

# KARBOHIDRAT II

- \* Reaksi monosakarida
  - \* Ikatan glikosida
  - \* Fungsi karbohidrat

Disampaikan oleh : Dr. Sri Handayani  
2013

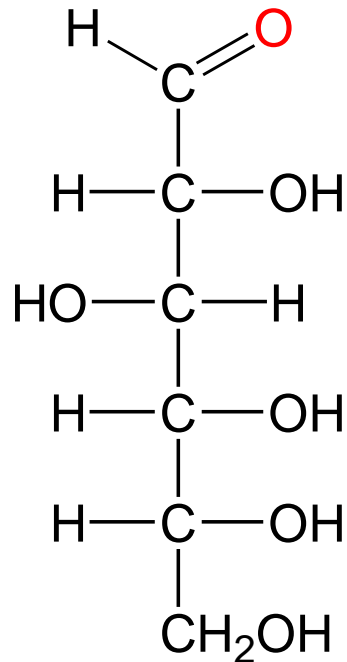
# Monosakarida

---

- **Memiliki atom karbon 3 sampai 7**
- **Setiap atom karbon memiliki gugus *hidroksil, keton* atau *aldehida*.**
- **Setiap molekul monosakarida memiliki 1 gugus keton atau 1 gugus aldehida**
- ❑ **Gugus aldehida selalu berada di atom C pertama**
- ❑ **Gugus keton selalu berada di atom C kedua**

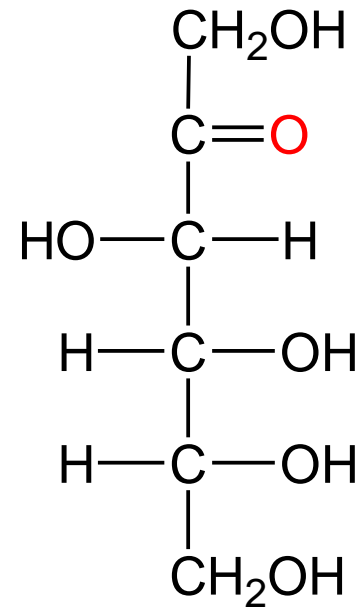
# Monosakarida

**Aldosa** (mis: glukosa) memiliki gugus **aldehida** pada salah satu ujungnya.



**D-glucose**

**Ketosas** (mis: fruktosa) biasanya memiliki gugus **keto** pada atom C2.

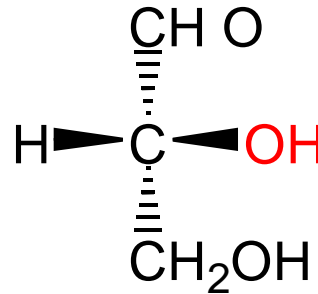


**D-fructose**

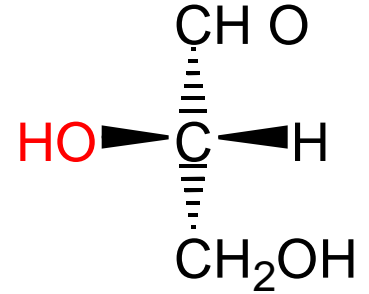
# Notasi D vs L

Notasi **D & L** dilakukan karena adanya atom C dengan konfigurasi asimetris seperti pada gliseraldehida.

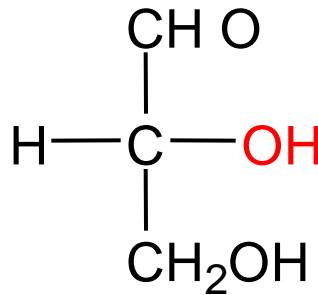
Penampilan dalam bentuk gambar bagian bawah disebut **Proyeksi Fischer**.



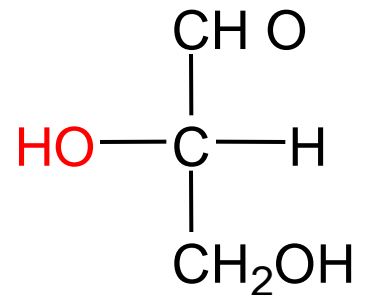
D-gliseraldehida



L-gliseraldehida



D-glyceraldehyde

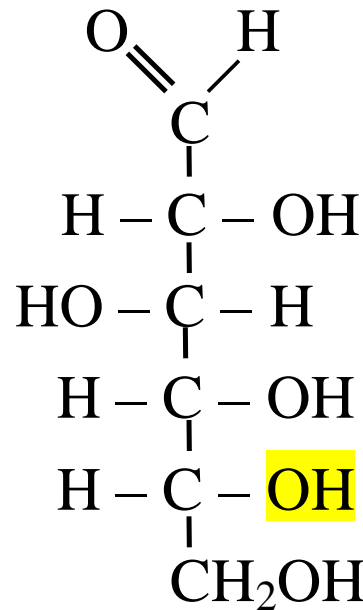


L-gliseraldehida

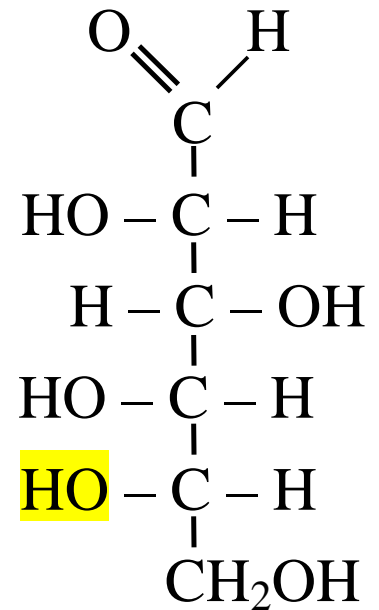
# Penamaan Gula

Untuk gula dengan atom C asimetrik lebih dari 1, notasi **D** atau **L** ditentukan oleh atom **C** asimetrik terjauh dari gugus aldehida atau keto.

Gula yang ditemui di alam adalah dalam bentuk isomer D.



