

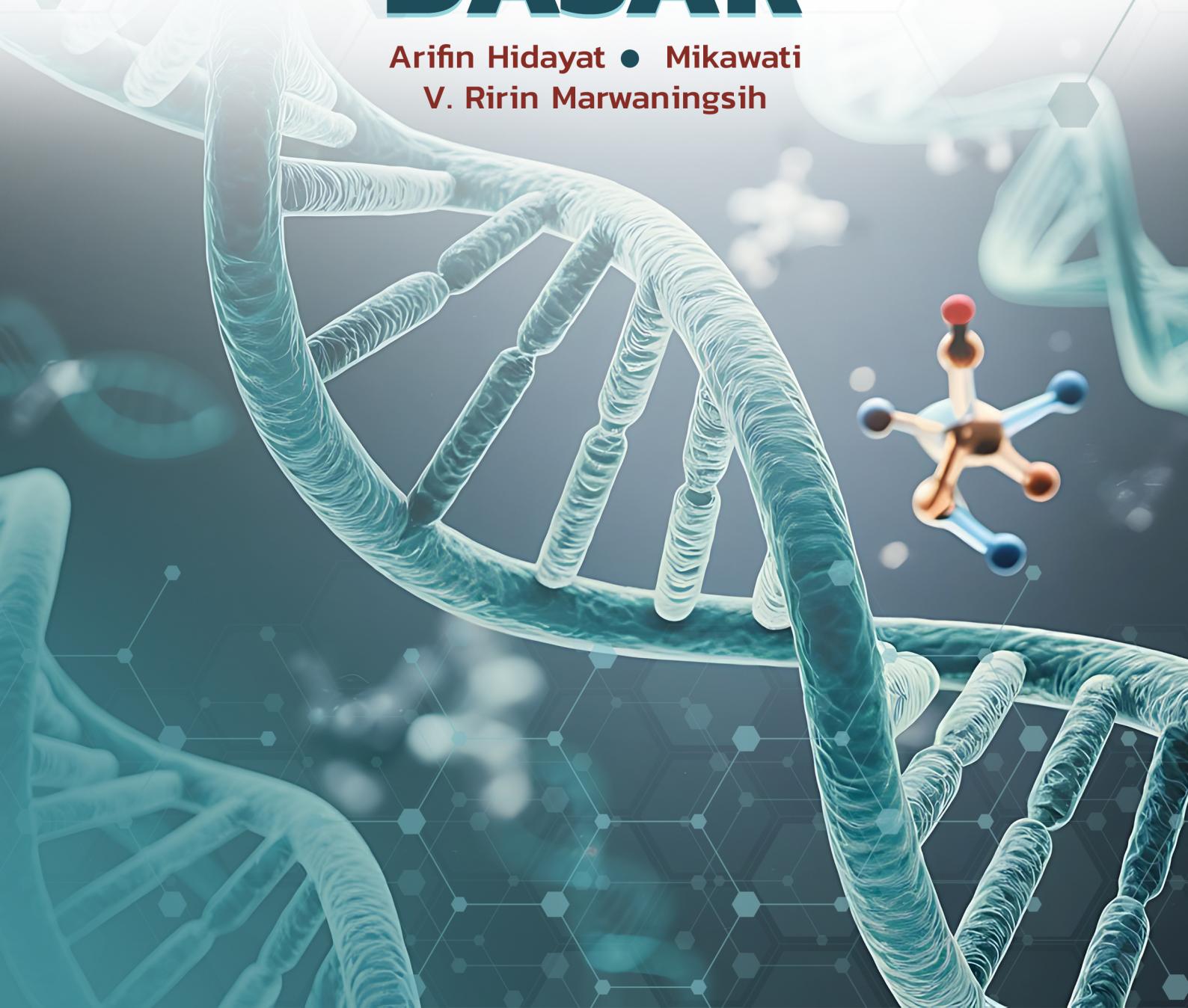
Buku Ajar

ILMU

BIOMEDIK

DASAR

Arifin Hidayat • Mikawati
V. Ririn Marwaningsih



BUKU AJAR

ILMU BIOMEDIK DASAR

Penulis:

Ns. Arifin Hidayat, SST., M.kes.

Mikawati, S.Kp., M.Kes.

V. Ririn Marwaningsih, S. Kep., Ns., M.Si.Med.



BUKU AJAR ILMU BIOMEDIK DASAR

Penulis:

Ns. Arifin Hidayat, SST., M.Kes.
Mikawati, S. Kp., M.Kes.
V. Ririn Marwaningsih, S. Kep., Ns., M.Si.Med.

Desain Sampul: Qo'is Ali Humam

Penata Letak: Muhamad Rizki Alamsyah

ISBN: 978-623-8775-44-6

Cetakan Pertama: Oktober, 2024

Hak Cipta 2024

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2024

by Penerbit PT Nuansa Fajar Cemerlang Jakarta

All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

website: www.nuansafajarcemerlang.com

instagram: @bimbel.optimal

PENERBIT:

PT Nuansa Fajar Cemerlang
Grand Slipi Tower, Lantai 5 Unit F
Jl. S. Parman Kav 22-24, Palmerah
Jakarta Barat, 11480
Anggota IKAPI (624/DKI/2022)

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya buku ajar Ilmu Biomedik Dasar ini. Buku ini dirancang untuk mengenalkan pembaca pada konsep dasar ilmu kesehatan, meliputi struktur dan fungsi tubuh manusia, keseimbangan cairan dan elektrolit, lengkung refleks, biologi sel, dan konsep genetika. Diharapkan, buku ini menjadi referensi yang komprehensif dan mudah dipahami.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi, khususnya kolega, dosen, peninjau, dan institusi yang mendukung penyelesaian buku ini. Buku ini bertujuan membantu mahasiswa memahami fungsi tubuh manusia dari aspek struktural hingga mekanisme seluler dan genetik, serta mengungkap pentingnya keseimbangan cairan, elektrolit, dan lengkung refleks dalam regulasi tubuh.

Setiap tantangan dalam mempelajari materi ini adalah bagian dari proses belajar yang menguatkan. Dengan semangat dan ketekunan, pemahaman mendalam akan dicapai, membawa manfaat bagi masa depan. Buku ini disusun secara sistematis dan bertahap, menggunakan bahasa sederhana namun ilmiah. Penjelasan didukung oleh gambar, bagan, dan ilustrasi untuk memudahkan pemahaman pembaca pemula maupun lanjut. Setiap bab dilengkapi dengan daftar istilah, referensi ilmiah terkini, serta latihan soal untuk menguji pemahaman. Referensi diambil dari literatur ilmiah yang terpercaya.

Akhir kata, kami berharap buku ini bermanfaat dalam proses pembelajaran dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu kesehatan. Saran dan kritik sangat kami nantikan untuk penyempurnaan di masa depan.

Salam hormat,

Penyusun.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv

BAB 1 KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT..... **1**

A. Cairan Tubuh.....	3
B. Pergerakan Cairan	4
C. Pergerakan zat terlarut	6
D. Pengaturan Cairan dan Elektrolit.....	8
E. Ketidak Seimbangan Cairan.....	10
F. Elektrolit	11
1. Natrium.....	11
2. Kalium.....	12
3. Kalsium.....	15
4. Fosfor	16
5. Magnesium.....	17
G. Keseimbangan Asam-Basa.....	18
1. Analisa Gas Darah Arteri (AGD).....	18
2. Interpretasi AGD	20
H. Pengkajian.....	20
I. Latihan Soal.....	22
J. Rangkuman Materi.....	24
K. Glosarium.....	25
L. Daftar Pustaka.....	27

BAB 2 LENGKUNG REFLEKS **29**

A. Pengertian Lengkung Refleks.....	31
B. Komponen Lengkung Refleks	32
C. Jenis Refleks.....	34
D. Potensi Generator.....	35
E. Macam – macam lengkung refleks	37
F. Sifat Umum Refleks.....	37
1. Rangsangan adekuat.....	37
2. Jarak umum akhir	37
3. Keadaan eksitasi dan inhibisi sentra.....	37
4. Habituasi dan sensitisasi respon refleks.....	38

G.	Contoh Refleks Monosinaps dan Polisinaps.....	38
1.	<i>Refleks Monosinaps</i>	38
2.	<i>Refleks Polisinaps</i>	38
H.	Latihan Soal.....	40
I.	Rangkuman Materi.....	42
J.	Glosarium.....	43
K.	Daftar pustaka.....	45
BAB 3 BIOLOGI SEL DAN KONSEP GENETIKA		47
A.	Struktur dan Fungsi Sel Tubuh Manusia	49
1.	Nukleus	50
2.	Membran sel	50
3.	Sitoplasma.....	51
B.	Sintesis Protein	53
1.	Transkripsi	54
2.	Transalasi	54
C.	Konsep Genetika dalam Proses Penurunan Sifat individu	55
D.	Siklus Sel	57
1.	Inter Fase	57
2.	M Fase	58
E.	Latihan Soal.....	59
F.	Rangkuman Materi.....	63
G.	Glosarium.....	63
H.	Daftar Pustaka.....	64
PROFIL PENULIS.....		65

BAB 1

KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Pendahuluan

Pengantar Penulis: Pada bab ini akan dibahas mengenai keseimbangan cairan dan elektrolit. Cairan dan elektrolit adalah komponen krusial dalam menjaga keseimbangan tubuh atau homeostasis. Setiap sel dalam tubuh bergantung pada lingkungan cairan yang seimbang untuk menjalankan fungsi-fungsinya. Keseimbangan ini mendukung berbagai proses vital seperti kontraksi otot, pengaturan tekanan darah, dan fungsi saraf.

Tubuh manusia terdiri dari sekitar 60% air, yang terbagi menjadi cairan intraseluler (dalam sel) dan cairan ekstraseluler (di luar sel). Masing-masing kompartemen ini memiliki komposisi elektrolit yang berbeda, seperti kalium dalam cairan intraseluler dan natrium dalam cairan ekstraseluler.

Buku ajar ini dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana tubuh mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit. Dengan mempelajari distribusi cairan, mekanisme pergerakan, dan proses pengaturan cairan, pembaca akan dibekali pengetahuan penting untuk mengidentifikasi dan mengelola ketidakseimbangan yang dapat berdampak serius pada kesehatan.

Tujuan Buku: Setelah membaca BAB ini diharapkan mahasiswa memahami konsep dasar cairan, pergerakan cairan tubuh, klasifikasi pergerakan zat terlarut, pengatran cairan dan elektrolit, ketidak seimbangan cairan, konsep dasar elektrolit, keseimbangan asam basa serta pengkajian keseimbangan cairan dan elektrolit.

Sasaran Pembaca: Buku ini diharapkan bisa membantu mahasiswa keperawatan dalam memahami Keseimbangan cairan dan elektrolit, sehingga menjadi konsep dasar dalam pemahaman proses penyakit di semua sistem tubuh manusia.

Isi Buku: Dalam buku ini akan dijabarkan tentang konsep dasar cairan, pergerakan cairan tubuh, klasifikasi pergerakan zat terlarut, pengatran cairan dan elektrolit, ketidak seimbangan cairan, konsep dasar elektrolit, keseimbangan asam basa serta pengkajian keseimbangan cairan dan elektrolit serta diakhiri pembelajaran dilengkapi dengan latihan soal.

Metode Pembelajaran: Penjelasan tentang bagaimana buku ini dirancang untuk membantu pembaca belajar, apakah melalui teks tulisan, gambar, latihan, atau sumber daya tambahan.

Pendekatan Pembelajaran: Buku ini menggunakan pendekatan *student-centered learning*, di mana pembaca aktif menggali informasi, menganalisis kasus, dan melakukan evaluasi diri melalui soal-soal latihan yang disediakan. Pendekatan ini diharapkan dapat mendorong pembelajaran mandiri sekaligus memperkuat keterampilan klinis dalam memahami keseimbangan cairan dan elektrolit.

Pedoman Penggunaan: Studi Mandiri: Pembaca dapat mempelajari setiap bab secara berurutan untuk memahami konsep yang lebih kompleks. Diskusi Kelompok: Bab-bab tertentu dapat digunakan sebagai bahan diskusi dalam kelompok belajar. Aplikasi Praktis: Setiap teori dilengkapi dengan contoh kasus klinis yang memungkinkan pembaca mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi nyata. Evaluasi Diri: Di akhir setiap bab terdapat soal evaluasi untuk mengukur pemahaman pembaca.

Tujuan Intruksional dan Capaian Pembelajaran

Tujuan Intruksional:

Memahami konsep dasar keseimbangan cairan dan elektrolit.

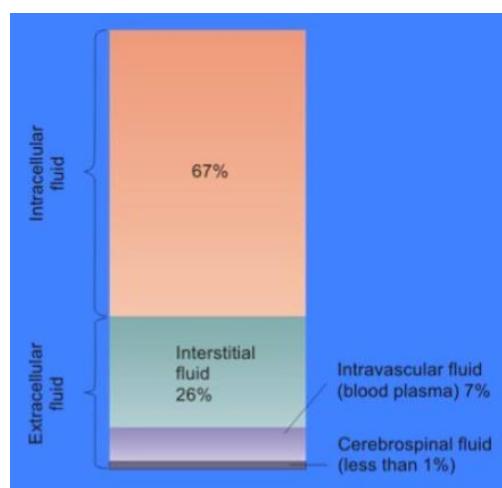
Capaian Pembelajaran:

1. Mampu memahami konsep dasar cairan tubuh
2. Mampu mengidentifikasi pergerakan cairan tubuh
3. Mampu mengklasifikasikan pergerakan zat terlarut
4. Mampu menjelaskan pengaturan cairan dan elektrolit
5. Mampu mengidentifikasi ketidak seimbangan cairan
6. Mampu memahami konsep dasar elektrolit
7. Mampu memahami Keseimbangan asam dan basa
8. Mampu memahami pengkajian keseimbangan cairan dan elektrolit

Uraian Materi

A. Cairan Tubuh

Cairan tubuh terdiri dari air, elektrolit, plasma darah, sel-sel komponennya, protein, dan partikel terlarut lainnya yang disebut solut. Cairan tubuh ditemukan di dua area utama di dalam tubuh yang disebut kompartemen intraseluler dan ekstraseluler (Hall & Hall, 2016). Lihat Gambar 2.1 untuk ilustrasi kompartemen intraseluler dan ekstraseluler.



Gambar 1.1. Kompartemen Intraseluler dan Ekstraseluler

Cairan intrasel (CIS) ditemukan di dalam sel dan terdiri dari protein, air, elektrolit, dan zat terlarut. Elektrolit yang paling banyak ditemukan dalam cairan intrasel adalah kalium. Cairan intrasel sangat penting untuk fungsi tubuh. Faktanya, cairan intrasel menyumbang 60% dari volume cairan tubuh dan 40% dari total berat badan seseorang (Hall & Hall, 2016; Lobo et al., 2022).

Cairan ekstraseluler (CES) adalah cairan yang ditemukan di luar sel. Elektrolit yang paling banyak terdapat dalam cairan ekstraseluler adalah natrium. Tubuh mengatur kadar natrium untuk mengontrol pergerakan air ke dalam dan ke luar ruang ekstraseluler melalui osmosis (Hall & Hall, 2016).

Cairan ekstraseluler dapat dibagi lagi menjadi beberapa jenis. Jenis pertama dikenal sebagai **cairan intravaskular** yang ditemukan dalam sistem vaskular yang terdiri dari arteri, vena, dan jaringan kapiler. Cairan intravaskular adalah volume darah secara keseluruhan dan juga mencakup sel darah merah, sel darah putih, plasma, dan trombosit. Cairan intravaskular adalah komponen

terpenting dari keseimbangan cairan tubuh secara keseluruhan (Blackmaker, 2018; Hall & Hall, 2016).

Kehilangan cairan intravaskular menyebabkan diagnosis keperawatan Kekurangan Volume Cairan, yang juga disebut sebagai hipovolemia. Kehilangan cairan intravaskular dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti penggunaan diuretik yang berlebihan, perdarahan hebat, muntah, diare, dan asupan cairan melalui mulut yang tidak memadai. Jika kehilangan cairan intravaskular parah, tubuh tidak dapat mempertahankan tekanan darah yang memadai dan perfusi organ-organ vital. Hal ini dapat mengakibatkan syok hipovolemik dan kematian sel ketika organ-organ penting tidak menerima suplai darah yang kaya oksigen yang diperlukan untuk menjalankan fungsi sel (Taylor et al., 2023).

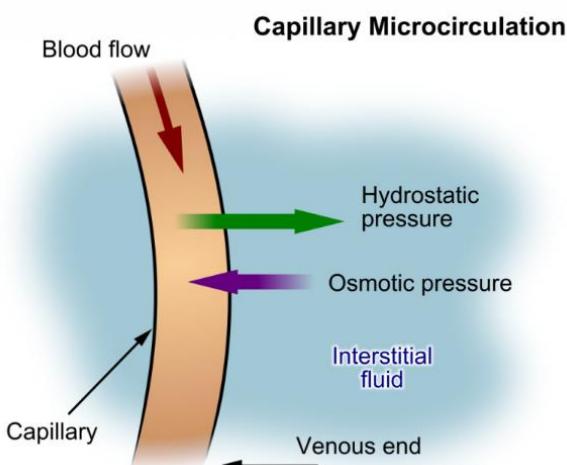
Jenis cairan ekstraseluler yang kedua adalah **cairan interstisial** yang mengacu pada cairan di luar pembuluh darah dan di antara sel-sel. Sebagai contoh, jika Anda pernah merawat pasien dengan gagal jantung dan melihat peningkatan pembengkakan pada kaki dan pergelangan kaki, Anda telah melihat contoh kelebihan cairan interstitial yang disebut sebagai edema (Merman et al., 2016).

Cairan ekstraseluler yang tersisa, juga disebut cairan transseluler, mengacu pada cairan di area seperti serebrospinal, sinovial, intrapleural, dan sistem gastrointestinal (Halperin & Kamel, 2017).

B. Pergerakan Cairan

Pergerakan cairan terjadi di dalam tubuh karena tekanan osmotik, tekanan hidrostatik, dan osmosis. Pergerakan cairan yang tepat bergantung pada lapisan jaringan pembuluh darah yang utuh dan berfungsi dengan baik, tingkat kandungan protein yang normal di dalam darah, dan tekanan hidrostatik yang memadai di dalam pembuluh darah. Lapisan jaringan pembuluh darah yang utuh mencegah cairan bocor keluar dari pembuluh darah. Kandungan protein dalam darah (dalam bentuk albumin) menyebabkan tekanan onkotik yang menahan air di dalam kompartemen pembuluh darah. Sebagai contoh, pasien dengan penurunan kadar protein (yaitu, albumin serum yang rendah) mengalami edema akibat kebocoran cairan intravaskular ke area interstisial karena penurunan tekanan onkotik(Halperin & Kamel, 2017; Tinawi & Mohammad, 2024).

Tekanan hidrostatik didefinisikan sebagai tekanan yang ditimbulkan oleh cairan yang terkandung pada benda yang menahannya. Dalam kompartemen cairan intravaskular, tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diberikan oleh darah terhadap kapiler. Tekanan hidrostatik berlawanan dengan tekanan onkotik pada ujung arteri kapiler, di mana tekanan ini mendorong cairan dan zat terlarut keluar ke dalam kompartemen interstisial. Pada ujung vena kapiler, tekanan hidrostatik berkurang, yang memungkinkan tekanan onkotik menarik cairan dan zat terlarut kembali ke dalam kapiler (Reddi, 2018). Lihat Gambar 2.2 untuk ilustrasi tekanan hidrostatik dan tekanan onkotik dalam kapiler.

