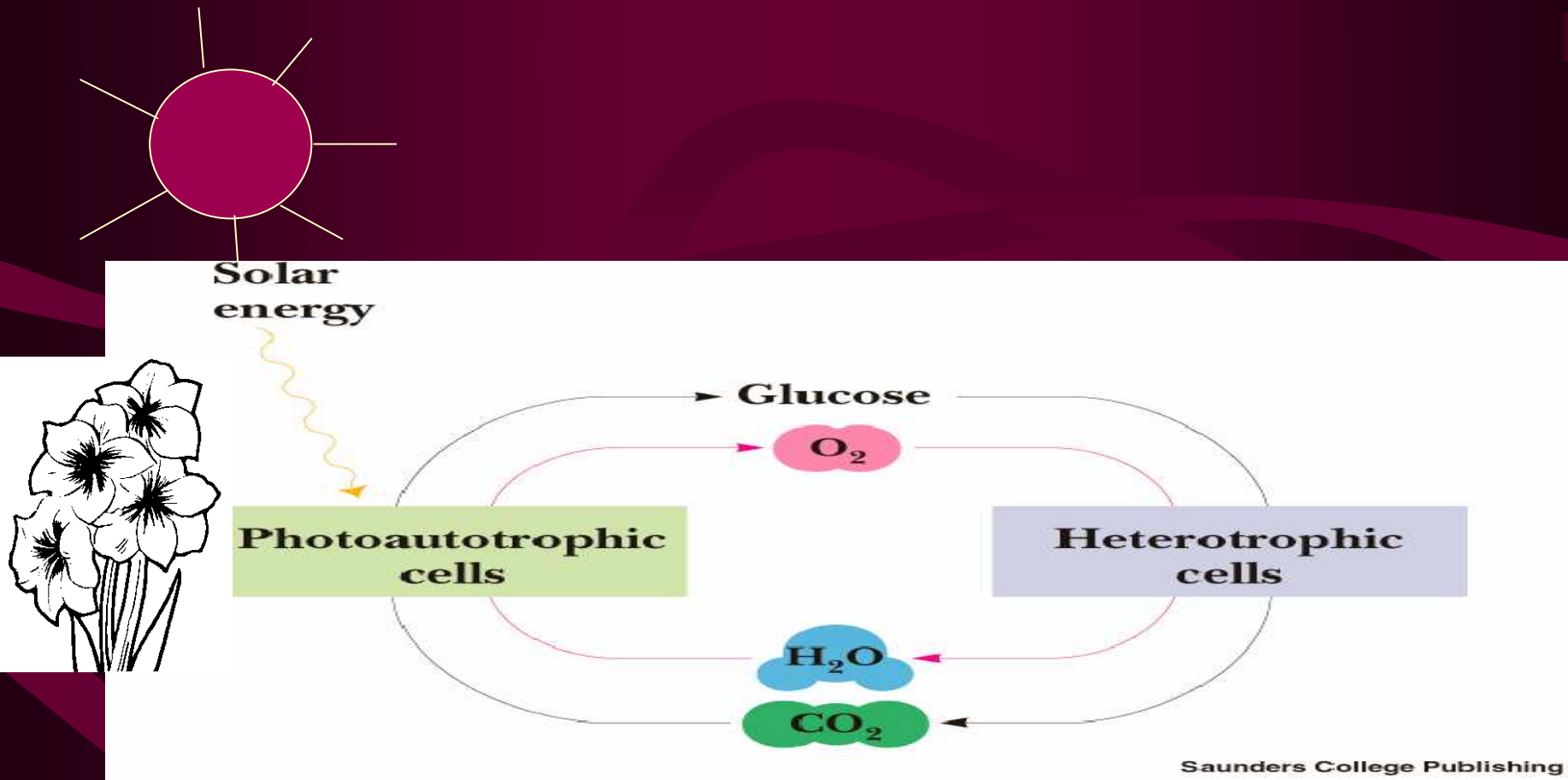
Bagian Gizi - Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Diponegoro  
Semarang

# Pendahuluan

- KH adalah sumber energi utama manusia dan hewan
- Semua karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan
- Melalui proses fotosintesis,



# Photosynthesis: Sun's energy becomes part of glucose molecule





120 grams of glucose / day = 480 calories

# Fungsi

1. Penyedia energi utama bagi tubuh.
2. Membantu fungsi protein tubuh, jika diet kurang energi maka protein akan dikonversi menjadi energi atau diistilahkan sebagai gluconeogenesis.
3. Memungkinkan terjadinya metabolisme lemak yang normal.
4. Glukosa berperan dalam memelihara jaringan syaraf dan penyuplai energi otak.
5. Laktosa bermanfaat dalam menumbuhkan bakteri menguntungkan dalam usus yang dapat mensintesis vitamin B kompleks dan K.
6. Karbohidrat (Ribosa) bersama-sama nucleat acids merupakan pembentuk DNA dan RNA yang merupakan unsur hereditas.
7. Menyiapkan cadangan energi siap pakai sewaktu-waktu diperlukan, dalam bentuk glikogen
8. Mengatur gerak peristaltik usus, terutama usus besar.