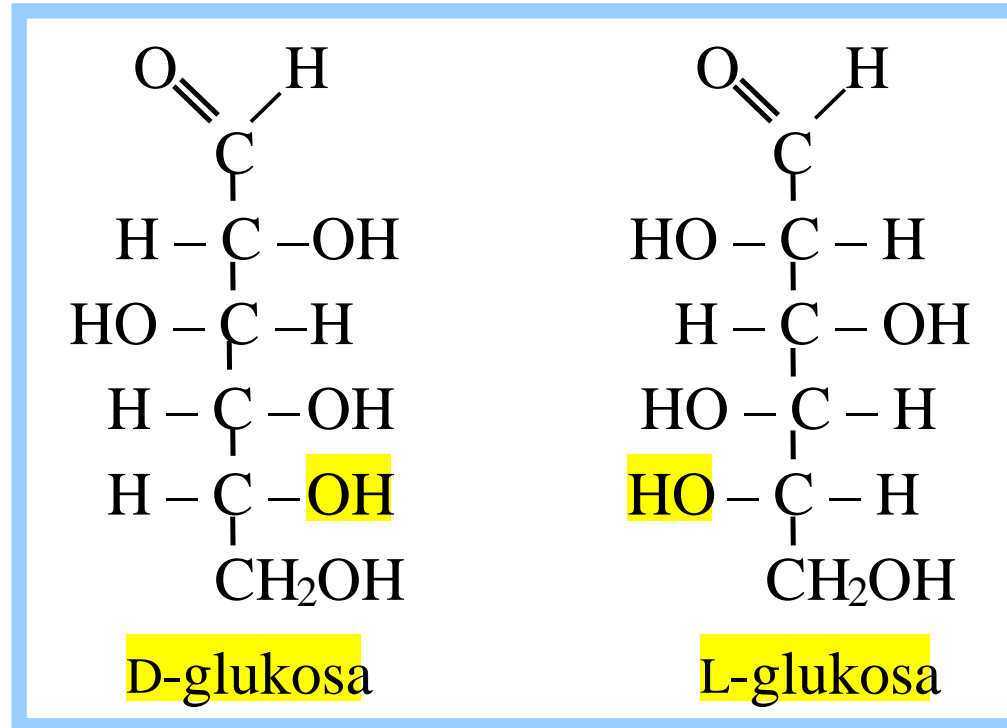
D-glukosa



L-glukosa

Gula dalam bentuk **D** merupakan bayangan cermin dari gula dalam bentuk **L**.

Kedua gula tersebut memiliki **nama yang sama**, misalnya D-glukosa & L-glukosa.



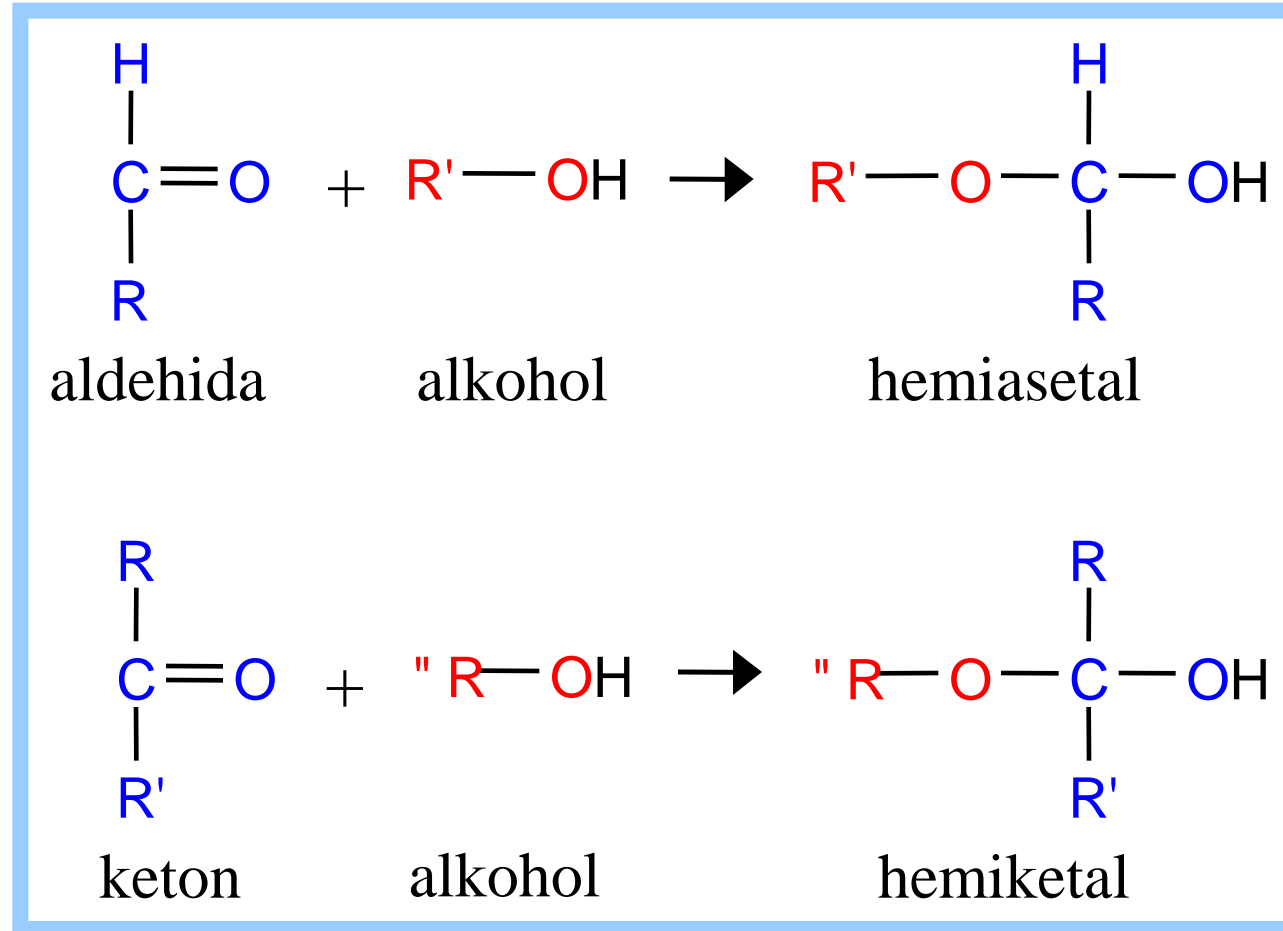
**Stereoisomers** lainnya memiliki **names** yang unik, misalnya glukosa, manosa, galaktosa, dll.