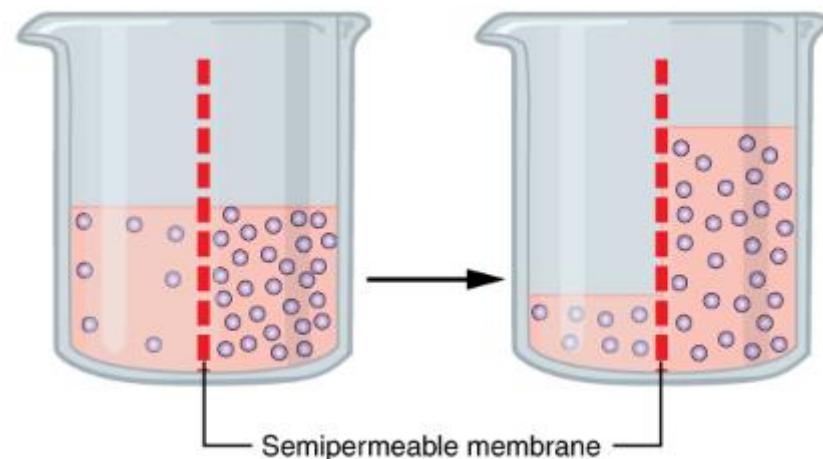


Gambar 1.2 Tekanan hidrostatik

Filtrasi terjadi ketika tekanan hidrostatik mendorong cairan dan zat terlarut melalui membran permeabel sehingga dapat dikeluarkan. Contoh dari proses ini adalah penyaringan cairan dan sampah hasil metabolism melalui kapiler glomerulus dalam ginjal. Proses penyaringan di dalam ginjal ini memungkinkan kelebihan cairan dan produk limbah dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk urin (Bragg et al., 2015).

Pergerakan cairan juga dikontrol melalui **osmosis**. Osmosis adalah pergerakan air melalui membran semipermeabel, dari area dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah ke area dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih besar, dalam upaya untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut di kedua sisi membran. Hanya cairan dan beberapa partikel yang terlarut dalam cairan yang dapat melewati membran semipermeabel; partikel yang lebih besar terhalang untuk melewatinya. Karena osmosis menyebabkan fluida bergerak karena adanya gradien konsentrasi dan tidak ada energi yang dikeluarkan

selama proses tersebut, maka osmosis disebut sebagai transpor pasif (Hall & Hall, 2016). Lihat Gambar 2.3 untuk ilustrasi osmosis di mana air bergerak ke sisi kanan membran untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut di sisi tersebut dengan sisi kiri.



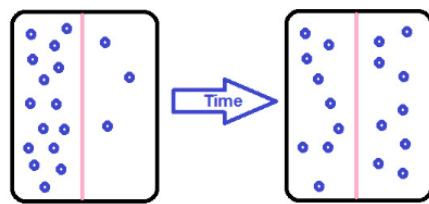
Gambar 1.3 osmosis

Osmosis disebabkan oleh pergerakan cairan antara kompartemen cairan intravaskular, interstisial, dan intraseluler berdasarkan konsentrasi zat terlarut. Sebagai contoh, ingatlah saat Anda makan makanan asin dalam jumlah besar. Konsentrasi natrium dalam darah menjadi meningkat. Karena konsentrasi zat terlarut yang meningkat di dalam aliran darah, osmosis menyebabkan cairan ditarik ke dalam kompartemen intravaskular dari kompartemen interstisial dan intraseluler untuk mencoba menyamakan konsentrasi zat terlarut. Saat cairan meninggalkan sel, ukurannya akan menyusut. Penyusutan sel inilah yang menyebabkan banyak gejala dehidrasi, seperti selaput lendir yang kering dan lengket. Karena sel-sel otak sangat rentan terhadap pergerakan cairan akibat osmosis, sakit kepala dapat terjadi jika asupan cairan yang memadai tidak terjadi (Lobo et al., 2022; Samy A, 2005).

C. Pergerakan zat terlarut

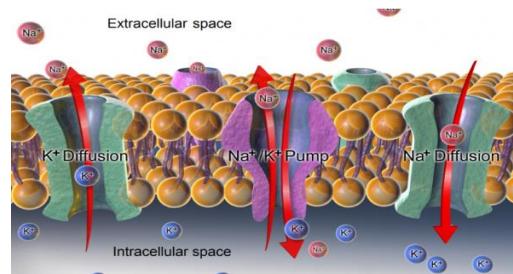
Pergerakan zat terlarut dikendalikan oleh difusi, transpor aktif, dan Filtrasi. Difusi adalah pergerakan molekul dari area dengan konsentrasi yang lebih tinggi ke area dengan konsentrasi yang lebih rendah untuk menyamakan konsentrasi zat terlarut di seluruh area. (Perhatikan bahwa difusi berbeda

dengan osmosis karena osmosis adalah pergerakan cairan, sedangkan difusi adalah pergerakan zat terlarut) (Assadi, 2024; Hall & Hall, 2016). Lihat Gambar 2.4 untuk gambar difusi. Karena difusi bergerak melalui gradien konsentrasi, zat terlarut bergerak bebas tanpa pengeluaran energi. Contoh difusi adalah pergerakan molekul oksigen yang dihirup dari alveoli ke kapiler di paru-paru sehingga dapat didistribusikan ke seluruh tubuh.



Gambar 1.4. Difusi

Transpor aktif, tidak seperti difusi, melibatkan perpindahan zat terlarut serta ion melewati membran sel dari area dengan konsentrasi lebih rendah ke area dengan konsentrasi lebih tinggi. Karena transpor aktif memindahkan zat terlarut melawan gradien konsentrasi untuk mencegah penumpukan zat terlarut yang berlebihan di suatu area, energi diperlukan agar proses ini dapat berlangsung. Contoh transpor aktif adalah pompa natrium-kalium, yang menggunakan energi untuk mempertahankan tingkat natrium yang lebih tinggi dalam cairan ekstraseluler dan tingkat kalium yang lebih tinggi dalam cairan intraseluler. Lihat Gambar 5 untuk gambar difusi dan pompa natrium-kalium yang mengatur kadar natrium dan kalium dalam kompartemen ekstraseluler dan intraseluler. Ingatlah bahwa natrium (Na^+) adalah elektrolit utama dalam ruang ekstraseluler dan kalium (K^+) adalah elektrolit utama dalam ruang intraseluler (Tinawi & Mohammad, 2024; Wilkinson et al., 2016).



Gambar 1.5. Pompa natrium dan kalium

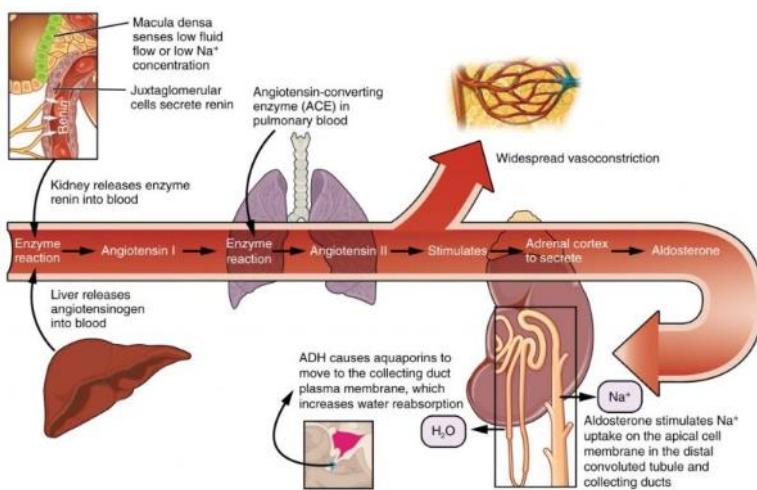
D. Pengaturan Cairan dan Elektrolit

Tubuh harus secara hati-hati mengatur penumpukan dan ekskresi cairan intravaskular untuk mencegah kelebihan atau kekurangan volume cairan dan mempertahankan tekanan darah yang memadai. Keseimbangan air diatur oleh beberapa mekanisme termasuk ADH, rasa haus, dan Sistem *Renin-Angiotensin-Aldosteron* (RAAS) (Hall & Hall, 2016).

Asupan cairan diatur oleh rasa haus. Ketika cairan hilang dan kadar natrium meningkat dalam ruang intravaskular, osmolalitas serum meningkat. Osmolalitas serum adalah ukuran konsentrasi zat terlarut dalam darah. Osmoreseptor di hipotalamus merasakan peningkatan kadar osmolaritas serum dan memicu pelepasan ADH (hormon antidiuretik) di ginjal untuk mempertahankan cairan. Osmoreseptor juga menghasilkan rasa haus untuk merangsang peningkatan asupan cairan. Namun, individu harus mampu secara mental dan fisik merespons sinyal haus untuk meningkatkan asupan cairan melalui mulut. Mereka harus waspada, cairan harus dapat diperoleh, dan orang tersebut harus cukup kuat untuk mengambil minuman. Ketika seseorang tidak dapat merespons sinyal haus, maka dehidrasi akan terjadi. Individu yang lebih tua memiliki risiko lebih tinggi mengalami dehidrasi karena penurunan persepsi rasa haus yang berkaitan dengan usia. Asupan cairan rata-rata orang dewasa adalah sekitar 2.500 mL per hari dari makanan dan minuman. Jumlah cairan yang lebih banyak diperlukan jika pasien memiliki kondisi medis lain yang menyebabkan kehilangan cairan yang berlebihan, seperti berkeringat, demam, muntah, diare, dan pendarahan (Blackmaker, 2018; Bragg et al., 2015).

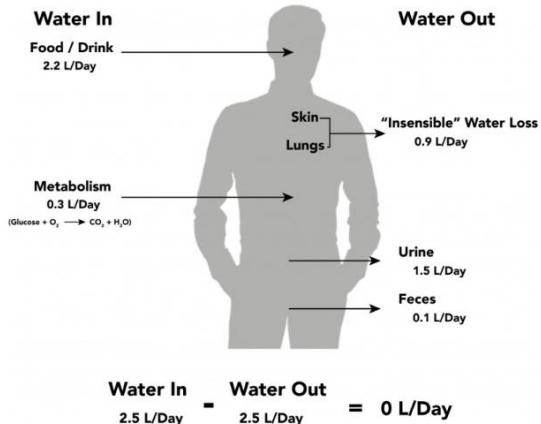
Sistem *Renin-Angiotensin-Aldosteron* (RAAS) memainkan peran penting dalam mengatur keluaran cairan dan tekanan darah. Lihat Gambar 6 untuk ilustrasi Sistem *Renin-Angiotensin-Aldosteron* (RAAS). Ketika terjadi penurunan tekanan darah (yang dapat disebabkan oleh kehilangan cairan), sel-sel ginjal khusus membuat dan mengeluarkan renin ke dalam aliran darah. Renin bekerja dengan angiotensinogen yang dilepaskan oleh hati dan mengubahnya menjadi angiotensin I, yang kemudian diubah menjadi angiotensin II. Angiotensin II melakukan beberapa hal penting. Pertama, angiotensin II menyebabkan vasokonstriksi untuk meningkatkan aliran darah ke organ-organ vital. Hal ini juga merangsang korteks adrenal untuk melepaskan aldosteron. Aldosteron adalah hormon steroid yang memicu peningkatan reabsorpsi natrium oleh ginjal dan selanjutnya meningkatkan osmolalitas serum dalam aliran darah. Seperti yang Anda ingat, peningkatan

osmolalitas serum menyebabkan osmosis memindahkan cairan ke dalam kompartemen intravaskular dalam upaya untuk menyamakan partikel terlarut. Peningkatan cairan dalam kompartemen intravaskular meningkatkan volume darah yang bersirkulasi dan membantu meningkatkan tekanan darah seseorang. Cara mudah untuk mengingat proses fisiologis ini adalah "aldosteron menyimpan garam" dan "air mengikuti garam." (Blackmaker, 2018).



Gambar 1.6 Renin Angiotensin Aldosterone System (RAAS)

Pengeluaran cairan sebagian besar terjadi melalui ginjal dalam bentuk urin. Cairan juga hilang melalui kulit sebagai keringat, melalui saluran pencernaan dalam bentuk tinja, dan melalui paru-paru selama pernapasan. Empat puluh persen dari keluaran cairan harian terjadi karena "kehilangan yang tidak terlihat" melalui kulit, saluran pencernaan, dan paru-paru dan tidak dapat diukur. Sisa 60% dari pengeluaran cairan harian adalah dalam bentuk urin. Normalnya, ginjal memproduksi sekitar 1.500 mL urin per hari ketika asupan cairan cukup. Penurunan produksi urin merupakan tanda awal dehidrasi atau disfungsi ginjal. Penting bagi perawat untuk menilai produksi urin pada pasien yang berisiko. Jika pasien menunjukkan produksi urin kurang dari 30 mL/jam (atau 0,5 mL/kg/jam) selama delapan jam, penyedia layanan harus diberitahu untuk segera melakukan intervensi (Samy A, 2005; Taylor et al., 2023; Wilkinson et al., 2016). Lihat Gambar 2.7 untuk ilustrasi keseimbangan air harian rata-rata orang dewasa, yaitu 2.500 mL asupan cairan yang seimbang dengan 2.500 mL keluaran cairan.



Gambar 1.7 Keseimbangan cairan

E. Ketidak Seimbangan Cairan

Dua jenis ketidakseimbangan cairan adalah volume cairan yang berlebihan (hipervolemia) dan volume cairan yang kurang (hipovolemia). Ketidakseimbangan ini terutama merujuk pada ketidakseimbangan dalam kompartemen ekstraseluler, akan tetapi dapat menyebabkan pergerakan cairan dalam kompartemen intraseluler berdasarkan tingkat natrium darah(Lobo et al., 2022).

Volume Cairan yang Berlebihan

Volume cairan yang berlebihan (juga disebut sebagai hipervolemia) terjadi ketika terjadi peningkatan cairan yang tertahan dalam kompartemen intravaskular. Pasien yang berisiko mengalami volume cairan yang berlebihan adalah mereka yang memiliki kondisi berikut ini: Gagal Jantung, Gagal Ginjal, Sirosis, Kehamilan.(Reddi, 2018)

Gejala kelebihan cairan meliputi pitting edema, asites, dan dispnea serta bunyi berderak akibat cairan di paru-paru. Edema adalah pembengkakan pada jaringan yang bergantung akibat akumulasi cairan di ruang interstisial. Asites adalah cairan yang tertahan di dalam perut. Perawatan tergantung pada penyebab retensi cairan. Natrium dan cairan biasanya dibatasi dan diuretik sering diresepkan untuk menghilangkan kelebihan cairan. Untuk informasi lebih lanjut tentang asuhan keperawatan pasien dengan volume cairan yang berlebihan, lihat bagian "Menerapkan Proses Keperawatan".(Halperin & Kamel, 2017)

Kekurangan Volume Cairan

Kekurangan volume cairan (juga disebut sebagai hipovolemia atau dehidrasi) terjadi ketika kehilangan cairan lebih besar daripada pemasukan cairan. Penyebab umum kekurangan volume cairan adalah diare, muntah, keringat

berlebih, demam, dan asupan cairan melalui mulut yang buruk. Individu yang memiliki risiko lebih tinggi mengalami dehidrasi adalah sebagai berikut: Orang dewasa yang lebih tua, Bayi dan anak-anak.(Assadi, 2024). Pasien dengan penyakit kronis seperti diabetes mellitus, penyakit ginjal, Pasien yang mengonsumsi diuretik dan obat lain yang menyebabkan peningkatan produksi urin, Individu yang berolahraga atau bekerja di luar ruangan dalam cuaca panas.(Hall & Hall, 2016)

Pada orang dewasa, gejala dehidrasi adalah sebagai berikut: Merasa sangat haus, Mulut kering, Sakit kepala, Kulit kering, Buang air kecil dan berkeringat lebih sedikit dari biasanya, Urine berwarna gelap dan pekat, Merasa lelah, Perubahan status mental, Pusing karena penurunan tekanan darah, Denyut jantung meningkat. Pada bayi dan anak kecil, gejala tambahan dehidrasi meliputi yang berikut ini: Menangis tanpa air mata, Tidak ada popok basah selama tiga jam atau lebih Menjadi sangat mengantuk atau mengantuk, Iritabilitas, Mata yang terlihat cekung, Ubun-ubun cekung.(Assadi, 2024)

Dehidrasi dapat bersifat ringan dan dapat diobati dengan meningkatkan asupan oral seperti air atau minuman olahraga. Kasus yang parah dapat mengancam jiwa dan memerlukan pemberian cairan intravena. (Taylor et al., 2023)

F. Elektrolit

Elektrolit memiliki peran penting dalam fungsi tubuh dan pengaturan cairan. Terdapat perbedaan yang sangat kecil untuk nilai elektrolit normal, dan sedikit ketidaknormalan bisa memiliki konsekuensi yang serius. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami rentang elektrolit normal, penyebab ketidakseimbangan elektrolit, tanda dan gejala ketidakseimbangan, serta perawatan yang tepat.(Hall & Hall, 2016; Tinawi & Mohammad, 2024)

1. Natrium

Kadar natrium dalam darah biasanya berkisar antara 136-145 mEq/L. Lihat rujukan normal masing-masing lembaga pada lembar hasil laboratorium. Natrium adalah elektrolit yang paling banyak terdapat dalam cairan ekstraseluler (CES) dan dipertahankan oleh pompa natrium-kalium. Natrium berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan yang adekuat dalam ruang intravaskular dan interstisial. Lihat bagian "Regulasi Cairan dan Elektrolit" pada bab ini untuk informasi lebih lanjut tentang bagaimana tubuh mengatur keseimbangan natrium dan air.

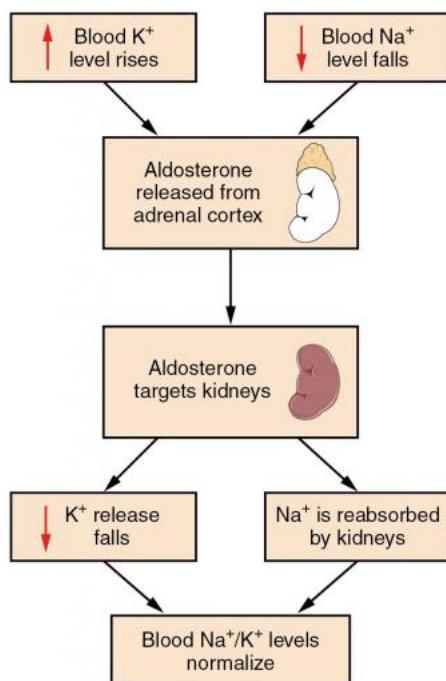
Hipernatremia merupakan peningkatan kadar natrium dalam darah. Biasanya, hipernatremia disebabkan oleh kehilangan air yang berlebihan karena kurangnya asupan cairan, muntah, atau diare. Seperti yang Anda ingat, peningkatan kadar natrium dalam darah menyebabkan pergerakan osmotik air keluar dari sel untuk mengencerkan darah. Hal ini menyebabkan sel-sel tubuh menyusut, yang disebut sebagai dehidrasi seluler. Pergeseran cairan ini dapat berdampak signifikan pada berbagai organ di dalam tubuh dan terutama pada fungsi neurologis pasien. Ketika cairan keluar dari sel-sel otak, perawat mungkin melihat gejala-gejala seperti bingung, lekas marah, lesu, dan bahkan kejang. Tanda dan gejala lain dari hipernatremia adalah rasa haus yang hebat dan selaput lendir yang lengket. Perawatan untuk hipernatremia meliputi mengurangi asupan natrium, meningkatkan asupan air oral, dan rehidrasi dengan larutan infus hipotonik.