## Susunan Kimia

- Terdiri atas unsur-unsur C, H, dan O
- Perbandingan H dan O pada umumnya adalah 2 : 1
- Dalam bentuk sederhana, formula umum karbohidrat adalah  $C_nH_{2n}O_n$

# Klasifikasi

## *Karbohidrat sederhana :*

1. Monosakarida yang terdiri dari jumlah atom C yang sama dengan molekul air, yaitu  $\{C_6(H_2O)_6\}$  dan  $\{C_5(H_2O)_5\}$
2. Disakarida yang terdiri dari ikatan 2 monosakarida, untuk tiap 12 atom C ada 11 molekul air  $\{C_{12}(H_2O)_{11}\}$

## *Karbohidrat kompleks :*

1. Polisakarida yang terdiri atas lebih dari dua ikatan monosakarida
2. Serat (dinamakan juga polisakarida non pati)

# Type karbohidrat, sumber dan produksi akhir dalam pencernaan

## Jenis Karbohidrat

## Sumber

## Hasil Akhir dalam Pencernaan

### A. Monosakarida

#### 1. Heksosa:

- a. Glukosa
- Sorbitol
- b. Fruktosa
- c. Galaktosa
- d. Mannosa
- Mannitol

buah, sirup, madu  
buah, sayur, sintetik  
buah, madu  
-  
-  
nenas, asparagus, sintetik

- . Glukosa
- . Fruktosa
- . Galaktosa
- . Mannosa

#### 2. Pentosa:

- a. Ribosa
- b. Xylosa
- Xylitol
- c. Arabinosa

-  
-  
buah, sayur, serialia, sintetik  
-

- . Ribosa
- . Xylosa
- . Arabinosa



## Jenis Karbohidrat

## Sumber

## Hasil Akhir dalam Pencernaan

### B. Disakarida & Oligosakarida

1. Sukrosa

gula bit/tebu, molase,  
siwalan

. Glukosa +  
Fruktosa

2. Laktosa

susu dan produk dari susu

. Glukosa +  
Galaktosa

3. Maltosa

Malt product

. Glukosa +  
Glukosa

4. Lactulosa produk sintetik

. Tidak  
dimetabolisme

## Jenis Karbohidrat

## Sumber

## Hasil Akhir dalam Pencernaan

### C. Polisakarida

#### 1. Indigestible:

- a. Cellulose batang/daun sayuran
- b. Hemicellulose pembungkus biji
- c. Pektin buah-buahan
- d. Gum dan Mucilages plant secretions/seeds
- e. Algal Substances seaweeds & algae

#### 2. Partially Digestible:

- a. Inulin jurusalem artichokes . Fruktose
- b. Galactogen snails . galaktosa
- c. Mannosan legume . Mannosa
- d. Raffinosa sugar beets, kidney beans . Glukosa + Fruktosa+ Galaktosa
- e. Stachyosa beans . Pentosa
- f. Pentosans fruits and gums . Pentosa

#### 3. Digestible:

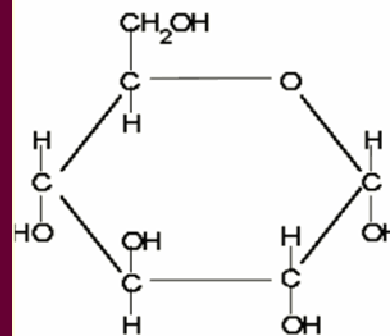
- a. Starch/Pati & Dextrins ubi, legume, serealialia . Glukosa
- b. Glicogen produk daging dan seafood . Glukosa

# Gula Sederhana

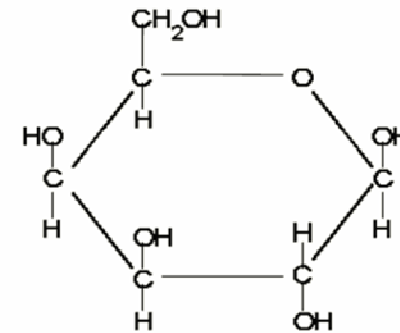
## Monosakarida

- Dikenal sebagai heksosa, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon.
- Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

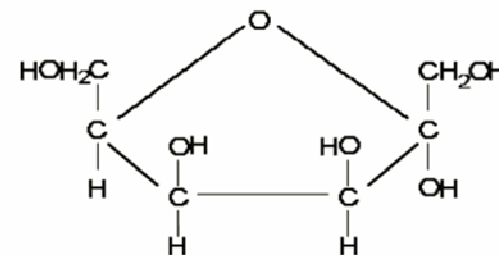
### Structures of Common Monosaccharides



Glucose



Galactose



Fructose

## ***Glukosa***

- Dinamakan dekstrosa atau gula anggur
- Merupakan hasil akhir pencernaan polisakarida dan disakarida.
- Merupakan bentuk karbohidrat yang beredar di dalam tubuh dan di dalam sel merupakan energi.
- Dalam keadaan normal, sistem saraf pusat hanya dapat menggunakan glukosa sebagai sumber energi.
- Dalam bentuk bebas hanya terdapat dalam jumlah terbatas dalam bahan makanan.
- Dapat dimanfaatkan untuk diet tinggi energi.
- Tingkat kemanisan glukosa hanya separuh dari sukrosa.

## ***Fruktosa***

- Dinamakan juga levulosa atau gula buah
- Gula paling manis.
- Terutama terdapat dalam madu bersama glukosa, dalam buah, dan juga dalam sayur.
- Sepertiga dari gula madu terdiri atas fruktosa.
- Dapat diolah dari pati dan digunakan secara komersial sebagai pemanis.
- Minuman ringan banyak menggunakan sirup jagung tinggi fruktosa sebagai bahan pemanis.
- Di dalam tubuh, fruktosa merupakan hasil pencernaan sakarosa.

## ***Galaktosa***

- Tidak terdapat bebas di alam seperti halnya glukosa dan fruktosa
- Terdapat dalam tubuh sebagai hasil pencernaan laktosa.

## **Disakarida**

### ***Sukrosa/sakarosa***

- Dinamakan juga gula tebu atau gula bit.
- Gula pasir 99% terdiri dari sukrosa
- Sukrosa juga terdapat dalam buah, sayuran, dan madu.
- Bila dicernakan atau dihidrolisis, sukrosa pecah menjadi satu unit glukosa dan satu unit fruktosa.

