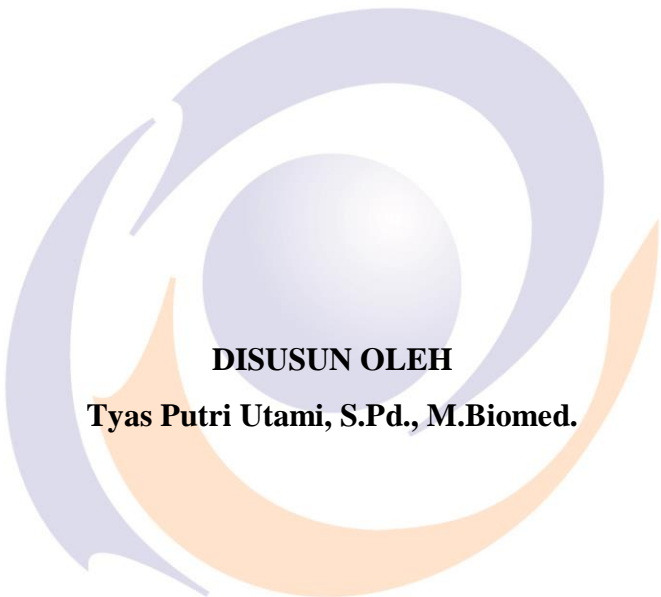




**MODUL ANATOMI DAN FISILOGI MANUSIA  
(PSF107)**



**DISUSUN OLEH  
Tyas Putri Utami, S.Pd., M.Biomed.**

Universitas  
**Esa Unggul**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
2020**

## DAFTAR MATERI

- Pertemuan 1 : Homeostasis, Keseimbangan Cairan, Asam dan Basa
- Pertemuan 2 : Jaringan Penyusun Sistem Saraf dan Mekanisme Kerja Neuron
- Pertemuan 3 : Sistem Saraf Pusat dan Tepi
- Pertemuan 4 : Endokrinologi Umum dan Kelenjar Endokrin Pusat
- Pertemuan 5 : Mekanisme Kerja Hormon Kelenjar Adrenal
- Pertemuan 6 : Kontrol Endokrin Metabolisme Bahan Bakar dan Kalsium
- Pertemuan 7 : Muskuloskeletal dan Integumen
- Pertemuan 8 : Kardiovaskular: Jantung
- Pertemuan 9 : Kardiovaskular: Vaskular
- Pertemuan 10 : Darah
- Pertemuan 11 : Sistem Respirasi
- Pertemuan 12 : Sistem Pencernaan
- Pertemuan 13 : Sistem Kemih
- Pertemuan 14 : Sistem Reproduksi





**MODUL ANATOMI DAN FISILOGI MANUSIA  
(PSF107)**

**MODUL SESI 1  
HOMEOTASIS, KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ASAM BASA**

**DISUSUN OLEH  
Tyas Putri Utami, S.Pd., M.Biomed**

Universitas  
**Esa Unggul**

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL**

**2020**

## Homeostasis

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

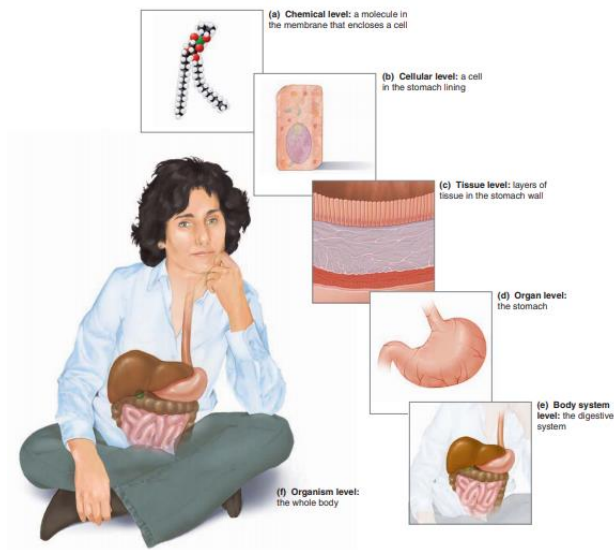
1. menjelaskan konsep homeostasis
2. menjelaskan penggunaan konsep homeostatis dalam mekanisme kerja system dalam tubuh

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Struktur Organisasi Makhluk Hidup

Tubuh manusia tersusun atas banyak sel. Sel merupakan unit structural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup, yang artinya bahwa sel merupakan satuan terkecil dari makhluk hidup yang mampu melaksanakan proses-proses yang terkait dengan kehidupan. Sel ini tersusun dari berbagai komponen kimiawi yang meliputi makromolekul (senyawa karbohidrat, lipid, protein dan asam nukleat) dan mikromolekul (mineral dan air).

