

BUNGA RANPAI

ILMU BIOMEDIK



Dr. Agnes Batmomolin, S. Kep., Ns., M.Kes
Winda Rofiyati, S.Kep.,Ns.,M.Kep
drg. Karin Tika Fitria, M.Biomed
Ns. Winasari Dewi, M.Kep
Ns. Muhammad Hidayat, S.Kep., M.Biomed
Dr. Muthia Mutmainnah. M.Kep., Sp,Mat
Yourisna Pasambo,Ners,M.Kes

Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,M.Kes
Ns.R. Tri Rahyuning Lestari, S.Kep.,M.Biomed
Fardiah Tilawati Sitanggung,SKM, M.Biomed
Ns. Agus Dwi Pranata., M. Kep
Desti Puswati, SKp., M.Kep
Sholeha Rezekiyah, S.K.M, M.Bmd
Ns. Maulani. M.Kep

**BUNGA RAMPAI
ILMU BIOMEDIK**

Dr. Agnes Batmomolin, S. Kep., Ns., M.Kes
Winda Rofiyati, S.Kep.,Ns.,M.Kep
drg. Karin Tika Fitria, M.Biomed
Ns. Winasari Dewi, M.Kep
Ns. Muhammad Hidayat, S.Kep., M.Biomed
Dr. Muthia Mutmainnah. M.Kep., Sp,Mat
Yourisna Pasambo,Ners,M.Kes
Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,M.Kes
Ns.R. Tri Rahyuning Lestari, S.Kep.,M.Biomed
Fardiah Tilawati Sitanggang,SKM, M.Biomed
Ns. Agus Dwi Pranata., M. Kep
Desti Puswati, SKp., M.Kep
Sholeha Rezekiyah, S.K.M, M.Bmd
Ns. Maulani. M.Kep

BUNGA RAMPAI ILMU BIOMEDIK

Penulis:

Dr. Agnes Batmomolin, S. Kep., Ns., M.Kes
Winda Rofiyati, S.Kep.,Ns.,M.Kep
drg. Karin Tika Fitria, M.Biomed
Ns. Winasari Dewi, M.Kep
Ns. Muhammad Hidayat, S.Kep., M.Biomed
Dr. Muthia Mutmainnah. M.Kep., Sp,Mat
Yourisna Pasambo,Ners,M.Kes
Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,M.Kes
Ns.R. Tri Rahyuning Lestari, S.Kep.,M.Biomed
Fardiah Tilawati Sitanggang,SKM, M.Biomed
Ns. Agus Dwi Pranata., M. Kep
Desti Puswati, SKp., M.Kep
Sholeha Rezekiyah, S.K.M, M.Bmd
Ns. Maulani. M.Kep

ISBN :

978-623-8422-17-3

Editor Buku :

dr. Arimaswati, M.Sc
Ns. La Rangki, S.Kep., M.Kep

Diterbitkan Oleh :

PT MEDIA PUSTAKA INDO

Jl. Merdeka RT4/RW2 Binangun, Kab. Cilacap, Jawa Tengah

Website: www.mediapustakaindo.com

E-mail: mediapustakaindo@gmail.com

Anggota IKAPI: 263/JTE/2023

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian karya tulis ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada saya sehingga buku Bunga Rampai ini dapat tersusun. Buku ini diperuntukkan bagi Dosen, Praktisi, dan Mahasiswa Kesehatan sebagai bahan bacaan dan tambahan referensi.

Buku Bunga Rampai ini berjudul Ilmu Biomedik mencoba menyuguhkan dan mengemas beberapa hal penting konsep Ilmu Biomedik. Buku ini berisi tentang segala hal yang berkaitan dengan konsep anatomi semua system dalam tubuh manusia dan konsep lainnya yang disusun oleh beberapa Dosen dari berbagai Perguruan Tinggi.

Buku ini dikemas secara praktis, tidak berbelit-belit dan langsung tepat pada sasaran. Selamat membaca.

