



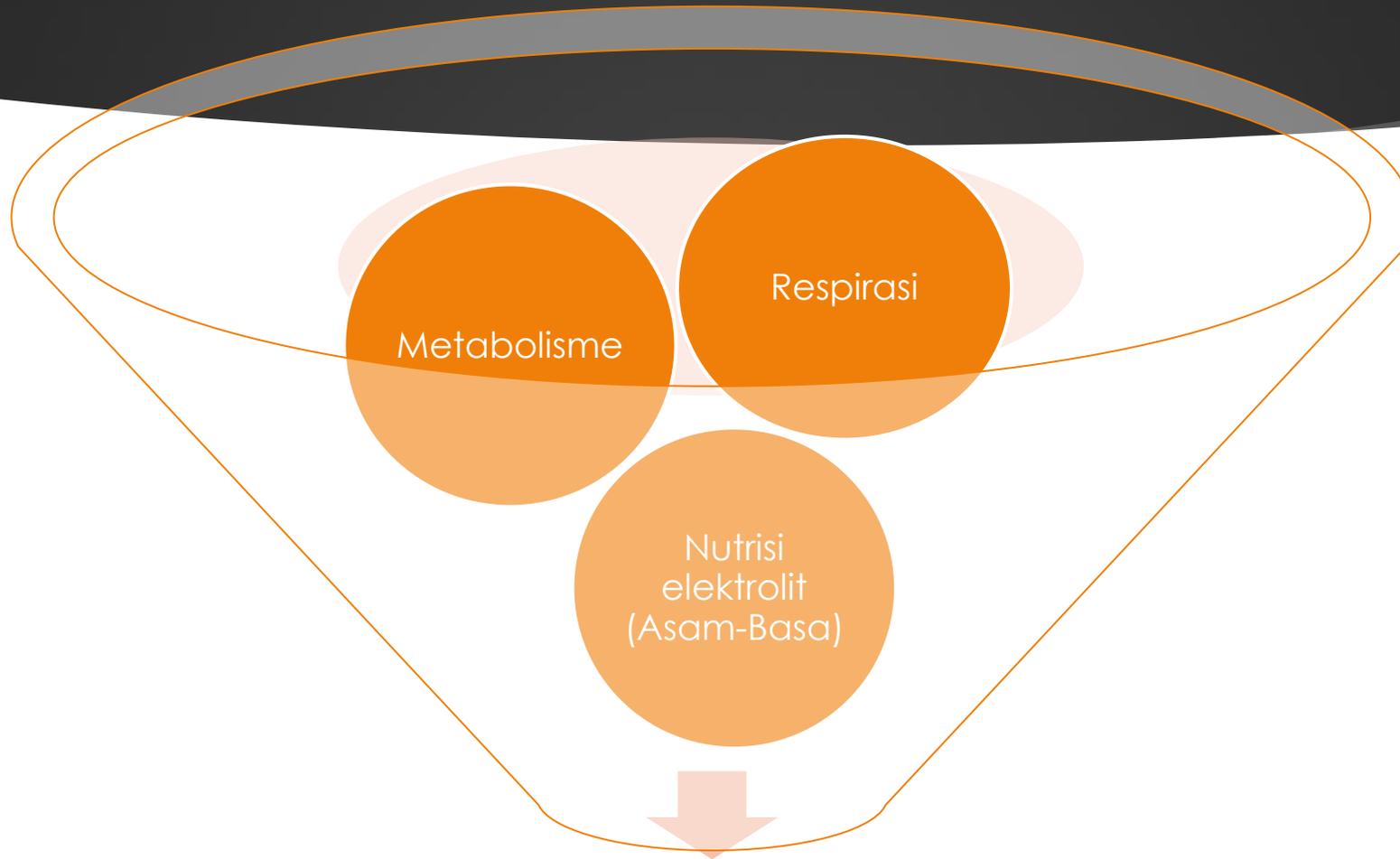
# Asam Basa dalam Tubuh

DR. DWI SOELISTYONINGSIH, M.BIOMED

# Topik pembahasan

- ▶ Teori asam basa
- ▶ Sistem Buffer tubuh
- ▶ Derajat keasaman larutan (pH)
- ▶ Gangguan asam-basa tubuh (asidosis & alkalosis metabolik dan respiratorik)