## ***Maltosa (gula malt)***

- Tidak terdapat bebas di alam.
- Terbentuk pada setiap pemecahan pati, seperti yang terjadi pada tumbuh-tumbuhan bila benih atau biji berkecambah dan di dalam usus manusia pada pencernaan pati.
- Dalam proses berkecambah, pati yang terdapat dalam padi-padian pecah menjadi maltosa, untuk kemudian diuraikan menjadi unit-unit glukosa tunggal sebagai makanan bagi benih yang sedang tumbuh.
- Bila dihidrolisis, maltosa pecah menjadi dua unit glukosa.

## *Laktosa (gula susu)*

- Hanya terdapat dalam susu dan terdiri atas satu unit glukosa dan satu unit galaktosa.
- Banyak orang tidak tahan terhadap susu sapi, karena kekurangan enzim laktase
- Kekurangan laktase menyebabkan tidak tahan terhadap laktosa.
- Laktosa yang tidak dicerna tidak dapat diserap dan tetap tinggal dalam saluran pencernaan yang menyebabkan gejala kembung, kejang perut, dan diare.



# Complex carbohydrates

## Polisakarida

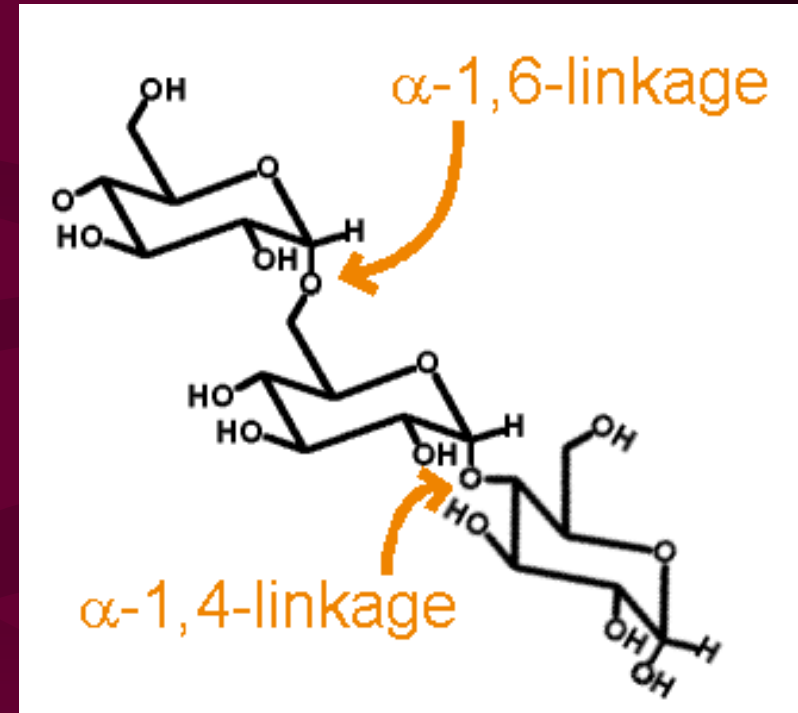
Mengandung sampai tiga ribu unit gula sederhana

### a. Pati

- Merupakan karbohidrat utama yang dimakan manusia
- Terutama terdapat dalam padi-padian, biji-bijian, dan umbi-umbian.
- Proses pemasakan pati di samping menyebabkan pembentukan gel juga akan melunakkan dan memecah sel, sehingga memudahkan pencernaannya.
- Dalam proses pencernaan semua bentuk pati dihidrolisis menjadi glukosa. Pada tahap pertengahan dihasilkan dekstrin dan maltosa.

# Starch (Pati)

- Major storage carbohydrate in higher plants
- Amylose – long straight glucose chains ( $\alpha$ 1-4)
- Amylopectin – branched every 24-30 glucose residues ( $\alpha$  1-6)
- Provides 80% of dietary calories in humans worldwide



## b. Dekstrin

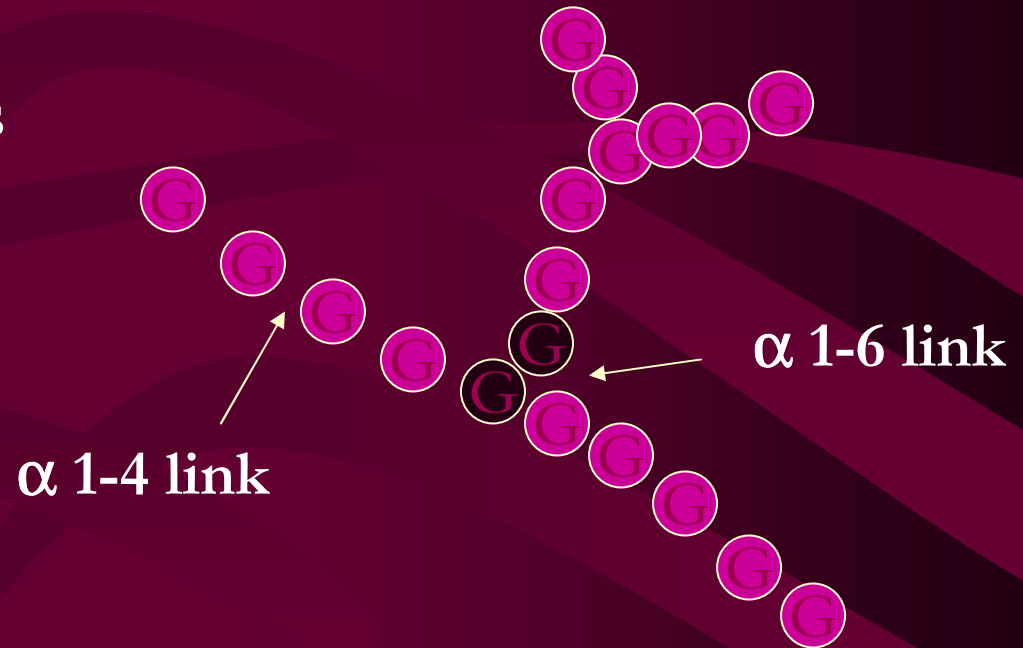
- Dekstrin merupakan produk antara pada pencernaan pati atau dibentuk melalui hidrolisis parsial pati.
- Dekstrin merupakan sumber utama karbohidrat dalam makanan lewat pipa (tube feeding). Cairan glukosa dalam hal ini merupakan campuran dekstrin, maltosa, glukosa dan air.
- Pati yang dipanaskan secara kering (dibakar) seperti halnya pada proses membakar roti akan menghasilkan dekstrin.

