

# Pengaturan Asam Basa Oleh Sistem Respirasi



dr. Dian Apriliana R., M.Med.Ed

# Pendahuluan



- pH darah normal  $7,4 \pm 0,05$
- Harus selalu dipertahankan dalam kondisi sedikit basa → untuk menjaga keberlangsungan metabolisme tubuh.
- Sebagian besar enzim di dalam darah dan sel tubuh manusia dapat bekerja optimal pada pH sedikit basa

# Produk Asam Tubuh



- Katabolisme **asam amino** yang mengandung **sulfur** menghasilkan **asam sulfurik** dan katabolisme **fosfolipid** menghasilkan **asam fosforik**
- Asam sulfurik dan asam fosforik → *non folatil acid* dan dihasilkan 40-80 mEq/hari
- Katabolisme KH dan Lipid menghasilkan 15.000 – 20.000 mMol CO<sub>2</sub>/ hari → volatil acid



- Oksidasi glukosa yang tidak sempurna → asam laktat
- Oksidasi asam lemak bebas yg tidak sempurna → benda keton
- Deaminasi asam amino →  $\text{NH}_3$  (ammonia)
- Proses transport  $\text{CO}_2$  dari jaringan ke paru-paru → terdapat ion Hidrogen di dalam darah

# 1. Buffer Kimia



- a. Sistem buffer asam karbonat-bikarbonat
- b. Sistem buffer fosfat
- c. Sistem buffer protein

# Sistem Buffer Asam Karbonat dan Bikarbonat



- Terdiri atas asam lemah ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dan garam bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$   
 $\text{NaHCO}_3 \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Merupakan sistem buffer terbanyak di cairan ekstra sel
- Kadar  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CO}_2$  diatur oleh ginjal dan paru-paru

# Sistem Buffer Phosphat



- Bukan merupakan sistem buffer terbesar di cairan ekstra sel
- Hanya 8% dari konsentrasi sistem buffer  $\text{HCO}_3$
- Terdiri atas  $\text{HPO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4$
- Memegang peranan penting di intrasel dan tubulus ginjal

# Protein: Protein Intrasel, Hb dan Protein Plasma



- Merupakan Buffer yang baik → protein mengandung gugus asam dan basa
- Sangat penting di dalam intrasel  $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{HbO}_2 \leftrightarrow \text{H.Hb} + \text{O}_2$
- Pada eritrosit, Hb sangat penting
- 60 – 70% total buffering kimiawi pada cairan intrasel dan Interseluler dilaksanakan oleh protein
- Hb menjadi buffer ion  $\text{H}^+$  yang dihasilkan oleh  $\text{H}_2\text{CO}_3$