# Homeostasis Tubuh



Homeostasis

# Teori Asam Basa

- ▶ Tubuh selalu berupaya mempertahankan pH darah tetap konstan pada pH=7,4
- ▶ Nilai pH, sangat tergantung dari  $[H^+]$
- ▶ Untuk mencapai pH=7,4 maka  $[H^+]$  harus sangat rendah ( $0,000.004mEq=40nEq$ )
- ▶ Tanpa sistem Buffer tubuh, pH darah tidak mungkin dapat dipertahankan
- ▶ Orang dewasa setiap hari menghasilkan :
  - ▶ 13.000 mEq  $CO_2$  (via paru-paru)
  - ▶ 30-50 mEq  $H^+$  (via ginjal)
- ▶ Batas pH dimana hidup masih mungkin 6,7-7,9
- ▶ Nilai pH  $<7,25$  atau  $>7,55$  selalu memerlukan terapi

# Derajat keasaman larutan (pH)

- ▶ Derajat keasaman (pH) darah manusia normalnya berkisar antara 7,35 hingga 7,45. Tubuh manusia mampu mempertahankan keseimbangan asam dan basa agar proses metabolisme dan fungsi organ dapat berjalan optimal.
- ▶ Keseimbangan asam basa dalam tubuh manusia diatur oleh dua sistem organ yakni **paru** dan **ginjal**. Paru berperan dalam pelepasan (eksresi CO<sub>2</sub>) dan ginjal berperan dalam pelepasan asam.
- ▶ CO<sub>2</sub> (karbondioksida) adalah gas dalam darah yang berperan sebagai komponen asam. CO<sub>2</sub> juga merupakan komponen respiratorik. Nilai normalnya adalah 40 mmHg.
- ▶ HCO<sub>3</sub> (bikarbonat) berperan sebagai komponen basa dan disebut juga sebagai komponen metabolik. Nilai normalnya adalah 24 mEq/L.

# Terminologi

## ASAM

- Senyawa yang dapat melepaskan ion  $H^+$  atau donor  $H^+$
- $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

## BASA

- Senyawa yang dapat menerima ion  $H^+$  atau akseptor ion  $H^+$
- Contoh :  $HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$

# Sistem *Buffer*= Larutan *Buffer*

- ▶ Larutan yang dapat mempertahankan pH hampir konstan, walaupun ke dalam larutan tersebut ditambahkan asam (penambahan ion  $H^+$ ) atau ditambahkan basa (pengurangan ion  $H^+$ )
- ▶ Suatu larutan *buffer* memiliki unsur asam dan unsur basa
  - ▶ Penambahan ion  $H^+$   $\longrightarrow$  ion  $H^+$  ditangkap oleh basa
  - ▶ Pengurangan ion  $H^+$   $\longrightarrow$  akan diganti oleh asam

# Macam Sistem *Buffer* (*Dapar*) dalam Tubuh

- ▶ Sistem **Buffer Bikarbonat** (sistem dapar di cairan ekstrasel terutama untuk perubahan yang disebabkan oleh non-bikarbonat)
- ▶ Sistem **Buffer Fosfat** (sistem dapar di sistem perkemihan dan cairan intrasel)
- ▶ Sistem **Buffer Protein** (sistem dapar di cairan ekstrasel dan intrasel)
- ▶ Sistem **Buffer Hemoglobin** (sistem dapar di dalam eritrosit untuk perubahan asam karbonat)