### c. Glikogen

- Merupakan bentuk simpanan karbohidrat di dalam tubuh manusia dan hewan, yang terutama terdapat di dalam hati dan otot.
- Tubuh mempunyai kapasitas terbatas untuk menyimpan glikogen, yaitu hanya 350 gram.
- Dua pertiga bagian glikogen disimpan dalam otot dan selebihnya dalam hati.
- Glikogen dalam otot hanya dapat digunakan untuk keperluan energi di dalam otot tersebut, sedangkan glikogen dalam hati dapat digunakan sebagai sumber energi untuk keperluan semua sel tubuh.
- Kelebihan glukosa melampaui kemampuan menyimpannya dalam bentuk glikogen akan diubah menjadi lemak dan disimpan dalam jaringan lemak.

# Glycogen

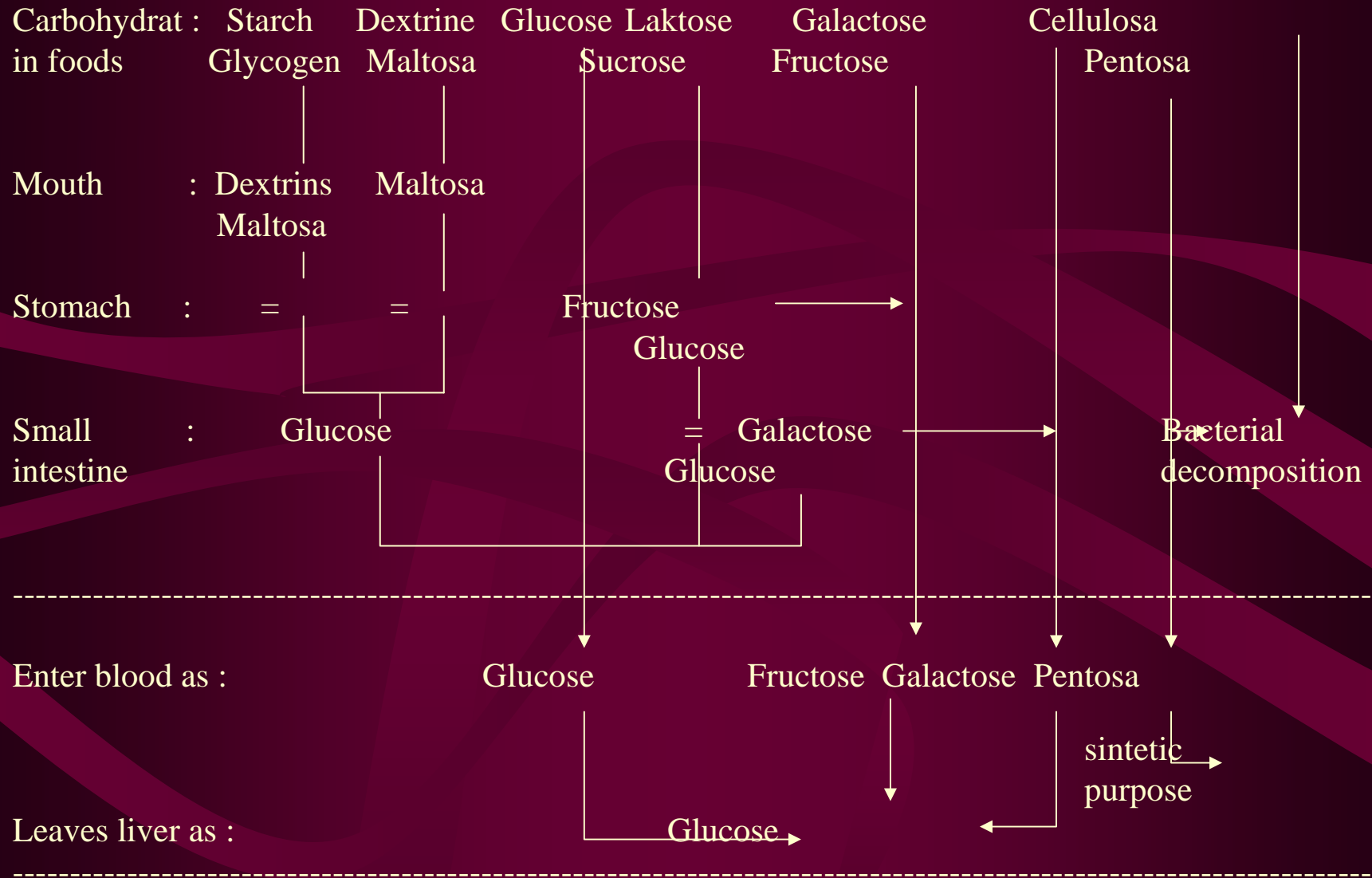
- Major storage carbohydrate in animals
- Long straight glucose chains ( $\alpha$ 1-4)
- Branched every 4-8 glc residues ( $\alpha$  1-6)
- More branched than starch
- Less osmotic pressure
- Easily mobilized