Kendari, 29 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

BAB 1 Pengantar Anatomi Fisiologi dan Konsep Homeostasis	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Pemahaman Dasar Mempelajari Anatomi Fisiologi dan Homeostasis.....	2
C. Anatomi Fisiologis Mendeteksi Gangguan Kesehatan dan Penyakit.....	4
D. Konsep Homeostasis	6
BAB 2 Sel dan Jaringan.....	13
A. Pendahuluan.....	13
B. Sel.....	13
C. Jaringan Dasar Tubuh	17
BAB 3 Struktur dan Fungsi Sensorik.....	23
A. Pendahuluan.....	23
B. Somatosensorik	24
C. Indera Penglihatan.....	27
D. Indera Pendengaran dan Keseimbangan.....	28
E. Indera Penciuman dan Pengecap	29
BAB 4 Sistem Saraf dan Endokrin.....	35
A. Pendahuluan.....	35
B. Konsep Anatomi dan Fisiologi Sistem Saraf	35
C. Sistem Saraf Pusat.....	41
D. Pelindung Sistem Saraf Pusat.....	44
E. Sistem Saraf Tepi.....	47
F. Konsep Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin	50
BAB 5 Sistem Peredaran Darah dan Kelenjar Getah Bening.....	64
A. Pendahuluan.....	64

B. Konsep Sistem Peredaran Darah	65
C. Konsep Kelenjar getah bening	70
BAB 6_Konsep Sistem Kardiovaskuler	77
A. Pendahuluan.....	77
B. Konsep Sistem Kardiovaskuler	77
BAB 7_Konsep Sistem Respirasi	87
A. Pendahuluan.....	87
B. Konsep Sistem Respirasi	87
C. Anatomi Sistem Respirasi	88
D. Fisiologi Sistem Respirasi	95
BAB 8_Sistem Perkemihan.....	102
A. Pendahuluan.....	102
B. Anatomi Fisiologi.....	102
BAB 9_Sistem Reproduksi dan Tumbuh Kembang Janin	116
A. Pendahuluan.....	116
B. Anatomi Sistem Reproduksi pada pria dan wanita	116
C. Tumbuh Kembang Janin	122
BAB 10_Sistem Rangka, Otot dan Sendi	128
A. Pendahuluan.....	128
B. Sistem Otot (Muscular)	128
C. Sistem Rangka/Skeletal	131
BAB 11_Konsep dasar Sel Dalam Keperawatan	140
A. Pendahuluan.....	140
B. Konsep Sel.....	140
BAB 12_Bioptik, Bioakustik, Biothermik	150
A. Pendahuluan.....	150
B. Bioptik	150
C. Bioakustik	154

D. Biothermik	157
BAB 13_Karbohidrat, Protein dan Lipid	162
A. Pendahuluan.....	162
B. Karbohidrat.....	162
C. Protein	164
D. Lipid.....	168
BAB 14_Konsep Sistem Pencernaan	176
A. Pendahuluan.....	176
B. Konsep Sistem Pencernaan.....	176

BAB 1

Pengantar Anatomi Fisiologi dan Konsep Homeostasis

* Dr. Agnes Batmomolin, S. Kep., Ns., M. Kes *

A. Pendahuluan

Tubuh manusia terorganisir dalam berbagai tingkat struktural, terdiri dari triliunan atom dan ribuan reaksi kimia yang berlangsung sangat teratur, sel, jaringan, organ sampai organisme, dan semuanya bekerja bersama untuk menjaga fungsi dari setiap struktur untuk kelangsungan hidup manusia. Anatomi dan fisiologi membahas tentang struktur dan fungsi tubuh untuk kelangsungan hidup. Sedangkan homeostasis adalah konsep yang terkait dengan fungsi fisiologis tubuh manusia yang memelihara keseimbangan internal. Untuk menjaga keseimbangan internal, tubuh harus mengatur berbagai parameter seperti tekanan darah, suhu, kadar oksigen, pH dan lain-lain dalam kisaran optimal dan aman. Ketika tubuh tidak mampu mengatur keseimbangan internal, maka seseorang akan mengalami gangguan kesehatan (Scanlon & Sanders, 2007); (Modell *et al.*, 2015).

Anatomi dan fisiologi memiliki keterkaitan erat, dan harus dipahami secara terintegrasi. Memahami anatomi penting untuk memahami bagaimana fungsi tubuh berkerja. Misalnya untuk memahami bagaimana jantung berfungsi memompa darah, diperlukan pemahaman tentang struktur jantung dan bagaimana otot-otot dan katup-katup jantung berinteraksi.