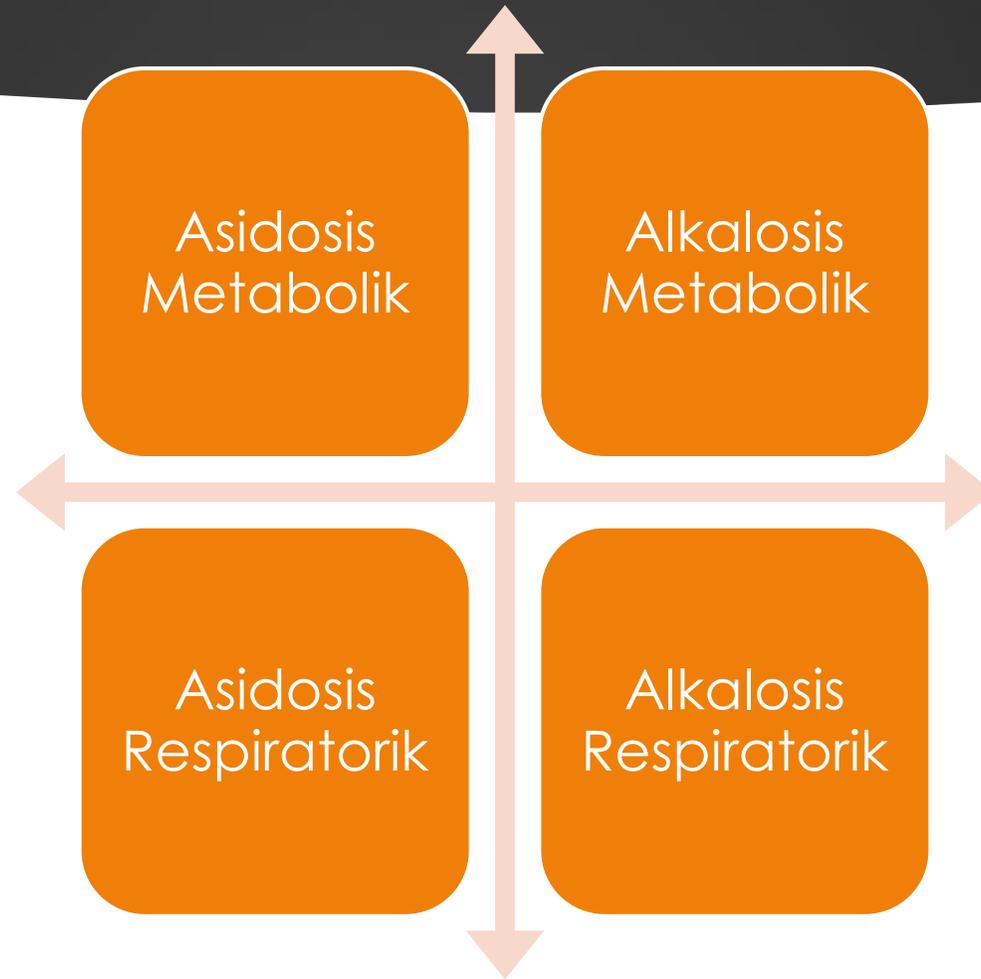
# *Buffer Base* (Buffer Basa)

- ▶ Unsur basa dalam Sistem Buffer disebut sebagai *Buffer Base*
- ▶ Jumlah unsur basa dalam suatu larutan disebut *Total Buffer Base*
- ▶ Normal Total Buffer Base 45-50mEq/L
  
- ▶ Kelebihan unsur basa dari N disebut *BASE EXCESS*
- ▶ Kekurangan unsur basa dari N disebut *BASE DEFICIT*
- ▶ Hal ini penting sebagai parameter adanya gangguan Metabolik

# Gangguan Asam-Basa

- ▶ Gangguan aktifitas sel
- ▶ Enzim
- ▶ Hormon
- ▶ Gangguan elektrofisiologi jantung
- ▶ Gangguan susunan saraf pusat
- ▶ Respon obat-obatan tidak optimal
  
- ▶ *LIFE THREATENING* (memerlukan tindakan cepat & tepat)

