



Keseimbangan dan proses perubahan keseimbangan elektrolit: hiper dan hipo-elektrolit

Ni Ketut Kardiyudiani, M.Kep., Sp.Kep.Mb.PhDNS

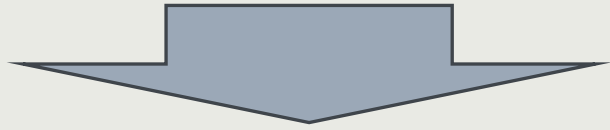
Pokok Bahasan

Keseimbangan dan proses perubahan keseimbangan elektrolit yaitu : hiper dan hipo-elektrolit

- a. Konsep ketidakseimbangan elektrolit - hiper-elektrolit, dan - hipo-elektrolit
- b. Regulator/pengaturan keseimbangan elektrolit
- c. Mekanisme kerja regulator/pengaturan keseimbangan elektrolit

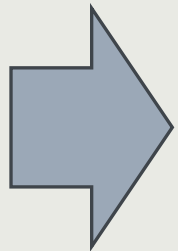
Konsep dasar

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang berdisosiasi menjadi partikel yang bermuatan (ion) positif atau negatif.



Ion bermuatan positif disebut kation Na^+ , K^+ , Ca^{++}

ion bermuatan negatif disebut anion. Cl^- , HCO_3^- , H_2PO_4^- (fosfat)



Keseimbangan keduanya disebut sebagai **elektroneutralitas.**

Peran Elektrolit dalam Tubuh

1. Mengatur keseimbangan cairan tubuh

Elektrolit seperti Na^+ , K^+ , dan Cl^- membantu mengontrol distribusi cairan antara intrasel dan ekstrasel, sehingga volume cairan tubuh tetap stabil.

2. Menjaga tekanan osmotik

Konsentrasi elektrolit menentukan **tekanan osmotik**, yang mengatur perpindahan air melalui membran sel (osmosis). Air akan mengikuti pergerakan elektrolit.

3. Mengatur aktivitas saraf dan otot

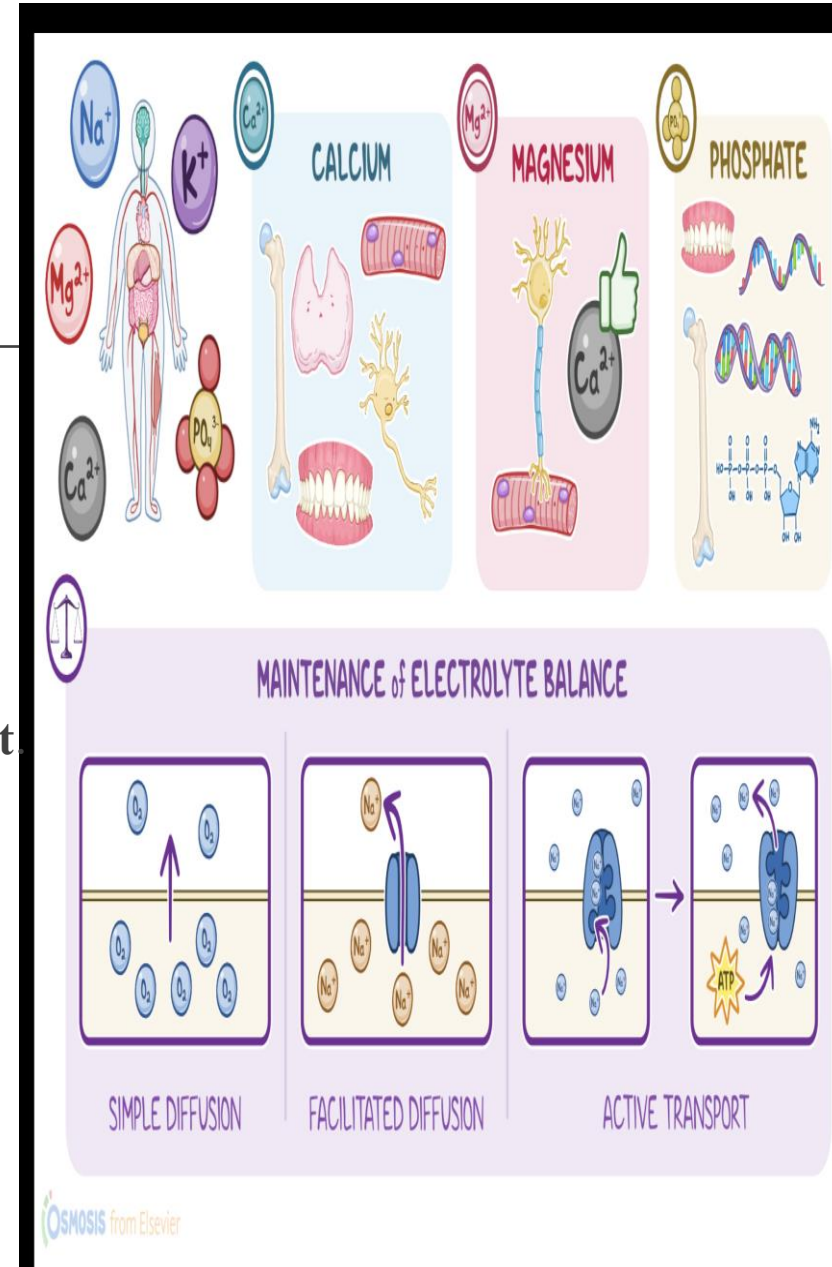
Pergerakan ion seperti Na^+ , K^+ , dan Ca^{2+} melalui membran sel menghasilkan **potensial listrik** yang memungkinkan terjadinya **impuls saraf dan kontraksi otot**.

4. Menjaga keseimbangan asam–basa

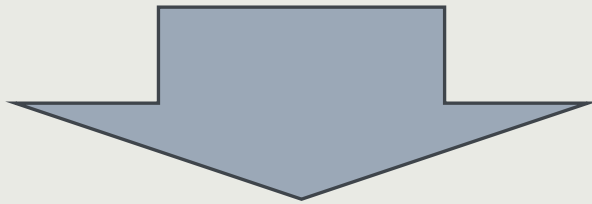
Elektrolit seperti **bikarbonat** (HCO_3^-) dan **fosfat** berperan sebagai sistem buffer untuk mempertahankan **pH darah normal**.

5. Berperan dalam transmisi impuls saraf

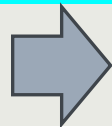
Gradien elektrolit (misalnya **pompa Na^+/K^+**) memungkinkan terjadinya **depolarisasi dan repolarisasi neuron**, sehingga impuls saraf dapat dihantarkan.

