



# **KARBOHIDRAT**

**BY**

**Dr.Delmi Sulastri, MS, SpGK**

# Karbohidrat



- **Def : Derivat aldehida atau keton dari alkohol polihidrik atau senyawa yang menghasilkan derivat-derivat ini pada hidrolisis**
- **Klasifikasi**
  - **Monosakarida (gula sederhana/simple sugar)**
    - **KH yang tidak dapat dihidrolisis menjadi btk yang lebih sederhana**
    - **Triosa, tetrosa, pentosa, heksosa atau heptosa**
    - **Aldosa atau ketosa**

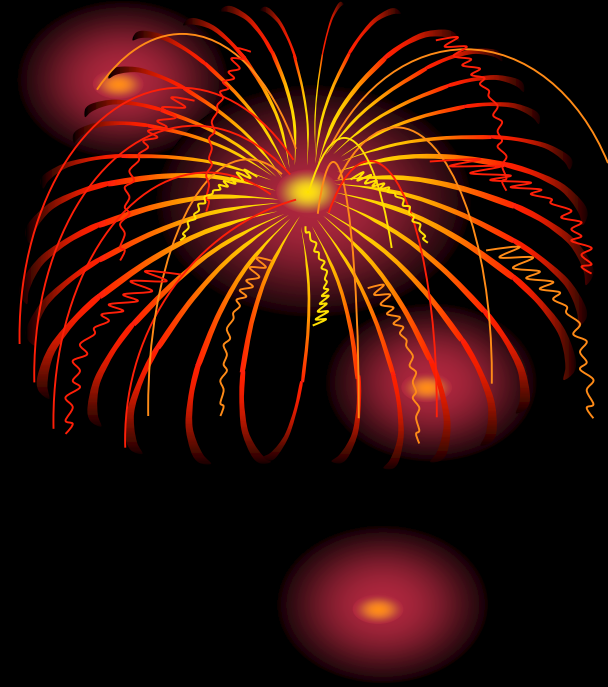
# Klasifikasi

- **Disakarida**
  - KH yang dihidrolisis menghasilkan 2 mol monosakarida yang sama atau berbeda
  - Maltosa, laktosa dan sukrosa
- **Oligosakarida**
  - 3 – 6 monosakarida
  - maltotriosa
- **Polisakarida**
  - Lebih dari 6 monosakarida



# polisakarida

- **Glikogen**
- **Inulin**
- **Dextrin**
- **Selulosa**
- **Kitin**
- **Glikosaminoglikan**
- **Asan sialat (derivat N-Asetil as.Neuraminat)**
- **Glikoforin**

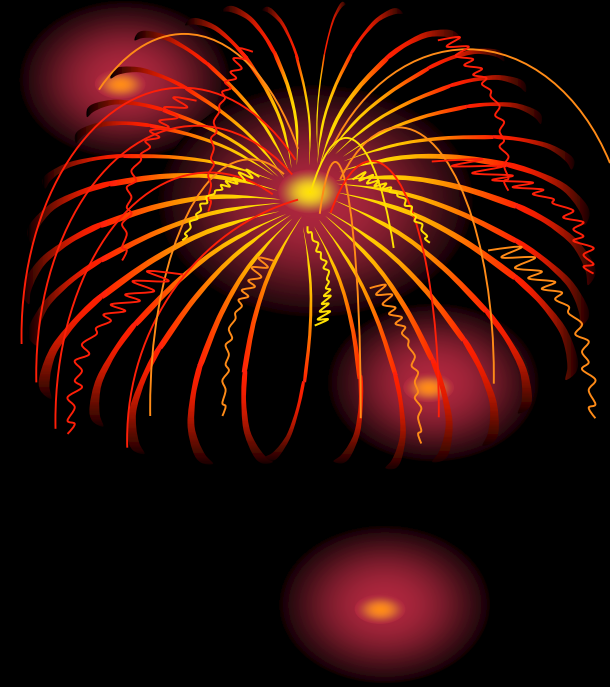


# Pencernaan dan absorpsi



- **Pencernaan KH dimulai di mulut**  
—————→ **KH komplek mjd unit yang lebih kecil ..... amilase**
- **Dilambung .... HCL**
- **Di usus ..... amilase pancreas**
- **Polisakarida ....oligo .....di .....monosakarida ..... absorpsi**