# Jenis Gangguan Asam-Basa



# Asidosis dan Alkalosis

## Asidosis

- ▶ Keadaan dimana kadar ion  $H^+$  dalam darah lebih tinggi dari normal (pH rendah;  $pH < 7.35$ );
- ▶ Kadar ion  $H^+$  akan menjadi lebih tinggi dari normal seandainya tidak terjadi kompensasi

## Alkalosis

- ▶ Keadaan dimana kadar ion  $H^+$  akan menjadi lebih rendah dari normal (pH tinggi;  $pH > 7.45$ );
- ▶ Kadar ion  $H^+$  akan menjadi lebih rendah dari normal seandainya tidak terjadi kompensasi

# Asidosis Metabolik

- ▶ Keasaman darah yang berlebihan, ditandai dengan rendahnya kadar bikarbonat dalam darah. Bila peningkatan keasaman melampaui sistem penyangga pH, darah akan benar-benar menjadi asam.
- ▶ Seiring dengan menurunnya pH darah, pernafasan menjadi lebih dalam dan lebih cepat sebagai usaha tubuh untuk menurunkan kelebihan asam dalam darah dengan cara menurunkan jumlah karbon dioksida.
- ▶ Pada akhirnya, ginjal juga berusaha mengkompensasi keadaan tersebut dengan cara mengeluarkan lebih banyak asam dalam air kemih. Tetapi kedua mekanisme tersebut bisa terlampaui jika tubuh terus menerus menghasilkan terlalu banyak asam, sehingga terjadi asidosis berat dan berakhir dengan keadaan koma.

# Asidosis Metabolik

- ▶ Penyebab asidosis metabolik dapat adalah :
  - ▶ 1. Kelebihan produksi asam.  
Pada asidosis diabetik atau asidosis laktat, produksi asam dapat melebihi kemampuan ginjal untuk absorpsi dan ekskresi  $H^+$
  - ▶ 2. Kurangnya cadangan dapar.  
Kehilangan ion  $HCO_3$  yang terbuang percuma melalui ginjal atau usus menyebabkan hipokarbonatremia dan asidosis metabolik.
  - ▶ 3. Kurangnya ekskresi asam.  
Dapat terjadi pada penyakit ginjal kronik dimana ginjal gagal mengekskresikan asam yang diproduksi secara normal.
- ▶ Diagnosis asidosis biasanya ditegakkan berdasarkan hasil pengukuran pH darah yang diambil dari darah arteri (arteri radialis di pergelangan tangan). Untuk mengetahui penyebabnya, dilakukan pengukuran kadar karbon dioksida dan bikarbonat dalam darah.

# Asidosis Metabolik

- ▶ Pengobatan asidosis metabolik tergantung kepada penyebabnya. Mis, diabetes dikendalikan dengan insulin atau keracunan diatasi dengan membuang bahan racun tersebut dari dalam darah. Kadang-kadang perlu dilakukan dialisa untuk mengobati overdosis atau keracunan yang berat.
- ▶ Asidosis metabolik juga bisa diobati secara langsung. Bila terjadi asidosis ringan, yang diperlukan hanya cairan intravena dan pengobatan terhadap penyebabnya. Bila terjadi asidosis berat, diberikan bikarbonat mungkin secara intravena, tetapi bikarbonat hanya memberikan kesembuhan sementara dan dapat membahayakan.

# Alkalosis Metabolik

- ▶ Alkalosis Metabolik adalah suatu keadaan dimana darah dalam keadaan basa karena tingginya kadar bikarbonat.
- ▶ Alkalosis metabolik terjadi jika tubuh kehilangan terlalu banyak asam. Mis. kehilangan sejumlah asam lambung selama periode muntah yang berkepanjangan atau bila asam lambung disedot dengan selang lambung.
- ▶ Penyebab utama alkalosis metabolik :
  - ▶ a. Penggunaan diuretik (tiazid, furosemid, asam etakrinat)
  - ▶ b. Kehilangan asam karena muntah atau pengosongan lambung
  - ▶ c. Kelenjar adrenal yang terlalu aktif (sindroma Cushing atau akibat penggunaan kortikosteroid).