Jumlah stereoisomer adalah **2<sup>n</sup>**, dengan **n** adalah jumlah pusat asimetrik.

Aldosa dengan 6-C memiliki 4 pusat asimetrik, oleh karenanya memiliki **16 stereoisomer** (8 gula berbentuk D dan 8 gula berbentuk L).

# Pembentukan hemiasetal & hemiketal

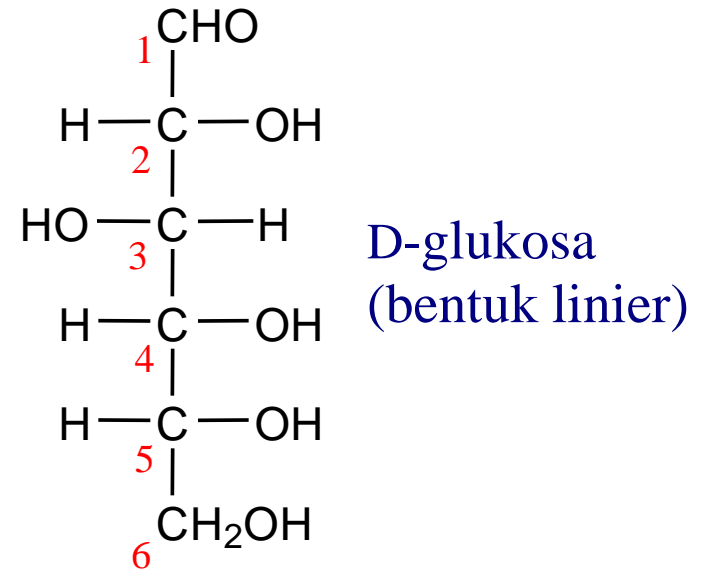
Aldehida dapat bereaksi dengan alkohol membentuk **hemiasetal**.



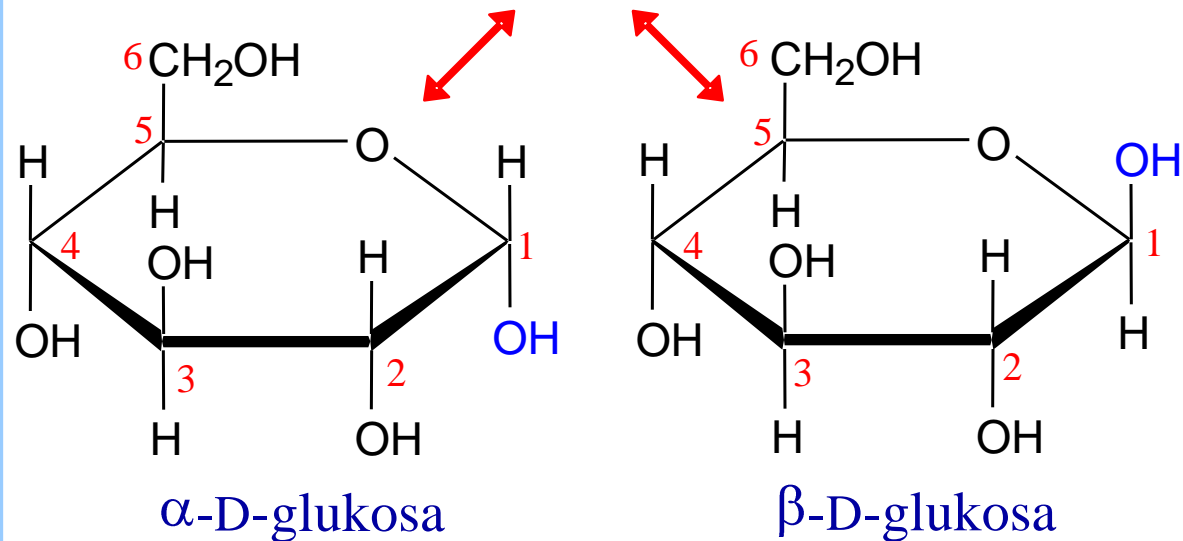
Keton dapat bereaksi dengan alkohol membentuk **hemiketal**.

Pentosa dan heksosa dapat membentuk struktur **siklik** melalui reaksi gugus keton atau aldehida dengan gugus OH dari atom C asimetrik terjauh.

**Glukosa** membentuk hemiasetal intramolekular sebagai hasil reaksi aldehida dari C1 & OH dari atom C5, dinamakan cincin **piranosa**.

