



ELEKTROLIT DAN PERANANNYA DALAM HOMEOSTASIS TUBUH

Memahami Dinamika Cairan, Transport Ion, dan Implikasi Klinis

Program Studi: Farmasi / Fisiologi

Tim Presenter: Kezia, Anjung, Nana, Fika,
Dimas, Lea

Peta Jalan Pembelajaran (Tujuan Modul)

1



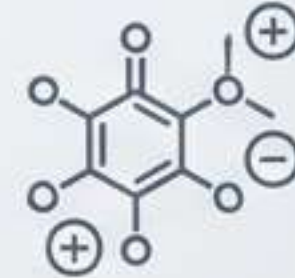
Konsep Dasar: Memahami definisi dan fungsi fundamental elektrolit.

2



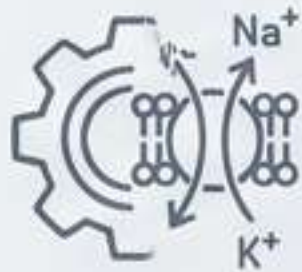
Pemetaan Kompartemen: Menganalisis distribusi elektrolit dalam cairan tubuh.

3



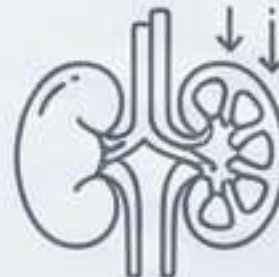
Spesifikasi Ion: Membedah fisiologi kation dan anion utama.

4



Mekanisme Aktif: Menguasai fisiologi transport Pompa Na^+/K^+ ATPase.

5



Jalur Regulasi: Mengidentifikasi regulasi tingkat organ dan hormonal.

6



Konteks Klinis: Menganalisis kasus gangguan keseimbangan elektrolit di dunia nyata.

Definisi & Sifat

Konsep Utama: Substansi yang berdisosiasi menjadi ion bermuatan listrik saat dilarutkan dalam air—bertindak sebagai busi penggerak sistem tubuh.

Elektrolit Kuat: Terionisasi sempurna (Contoh: NaCl).

Elektrolit Lemah: Terionisasi sebagian (Contoh: H_2CO_3 / Asam karbonat).

Fungsi Krusial

Natrium (Na^+)

Mengatur volume cairan & osmolaritas.

Kalium (K^+)

Potensial istirahat saraf & ritme otot.

Kalsium (Ca^{2+})

Kontraksi otot & koagulasi darah.

Magnesium (Mg^{2+})

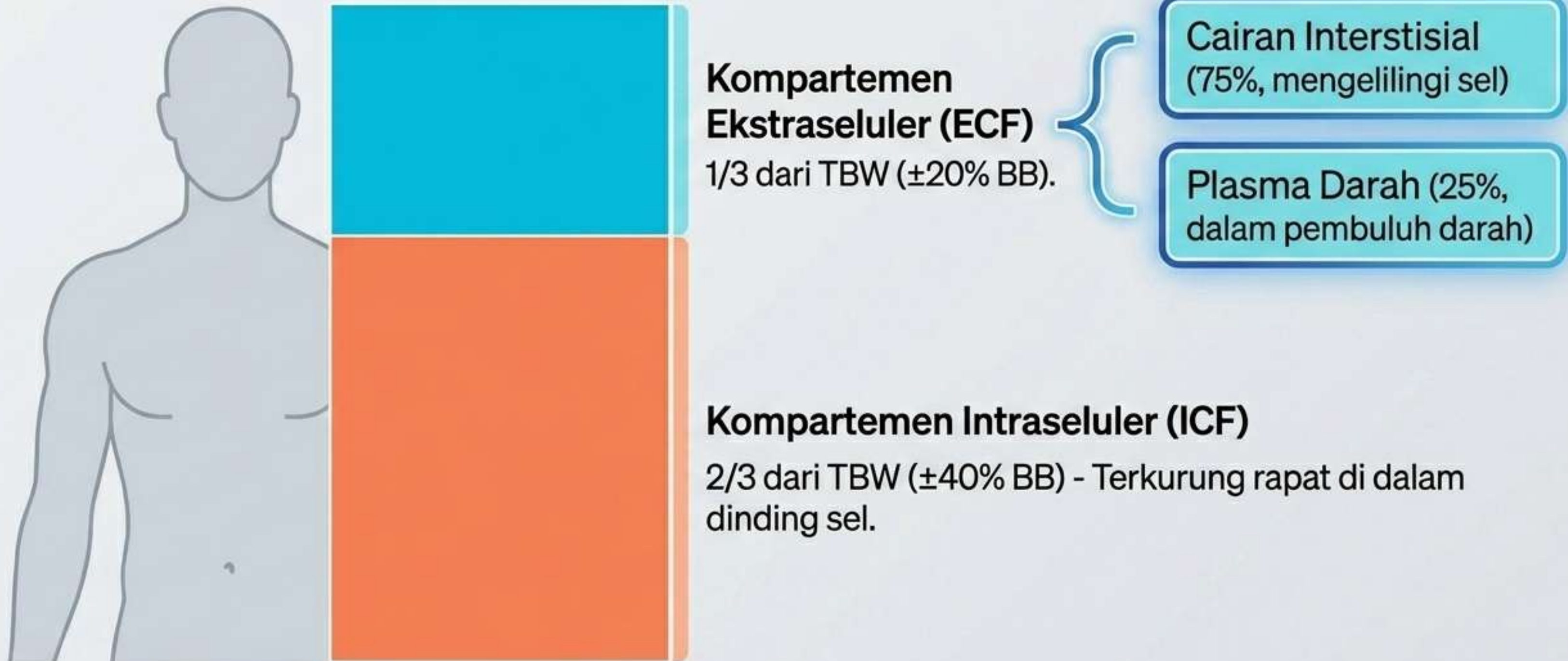
Kofaktor >300 aktivitas enzim.