# Metabolisme KH



- **Glikolisis**
- **Glikogenesis**
- **Glikogenolisis**
  - **Proses pemecahan glikogen mjd glukosa atau piruvat & laktat**
- **Oksidasi piruvat mjd asetil KoA**

# Metabolisme KH



- **Heksosa monofosfat shunt**
  - Jalur lain oksidasi glukosa
  - Sintesis perantara2 penting seperti NADPH dan ribosa
- **Glukoneogenesis**
  - Pembentukan glukosa atau glikogen dari bahan non karbohidrat
  - Jalan utama adalah glikolisis dan siklus kreb
  - Bahan utama AA glukogenik, laktat dan gliserol

# Glikolisis



- **Glikolisis terjadi pada semua jaringan**
- **Oksidasi glukosa atau glikogen menjadi piruvat dan laktat**
- **Rangkaian reaksi :**
  - **Jalur Embden mayerhof (sitosol)**
  - **SAS (mitokondria)**
  - **Gambar 1, 2 dan 3**

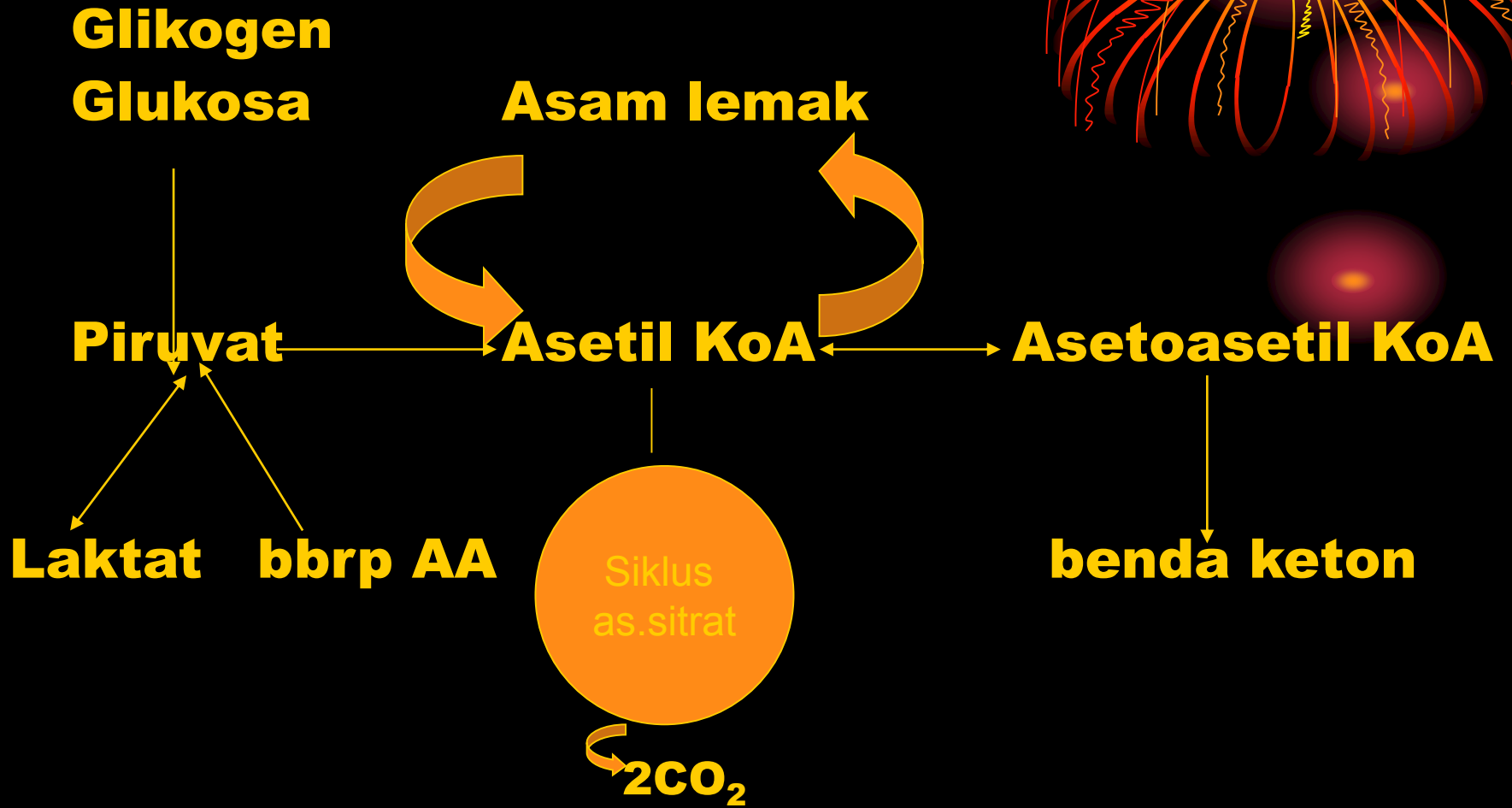