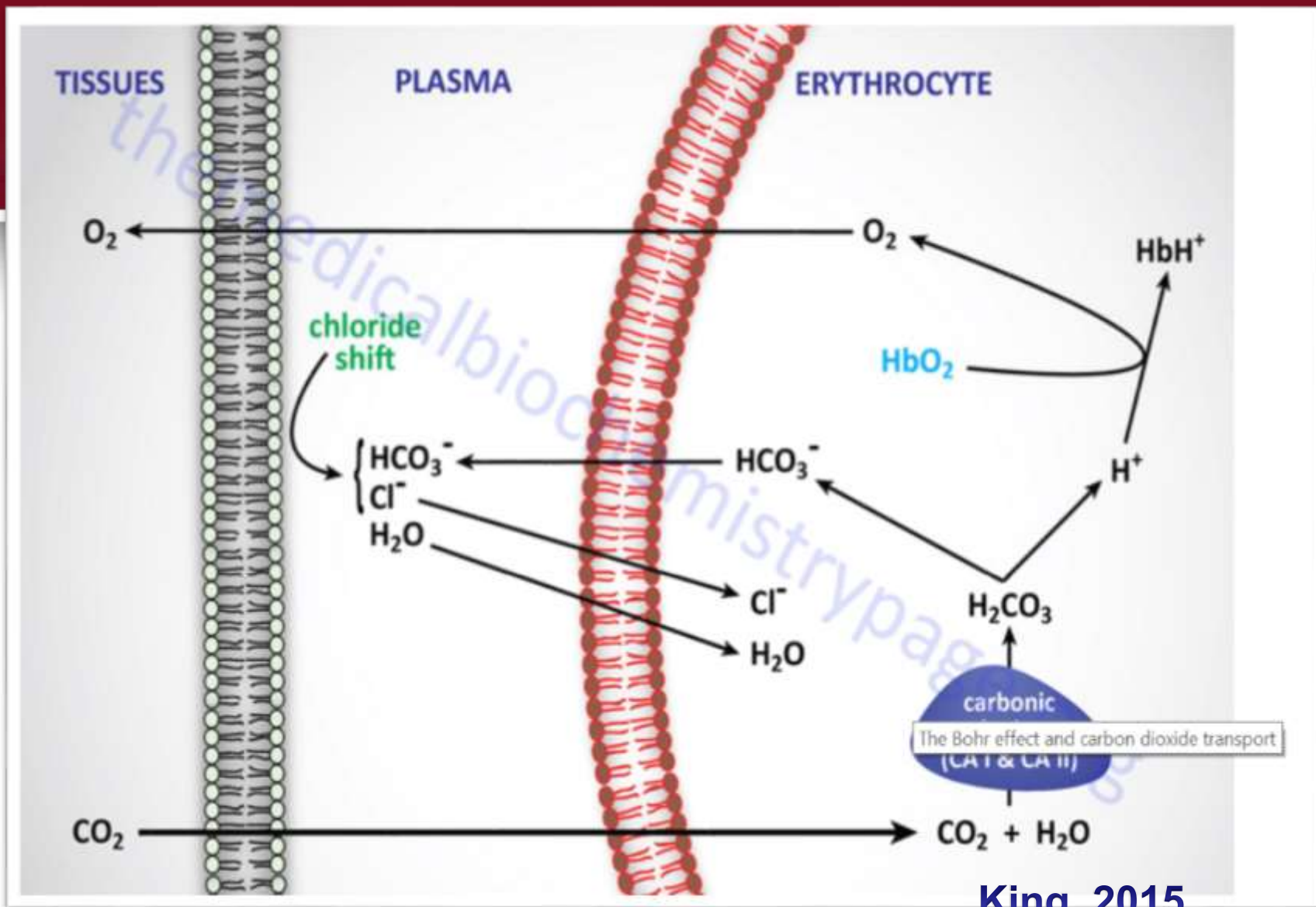


- Protein merupakan buffer yang terbanyak di sel dan darah
- Histidine dan Cystein merupakan dua asam amino yang paling berperan sebagai protein buffer

# Transport $O_2$ dalam darah



- $O_2$  tidak larut dalam darah sehingga membutuhkan protein Haemoglobin (Hb)
- Diikat oleh Hb  $\rightarrow$   $HbO_2$   $\rightarrow$  reversible
- Derajat pengikatan ditentukan oleh  $pO_2$  disekitar Hb
- Afinitas Hb thd  $O_2$  berkurang oleh karena:
  1. Peningkatan  $[H^+]$
  2. Peningkatan  $pCO_2$  (efek Bohr)
  3. Peningkatan suhu
  4. Peningkatan [2,3 bifosfogliserat eritrosit]