Mempelajari anatomi, fisiologi dan homeostasis akan memberikan pemahaman yang holistik dan terintegrasi tentang bagaimana tubuh manusia bekerja menjaga keseimbangan

fungsi normal untuk kesehatan dan kesejahteraan manusia (Billman, 2020).

B. Pemahaman Dasar Mempelajari Anatomi Fisiologi dan Homeostasis

1. Anatomi

Anatomi adalah ilmu yang mempelajari struktur internal dan eksternal tubuh manusia serta bagaimana berbagai bagian tubuh saling berhubungan. Anatomi berfokus pada identifikasi, deskripsi dan klasifikasi berbagai bagian tubuh, seperti organ, jaringan: tulang, otot dan jaringan/organ lainnya.

Mempelajari anatomi dimaksudkan untuk memahami struktur tubuh termasuk bagaimana berbagai bagian tubuh saling berhubungan dan membentuk sistem yang kompleks.

Metode untuk mempelajari bagian tubuh atau anatomi dapat dilakukan melalui pengamatan visual, diseksi (pembedahan), dan penggunaan teknologi kedokteran seperti CT scan, MRI, dan sebagainya. Struktur tubuh yang dapat dilihat dengan mata telanjang atau melalui pengamatan dikenal dengan *gross anatomy* atau anatomi makroskopik, sedangkan struktur tubuh yang tidak dapat dilihat tanpa pembesaran dikenal dengan anatomi mikroskopik atau dikenal dengan *histology* (Marieb & Hoehn, 2013); (Garrett, 2018) .

2. Fisiologi

Fisiologi adalah cabang ilmu yang berkaitan dengan bagaimana tubuh mengatur proses internal dan bagaimana berbagai sistem bekerja bersama. Fokus utama fisiologi pada menjelaskan mekanisme dan proses yang memungkinkan tubuh melakukan berbagai fungsi, seperti fungsi pernapasan, fungsi pencernaan, dan lain-lain.

Tujuan utama mempelajari fisiologi adalah memahami bagaimana tubuh bekerja, dan bagaimana respon tubuh terhadap perubahan lingkungan. Fisiologi melibatkan studi tentang interaksi kimia, biokimia, dan proses biologis dalam tubuh. Eksperimen di laboratorium dan pengamatan pada

organisme hidup maupun studi pada tingkat seluler menjadi bagian penting dari studi fisiologi.

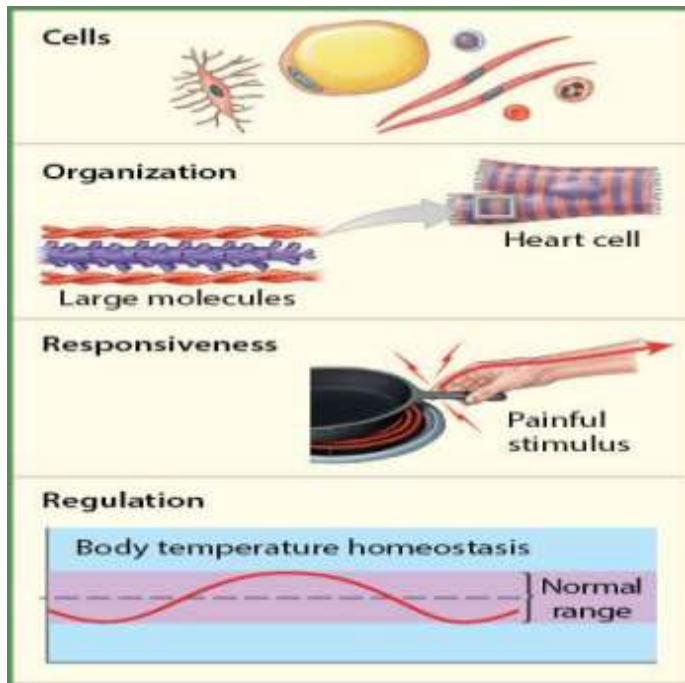
Contoh studi proses fisiologis mencakup mempelajari tentang bagaimana otot berkontraksi, bagaimana sistem saraf mengirim signal atau bagaimana hormon mengatur metabolisme.