# Siklus Asam Sitrat



- **Def : Suatu rangkaian reaksi dalam mitokondria yang melakukan oksidasi residu asetil, membebaskan ekuivalen hidrogen yang pada oksidasi mengakibatkan pelepasan sebagian besar energi bebas**
- **Gambar SAS**

# Ringkasan metabolisme asetil KoA



# Pembentukan energi pada oksidasi glukosa



- **Kondisi aerob**

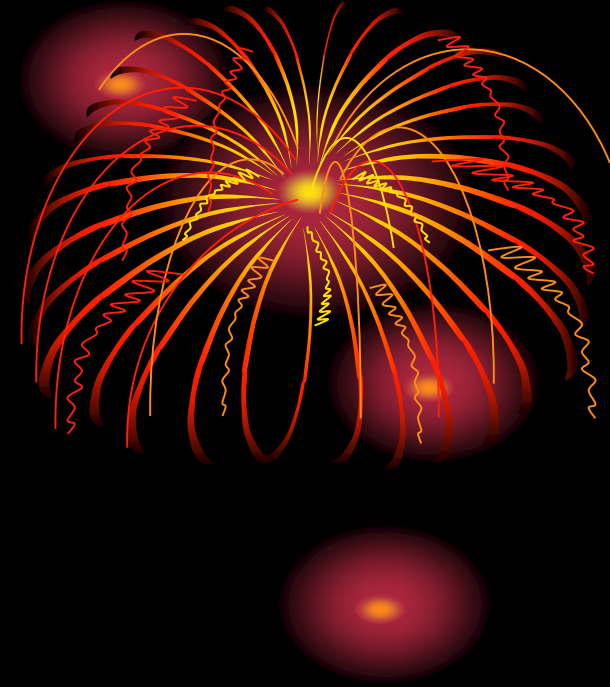
• Jalur Embden Mayerhof	8
• SAS	30
<b>Total</b>	<b>38</b>

- **Kondisi anaerob**

• Embden Mayerhof	2
-------------------	---

# GLIKOGEN

- **Metabolisme Glikogen**
  - **Glikogenesis**
  - **Glikogenolisis**
- **Glikogen**
  - **Cadangan glukosa**
  - **Memungkinkan makan scr intermiten**
  - **Sumber glukosa darah**
- **Dalam sitosol**
  - **Bentuk granul**
  - **Tidak memberi efek osmotik**
- **Polimer glukosa**
  - **Bercabang2 dengan BM yang tinggi ( $10^7$ - $10^8$ )**
  - **Ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,4 dan  $\alpha$ -1,6**