Klorida (Cl^-)

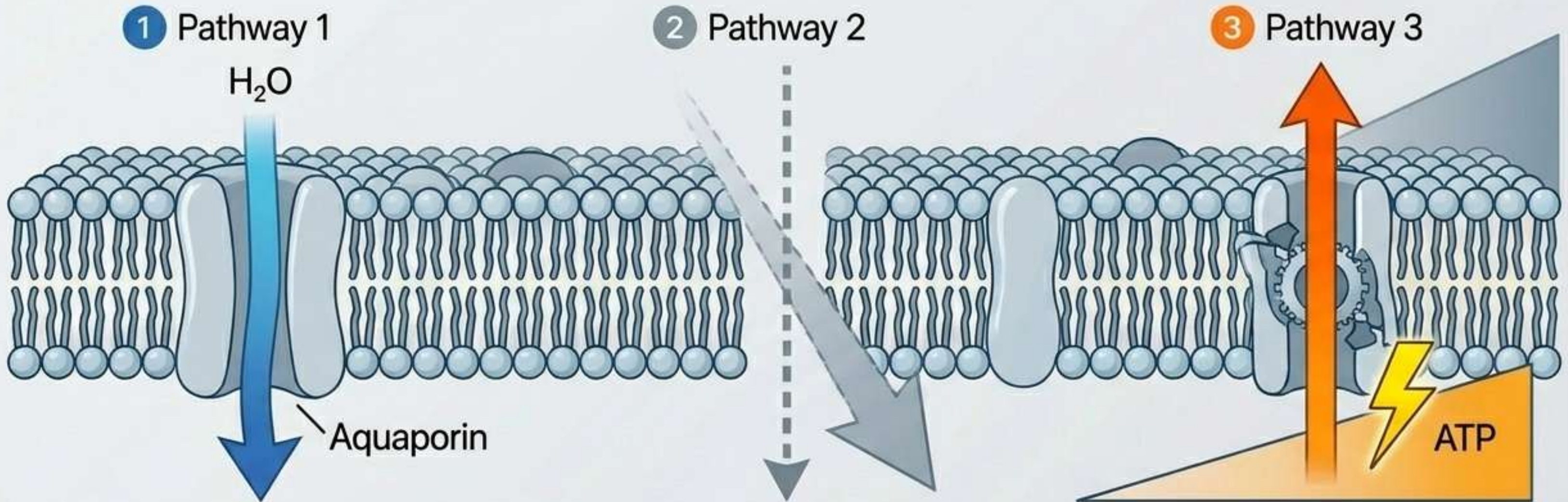
Keseimbangan asam-basa & cairan.