Pada organisme multiseluler seperti manusia, **sel-sel** akan membentuk **jaringan**. Jaringan dasar pada manusia terdiri dari jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf. Beberapa jaringan yang berbeda akan membentuk suatu **organ** dengan fungsi tertentu. Misalnya organ jantung, yang dibentuk oleh jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan epitel. Beberapa organ dengan fungsi yang saling terkait akan membentuk **system organ** dengan fungsi tertentu yang berperan dalam mempertahankan homeostasis tubuh. Rangkaian system-sistem organ yang saling terkait di dalam tubuh akan membentuk **organisme** sebagai entitas kehidupan yang independen pada makhluk hidup multiseluler kompleks seperti manusia.

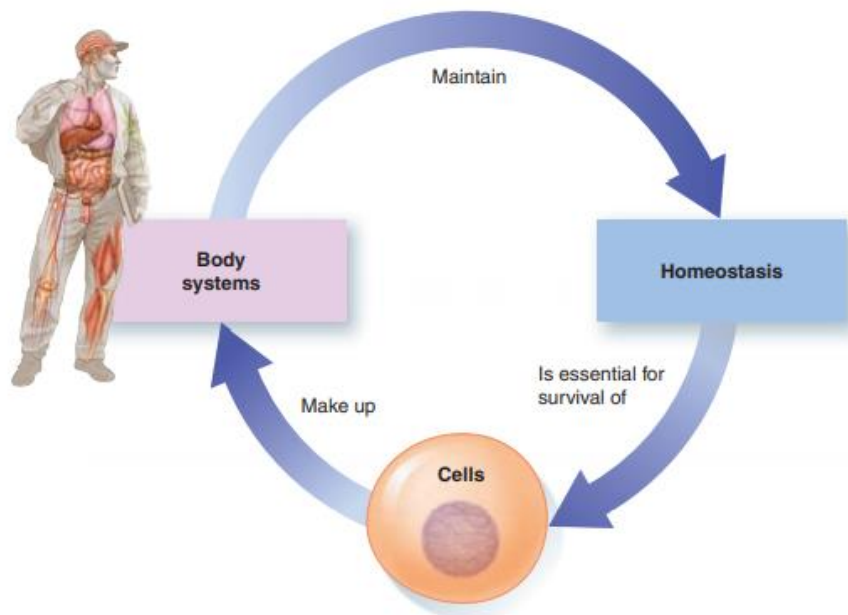


Sumber: Sherwood L. Human Physiology: from cells to sistem. 7<sup>th</sup> edition. 2009.

## 2. Konsep Homeostasis

Sel-sel di dalam tubuh akan tetap hidup dalam kondisi lingkungan yang ideal baginya. Namun, kondisi lingkungan sel ini dapat terus berubah-ubah dengan adanya suatu rangsangan dari luar ataupun gangguan fisiologis lainnya. Jika lingkungan sel tersebut terus terganggu tanpa teratasi, maka dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan sel. Jika terjadi kerusakan sel, maka dapat terjadi gangguan pada tingkat struktur organisasi yang lebih tinggi. Oleh karenanya, diperlukan adanya suatu mekanisme untuk memelihara kondisi lingkungan yang ideal bagi keberlangsungan hidup sel-sel penyusun tubuh kita.

Homeostasis adalah kondisi pemeliharaan lingkungan internal tubuh yang dijaga dalam kisaran normal tertentu demi keberlangsungan hidup sel penyusun tubuh. Jika suatu factor mulai menggerakkan lingkungan internal menjauhi kondisi optimal, maka system tubuh akan memulai reaksi tandingan yang sesuai untuk memperkecil perubahan tsb sehingga lingkungan internal dapat kembali ke kondisi awal yang optimal bagi keberlangsungan hidup sel.



● **FIGURE 1-6 Interdependent relationship of cells, body systems, and homeostasis.** Homeostasis is essential for the survival of cells, body systems maintain homeostasis, and cells make up body systems. This relationship serves as the foundation for modern-day physiology.

Sumber: Sherwood L. Human Physiology: from cells to sistem. 7<sup>th</sup> edition. 2009. Cengage learning.

### 3. Sistem Kontrol Homeostasis

Untuk dapat mempertahankan homeostasis, system control dalam tubuh harus memiliki kemampuan untuk:

- 1) Mendeteksi perubahan lingkungan internal tubuh yang terjadi
- 2) Mengintegrasikan informasi perubahan tersebut dengan informasi lainnya yang relevan
- 3) Melakukan penyesuaian yang tepat untuk mengembalikan kondisi lingkungan internal ke kondisi optimalnya kembali.