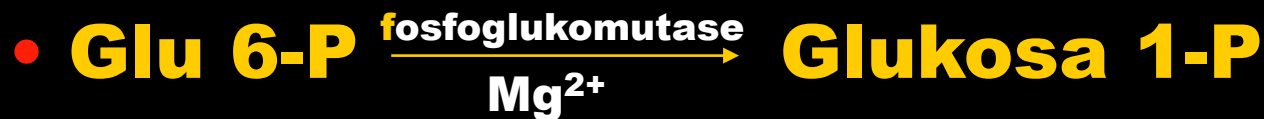




- **Terdapat**
  - **Hati (menjaga GD)**
  - **Otot (untuk diri sendiri)**
- **Glikogen hati cukup untuk  $\pm$  12 jam (tanpa glukoneogenesis)**
- **Sintesis dan degradasi jalur berbeda**

# Glikogenesis

- **Reaksi**



**Kombinasi kerja enzim glikogen sintase dan Branching enzyme  
..... Molekul glikogen bertambah besar**



# Glikogenolisis



- **Pemecahan glikogen ---- glukosa**
    - **Glikogen + P  $\xrightarrow{\text{fosforilase}}$  glukosa-1-P + Glikogen (n-1)**
    - **Fosforilase ---- cabang 4 unit glukosa enz tranferase ---- tranfer 3 unit glukosa ke rantai lain**
    - **1 unit glukosa cabang  $\alpha$ -1,6 diputus oleh DE (=Amilo-1,6 glikosidase)**
    - **Glukosa 1-p  $\xrightarrow{*}$  glukosa 6-p**
    - **Glukosa 6-p  $\xrightarrow{**}$  glukosa + P**
- \* **FOSFOGLUKOMUTASE**  
\*\* **GLUKOSA-6-FOSFATASE ( gbr. early fasting)**

# Regulasi sintesis & degradasi glikogen



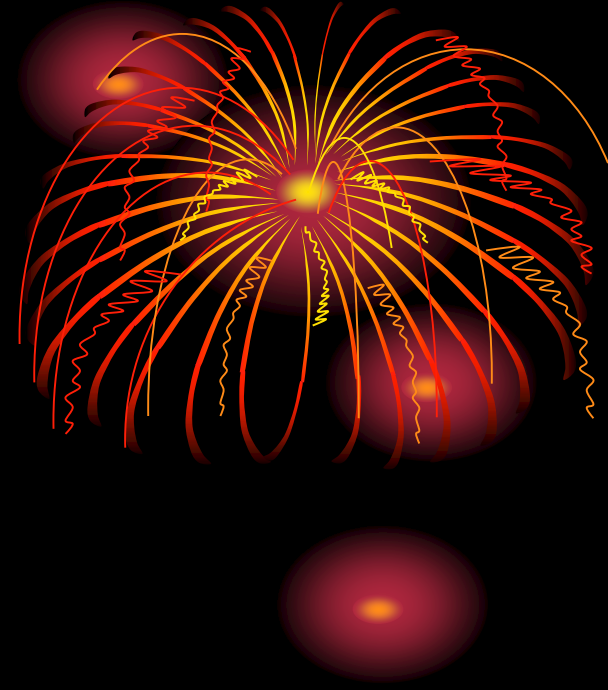
- **Hati**
  - **Ratio insulin/glukagon**
  - **Kadar glukosa darah**
  - **Epinefrin ---- dilepas pada keadaan :**
    - **Latihan**
    - **Hipoglikemi**
    - **stress**
- **Otot**
  - **cAMP ..... Refleksi dari penurunan ATP**
  - **Ca<sup>2+</sup>**
  - **Epinefrin**  
**(gambar)**




# GLUKONEOGENESIS



- **BILA GLUKOSA DARI DIET (-)**
- **Glukosa disintesis dari sumber bukan KH**
- **Suplai glukosa berkelanjutan perlu untuk :**
  - **Otak**
  - **Eritrosit**
  - **met.anaerob otot**