3. Homeostasis

Homeostasis merupakan kemampuan tubuh untuk mempertahankan kondisi internal yang relatif konstan dan stabil meskipun terjadi perubahan, baik perubahan internal maupun eksternal.

Sistem organ yang dikenal sebagai pengatur yang berperan menjaga homeostasis yakni sistem saraf dan sistem endokrin. Sistem saraf mengirimkan sinyal cepat untuk merespon perubahan cepat dalam tubuh, sementara sistem endokrin mengeluarkan hormon yang mengatur respon lambat dalam jangka waktu yang lebih lama.

Contoh homeostasis seperti pengaturan suhu tubuh, dimana hipotalamus dalam otak memantau suhu tubuh dengan mengatur respon seperti berkeringat atau menggigil. Contoh lainnya yaitu pengaturan kadar gula darah oleh insulin dan glukagon. Gangguan homeostasis dapat menyebabkan penyakit dan gangguan kesehatan. Misalnya diabetes mellitus terjadi ketika pengaturan kadar glukosa darah terganggu.



Gambar 1. Organisasi struktur tubuh manusia dan homeostasis (Garrett, 2018)

C. Anatomi Fisiologis Mendeteksi Gangguan Kesehatan dan Penyakit

Anatomi dan fisiologi berperan penting dalam mengidentifikasi gejala penyakit dan mendiagnosis kondisi kesehatan seseorang. Pemahaman tentang hubungan antar organ dan sistem tubuh akan membantu dokter, perawat, bidan dalam menganalisis gejala, melakukan pemeriksaan fisik, merancang pemeriksaan diagnostik, dan menggunakan hasil pemeriksaan diagnostik untuk mengidentifikasi penyakit, termasuk merancang rencana pengobatan yang sesuai untuk mengembalikan fungsi normal organ atau sistem tertentu (Anne & Grant, 2004).

1. Identifikasi Gejala Penyakit

Pemahaman tentang anatomi tubuh manusia membantu mengidentifikasi letak dan hubungan antara

berbagai organ dan jaringan. Hal ini penting karena gejala suatu penyakit seringkali terkait dengan organ atau sistem tertentu. Ketika seseorang mengalami gejala atau masalah kesehatan tertentu, pengetahuan tentang anatomi akan membantu dokter atau perawat menghubungkan gejala tersebut dengan organ atau sistem tubuh yang mungkin terpengaruh. Misalnya nyeri di bagian dada mungkin berhubungan dengan jantung atau paru-paru.

Pengetahuan tentang fisiologi dapat membantu menghubungkan gejala penyakit dengan fungsi tubuh yang mungkin terganggu. Misalnya ketika seseorang mengalami gangguan pernapasan seperti batuk atau sesak napas, pemahaman tentang bagaimana sistem pernapasan bekerja akan membantu mengidentifikasi gejala sesak napas atau batuk yang berhubungan dengan gangguan sistem pernapasan. Pengetahuan dan pengalaman klinis juga sangat membantu mengenali pola penyakit dan mengarahkan pemeriksaan lanjut untuk mencari penyebab mendasar gejala penyakit.

2. Proses Diagnostik

Pemeriksaan fisik secara teliti untuk mediagnosis suatu penyakit dapat dilakukan dengan baik jika dokter, perawat atau bidan memiliki pemahaman yang baik pula tentang anatomi fisiologi tubuh. Misalnya pemahaman tentang anatomi fisiologi jantung akan membantu mendengarkan suara jantung dengan stetoskop, tepat pada bagian dada untuk mendeteksi masalah pada katub jantung.

Pemahaman fisiologi membantu menghubungkan masalah kesehatan dengan gangguan fungsi tubuh. Misalnya jika seseorang mengalami masalah pernapasan, pemahaman tentang bagaimana paru-paru berfungsi dapat membantu mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah tersebut.

Pemeriksaan diagnostik seperti pemeriksaan darah, CT scan, MRI, dan EKG dapat dirancang dengan tepat

didukung oleh pemahaman yang baik tentang anatomi fisiologi. Demikian pula interpretasi hasil pemeriksaan dan identifikasi kelainan organ membutuhkan pemahaman tentang fungsi organ dan jaringan.