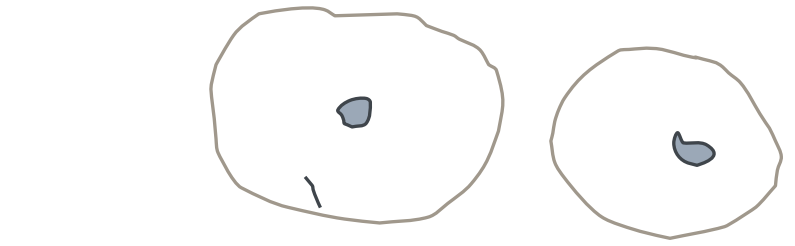
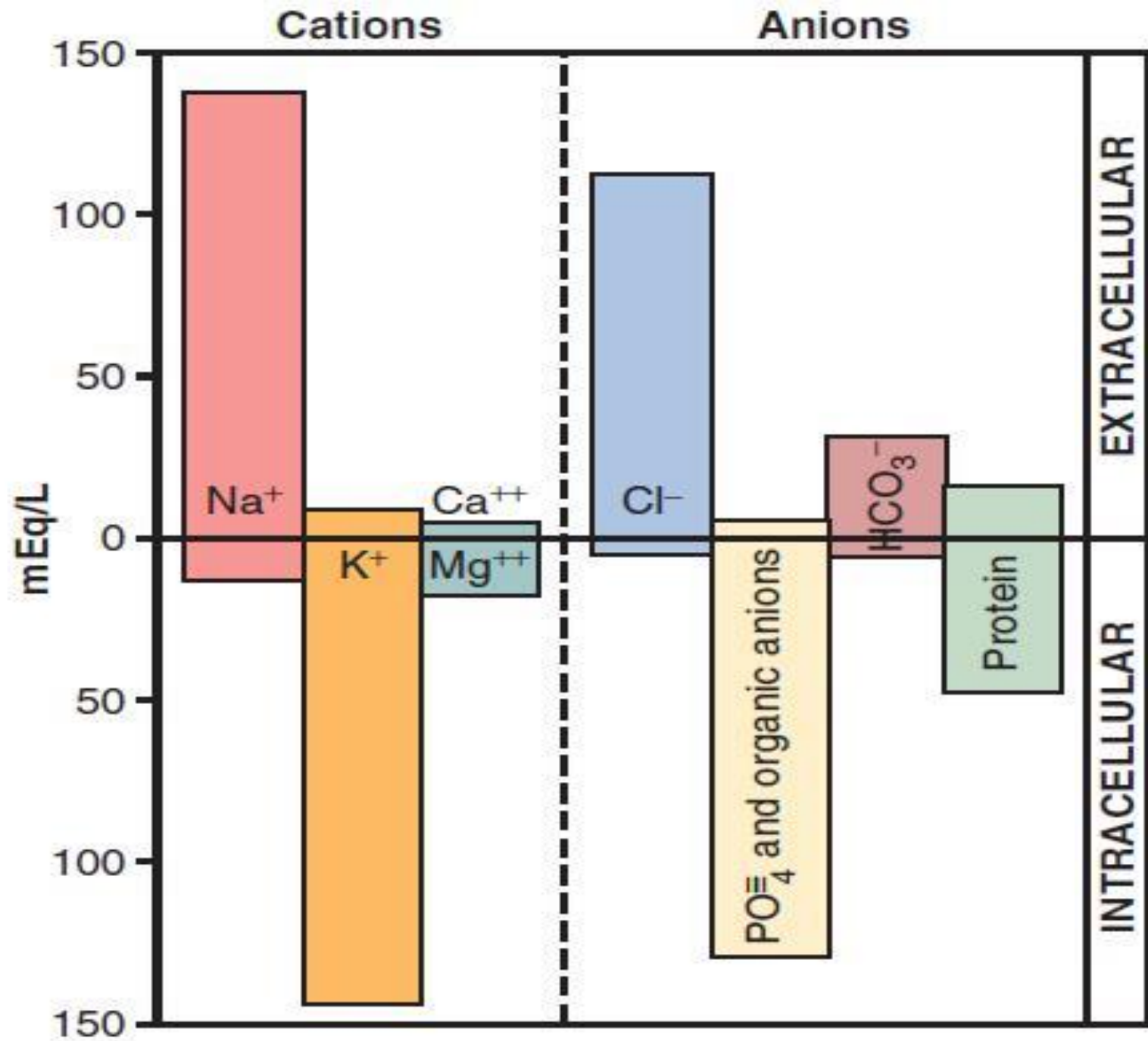


Sebagian besar **proses metabolisme** memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit.



Pemeliharaan tekanan osmotik dan distribusi beberapa kompartemen **cairan tubuh** manusia adalah fungsi utama empat elektrolit mayor, yaitu **natrium (Na^+)**, **kalium (K^+)**, **klorida (Cl^-)**, dan **bikarbonat (HCO_3^-)**. **"profil elektrolit"**





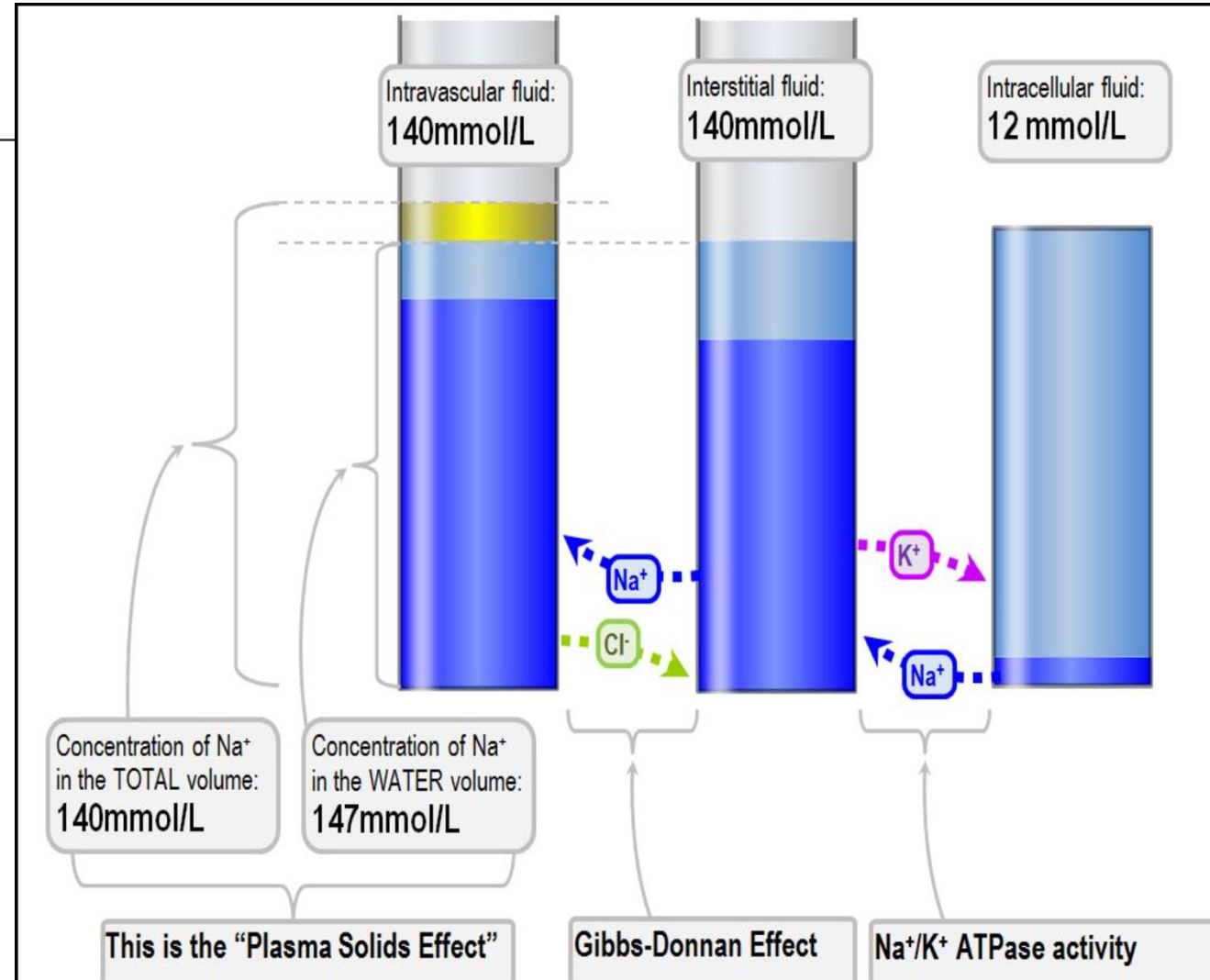
Kation dan Anion Utama dalam Cairan Intrasel dan Ekstrasel