King, 2015

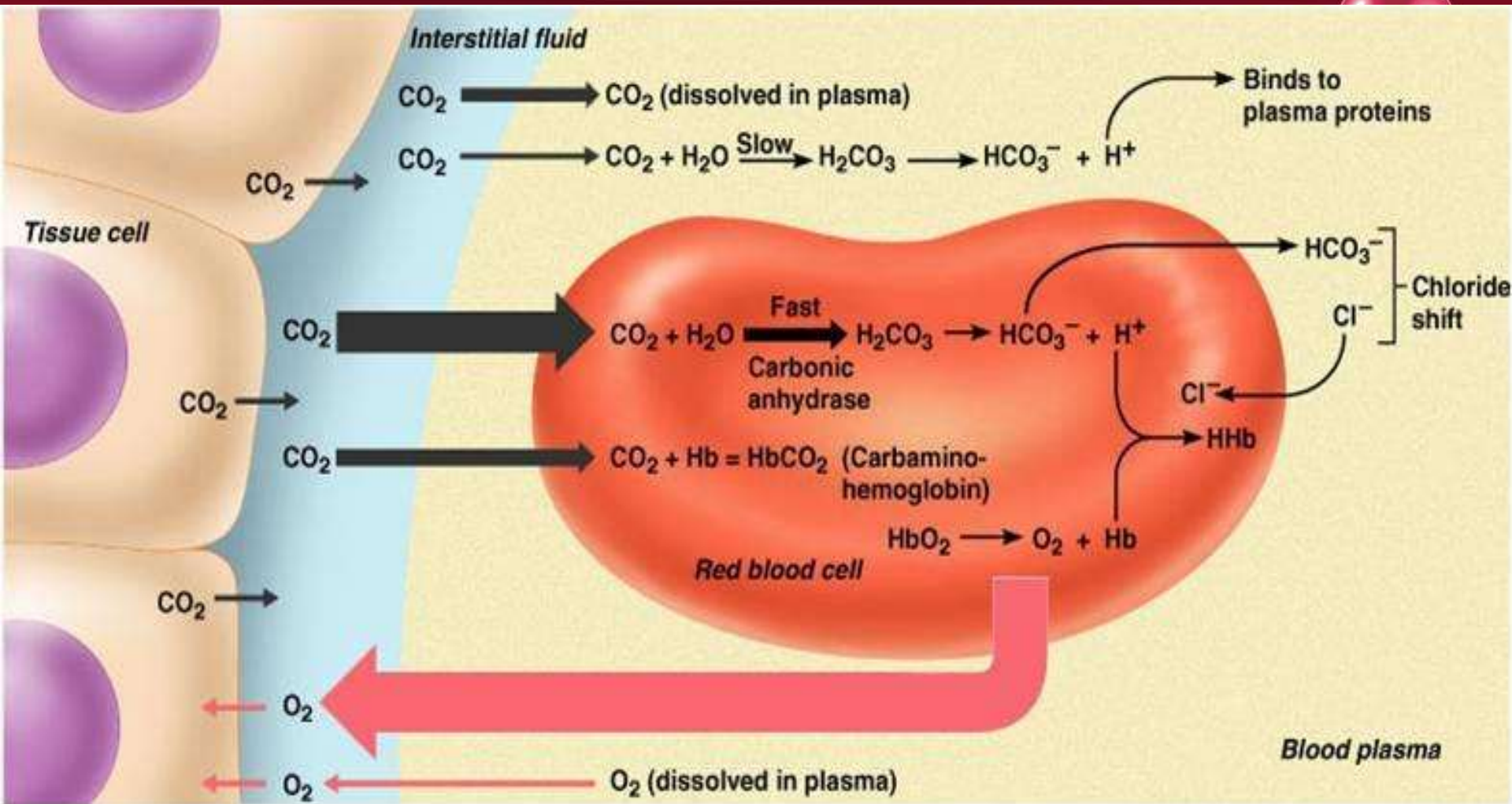
[themedicalbiochemistrypage.com](http://themedicalbiochemistrypage.com)

# Transport CO<sub>2</sub> dalam darah



- 10% larut dalam plasma
- 20% berikatan dengan gugus  $\alpha$  amino terminal residu valin pd molekul globin dari Hb (ikatan carbamino)
- 70% dalam garam HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- **Efek Haldane:** oksigenasi Hb di paru-paru meningkatkan pelepasan CO<sub>2</sub>, deoksigenasi Hb di jaringan perifer meningkatkan pengambilan CO<sub>2</sub>
- **Chloride Shift:** gerakan Cl<sup>-</sup> untuk mengimbangi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> antara eritrosit dan plasma