Sistem control homeostasis dapat dikelompokkan mejadi dua, yaitu: system control intrinsic dan system control ekstrinsik.

#### 1. Sistem control intrinsic

Control intrinsic atau local terdapat di dalam atau inheren dalam suatu organ yang bersangkutan. Misalnya, mekanisme pengaturan suplai darah ke otot yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kebutuhan oksigen dan metabolit di jaringan otot.

## 2. Sistem control ekstrinsik

Control ekstrinsik dilakukan oleh system saraf dan endokrin, yang merupakan dua system regulatorik utama dalam tubuh. Control ekstrinsik ini diperlukan untuk adanya suatu keterpaduan regulasi beberapa organ untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

## 4. Mekanisme Homeostasis

Dalam mekanisme homeostasis, kita mengenal adanya umpan balik dan umpan maju. Kata **umpan balik** merujuk pada respon yang terjadi setelah terdeteksinya suatu perubahan, sementara **umpan maju** merujuk pada respon yang dibuat sebagai antisipasi terhadap suatu perubahan. Umpan balik dan umpan maju merupakan mekanisme homeostasis yang terjadi di dalam tubuh, meskipun lebih banyak mekanisme homeostasis terjadi melalui umpan balik.

Mekanisme **umpan balik negatif** merupakan mekanisme yang paling dominan digunakan untuk mempertahankan homeostasis. Mekanisme ini akan menggerakkan suatu faktor dalam arah yang berlawanan dengan perubahan awalnya. Berbeda halnya dengan **umpan balik positif** yang jarang digunakan, namun penting untuk beberapa kondisi. Pada umpan balik positif, respon yang terjadi justru memperkuat perubahan awal yang terjadi. Contohnya terjadi pada mekanisme pembekuan darah dan proses kelahiran bayi.

## C. Latihan

1. Jelaskan mekanisme homeostasis yang terjadi pada kadar gula dalam darah setelah seseorang melakukan aktivitas fisik!
2. Jelaskan apa yang akan terjadi pada sel jika lingkungannya terganggu dan mekanisme homeostasis gagal terjadi?

## D. Kunci Jawaban

1. Ketika seseorang melakukan aktivitas fisik, maka gula dalam darahnya akan banyak terpakai untuk digunakan dalam metabolisme untuk

menghasilkan energy yang akan dipakai sebagai daya untuk menggerakkan otot. Oleh karenanya, maka kadar gula dalam darahnya akan turun setelah melakukan aktivitas fisik. Kadar gula dalam darah harus dijaga kadarnya agar otak tetap bisa mendapatkan suplai glukosa. Oleh karena itu, tubuh memiliki mekanisme untuk mendeteksi perubahan tersebut dan akan memberikan sinyal ke pancreas untuk meningkatkan produksi dan sekresi hormon glucagon. Dengan adanya peningkatan glucagon, maka terjadi rangkaian reaksi metabolisme yang mengembalikan kadar glukosa darah kembali ke nilai normal. Mekanisme homeostasis kadar gula darah ini terjadi melalui mekanisme umpan balik negative.

2. Jika lingkungan internal tubuh mengalami suatu gangguan, sel-sel yang ada di sekitar daerah yang mengalami gangguan tersebut dapat mengalami cedera dan rusak. Namun, normalnya, tubuh akan melakukan serangkaian mekanisme homeostasis untuk mengatasi perubahan lingkungan internal tersebut sehingga sel akan tetap dalam kondisi baik. Jika mekanisme homeostasis karena suatu sebab gagal terjadi, maka perubahan lingkungan internal tidak dapat diatasi dan sel-sel di sekitarnya akan mengalami cedera dan rusak, bahkan tidak bisa mempertahankan keberlangsungan hidup sel-sel tersebut lagi.