D. Konsep Homeostasis

1. Pengertian

Secara harafiah homeostasis artinya 'tidak berubah', tetapi dalam praktiknya homeostasis menggambarkan situasi yang dinamis dan selalu berubah dalam batas-batas tertentu. Homeostasis adalah proses pengaturan diri, dimana sistem biologis tubuh mempertahankan stabilitas internal sambil menyesuaikan diri dengan perubahan kondisi eksternal. Pengertian ini menjelaskan bagaimana suatu organisme dapat mempertahankan kondisi internal yang kurang lebih konstan yang memungkinkannya beradaptasi dan bertahan hidup dengan menghadapi perubahan lingkungan eksternal (Billman, 2020).

Tubuh akan mengatur berbagai variabel tertentu untuk mendukung fungsi normal tubuh. Suhu, konsentrasi nutrisi, derajat keasaman, air, natrium, kalsium, oksigen, tekanan darah, detak jantung dan laju pernapasan adalah beberapa variabel internal tubuh yang harus tetap berada dalam kisaran tertentu. Ketika tubuh gagal mempertahankan variabel tubuh internal dalam kisaran tertentu, fungsi normal terganggu dan penyakit dapat terjadi (Liachovitzky, 2023).

2. Komponen Homeostasis

Homeostasis dipertahankan oleh sistem kontrol yang mendeteksi dan menanggapi perubahan dalam lingkungan internal. Sistem kontrol tersebut biasanya memiliki empat komponen dasar yakni: stimulus, sensor atau detector, pusat kontrol dan efektor (Liachovitzky, 2023).

a. Stimulus

Stimulus biasanya merupakan variabel fisiologis atau nilai fisiologis yang berubah. Contoh stimulus atau

nilai fisiologis yang berubah adalah suhu tubuh dan kadar glukosa darah.

b. Sensor atau detektor

Sensor atau detektor biasanya berupa reseptor sensorik yaitu sel, jaringan, atau organ yang merasakan perubahan stimulus atau perubahan variabel fisiologis. Misalnya, ujung sel saraf sensoris di kulit merasakan peningkatan suhu tubuh, dan sel khusus di pankreas merasakan penurunan kadar glukosa darah. Reseptor sensorik yang berfungsi sebagai detektor atau sensor ini memberikan input atau informasi ke pusat kontrol.

c. Pusat kontrol/kendali

Pusat kontrol merupakan struktur tubuh yang menentukan kisaran normal dari sebuah variabel fisiologis atau titik setel/set point. Pusat kontrol menentukan batas mana faktor variabel harus dipertahankan setelah menerima input dari detektor atau sensor dan mengintegrasikan informasi yang diterima. Misalnya, hipotalamus menentukan set point suhu tubuh (sekitar 37°C, atau 98,6°F), dan sel khusus di pankreas menentukan set point kadar glukosa darah (sekitar 70-100mg/dL). Untuk mempertahankan keadaan homeostasis, pusat kontrol akan merespon perubahan stimulus yang diterima dari sensor dengan mengirim sinyal ke efektor. Ketika sinyal yang masuk menunjukkan bahwa penyesuaian diperlukan, pusat kendali akan merespon dan mengubah efektor. Proses memelihara lingkungan internal tetap stabil atau konstan terjadi secara dinamis (Anne & Grant, 2004).

d. Efektor

Efektor adalah sel, jaringan, atau organ yang merespon sinyal dari pusat kontrol/pusat kendali, sehingga memberikan respon terhadap stimulus (variabel/nilai fisiologis yang berubah) untuk mempertahankan homeostasis.

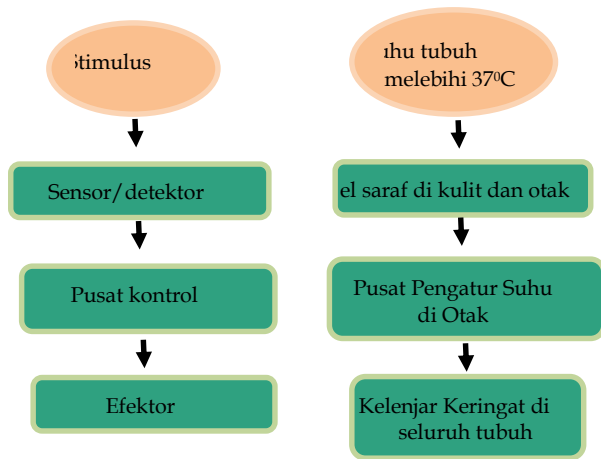
Misalnya kelenjar keringat (efektor) di seluruh tubuh mengeluarkan keringat untuk menurunkan suhu tubuh