Hiponatremia adalah penurunan kadar natrium dalam darah. Hiponatremia dapat disebabkan oleh asupan air yang berlebihan atau pemberian larutan infus yang berlebihan. Sebagai contoh, pelari maraton yang hanya melakukan rehidrasi dengan air (tanpa cairan lain yang mengandung zat terlarut seperti yang terkandung dalam Gatorade) dapat mengalami hiponatremia. Seperti halnya hipernatremia, kadar natrium yang berubah sering kali menyebabkan gejala neurologis akibat pergerakan air ke dalam sel-sel otak, sehingga menyebabkan sel-sel tersebut membengkak. Gejala hiponatremia adalah sakit kepala, kebingungan, kejang, dan koma. Perawatan untuk hiponatremia tergantung pada penyebabnya dan sering kali terdiri dari membatasi asupan air atau menghentikan pemberian cairan infus hipotonik. Jika hiponatremia parah, larutan garam IV hipertonik dapat diberikan untuk meningkatkan kadar natrium pasien secara bertahap. (Hall & Hall, 2016)

2. Kalium

Kadar kalium biasanya berkisar antara 3,5 hingga 5,1 mEq/L. Lihat kisaran referensi normal masing-masing laboratorium pada lembar uji laboratorium. Kalium adalah elektrolit yang paling banyak dalam cairan intraseluler dan dipertahankan di dalam sel oleh pompa natrium-kalium. Kalium diatur oleh aldosteron dalam ginjal dan diperoleh dari makanan melalui konsumsi makanan seperti pisang, jeruk, dan tomat. Lihat Gambar 8 untuk ilustrasi pengaturan kalium oleh aldosteron. Ingatlah bahwa aldosteron menyebabkan reabsorpsi natrium dan ekskresi kalium di tubulus

distal ginjal. Sebagai respons terhadap peningkatan kadar kalium atau penurunan kadar natrium dalam aliran darah, korteks adrenal melepaskan aldosteron dan menargetkan ginjal. Sebagai tanggapan, ginjal mengeluarkan kalium dan menyerap kembali natrium. Kalium juga dipengaruhi oleh hormon insulin yang memindahkan kalium ke dalam sel dari cairan ekstraseluler.(Hall & Hall, 2016)



Bagan 1.1. Regulasi Kalium oleh aldosterone

Kalium diperlukan untuk fungsi kerja jantung, fungsi saraf, dan kontraktilitas otot yang normal, termasuk kontraktilitas otot jantung yang efektif. Kadar kalium yang tidak normal dapat menyebabkan irama jantung dan kontraktilitas yang tidak normal secara signifikan. Kalium tidak dapat disimpan dengan baik oleh tubuh dan banyak yang terbuang melalui urin. Untuk alasan ini, sering kali perlu untuk memberikan suplemen kalium ketika memberikan diuretik golongan loop dan tiazid karena kalium diekskresikan dari ginjal bersama dengan air. Suplemen kalium dapat diberikan secara oral atau melalui infus yang dicampur dengan cairan. Kalium tidak boleh diberikan melalui infus (IV) karena dapat membuat jantung berhenti. (Tinawi & Mohammad, 2024; Wilkinson et al., 2016)

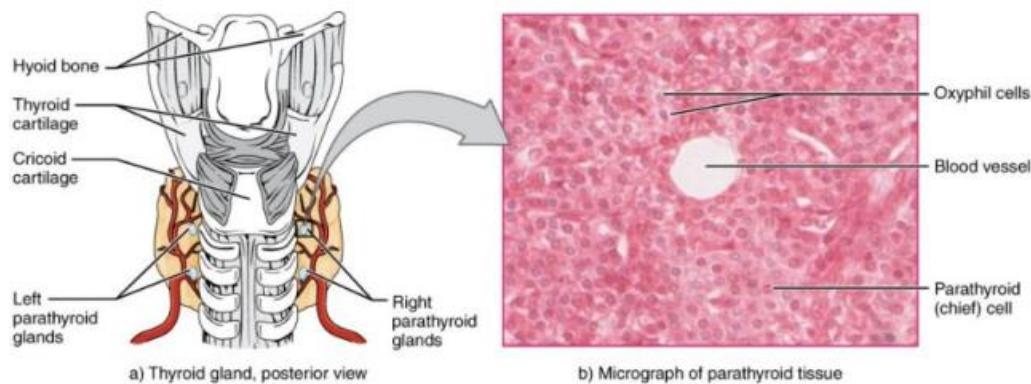
Hiperkalemia adalah meningkatnya kadar kalium dalam darah. Hiperkalemia dapat disebabkan oleh gagal ginjal, asidosis metabolismik, dan

pemberian diuretik yang mengandung kalium atau suplemen kalium oral/intravena. Tanda dan gejala hiperkalemia umumnya bersifat jantung dan meliputi iritabilitas, kram, diare, dan kelainan elektrokardiogram (EKG). Seiring dengan memburuknya hiperkalemia, kelainan EKG dapat berkembang menjadi disritmia jantung dan henti jantung. (Samy A, 2005) Pengobatan untuk hiperkalemia tergantung pada tingkat keparahan gejala hiperkalemia. Untuk gejala ringan, dapat dilakukan dengan mengurangi asupan kalium dalam makanan dapat mengatasi masalah ini. Penyesuaian obat yang menyebabkan peningkatan kadar kalium dapat dipertimbangkan. Untuk gejala yang parah, pemberian natrium polistiren sulfonat (Kayexalate) secara oral atau rektal membantu mengikat kelebihan kalium sehingga diekskresikan melalui saluran pencernaan. Insulin dapat diberikan untuk mendorong kalium ke dalam sel dan menurunkan kadar kalium serum. Ketika memberikan cairan infus insulin, penting untuk memonitor kadar glukosa darah secara ketat, sering kali setiap jam sesuai kebijakan instansi. Pasien sering membutuhkan dekstrosa IV tambahan untuk mencegah kadar gula darah rendah ketika insulin digunakan untuk mengurangi kalium. Kalsium glukonat IV juga dapat diberikan untuk mencegah kelebihan kalium yang mempengaruhi otot jantung. Tindakan ini bersifat sementara dan akan menghilang dengan cepat, namun memberikan waktu bagi pengobatan lain untuk bekerja dan menurunkan kadar kalium sebelum serangan jantung terjadi. Untuk hiperkalemia bergejala berat, hemodialisis sementara juga dapat digunakan untuk menurunkan kadar kalium dengan cepat.

Hipokalemia adalah penurunan kadar kalium dalam darah. Hipokalemia dapat disebabkan oleh muntah yang berlebihan, diare, diuretik pembuang kalium, dan penggunaan insulin, serta kekurangan kalium dalam makanan. Tanda dan gejala hipokalemia meliputi kelemahan, aritmia, kelesuan, dan denyut nadi yang cepat. Pengobatan untuk hipokalemia meliputi peningkatan asupan kalium oral dalam makanan dan pemberian kalium oral atau IV dalam suplementasi cairan. Penting untuk diingat bahwa pemberian kalium IV terlalu cepat dapat menyebabkan henti jantung. (Taylor et al., 2023)

3. Kalsium

Kadar kalsium biasanya berkisar antara 8,6-10,2 mg/dL. Lihat kisaran rujukan normal masing-masing instansi pada lembar pemeriksaan laboratorium. Kalsium beredar dalam aliran darah, tetapi sebagian besar disimpan dalam tulang. Kalsium penting untuk struktur tulang dan gigi, transmisi saraf, dan kontraksi otot. Ekskresi dan reabsorpsi kalsium diatur oleh hormon paratiroid (PTH) yang diseckresikan dari kelenjar paratiroid di dekat tiroid. Lihat Gambar 9 untuk ilustrasi kelenjar paratiroid. Karena PTH diseckresikan sebagai respons terhadap kadar kalsium yang rendah dalam darah, kalsium diserap kembali di ginjal dan usus dan dilepaskan dari tulang untuk meningkatkan kadar kalsium serum. Kalsium juga dipengaruhi oleh asupan makanan dan aktivitas fisik. Aktivitas menyebabkan kalsium berpindah ke dalam tulang, sedangkan imobilitas menyebabkan pelepasan kalsium dari tulang, yang menyebabkan tulang menjadi lemah. Sumber kalsium dalam makanan termasuk produk susu, sayuran berdaun hijau, sarden, dan biji-bijian. (Blackmaker, 2018; Halperin & Kamel, 2017)



Gambar 1.8. Kelenjar paratiroid

Hiperkalsemia menunjukkan peningkatan kadar kalsium. Hal ini dapat disebabkan oleh imobilisasi berkepanjangan yang memungkinkan kalsium keluar dari tulang dan masuk ke dalam serum. Selain itu, ada banyak jenis penyakit kanker yang dapat menyebabkan pelepasan kalsium yang berlebihan dari tulang. Hiperkalsemia juga dapat disebabkan oleh hiperparatiroidisme dan tumor paratiroid, yang dapat menyebabkan terlalu banyak sekresi PTH, sehingga menyebabkan terlalu banyak kalsium direabsorbsi oleh ginjal atau usus dan dilepaskan dari tulang.

Tanda dan gejala hiperkalsemia sering kali berdampak pada sistem pencernaan dan muskuloskeletal. Gejala-gejala ini meliputi mual, muntah, konstipasi, peningkatan rasa haus dan/atau buang air kecil, dan kelemahan otot rangka. Pengobatan untuk hiperkalsemia meliputi pengurangan asupan kalsium dalam diet, suplementasi fosfat, hemodialisis, operasi pengangkatan kelenjar paratiroid (jika hiperparatiroidisme menyebabkan hiperkalsemia), dan latihan angkat beban yang dapat ditoleransi.

Hipokalsemia adalah penurunan kadar kalsium dalam darah. Hipokalsemia dapat disebabkan oleh hipoparatiroidisme di mana tidak cukup PTH yang dieksresikan, sehingga menyebabkan penurunan reabsorpsi kalsium dan penurunan pelepasan kalsium dari tulang. Hipokalsemia juga disebabkan oleh kekurangan vitamin D dan penyakit ginjal. Karena fosfor berbanding terbalik dengan kalsium, kadar fosfor yang tinggi secara abnormal seperti yang terlihat pada gagal ginjal juga dapat menyebabkan hipokalsemia.

Tanda dan gejala hipokalsemia sering berdampak pada sistem muskuloskeletal dan saraf. Ini termasuk parestesia (mati rasa dan kesemutan) pada bibir, lidah, tangan dan kaki, kram otot, dan tetani. Tanda *Chvostek* adalah tanda klasik hipokalsemia akut dan merupakan kedutan otot wajah yang tidak disengaja ketika saraf wajah disentuh. Tanda klasik kedua dari hipokalsemia akut adalah tanda *Trousseau*, yaitu kejang tangan yang disebabkan oleh penekanan manset tekanan darah ke tingkat di atas tekanan sistolik selama 3 menit. Pengobatan hipokalsemia meliputi peningkatan asupan kalsium dan vitamin D melalui mulut dan suplementasi kalsium oral atau IV serta penurunan kadar fosfor jika kadarnya tinggi.

4. Fosfor

Kadar fosfor berkisar antara 2,5-4,0 mg/dL. Lihat rujukan normal setiap instansi pada daftar hasil laboratorium. Fosfor disimpan dalam tulang dan sebagian besar ditemukan dalam cairan intra seluler. Fosfor penting dalam metabolisme energi, pembentukan RNA dan DNA, fungsi saraf, kontraksi otot, dan untuk pembentukan dan perbaikan tulang, gigi, dan membran. Fosfor dieksresikan oleh ginjal dan diserap oleh usus. Sumber fosfor dalam makanan termasuk produk susu, buah-buahan, sayuran, daging, dan sereal.(Halperin & Kamel, 2017)

Hiperfosfatemia adalah peningkatan kadar fosfor dalam darah dan dapat disebabkan oleh penyakit ginjal, cedera akibat benturan, atau terlalu

sering menggunakan enema yang mengandung fosfat. Hipofosfatemia itu sendiri biasanya tidak menunjukkan gejala, tetapi tanda-tanda hipokalemia yang terkait dapat muncul karena hubungan terbalik antara fosfor dan kalsium. Perawatan untuk hipofosfatemia meliputi pengurangan asupan fosfor, pemberian obat pengikat fosfat untuk membantu ekskresi, dan hemodialisis.

Hipofosfatemia adalah penurunan kadar fosfor dalam darah. Hipofosfatemia akut dapat disebabkan oleh penyalahgunaan alkohol akut, luka bakar, penggunaan diuretik, alkalosis respiratorik, ketoasidosis diabetik, dan kekurangan gizi. Hipofosfatemia kronis disebabkan oleh hiperparatiroidisme, kekurangan vitamin D, penggunaan obat penambah fosfat dalam jangka waktu lama, dan hipomagnesemia atau hipokalemia. Hipofosfatemia biasanya tidak menunjukkan gejala, tetapi pada kasus yang parah, dapat menyebabkan kelemahan otot, anoreksia, ensefalopati, kejang, dan kematian. Perawatan untuk hipofosfatemia termasuk mengobati apa yang menyebabkan ketidakseimbangan, penggantian fosfor oral atau IV, dan meningkatkan makanan yang mengandung fosfat dalam diet.(Blackmaker, 2018)

5. Magnesium

Kadar magnesium umumnya berkisar antara 1,5-2,4 mEq/L. Lihatlah nilai rujukan masing-masing instansi pada pemeriksaan laboratorium. Magnesium sangat penting untuk fungsi jantung, saraf, otot, dan sistem kekebalan tubuh yang normal. Sekitar setengah dari magnesium tubuh disimpan dalam tulang. Sekitar 1% disimpan dalam cairan ekstra seluler dan sisanya ditemukan dalam cairan intra seluler. Sumber makanan magnesium terdapat pada sayuran berdaun hijau, jeruk, selai kacang, almond, kacang-kacangan, dan cokelat.

Hipermagnesemia adalah peningkatan kadar magnesium dalam darah. Biasanya disebabkan oleh gagal ginjal, kelebihan asupan magnesium, atau penggunaan obat pencahar atau antasida yang mengandung magnesium. Tanda dan gejala hipermagnesemia meliputi bradikardia, denyut nadi yang lemah dan berdebar-debar, kelesuan, tremor, hiporefleksia, kelemahan otot, dan serangan jantung. Perawatan untuk hipermagnesemia meliputi peningkatan asupan cairan, penghentian obat yang mengandung magnesium, dan pada kasus yang parah, hemodialisis atau dialisis peritoneal. Selain itu, pemberian kalsium glukonat dapat membantu

mengurangi efek jantung dari hipermagnesemia hingga kadar magnesium dapat diturunkan.(Blackmaker, 2018; Bragg et al., 2015)

Hipomagnesemia adalah penurunan kadar magnesium dalam darah. Hal ini biasanya diakibatkan oleh magnesium yang tidak memadai dalam makanan, atau dari diuretik loop yang mengekskresikan magnesium. Tanda dan gejala hipomagnesemia meliputi mual, muntah, lesu, lemah, kram kaki, tremor, disritmia, dan kram perut yang berhubungan dengan hipokalsemia yang terjadi bersamaan dengan hipomagnesemia. Pengobatan untuk hipomagnesemia terdiri dari peningkatan asupan makanan yang mengandung magnesium dan suplementasi magnesium oral atau IV. (Taylor et al., 2023)

G. Keseimbangan Asam-Basa

Seperti halnya elektrolit, keseimbangan asam dan basa yang baik dalam tubuh sangat penting untuk fungsi tubuh yang sehat. Bahkan sedikit perbedaan di ambang batas normal dapat mengancam jiwa, jadi penting untuk memahami nilai asam-basa normal, serta penyebab dan cara memperbaikinya. Ginjal dan paru-paru bekerja sama untuk memperbaiki ketidakseimbangan yang terjadi. Sebagai akibatnya, ginjal mengompensasi kekurangan paru-paru, dan paru-paru mengompensasi kekurangan ginjal.(Halperin & Kamel, 2017)

1. Analisa Gas Darah Arteri (AGD)

AGD diukur dengan mengambil darah dari arteri, bukan dari vena, dan paling sering diambil melalui arteri radial. ABG mengukur tingkat pH darah, tekanan parsial oksigen arteri (PaO_2), tekanan parsial karbon dioksida arteri (PaCO_2), tingkat bikarbonat (HCO_3), dan tingkat kejenuhan oksigen (SaO_2).

pH darah merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen. pH yang rendah, kurang dari 7,35, terjadi pada asidosis ketika darah memiliki konsentrasi ion hidrogen yang tinggi. pH yang tinggi, lebih besar dari 7,45, terjadi pada alkalisasi ketika darah memiliki konsentrasi ion hidrogen yang rendah. Ion hidrogen adalah produk sampingan dari metabolisme zat-zat seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Produk sampingan ini menciptakan ion hidrogen ekstra (H^+) dalam darah yang perlu diseimbangkan dan dipelihara dalam rentang normal. pH netral bernilai 7, yang merupakan pH yang sama dengan air. Biasanya, darah memiliki pH antara 7,35 dan 7,45. pH

darah kurang dari 7,35 dianggap asam (asidosis), dan pH darah lebih dari 7,45 dianggap basa (alkalosis). (Assadi, 2024; Hall & Hall, 2016)

Tubuh memiliki beberapa mekanisme untuk menjaga pH darah. Paru-paru sangat penting untuk menjaga pH dan ginjal juga berperan. Sebagai contoh, ketika pH terlalu rendah (misalnya, selama asidosis), laju pernapasan akan meningkat dengan cepat untuk mengeluarkan asam dalam bentuk karbon dioksida (CO_2). Ginjal mengeluarkan ion hidrogen tambahan (asam) dalam urin dan mempertahankan bikarbonat (basa). Sebaliknya, ketika pH terlalu tinggi (yaitu, selama alkalosis), laju pernapasan menurun untuk mempertahankan asam dalam bentuk CO_2 . Ginjal mengeluarkan bikarbonat (basa) dalam urin dan mempertahankan ion hidrogen (asam). (Hall & Hall, 2016)

PaCO₂ adalah tekanan parsial karbon dioksida arteri dalam darah. Tingkat PaCO₂ yang normal adalah 35-45 mmHg. CO₂ membentuk asam dalam darah yang diatur oleh paru-paru dengan mengubah kecepatan atau kedalaman pernapasan.