Universitas  
**Esa Unggul**



## Keseimbangan Cairan

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

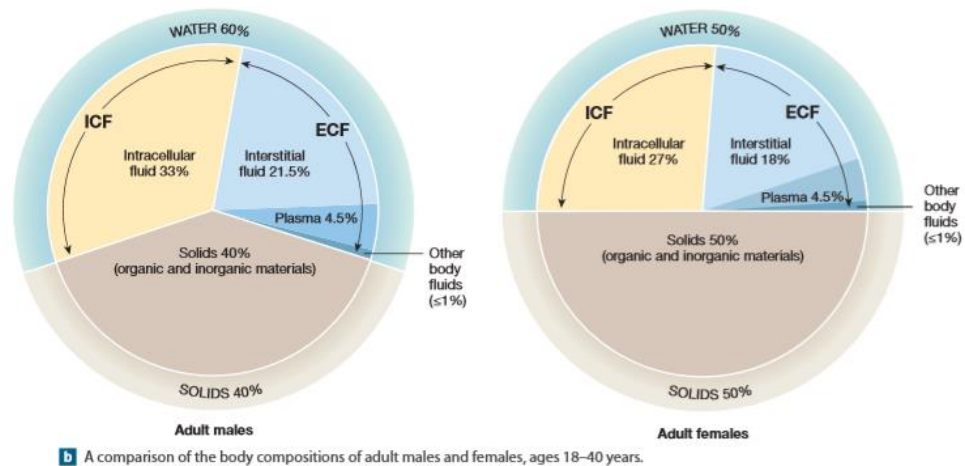
1. Menyebutkan dua kompartemen cairan dalam tubuh dan bagian-bagiannya
2. Menjelaskan mekanisme pengaturan keseimbangan cairan dalam tubuh

### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Komposisi Tubuh

Sekitar 40%-50% tubuh kita tersusun dari komponen padat yang berupa senyawa organik maupun anorganik. Sedangkan sisanya (50-60%) adalah air. Jadi, dapat dikatakan bahwa sebagian esar tubuh kita terdiri atas air. Kompartemen air dalam tubuh kita dapat kita bedakan menjadi **cairan intraseluler (CIS) atau Intracellular Fluid (ICF) dan cairan ekstraseluler (CES) atau Extracellular Fluid (ECF)**.

**Cairan intraseluler (CIS) atau Intracellular Fluid (ICF)** merupakan kompartemen cairan yang terdapat di dalam sel dan dibatasi dengan cairan ekstrasel melalui adanya membrane sel. **Cairan ekstraseluler (CES) atau Extracellular Fluid (ECF)** merupakan semua macam kompartemen cairan yang berada di luar sel. Oleh karena tubuh kita tersusun atas milyaran sel, maka komposisi CIS lebih besar dari CES yakni 27-33% dari berat total tubuh, dibandingkan dengan CES yang hanya 23-27%.



Sumber: Martini F, Nath JL, Bartholomew EF. Fundamental of anatomy and physiology. 9<sup>th</sup> edition. 2012. Benjamin Cummings.

## 2. Cairan Ekstra Seluler

**Cairan ekstraseluler (CES) atau Extracellular Fluid (ECF)** merupakan semua macam kompartemen cairan yang mengelilingi sel atau dengan kata lain berada di luar sel. Cairan ekstraseluler (CES) atau Extracellular Fluid (ECF) ini terdiri dari komponen mayor (jumlahnya banyak) dan komponen minor (jumlahnya sedikit).

### a. Komponen mayor

Komponen mayor terdiri dari:

#### 1) Plasma

Plasma merupakan komponen cair dari darah

#### 2) Cairan Interstisial

Cairan Interstisial merupakan cairan yang berada di ruang antar sel

### b. Komponen minor

#### 1) Cairan limfe

Cairan Limfe merupakan cairan yang dikembalikan dari cairan interstisial ke plasma melalui pembuluh limfa

#### 2) Cairan trans-sel

Cairan trans sel merupakan sejumlah volume cairan khusus yang dihasilkan oleh sel spesifik ke dalam rongga tubuh tertentu untuk

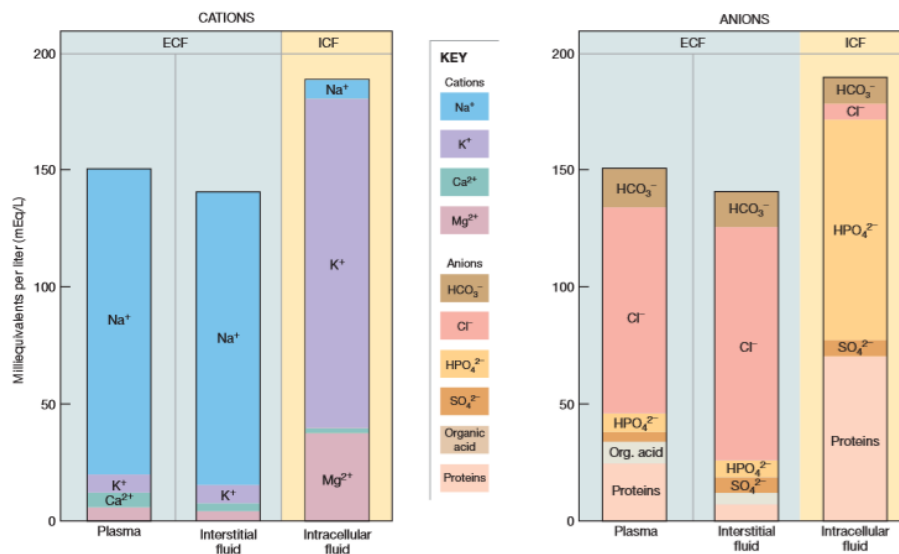
melakukan fungsi khusus (misal: cairan serebrospinal, cairan intraocular, cairan synovial, dll)