Anatomi Cairan Tubuh: Distribusi Total Body Water (TBW)

TBW: $\pm 60\%$ dari berat badan orang dewasa



Dinamika Transportasi Cairan dan Ion



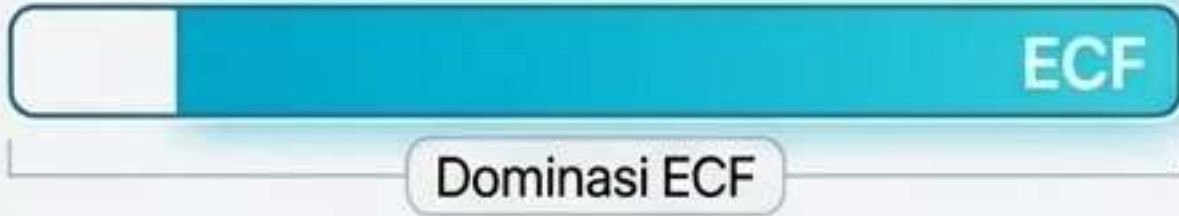
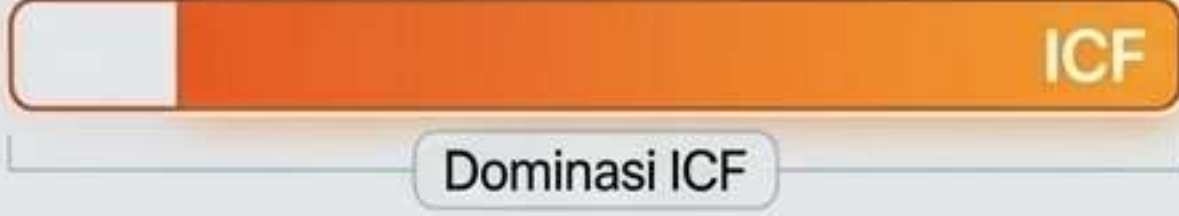
Osmosis (Pasif):
Perpindahan air (H_2O) dari area solut rendah ke tinggi.

Difusi (Pasif): Perpindahan partikel searah gradien konsentrasi tanpa energi.

Transport Aktif (Bertenaga): Memindahkan ion melawan gradien konsentrasi; membutuhkan energi (ATP).

Pemetaan Kation Utama (Ion Positif)

Aturan Emas Fisiologi: Natrium mendominasi di luar sel, **Kalium** mendominasi di dalam sel.

Ion	Distribusi Relatif (ECF vs. ICF)	Fungsi Utama
Natrium (Na^+)		Fungsi: Penentu utama osmolaritas ECF, konduksi impuls saraf, regulasi tekanan darah.
Kalium (K^+)		Fungsi: Penentu potensial membran istirahat, pengatur ritme kelistrikan jantung.
Kalsium (Ca^{2+})		Fungsi: Pemicu eksitasi-kontraksi otot, pelepasan neurotransmitter.
Magnesium (Mg^{2+})		Fungsi: Esensial untuk sintesis ATP, stabilitas ribosom, dan relaksasi otot.

Pemetaan Anion Utama (Ion Negatif)

Ion	Lokasi	Fungsi Utama
Klorida (Cl^-)	Lokasi: ECF	Fungsi: Pasangan setia Natrium untuk menjaga netralitas listrik, produksi HCl lambung.
Bikarbonat (HCO_3^-)	Lokasi: ECF	Fungsi: Komponen penyangga (buffer) utama untuk regulasi asam-basa tubuh.
Fosfat (PO_4^{3-})	Lokasi: ICF	Fungsi: Komponen struktural ATP dan asam nukleat, buffer urine.
Protein (Bermuatan Negatif)	Lokasi: ICF & Plasma	Fungsi: Makromolekul menahan air dalam pembuluh darah (menciptakan tekanan onkotik).