Ketika frekuensi pernapasan meningkat atau menjadi lebih dalam, CO₂ tambahan dikeluarkan sehingga menyebabkan penurunan kadar asam (H^+) dalam darah dan peningkatan pH (sehingga darah menjadi lebih basa). Ketika frekuensi pernapasan menurun atau menjadi lebih dangkal, lebih sedikit CO₂ yang dikeluarkan sehingga menyebabkan peningkatan kadar asam (H^+) dalam darah dan penurunan pH (sehingga darah menjadi lebih asam). (Reddi, 2018)

Umumnya, paru-paru bekerja dengan cepat untuk mengatur kadar PaCO₂ dan menyebabkan perubahan cepat pada pH. Oleh karena itu, masalah asam-basa yang disebabkan oleh hipoventilasi dapat dengan cepat diperbaiki dengan meningkatkan ventilasi, dan masalah yang disebabkan oleh hiperventilasi dapat dengan cepat diperbaiki dengan mengurangi ventilasi. Sebagai contoh, jika pasien yang cemas mengalami hiperventilasi, mereka dapat diminta untuk bernapas ke dalam kantong kertas untuk menghirup kembali sebagian CO₂ yang mereka hembuskan. Sebaliknya, pasien pasca operasi yang mengalami hipoventilasi akibat efek sedatif dari morfin diminta untuk batuk dan menarik napas dalam-dalam untuk menghembuskan lebih banyak CO₂. (Hall & Hall, 2016)

HCO₃ adalah tingkat bikarbonat dalam darah dan kisaran normalnya adalah 22-26. HCO₃ bersifat basa yang diproduksi oleh ginjal dan

membantu membuat darah menjadi lebih basa. Ginjal memerlukan waktu lebih lama daripada paru-paru untuk menyesuaikan keasaman atau kebasaan darah, dan responsnya tidak terlihat pada saat pemeriksaan. Ketika ginjal merasakan perubahan pH, ginjal mulai menahan atau mengeluarkan HCO₃, tergantung pada apa yang dibutuhkan. Jika pH menjadi asam, ginjal akan menahan HCO₃ untuk meningkatkan jumlah basa yang ada dalam darah untuk meningkatkan pH. Sebaliknya, jika pH menjadi basa, ginjal mengeluarkan lebih banyak HCO₃, menyebabkan pH menurun. (Taylor et al., 2023)

2. Interpretasi AGD

Setelah hasil AGD diperoleh, penting untuk memahami cara menginterpretasikannya. Berbagai masalah pernapasan, metabolisme, elektrolit, atau peredaran darah dapat menyebabkan ketidakseimbangan asam-basa. Interpretasi yang benar juga membantu perawat dan penyedia layanan kesehatan lainnya untuk menentukan pengobatan yang tepat dan mengevaluasi keberhasilan intervensi.(Halperin & Kamel, 2017)

Gas darah arteri dapat ditafsirkan sebagai salah satu dari empat kondisi: *asidosis respiratorik*, *alkalosis respiratorik*, *asidosis metabolik*, atau *alkalosis metabolik*. Setelah interpretasi ini dibuat, kondisi selanjutnya dapat diklasifikasikan sebagai kompensasi, kompensasi sebagian, atau tidak terkompensasi. Cara sederhana untuk mengingat cara menginterpretasikan AGD adalah dengan menggunakan metode interpretasi ROME, yang merupakan singkatan dari *Respiratory Opposite, Metabolic Equal*. Ini berarti komponen pernapasan (PaCO₂) bergerak ke arah yang berlawanan dengan pH jika sistem pernapasan menyebabkan ketidakseimbangan. Jika sistem metabolisme yang menyebabkan ketidakseimbangan, komponen metabolisme (HCO₃) bergerak ke arah yang sama dengan pH. Metode lain yaitu dapat menggunakan metode interpretasi *Tic-Tac-Toe*. Beberapa perawat merasa sangat membantu dengan metode ini. (Tinawi & Mohammad, 2024)

H. Pengkajian

Riwayat Kesehatan

Hal ini memberikan petunjuk awal mengenai kemungkinan kelainan dan jenis serta tingkat defisit, misalnya latar belakang diabetes yang tidak terkontrol dengan baik, riwayat muntah dengan diare, diuretik pada pasien

lanjut usia yang mengalami gangguan kesadaran, kehilangan darah, luka bakar, dan lain-lain. (Hall & Hall, 2016)

Pemeriksaan

Tanda-tanda fisik defisit cairan bersifat umum tidak spesifik, dan tidak ada kesimpulan yang dapat diambil dari satu tanda saja. Indikasi pertama dari penurunan volume intravaskular adalah penurunan tekanan vena sentral (JVP/CVP). Dengan tingkat keparahan yang progresif, denyut nadi meningkat, diikuti oleh penurunan tekanan darah dengan pucat dan berkeringat. Gambaran lengkapnya disebut 'syok'. Sebaliknya, daerah perifer yang hangat berwarna merah muda, dengan *Capillary Refill Time* (CRT) yang cepat setelah ditekan, biasanya menunjukkan sirkulasi yang memadai. Pengukuran serial JVP/CVP, denyut nadi, tekanan darah dan keluaran urin cukup untuk memantau sebagian besar pasien, tetapi pada kasus-kasus yang kompleks atau penyakit kritis, pemeriksaan di samping tempat tidur mungkin perlu didukung oleh teknik invasif untuk menilai fungsi kardiovaskular. Juga harus diingat bahwa kondisi syok akibat penurunan volume, gangguan jantung, atau sepsis memiliki banyak ciri yang sama yang memerlukan penilaian ahli untuk membedakannya. (Betty J. Ackley et al., 2017)

Pemeriksaan *Jugular Venus Pressure* (JVP), dimana pasien berbaring pada posisi 45° harus dilakukan secara rutin. Jika levelnya meningkat di atas klavikula, hal ini dapat menandakan ekspansi intravaskular yang berlebihan oleh cairan yang diberikan, gagal jantung kongestif, atau keduanya. Namun, jika tidak ada peningkatan jugularis, kemudian turunkan pasien secara perlahan hingga terjadi peningkatan. Jika pengisian masih belum terlihat atau hanya terlihat dengan posisi pasien hampir horisontal, maka hal ini mungkin menandakan defisit volume intravaskular. Manuver ini sangat bermanfaat dalam menilai pasien yang masih menerima cairan intravena beberapa hari setelah fase akut penyakitnya telah mereda dan pemulihannya lambat atau disertai komplikasi. Pasien-pasien tersebut mungkin memiliki cairan ekstraseluler (ECF) yang meningkat dengan oedema akibat pemberian kristaloid yang berlebihan, tetapi volume darah atau plasma yang berkurang akibat kebocoran darah, protein atau cairan serosa yang terus berlanjut ke dalam luka atau area yang meradang. Temuan ini menunjukkan perlunya koloid untuk meningkatkan volume intravaskular, meningkatkan aliran darah ginjal dan memungkinkan ekskresi garam dan air yang berlebihan. Sebaliknya, jika tekanan vena jugularis (JVP) meningkat, maka pemberian kristaloid segera

dihentikan, dengan atau tanpa diuretik, akan memperbaiki ketidakseimbangan yang mendasarinya.(Hall & Hall, 2016)

I. Latihan Soal

1. Apa yang dimaksud dengan keseimbangan cairan dalam tubuh?
 - a. Keseimbangan antara cairan dan elektrolit di dalam sel
 - b. Keseimbangan antara cairan yang masuk dan keluar dari tubuh
 - c. Keseimbangan antara asupan makanan dan aktivitas fisik
 - d. Keseimbangan antara oksigen dan karbondioksida dalam darah
 - e. Keseimbangan antara asam dan basa dalam tubuh
2. Elektrolit mana yang paling berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik cairan tubuh?
 - a. Kalium (K^+)
 - b. Kalsium (Ca^{2+})
 - c. Natrium (Na^+)
 - d. Magnesium (Mg^{2+})
 - e. Fosfat (PO_4^{3-})
3. Apa yang bisa menyebabkan hiponatremia?
 - a. Dehidrasi
 - b. Konsumsi garam berlebihan
 - c. Muntah dan diare yang berkepanjangan
 - d. Hiperventilasi
 - e. Hiperkalemia
4. Apa tanda klinis yang paling umum dari hipokalemia?
 - a. Kram otot
 - b. Hipertensi
 - c. Bradikardia
 - d. Peningkatan refleks tendon dalam
 - e. Pucat
5. Apa yang dimaksud dengan edema?
 - a. Penumpukan cairan di ruang antar sel
 - b. Penurunan kadar natrium dalam darah

- c. Peningkatan kadar kalium dalam darah
 - d. Ketidakseimbangan asam-basa
 - e. Kekurangan cairan tubuh
6. Hipernatremia sering kali disebabkan oleh?
- a. Asupan cairan berlebihan
 - b. Penggunaan obat diuretik
 - c. Kehilangan cairan yang tidak diimbangi asupan cairan
 - d. Peningkatan asupan natrium dari makanan
 - e. Konsumsi air yang berlebihan
7. Ion mana yang paling berperan dalam proses kontraksi otot?
- a. Kalsium (Ca^{2+})
 - b. Natrium (Na^+)
 - c. Kalium (K^+)
 - d. Klorida (Cl^-)
 - e. Magnesium (Mg^{2+})
8. Kondisi apa yang dapat menyebabkan asidosis metabolik?
- a. Penurunan fungsi ginjal
 - b. Hiperaldosteronisme
 - c. Hiperventilasi
 - d. Dehidrasi ringan
 - e. Peningkatan asupan antasida
9. Apa yang menjadi penyebab utama hipermagnesemia?
- a. Asupan kalsium berlebihan
 - b. Penggunaan obat pencahar atau antasida yang mengandung Mg
 - c. Muntah berlebihan
 - d. Konsumsi alkohol berlebihan
 - e. Konsumsi protein tinggi
10. Bagaimana tubuh mengkompensasi keadaan hipovolemia?
- a. Meningkatkan sekresi aldosteron
 - b. Menurunkan tekanan darah
 - c. Meningkatkan sekresi insulin

- d. Meningkatkan ekskresi natrium
- e. Menurunkan produksi renin

Kunci jawaban

1. B (Keseimbangan antara cairan yang masuk dan keluar dari tubuh)
2. C (Natrium (Na^+))
3. C (Muntah dan diare yang berkepanjangan)
4. A (Kram otot)
5. A (Penumpukan cairan di ruang antar sel)
6. C (Kehilangan cairan yang tidak diimbangi asupan cairan)
7. A (Kalsium (Ca^{2+}))
8. A (Penurunan fungsi ginjal)
9. B (Penggunaan obat pencahar atau antasida yang mengandung magnesium)
10. A (Meningkatkan sekresi aldosteron)

J. Rangkuman Materi

Cairan tubuh mencakup air, elektrolit, plasma darah, sel, protein, dan solut lainnya. Cairan ini terdapat dalam dua kompartemen utama: intraseluler dan ekstraseluler. Cairan Intraseluler (CIS): Cairan ini berada dalam sel, mengandung air, protein, elektrolit, dan zat terlarut. Kalium adalah elektrolit dominan dalam CIS, yang menyumbang 60% volume cairan tubuh dan 40% berat tubuh total. Cairan Ekstraseluler (CES): Cairan di luar sel, dengan natrium sebagai elektrolit utama. Tubuh mengatur kadar natrium untuk mengontrol pergerakan air antar ruang ekstraseluler melalui osmosis. CES dibagi menjadi cairan intravaskular, interstisial, dan transseluler.

Pergerakan cairan dipengaruhi oleh tekanan osmotik, hidrostatik, dan osmosis. Tekanan Hidrostatik: Menekan cairan keluar dari kapiler ke ruang interstisial. Tekanan Onkotik: Dihasilkan oleh protein dalam darah, menahan air dalam kapiler. Osmosis: Pergerakan air melalui membran semipermeabel dari area dengan konsentrasi zat terlarut rendah ke yang lebih tinggi, tanpa memerlukan energi (transpor pasif). **Pergerakan zat terlarut** terjadi melalui difusi, transpor aktif, dan filtrasi. Difusi: Pergerakan molekul dari konsentrasi tinggi ke rendah. Transpor Aktif: Perpindahan zat terlarut melawan gradien konsentrasi dengan memerlukan energi, seperti pompa natrium-kalium.

Pengaturan cairan tubuh melibatkan: ADH dan Rasa Haus: Meningkatkan reabsorpsi air di ginjal saat osmolalitas serum meningkat. Sistem *Renin-Angiotensin-Aldosteron* (RAAS): Mengatur tekanan darah dan volume cairan dengan meningkatkan reabsorpsi natrium dan cairan di ginjal.

Ketidakseimbangan cairan meliputi: Hipervolemia: Peningkatan cairan dalam kompartemen intravaskular, sering terjadi pada gagal jantung atau ginjal. Hipovolemia: Kekurangan cairan yang disebabkan oleh diare, muntah, atau asupan cairan yang rendah.

Elektrolit seperti natrium dan kalium memiliki peran vital dalam fungsi tubuh. Ketidakseimbangan elektrolit dapat menyebabkan gangguan serius, termasuk pada fungsi neurologis dan jantung. Kadar natrium normal berkisar antara 136-145 mEq/L, dan kalium antara 3,5-5,1 mEq/L.

K. Glosarium

ADH: Hormon yang dilepaskan oleh hipotalamus untuk mengatur keseimbangan cairan dalam tubuh dengan menahan air di ginjal.

Aldosteron : Hormon steroid yang dilepaskan oleh korteks adrenal untuk meningkatkan reabsorpsi natrium dan ekskresi kalium oleh ginjal.

Angiotensin I & II: Zat yang dihasilkan dalam proses RAAS untuk meningkatkan tekanan darah dan mempertahankan volume cairan dalam tubuh.

Asites: Penumpukan cairan di dalam perut, sering terjadi pada pasien dengan gagal hati.

Albumin: Protein dalam darah yang membantu menahan air di dalam pembuluh darah melalui tekanan onkotik.

Cairan Ekstraseluler (CES): Cairan yang ditemukan di luar sel, termasuk cairan interstitial, intravaskular, dan transseluler.

Cairan Intraseluler (CIS): Cairan yang ditemukan di dalam sel, mengandung elektrolit seperti kalium.

Cairan Intravaskular: Cairan yang ditemukan dalam sistem vaskular, termasuk darah dan komponennya.

Cairan Interstitial: Cairan yang berada di luar pembuluh darah dan di antara sel-sel, berperan penting dalam pertukaran zat antara darah dan sel.

Cairan Transseluler: Cairan yang terdapat di area seperti cairan serebrospinal, sinovial, dan intrapleural.

Difusi: Pergerakan molekul dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah.

Dehidrasi: Kondisi di mana tubuh kehilangan lebih banyak cairan daripada yang masuk, menyebabkan kekurangan cairan.

Edema: Pembengkakan jaringan akibat penumpukan cairan di ruang interstitial.

Elektrolit: Zat yang mengandung ion bebas yang membuatnya dapat mengantarkan listrik. Penting untuk fungsi tubuh, seperti natrium, kalium, dan klorida.

Filtrasi: Proses di mana tekanan hidrostatik mendorong cairan dan zat terlarut melewati membran permeabel untuk diekskresikan, seperti yang terjadi di ginjal.

Hipernatremia: Kondisi di mana kadar natrium dalam darah terlalu tinggi, menyebabkan dehidrasi seluler.

Hipokalemia: Kondisi di mana kadar kalium dalam darah rendah, menyebabkan

Hiponatremia: Kondisi di mana kadar natrium dalam darah terlalu rendah, menyebabkan pembengkakan sel-sel tubuh.

Hipovolemia: Kekurangan volume cairan dalam tubuh, sering disebabkan oleh kehilangan darah atau cairan yang berlebihan.

Kalium (K⁺): Elektrolit utama dalam cairan intraseluler, penting untuk fungsi otot dan saraf.

Natrium (Na⁺): Elektrolit utama dalam cairan ekstraseluler, berperan penting dalam menjaga keseimbangan cairan dan tekanan darah.

Osmolalitas Serum: Ukuran konsentrasi zat terlarut dalam darah, digunakan untuk mengatur keseimbangan cairan tubuh.

Osmosis: Pergerakan air melalui membran semipermeabel dari area dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih rendah ke area dengan konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi.

Perfusi: Aliran darah ke jaringan atau organ tubuh, penting untuk memberikan oksigen dan nutrisi yang dibutuhkan sel-sel tubuh.

Pompa Natrium-Kalium: Mekanisme transpor aktif yang memindahkan natrium keluar dari sel dan kalium ke dalam sel, penting untuk fungsi seluler yang normal.

RAAS (Renin-Angiotensin-Aldosteron): Sistem hormon yang mengatur tekanan darah dan keseimbangan cairan dalam tubuh.

Renin: Enzim yang diproduksi oleh ginjal yang memulai proses RAAS untuk mengatur tekanan darah.

Syok Hipovolemik: Kondisi berbahaya yang disebabkan oleh penurunan volume darah yang signifikan, yang dapat mengakibatkan kegagalan fungsi organ.

Tekanan Hidrostatik: Tekanan yang dihasilkan oleh cairan terhadap dinding pembuluh darah, penting dalam proses filtrasi.

Tekanan Onkotik: Tekanan yang disebabkan oleh protein dalam darah (terutama albumin) yang menahan air di dalam pembuluh darah.

L. Daftar Pustaka

- Assadi, F. (2024). Pediatric Fluid Electrolyte, and Acid-Base Disorders. Elsevier.
- Betty J. Ackley, Gail B. Ladwig, & Mary B. F. Makic. (2017). Nursing Diagnosis Handbook, 11th Edition.
- Blackmaker, A. B. (2018). Fluids, Electrolytes, and Nutrition (pp. 1–20). PedSap.
- Bragg, D., Allison, S. P., & Lobo, D. N. (2015). Fluid Balance and Metabolism in Surgery.
- Hall, J. E. ., & Hall, M. E. . (2016). Guyton and Hall textbook of medical physiology. Elsevier.
- Halperin, M. L. ., & Kamel, K. S. . (2017). Fluid, electrolyte, and acid-base physiology: a problem-based approach. Elsevier.
- Lobo, D. N., Lewington, A. J. P., & Allison, S. P. (2022). Basic Concepts of Fluid And Electrolyte Therapy (pp. 1–41). B. Braun Melsungen.
- Merman, A., Snyder, A. J., & Frandsen, G. (2016). Kozier and Erb's Fundamentals of Nursing: Concepts, Process, and Practice.
- Reddi, A. S. (2018). Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders Clinical Evaluation and Management (2nd ed., Vol. 2).
- Samy A, A. (2005). Core Clinical Cases In Basic Biomedical Science. CRC Press & Francis Group.
- Taylor, C., Lynn, P., & Bartlett, J. L. (2023). Fundamentals Of Nursing (10th ed.). Wolters Kluwer.
- Tinawi, & Mohammad. (2024). Manual Of Fluid Electrolyte, and Acid-Base

Disorders (Z. Tinawi, Ed.; 2nd ed.).

Wilkinson, J. M. , Treas, L. S. , Barnett, K. L. , & Smith, M. H. . (2016). Procedure checklists for fundamentals of nursing. F.A. Davis Company.

BAB 2

LENGKUNG REFLEKS

Pendahuluan

Pengantar Penulis: Bab ini membahas tentang lengkung refleks yang menjelaskan mengenai mekanisme otomatis tubuh yang terjadi di luar kendali sadar kita dan membantu dalam menjaga keseimbangan dan perlindungan diri. Pemahaman lengkung refleks sangat penting bagi perawat dalam menjalankan tugas sehari-hari, terutama yang berkaitan dengan penilaian klinis dan perawatan pasien.

Tujuan Buku: Setelah membaca bab ini diharapkan mahasiswa memiliki pemahaman yang kuat tentang fungsi dasar sistem saraf dan pentingnya respons refleks dalam menjaga keseimbangan dan keselamatan tubuh lengkung refleks. Buku ini diharapkan membantu mahasiswa keperawatan dalam memahami cara kerja lengkung refleks dan mampu menerapkannya dalam lingkungan klinis untuk mendukung diagnosis dan pengobatan pasien.

Sasaran Pembaca: Buku ini diharapkan bisa membantuk mahasiswa keperawatan dalam memahami lengkung reflek, sehingga menjadi konsep dasar dalam pemahaman proses penyakit di semua sistem tubuh manusia.

Isi Buku: Dalam bab ini akan dijabarkan tentang gerakan refleks, komponen refleks, jenis-jenis refleks, proses mekanisme refleks dan peran refleks dalam dunia Kesehatan. Dalam bab ini konsep-konsep akan dijabarkan secara sederhana untuk membantu pemahaman mahasiswa keperawatan tingkat dasar untuk dapat memahami proses gerak refleks dalam tubuh dan peranya dalam menjaga keseimbangan tubuh manusia.