Cairan ekstraseluler (CES) atau Extracellular Fluid (ECF) berperan sebagai perantara antara sel dengan lingkungan eksternal tubuh. Ada 2 faktor yg diatur untuk mempertahankan keseimbangan cairan tubuh yang terkait langsung dengan CES/ECF:

- a. Volume CES, yang harus dijaga untuk mempertahankan tekanan darah
- b. Osmolaritas CES, yang harus dijaga untuk mencegah pembengkakan maupun krenasi sel

### 3. Cairan Intra Seluler

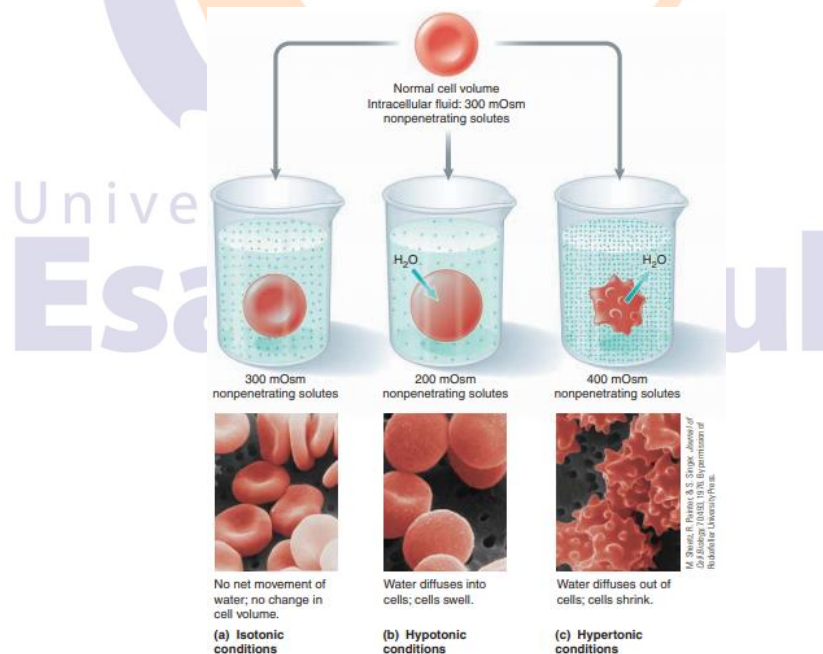
Cairan intraseluler (CIS) atau Intracellular Fluid (ICF) merupakan kompartemen cairan yang terdapat di dalam sel dan dibatasi dengan cairan ekstrasel melalui adanya membrane sel. Baik di dalam CIS maupun CES terlarut berbagai macam molekul termasuk molekul ion yang akan menentukan osmolaritas kompartemen cairan. Kadar setiap ion berbeda antara di dalam CIS dan CES. Contohnya, ion natrium lebih banyak berada di CES dibandingkan dengan CIS, sebaliknya ion kalium lebih banyak berada di CIS dibandingkan dengan CES.



Sumber: Martini F, Nath JL, Bartholomew EF. Fundamental of anatomy and physiology. 9<sup>th</sup> edition. 2012. Benjamin Cummings.

Kadar ion-ion tersebut selalu dijaga dalam kisaran tertentu oleh adanya mekanisme homeostasis untuk menjaga kondisi fisiologis sel agar tetap dapat hidup. Perubahan osmolaritas yang diakibatkan oleh adanya perubahan pada kadar ion-ion tersebut, baik di dalam CIS maupun di dalam CES, akan sangat mempengaruhi kondisi sel. Hal ini sangat berkaitan dengan struktur membrane sel yang bersifat semipermeable.