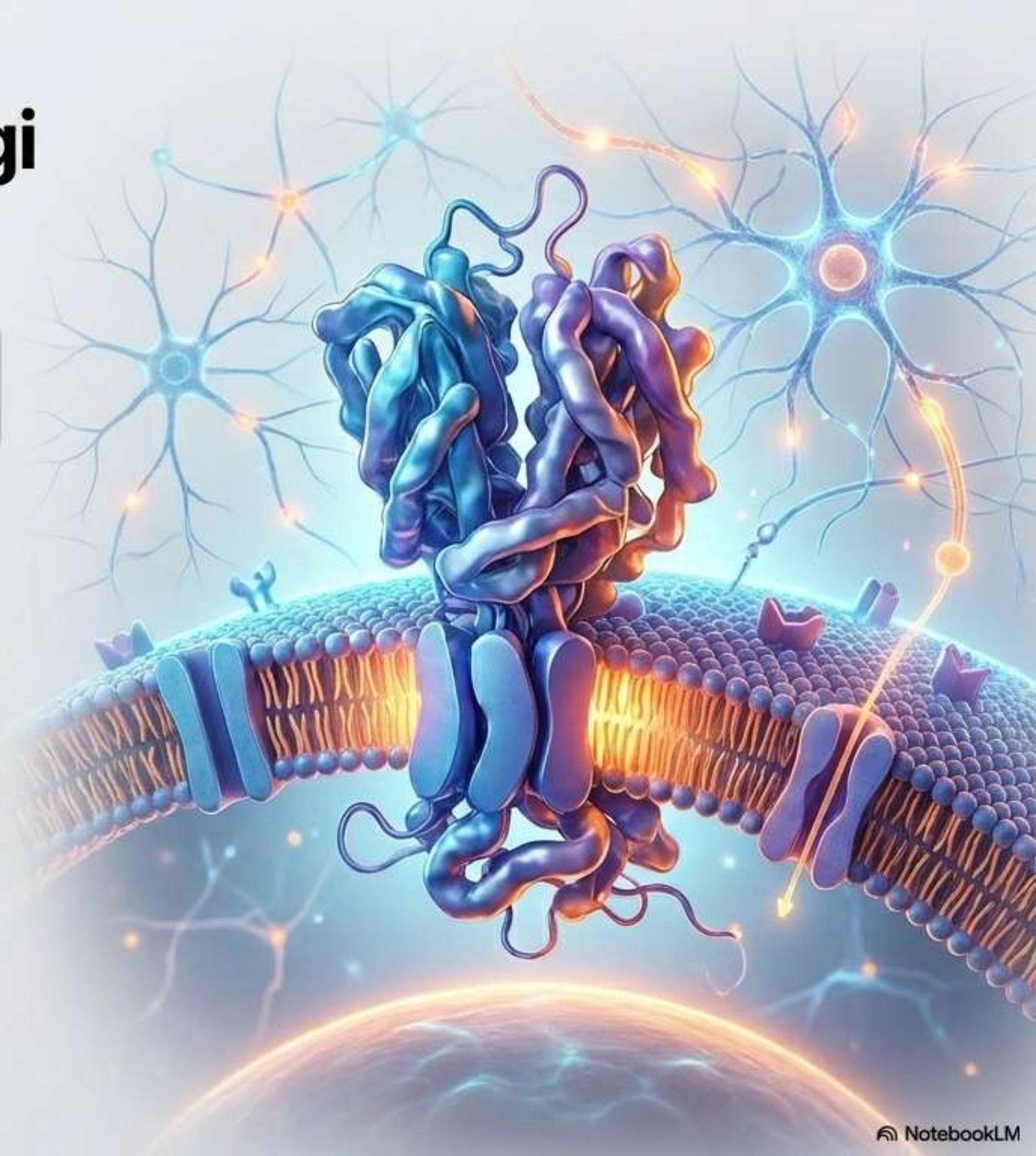
Siklus Penyangga Bikarbonat: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

Mesin Kehidupan: Fisiologi Pompa Na^+/K^+ ATPase

Bentuk **Transport Aktif Primer** pada hampir seluruh sel hewan.



Mengonsumsi hingga **30-70% total produksi ATP sel** (terutama pada neuron dan sel ginjal) hanya untuk mempertahankan gradien konsentrasi Na^+ dan K^+ .



Mekanisme Siklus Pompa: Pertukaran Melawan Arus

4. Siklus Reset

Fosfat lepas, pompa kembali ke bentuk awal, membawa Kalium masuk ke dalam sel.