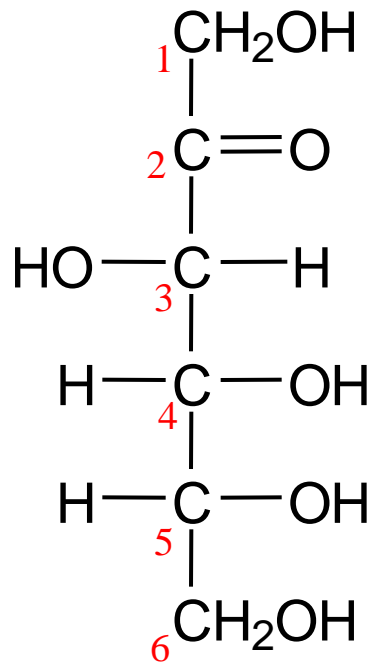


D-glukosa  
(bentuk linier)

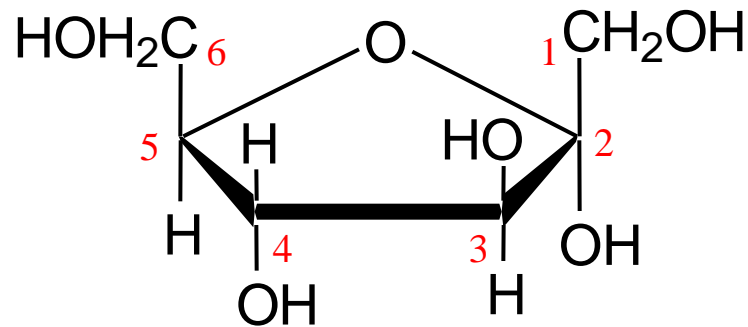


Penampilan dalam bentuk gula siklik disebut proyeksi **Haworth**.





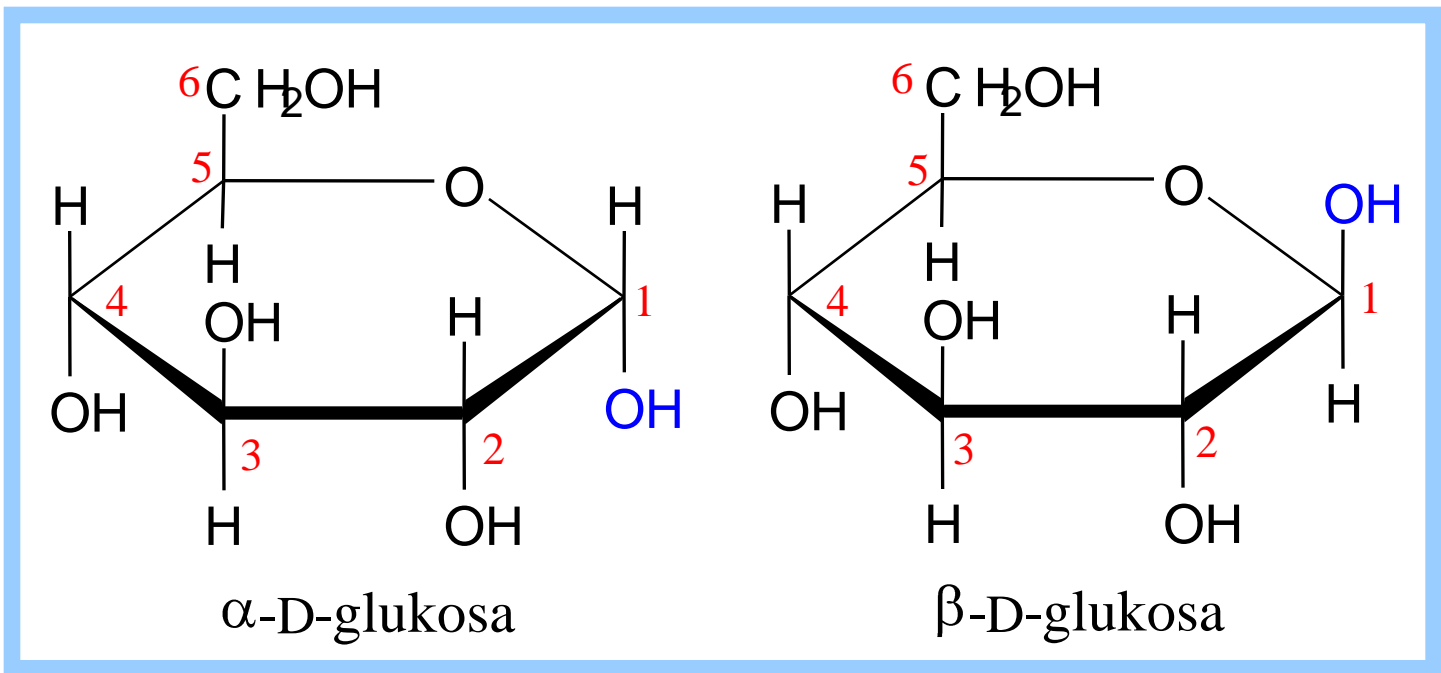
D-fruktosa (linear)



$\alpha$ -D-fruktofuranosa

**Fruktosa** dapat membentuk

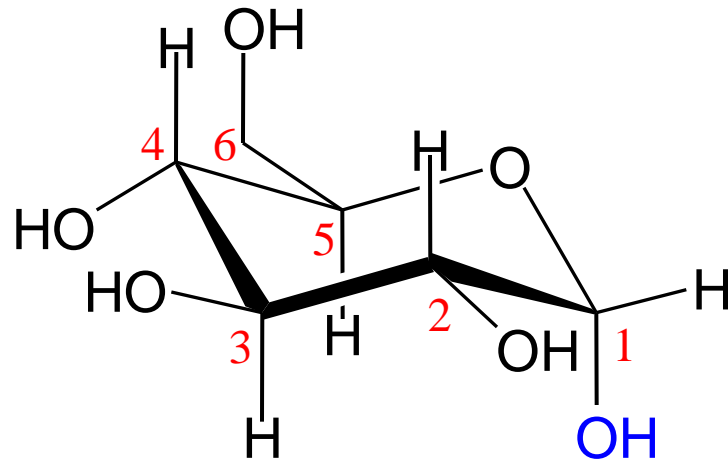
- ◆ Cincin **piranosa**, melalui reaksi antara gugus keto atom C2 dengan OH dari C6.
- ◆ Cincin **furanosa**, melalui reaksi antara gugus keto atom C2 dengan OH dari C5.



