

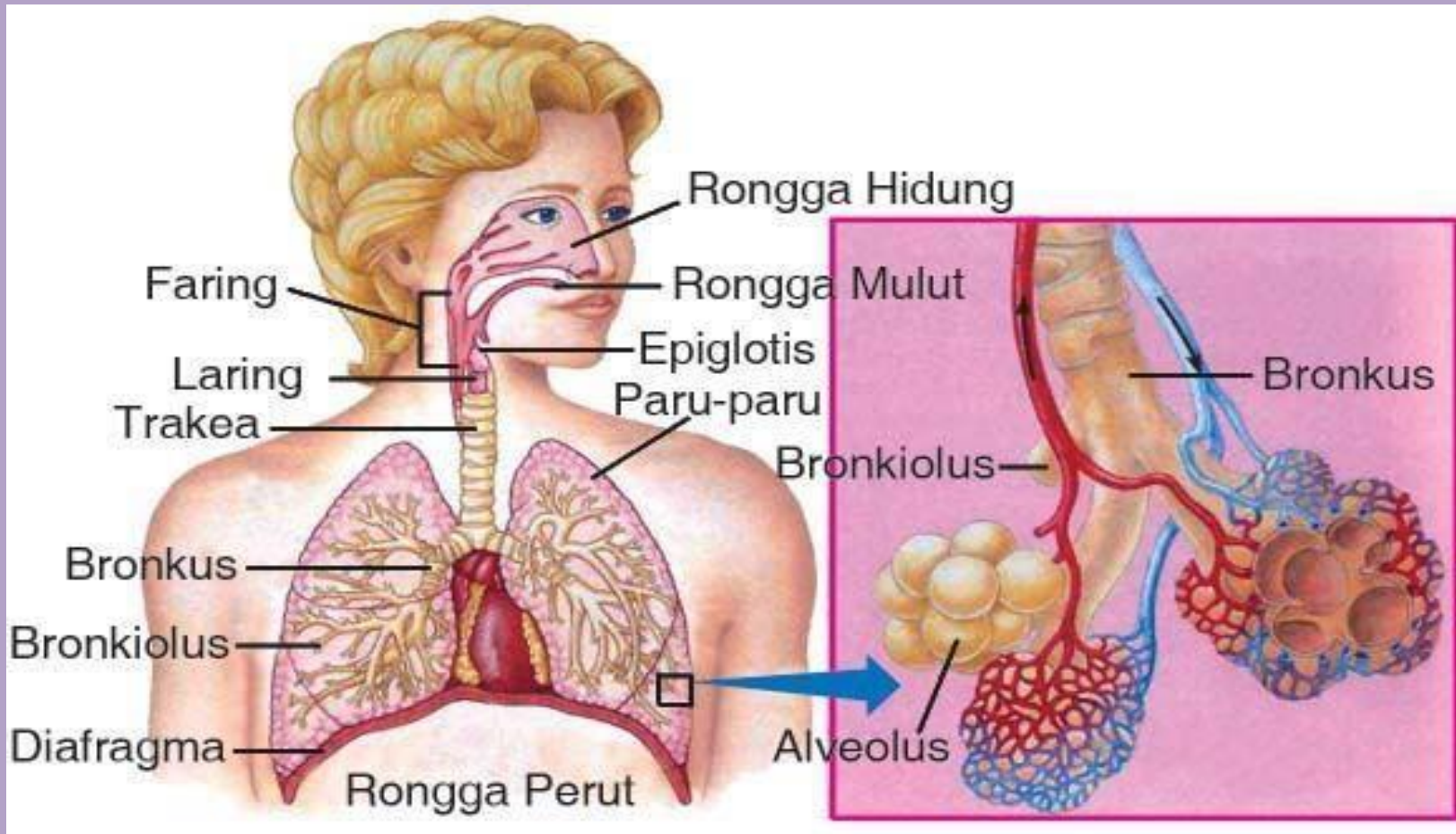
# Gangguan Keseimbangan Asam Basa

Tim Patoman Prodi S-1  
Fakultas Farmasi Universitas Pancasila

# Agenda pembahasan

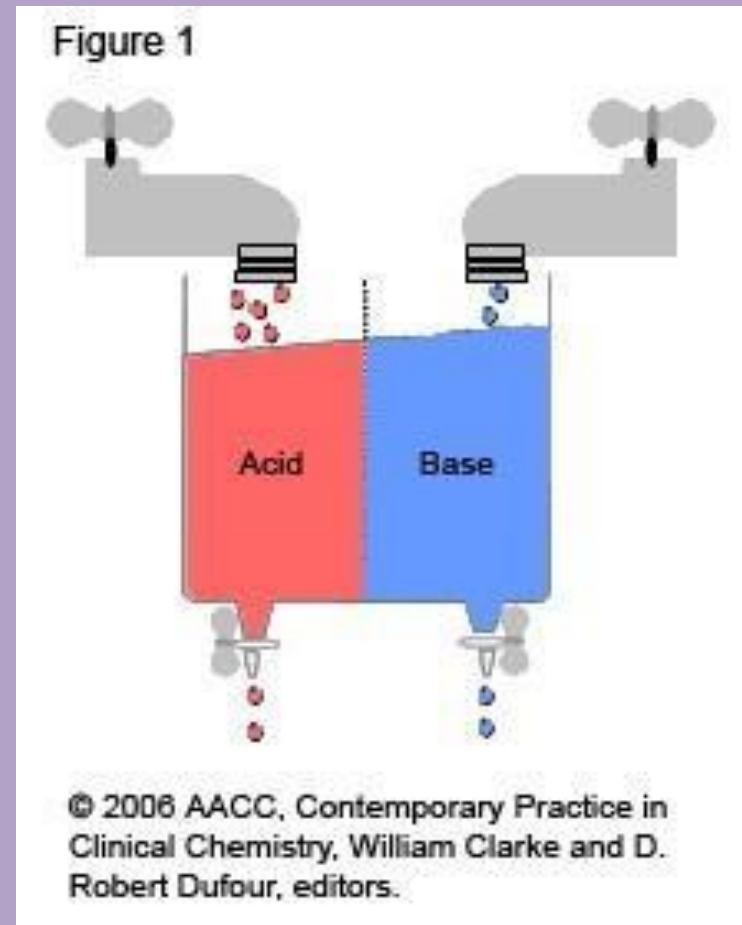
1. Keseimbangan asam basa
2. Faktor yang mempengaruhi pH darah
3. Gangguan keseimbangan asam
  1. Asidosis metabolik
  2. Asidosis respiratorik
4. Gangguan keseimbangan basa
  1. Alkalosis metabolik
  2. Alkalosis respiratorik