Pendekatan pembelajaran: Buku ini menggunakan pendekatan *student-centered learning*, di mana pembaca aktif menggali informasi, menganalisis kasus, dan melakukan evaluasi diri melalui soal-soal latihan yang disediakan. Pendekatan ini diharapkan dapat mendorong pembelajaran mandiri sekaligus memperkuat keterampilan klinis dalam memahami keseimbangan cairan dan elektrolit.

Pedoman Penggunaan: Studi Mandiri: Pembaca dapat mempelajari setiap bab secara berurutan untuk memahami konsep yang lebih kompleks. Diskusi

Kelompok: Bab-bab tertentu dapat digunakan sebagai bahan diskusi dalam kelompok belajar. Aplikasi Praktis: Setiap teori dilengkapi dengan contoh kasus klinis yang memungkinkan pembaca mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi nyata. Evaluasi Diri: Di akhir setiap bab terdapat soal evaluasi untuk mengukur pemahaman pembaca.

Tujuan Instruksional dan Capaian Pembelajaran

Tujuan Instruksional

Memahami konsep lengkung refleks.

Capaian Pembelajaran

1. Mampu menjelaskan lengkung refleks dan bagaimana mekanisme refleks bekerja dalam sistem saraf manusia.
2. Mampu menjelaskan komponen-komponen lengkung refleks dan fungsi dari setiap komponen lengkung refleks, termasuk reseptor, neuron aferen, pusat integrasi, neuron eferen, dan efektor.
3. Mampu menjelaskan jenis-jenis refleks monosinaptik dan polisinaptik, serta memberikan contoh spesifik untuk masing-masing jenis refleks.
4. Mampu menjelaskan jalur lengkung refleks dan bagaimana impuls saraf berjalan dari rangsangan hingga respons.
5. Mampu menjelaskan pentingnya lengkung refleks dalam melindungi tubuh dari cedera dan dalam diagnosa klinis, seperti pada pemeriksaan neurologis.
6. Mampu menjelaskan bagaimana lengkung refleks melibatkan kerja sama antara sistem saraf pusat dan perifer dalam menghasilkan respons refleks.

Uraian Materi

Refleks merupakan suatu respons cepat dan bersifat memaksa untuk stimulus. sebuah busur refleks adalah jalur yang dilalui oleh impuls saraf selama refleks (Drs. H. Kirnanoro, n.d.), Refleks merupakan gerakan pertahanan tubuh yang terjadi jauh lebih cepat dari gerak sadar, bersifat otonom dan tidak disadari, misalnya menutup mata pada saat terkena debu, menarik kembali tangan dari benda panas yang tersentuh tanpa sengaja. Refleks dapat berupa penurunan atau peningkatan kegiatan, misalnya, kontraksi atau relaksasi otot, kontraksi atau relaksasi pembuluh darah. Dengan demikian tubuh mampu melakukan reaksi yang cepat sebagai respons terhadap stimulus yang berasal dari dalam maupun luar dan disertai adaptasi terhadap perubahan tersebut (Nurhastuti and Iswari, 2018). Terciptanya gerakan refleks bertujuan untuk melindungi diri kita dari ancaman berupa suhu, goresan benda tajam, debu, atau situasi yang berbahaya. (Dianti, 2017). Refleks adalah respon otomatis terhadap stimulus tertentu yang menjalar pada rute lengkung refleks. sebagian proses ini volunter misalnya denyut jantung , pernapasan, aktivitas pencernaan dan pengaturan suhu serta respon otomatis misalnya sentakan akibat suatu stimulus nyeri atau sentakan pada lutut merupakan kerja refleks (GREEN, 2010)

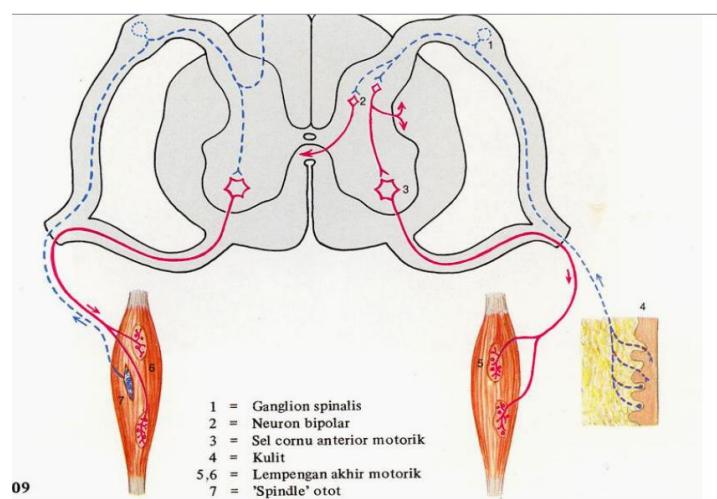
Dari beberapa pengertian tentang refleks, dapat disimpulkan bahwa Refleks adalah respons yang cepat dan akurat terhadap rangsangan, yang dihasilkan dari impuls di sumsum tulang belakang. Mereka adalah respons yang cepat dan tidak disadari terhadap rangsangan, seperti gerakan tiba-tiba dari sumsum tulang belakang. Refleks dapat dipengaruhi oleh berbagai proses, seperti jantung, pernapasan, dan aktivitas sensorik, dan dapat menjadi bagian dari respons seluler terhadap rangsangan.

A. Pengertian Lengkung Refleks

Lengkung refleks merupakan unit fungsional sistem saraf apabila disederhanakan sampai pada bentuk yang paling sederhana maka lengkung refleks terdiri dari dua neuron yaitu neuron sensorik yang berasal dari reseptor sensorik atau ujung sensorik dan yang satu neuron motorik yang menyampaikan impuls ke otot atau kelenjar. Namun biasanya kedua neuron itu tidak mempunyai hubungan langsung tetapi terdapat satu atau lebih neuron internunsial di antara kedua neuron tersebut (Price, 2016). Proses terjadinya refleks melalui jalur tertentu yang disebut lengkung refleks.

Lengkung refleks terdiri dari reseptor sensoris, neuron sensoris, pusat saraf (pusat sinaps), neuron motorik dan efektor tempat terjadinya reaksi (Evelyn C Pearce, 2016). Kegiatan pada lengkung refleks di mulai pada reseptor sensorik sebagai potensial reseptor yang besarnya sebanding dengan kuat rangsangan. Lengkung refleks paling sederhana adalah lengkung refleks yang mempunyai satu sinaps antara neuron aferent dan eferent. Lengkung refleks semacam ini dinamakan monosinaptik dan refleks yang terjadi di sebut refleks monosinaptik (Khadijah et al., 2020).

Berikut skema refleks monosinaptik dan polisinaptik



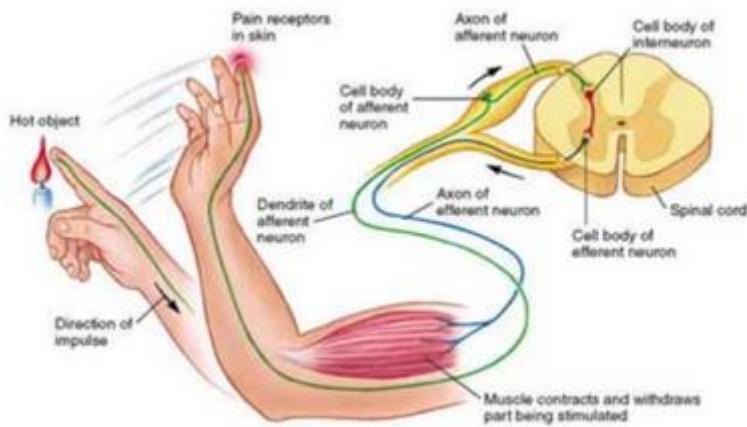
Gambar 2.1 Lengkung refleks monosinaptik dan polisinaptik
Sumber Selvanti N & R, 2022

B. Komponen Lengkung Refleks

Menurut (Syaifuddin, 2011) Proses yang terjadi pada refleks melalui jalan tertentu disebut lengkung refleks komponen-komponen yang dilalui refleks adalah sebagai berikut

1. **Reseptor rangsangan sensoris** ujung distal dendrit yang menerima stimulus peka terhadap suatu rangsangan misalnya kulit
2. **Neuron aferens (sensorik)** melintas sepanjang neuron sensorik sampai ke medula spinalis yang dapat menghantarkan impuls menuju ke susunan saraf pusat
3. **Pusat saraf (pusat sinaps)**: sisi sinaps yang berlangsung dalam substansi abu-abu. Impuls dapat ditransmisi, diulang rutanya, atau dihambat pada bagian lain. Tempat integrasi dimana maksudnya sensoris dan dianalisis kembali ke neuron eferen

4. **Neuron eferen (motorik)** melintas sepanjang akson neuron motor sampai efektor yang akan merespon impuls eferen menghantarkan impuls ke perifer sehingga menghasilkan aksi yang khas
5. **Alat efektor** dapat berupa otot rangka, otot jantung, atau otot polos kelenjar yang merespons, merupakan tempat terjadinya reaksi yang diwakili oleh suatu serat otot atau kelenjar
6. **Reseptor** adalah suatu struktur khusus yang peka terhadap suatu bentuk energi tertentu dan dapat mengubah bentuk energi itu menjadi aksi-aksi potensial listrik atau impuls-infus saraf
7. **Efektor** percabangan akhir serat-serat eferen (motorik) di dalam otot serat lintang, otot polos, dan kelenjar (alat vektor)



Gambar 2.2. Mekanisme Fisiologi Refleks
sumber: Betts, J. Gordon, 2017

Reseptor berespon terhadap rangsangan, yaitu perubahan fisik atau kimia dalam lingkungan reseptor yang dapat dideteksi. Sebagai respon terhadap rangsangan tersebut reseptor menghasilkan potensial aksi yang dipancarkan oleh **jalur aferens** ke **pusat integrasi** untuk diolah. Pusat integrasi biasanya adalah di SSP. medula spinalis dan batang otak mengintegrasikan refleks - refleks dasar. sementara pusat-pusat yang lebih tinggi di otak memproses refleks yang didapat. Pusat integrasi memproses semua informasi yang tersedia baginya dari reseptor ini Serta dari semua masukan lain, kemudian "mengambil keputusan" mengenai Respon yang sesuai instruksi dari pusat integrasi ini disalurkan melalui **jalur efferen** ke **efektor** otot atau kelenjar yang melaksanakan respon yang diinginkan. Tidak

seperti perilaku sadar, dimana terdapat sejumlah kemungkinan respons, respons refleks dapat diprediksi, Karena jalur antara reseptor dan efektor selalu sama (Sherwood L, 2018).

C. Jenis Refleks

Menurut (Syaifuddin, 2016). Refleks dapat dikelompokkan dalam berbagai tujuan refleks dikelompokkan berdasarkan hal-hal berikut ini

1. Berdasarkan pada **letak reseptor** yang menerima rangsangan
 - a. *Refleks ekstroseptive* timbul karena rangsangan pada reseptor permukaan tubuh
 - b. *Refleks interoreseptive (viseroreseptive)* timbul karena rangsangan pada alat dalam atau pembuluh darah misalnya dinding kandung kemih dan lambung
 - c. *Refleks Proreceptive* refleks timbul karena rangsangan pada reseptor otot rangka, tendo dan sendi untuk keseimbangan sikap
2. Berdasarkan pada bagian saraf pusat
 - a. *Refleks spinal* melibatkan neuron di medula finalis
 - b. *Refleks bulbar* melibatkan neuron di medula oblongan
 - c. *Refleks Kortikal* melibatkan neuron korteks reperi sering terjadi refleks yang melibatkan berbagai bagian pada saraf pusat dengan demikian pembagian di atas tidak dapat digunakan
3. Berdasarkan pada jenis atau ciri jawaban
 - a. *Refleks motorik* efektornya berupa otot dengan jawaban berupa relaksasi kontraksi otot
 - b. *Refleks sekretorik* efektornya berupa kelenjar dengan jawaban berupa peningkatan penurunan sekresi kelenjar
 - c. *Refleks Vasomotor* efektornya berupa pembuluh darah dengan jawaban berupa fase dilatasi fase konstruksi
4. Dilihat dari timbulnya refleks

Refleks telah timbul sejak lahir ada juga dilipur lihatkan setelah memenuhi persyaratan yang diperlukan dan refleks yang terakhir didapat selama makhluk berkembang berupa pengalaman hidup berdasarkan hal tersebut di atas refleks menjadi dibagi menjadi dua :

- a. *Refleks tak bersyarat* refleks yang dibawa sejak lahir, bersifat mantap, tidak pernah berubah dan dapat ditimbulkan bila ada rangsangan yang cocok misalnya menghisap jari pada bayi
 - b. *Refleks bersyarat* didapat selama pertumbuhan berdasarkan pengalaman hidup, memerlukan proses. *Bersifat individual* seseorang belum tentu memiliki yang orang lain miliki, tidak mantap, dapat diperkuat dan bisa hilang, dapat timbul oleh berbagai jenis rangsangan pada beberapa jenis reseptor asal disusul oleh rangsangan bersyarat
5. Berdasarkan jumlah neuron yang terlihat
- a. Refleks *monosinaps* melalui satu sinaps dan dua neuron (satu neuron aferens dan satu neuron eferen) yang berlangsung berhubungan pada saraf pusat contohnya refleks regang
 - b. Refleks *polisinaps* melalui beberapa sinaps terdapat beberapa interneuron yang menghubungkan neuron aferens dengan neuron eferen semua refleks lebih dari satu sinaps kecuali refleks regang (*muscle stretch reflex*).
 - c. *Refleks patologis (Refleks Babinski)* dapat ditemukan pada bayi apabila ditemukan pada orang dewasa menunjukkan adanya penyakit pada saraf pusat

D. Potensi Generator

Bila kita lihat Kegiatan biolistrik di masing-masing bagian pada suatu lengkung refleks akan didapati hal-hal berikut :

1. Pada reseptor terdapat *potensial generator* yang timbul karena pemberian rangsangan besar kecilnya potensial ini bergantung pada kuat ringannya rangsangan pada reseptor tidak timbul potensial aksi tapi potensial generator berupa polarisasi
2. *Potensial aksi* pertama timbul balok terlihat pada neuron etern dihantarkan sepanjang neuron eferen dengan kecepatan tergantung pada sifat keras aferen
3. Pada *pusat saraf impuls* dari serat afferent akan dihantarkan ke neuron lainnya melalui sinaps diteruskan ke neuron lain dan akan mengalami perlambatan pusat (*central delay*)

4. *Impuls yang sampai di pusat eferen* akan diteruskan dalam bentuk potensial aksi kegiatan listrik ini diteruskan hingga sampai pada hubungan serat eferen dan efektor
5. *Bila efektor berupa otot* selanjutnya di sel otot akan timbul potensial aksi yang dapat menyebabkan kontraksi otot

Dengan penjelasan ini dapat diketahui bahwa berbagai bentuk kegiatan biolistrik dapat ditemukan sepanjang *lengkung refleks*

Hantaran orthodromik (hantaran saraf searah) penghantaran kegiatan mulai dari sektor hingga efektor yang melalui aferen, saraf pusat, dan eferen. Hantaran impuls dapat pula berlangsung dari reseptor ke efektor tanpa melalui saraf pusat, karena saraf aferen mempunyai cabang langsung berhubungan dengan organ lain yang dapat dipengaruhi

Hantaran antidromik (hantaran saraf berlawanan) penghantaran impuls yang membalik tidak melalui saraf pusat, refleks ini disebut refleks akson karena hanya melalui akson saja.

Waktu refleks penghantaran kegiatan sejak pemberian rangsangan pada reseptor sampai timbul jawaban di efektor, atau masa pemberian rangsang hingga timbul jawaban, Waktu refleks ini ditentukan oleh perlambatan pusat yang dialami terutama bila melalui *sinaps*. Gangguan pada masing-masing bagian lengkung refleks dapat mempengaruhi waktu refleks.

Kekuatan refleks ditentukan oleh kekuatan rangsang serta lama pemberian rangsang bila diberikan dengan kekuatan yang lebih besar, maka lebih banyak reseptor yang terlihat. Bila lebih banyak serat aferen yang Meneruskan ke salah pusat maka akan lebih banyak serat eferen yang terlihat meneruskan kegiatan keefektor akan mengakibatkan peningkatan jawaban efektor.

Lama refleks sering terjadi jawaban refleks yang terus berlangsung meskipun rangsangan sudah lama dihentikan hal ini disebut lama refleks atau aksi ikutan refleks Hal ini karena adanya susunan hubungan neuron berupa rantai tertutup atau rantai terbuka impuls yang berputar putar antar neuron tersebut

meskipun rangsangan sudah dihentikan serat aferent terus mendapat rangsangan dari interneuron menyebabkan jawaban refleks akan tetap terjadi.

E. Macam – macam lengkung refleks

Lengkung refleks tersederhana merupakan lengkung dengan sinap tunggal diantara neuron aferen dan eferen. Lengkung demikian bersifat monosinaptik dan refleks yang timbul di dalamnya merupakan refleks monosinaptik. Lengkung refleks yang menempatkan satu interneuron atau lebih diantara neuron aferen dan eferen yang bersifat polisinaptik, jumlah sinap di dalam lengkung ini bervariasi dari dua sampai beratus-ratus. Pada kedua jenis tetapi terutama dalam lengkung refleks kondisinatik aktivitas dimodifikasi oleh fasilitas ruang dan waktu penutupan (oklusi) efek pinggir subliminal dan efek lain (Kim E. Barrett . et.al., 2014).