Sel yang berada dalam lingkungan yang bersifat isotonis terhadap CIS tidak akan mempengaruhi bentuk sel. Sementara itu, jika sel berada dalam lingkungan yang hipertonis, maka air dari dalam sel akan banyak keluar meninggalkan sel dan mengakibatkan sel mengkerut. Kondisi sel yang mengkerut ini disebut dengan istilah krenasi. Jika sel mengalami krenasi, maka metabolisme sel yang terjadi di sitoplasma akan terganggu dan oleh karenanya sel dapat mengalami kematian. Sedangkan jika sel berada di dalam lingkungan yang bersifat hipotonis terhadap CIS, maka air dari luar sel akan banak masuk ke dalam sel dan mengakibatkan sel membengkak. Jika air terus menerus masuk, maka suatu saat sel dapat pecah.



Sumber: Martini F, Nath JL, Bartholomew EF. Fundamental of anatomy and physiology. 9<sup>th</sup> edition. 2012. Benjamin Cummings.

#### 4. Kontrol Homeostasis CES

Oleh karena CES merupakan “penghubung” lingkungan luar tubuh dengan sel, maka kondisi CES akan lebih mudah terpengaruh perubahan dari luar dan berubah, sehingga volume dan osmolaritas CES sangat perlu dijaga demi keberlangsungan hidup sel. Pengaturan homeostasis CES tersebut meliputi pengaturan jangka pendek dan jangka panjang

##### a. Jangka pendek

- 1) Dengan adanya reflex baroreseptor yang mengirimkan informasi perubahan tekanan ke saraf pusat dan akan mengubah curah jantung dan resistensi perifer total melalui perubahan aktivitas saraf otonom. Perubahan ini akan menyesuaikan perubahan tekanan darah sebelumnya.
- 2) Perubahan keseimbangan tekanan cairan hidrostatik dan tekanan osmotik yang mengakibatkan perpindahan cairan ( $H_2O$ ) antar kompartemen

##### b. Jangka panjang

Kontrol jangka panjang dilakukan melalui:

- 1) Kontrol keseimbangan garam
- 2) Kontrol asupan melalui ingesti
- 3) Kontrol pengeluaran garam melalui urin
- 4) Kontrol osmolaritas CES

#### C. Latihan

1. Jelaskan apa yang akan terjadi jika sel ditempatkan pada larutan garam 10%!?
2. Jelaskan apa yang akan terjadi jika permeabilitas kapiler meningkat!?

#### D. Kunci Jawaban

1. Larutan garam 10% bersifat hipertonis terhadap sel sehingga jika sel ditempatkan pada larutan tersebut, maka air dari dalam sel akan banyak keluar meninggalkan sel akibat peristiwa osmosis. Hal ini akan mengakibatkan sel kehilangan air dan bentuknya menjadi mengkerut.

Dengan sedikitnya air dalam sitoplasmanya, maka reaksi-reaksi biokimia yang terjadi di sitoplasma akan terganggu dan dalam kondisi yang berat, sel dapat mengalami kematian.

2. Jika permeabilitas kapiler meningkat, maka protein plasma yang menjadi salah satu factor penentu osmolaritas plasma akan berpindah dari dalam plasma menuju ke jaringan. Akibat dari perpindahan tersebut, tekanan osmotik plasma akan berkurang. Hal ini menyebabkan cairan akan berpindah dari plasma menuju ke jaringan sehingga volume plasma akan berkurang dan volume cairan interstisial akan bertambah.



## Keseimbangan Asam Basa

### A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan pengertian asam dan basa
2. Menjelaskan mekanisme homeostasis asam basa dalam tubuh

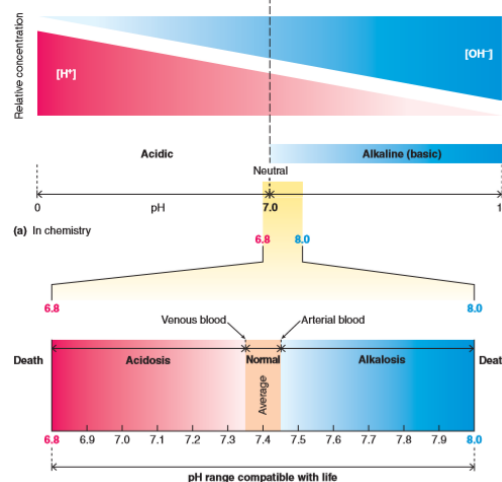
### B. Uraian dan Contoh

#### 1. Definisi Asam Basa

Teori mengenai pengelompokan sifat asam basa banyak dipelajari di ranah kimia. Namun untuk asam basa dalam tubuh sangat terkait dengan konsentrasi ion hydrogen ( $H^+$ ) yang terdapat dalam kompartemen cairan tubuh. Definisi ini terkait dengan teori asam basa yang dikemukakan oleh Arrhenius. Derajat keasaman suatu larutan ini dinyatakan dengan pH.