# Saluran Pernapasan

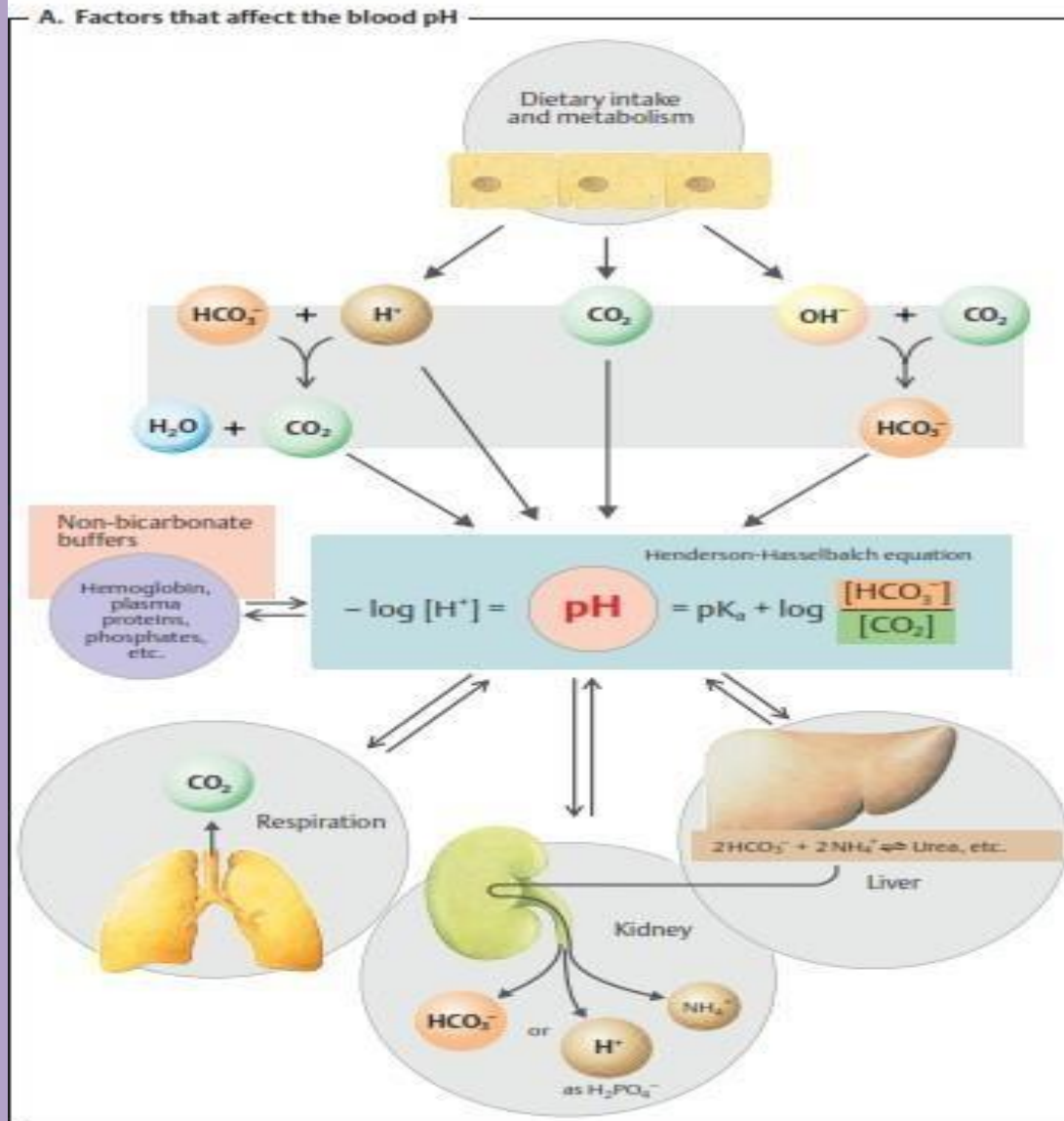


# KESEIMBANGAN ASAM BASA

- Tubuh mempunyai kecenderungan awal untuk pengasaman.
- Jika pH darah  $>7,36$  maka disebut dengan alkalosis
- pH darah  $<7,4$  maka disebut dengan asidosis