## Polisakarida non pati/Serat

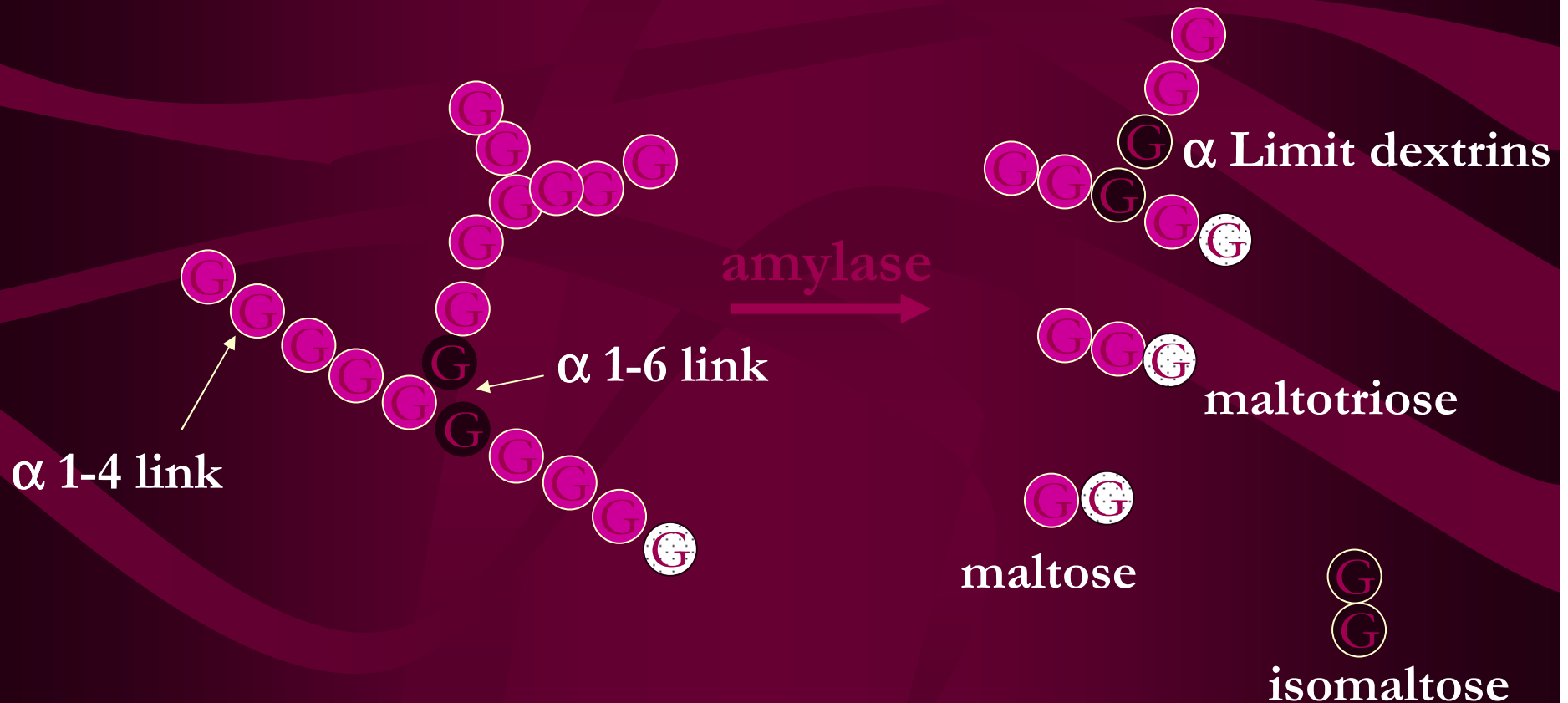
- Dua golongan serat : tidak dapat larut dan dapat larut dalam air.
- Tidak larut dalam air : selulosa, hemiselulosa, dan lignin (merupakan kerangka struktural semua tumbuh-tumbuhan).
- Larut dalam air : pektin, gum, mukilase, glukukan, dan alga.
- Selulosa merupakan bagian utama dinding sel tumbuh-tumbuhan yg tidak dapat dicernakan oleh enzim pencernaan manusia.
- Selulosa melunakkan dan memberi bentuk pada feses karena mampu menyerap air, sehingga membantu gerakan peristaltik usus
- Hemiselulosa merupakan bagian utama serat sereal
- Lignin merupakan bagian keras dari tumbuhan (terdapat di dalam tangkai sayuran, bagian inti di dalam wortel dan biji jambu biji).

# Pencernaan



# Proses Pencernaan (Digestion)

- Sebelum Lambung (Pre-stomach)
  - Dimulut: peran Salivary amylase :  $\alpha$  1-4 endoglycosidase