Distribusi Elektrolit Intrasel dan Ekstrasel

Kompartemen	Elektrolit Dominan
Cairan Intrasel (ICF)	K^+ , Mg^{2+} , Fosfat
Cairan Ekstrasel (ECF)	Na^+ , Cl^- , HCO_3^-

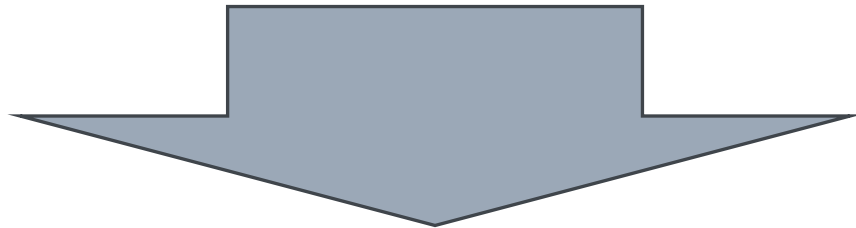
Kompartemen cairan tubuh:

- Intrasel : $\pm 2/3$ cairan tubuh
- Ekstrasel : $\pm 1/3$ cairan tubuh
 - plasma
 - cairan interstisial



Komposisi elektrolit

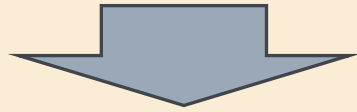
Kompartemen	Elektrolit utama
Intrasel	K^+ , Mg^{2+} , Fosfat
Ekstrasel	Na^+ , Cl^- , HCO_3^-



Perbedaan konsentrasi elektrolit antar kompartemen sangat penting untuk menjaga **potensial membran sel** dan **fungsi sel normal**.

Gangguan elektrolit/ ketidakseimbangan

Gangguan elektrolit adalah kondisi saat kadar elektrolit di dalam tubuh seseorang menjadi tidak seimbang, baik terlalu tinggi atau terlalu rendah.



Kondisi kadar elektrolit yang tidak seimbang ini dapat menimbulkan berbagai gangguan pada fungsi organ di dalam tubuh yang dapat menimbulkan berbagai gejala:

- mual,
- Diare
- kram otot.
- kejang,
- koma,
- gagal jantung..

Jenis Ketidakseimbangan Elektrolit

Hiponatremia

Hipernatremia

Hipokalemia

Hiperkalemia

Hipokalsemia

Hiperkalsemia

Hipomagnesemia

Hipermagnesemia

Hipofosfatemia

Hiperfosfatemia

KENALI TANDA-TANDA DEHIDRASI!



MULUT KERING
Mulut



PUSING



KULIT KURANG ELASTIS



FREKUENSI BUANG AIR KECIL
Berkurang



KELELAHAN BERLEBIHAN

Minumlah air cukup
setiap hari untuk
menjaga kesehatan!

K⁺
HYPERKALEMIA ↑

* Muscle Twitches → Cramps → Paresthesia

* Irritability & Anxiety

* ↓ BP

* EKG Changes

* Dysrhythmias - Irregular Rhythm

* Abdominal Cramping

* Diarrhea



Flat P
Prolonged P-R
Wide QRS
Peaked T
Depressed ST

Penyebab gangguan elektrolit

- Penyalahgunaan alkohol.
- Pola makan buruk yang rendah nutrisi dan mineral.
- Mengidap alkalosis metabolik, atau suatu kondisi saat pH atau tingkat keasaman darah seseorang lebih tinggi dari biasanya.
- Penyakit yang menyebabkan diare, muntah, dan demam.
- Ketidakmampuan menyerap nutrisi dari makanan karena masalah pencernaan.
- Konsumsi obat-obatan tertentu, seperti obat pencahar atau steroid.

Mekanisme Terjadinya Gangguan Elektrolit

1 Kehilangan elektrolit berlebihan

- muntah
- diare
- keringat berlebihan

3 Perpindahan elektrolit antar kompartemen

- asidosis / alkalosis
- trauma sel

2 Retensi elektrolit

- gagal ginjal
- gangguan hormon

Faktor Risiko Gangguan Elektrolit

- Gangguan makan, seperti anoreksia atau bulimia.
- Gangguan tiroid dan paratiroid.
- Mengidap penyakit pernapasan kronis.
- Gangguan kelenjar adrenal.
- Gagal jantung
- Kecanduan alcohol
- Luka bakar.
- Penyakit ginjal.
- Patah tulang.
- Sirosis hati.

Pemeriksaan gangguan elektrolit

Tes Darah: Untuk mengukur kadar elektrolit dan memeriksa fungsi ginjal.

Tes Urine: Untuk mengukur kadar pada beberapa jenis elektrolit (terbatas), seperti kalsium, klorida, potassium, dan sodium.

Elektrokardiogram (EKG): Untuk mengukur irama jantung pada kasus gangguan elektrolit berat.

Natrium

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kelebihan atau kekurangan natrium :

- Menderita dehidrasi berat.
- Menderita diare / mengalami muntah-muntah.
- Menderita penyakit pernapasan kronis, seperti bronchitis
- Mengonsumsi obat kortikosteroid.
- Menderita malnutrisi
- Mengalami gangguan kelenjar tiroid, adrenal, atau hipotalamus.
- Menderita gagal ginjal.
- Menderita gagal jantung
- Mengalami kecanduan alkohol.
- Mengonsumsi obat diuretik atau antikonvulsan

Nilai Rujukan Natrium

- serum bayi : 134-150 mmol/L
- serum anak dan dewasa : 135-145 mmol/L
- urine anak dan dewasa : 40-220 mmol/24 jam
- cairan serebrospinal : 136-150 mmol/L
- feses : kurang dari 10 mmol/hari

Regulator/pengaturan keseimbangan natrium

Perbedaan kadar natrium **intravaskuler** dan interstitial disebabkan oleh **keseimbangan GibbsDonnan,**



perbedaan kadar natrium dalam cairan ekstrasel dan intrasel disebabkan oleh adanya **transpor aktif** dari natrium keluar sel yang bertukar dengan masuknya kalium ke dalam sel (**pompa Na⁺K⁺**)

Jumlah natrium

Jumlah natrium dalam tubuh merupakan gambaran keseimbangan antara natrium yang masuk dan natrium yang dikeluarkan.