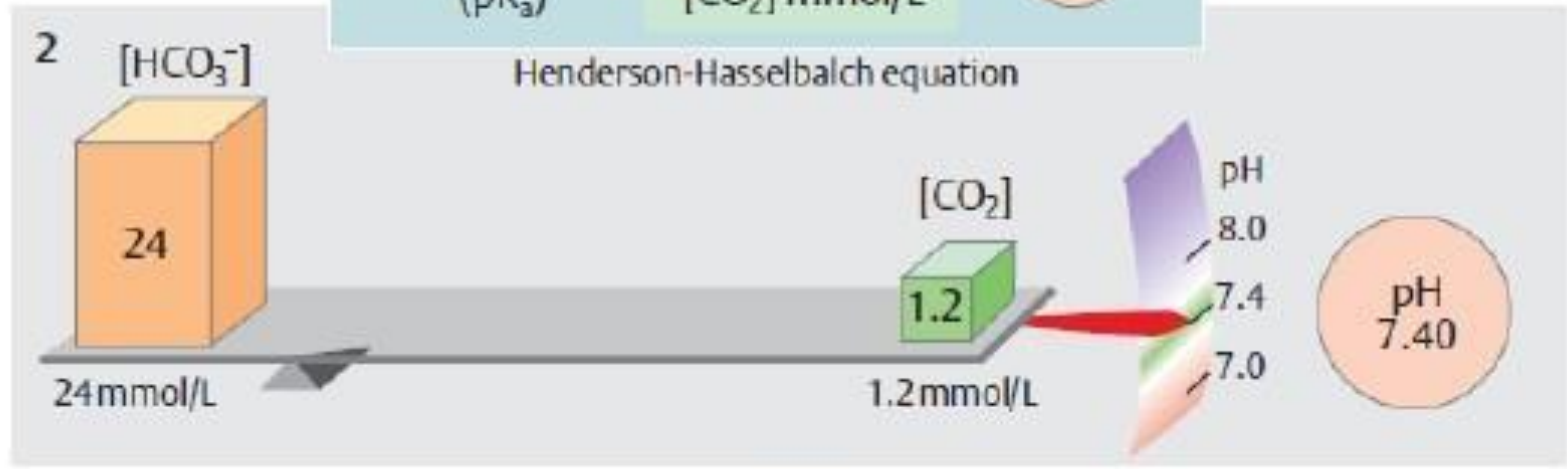
# FAKTOR YANG MEMPENGARUHI pH DARAH



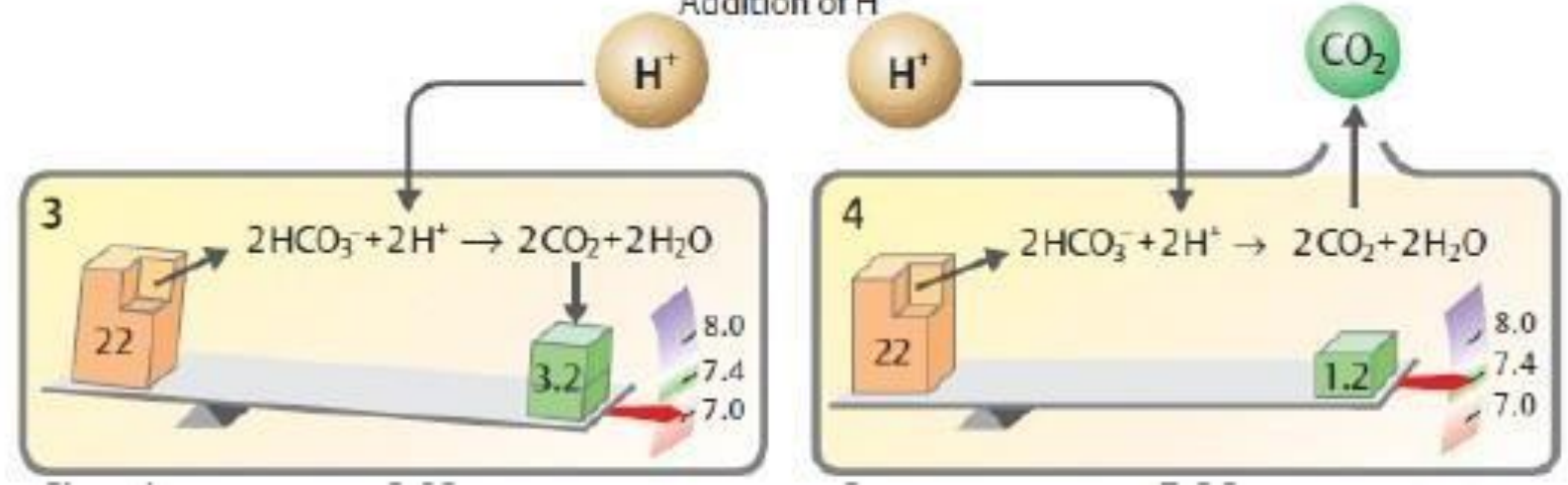
# A. Bicarbonate buffers in closed and open systems

$$1 \quad 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-] \text{ mmol/L}}{[\text{CO}_2] \text{ mmol/L}} = \text{pH}$$

Henderson-Hasselbalch equation



Addition of H<sup>+</sup>



# Perhitungan pH

- pH darah tergantung konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{CO}_2$
- pH darah dapat diketahui menggunakan persamaan Handerson Haselbach

$$\text{pH} = \text{pKa} + \text{Log} \left[ \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} \right]$$

pKa merupakan konstanta disosiasi  $\text{H}_2\text{CO}_3$   
Dan konstanta reaksi  $\text{CO}_2$  menjadi  $\text{H}_2\text{CO}_3$



# Contoh Soal pH

Jika diketahui :

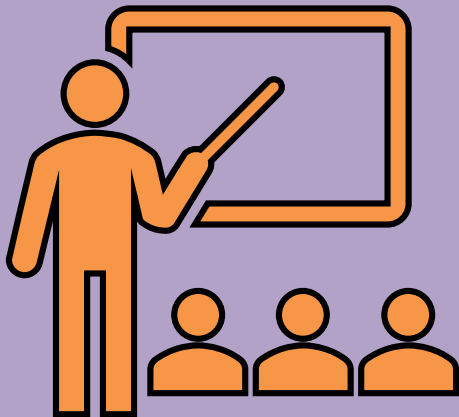
pKa  $\text{H}_2\text{CO}_3$  = 6,1 mmol/L

konsentrasi plasma  $\text{CO}_2$  = 1,2 mmol/L

konsentrasi plasma  $\text{HCO}_3^-$  = 24 mmol/L

1. Berapa pH darah?
2. Jika konsentrasi  $\text{CO}_2$  = 3,2 mmol/L dengan nilai lain tetap, berapa pH darah?

# KENAPA KITA PERLU MENGETAHUI KADAR ASAM BASA DARAH?



# pH darah mempengaruhi kelarutan obat

Untuk obat yang bersifat asam seperti :  
salisilat fenobarbital (pKa 3-7,5)

*$pH = Pka + \log (\text{fraksi obat yang terion} / \text{fraksi obat tidak terion})$*

Semakin menurun pH (asidosis), kadar obat terlarut menurun, efek obat meningkat, harus hati-hati terhadap resiko efek samping obat

# pH darah mempengaruhi kelarutan obat

Untuk obat bersifat basa,  $pK_a=7,5-10$ ,  
contoh : amfetamin, efedrin, kuinidin

*$pH = Pka - \log (\text{fraksi obat yang terion} / \text{fraksi obat tidak terion})$*

Semakin menurun pH (asidosis), maka fraksi obat terlarut meningkat dan efek obat menurun

# Kadar normal gas darah

## Normal Blood Gas Values

Measurement	Arterial Blood	Mixed Venous*	Venous
pH	7.40	7.36	7.36
(range)	(7.37–7.44)	(7.31–7.41)	(7.31–7.41)
pO <sub>2</sub> (mm Hg)	80–100	35–40	30–50
(decreases with age)			
pCO <sub>2</sub> (mm Hg)	36–44	41–51	40–52
O <sub>2</sub> saturation	>95	60–80	60–85
(decreases with age)			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	22–26	22–26	22–28
[SI: mmol/L]			
Base difference	-2 to +2	-2 to +2	-2 to +2
(deficit/excess)			

# Gangguan Keseimbangan Asam Basa

Asidosis

Alkalosis

Asidosis  
Respiratorik

Asidosis  
Metabolik

Alkalosis  
Respiratorik

Alkalosis  
Metabolik

# KATEGORI KETIDAK SEIMBANGAN ASAM BASA

Ada 4 kategori ketidakseimbangan asam-basa, yaitu:

1. Asidosis respiratori, disebabkan oleh retensi  $\text{CO}_2$  akibat hipoventilasi. Pembentukan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  meningkat, dan disosiasi asam ini akan meningkatkan konsentrasi ion  $\text{H}^+$ .
2. Alkalosis respiratori, disebabkan oleh kehilangan  $\text{CO}_2$  yang berlebihan akibat hiperventilasi.
3. Asidosis metabolik, asidosis yang bukan disebabkan oleh gangguan ventilasi paru.
4. Alkalosis metabolik, terjadi penurunan kadar ion  $\text{H}^+$  dalam plasma karena defisiensi asam non-karbonat.

# ASIDOSIS

# ASIDOSIS METABOLIK & RESPIRATORIK

- Asidosis terjadi jika pH darah  $<7,36$
- Disebabkan oleh  $[\text{HCO}_3^-]$  terlalu rendah (asidosis metabolik) dan  $[\text{CO}_2]$  terlalu tinggi (hiperkapnia, asidosis respiratorik)

# ASIDOSIS METABOLIK

- . Berkaitan dengan  $[\text{HCO}_3^-]$  di dalam darah
- . Tidak disebabkan oleh hipoventilasi tetapi oleh kurangnya eksresi asam di ginjal dan faktor-faktor lain yang tidak ada hubungan dengan bronkus

# PENYEBAB ASIDOSIS METABOLIK

1. Hiperkalemia
2. Penurunan eksresi H<sup>+</sup>
3. Hormon paratiroid menghambat reabsorpsi bikarbonat
4. Kehilangan bikarbonat dari usus akibat diare, fistula
5. Peningkatan pembentukan urea
6. Mineralisasi Tulang
7. Peningkatan pembentukan atau penurunan pemecahan asam organik
8. Diet kaya protein

## Table 2. Causes of metabolic acidosis

### INCREASE IN ANION GAP ( $H^+$ GAIN)

Decreased fixed acid excretion (eg, renal failure)