F. Sifat Umum Refleks

Jelas dari uraian sebelumnya tentang sifat *monosinaps* dan *polisinaps* bahwa aktivitas refleks bersifat *stereotipi* dan *spesifik* dalam bentuk rangsangan dan respon suatu rangsangan khusus membangkitkan respon khusus

1. Rangsangan adekuat

Rangsangan yang Mencetuskan suatu refleks umumnya sangat tepat rangsangan ini dinamakan rangsangan adik kuat bagi refleks khusus

2. Jarak umum akhir

Neuron motorik yang melayani serabut ekstrak futsal di dalam otot rangka merupakan Sisi eferen lengkung refleks semua pengaruh saraf yang mempengaruhi kontraksi otot akhirnya disalurkan melaluinya ke otot sehingga ia dinamakan jarak umum akhir

3. Keadaan eksitasi dan inhibisi sentra

Penyebaran menaiki dan menuruni medula spinalis dari efek pinggir subliminal rangsangan eksitasi setelah disebutkan efek inhibisi langsung dan presinap dapat juga tersebar luas. Dalam manusia paraplegia menahun sebagai contoh rangsangan berbahaya ringan bisa menyebabkan di samping pola penarikan diri eksitasi yang lama dalam keempat urinasi defeksi berkeringat dan fluktuasi tekanan darah refleks massa

4. Habitiasi dan sensitiasi respon refleks

Fakta bahwa respon refleks bersifat *stereotipi* tidak menyingkirkan kemungkinan ia dimodifikasi oleh pengalaman

G. Contoh Refleks Monosinaps dan Polisinaps

1. Refleks Monosinaps

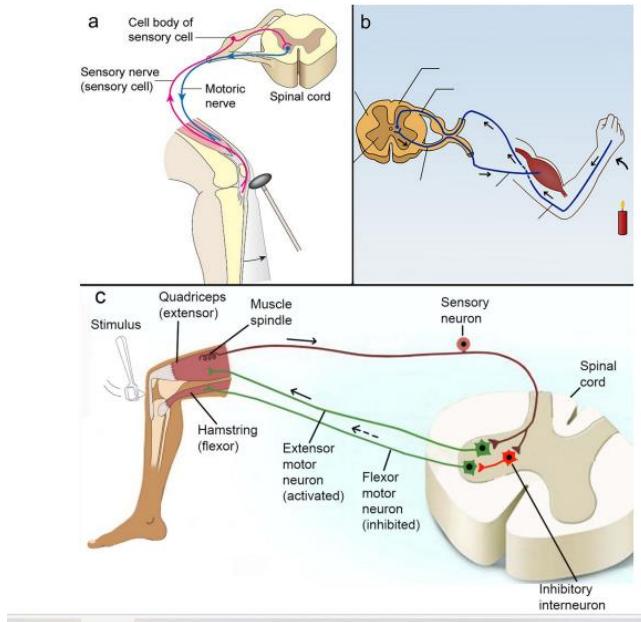
Refleks Regang

Hanya satu refleks yang lebih sederhana daripada refleks lucut. *Reflek Regang* di mana neuron aferen yang berasal dari reseptor pendekripsi peregangan di suatu otot rangka berakhir langsung di neuron eferen yang mensyarihi otot rangka yang sama untuk menyebabkannya berkontraksi dan melawan peregangan. Refleks Regang adalah suatu *refleks monosinaps* (*satu Sinap*) karena satu-satunya sinar di lingkungan refleks adalah Sinap antara neuron aferens dan neuron eferen (Sherwood L, 2018)

2. Refleks Polisinaps

Refleks Penarikan diri

Kerja refleks spinal tidak terbatas pada respon motorik di sisi tubuh yang mendapat rangsangan misalnya seseorang menginjak bara api dan bukan menyentuh benda panas dengan tangannya akan terpicu suatu lengkung refleks. Untuk menarik kaki yang cedera dari rangsangan nyeri, sementara tungkai kontralateral secara bersamaan bersiap untuk mendadak menerima semua beban tubuh sehingga yang bersangkutan tidak kehilangan keseimbangan atau jatuh. Menekuknya lutut ekstremitas yang cedera dilaksanakan secara stimulasi oleh stimulasi refleks otot-otot yang menekuk lutut dan inhibisi otot-otot yang meluruskan lutut. Respon ini adalah khas refleks lucut. Pada saat yang sama ekstensi lutut tungkai kontrakteral dilaksanakan oleh pengaktifan jalur-jalur yang menyeberang ke sisi kontralateral medula spinalis untuk secara refleks merangsang otot-otot ekstensor lutut ini dan menghambat otot-otot fleksornya. *Refleks extenser menyilang* ini memastikan bahwa tungkai kontralateral akan berada dalam posisi siap menahan beban tubuh sewaktu tungkai yang cedera ditarik menjahit rangsangan (Sherwood L, 2018)



Gambar 2.3 the knee-jerk- and withdrawal reflexes. ((a) The knee-jerk reflex (b) The withdrawal reflex (c) The knee-jerk reflex with a neural network. Sumber: (Kvello & Gericke, 2021)

Refleks ini ditimbulkan dengan mengetuk tendon otot paha depan (ekstensor) dengan palu refleks tepat di bawah tempurung lutut. Ini menarik tendon dan meregangkan ekstensor serta gelendong otot yang merupakan organ sensorik di dalam otot paha depan. Hal ini mengaktifkan sensorik neuron yang mengirimkan sinyal saraf ke sumsum tulang belakang. Di sumsum tulang belakang, neuron sensorik membelah menjadi dua terminalcabang. Satu cabang menyampaikan sinyal saraf melalui sinapsis rangsang ke neuron motorik ekstensor yang meneruskan sinyal ke otot ekstensor yang membuatnya berkontraksi. Cabang lainnya menyampaikan sinyal saraf ke interneuron penghambat yang meneruskan sinyal melalui sinapsis penghambat ke neuron motor fleksor yang menjadi terhambat. Hal ini membuat otot fleksor menjadi rileks sementara otot ekstensor berkontraksi, dan hasilnya adalah perpanjangan tungkai bawah. Dalam ilustrasi, setiap neuron motorik ekstensor dan fleksor mewakili populasi yang terdiri dari banyak sel. interneuron penghambat yang meneruskan sinyal melalui sinapsis penghambat ke neuron motor fleksor yang menjadi terhambat. Hal ini membuat otot fleksor menjadi rileks sementara otot ekstensor berkontraksi, dan hasilnya adalah perpanjangan tungkai bawah.

Dalam ilustrasi, setiap neuron motorik ekstensor dan fleksor mewakili populasi yang terdiri dari banyak sel (Kvello & Gericke, 2021).

H. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan memberikan tanda silang (X)

1. Lengkung refleks yang paling sederhana terdiri dari ... Neuron
 - a. Satu
 - b. Dua
 - c. Tiga
 - d. Empat
 - e. Lima
2. Lengkung refleks monosinaptik adalah lengkung refleks paling sederhana yang mempunyai satu sinaps antara?
 - a. Neuron Aferen dan Neuron sensorik
 - b. Neuron sensorik dan Neuron Eferen
 - c. Neuron Aferen dan Neuron Motorik
 - d. Neuron sensorik dan Neuron Motorik
 - e. Neuron Aferen dan Neuron Eferen
3. Sel saraf yang mempunyai fungsi untuk mengirim impuls dari system saraf pusat ke otot dan kelenjar yaitu?
 - a. Neuron Ajustor
 - b. Neuron Aferen
 - c. Neuron Eferen
 - d. Neuron sensori
 - e. Neuron Intermediet
4. Neuron yang berfungsi mengantarkan impuls saraf dari alat indera menuju ke otak atau sumsum tulang belakang dinamakan?
 - a. Neuron Bipolar
 - b. Neuron Sensorik
 - c. Neuron Motorik
 - d. Neuron Unipolar
 - e. Neuron Konektor

5. Perjalanan impuls melintasi sinapsis melibatkan zat yang dinamakan?
 - a. Akson
 - b. Dendrit
 - c. Ganglion
 - d. Neurolema
 - e. Neurotransmiter
6. Dalam kehidupan sehari-hari kita sering merasakan gerak yang tidak disadari yaitu refleks. Apakah yang menghasilkan gerak refleks tersebut?
 - a. Sel saraf neuron sensorik dalam neuron motor
 - b. Saraf motorik menuju ke efektor
 - c. Sekuen neurin motorik
 - d. Sel neuron aferen
 - e. Sel neuron eferen
7. Apabila rangsangan diterima oleh saraf sensorik dan kemudian disampaikan langsung ke otak. Dari otak kemudian dikeluarkan perintah ke saraf motorik sehingga terjadilah gerakan, apa namanya gerakan tersebut?
 - a. Gerak biasa yang dikontrol oleh otak
 - b. Gerakan yang tidak sadari
 - c. Gerakan yang disadari
 - d. Gerakan refleks
 - e. Gerakan otonom
8. Mekanisme gerak refleks adalah dari rangsangan melalui saraf sensorik tidak menuju ke otak, apakah melalui oleh rangsangan yang menimbulkan refleks?
 - a. Melalui saraf tepi
 - b. Melalui saraf pusat
 - c. Melalui saraf otonom
 - d. Melalui saraf sensorik
 - e. Melalui lengkung refleks
9. Jalur saraf ini dibentuk oleh sekuen neuron sensorik interneuron dan neuron motorik yang mengalirkan impuls saraf untuk tipe refleks tertentu. Gerak

- refleks yang paling sederhana memerlukan dua tipe sel saraf yaitu neuron sensorik dan motoric, jalur saraf yang bagaimana oleh gerak refleks?
- Jalur saraf yang paling sederhana
 - Jalur saraf parasimpatis
 - Jalur saraf sensorik
 - Jalur saraf motoric
 - Jalur saraf simpatis
10. Waktu refleks ini ditentukan oleh perlambatan pusat yang dialami terutama bila melalui sinaps. Apakah yang mempengaruhi waktu reflex?
- Reseptor sampai timbul jawaban efektor
 - Masa pemberian rangsangan hingga timbul jawaban
 - Gangguan pada masing-masing bagian lengkung refleks
 - Penghantaran kegiatan sejak pemberian rangsangan pada reseptor
 - Gerakan yang diketahui dan dikontrol oleh otak

Kunci Jawaban:

- A (Satu)
- E (Neuron Aferen dan Neuron Eferen)
- C. (Neuron Eferen)
- B (Neuron Sensorik)
- E (Neurotransmiter)
- A. (Sel saraf neuron sensor dalam neuron motor)
- A (Gerak biasa yang dikontrol oleh otak)
- A (Melalui lengkung refleks)
- D (Jalur saraf motoric)
- A (Reseptor sampai timbul jawaban efektor)

I. Rangkuman Materi

Refleks adalah respons cepat dan bersifat otomatis terhadap rangsangan. Refleks berupa penurunan atau peningkatan aktivitas, yang berupa kontraksi atau relaksasi otot, serta kontraksi atau relaksasi pembuluh darah. Refleks dapat dipengaruhi oleh berbagai proses, seperti jantung, pernapasan, aktivitas pencernaan, dan pengaturan suhu, serta respon otomatis. Misalnya, sentakan akibat suatu stimulus nyeri atau sentakan pada lutut merupakan kerja refleks. Refleks terdiri dari dua neuron yang berasal dari reseptor sensorik atau ujung

sensorik dan satu neuron motorik yang menyampaikan impuls ke otot atau kelenjar. Lengkung refleks terdiri dari reseptor sensoris, neuron sensoris, pusat saraf (pusat sinaps), neuron motorik, dan efektor tempat terjadinya reaksi. Refleks bertujuan untuk melindungi diri dari ancaman seperti suhu, goresan benda tajam, debu, atau situasi yang berbahaya.

Refleks adalah serangkaian komponen yang terjadi di otak, termasuk reseptor untuk rangsangan sensorik, neuron aferen (sensorik), sinaps, otot rangka (otot jantung), dan otot polos kelenjar (otot vektor). Refleks merupakan blok struktural yang menerima rangsangan tertentu dan dapat mengubahnya menjadi energi potensial atau impuls saraf.

Reseptor merespons rangsangan dengan mengubah lingkungan fisik atau kimia dari reseptor yang dapat terdeteksi. Respons ini adalah potensi aksi yang dibawa oleh aferen ke area integrasi untuk diolah. Integrasi biasanya terjadi di medula spinalis dan otak, yang mengintegrasikan refleks reseptor.

Refleks dapat dibagi menjadi beberapa jenis, termasuk ekstroseptif, interoseptif, proreseptif, spinal, bulbar, kortikal, motorik, sekretorik, vektor, dan jumlah. Refleks juga dapat dibagi menjadi dua jenis: a. Refleks tak bersyarat, yaitu refleks yang dibawa sejak lahir, bersifat tetap, tidak pernah berubah, dan dapat muncul jika ada rangsangan yang sesuai.

Secara ringkas, panjang reseptor adalah komponen penting di otak, melibatkan berbagai komponen seperti reseptor, neuron, dan eferen.

J. Glosarium

Adaptasi: kemampuan tubuh untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan atau rangsangan dari lingkungan.

Busur refleks: jalur yang dilalui oleh impuls saraf selama refleks berlangsung. Ini adalah rute yang ditempuh oleh impuls saraf dari reseptor (penerima rangsangan) ke efektor (organ yang merespons).

Efektor: otot atau kelenjar yang merespons terhadap impuls saraf dengan menghasilkan gerakan atau sekresi.

Fasilitasi spasial dan temporal: proses penguatan atau modifikasi aktivitas refleks melalui pengaruh rangsangan dari beberapa sumber yang datang secara bersamaan (spasial) atau berurutan (temporal).

Involunter: proses atau tindakan yang terjadi tanpa kesadaran atau kehendak, seperti denyut jantung atau aktivitas pencernaan.

Kontraksi/relaksasi otot: perubahan yang terjadi pada otot sebagai respons terhadap stimulus, yang bisa berupa pengencangan (kontraksi) atau pelemasan (relaksasi).

Kontraksi/relaksasi pembuluh darah: perubahan pada pembuluh darah yang bisa mengecil (kontraksi) atau membesar (relaksasi) sebagai respons terhadap stimulus.

Lengkung refleks: jalur fungsional dalam sistem saraf yang dilewati oleh impuls saraf selama proses refleks. Terdiri dari reseptor sensoris, neuron sensoris, pusat sinaps, neuron motorik, dan efektor.

Neuron internunsial (interneuron): neuron yang terletak di antara neuron sensorik dan neuron motorik, berperan dalam menghubungkan keduanya dalam jalur refleks.

Neuron motorik: neuron yang membawa impuls dari pusat saraf menuju ke otot atau kelenjar untuk menghasilkan respons.

Neuron sensorik: neuron yang membawa impuls dari reseptor sensorik atau ujung sensorik menuju ke pusat saraf.

Okulasi: proses yang memungkinkan pengurangan atau hambatan respons refleks akibat adanya pengaruh lain.

Otonom: berfungsi secara otomatis tanpa memerlukan kesadaran atau kontrol sadar, seperti denyut jantung atau pernapasan.

Pusat sinaps: titik di pusat saraf, seperti sumsum tulang belakang, di mana neuron sensorik melakukan kontak (sinaps) dengan neuron motorik atau interneuron.

Refleks: respons cepat, otomatis, dan tidak disadari terhadap stimulus tertentu, yang melibatkan impuls saraf yang menjalar pada jalur tertentu, biasanya melalui sumsum tulang belakang. Contohnya termasuk menutup mata saat terkena debu atau menarik tangan dari benda panas.

Refleks monosinaptik: refleks yang melibatkan hanya satu sinaps antara neuron sensorik (afferent) dan neuron motorik (efferent), menghasilkan reaksi yang cepat dan sederhana.

Refleks penarikan diri (polisinaps): refleks kompleks yang terjadi ketika suatu bagian tubuh mengalami cedera atau nyeri, menyebabkan anggota tubuh ditarik menjauh dari sumber nyeri, dengan bantuan koordinasi antara otot-otot di kedua sisi tubuh untuk menjaga keseimbangan

Refleks polisinaptik: refleks yang melibatkan lebih dari satu interneuron antara neuron aferen dan eferen, dengan lebih dari satu sinaps. Proses ini biasanya lebih kompleks.

Refleks regang (monosinaps): refleks sederhana yang melibatkan neuron aferen yang berasal dari reseptor peregangan pada otot, yang langsung merangsang neuron eferen untuk menyebabkan otot yang sama berkontraksi, melawan peregangan.

Reseptor sensorik: ujung saraf atau struktur khusus yang mendeteksi rangsangan dari lingkungan eksternal atau internal, kemudian meneruskan informasi tersebut melalui neuron sensorik.

Respon seluler: tanggapan atau reaksi yang terjadi di dalam sel-sel tubuh sebagai akibat dari rangsangan atau stimulus.

Stimulus: rangsangan atau faktor pemicu yang menyebabkan terjadinya respons refleks.

K. Daftar pustaka

- Betts, J. Gordon, et al. (2017). *Anatomy & physiology*. OpenStax College, Rice University.
- Dianti, Y. (2017). Dasar Dasar Ilmu Biomedik Struktur dan Fungsi. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf>
- Kirnanoro, N. M. S. S. (n.d.). *anatomi dan fisiologi*. Pustaka baru press.
- Evelyn C Pearce. (2016). *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Green, J. H. (2010). *pengantar fisiologi tubuh manusia* (Lyndon Saputra. (ed.)). Bina Rupa Aksara.
- Khadijah, S., Astuti, T., Widaryanti, R., & Ratnaningsih, E. (2020). Buku Ajar Anatomi & Fisiologi Manusia Edisi 1. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Kim E. Barrett . et.al. (2014). *buku ajar fisiologi kedokteran ganong* (24 (ed.)). EGC. <https://lib.fkm.ui.ac.id/detail?id=131132&lokasi=lokal>
- Kvello, P., & Gericke, N. (2021). Identifying knowledge important to teach about the nervous system in the context of secondary biology and science education-A Delphi study. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 12

- December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260752>
- Nurhastuti and Iswari, M. (2018). *Anatomi Tubuh dan Sistem Persyarafan Manusia*. Goresan Pena.
- Price, S. A. (2016). *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit* buku 2 (6th ed., Issue 112). EGC.
- Selvianti N, dan, & R, P. (2022). *Sistem Koordinasi*.
- Sherwood L. (2018). *Fisiologi manusia dari sel ke sistem* (6th ed.). EGC.
- Syaifuddin. (2011). *fisiologi tubuh manusia untuk Mahasiswa Keperawatan* (2nd ed.). Salemba Medika.
- Syaifuddin. (2016). *Ilmu biomedik dasar; untuk mahasiswa keperawatan*. Salemba Medika.

BAB 3

BIOLOGI SEL DAN KONSEP GENETIKA

Pendahuluan

Pengantar Penulis: Bab ini akan membahas tentang Biologi sel dan konsep genetika pada manusia. Pemahaman biologi sel sebagai unit terkecil didalam tubuh manusia yang berperan dalam produksi energididalam tubuh sangat penting sebagai dasar dalam pemahaman konsep penyakit. Konsep genetika sangat diperlukan oleh perawat dalam memahami bagaimana proses penyakit bisa diturunkan dari orang tua.

Tujuan Buku: Setelah membaca bab ini diharapkan mahasiswa bisa memahami peran sel dalam proses metabolisme tubuh, dan bagaimana kinerja sel dalam proses pertumbuhan dan perkembangan termasuk peran sel dalam proses penyakit. Buku ini diharapkan bisa membantuk mahasiswa keperawatan dalam memahami biologi sel dan konsep genetika, sehingga menjadi konsep dasar dalam pemahaman proses penyakit di semua sistem tubuh manusia.

Sasaran Pembaca: Buku ini diharapkan bisa membantuk mahasiswa keperawatan dalam memahami Biologi sel dan konsep genetik, sehingga menjadi konsep dasar dalam pemahaman proses penyakit di semua sistem tubuh manusia.

Isi Buku: Dalam bab ini akan dijabarkan tentang struktur sel tubuh manusia, siklus sel, peran sel dalam proses pembentukan energi, proses sintesis protein, proses pembelahan sel dan konsep genetika.

Pendekatan Pembelajaran: Buku ini menggunakan pendekatan *student-centered learning*, di mana pembaca aktif menggali informasi, menganalisis kasus, dan melakukan evaluasi diri melalui soal-soal latihan yang disediakan. Pendekatan ini diharapkan dapat mendorong pembelajaran mandiri sekaligus memperkuat keterampilan klinis dalam memahami keseimbangan cairan dan elektrolit.

Pedoman Penggunaan: Studi Mandiri: Pembaca dapat mempelajari setiap bab secara berurutan untuk memahami konsep yang lebih kompleks. Diskusi Kelompok: Bab-bab tertentu dapat digunakan sebagai bahan diskusi dalam kelompok belajar. Aplikasi Praktis: Setiap teori dilengkapi dengan contoh kasus

klinis yang memungkinkan pembaca mengaplikasikan pengetahuan dalam situasi nyata. Evaluasi Diri: Di akhir setiap bab terdapat soal evaluasi untuk mengukur pemahaman pembaca.