Pemasukan natrium yang berasal dari diet/makanan melalui epitel mukosa saluran cerna dengan proses difusi dan pengeluarannya melalui ginjal atau saluran cerna atau keringat di kulit

Jumlah natrium yang keluar dari traktus gastrointestinal dan kulit kurang dari 10%.

Cairan yang berisi konsentrasi natrium yang berada pada saluran cerna bagian atas hampir mendekati cairan ekstrasel,

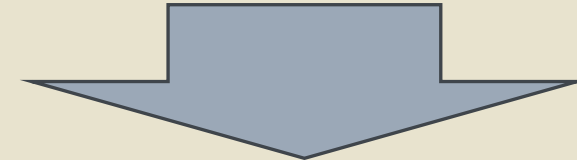


natrium direabsorpsi sebagai cairan pada saluran cerna bagian bawah, oleh karena itu konsentrasi natrium pada feses hanya mencapai 40 mEq/L4 .

Pengeluaran melalui keringat

Keringat adalah cairan hipotonik yang berisi **natrium** dan klorida.

Kandungan natrium pada cairan keringat orang normal rerata 50 mEq/L.



Jumlah pengeluaran keringat akan meningkat sebanding dengan lamanya periode terpapar pada lingkungan yang panas, latihan fisik dan demam

Pengeluaran natrium melalui ginjal

Pengaturan eksresi ini dilakukan untuk mempertahankan homeostasis natrium, yang sangat diperlukan untuk mempertahankan volume cairan tubuh.



- ☐ Natrium difiltrasi bebas di glomerulus,
- ☐ direabsorpsi secara aktif 60-65% di tubulus proksimal bersama dengan H₂O dan klorida yang direabsorpsi secara pasif,
- ☐ sisanya direabsorpsi di lengkung henle (25-30%),
- ☐ tubulus distal (5%) dan duktus koligentes (4%).
- ☐ Sekresi natrium di urine

Hiponatremia

Nilai : Na < 135 mEq/L

Penyebab

- gagal jantung
- SIADH
- gagal ginjal
- penggunaan diuretik

Gejala

- mual
- sakit kepala
- penurunan kesadaran
- kejang

Hipernatremia

Nilai rujukan :

Na > 145 mEq/L

Penyebab

- dehidrasi
- diabetes insipidus
- kehilangan cairan berlebihan

Gejala

- haus berat
- gelisah
- kejang
- koma

Kalium

Kalium berperan penting dalam mengatur fungsi jantung, serta menjaga fungsi saraf dan otot. Kadar

Faktor yang mengakibatkan kalium di dalam tubuh dapat kurang atau melebihi:

- Menderita gagal ginjal.
- Menderita dehidrasi berat.
- Mengonsumsi obat diuretic atau obat penurun tekanan darah.
- Menderita komplikasi diabetes, seperti ketoasidosis diabetik.
- Mengonsumsi obat pencahar, diuretik, atau insulin

Fisiologi kalium

- Sekitar 98% jumlah kalium dalam tubuh berada di dalam cairan intrasel.
- Konsentrasi kalium intrasel sekitar 145 mEq/L konsentrasi kalium ekstrasel 4-5 mEq/L (sekitar 2%).
- Jumlah konsentrasi kalium pada orang dewasa berkisar 50-60 per kilogram berat badan (3000-4000 mEq). Jumlah kalium ini dipengaruhi oleh umur dan jenis kelamin.
- Jumlah kalium pada wanita 25% lebih kecil dibanding pada laki-laki dan jumlah kalium pada orang dewasa lebih kecil 20% dibandingkan pada anak-anak

Jumlah kalium dalam tubuh merupakan cermin keseimbangan kalium yang masuk dan keluar. Pemasukan kalium melalui saluran cerna tergantung dari jumlah dan jenis makanan



Kalium dikeluarkan dari tubuh melalui traktus gastrointestinal kurang dari 5%, kulit dan urine mencapai 90%

Regulator/pengaturan keseimbangan kalium

Nilai Rujukan Kalium^{9,10}

Nilai rujukan kalium serum pada:

- serum bayi : 3,6-5,8 mmol/L
- serum anak : 3,5-5,5 mmol/L
- serum dewasa : 3,5-5,3 mmol/L
- urine anak : 17-57 mmol/24 jam
- urine dewasa : 40-80 mmol/24 jam
- cairan lambung : 10 mmol/L

kadar kalium di dalam plasma dan cairan interstisial dipengaruhi oleh keseimbangan Gibbs-Donnan, sedangkan perbedaan kalium cairan intrasel dengan cairan interstisial adalah akibat adanya transpor aktif (transpor aktif kalium ke dalam sel bertukar dengan natrium)

Hipokalemi dan Hiperkalemi

Gangguan	Nilai	Dampak
Hipokalemi	<3.5 mEq/L	kelemahan otot, aritmia
Hiperkalemi	>5 mEq/L	gangguan jantung

Perubahan EKG

Hipokalemi

- gelombang U
- ST depresi

Hiperkalemi

- T tinggi runcing
- QRS melebar

KLORIDA

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan kekurangan klorida (hipokloremia) dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti:

- Menderita diare atau muntah berkepanjangan.
- Menderita penyakit paru-paru kronis, seperti emfisema.
- Menderita gagal jantung.
- Mengalami gangguan pH darah (alkalosis metabolik).
- Mengonsumsi obat pencahar, diuretik, atau kortikosteroid.

Fisiologi :

Klorida merupakan anion utama dalam cairan ekstrasel.

Pemeriksaan konsentrasi klorida dalam plasma berguna sebagai diagnosis banding pada gangguan keseimbangan asam-basa, dan menghitung anion gap

Regulator/pengaturan keseimbangan Klorida

Keseimbangan Gibbs-Donnan mengakibatkan kadar klorida dalam cairan interstisial lebih tinggi dibanding dalam plasma. Klorida dapat menembus membran sel secara pasif.

Perbedaan kadar klorida antara cairan interstisial dan cairan intrasel disebabkan oleh perbedaan potensial di permukaan luar dan dalam membran sel.