3. Mekanisme Homeostasis

Mekanisme pengaturan keseimbangan internal dicapai melalui umpan balik (*feedback*) positif dan negatif. Dalam umpan balik negatif, perubahan yang terjadi di dalam tubuh memicu respon yang berlawanan untuk mengembalikan kondisi ke dalam kisaran normal, sedangkan dalam umpan balik positif, perubahan yang terjadi akan merangsang respon yang memperkuat perubahan tersebut (Scanlon & Sanders, 2007).

Sebagian besar sistem kontrol mempertahankan homeostasis dengan proses umpan balik negatif. Umpan balik negatif mencegah variabel fisiologis atau fungsi tubuh melampaui kisaran normal. Mekanisme umpan balik negatif akan membalikkan perubahan variabel fisiologis (stimulus) setelah rentang normal terlampaui.

Gambar 2. Empat komponen dasar homeostasis (a)

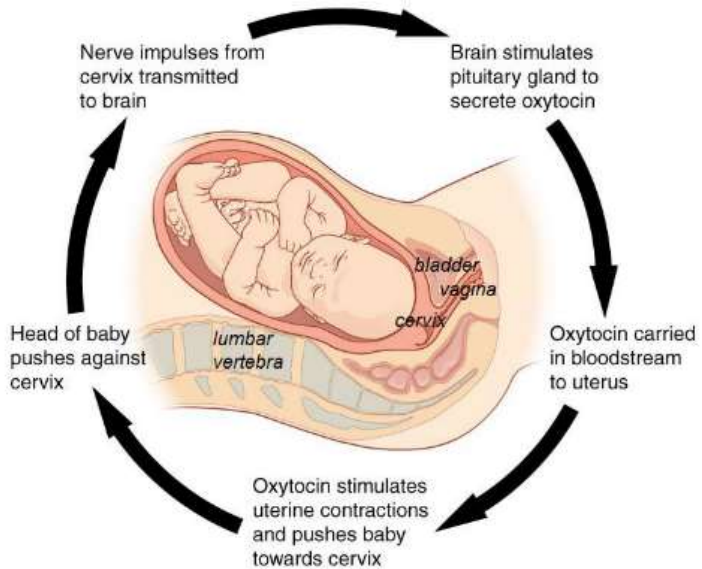


dan pengaturan suhu tubuh melalui umpan balik negative (b). (modifikasi dari Liachovitzky, 2023).

Umpan balik positif adalah mekanisme yang mengintensifkan perubahan kondisi fisiologis tubuh

daripada membalikannya (seperti yang terjadi pada mekanisme umpan balik negative). Pada umpan balik positif, penyimpangan dari nilai/kisaran normal akan menghasilkan lebih banyak perubahan, dan sistem akan bergerak lebih jauh dari kisaran normal. Umpan balik positif dalam tubuh adalah normal jika ada titik akhir yang pasti.

Persalinan adalah salah satu contoh umpan balik positif yang normal, tetapi hanya diaktifkan jika diperlukan. Pada proses persalinan, bagian terendah janin (biasanya kepala) menekan dasar panggul (stimulus) mendorong janin ke arah serviks uteri (bagian terendah uterus). Serviks mengandung sel sensitif peregangan yang dapat berfungsi sebagai detektor (sensor) yang memantau tingkat peregangan. Sel saraf ini mengirimkan sinyal ke otak (pusat kontrol) yakni hipotalamus tepatnya pada hipofise lobus posterior, selanjutnya kelenjar hipofise lobus posterior melepaskan hormon oksitosin ke dalam aliran darah. Hormon oksitosin menyebabkan kontraksi otot polos (efektor) uterus yang terus mendorong janin lebih jauh ke dalam jalan lahir. Keadaan ini menyebabkan peregangan serviks yang lebih lebih besar. Siklus peregangan, pelepasan oksitosin dan kontraksi uterus yang semakin kuat akan berhenti saat bayi lahir. Pada titik tersebut, peregangan serviks berhenti, menghentikan pelepasan oksitosin dari hipofise. Hasil akhir dari umpan balik positif adalah kelahiran. Putaran umpan balik positif menghasilkan perubahan status tubuh bukan kembali ke *set point*.