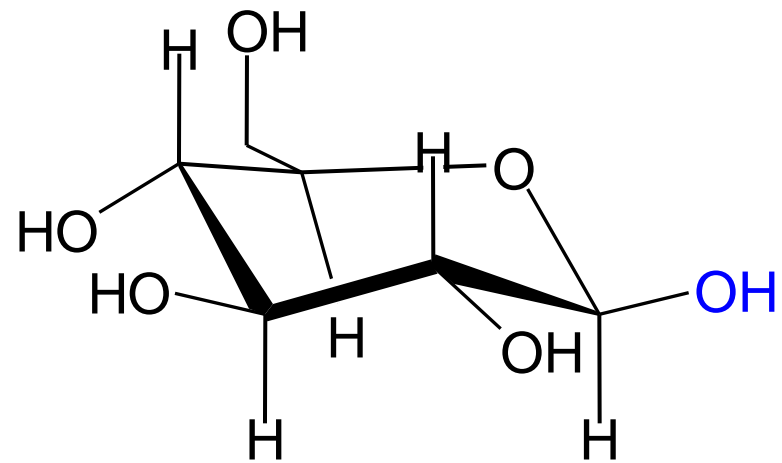
Pembentukan cincin siklik glukosa menghasilkan **pusat asimetrik** baru pada atom **C1**. Kedua stereoisomer disebut **anomer**,  $\alpha$  &  $\beta$ .

Proyeksi Haworth menunjukkan bentuk cincin dari gula dengan perbedaan pada posisi OH di C1 anomerik :

- ◆  $\alpha$  (OH **di bawah** struktur cincin)
- ◆  $\beta$  (OH **di atas** struktur cincin).



$\alpha$ -D-glukopiranososa

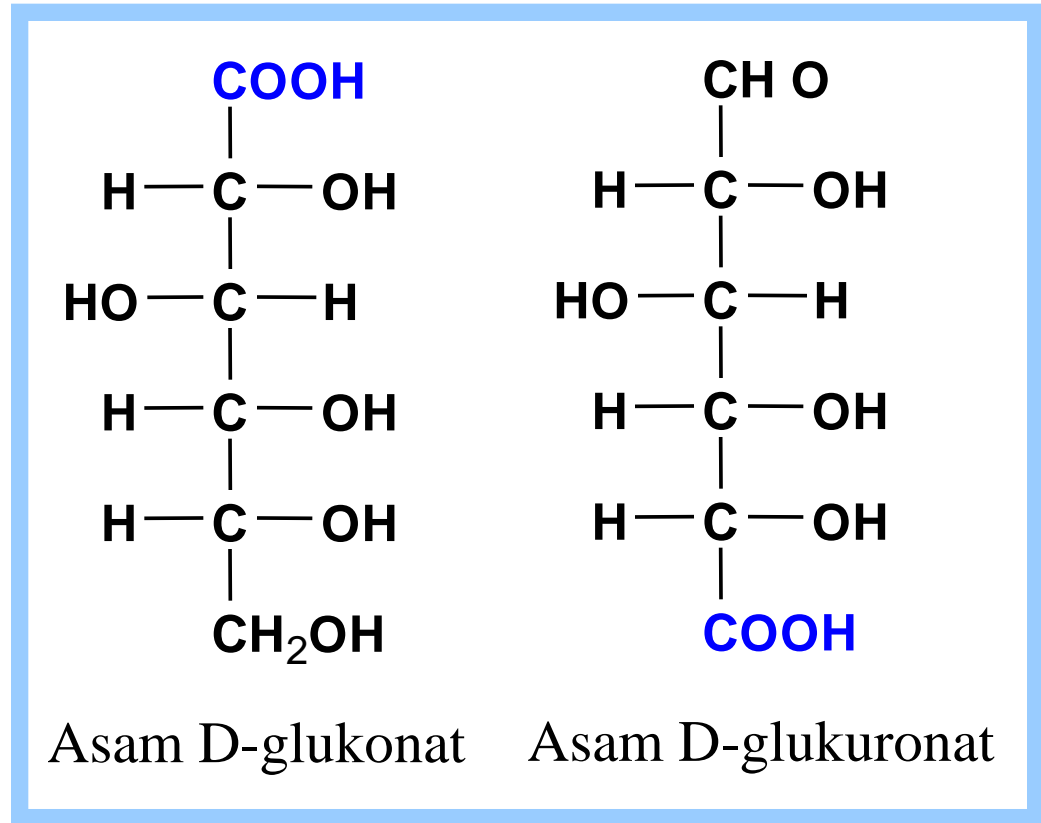
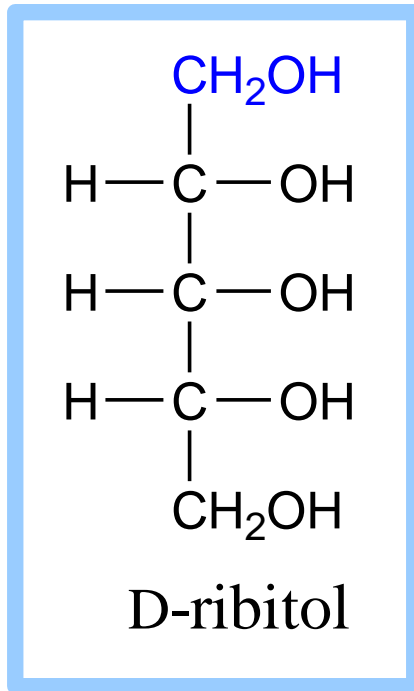


$\beta$ -D-glukopiranososa

Karena sifat ikatan karbon yang berbentuk tetrahedral, gula piranososa membentuk konfigurasi "kursi" atau "**perahu**", tergantung dari gulanya.