# Transport O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>



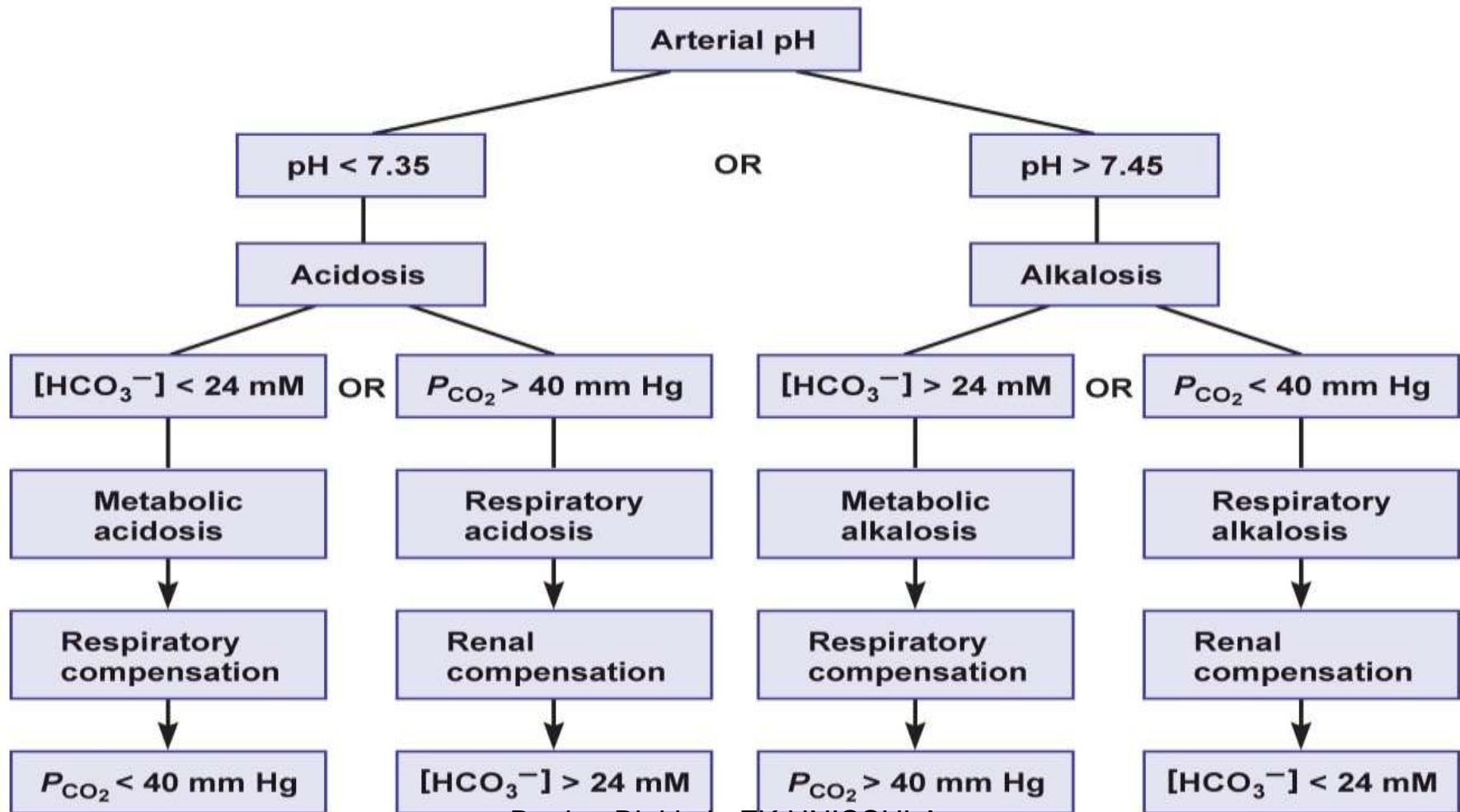
(a) Oxygen release and carbon dioxide pickup at the tissues