Gambar 3. Mekanisme umpan balik positif pada proses persalinan (Liachovitzky, 2023)

Regulasi homeostasis mencerminkan interaksi kompleks dari beberapa sistem umpan balik yang dapat dimodifikasi oleh pusat kontrol/pusat kendali yang lebih tinggi dan menghasilkan tingkat kendali yang lebih baik dan fleksibilitas yang lebih besar yang memungkinkan organisme beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan.

Kesehatan dan vitalitas organisme adalah hasil akhir dari regulasi homeostasis lingkungan internal. Gangguan dalam mekanisme homeostasis yang akhirnya menyebabkan penyakit, dan terapi yang efektif hendaknya diarahkan untuk membangun kembali homeostatis atau mencapai kondisi lingkungan internal yang normal (Billman, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

- Anne, W., & Grant, A. (2004). Anatomy and Physiology in Health and Illness. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue Mi).
- Billman, G. E. (2020). Homeostasis: The Underappreciated and Far Too Often Ignored Central Organizing Principle of Physiology. *Frontiers in Physiology*, 11(March), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00200>
- Garrett, L. (2018). Visual anatomy & Physiology. *British Medical Bulletin*, 4(1), 66. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072674>
- Liachovitzky. (2023). *Human Anatomy and Physiology Preparatory*.
- Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2013). The Human Body: An Orientation. *Human Anatomy and Physiology*, 1–22.
- Modell, H., Cliff, W., Michael, J., McFarland, J., Wenderoth, M. P., & Wright, A. (2015). A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiology Education*, 39(1), 259–266. <https://doi.org/10.1152/advan.00107.2015>
- Scanlon, V. C., & Sanders, T. (2007). *Essential of Anatomy and Physiology* (fifth). F.A Davis Company.

BIODATA PENULIS



Dr. Agnes Batmomolin, S. Kep., Ns., M. Kes, lahir di Abususr Kisar 13 September 1970. Saat ini bekerja sebagai Dosen tetap di Poltekkes Kemenkes Maluku. Pengalaman menulis buku, Ilmu Biomedik Dasar, Komunikasi Kesehatan Sadar Budaya, Patofisiologi Sistem Pernapasan, Patofisiologi Kardiovaskuler, Bunga Rampai Farmakologi Kebidanan, Kesehatan Reproduksi dan Keluarga Berencana, Tumbuh Kembang Anak.

BAB 2

Sel dan Jaringan

Winda Rofiyati, S.Kep.,Ns.,M.Kep

A. Pendahuluan

Sel merupakan unit dasar dalam kehidupan sebuah organisme. Sel mempunyai berbagai fungsi spesifik yang menunjang tubuh dalam upaya menjaga homeostasis. Sel juga menyimpan informasi penting manusia yang diturunkan dalam DNA dalam intinya.

Berdasarkan ada atau tidaknya nukleus didalamnya sel dibagi menjadi 2 jenis yaitu *sel eukariotik* yaitu sel yang mempunyai keberadaan inti yang jelas dijumpai pada sel manusia maupun hewan dan *sel prokariotik* yaitu sel yang keberadaan inti sel nya tidak jelas biasanya pada bakteri dan algae dimana terkadang inti sel menyebar dalam sitoplasma(Khan & Farhana, 2020).