# Alkalosis Metabolik

- ▶ Alkalosis metabolik dapat menyebabkan iritabilitas (mudah tersinggung), otot berkedut dan kejang otot; atau tanpa gejala sama sekali. Bila terjadi alkalosis yang berat, dapat terjadi kontraksi (pengerutan) dan spasme (kejang) otot yang berkepanjangan (tetani).
- ▶ Biasanya alkalosis metabolik diatasi dengan pemberian cairan dan elektrolit (natrium dan kalium). Pada kasus yang berat, diberikan amonium klorida secara intravena.

# Asidosis Respiratorik

- ▶ Asidosis Respiratorik adalah keasaman darah yang berlebihan karena penumpukan karbondioksida dalam darah akibat fungsi paru-paru yang buruk atau pernafasan yang lambat.
- ▶ Kecepatan dan kedalaman pernafasan mengendalikan jumlah karbondioksida dalam darah. Saat normal, jika terkumpul karbondioksida, pH darah akan turun dan darah menjadi asam. Tingginya kadar karbondioksida dalam darah merangsang otak yang mengatur pernafasan, sehingga pernafasan menjadi lebih cepat dan lebih dalam.

# Asidosis Respiratorik

- ▶ Terjadi jika paru-paru tidak dapat mengeluarkan CO<sub>2</sub> secara adekuat. Mis. penyakit-penyakit berat yang mempengaruhi paru-paru, penyakit-penyakit dari saraf atau otot dada menyebabkan gangguan terhadap mekanisme pernafasan.
- ▶ Gejala pertama berupa sakit kepala dan rasa mengantuk. Bila memburuk, rasa mengantuk akan berlanjut menjadi stupor (penurunan kesadaran) dan koma. Stupor dan koma dapat terjadi dalam beberapa saat jika pernafasan terhenti atau jika pernafasan sangat terganggu; atau setelah berjam-jam jika pernafasan tidak terlalu terganggu.
- ▶ Ginjal berusaha untuk mengkompensasi asidosis dengan menahan bikarbonat, namun proses ini memerlukan waktu beberapa jam bahkan beberapa hari. Biasanya diagnosis ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan pH darah dan pengukuran karbondioksida dari darah arteri.

# Asidosis Respiratorik

- ▶ Pengobatan asidosis respiratorik bertujuan untuk meningkatkan fungsi dari paru-paru. Obat-obatan untuk memperbaiki pernafasan bisa diberikan kepada penderita penyakit paru-paru seperti asma dan emfisema.
- ▶ Pada penderita yang mengalami gangguan pernafasan yang berat, mungkin perlu diberikan pernafasan buatan dengan bantuan ventilator mekanik.

# Alkalosis Respiratorik

- ▶ Suatu keadaan dimana darah menjadi basa karena pernafasan yang cepat dan dalam, sehingga menyebabkan kadar karbondioksida dalam darah menjadi rendah.
- ▶ Pernafasan yang cepat dan dalam disebut hiperventilasi, yang menyebabkan terlalu banyaknya jumlah karbondioksida yang dikeluarkan dari aliran darah.
- ▶ Alkalosis respiratorik dapat membuat penderita merasa cemas dan dapat menyebabkan rasa gatal disekitar bibir dan wajah. Jika keadaannya makin memburuk, bisa terjadi kejang otot dan penurunan kesadaran.