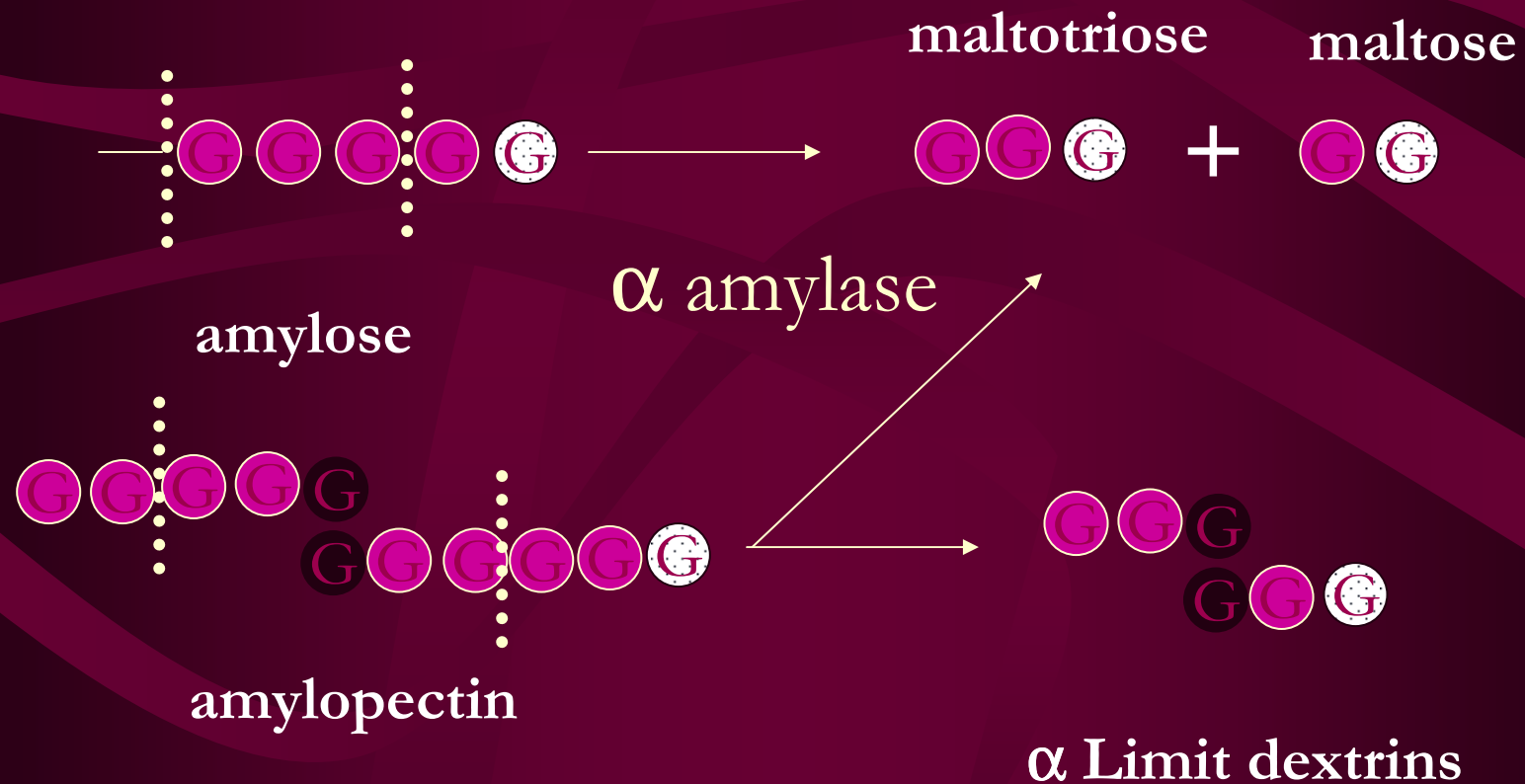
# Lambung (Stomach)

- Not much carbohydrate digestion
- Acid and pepsin to unfold proteins
- Ruminants have fore stomachs with extensive microbial populations to breakdown and an aerobically ferment feed

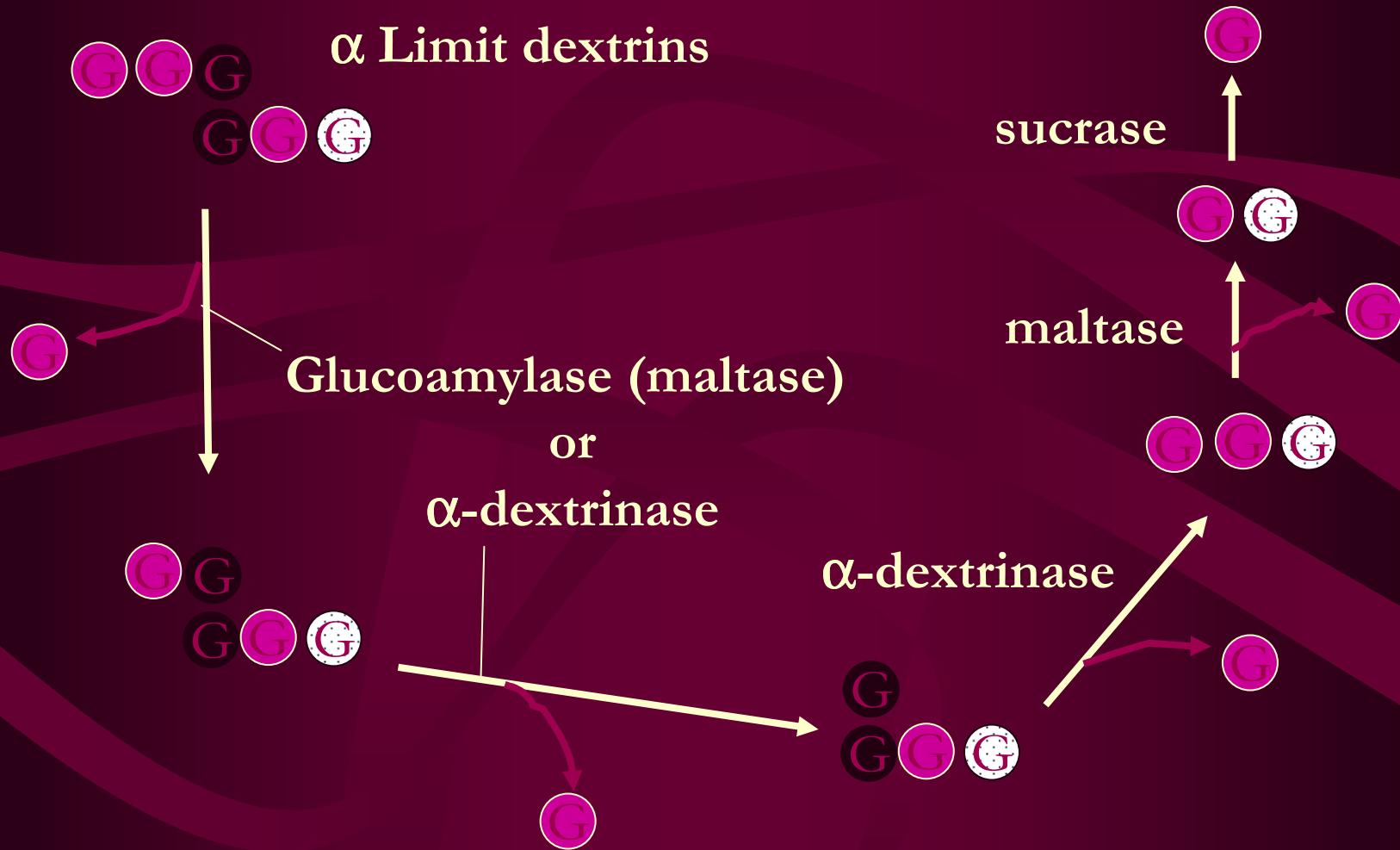
# Usus (Small Intestine)