Nilai Rujukan Klorida^{5,18}

- serum bayi baru lahir : 94-112 mmol/L
- serum anak : 98-105 mmol/L
- serum dewasa : 95-105 mmol/L
- keringat anak : <50 mmol/L
- keringat dewasa : <60 mmol/L
- urine : 110-250 mmol/24 jam
- feses : 2 mmol/24 jam

Hipokloremia/ Hiperkloremia

Fungsi Klorida

- menjaga keseimbangan asam basa
- membantu pembentukan **HCl lambung**
- menjaga tekanan osmotik plasma

Gangguan

Hipokloremia

→ alkalosis metabolik

Hiperkloremia

→ asidosis metabolik

FOSFAT

Hiperfosfatemia dapat terjadi karena beberapa faktor, yaitu :

- Mengonsumsi obat pencabar (laksatif) yang mengandung fosfat secara berlebihan.
- Mengalami komplikasi akibat pengobatan kanker (sindrom tumor lisis).
- Memiliki kelenjar paratiroid yang kurang aktif.
- Memiliki kadar kalsium yang rendah.
- Menderita gagal ginjal kronis
- Mengalami sesak napas.
- Mengalami cedera otot.

kekurangan fosfat atau hipofosfatemia dapat terjadi karena beberapa faktor berikut ini :

- Menderita malnutrisi berat akibat anoreksia atau kelaparan.
- Mengonsumsi alkohol berlebihan.
- Mengalami luka bakar yang parah.
- Mengalami komplikasi diabetes (ketoasidosis diabetik).
- Menderita sindrom Fanconi, yaitu gangguan pada ginjal yang menyebabkan penyerapan dan pelepasan zat-zat tertentu di dalam tubuh menjadi tidak normal.
- Menderita kekurangan vitamin D.
- Memiliki kelenjar paratiroid yang terlalu aktif.
- Menderita diare kronis

Kalsium

kekurangan atau kelebihan kalsium dapat terjadi bila :

- Menderita penyakit ginjal.
- Menderita gangguan tiroid, misalnya hiperparatiroidisme
- Mengonsumsi obat-obatan tertentu, seperti *lithium*, teofilin, atau diuretik.
- Menderita penyakit paru-paru, seperti tuberkulosis (TBC) atau sarcoidosis.
- Menderita jenis kanker tertentu, seperti kanker paru-paru dan kanker payudara.
- Mengonsumsi antasida atau suplemen vitamin D secara berlebihan.

Hipokalsemia / Hiperkalsemia

Fungsi Kalsium

- kontraksi otot
- pembekuan darah
- transmisi saraf
- pembentukan tulang

Hipokalsemia

- tetani
- spasme otot
- tanda Chvostek

Hiperkalsemia

- batu ginjal
- aritmia
- kelemahan otot

Magnesium

kelebihan atau kekurangan magnesium jika memiliki faktor seperti berikut :

- Menderita gagal ginjal.
- Mengalami overdosis suplemen magnesium.
- Menderita penyakit tertentu, misal Hipotiroidisme dan Penyakit Addison.
- Mengalami luka bakar luas.
- Mengonsumsi obat-obatan tertentu, seperti lithium, antasida, atau obat pencahar (laksatif).
- Menderita gagal jantung.
- Menderita malnutrisi
- Mengonsumsi diuretik, insulin, atau obat kemoterapi.
- Mengalami kecanduan alkohol.

Hipomagnesemia

Fungsi Magnesium

- kofaktor lebih dari 300 reaksi enzim
- stabilisasi membran sel
- regulasi kontraksi otot

Hipomagnesemia

- tremor
- kejang
- aritmia

Mekanisme kerja regulator/pengaturan keseimbangan elektrolit

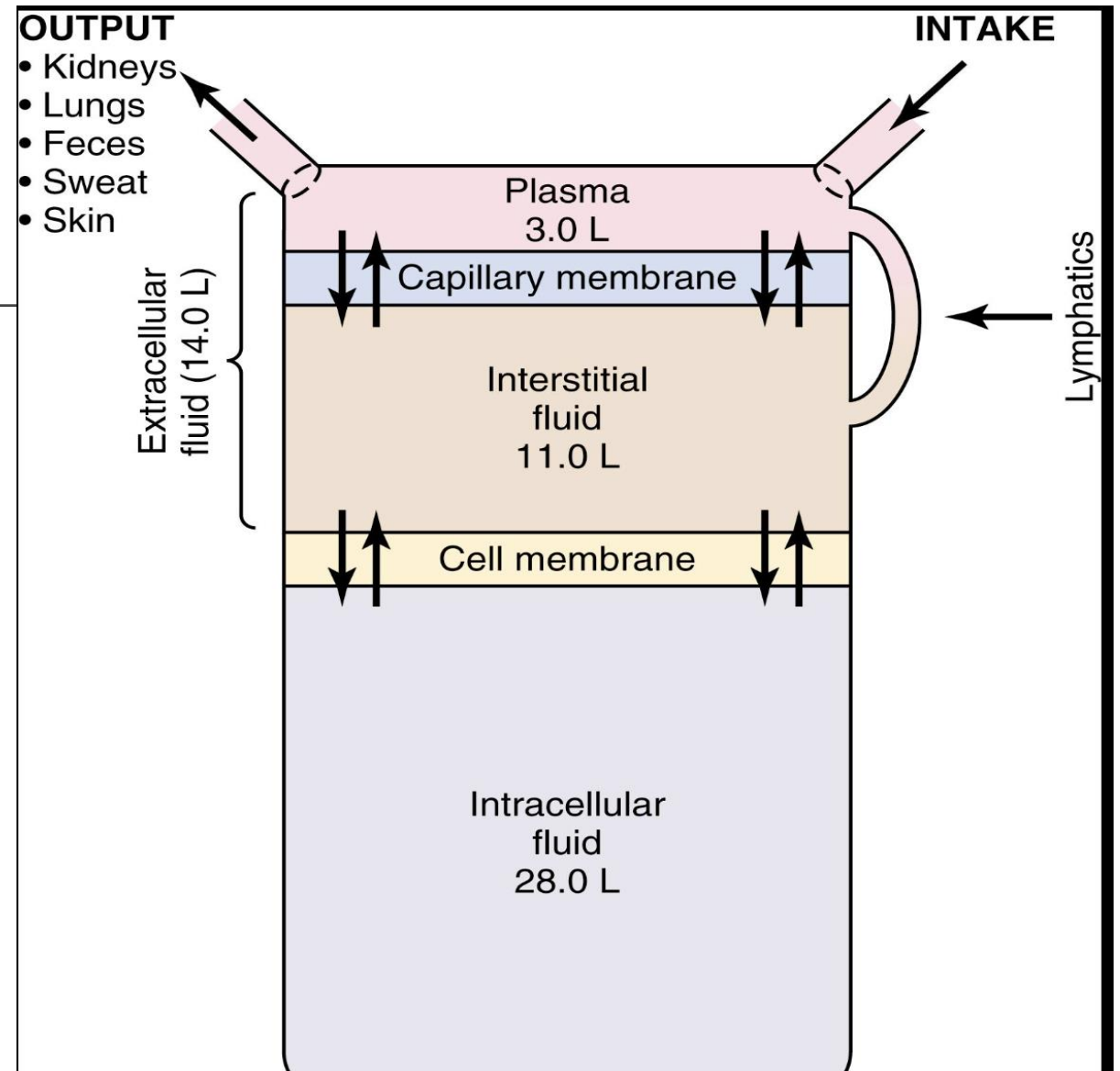
Perpindahan cairan dan elektrolit tubuh terjadi dalam tiga fase yaitu :

- ☐ Fase I : Plasma darah pindah dari seluruh tubuh ke dalam sistem sirkulasi, dan nutrisi dan oksigen diambil dari paru-paru dan tractus gastrointestinal.
- ☐ Fase II : Cairan interstitial dengan komponennya pindah dari darah kapiler dan sel
- ☐ Fase III : Cairan dan substansi yang ada di dalamnya berpindah dari cairan interstitial masuk ke dalam sel. Pembuluh darah kapiler dan membran sel yang merupakan membrane semipermeabel mampu memfilter tidak semua substansi dan komponen dalam cairan tubuh ikut berpindah.