# Pengaturan oleh sistem pernafasan



- Pengaturan retensi dan ekspirasi  $\text{CO}_2$  darah
- Diatur oleh kadar  $\text{pCO}_2$  ekstra sel (darah)
- $\text{pCO}_2 > 40$  mmHg  $\rightarrow$  stimulasi Medulla Oblongata  $\rightarrow$  ventilasi meningkat
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- Jika konsentrasi  $\text{CO}_2 \uparrow \rightarrow \text{pH}$  darah  $\downarrow \rightarrow$  asidosis
- Jika konsentrasi  $\text{CO}_2 \downarrow \rightarrow \text{pH}$  darah  $\uparrow \rightarrow$  alkalosis
- Pada kondisi ketoasidosis  $\rightarrow$  aseton dibuang melalui paru-paru

# Mekanisme Kommpensasi



# Asidosis Respiratorik



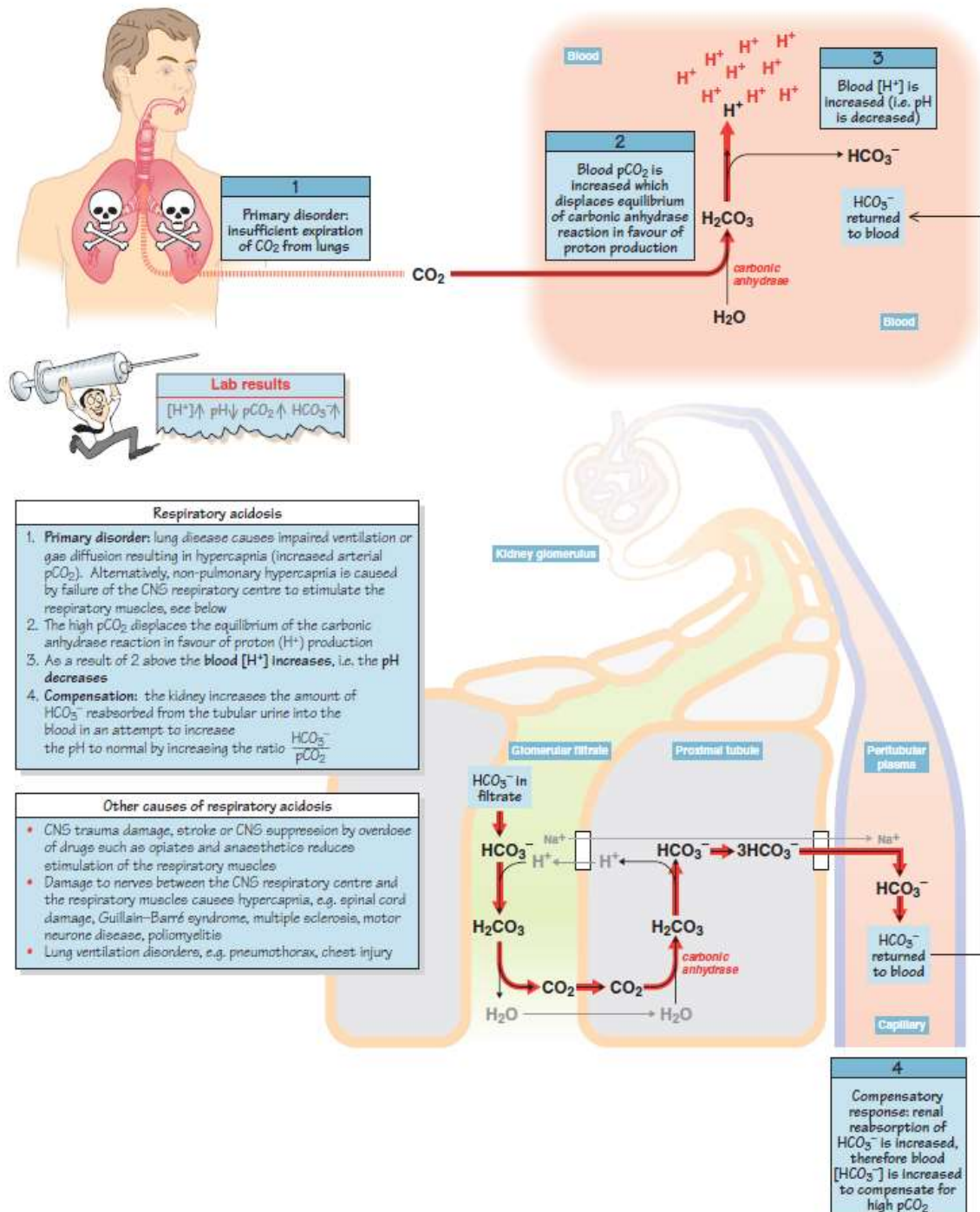
- Adalah pH darah yang rendah karena penumpukan *karbondioksida* dalam darah sebagai akibat dari fungsi paru-paru yang buruk atau pernafasan yang lambat
- Penyebab → paru-paru tidak bisa mengeluarkan CO<sub>2</sub> dengan baik, misal:
  - *Emfisema*
  - Bronkitis kronis
  - *Pneumonia* berat
  - *Edema pulmoner*
  - Asma.