Increased endogenous acid production

- Lactic acidosis
- Ketoacidosis

Exogenous acid ingestion

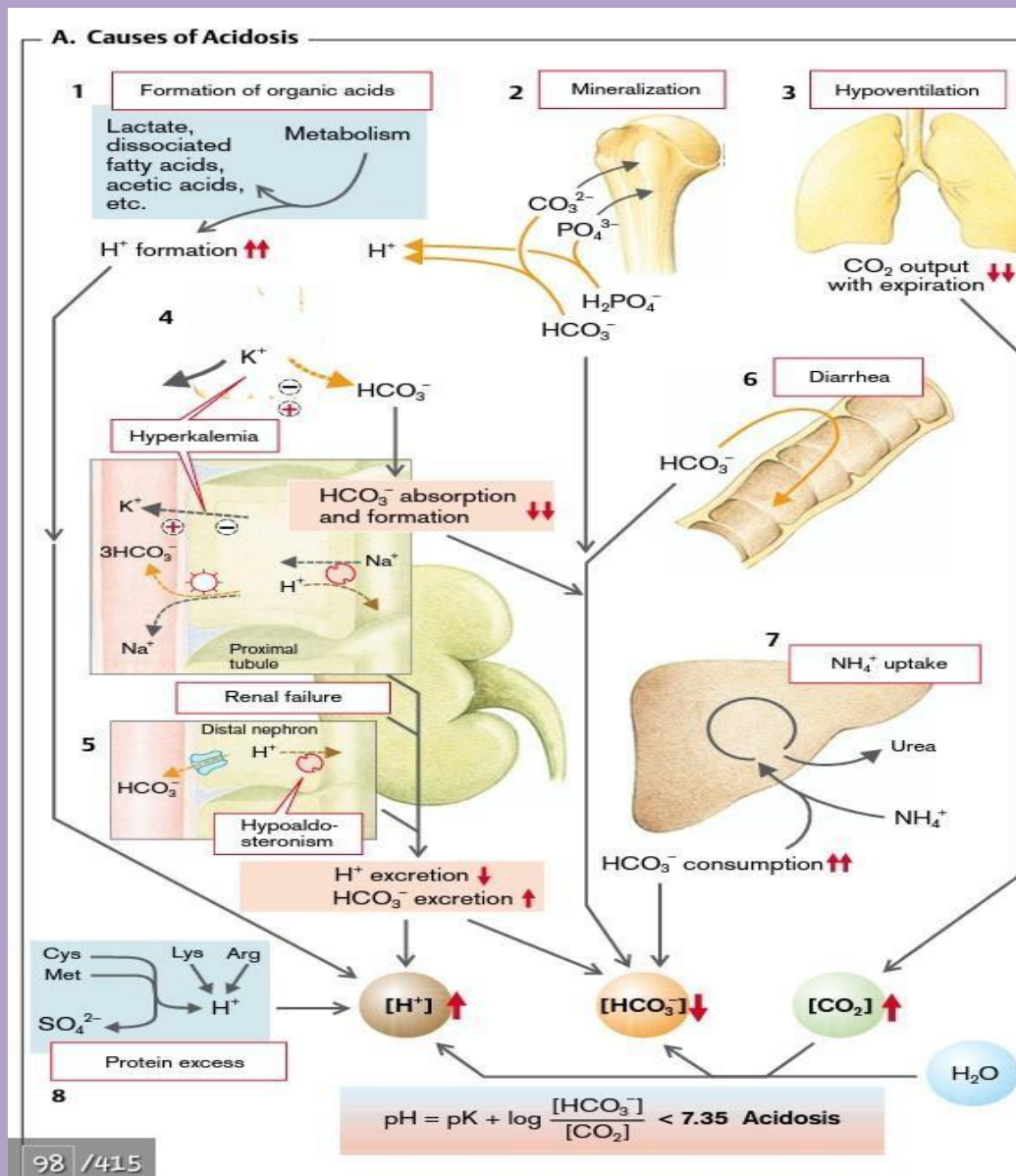
- Acetylsalicylic acid
- Cyanide
- Toxic alcohols (methanol, ethylene glycol)

### HYPERCHLOREMIC OR NORMAL ANION GAP ( $HCO_3^-$ LOSS)

Gastrointestinal tract (eg, diarrhea)

Renal system (eg, diuretics, renal tubular acidosis)

Heard A, 2005. An approach to complex acid-base problems

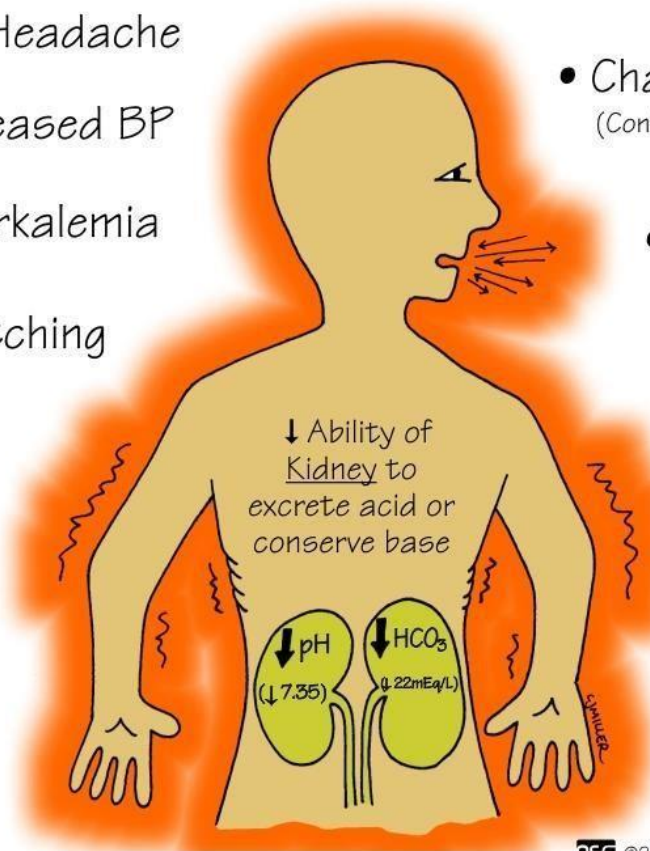


Silbenargl S, Lang F. Color Atlas of Pathophysiology. 2000. Thieme. New York

# MANIFESTASI KLINIS ASIDOSIS METABOLIK

## METABOLIC ACIDOSIS

- Headache
- Decreased BP
- Hyperkalemia
- Muscle Twitching
- Warm, Flushed Skin  
(Vasodilation)
- Nausea, Vomiting, Diarrhea
- Changes in LOC  
(Confusion, ↑ drowsiness)
- Kussmaul Respirations  
(Compensatory Hyperventilation)
- Causes:  
DKA  
Severe Diarrhea  
Renal Failure  
Shock



© 2007 Nursing Education Consultants, Inc.