3. 2 K⁺ Masuk

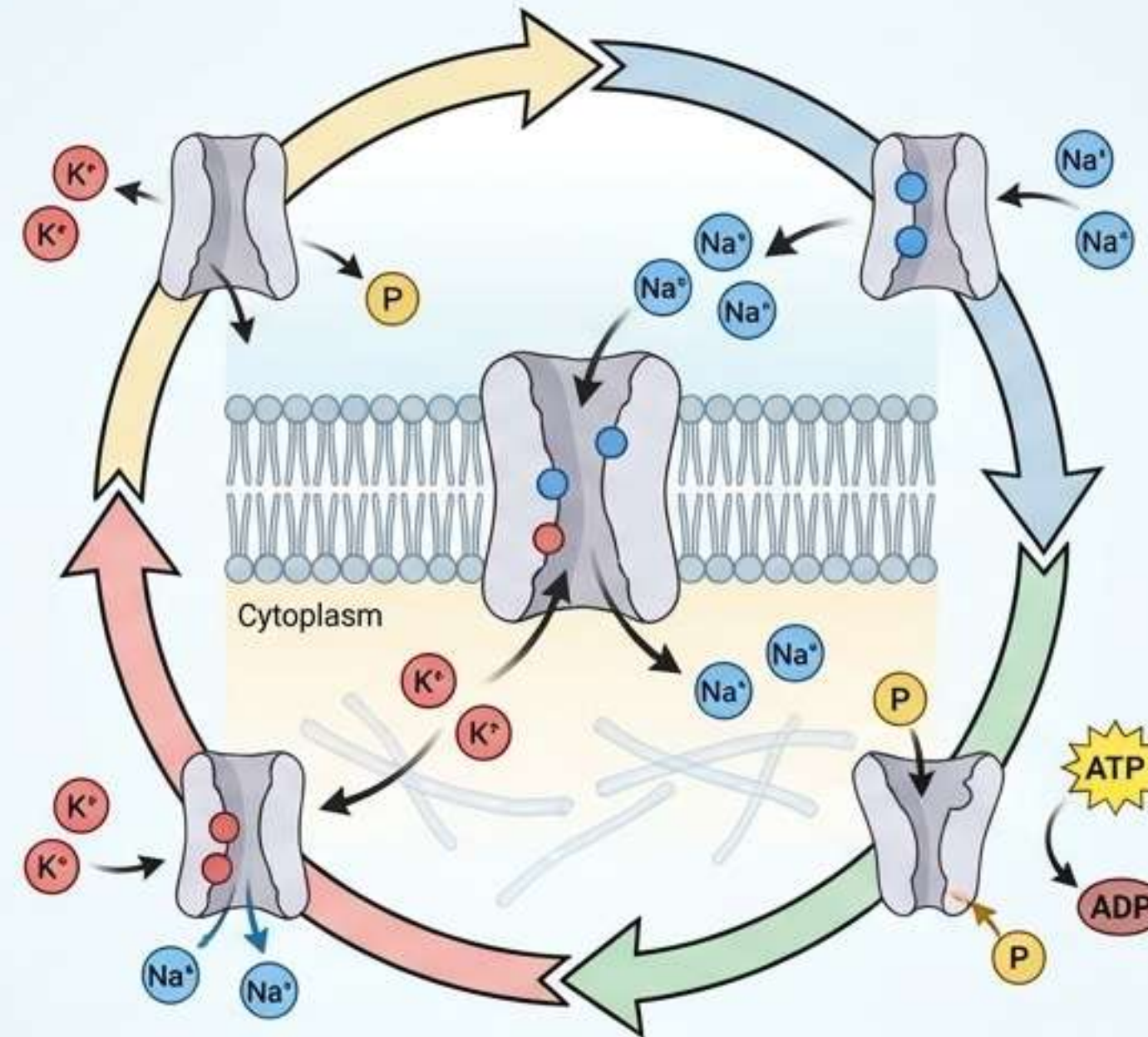
Natrium dilepas ke luar sel; dua ion Kalium dari luar mengikat pompa.

1. 3 Na⁺ Keluar

Tiga ion Natrium dari dalam sel mengikat pompa.

2. ATP Dipecah

Molekul ATP melepaskan fosfat (menjadi ADP), mengubah bentuk molekul pompa.