- Peran Pancreatic enzymes

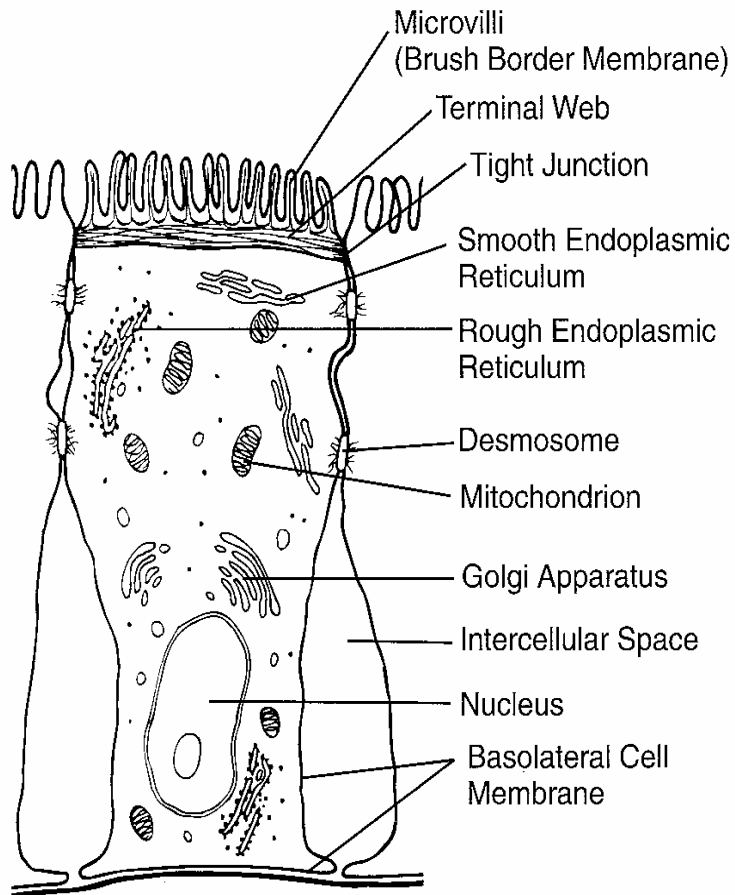
$\alpha$ -amylase



# Oligosaccharide digestion



# Small intestine



**Figure 4-5.** Ultrastructure of a small intestinal epithelial cell (enterocyte).

Portal for transport of virtually all nutrients

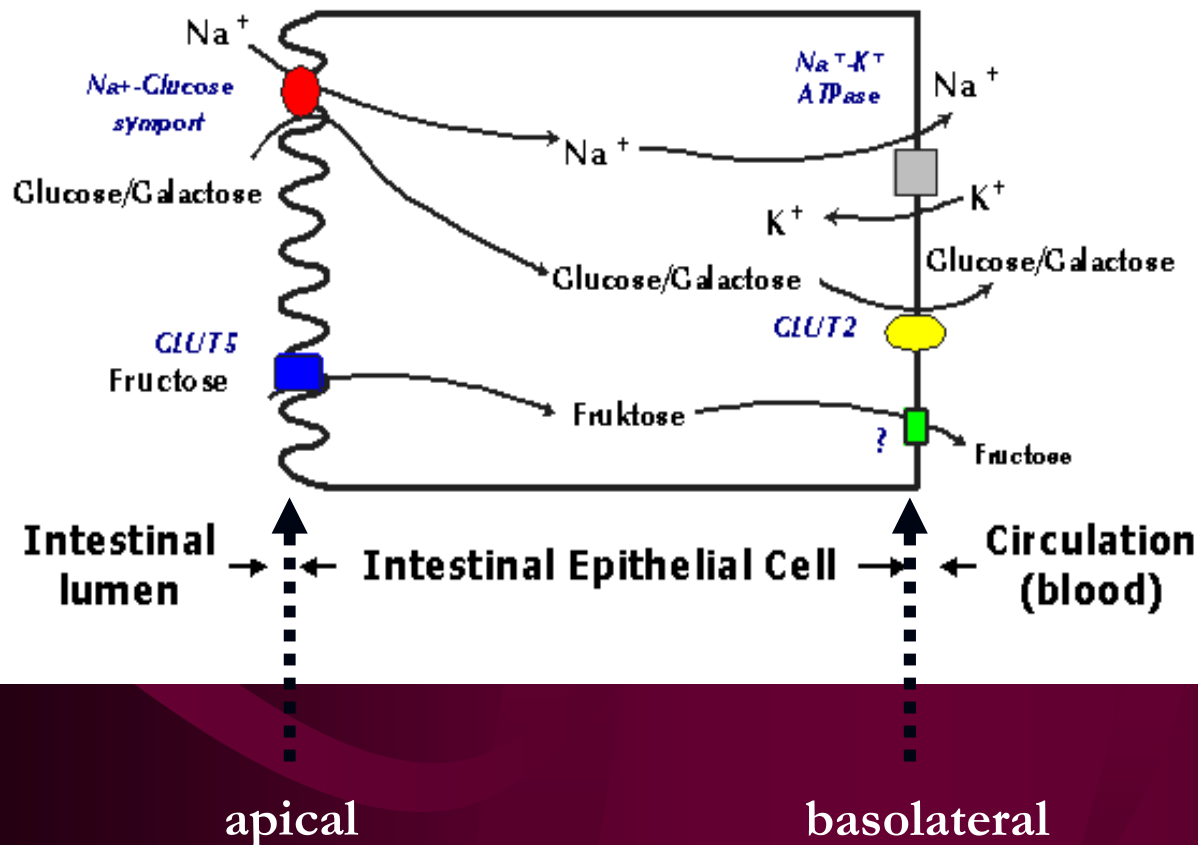
Water and electrolyte balance

Enzymes associated with intestinal surface membranes

- i. Sucrose
- ii.  $\alpha$  dextrinase
- iii. Glucoamylase (maltase)
- iv. Lactase
- v. peptidases

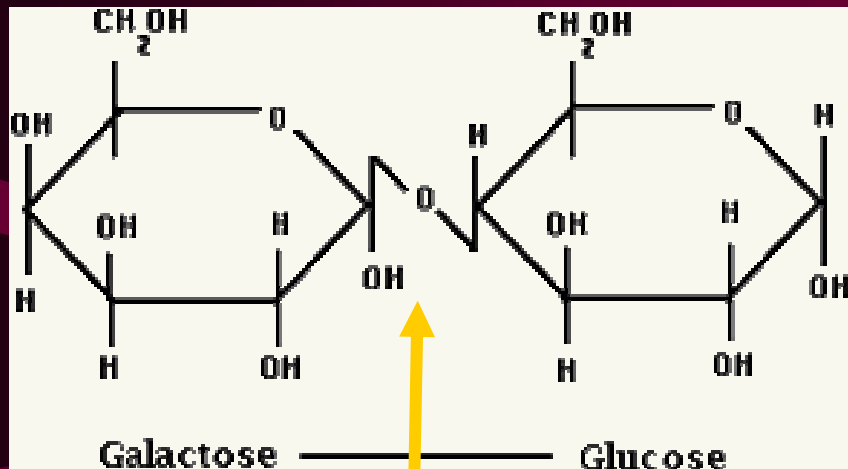
# Proses Absorpsi Karbohidrat (Carbohydrate absorption)

## Uptake of Monosaccharides in the Small Intestine



Hexose transporter

# Kegagalan absorpsi Karbohidrat (Carbohydrate mal absorption)



$\beta$  1-4 linkage

- Pada kasus Lactose intolerance (hypolactasia): tidak tahan laktosa
- Decline lactase enzyme with age
- Lactose fermented:
  - Gas and volatile FA
  - Water retention – diarrhea/bloating
- Not all populations
  - Northern European – low incidence
  - Asian/African Americans – High

# Kebutuhan Sehari

- Bila tidak ada karbohidrat, maka asam amino dan gliserol dapat diubah menjadi glukosa untuk keperluan energi otak dan sistem saraf pusat.