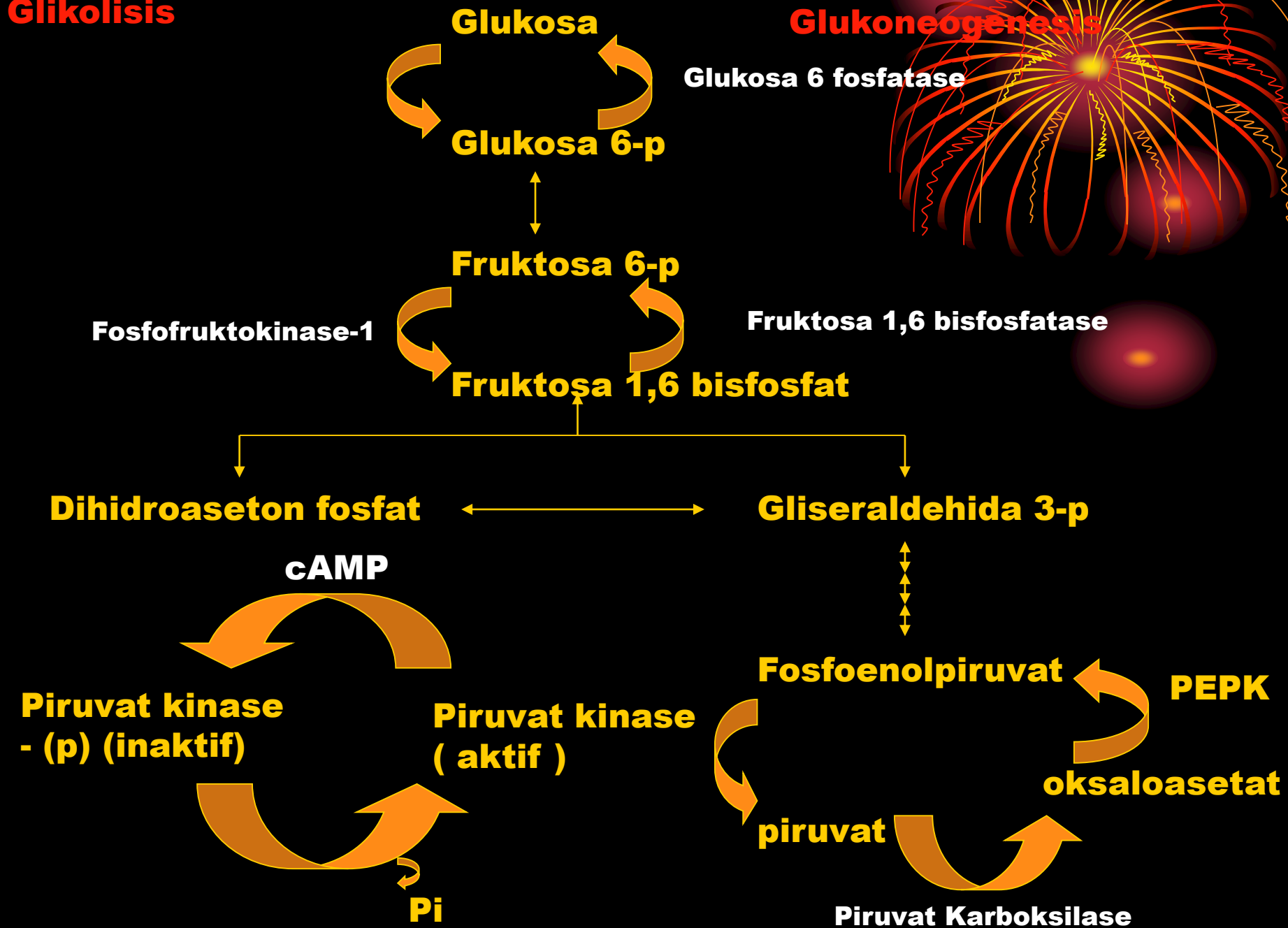


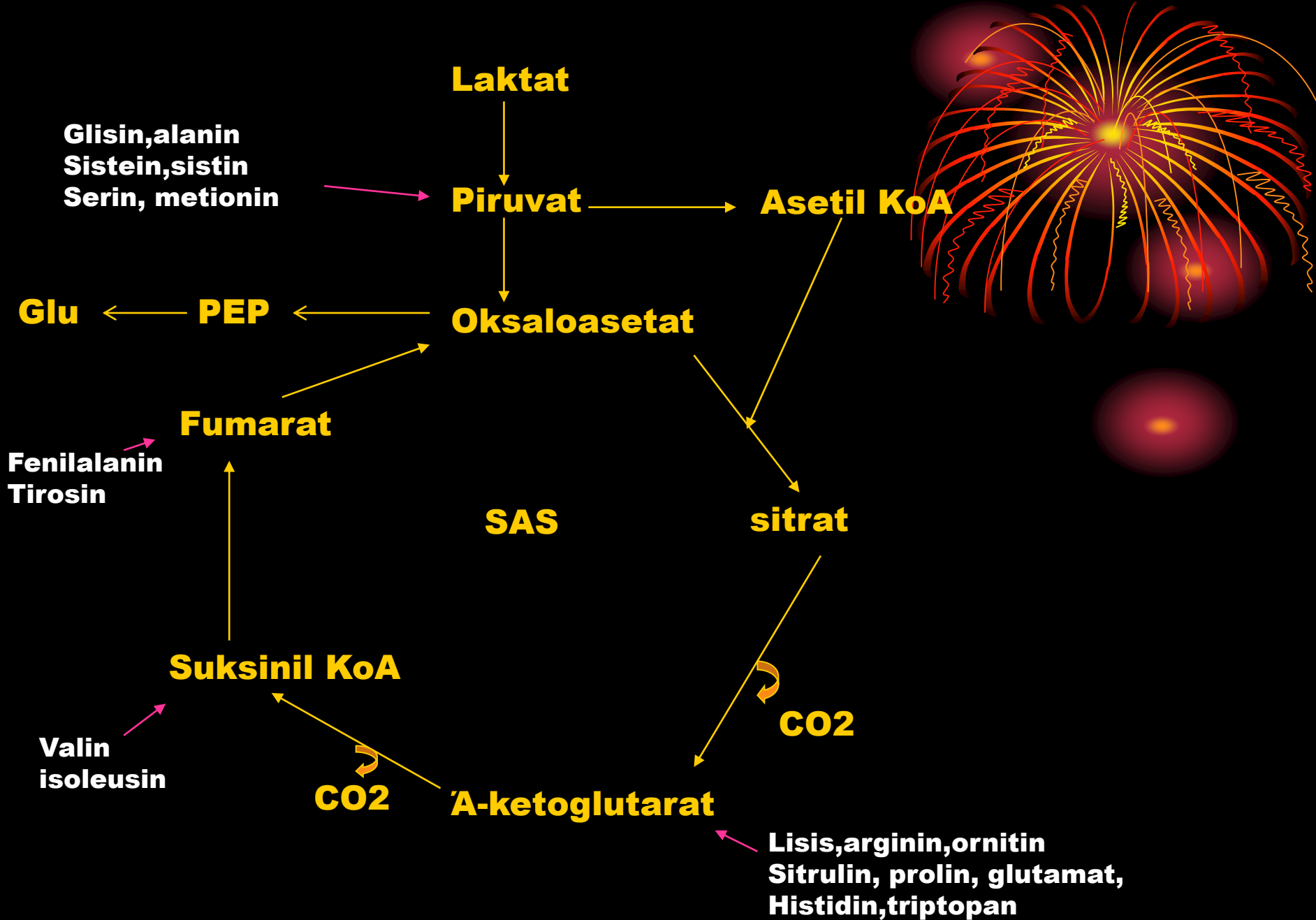
- **Senyawa :**
  - **Zat antara Siklus Kreb**
  - **Asam amino glikogenik**
  - **Laktat**
  - **Gliserol**
- **Pada kelaparan**
  - **Otot : alanin**
  - **Hati dan korteks adrenal**
- **Fungsi glukoneogenesis**
  - **Pada kelaparan (*over night fast*)**
  - **Exercise ---- laktat dan gliserol**