$$pH = \text{Log } 1/[H^+] \quad pH \text{ H}_2\text{O} = 7 \rightarrow \text{netral}$$

Dalam teori asam basa yang dikemukakan oleh Arrhenius, asam didefinisikan sebagai suatu bahan yang melepaskan ion  $H^+$  dalam larutan dengan rentang  $pH < 7$ . Semakin rendah pH, maka sifat keasamannya semakin kuat. Sedangkan basa didefinisikan sebagai suatu bahan yang mengikat ion  $H^+$  atau melepaskan ion  $OH^-$  dalam larutan dengan rentang  $pH > 7$ . Semakin tinggi pHnya maka sifat basanya semakin kuat. Sementara air murni ( $H_2O$ ) memiliki  $pH=7$  atau yang biasa disebut dengan pH netral.



Sumber: Sherwood L. Human Physiology: from cells to sistem. 7<sup>th</sup> edition. 2009. Cengage learning.

## 2. Keseimbangan Asam Basa

Derajat keasaman (pH) darah manusia normalnya berkisar antara 7.35 hingga 7.45. Derajat keasaman (pH) darah ini harus dijaga agar proses metabolisme dan fungsi organ dapat berjalan dengan baik. Jika pH darah < 7.35 atau yang biasa disebut dengan kondisi asidosis ataupun pH darah > 7.45 atau yang biasa disebut alkalosis, maka fungsi kerja organ dalam tubuh akan terganggu. Dalam tingkat yang fatal, dapat mengakibatkan kematian.

Secara normal, ion H<sup>+</sup> secara terus menerus ditambahkan ke dalam cairan tubuh dari:

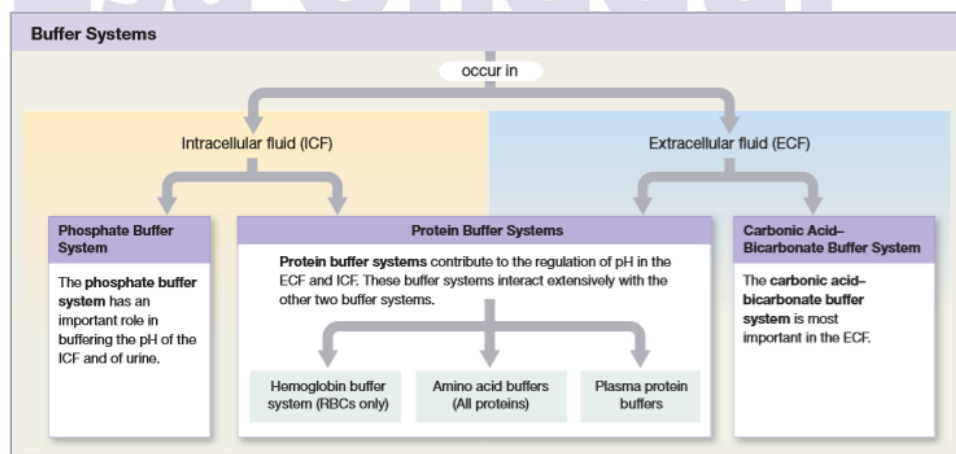
- a. Pembentukan asam karbonat dari hasil metabolisme
- b. Asam anorganik dari hasil penguraian nutrisi
- c. Asam organik dari hasil metabolisme antara

Kunci bagi keseimbangan pH CES adalah menjaga alkalinitas normal CES meskipun selalu terjadi penambahan asam dari ketiga mekanisme tersebut.

Dalam homeostasis asam basa, terdapat tiga lini pertahanan, yakni:

- 1) Sistem buffer/dapar/penyangga kimiawi dalam tubuh

Terdapat tiga system buffer dalam tubuh kita, yakni: system buffer fosfat yang banyak terdapat di CIS, system buffer protein yang terdapat di CIS dan CES dan system buffer ion bikarbonat yang terdapat di CES.