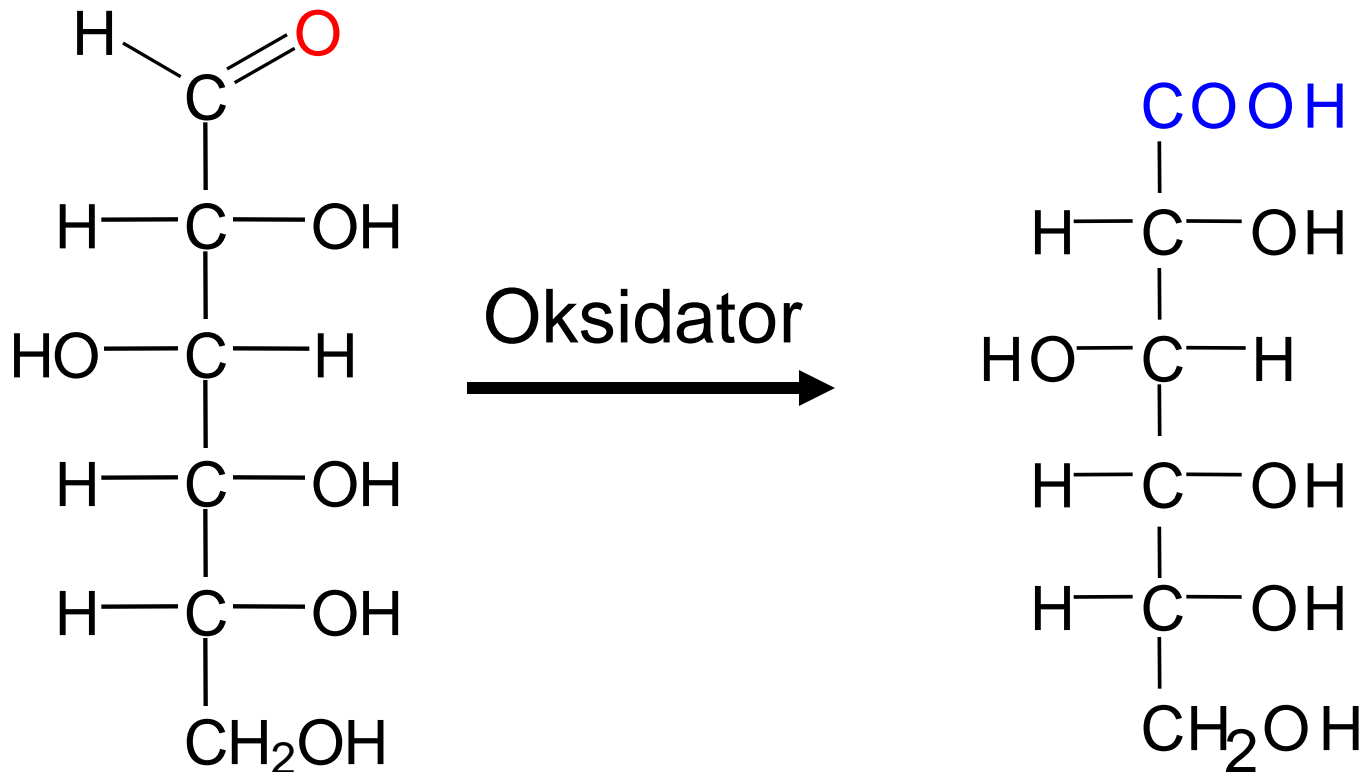
Penggambaran konfigurasi kursi dari glukopiranososa di atas lebih tepat dibandingkan dengan proyeksi Haworth.

# Turunan gula



- ◆ **Gula alkohol** – tidak memiliki gugus aldehida atau ketone; misalnya **ribitol**.
- ◆ **Gula asam** –gugus aldehida pada atom C1, atau OH pada atom C6, dioksidasi membentuk asam karboksilat; misalnya asam **glukonat**, asam **glukuronat**.

# Oksidasi gula aldehida



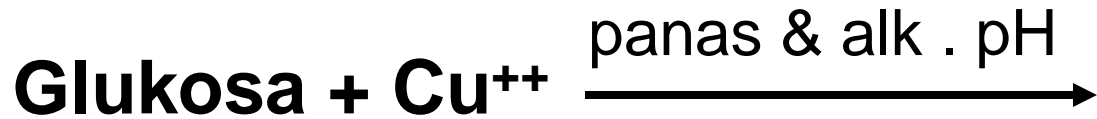
D-glucose

Asam D-glukonat

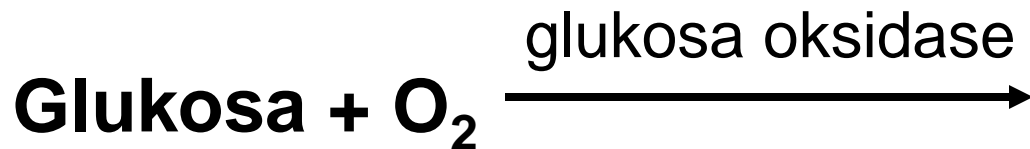
# Oksidasi gula aldehida

- Gula yang dapat dioksidasi adalah senyawa pereduksi. Gula yang demikian disebut sebagai gula pereduksi.
- Senyawa yang sering digunakan sebagai pengoksidasi adalah ion  $\text{Cu}^{+2}$ , yang berwarna **biru cerah**, yang akan tereduksi menjadi ion  $\text{Cu}^{+}$ , yang berwarna **merah kusam**. Hal ini menjadi dasar bagi pengujian Benedict yang digunakan untuk menentukan keberadaan glukosa dalam urin, suatu pengujian bagi diagnosa diabetes.