# TREATMENT OF METABOLIC ACIDOSIS

1. Correct any underlying disorder (control diarrhea, etc).
2. Treatment with bicarbonate should be reserved for severe metabolic gap acidosis.
  - a. If the pH < 7.20, correct with sodium bicarbonate.
  - b. The total replacement dose of  $[\text{HCO}_3^-]$  can be calculated as follows:
3. Replace with **one-half the total amount of bicarbonate over 8- 12 h** and reevaluate.
  - Be aware of sodium and volume overload during replacement.
  - Normal or isotonic bicarbonate drip is made with 3 ampules  $\text{NaHCO}_3$  (50 mmol  $\text{NaHCO}_3$ /ampule) in 1 L D5W.

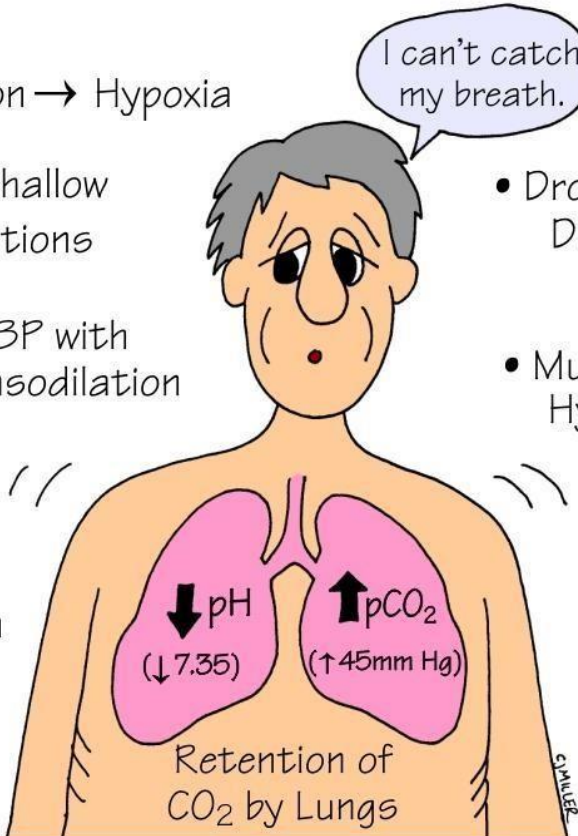
$$[\text{HCO}_3^-] \text{ needed in mEq} = \frac{\text{Base deficit (mEq)} \times \text{Patient's weight (kg)}}{4}$$

# ASIDOSIS RESPIRATORIK

- Gangguan klinis dimana  $\text{pH} < 7,35$  dan  $\text{PaCO}_2 > 42 \text{ mmHg}$
- Terjadi akibat gangguan system pernapasan (hipoventilasi)
- Hal ini dapat mempengaruhi  $[\text{CO}_2]$  dalam darah yaitu timbulnya hiperkapnia (peningkatan  $[\text{CO}_2]$  dalam darah)
- Gangguan system respirasi meliputi : penyakit paru restriktif, penyakit paru obstruktif, emfisema, edema paru

# Manifestasi Klinis Asidosis Respiratorik

RESPIRATORY ACIDOSIS



The diagram shows a man with a speech bubble saying "I can't catch my breath." His lungs are depicted with a downward arrow for pH (7.35) and an upward arrow for pCO<sub>2</sub> (45 mm Hg). Below the lungs, it says "Retention of CO<sub>2</sub> by Lungs".

- Hypoventilation → Hypoxia
- Rapid, Shallow Respirations
- ↓ BP with Vasodilation
- Dyspnea
- Headache
- Hyperkalemia
- Dysrhythmias (↑K)
- Drowsiness, Dizziness, Disorientation
- Muscle Weakness, Hyperreflexia
- Causes:
  - ↓ Respiratory Stimuli (Anesthesia, Drug Overdose)
  - COPD
  - Pneumonia
  - Atelectasis

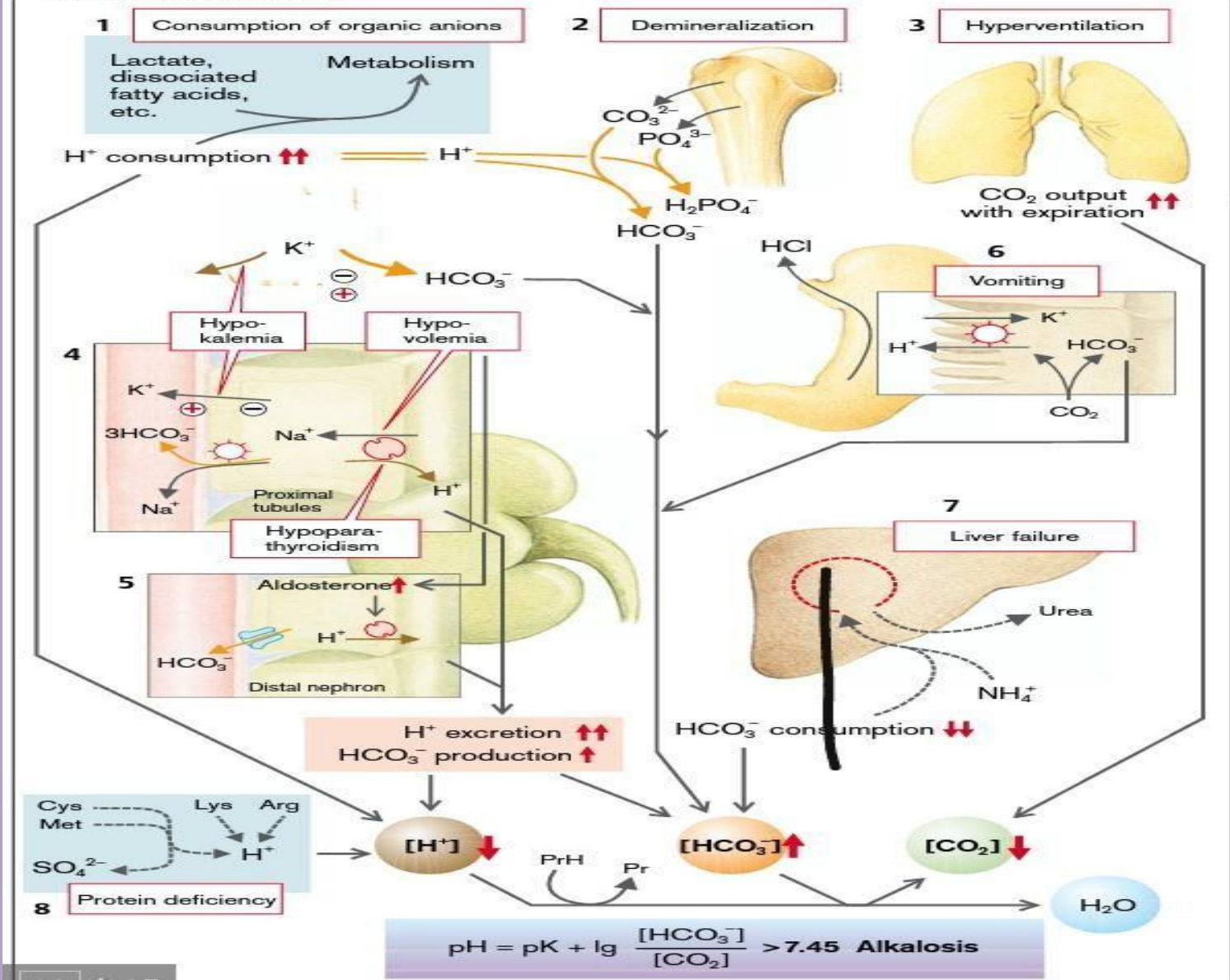
© 2007 Nursing Education Consultants, Inc.