Tujuan Intruksional dan Capaian Pembelajaran

Tujuan Intruksional:

Memahami konsep dasar Biologi Sel dan konsep Genetika

Capaian Pembelajaran:

1. Mampu menjelaskan Fungsi sel dan bagaimana peranya dalam kelangsungan hidup manusia
2. Mampu menjelaskan bagaimana proses sintesis protein dan peran protein didalam tubuh manusia
3. Mampu menjelaskan siklus sel dan bagaimana proses pembelahan sel terjadi
4. Mampu menjelaskan konsep genetika dalam proses penyakit

Uraian Materi

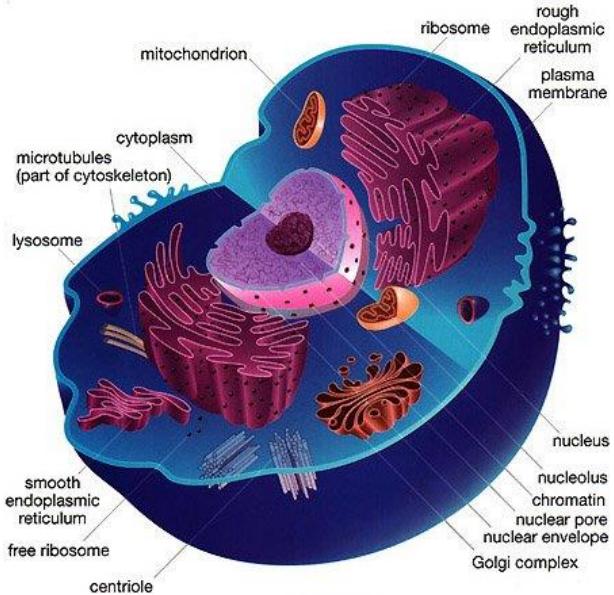
Sel merupakan bagian terkecil fungsional dari tubuh manusia. Fungsi sel didalam tubuh adalah untuk proses metabolisme untuk menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan oleh sel berfungsi untuk kelangsungan sel hidup sel itu sendiri. Saat sel mempunyai cukup energi, maka sel akan bisa melkaukan sintesis protein. Protein hasil proses sintesis akan menjadi sel pembangun dari sel-sel didalam tubuh manusia. Dengan hasil sintesis protein dan kecukupan energi, sel akan bisa malakukan pembelahan sel melalui proses siklus sel. Sel yang bisa melakukan proses pembelahan sel, maka sel akan bisa bertumbuh dan berkembang seiring dengan kebutuhan tubuh untuk bertumbuh dan berkembang. Proses pembelahan sel didalam tubuh juga diperlukan saat sel perlu melakukan perbaikan jaringan yang rusak. Hal ini bisa terlihat pada proses penyembuhan ketika individu terkena suatu penyakit ataupun cedera.

A. Struktur dan Fungsi Sel Tubuh Manusia

Konsep biologi sel pertama kali ditemukan oleh Ilmuwan Robert Hooke tahun 1665.dimana kita akan mengenal dua jenis sel yaitu sel prokariotik dan eukariotik. Sel prokariotik adalah jenis sel dimana belum mempunyai dinding nucleus. Sedangkan sel eukariotik adalah sel yang sudah mempunyai dinding nucleus. Contoh sel prokariotik adalah spora, virus dan bakteri. Sedangkan sel eukariotik adalah sel yang sudah sempurna seperti sel penyusun tubuh manusia, hewan dan tumbuhan. Sel penyusun tubuh manusia mempunyai bentuk yang bervariasi sesuai dengan fungsi dan peran yang dijalankan. Misalkan sel yang membentuk jaringan telapak kaki akan berbeda dengan sel yang membentuk jaringan wajah, karena fungsi dari telapak kaki akan berbeda dengan fungsi dari wajah. Demikian juga sel penyusun jaringan bola mata akan berbeda dengan sel yang menyusun jaringan rambut akan tetapi meskipun bentuk dan fungsi dari berbagai jenis sel tersebut mempunyai struktur yang sama. Sumber (Bailey, 2020)

Dalam sub bab ini kita akan membahas struktur sel tubuh eukariotik. Sebagaimana kita bahas di atas, sel merupakan unit fungsional terkecil didalam tubuh manusia. Di sel inilah proses metabolisme terjadi untuk menghasilkan energi berupa ATP. Jumlah ATP yang dihasilkan tergantung dari jenis metabolisme yang terjadi. Metabolisme ada dua jenis yaitu metabolism aerob dan metabolism anaerob. Metabolisme aerob terjadi jika tersedia osigen yang cukup didalam sel, sedangkan metabolisme anaerob terjadi jika sel tidak

tersedia oksigen yang cukup. Metabolisme yang efektif untuk kelangsungan hidup sel adalah metabolisme aerob. Untuk bisa berfungsi sebagaimana mestinya kita perlu pemahaman tentang struktur sel eukariotik. Sumber (Bailey, 2020)



Gambar 3.1 Sel Eukariotik
Sel eukariotik terdiri dari:(Chiras, 2019)

1. Nukleus

Nukleus merupakan inti sel yang mengandung genetic. Nukleus berada di tengah sel dan mengandung benang kromosom. Benang kromosom ini merupakan pembawa sifat yang akan diturunkan ke generasi dibawahnya melalui untaian DNA dan RNA. Nukleus ini merupakan pengatur dari seluruh aktivitas sel. Pada sel eukariotik nukleus mempunyai membran nucleus yang membatasi antara inti sel dengan organel-organel lainnya yang ada di dalam sitoplasma. Peran nukleus ini sangat penting dalam proses siklus sel, pembelahan sel, sintesis protein dan proses metabolisme.

2. Membran sel

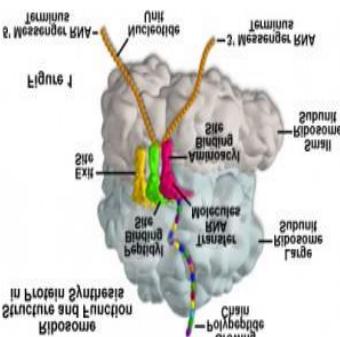
Membran sel merupakan barrier yang membatasi sel dengan lingkungan sekitarnya. Membran sel ini tersusun dari lapisan protein dan lapisan lipid rangkap dua (lipid bilayer). Fungsi dari membrane sel ini adalah memberikan bentuk sel itu sendiri, melindungi isi sel agar tidak keluar dari sel, dan mengatur molekul yang bisa keluar dan masuk kedalam sel. hal ini menjadikan membrane sel sebagai dinding semipermeabel atau disebut selektif permeabel karena bisa mengatur zat-zat tertentu yang bisa masuk kedalam sel mapun yang bisa keluar sel. zat-zat yang bisa melewati

membrane sel adalah glukosa asam amino, gliserol dan ion. Perpindahan molekul ini bisa bersifat transport aktif (memerlukan energi) dan transport pasif (tidak memerlukan energi). Contoh transport pasif adalah difusi dan osmosis dimana perpindahan molekul dan ion ini terjadi secara spontan karena perbedaan konsentrasi. Difusi perpindahan molekul dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah, sedangkan osmosis merupakan kebalikannya dimana perindahan molekul dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Contoh dari transpot aktif adalah pompa Natrium kalium didalam sel.

3. Sitoplasma

Sitoplasma berupa cairan kental yang tersusun dari air, senyawa organic yaitu protein, gula, lemak, enzim, hormone dan garam mineral. Disalam cairan sitoplasma ini terdapat organel-organel yang mengambang dan menjalankan fungsinya masing-masing. Bisa dipahami jika sitoplasma ini sebagai tempat berlangsungnya reaksi metabolisme. Organel-organel yang ada didalam sitoplasma adalah:

a. Ribosom



Gambar 3.2 Ribosom

Ribosom merupakan organel didalam sel yang berfungsi sebagai tempat sintesis protein. Ribosom ini ada yang letaknya bebas berenang didalam cairan sitoplasma, ada juga yang menempel dapa reticulum endoplasma.

b. Mitokondria

Mitochondria Structural Features

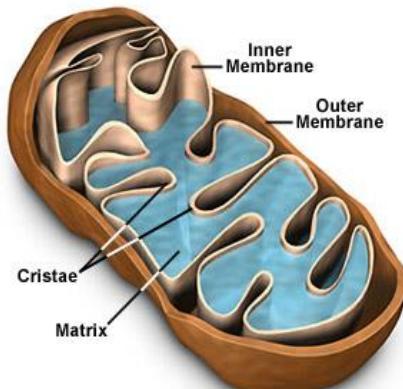
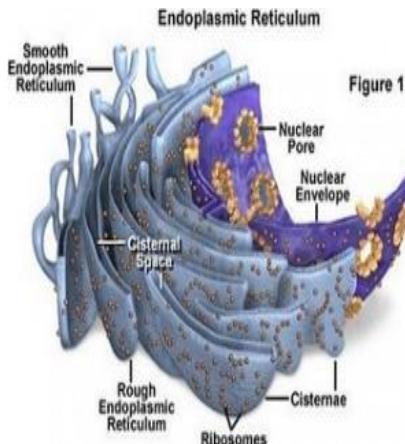


Figure 1

Gambar 3.3 Mitokondria

Mitokondria merupakan organel yang ada didalam sitoplasma sebagai tempat respirasi sel. didalam mitokondria terdapat kantong-kantong yang berisi oksigen. Hal ini sesuai dengan fungsinya dalam proses metabolisme dimana mitokondria merupakan tempat terjadinya metabolisme aerob.

c. Retikulum Endoplasma (RE)



Gambar 3.4 Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma sering disebut RE merupakan saluran-saluran yang dibentuk oleh membran RE. ada dua macam RE yaitu RE kasar (yang ditempel oleh ribosom) dan RE halus. RE kasar karena ditempel oleh ribosom, hal ini menjadikan RE kasar sebagai tempat sintesis protein. RE halus dimana tidak terdapat ribosom, berfungsi sebagai tempat sintesis lipid.

d. Lisosom

Merupakan organel berbentuk butiran kecil yang berisi enzim pencerna yang berfungsi dalam pencernaan intrasel.

e. Badan Golgi

Badan Golgi atau disebut dengan apparatus golgi berupa tumpukan kantung-kantung pipih berfungsi sebagai tempat sintesis dari secret (seperti getah pencernaan yang ditemukan pada sel kelenjar), membentuk protein asam inti (DNA/RNA), serta membentuk dinding dan membrane sel.

f. Vakuola

Organel di dalam sitoplasma yang berbentuk rongga bulat, berisi senyawa kimia tertentu atau sisa produk metabolisme sel.

B. Sintesis Protein

Protein merupakan molekul penyusun tubuh manusia. Bisa dipahami bersama seluruh organ tubuh manusia disusun oleh protein. Sel darah manusia merupakan protein. Kulit, otot, tulang, rambut bahkan kuku manusia juga merupakan protein. Molekul protein di sintesis didalam unit sel tubuh manusia. Kita mengenal ada 20 jenis asam amino yang ditemukan didalam tubuh manusia. 20 jenis asam amino ini akan diproduksi oleh sel setiap individu. Untuk memahami konsep sintesis protein, kita akan mengenal istilah kodon atau kode genetik. Kodon merupakan deret nukleotida pada mRNA yang terdiri atas kombinasi tiga nukleotida berurutan. Tiga nukleotida yang berurutan ini merupakan sandi suatu asam amino tertentu sehingga sering disebut kodon triplet. Setiap jenis asam amino bisa di sandikan beberapa triplet kodon. Hal ini bisa terlihat pada tabel kodon dan protein yang disandikan di bawah.

Tabel 4.1 Tabel kodon dan protein yang terdapat pada manusia

U		C	A	G	
U	UUU	UCU	UAU	UGU	U
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	UUA	UCA	UAA	UGA	A
	UUG	UCG	UAG	UGG	G
C	CUU	CCU	CAU	CGU	U
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	CUA	CCA	CAA	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G

A	AUU	ACU	AAU	AGU	U
	AUC	ACC	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA	AGA	A
	AUG	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GAU	GGU	U
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	GUA	GCA	GAA	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

Proses sintesis protein didalam sel melibatkan kode genetik yang ada didalam untaian DNA yang terdapat pada nucleus. Kode genetic inilah yang menyebabkan jenis asam amino yang dihasilkan setiap individu mempunyai kecenderungan di wariskan ke generasi dibawahnya. Hal ini yang mendasari kenapa individu yang mempunyai kecenderungan hipersensitivitas mempunyai peluang akan diwariskan kepada generasi dibawahnya. Hal ini membantu kita memahami konsep genetik dalam proses suatu penyakit.

Proses Sintesis protein melalui dua tahap yaitu transkripsi dan translasi.

1. Transkripsi

Proses transkripsi adalah proses dimana kodon DNA akan diterjemahkan menjadi mRNA. Proses transkripsi ini terjadi di nucleus. mRNA yang sudah terbentuk dari terjemahan DNA ini akan dibawa keluar dari nucleus menuju ke ribosom.

Proses transkripsi melalui tiga tahapan yaitu inisisasi, elongisiasi dan terminasi. Tahapan inisiasi dimulai ketika enzim RNA polymerase menempel pada untaian DNA dan menyebabkan untaian rantai DNA terbuka atau terbelah.

Tahapan elongisasi merupakan tahapan dimana RNA polimerasi menempel pada untaian rantai DNA yang terbuka dan mulai menyusun untaian kodon mRNA.

Tahapan terminasi merupakan tahapan dimana RNA polymerase mencapai terminator, sehingga mRNA dilepaskan seiring dengan enzim RNA polymerase lepas dari untaian DNA.

2. Transalasi

Translasi merupakan proses pembentukan protein dari mRNA. Proses translasi ini terjadi di ribosom. Proses translasi ini juga melalui tiga tahapan yang sama yaitu inisiasi, elongisasi dan terinasi. Tahapan inisiasi merupakan proses saat mRNA yang keluar dari nucleus akan menuju ke ribosom.

Untaian mRNA yang menempel di ribosom akan didatangi oleh tRNA dengan membawa jenis asam amino sesuai kodon yang dibawa oleh mRNA.

Tahapan elongiasi merupakan tahapan dimana tRNA akan terus mengusung jenis asam amino sesuai dengan kodon di untaian mRNA (di ruang A ribosom) sampai pelepasan asam amino si ruang P. Proses ini akan berlangsung sesuai dengan urutan untaian mRNA.

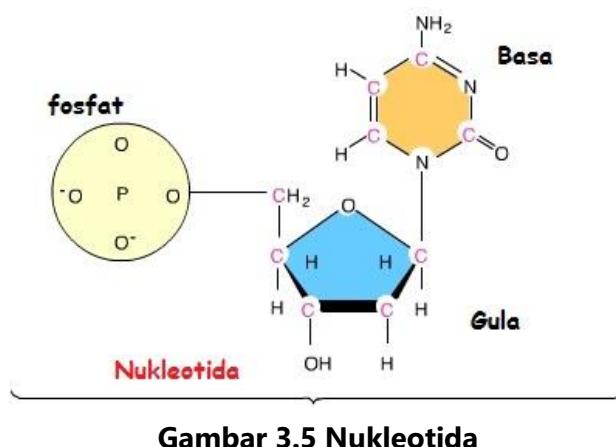
Tahapan terminasi merupakan tahap akhir dari pembentukan jenis asam amino sesuai dengan urutan kodon yang ada di mRNA. Pada tahap ini ruang A sudah sampai dititik terminator, asam amino yang dihasilkan akan dilepas, ribosom akan lepas dari mRNA.

C. Konsep Genetika dalam Proses Penurunan Sifat individu

Gen atau sering disebut dengan genetika adalah unit yang mewariskan sifat. Gen ini merupakan urutan sandi basa nitrogen yang terdapat pada rantai DNA. Didalam DNA terdapat banya sandi-sandi /gen yang akan menurunkan sifat individu. Setiap indivisu mempunyai urutan sandi basa nitrogen yang spesifik dan berbeda antara individu satu dengan individu lainnya. Urutan sandi yang ada pada rantai DNA ini yang akan diwariskan kepada generasi dibawahnya melalui proses pembelahan sel ataupun sintesis protein. Bisa difahami bersama jika kode genetik individu bisa dilihat diseluruh sel tubuh individu tersebut sehingga tes DNA bisa dilakukan hanya melalui sampel rambut maupun kuku. Dalam kehidupan sehari-hari kita bisa melihat kenapa orang tua yang mempunyai hidung mancung bisa diwariskan kepada anaknya, atau warna kulit anak menyerupai warna kulit orang tuanya. Penurunan sifat individu ini melalui urutan sandi basa nitrogen yang ada pada rantai DNA. Urutan sandi ini yang akan mempengaruhi sintesis protein yang akan digunakan untuk membentuk sifat individu tersebut. Hal ini akan kita pelajari di pembahasan sintesis protein dan siklus sel dibawah.

Untuk memahami hal ini kita akan membahas apa itu DNA dan apa itu nukleotida. Nukleotida merupakan molekul yang terdiri dari fosfat, glukosa dan basa nitrogen. Sisi basa nitrogen ini yang sering kita lihat pada gambar-gambar untaian DNA, dimana sering dituliskan dengan kode A (adenin), T (timin), C(citosin) dan G (guanin). DNA merupakan dua buah rantai polinukleotida yang saling berikatan. Ikatan dua rantai polinukleotida ini diatur oleh kode basa nitrogen dimana A selalu berikatan dengan T dan G selalu

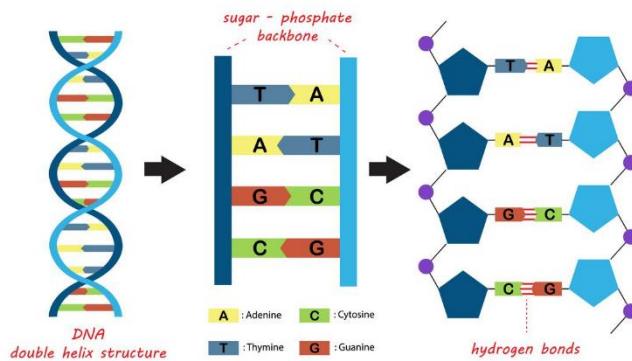
berikatan dengan C. dikatakan polinukleotida karena satu rantai DNA tersusun dari nukleotida-nukleotida. Rantai DNA yang Panjang ini akan berikatan dengan protein yang disebut histon membentuk suatu gulungan dan membentuk suatu anyaman yang memadat membentuk suatu struktur yang disebut dengan kromosom. Didalam kromosom yang ada didalam nucleus mengandung DNA, dimana didalam DNA ini mengandung sandi-sandi genetic yang disebut dengan gen.



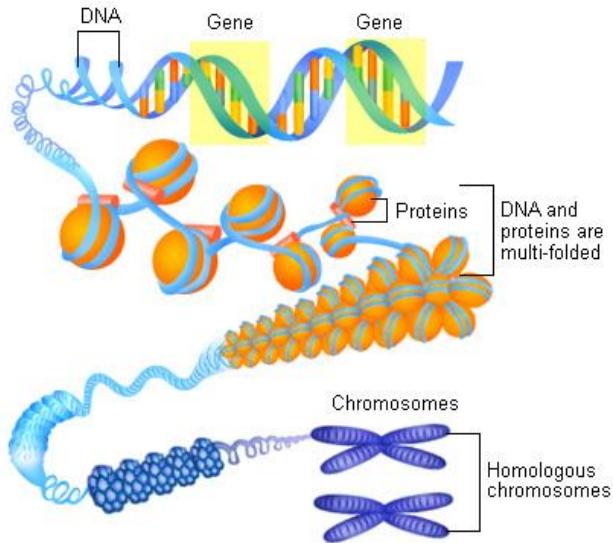
Gambar 3.5 Nukleotida

BIOLOGY • • •

DNA Structure



Gambar 3.6 DNA



Gambar 3.7 gen, DNA dan kromosom

D. Siklus Sel

Siklus sel merupakan serangkaian peristiwa yang terjadi dalam sel saat sel bertumbuh dan berkembang. Siklus sel ini merupakan fungsi sel yang sangat mendasar dimana proses replikasi DNA dari kromosom akan terjadi. Melalui siklus sel ini maka manusia bisa bertumbuh dan berkembang, proses perbaikan sel pada saat terjadi cedera karena proses penyakit maupun yang lainnya. Secara garis besar proses siklus sel di bagi menjadi 2 yaitu fase interfase dan fase mitosis (M Fase). Dalam proses siklus sel terjadi control secara molekuler yang akan mengatur bagaimana dua fase ini akan berlangsung.