# Oksidasi gula aldehida



**Gluconic acid + Cu<sub>2</sub>O (Cu<sub>2</sub>O is insol ppt)**

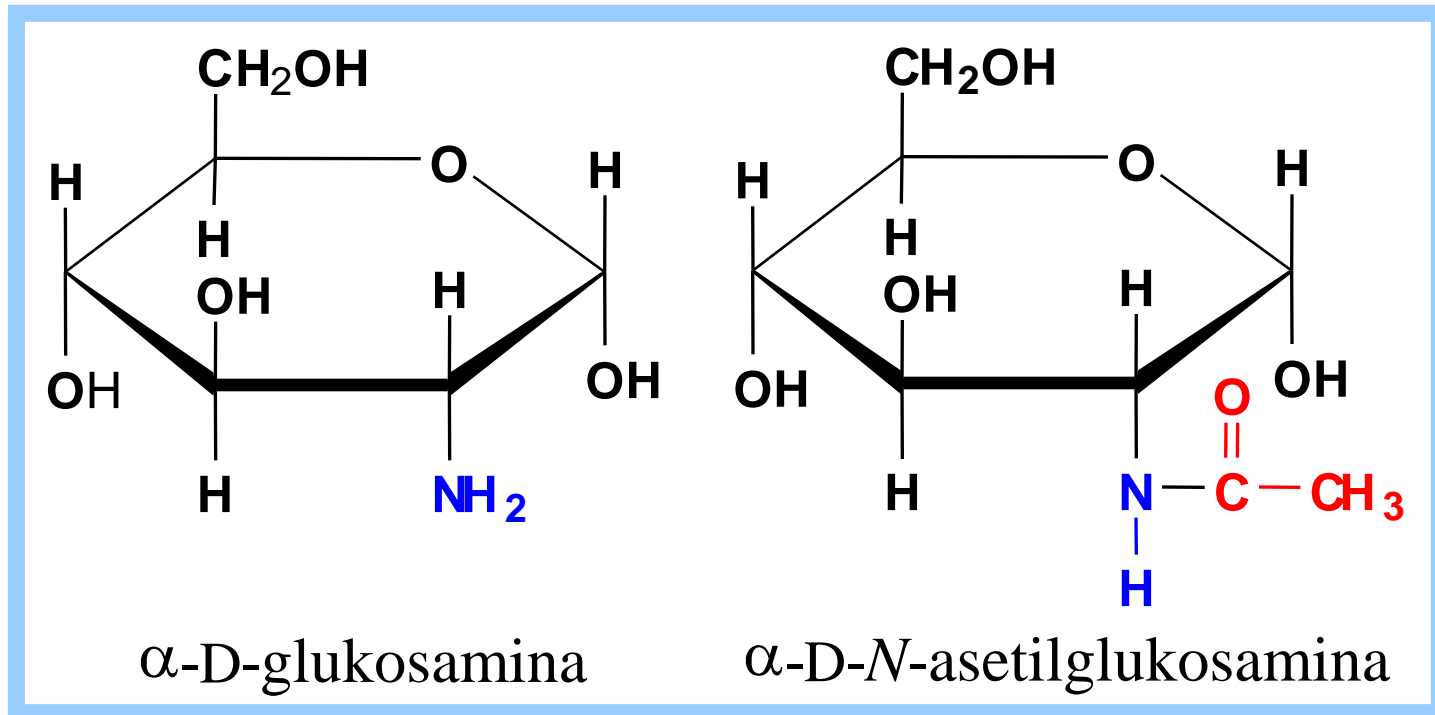


**Asam glukonat + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nya diukur)**



**Glukosa-6-P + ADP (G-6-Pnya diukur)**

# Turunan gula



**Gula amino** - gugus amino menggantikan gugus hidroksil. Sebagai contoh glukosamina.

Gugus amino dapat mengalami **asetilasi**, seperti pada *N*-asetilglukosamina.

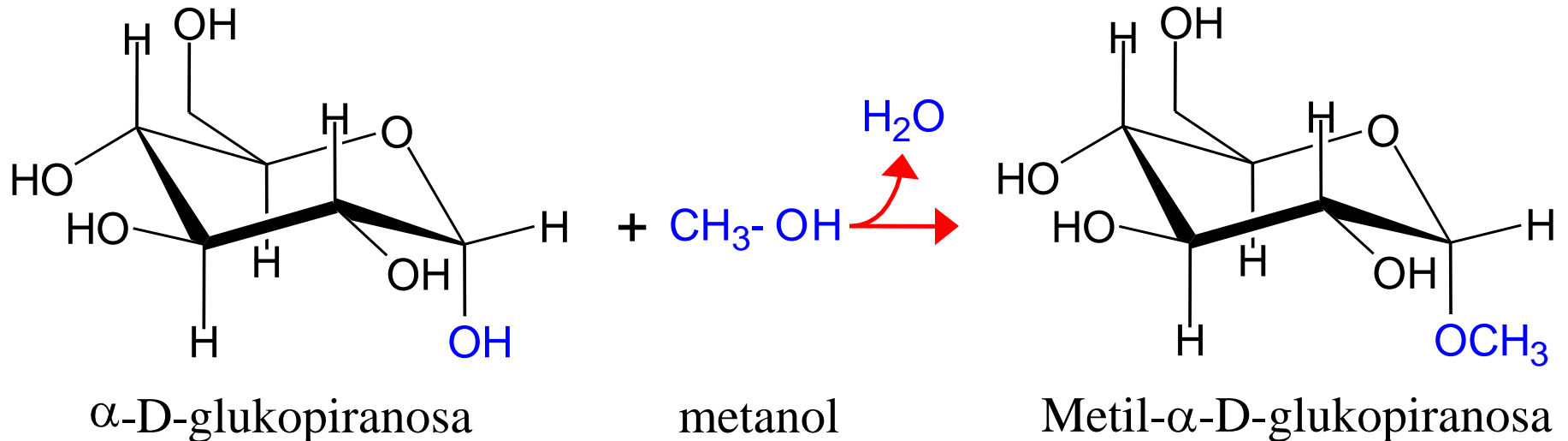


# Ikatan Glikosida

Gugus hidroksil anomerik dan gugus hidroksil gula atau senyawa yang lain dapat membentuk ikatan yang disebut ikatan **glikosida** dengan membebaskan air :