# Alkalosis Respiratorik

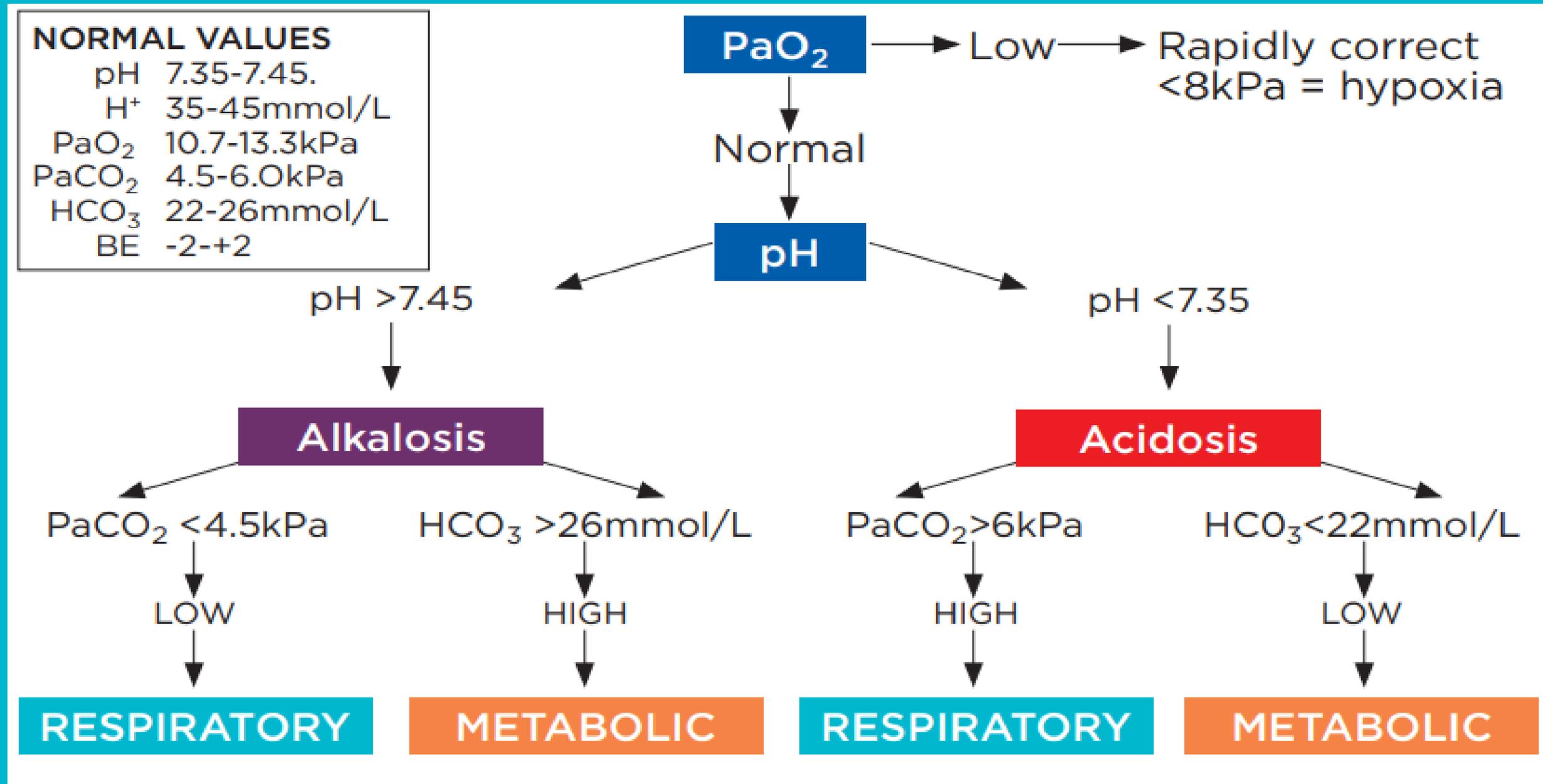
- ▶ Pengobatan diarahkan untuk memperbaiki ventilasi.
- ▶ Tindakan hygiene pulmonari dilakukan, ketika diperlukan, untuk membersihkan saluran pernapasan dari mukus dan drainase pluren. Hidrasi yang adekuat di indikasikan untuk menjaga membran mukosa tetap lembab dan karenanya memfasilitasi pembuangan sekresi. Oksigen suplemen diberikan bila diperlukan
- ▶ Membaringkan pasien dalam posisi semifowler memfasilitasi ekspansi dinding dada.