# ALKALOSIS

# ALKALOSIS METABOLIK

- Faktor penyebab alkalosis metabolic yaitu :
- Hipokalemia
- Pengeluaran isi lambung yang mengandung asam pada saat muntah
- Peningkatan reabsorpsi  $\text{HCO}_3$  di tubulus ginjal dan peningkatan eksresi  $\text{H}^+$
- Hipoparatiroid
- Penurunan pembentukan urea
- Demineralisasi kalsium dan pospat dari tulang
- Peningkatan metabolisme asam organik (asam laktat, asam lemak yang terdisosiasi)
- Penurunan jumlah protein di dalam darah

## A. Causes of Alkalosis

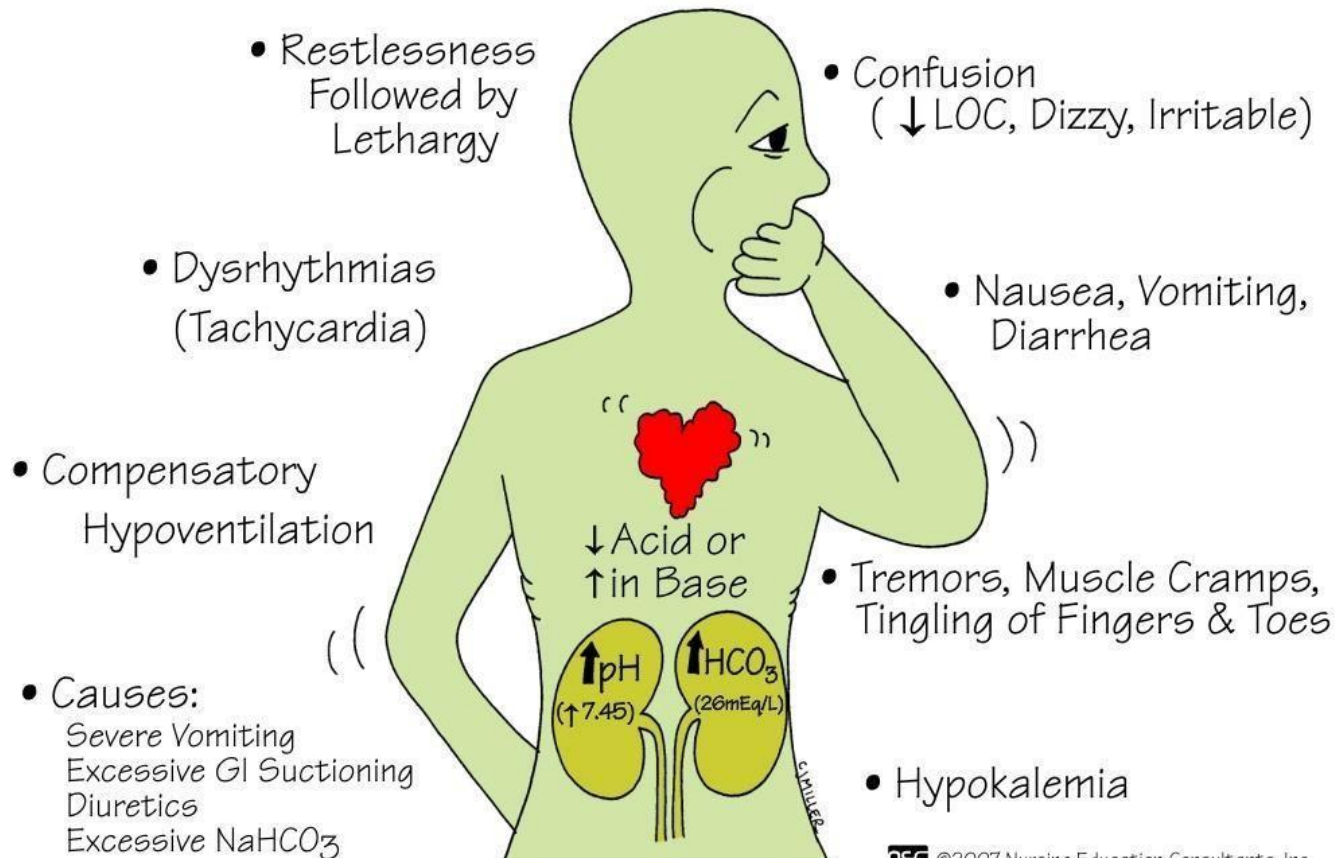


Silbenargl S, Lang F. Color Atlas of Pathophysiology. 2000. Thieme. New York

Tim Dosen Patofisiologi Manusia

# MANIFESTASI KLINIS ALKALOSIS METABOLIK

## METABOLIC ALKALOSIS



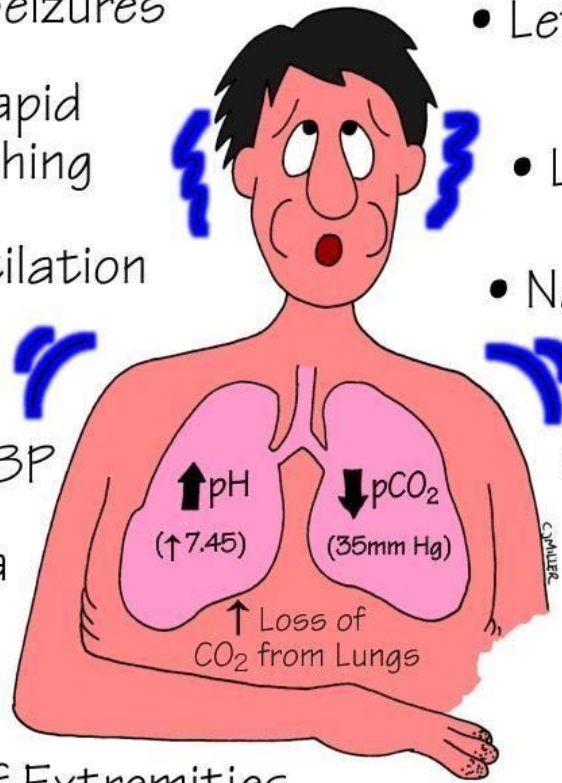
# ALKALOSIS RESPIRATORIK

- Alkalosis terjadi akibat hiperventilasi CO<sub>2</sub> melalui bronkus sehingga mengakibatkan hipokapnia
- [CO<sub>2</sub>] menurun di dalam darah sehingga pH menjadi lebih alkali (pH.7,44)
- Faktor penyebab timbulnya yaitu kerusakan terhadap neuron pernapasan (akibat inflamasi, trauma atau gagal hati), kurang suplai O<sub>2</sub> sehingga terjadi peningkatan ventilasi dan jumlah CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan lebih banyak