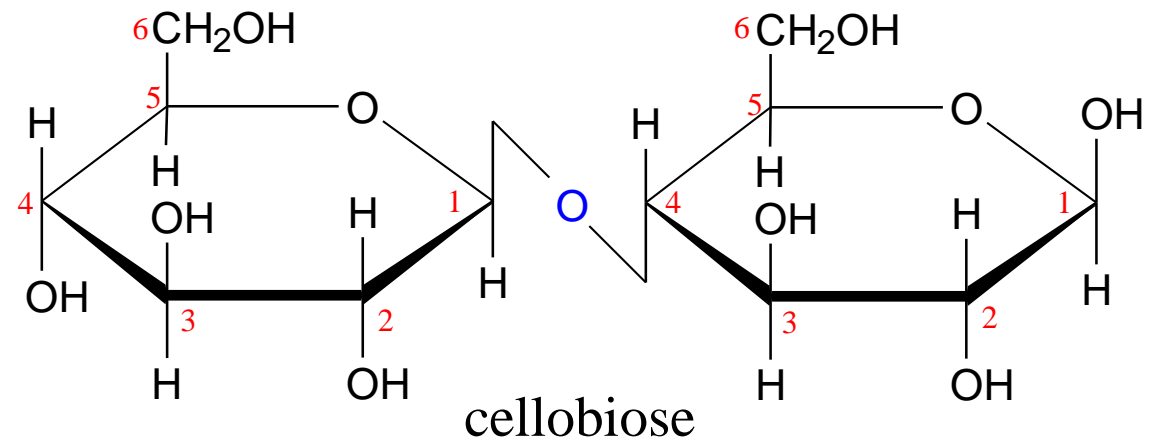
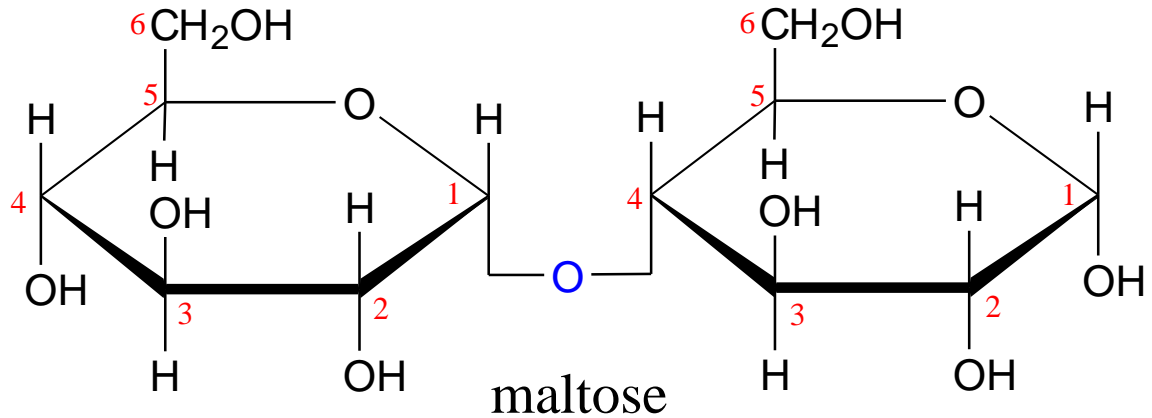


Misalnya methanol bereaksi dengan gugus OH anomerik dari glukosa membentuk **metil glukosida** (metil-glukopiranososa).



## Disaccharides:

**Maltose**, a cleavage product of starch (e.g., amylose), is a disaccharide with an  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  glycosidic link between C1 - C4 OH of 2 glucoses. It is the  $\alpha$  anomer (C1 O points down).



**Cellobiose**, a product of cellulose breakdown, is the otherwise equivalent  $\beta$  anomer (O on C1 points up). The  $\beta(1 \rightarrow 4)$  glycosidic linkage is represented as a zig-zag, but one glucose is actually **flipped over** relative to the other.

Other **disaccharides** include:

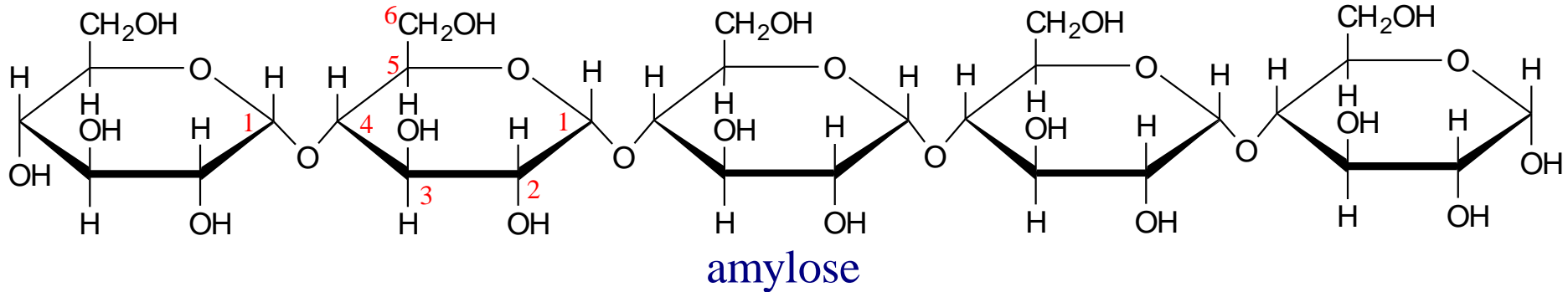
- ◆ **Sucrose**, common table sugar, has a glycosidic bond linking the anomeric hydroxyls of **glucose** & **fructose**.

Because the configuration at the anomeric C of glucose is  $\alpha$  (O points down from ring), the linkage is  $\alpha(1\rightarrow2)$ .

The full name of sucrose is  $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-fructopyranose.)

- ◆ **Lactose**, milk sugar, is composed of **galactose** & **glucose**, with  $\beta(1\rightarrow4)$  linkage from the anomeric OH of galactose. Its full name is  $\beta$ -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -D-glucopyranose

# Polysaccharides



**Plants** store glucose as amylose or amylopectin, glucose polymers collectively called starch. Glucose storage in polymeric form minimizes osmotic effects.

**Amylose** is a glucose polymer with  $\alpha(1\rightarrow4)$  linkages. It adopts a helical conformation.

The end of the polysaccharide with an anomeric C1 not involved in a glycosidic bond is called the **reducing end**.