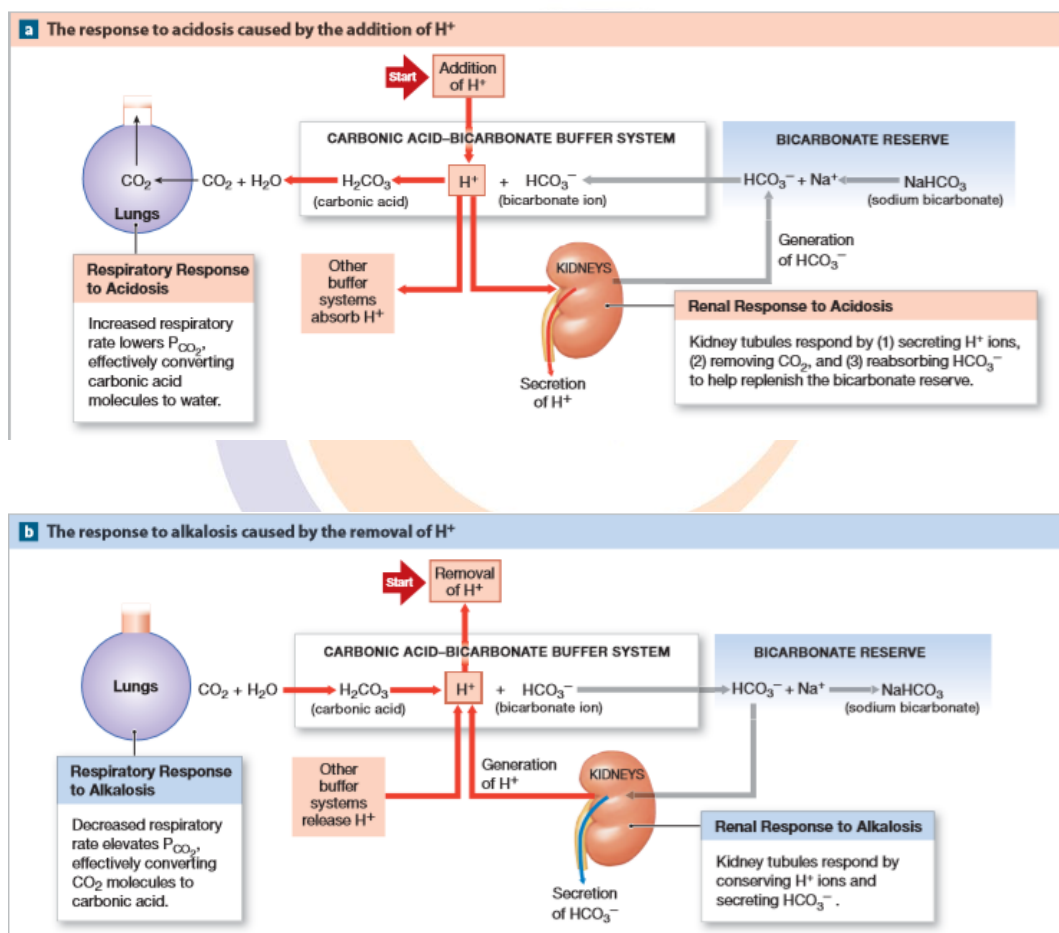


## 2) Mekanisme pernapasan untuk mengontrol pH

Sebagai organ pernapasan, paru berperan dalam pelepasan atau ekskresi  $\text{CO}_2$ . Tingginya  $\text{CO}_2$  dalam darah akan meningkatkan keasaman darah (pH semakin rendah). Oleh karenanya pelepasan  $\text{CO}_2$  melalui pernapasan turut berperan dalam mengurangi keasaman darah.

## 3) Mekanisme ginjal untuk mengontrol pH

Ginjal berperan dalam mengontrol pH darah dengan cara mengatur sekresi  $\text{H}^+$  dan reabsorpsi ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ )



Sumber: Sherwood L. Human Physiology: from cells to sistem. 7<sup>th</sup> edition. 2009. Cengage learning.

## C. Latihan

1. Jelaskan apa yang akan terjadi pada pH darah jika mekanisme pernapasan terganggu?

#### **D. Kunci Jawaban**

1. Jika mekanisme pernapasan terganggu,  $O_2$  yang masuk dan berdifusi ke dalam darah akan berkurang, begitupun dengan  $CO_2$  yang berdifusi keluar dari dalam darah. Jika tidak segera diatasi, dapat mengakibatkan penumpukan  $CO_2$  di dalam darah sehingga pH darah akan turun atau dengan kata lain keasamannya meningkat. Untuk mengatasi hal tersebut maka ginjal akan bekerja menyekresikan  $H^+$  dan mereabsorpsi  $HCO_3^-$  lebih banyak agar pH darah dapat kembali pada kisaran normal.

#### **E. Daftar Pustaka**

1. Sherwood L. Human Physiology: from cells to sistem. 7<sup>th</sup> edition. 2009. Cengage learning.
2. Martini F, Nath JL, Bartholomew EF. Fundamental of anatomy and physiology. 9<sup>th</sup> edition. 2012. Benjamin Cummings.
3. Referensi terkait lainnya