# Asidosis Respiratorik

Mekanisme kompensasi yang terjadi:

Reabsorpsi  $\text{HCO}_3^-$  oleh ginjal meningkat



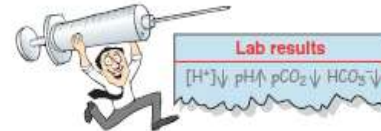
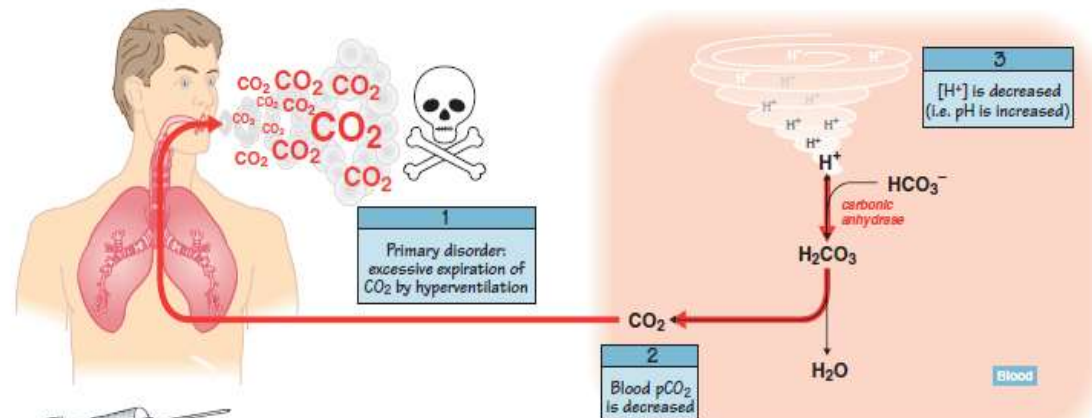
# Alkalosis Respiratorik



- adalah suatu keadaan dimana darah menjadi basa karena pernafasan yang cepat dan dalam, sehingga menyebabkan kadar *karbondioksida* dalam darah menjadi rendah
- Penyebab → hiperventilasi, misal pada keracunan salisilat, histeria/ cemas yang berlebihan, demam tinggi, kerusakan pusat pernafasan di otak
- Kompensasi ginjal → penurunan ekskresi  $H^+$  ke urin