# Manifestasi Klinis Alkalosis Respiratorik

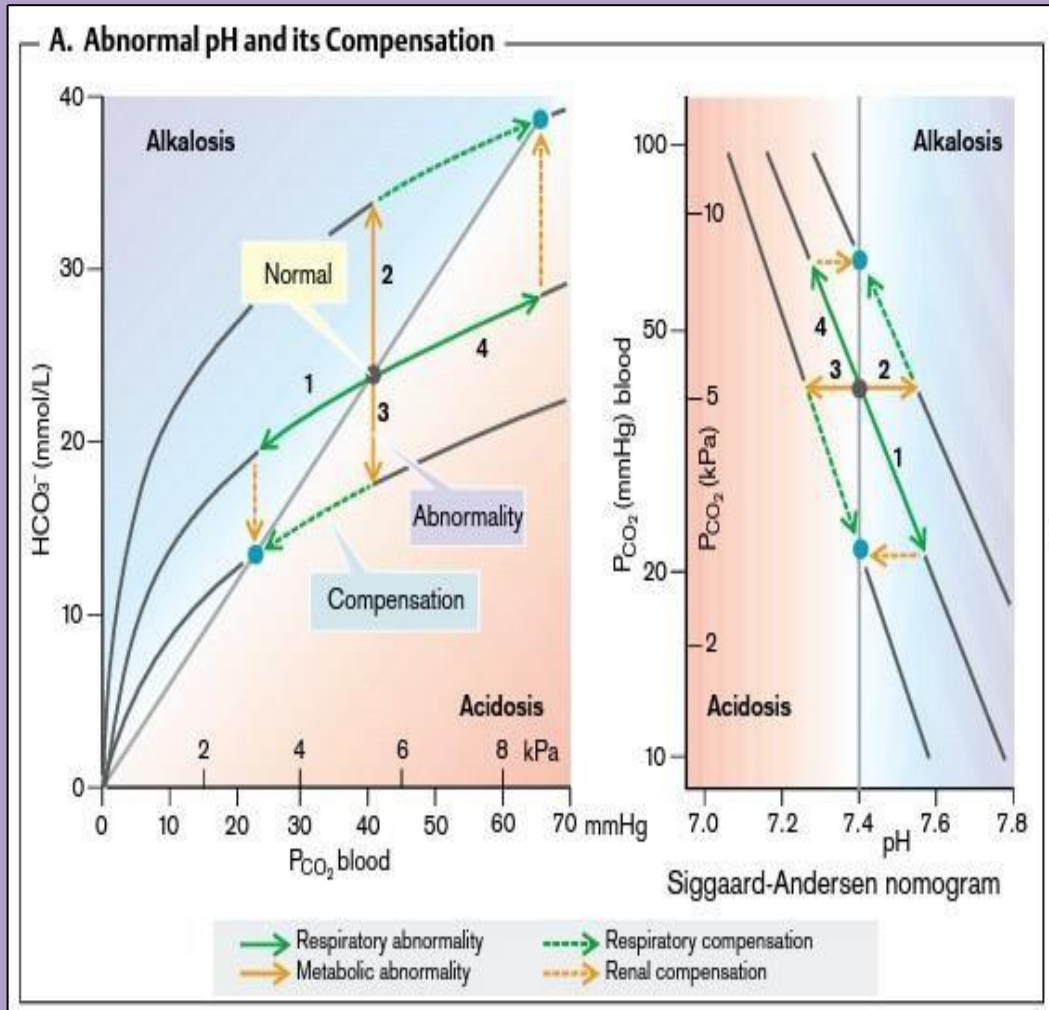
## RESPIRATORY ALKALOSIS

- Seizures
- Lethargy & Confusion
- Deep, Rapid Breathing
- Light Headedness
- Hyperventilation
- Nausea, Vomiting
- Tachycardia
- Causes:
  - Hyperventilation (Anxiety, PE, Fear)
  - Mechanical Ventilation
- ↓ or Normal BP
- Hypokalemia
- Numbness & Tingling of Extremities



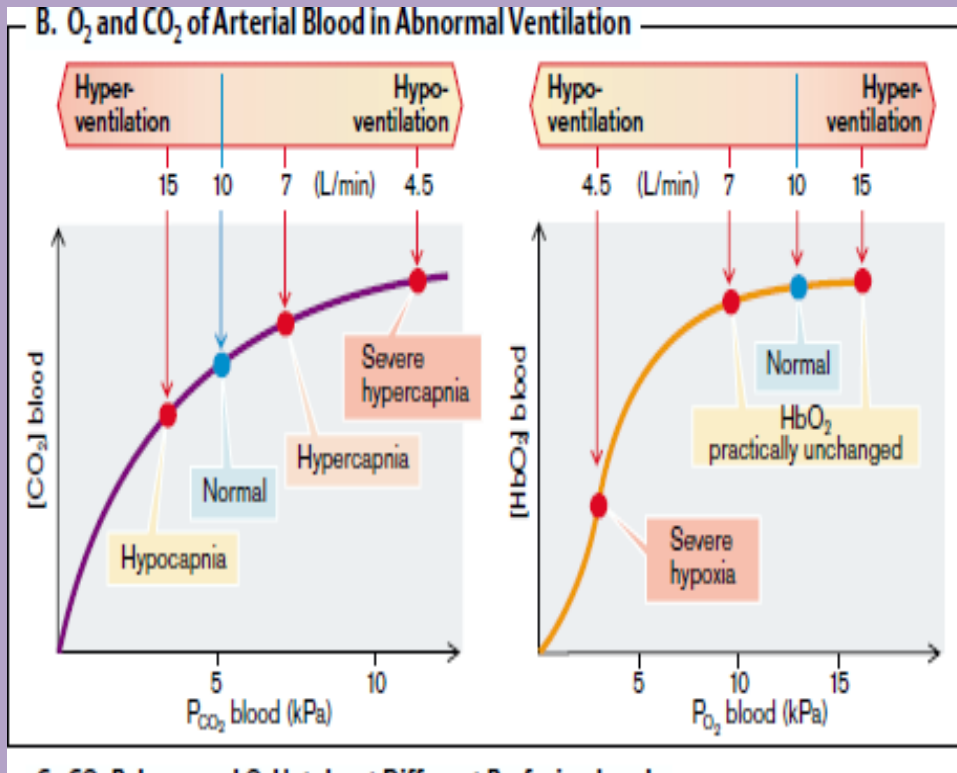
© 2007 Nursing Education Consultants, Inc.