# Tabel gangguan asam basa

|                        | pCO2      | Base Excess |
|------------------------|-----------|-------------|
| Asidosis metabolik     | N         | > -3mEq/L   |
| Alkalosis metabolik    | N         | > 3 mEq/L   |
| Asidosis respiratorik  | > 45 mmHg | N           |
| Alkalosis respiratorik | < 35 mmHg | N           |

|                        | HCO3- | pCO2 |
|------------------------|-------|------|
| Asidosis Respiratorik  | ↑     | ↑    |
| Alkalosis Respiratorik | ↓     | ↓    |
| Asidosis metabolik     | ↓     | ↓    |
| Alkalosis Metabolik    | ↑     | ↑    |

# Fig 1. Arterial blood gas analysis flowchart



# Aplikasi Klinis

Secara cepat gangguan keseimbangan asam-basa dapat diketahui bila :

- ▶ 1. pH darah arteri tidak normal (pH: 7,35-7,45), pH7,45 alkalemia.
- ▶ 2. PaCO<sub>2</sub> tidak normal (35-45mmHg).
- ▶ 3. Konsentrasi bikarbonat tidak normal (22-26mEq/L).
- ▶ 4. SBE antara 3 dan -3.

# PRINSIP KOREKSI

- ▶ Gangguan Asidosis atau Alkalosis Respiratorik murni, dikoreksi dengan perbaikan ventilasi
- ▶ Gangguan Asidosis atau Alkalosis Metabolik dikoreksi dengan pemberian asam atau basa
- ▶ Asidosis Metabolik dikoreksi dengan Natrium Bicarbonat (R/ Meylon)
- ▶ Alkalosis Metabolik dapat dikoreksi dengan :
  - ▶ Perbaikan gangguan elektrolit ( $K^+$  atau  $Cl^-$ )
  - ▶ Natrium Chlorida ( $NH_4Cl$ )
  - ▶ HCl dengan larutan sangat encer

# Kesimpulan

- ▶ Keseimbangan asam basa adalah suatu keadaan dimana konsentrasi ion hidrogen yang diproduksi setara dengan konsentrasi ion hidrogen yang dikeluarkan oleh sel.
- ▶ Terdapat 2 kelainan utama dalam keseimbangan asam basa, yaitu **asidosis** (keadaan pada saat darah terlalu banyak mengandung asam/terlalu sedikit mengandung basa serta menyebabkan penurunan pH darah) dan **alkalosis** (darah terlalu banyak mengandung basa/terlalu sedikit mengandung asam dan menyebabkan meningkatnya pH darah)
- ▶ Diperlukan paling sedikit 3 parameter untuk mengetahui kelainan primer dari gangguan asam basa :
  - ▶ pH, pCO<sub>2</sub>, dan Base Excess (BE)
- ▶ Koreksi gangguan asam basa tidak perlu mencapai pH normal, yang terpenting penyebab gangguan asam-basa harus ditanggulangi dan seterusnya tubuh sendiri akan menormalkan pH darahnya (kompensasi)

# Referensi

- ▶ Bagian Anestesi FK UNHAS Ujung pandang ([keseimbangan asam-basa dan gas darah \(slideshare.net\)](#))
- ▶ Horne, M. M & Swearingen, P. L. (2000). Keseimbangan cairan, elektrolit, & Asam Basa. (ed. 2). Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- ▶ Mangku G, Senapathi TGA. Buku ajar ilmu anestesia dan reanimasi. Jakarta: PT. Indeks 2010
- ▶ Abramowitz M. Acid-Base Balance and Physical Function. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2014;9(12):2030-2032.
- ▶ Seifter JL. Integration of acid–base and electrolyte disorders. N Engl J Med. 2014;371(19):1821–1831
- ▶ Hamm L, Nakhoul N, Hering-Smith K. Acid-Base Homeostasis. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2015;10(12):2232-2242.
- ▶ Sacks G. The ABC's of Acid-Base Balance. The Journal of Pediatric Pharmacology and Therapeutics. 2004;9(4):235-242.
- ▶ Hawfield A, DuBose T. Acid-Base Balance Disorders. eLS. 2010;

THANK YOU