- WHO (1990) menganjurkan agar 55-75% konsumsi energi total berasal dari karbohidrat kompleks dan paling banyak hanya 10% berasal dari gula sederhana.
- Tidak ada anjuran kebutuhan sehari secara khusus untuk serat makanan. Lembaga kanker Amerika menganjurkan makan 20-30 gram serat sehari.

# Sumber

- Sumber karbohidrat adalah padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacang kering, dan gula.
- Sayur umbi-umbian seperti wortel dan bit serta sayur kacang-kacangan relatif lebih banyak mengandung karbohidrat daripada sayur daun-daunan.
- Bahan makanan hewani (daging, ayam, ikan, telur, dan susu) sedikit sekali mengandung karbohidrat.



**Tabel 1. Nilai Karbohidrat (KH) berbagai bahan makanan (gram/100 g)**

Bahan makanan	Nilai KH	Bahan makanan	Nilai KH
Gula pasir	94,0	Kacang tanah	23,6
Gula kelapa	76,0	Tempe	12,7
Jelli/jam	64,5	Tahu	1,6
Pati (maizena)	87,6	Pisang ambon	25,8
Bihun	82,0	Apel	14,9
Makaroni	78,7	Mangga harumanis	11,9
Beras setengah giling	78,3	Pepaya	12,2
Jagung kuning, pipil	73,7	Daun singkong	13,0
Kerupung udang dengan pati	68,2	Wortel	9,3
Mie kering	50,0	Bayam	6,5
Roti putih	50,0	Kangkung	5,4
Ketela pohon (singkong)	34,7	Tomat masak	4,2
Ubi jalar merah	27,9	Hati sapi	6,0
Kentang	19,2	Telur bebek	0,8
Kacang ijo	62,9	Telur ayam	0,7
Kacang merah	59,5	Susu sapi	4,3
Kacang kedelai	34,8	Susu kental manis	4,0