# Mekanisme Kompensasi



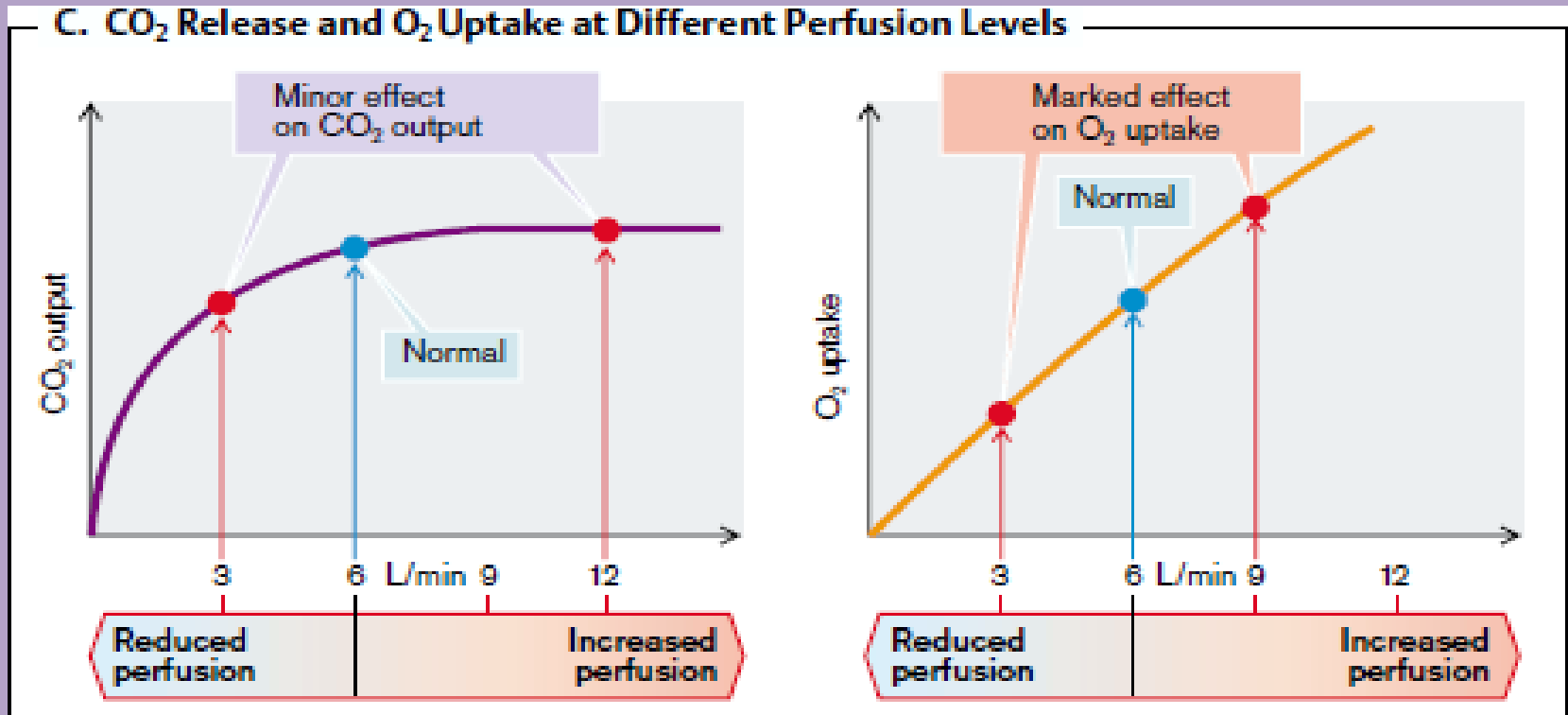
- Alkalosis respiratorik dikompensasi dengan mengurangi reabsorpsi bikarbonat di ginjal.
- Alkalosis metabolik secara teoritis diatasi melalui hipoventilasi
- Asidosis respiratorik: meningkatkan reabsorpsi bikarbonat
- Asidosis metabolik dikompensasi melalui hiperventilasi

# Gangguan Ventilasi



- Hiperkapnia: Konsentrasi CO<sub>2</sub> meningkat
- Hipokapnia: Konsentrasi CO<sub>2</sub> menurun
- Hiperventilasi: peningkatan laju pernapasan
- Hipoventilasi: penurunan laju pernapasan

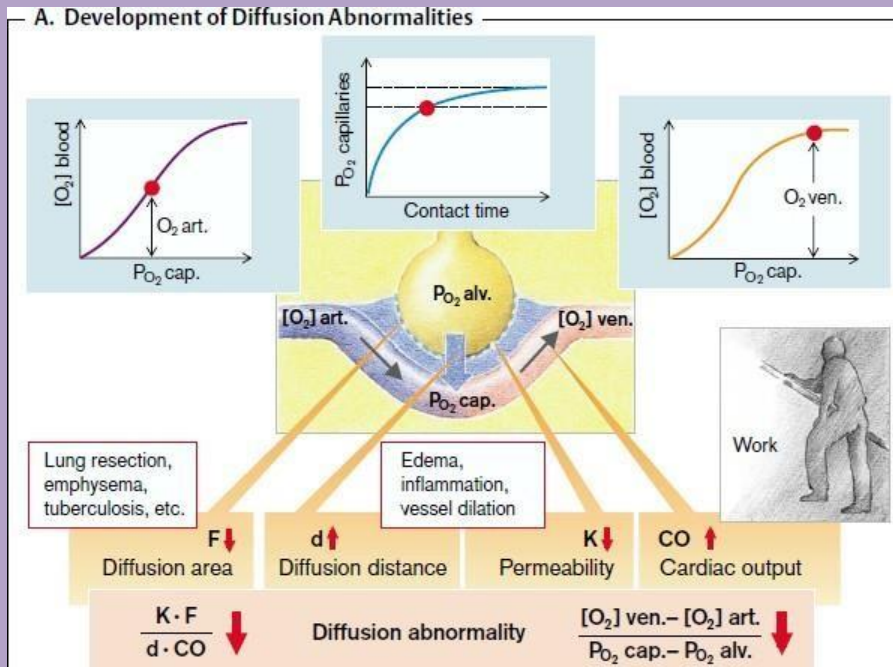
# Gangguan Perfusi



Silbenarg S, Lang F. Color Atlas of Pathophysiology. 2000. Thieme. New York

Perfusi adalah aliran darah paru dari dan ke plasma.

# Gangguan Difusi



- Perpindahan  $O_2$  dari alveoli ke hemoglobin dalam erosit dan  $CO_2$  dari erosit ke alveoli dan dikeluarkan.
- Jumlah gas yang berdifusi proporsional dengan luas area difusi dan berbanding terbalik dengan jarak area difusi.
- Jika difusi menurun maka akan terganggu konsentrasi  $CO_2$  dan  $O_2$  dalam plasma

# STUDI KASUS

Seorang pasien laki-laki usia 50 tahun datang ke IGD dengan keluhan muntah berat, kejang, denyut jantung meningkat. Pasien memiliki Riwayat hepatitis sejak 10 tahun yang lalu. Dari hasil pemeriksaan analisis gas darah diperoleh pH = 8. Dokter meresepkan fenobarbital 120 mg, 3 kali sehari. Apakah dosis obat sudah sesuai?

# DAFTAR PUSTAKA

- Heard A, 2005. An approach to complex acid-base problems
- Silbernagl S & Lang F 2000. Color Atlas Pathophysiology. New York: Thieme
- Underwood JCE. 1999. Patologi Umum dan Sistemik Volume I Edisi 2. Penerjemah, Sarjadi. Jakarta: EGC.
- Guyton and hall. 2014. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, edisi 12*. EGC. Jakarta. Halaman 407
- Price, Sylvia A. dan Lorraine M. Wilson. 2005.
- Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit., volume 2 edisi 6. Jakarta. EGC
- Sherwood, lauralee. 2014. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem, edisi 8*. EGC. Jakarta. Halaman 598