# Alkalosis Respiratorik

Kompensasi:  
Sekresi  $\text{HCO}_3^-$  oleh ginjal meningkat

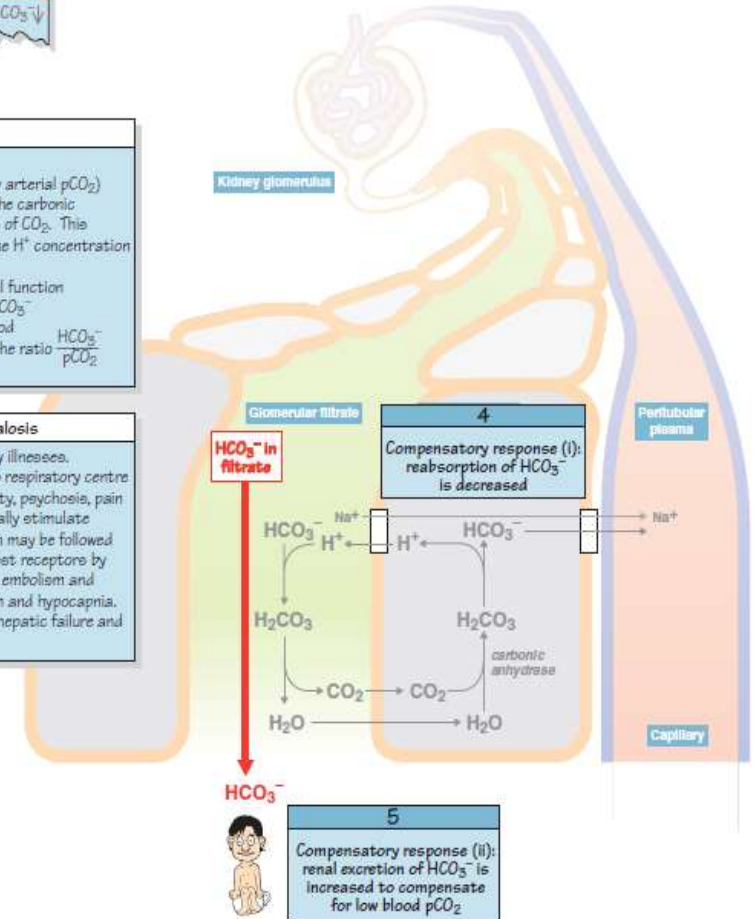


**Respiratory alkalosis**

- Primary disorder:** hyperventilation
- Hyperventilation results in hypocapnia (low arterial  $\text{pCO}_2$ )
- The low  $\text{pCO}_2$  displaces the equilibrium of the carbonic anhydrase reaction towards the formation of  $\text{CO}_2$ . This process consumes protons, i.e. it lowers the  $\text{H}^+$  concentration which increases the pH
- Compensation:** patients with normal renal function compensate by reducing reabsorption of  $\text{HCO}_3^-$  from the tubular urine. This lowers the blood concentration of  $\text{HCO}_3^-$  thereby reducing the ratio  $\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{pCO}_2}$  which lowers the pH

**Other causes of respiratory alkalosis**

Respiratory alkalosis is associated with many illnesses. Hyperventilation has several causes. The CNS respiratory centre is stimulated by many factors including anxiety, psychosis, pain and fever. Overdosage of salicylates can initially stimulate ventilation causing respiratory alkalosis which may be followed by metabolic acidosis. Stimulation of the chest receptors by conditions such as pneumothorax, pulmonary embolism and pulmonary oedema can cause hyperventilation and hypocapnia. Other causes include mechanical ventilation, hepatic failure and sepsis



# Kuis



- Jelaskan mekanisme terjadinya asidosis metabolik akibat gangguan pada sistem pernafasan!



### Fully Compensated States

	pH	PaCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Respiratory Acidosis	normal, but <7.40	↑	↑
Respiratory Alkalosis	normal, but >7.40	↓	↓
Metabolic Acidosis	normal, but <7.40	↓	↓
Metabolic Alkalosis	normal, but >7.40	↑	↑

### Partially Compensated States

	pH	PaCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Respiratory Acidosis	↓	↑	↑
Respiratory Alkalosis	↑	↓	↓
Metabolic Acidosis	↓	↓	↓
Metabolic Alkalosis	↑	↑	↑



**TERIMAKASIH**