Metode perpindahan dari cairan dan elektrolit tubuh dengan cara :

- ☐ Diffusi
- ☐ Filtrasi
- ☐ Osmosis
- ☐ Aktiv Transport

Mekanisme regulasi

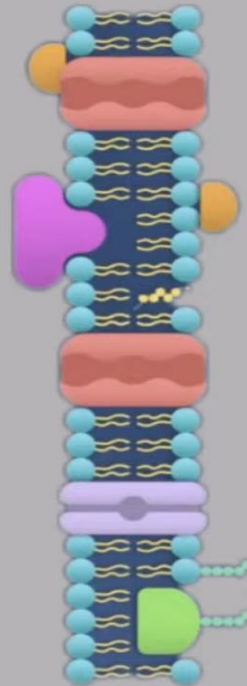


Proses transfort zat

Transpor pasif

Tidak memerlukan energi
KARENA PROSES TRANSPORNYA
MENURUNI GRADIEN KONSENTRASI

- * Difusi sederhana
- * osmosis
- * Difusi terfasilitasi



Transpor Aktif

memerlukan energi
KARENA TRANSPOR ZATNYA
MELAWAN GRADIEN KONSENTRASI

- * pompa ion Na^+/K^+
- * Kotranpor
- * endositosis dan eksositosis

Transport pasif

Transpor pasif TIDAK MEMERLUKAN ENERGI, KARENA MENURUNI GRADIENT KONSENTRASI

1. Difusi sederhana

secara konsepnya, pergerakan partikelnya berupa gas/zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah dengan atau tanpa melalui membran

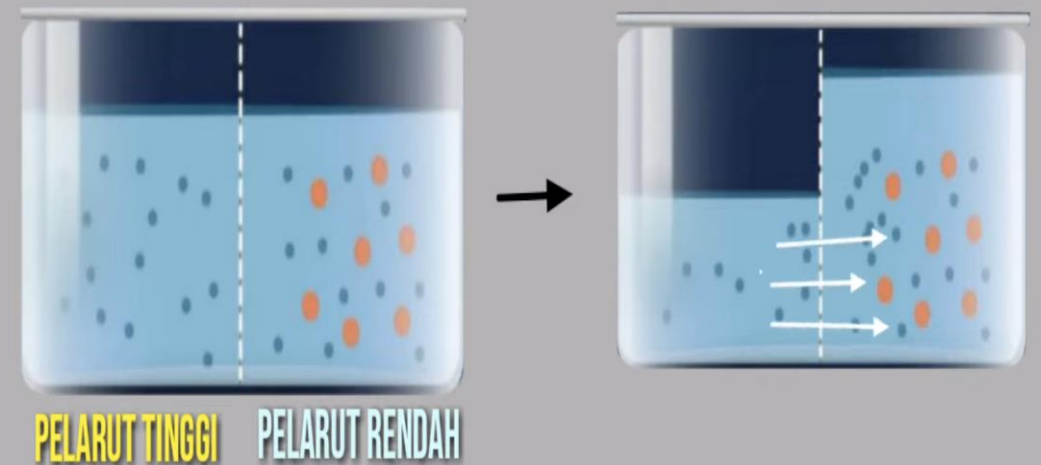
CONTOH : SAAT MENUANGKAN SIRUP KEDALAM AIR
PUTIH TANPA DI ADUK.



Transpor pasif TIDAK MEMERLUKAN ENERGI, KARENA MENURUNI GRADIENT KONSENTRASI

2. osmosis MERUPAKAN PERPINDAHAN AIR/PELARUT MELALUI MEMBRAN SEMIPERMEABEL. DARI KONSENTRASI PELARUT TINGGI KE KONSENTRASI PELARUT RENDAH

keterangan Gambar : ● PELARUT ● ZAT TERLARUT



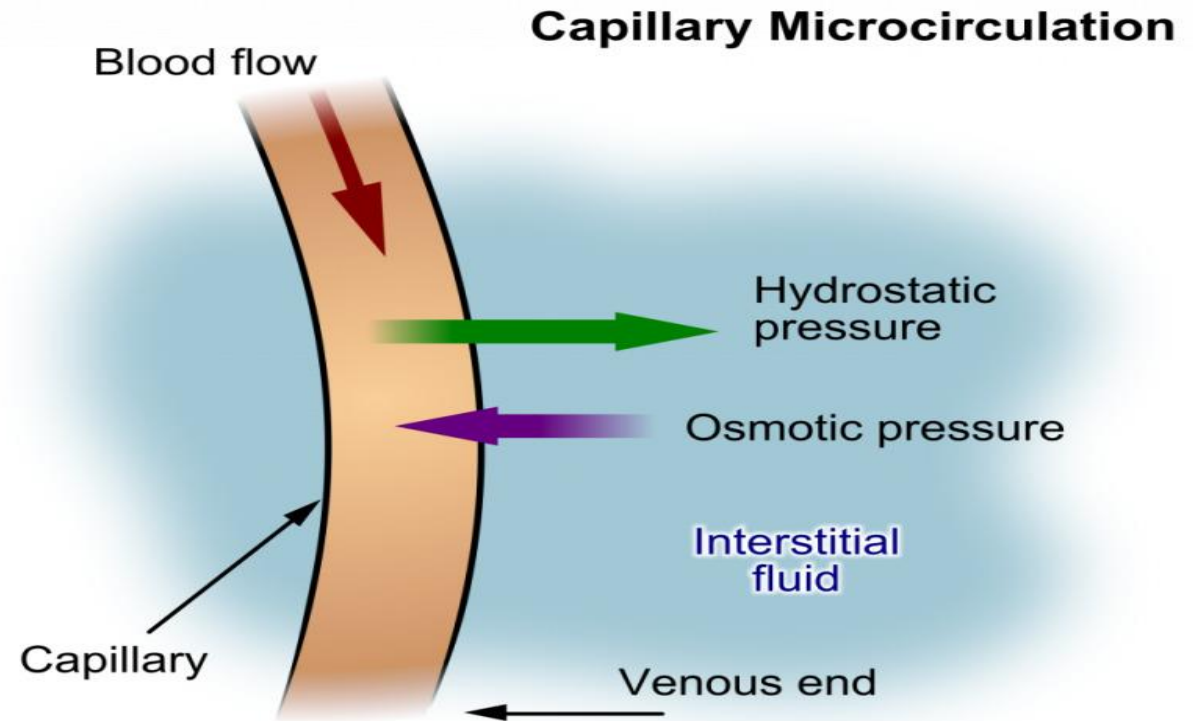
Diffusi dan osmosis

adaah mekanisme transportasi pasif. Hampir semua zat berpindah dengan mekanisme transportasi pasif.