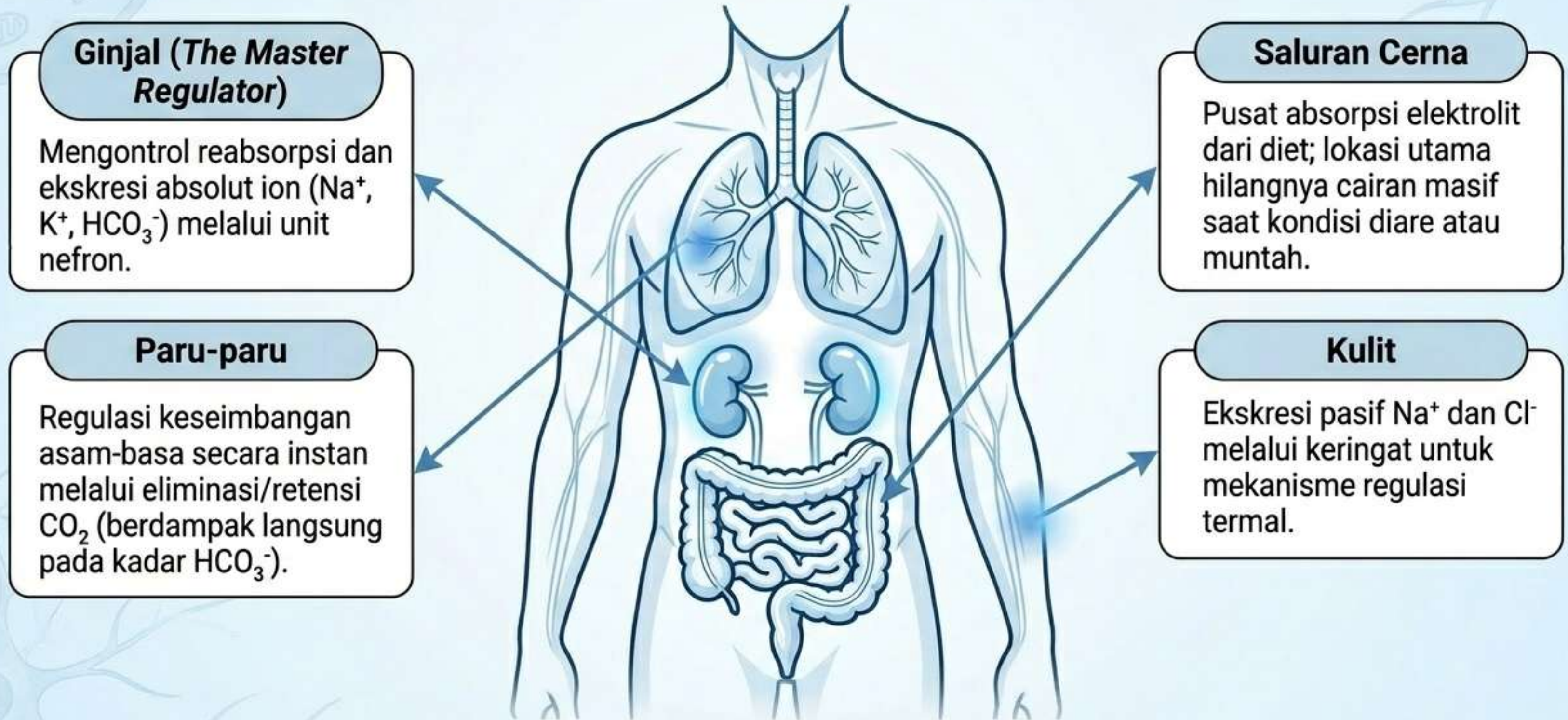


Physiological Impact Block

Potensial Membran: Menciptakan muatan dalam sel yang lebih negatif (3 muatan (+) keluar, hanya 2 masuk).

Volume Sel: Mencegah sel bengkak dan pecah akibat akumulasi osmotik.

Skema Regulasi Elektrolit Sistemik



Kendali Endokrin: Regulasi Hormonal



Aldosteron (Korteks Adrenal)

Memicu ginjal untuk menahan (retensi) Na^+ dan membuang (ekskresi) K^+ . Menarik air kembali ke darah.



ADH / Vasopresin (Hipofisis)

Hormon anti-diuretik. Memicu retensi air murni, secara tidak langsung menurunkan konsentrasi osmotik Na^+ .



ANP (Jantung)

Rem Darurat. Disekresi saat volume/tekanan darah terlalu tinggi. Melawan Aldosteron dengan memicu pembuangan Na^+ .



PTH / Paratiroid Hormon

Memobilisasi Ca^{2+} dari tulang ke plasma darah saat kadar kalsium sistemik menurun.