1. Inter Fase

Fase ini merupakan fase kehidupan sel sehari-hari. Dalam fase ini proses aktivitas sel seperti sintesis protein, dan metabolisme terjadi. Fase ini juga disebut sebagai fase persiapan sebelum memasuki fase mitosis. Pada interfase ini di bagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap G₁, tahap sintesis dan tahap G₂.

Tahap G₁ sebenarnya merupakan tahap dimana sel melakukan persiapan-persiapan untuk fase sintesis. Tahap ini terjadi selama kurang lebih 10 jam. Tahap G₁ ini sel akan terjadi aktivitas metabolisme untuk menghasilkan energi yang cukup untuk aktivitas sel sehari-hari termasuk untuk melanjutkan ke aktivitas selanjutnya yaitu sintesis. Selain metabolisme aktivitas persiapan lainnya adalah sel akan terus mensintesis protein sehingga protein yang dihasilkan dari proses ini bisa digunakan untuk bertumbuh.

Pada tahap ini ukuran sel akan sedikit membesar karena seluruh isi sel sudah berduplicasi kecuali DNA. Pada akhir tahap G1 akan ada sistem control molekuler yang disebut dengan G1 checkpoint. Sistem control inilah yang akan menentukan apakah siklus sel akan berlanjut ke tahap Sintesis atau kembali ke tahap G1. Jika dirasa sel cukup mempunyai energi dan sel sudah bertumbuh dengan sempurna, maka G1 checkpoint akan memberikan sinyal supaya siklus sel berlanjut ketahap sintesis. Demikian juga sebaliknya jika dirasa energi yang dihasilkan dan pertumbuhan sel belum memadai maka G1 checkpoint akan memberikan sinyal supaya siklus sel akan kembali ketahap G1.

Tahap sintesis adalah tahap dimana terjadi sintesis DNA. Pada tahap ini DNA akan bereplikasi. Tahap ini terjadi selama 9 jam. DNA yang pada fase cromatin ini akan membuat duplikat tetapi belum terpisah dan masih terikat pada sentromer sehingga bentuk DNA sudah dalam bentuk X tapi masih menyebar.

Tahap G2 merupakan tahap dimana sel akan melanjutkan tahap pertumbuhan dengan aktivitas metabolisme untuk menghasilkan energi dan mensintesis protein untuk bertumbuh. Fase ini berlangsung selama 4 jam. Di akhir fase G2 ini juga ada sistem control molekuler yang disebut dengan G2 checkpoint. Sama peranya seperti G1 checkpoint, G2 checkpoint ini juga sistem control sel yang menentukan apakah siklus sel akan berlanjut ke Fase mitosis atau kembali ke fase interfase.

2. M Fase

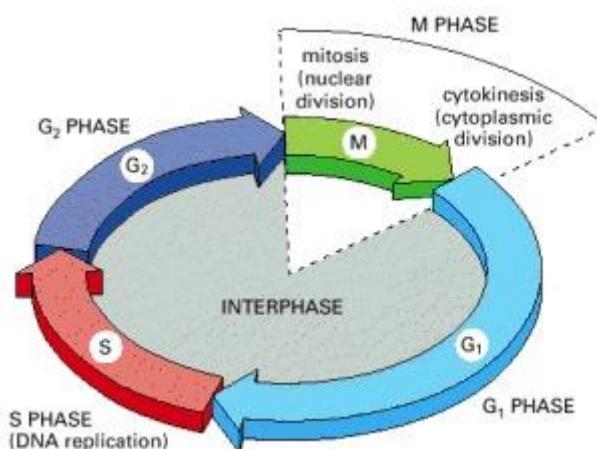
Fase mitosis merupakan fase lanjutan dari interfase dimana sel akan membelah diri menjadi dua sel baru. Kita ingat kembali di akhir interfase seluruh organel dan DNA sudah berduplicasi meskipun DNA masih dalam bentuk yang belum terkondensasi. Pada M fase akan terjadi dua tahapan yaitu mitosis dan cytokinesis. Mitosis merupakan tahapan dimana nukelus akan membelah menjadi dua nucleis dan cytokinesis merupakan pembelahan sitoplasma. Tahapan-tahapan pada proses mitosis dan cytokinesis melalui tahapan profase, metaphase, anaphase dan telophase.

Profase merupakan tahap I pada pembelahan sel. pada tahap ini kromosom akan terkondensasi, membran nukleus akan mulai menghilang, microtubule mulai terbentuk. Microtubule berfungsi untuk mendorong sentrosom ke arah kutub yang berlawanan dan sebagai tempat menempelnya kromosom.

Metafase merupakan tahapan dimana membrane nukelus sudah menghilang. Microtubule akan mengatur letak kromosom berada pada garis tengah sel.

Anafase merupakan tahapan dimana kromosom terbelah sehingga jumlahnya sudah berduplicasi. Kromosom yang sudah berduplicasi dan berada ditengah akan ditarik ke kutub yang berlawanan sehingga pada tahap ini sudah mempunyai dua kromosom yang berada di dua kutub yang berlawanan. Pada akhir tahap anafase sudah terjadi cekungan pada sitoplasma sel. hal ini menunjukan proses cytokinesis terjadi di akhir tahap anaphase.

Telophase merupakan tahap dimana kedua sisi sel mempunyai jumlah kromosom yang sama (46 kromosom). Pada tahap ini membrane nucleus sudah muncul kembali dan kromosom yang tadinya terkondensasi menjadi kembali ke bentuk menyebar, lekukan pada sitoplasma semakin dalam dan benang-benang spindle mulai hilang. Di akhir tahap telophase pembelahan sitoplasma akan berlanjut sehingga terbentuk dua jenis sel dari sel induk.



Gambar 3.8 Siklus Sel

E. Latihan Soal

1. Cairan yang berada dialam membrane plasma disebut dengan?
 - a. Sitoplasma
 - b. Nucleus
 - c. Mitokondria
 - d. Ribosom
 - e. lisosom

2. Organel yang berfungsi sebagai tempat sintesis protein adalah?
 - a. Sitoplasma
 - b. Nucleus
 - c. Mitokondria
 - d. Ribosom
 - e. Lisosom
3. Organel yang berfungsi sebagai tempat respirasi sel adalah?
 - a. Sitoplasma
 - b. Nucleus
 - c. Mitokondria
 - d. Ribosom
 - e. Lisosom
4. Merupakan fungsi dari membrane sel kecuali?
 - a. Tempat sintesis protein
 - b. Memberikan bentuk sel
 - c. Membatasi sel dengan lingkungan sekitar
 - d. Sebagai tempat transport aktif
 - e. Mengatur jenis molekul yang bisa masuk kedalam sel
5. Bagian dari sel yang berperan mengatur seluruh aktivitas sel adalah?
 - a. Sitoplasma
 - b. Nucleus
 - c. Mitokondria
 - d. Ribosom
 - e. Lisosom
6. Tahapan sintesi protein dimana proses terbentuknya mRNA dari DNA disebut?
 - a. Transkripsi
 - b. Translasi
 - c. Inisiasi
 - d. Elongasi
 - e. Terminasi

7. Tahapan sintesis protein dimana mRNA akan membentuk asam amino disebut?
- Transkripsi
 - Translasi
 - Inisiasi
 - Elongosiasi
 - Terminasi
8. Tahap transkripsi terjadi di?
- Sitoplasma
 - Nucleus
 - Mitokondria
 - Ribosom
 - Lisosom
9. Tahap translasi terjadi di Sitoplasma?
- Nucleus
 - Sitoplasma
 - Mitokondria
 - Ribosom
 - Lisosom
10. Tahapan pembelahan sitoplasma disebut dengan?
- Cytokinesis
 - Mitosis
 - Interfase
 - Sintesis
 - Profase
11. Fase dimana terjadi duplikasi DNA disebut?
- Cytokinesis
 - Mitosis
 - Interfase
 - Sintesis
 - Profase

12. Fase dimana sel akan melakukan aktivitas sehari-hari seperti sintesis protein dan metabolisme disebut?
- Cytokinesis
 - Mitosis
 - Interfase
 - Sintesis
 - Profase
13. Molekul yang terdiri dari basa nitrogen gula dan fosfat debut dengan?
- DNA
 - Gen
 - Nukleotida
 - Kromosom
 - Histon
14. Protein yang akan berikatan dengan rantai polinukleotida disebut dengan?
- DNA
 - Gen
 - Nukleotida
 - Kromosom
 - Histon
15. Enzim yang berperan menginisiasi untaian DNA akan terbuaka adalah?
- mRNA polymerase
 - tRNA polymerase
 - lipase
 - amilase
 - rRNA polimerase

Kunci Jawaban

- A
- D
- C
- A
- B
- A

7. B
8. B
9. C
10. A
11. D
12. C
13. C
14. E
15. A

F. Rangkuman Materi

Tubuh manusia terdiri dari unit terkecil yang disebut dengan sel. Sel mempunyai peranan penting dalam metabolisme yang bertujuan menghasilkan energi untuk kelangsungan hidup sel itu sendiri maupun untuk melakukan siklus sel. Untuk menjalankan peran ini struktur fungsional sel terbentuk oleh nucleus, membrane sel dan cytoplasma yang terdapat organel-organel yang mempunyai peranan spesifik.

Aktivitas utama sel adalah metabolisme, sintesis protein dan melakukan siklus sel. Didalam proses sintesis protein, akan terjadi dua tahap yaitu transkripsi dan translasi.

Proses transkripsi adalah proses untaian basa nitrogen DNA akan membentuk rantai mRNA, proses ini terjadi di nucleus. mRNA yang terbentuk akan menuju ke ribosom untuk melakukan proses transkripsi. Transkripsi yaotu proses pembentukan asam amino dari untaian kode mRNA. proses translasi ini terjadi di ribosom.

Siklus sel dibagi menjadi dua fase yaitu interfase dan M fase. Interfase adalah fase dimana aktivitas sehari-hari sel terjadi seperti sintesis protein dan metabolisme. Didalam interfase ada tahap G1, sintesis dan G2. Interfase sering disebut dengan fase persiapan untuk terjadinya pembelahan sel. M fase adalah fase dimana terjadinya pembelahan sel. di Mfase ini terjadi dua tahap yaitu tahap mitosis dan tahap cytokinesis. Tahap mitosis adalah proses pembelahan nukelus, sedangkan tahap cytokinesis adalah tahap pembelahan cytoplasma.

G. Glosarium

- ATP : Adenosin Trifosfat
DNA : Deoxyribonucleic Acid

RNA	: Ribonucleic Acid
Mrna	: masanger Ribonucleic Acid
tRNA	: transfer Ribonucleic Acid
rRNA	: ribosome - Ribonucleic Acid
RE	: Retikulum Endoplasma

H. Daftar Pustaka

- Alberts, B. (2013). Essential Cell Biology (4th ed.). New York: Garland Science, Taylor & Francis Group.
- Atmaji, Y. (2019). Ketakjuban Sebutir Sel. Surakarta: CV Kekata Group.
- Bailey, M. (2020). Cell and Molecular Biology. United Kingdom: ED-Tech Press.
- Chiras, D. D. (2019). Human Biology (9th ed.). Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Cole, L., & Kramer, P. (2015). Human Physiology, Biochemistry and Basic Medicine (1st ed.). Massachusetts: Academic Press.
- O'Grady, E. (2017). Cell Biology (4th ed.). Philadelphia: John F. Kennedy Blvd.
- Riyanti, B., Kiftiah, M., & Fran, F. (2018). Graf pembagi nol dan graf total pada kode genetik. Buletin Ilmiah Matematika, Statistika, dan Terapannya (Bimaster), 07(04), 369-378.

PROFIL PENULIS



Ns. Arifin Hidayat, SST., M.Kes. Lahir di Banyumas, 24 Desember 1991. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang Diploma (D-IV) pada Program Studi Keperawatan Poltekkes kemenkes Semarang tahun 2013. penulis melanjutkan pendidikan profesi di Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur. Kemudian melanjutkan pendidikan S2 pada Universitas Diponegoro dan lulus tahun pada tahun 2015. Saat ini penulis bekerja di Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur mengampu mata kuliah Ilmu Biomedik Dasar dan Keperawatan Medikal Bedah. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi, seminar, workshop dan pelatihan. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: arifinhidayat001@gmail.com

Motto: "Hiduplah seakan kamu mati besok, belajarlah seakan kamu hidup selamanya"



Mikawati, S.Kp., M.Kes. Lahir di Tarakan (Kalimantan Utara) pada tanggal 02 Agustus 1975 Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis diawali dengan pendidikan diploma (D3) Keperawatan Akper Panakkukang lulus pada tahun 1996, kemudian melanjutkan pada jenjang S1 di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesian (FIK – UI) lulus tahun 2001, pendidikan S2 pada Universitas Hasanuddin di Pprogram studi Biomedik dan lulus tahun pada tahun 2011. Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 1997 sebagai Staf kependidikan pada Akper Panakkukang dan sampai saat ini penulis masih tetap bekerja di STIKES Panakkukang (Ex Akper Panakkukang) mengampu mata kuliah Ilmu Biomedik, Keperawatan anak dan Keperawatan Maternitas. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi yaitu sebagai penulis buku, publikasi, seminar, workshop dll sesuai bidang kelimuan yang dimiliki sipenulis. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: mikawati,skp@gmail.com

Motto: "Jadikan sholat dan sabar sebagai penolong."

PROFIL PENULIS



V. Ririn Marwaningsih, S. Kep., Ns., M. Si. Med Lahir di Yogyakarta 14 Januari 1980. Pendidikan tinggi yang telah ditempuh oleh penulis yaitu jenjang diploma 3 Keperawatan di Stikes Pantirapih Yogyakarta lulus tahun 2001. Melanjutkan jenjang S1 pada Program Studi Ilmu Keperawatan, Universitas Gadjah Mada tahun 2005. Kemudian melanjutkan Pendidikan S2 pada Program Studi Ilmu Biomedik konsentrasi kesehatan reproduksi , Universitas Diponegoro Semarang lulus tahun 2012.

Riwayat pekerjaan diawali pada tahun 2001 penulis bekerja di RS Panti Rapih sampai dengan tahun 2002. Saat ini penulis bekerja di STIKes Elisabeth Semarang mengampu mata kuliah Ilmu Biomedik Dasar, Ilmu Dasar Keperawatan, Farmakologi dan Metodologi Penelitian. Penulis dapat dihubungi melalui email ririn.marwaningsih@gmail.com.

Motto: "Kisah hidupmu adalah film terbaik yang pernah ada, beri akting terbaikmu"

SINOPSIS BUKU

Cairan tubuh terbagi menjadi dua kompartemen utama: cairan intraseluler (CIS) dan cairan ekstraseluler (CES). CIS berada di dalam sel dan didominasi oleh kalium, sedangkan CES berada di luar sel dan mengandung natrium sebagai elektrolit utama. Pergerakan cairan antar kompartemen dipengaruhi oleh osmosis dan tekanan hidrostatik, serta diatur oleh hormon seperti ADH dan sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS), yang berfungsi menjaga keseimbangan cairan dan tekanan darah. Zat terlarut juga bergerak melalui mekanisme difusi, transpor aktif, dan filtrasi, membantu memastikan cairan tetap seimbang di seluruh tubuh.

Keseimbangan cairan tubuh sangat penting untuk mencegah gangguan seperti hipervolemia, yang terjadi saat volume cairan berlebihan, atau hipovolemia, yang muncul akibat kekurangan cairan. Elektrolit seperti natrium dan kalium berperan penting dalam fungsi saraf dan otot, serta dalam mengatur keseimbangan cairan. Ketidakseimbangan elektrolit dapat menyebabkan masalah serius pada tubuh, khususnya dalam fungsi neurologis dan jantung.

Selain itu, tubuh memiliki mekanisme pertahanan melalui refleks, yang merupakan respons otomatis terhadap rangsangan eksternal. Refleks ini melibatkan komponen seperti reseptor sensorik, neuron, dan otot, serta bertujuan melindungi tubuh dari ancaman fisik, seperti panas ekstrem atau benda tajam, dengan respons cepat dan otomatis.

Pada tingkat seluler, sel memainkan peran vital dalam metabolisme dan sintesis protein, yang penting bagi kelangsungan hidup dan regenerasi sel. Siklus sel terdiri dari dua fase utama: interfase, di mana sel melakukan aktivitas seperti sintesis protein, dan fase M, di mana terjadi pembelahan sel melalui proses mitosis dan sitokinesis. Proses ini penting untuk memastikan regenerasi dan pertumbuhan jaringan tubuh berlangsung dengan baik dan terus-menerus.

Cairan tubuh terbagi menjadi dua kompartemen utama: cairan intraseluler (CIS) dan cairan ekstraseluler (CES). CIS berada di dalam sel dan didominasi oleh kalium, sedangkan CES berada di luar sel dan mengandung natrium sebagai elektrolit utama. Pergerakan cairan antar kompartemen dipengaruhi oleh osmosis dan tekanan hidrostatik, serta diatur oleh hormon seperti ADH dan sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS), yang berfungsi menjaga keseimbangan cairan dan tekanan darah. Zat terlarut juga bergerak melalui mekanisme difusi, transpor aktif, dan filtrasi, membantu memastikan cairan tetap seimbang di seluruh tubuh. Keseimbangan cairan tubuh sangat penting untuk mencegah gangguan seperti hipervolemia, yang terjadi saat volume cairan berlebihan, atau hipovolemia, yang muncul akibat kekurangan cairan. Elektrolit seperti natrium dan kalium berperan penting dalam fungsi saraf dan otot, serta dalam mengatur keseimbangan cairan. Ketidakseimbangan elektrolit dapat menyebabkan masalah serius pada tubuh, khususnya dalam fungsi neurologis dan jantung. Selain itu, tubuh memiliki mekanisme pertahanan melalui refleks, yang merupakan respons otomatis terhadap rangsangan eksternal. Refleks ini melibatkan komponen seperti reseptor sensorik, neuron, dan otot, serta bertujuan melindungi tubuh dari ancaman fisik, seperti panas ekstrem atau benda tajam, dengan respons cepat dan otomatis.

Pada tingkat seluler, sel memainkan peran vital dalam metabolisme dan sintesis protein, yang penting bagi kelangsungan hidup dan regenerasi sel. Siklus sel terdiri dari dua fase utama: interfase, di mana sel melakukan aktivitas seperti sintesis protein, dan fase di mana terjadi pembelahan sel melalui proses mitosis dan sitokinesis. Proses ini penting untuk memastikan regenerasi dan pertumbuhan jaringan tubuh berlangsung dengan baik dan terus-menerus.

ISBN 978-623-8775-44-6

9 786238 775446

Penerbit :
PT Nuansa Fajar Cemerlang
Grand Slipi Tower Lt. 5 Unit F
Jalan S. Parman Kav. 22-24
Kel. Palmerah, Kec. Palmerah
Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia, 11480
Telp: (021) 29866919