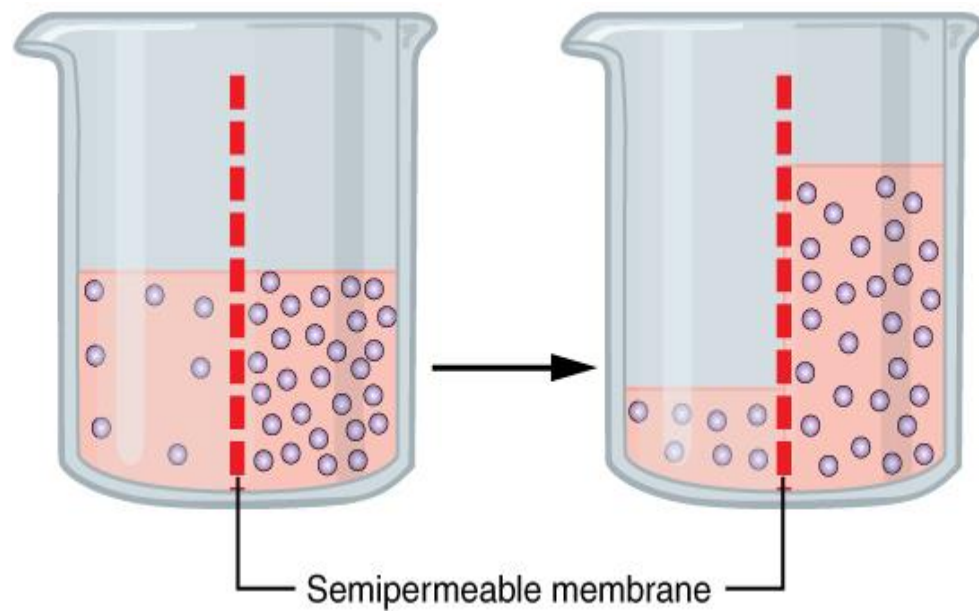
Diffusi sederhana adalah perpindahan partikel-partikel dalam segala arah melalui larutan atau gas.

Osmosis adalah proses difusi dari air yang disebabkan oleh perbedaan konsentrasi. Difusi air terjadi pada daerah dengan konsententrasi zat terlarut yang rendah ke daerah dengan konsententrasi zat terlarut yang tinggi

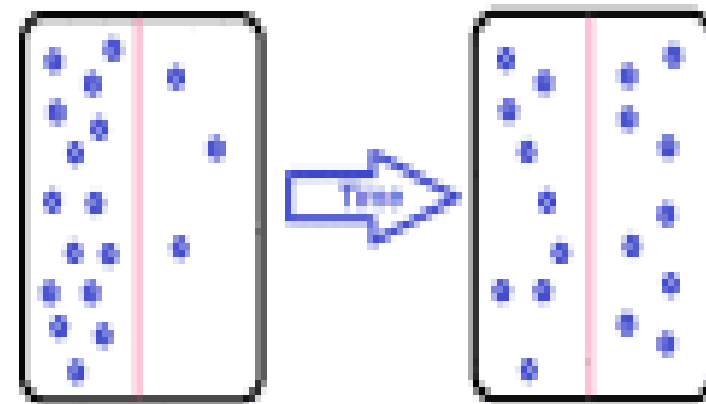
konsentrasi dan muatan listrik disebut transportasi aktif. **Transportasi aktif** berbeda dengan transportasi pasif karena memerlukan energi dalam bentuk **adenosin trifosfat (ATP)**. Salah satu contohnya adalah transportasi pompa kalium dan natrium.



Proses osmosis



Proses difusi

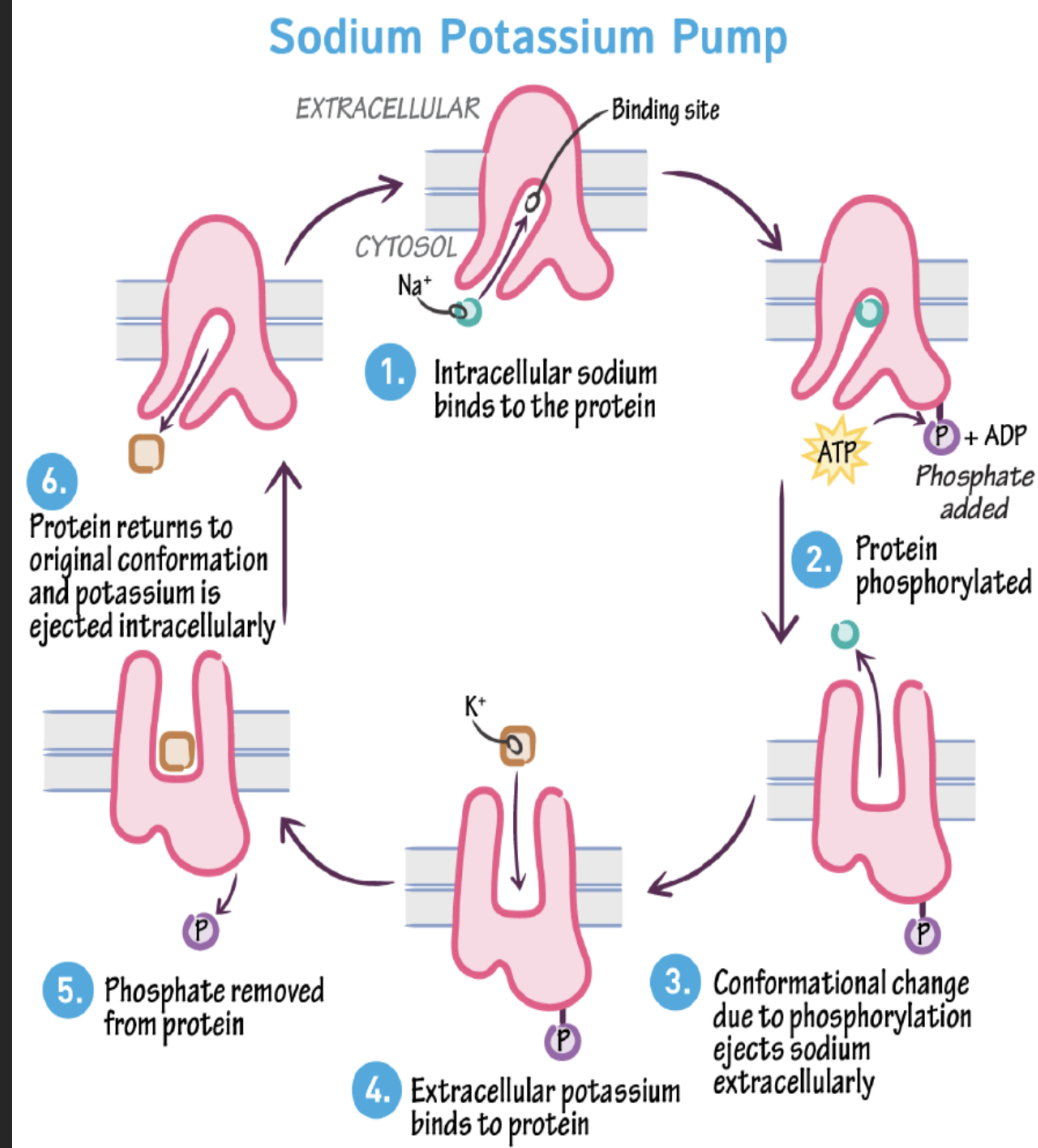


Pompa Natrium–Kalium (Na^+/K^+ Pump)

- Merupakan **transport aktif** pada membran sel
- Menggunakan energi **ATP**

Mekanisme:

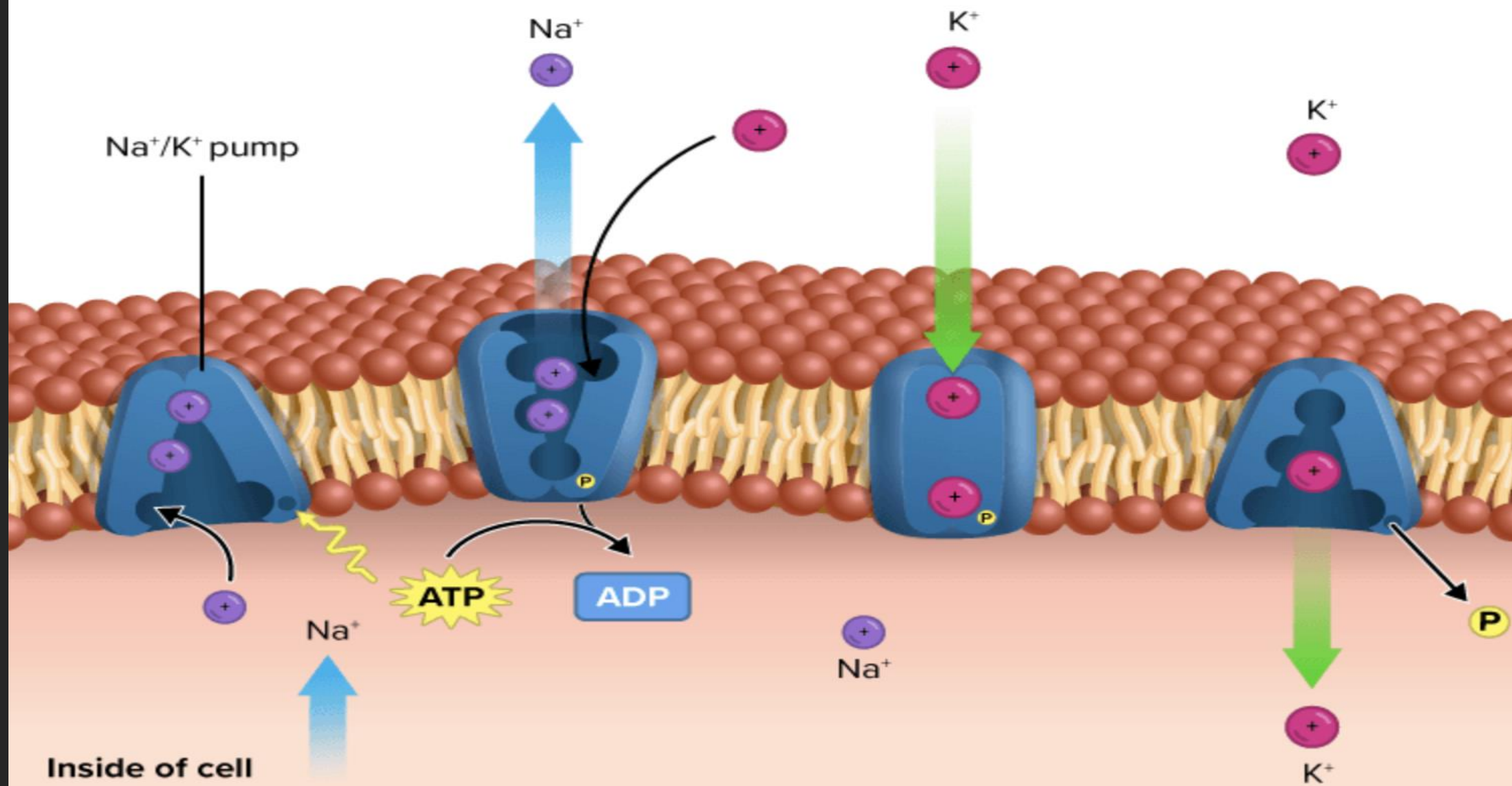
- 3 Na^+ keluar sel
- 2 K^+ masuk sel
- menggunakan **1 ATP**



Fungsi:

- mempertahankan **potensial membran sel**
- menjaga **keseimbangan elektrolit** intra dan ekstrasel
- penting untuk **fungsi saraf dan kontraksi otot**

Outside of cell



Inside of cell

Regulasi Hormon

Regulasi Hormon

1 Aldosteron

- meningkatkan reabsorpsi Na
- meningkatkan ekskresi K

2 ADH

- meningkatkan reabsorpsi air

3 Parathyroid Hormone (PTH)

- meningkatkan kalsium darah

4 Renin-Angiotensin System

Peran Perawat pada Gangguan Elektrolit

- monitoring tanda vital
- monitoring keseimbangan cairan (input output)
- observasi tanda neurologis
- pemantauan hasil laboratorium
- edukasi pasien tentang diet elektrolit

Kasus

Pasien laki-laki 60 tahun dirawat dengan diare berat selama 3 hari.

Keluhan: lemah, kram otot, dan tekanan darah menurun.

Hasil lab:

Na = 130 mEq/L

K = 3.1 mEq/L

Pertanyaan untuk mahasiswa

1. Apa jenis gangguan elektrolit yang terjadi?
2. Apa penyebabnya?
3. Apa intervensi keperawatan yang tepat?

Jawab

1. Apa jenis gangguan elektrolit yang terjadi

Pasien mengalami:

1 Hiponatremia

- Nilai normal Na : 135–145 mEq/L
- Hasil pasien : 130 mEq/L

→ menunjukkan hiponatremia ringan–sedang

2 Hipokalemia

- Nilai normal K : 3.5–5.0 mEq/L
- Hasil pasien : 3.1 mEq/L
→ menunjukkan hipokalemia

Kesimpulan

Pasien mengalami:

Hiponatremia dan Hipokalemia akibat kehilangan cairan gastrointestinal.

2. Apa penyebabnya?

Penyebab utama pada kasus ini adalah diare berat yang berlangsung lama.

Mekanisme patofisiologi

Diare menyebabkan:

- 1 Kehilangan cairan tubuh → menyebabkan dehidrasi
- 2 Kehilangan elektrolit melalui feses : natrium (Na) dan kalium (K)
- 3 Penurunan volume intravaskular → menyebabkan hipotensi
- 4 Hipokalemia → menyebabkan kelemahan dan kram otot

Jadi penyebab utama:

Kehilangan elektrolit dan cairan akibat diare berkepanjangan.

Apa intervensi keperawatan yang tepat?

1 Monitoring kondisi pasien

- monitor tanda vital
- monitor tekanan darah
- observasi tanda dehidrasi
- observasi kram otot dan kelemahan

2 Monitoring keseimbangan cairan

- catat input dan output cairan
- monitor frekuensi diare
- timbang berat badan harian

3 Monitoring laboratorium

- monitor **elektrolit serum** (Na, K)
- monitor fungsi ginjal

4 Terapi cairan

Kolaborasi dengan dokter untuk:

- rehidrasi cairan
 - oral rehydration solution (ORS)
 - cairan IV (NaCl 0,9% atau RL)

5 Koreksi kalium

Kolaborasi pemberian:

kalium oral atau intravena jika diperlukan

6 Edukasi pasien

pentingnya **hidrasi**

diet kaya kalium (pisang, jeruk, sayuran)

pencegahan diare

tq