Patofisiologi Klinis: Gangguan Keseimbangan Utama

	Hipo- (Kekurangan)	Hiper- (Kelebihan)
Natrium	Hiponatremia <135 mEq/L ● Penyebab: Keringat berlebih, retensi air masif. ● Gejala Klinis: Mayoritas neurologis—letargi, kejang, edema otak.	Hipernatremia >145 mEq/L ● Penyebab: Dehidrasi berat, kehilangan air murni. ● Gejala Klinis: Haus ekstrem, agitasi, hiperrefleksia.
Kalium	Hipokalemia <3.5 mEq/L ● Penyebab: Diare persisten, penggunaan diuretik. ● Gejala Klinis: Mayoritas muskular—kelemahan otot, aritmia, kram.	Hiperkalemia >5.0 mEq/L ● Penyebab: Gagal ginjal akut/kronis. ● Gejala Klinis: Sangat fatal—fibrilasi ventrikel, henti jantung (cardiac arrest).

Studi Kasus Klinis: Aplikasi Fisiologi Terintegrasi

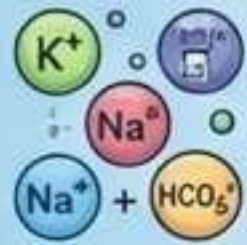


Profil Pasien

Pria, 35 tahun. Riwayat diare berat & muntah selama 3 hari.

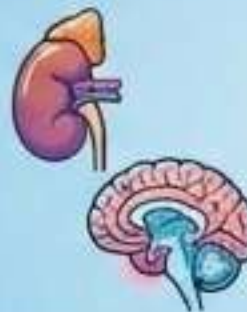


Tanda Vital: Tekanan darah rendah, turgor kulit memburuk, dan letargi.



Elektrolit Terganggu:

Terjadi Hipokalemia, Hiponatremia berat, dan Asidosis Metabolik (akibat kehilangan bikarbonat masif).



Respon Fisiologis:

Penurunan drastis volume ECF menstimulasi pelepasan Aldosteron & ADH secara berlebihan, menyebabkan oliguria (produksi urine minim).



Penatalaksanaan Terukur:

Rehidrasi IV perlahan menggunakan cairan isotonik (Ringer Laktat / NaCl 0.9%) dipadukan dengan koreksi Kalium yang dipantau ketat melalui EKG.

Kesimpulan Akhir: Baterai Biologi Tubuh Manusia

Elektrolit bukanlah sekadar mineral pasif; mereka adalah infrastruktur bioelektrik yang memungkinkan kehidupan terjadi.

1. **Fondasi Homeostasis:** Elektrolit mengendalikan volume cairan, pH, dan potensial kelistrikan tubuh.
2. **Pemisahan Spasial:** Natrium berkuasa di Ekstraseluler (ECF), sementara Kalium mendominasi di Intraseluler (ICF).
3. **Investasi Energi:** Pompa Na^+/K^+ ATPase bekerja tanpa lelah, membakar ATP untuk menolak keseimbangan statis.
4. **Sinergi Sistemik:** Ginjal bertindak sebagai regulator utama, dikendalikan oleh jaringan hormon (Aldosteron, ADH).
5. **Relevansi Klinis:** Pergeseran kecil pada gradien ion memicu krisis fisiologis masif yang menuntut intervensi presisi.

Daftar Pustaka & Referensi Utama

Buku Teks Utama

Hall, J. E. (2021). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (14th ed.). Elsevier.

Barrett, K. E., et al. (2019). *Ganong's Review of Medical Physiology* (26th ed.). McGraw-Hill.

Koeppen, B. M., & Stanton, B. A. (2018). *Berne & Levy Physiology* (7th ed.). Elsevier.

Jurnal & Panduan Klinis 2021-2024

Palmer, B. F., & Clegg, D. J. (2023). Physiology and Pathophysiology of Potassium Homeostasis. *Advances in Physiology Education*.

Verbalis, J. G. (2022). Renal Regulation of Sodium and Water Balance. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*.

Mount, D. B. (2021). Fluid and Electrolyte Management. *New England Journal of Medicine*.

WHO Guidelines on Oral Rehydration Therapy & Electrolyte Management (2022 Update).

NIH - Electrolyte Imbalances and Metabolic Disorders (2023).

Terima kasih atas perhatian yang diberikan.
Kami membuka sesi diskusi dan tanya jawab.