- 
- **Reaksi glukoneogenesis dimulai dari piruvat --- kebalikkan dari glikolisis**
  - **Enzim regulator**
    - **PEP**
    - **Fruktosa 1,6 bisfosfat**
    - **Glukosa-6 fosfatase**

# Glikolisis

# Glukoneogenesis





# *Jalur asam uronat*



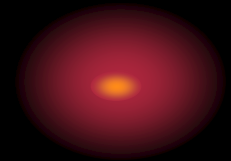
- **Glukosa 6-P**
- **Tidak menghasilkan ATP**
- **Asam glukoronat ---- rx .detoksikasi**



**hormon**  
**obat2an**  
**bilirubin**

# HMP Shunt

- **Berlangsung di :**
  - **Hati**
  - **Jaringan adiposa**
  - **Kelenjar mama laktasi**
  - **Eritrosit**
  - **Kortex adrenal**
  - **Kelenjar endokrin**
- **Jalur alternatif oksidasi glukosa**



**sitosol**

- **Fungsi :**

- **Sumber utama NADPH u/**

- **Biosintesis asam lemak, steroid**
- **Detoksifikasi obat o/ monooksigenase**
- **Sistem pertahanan oleh glutathione**

- **Menghasilkan residu ribosa**

- **Sintesis nukleotida**

- **Dua jalur**

- **Fase oksidatif (oks.glukosa 6-p)**
- **Fase non oksidatif**





# Sintesis laktosa



- **Disintesis dalam kelenjar susu**
- **Disintesis dari glukosa**



- **Laktosa sintase tdd 2 protein**
  - **Galaktosiltransferase**
  - **α-laktalbumin**

# Macam-macam KH



- **Glukosa**

- **Sumber energi paling penting tu utk metabolisme otak**
- **Perlu insulin**
- **IV 0,5 gr/mnt**

- **Fruktosa**

- **Tidak perlu insulin**
- **Transformasi mjd glikogen lbh cepat**
- **Menghambat glukoneogenesis**

- **Fruktosa**

- **70% fruktosa ----- glukosa**
- **Tidak bisa digunakan oleh otak**
- **Biasanya dipakai pada**
- **Pencernaan terlalu cepat ---- asidosis**
- **Menekan oksidatif fosforilasi**

- **Maltosa**

- **Aktivitas osmotik  $\frac{1}{2}$  glukosa**
- **Mengandung 2 molekul glukosa**
- **Larutan perifer bisa diberikan perifer**
- **Tidak memerlukan insulin**
- **Eksresi mll ginjal 20-30%**



- **Sorbitol**

- **KH rantai pjg dan komplek**
- **Tidak memerlukan insulin**
- **Dipecah dihati dan disimpan mjd glikogen**
- **0,5 gr/kgBB/jam ----- 5-9% keluar via urin**

- **Xylitol**

- **Tidak perlu insulin**
- **Masuk ke penthosa phosfat pathway (PPP)**
- **Tidak menimbulkan hiperglikemia**
- **Pada keadaan hipoinsulinemia kec. Oksidasi tinggi**
- **85% diubah mjd glukosa**
- **0,5 gr/kgBB/jam**



# Dasar kebutuhan



- **Secara tepat blm diketahui**
- **50 – 100 gr ---- cegah ketosis**
- **Proporsi 50% – 70% dari total kalori**
- **1 gram ----- 4 Kkal**

# **KH & kesehatan**

- **Laktosa & galaktosa intoleran**
- **Balita (malnutrisi)**
- **DM, PKV, Obesitas**
- **Scibala**