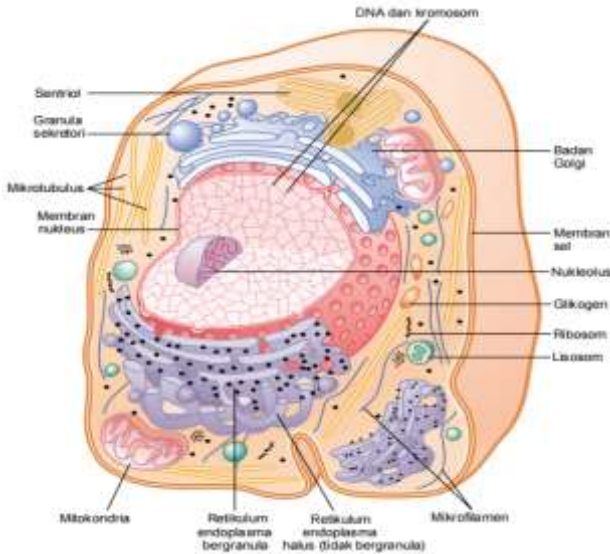
Kumpulan sel dengan struktur dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Jaringan dalam tubuh manusia dibagi menjadi beberapa tipe yaitu jaringan epithelial, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan syaraf. Kumpulan jaringan ini kemudian akan membentuk organ yang selanjutnya organ akan menyusun sistem organ, dan berbagai sistem organ akan membentuk organisme yang utuh.

B. Sel

1. Struktur Sel

Sel terdiri dari beberapa bagian utama yaitu nukleus dan sitoplasma. Nukleus dipisahkan dari cairan sitoplasma oleh membran nukleus. Sedangkan Sitoplasma dipisahkan dari lingkungan luar sel oleh membran sel (membran plasma). Dalam sitoplasma tersebar beberapa organela. Sel

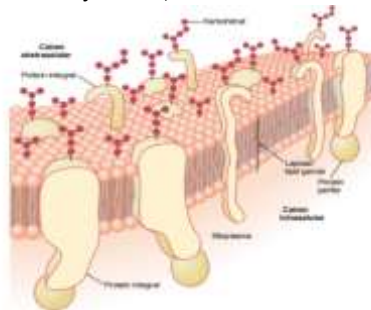
itu sendiri terdiri dari zat-zat penyusun yang disebut sebagai protoplasma yang tersusun dari air, elektrolit, protein, lipid dan karbohidrat. Struktur fisik sel secara garis besar dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu membran sel, sitoplasma, nukleus dan organela (Khonsary, 2017).



Gambar 1. Struktur Sel (Khonsary, 2017)

a. Membrane Sel

Membrane sel sering juga disebut sebagai membrane plasma yang merupakan lapisan tipis yang menyelubungi sel memisahkan sel dari lingkungan luar sel. Membran sel ini tersusun oleh protein dan lipid (Khonsary, 2017).



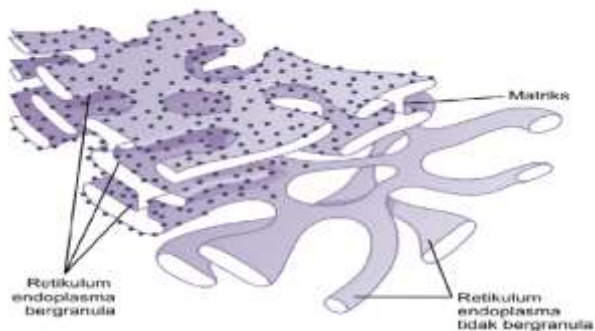
Gambar 2. Membran Sel (Khonsary, 2017)

2. Sitoplasma

Sitoplasma dipenuhi oleh partikel dan organel yang beragam ukurannya. Bagian yang cair yang bening dari sitoplasma disebut sebagai sitosol dimana kandungan utamanya adalah protein, elektrolit dan glukosa yang terlarut. Dalam sitoplasma didalamnya terdapat 5 organela yang penting dalam keberlangsungan kehidupan sel yaitu retikulum endoplasma, badan golgi, mitokondria, lisosom dan peroksisom (Irianto, 2012)

3. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan jaringan berbentuk tubulus dan vesikel gepeng dalam sitoplasma, tubulus ini saling berhubungan satu sama lain. Retikulum endoplasma dibagi menjadi 2 yaitu retikulum endoplasma kasar dan retikulum endoplasma halus. (Khonsary, 2017)



Gambar 3. Retikulm Endplasma
(Khonsary, 2017)

Retikulum endoplasma kasar (rough endoplasma) merupakan struktur retikulum endoplasma dengan partikel bergranula ribosom. Retikulum endoplasma kasar ini akan terlihat “kasar karena” karena taburan granula ribosom. Ribosom ini tersusun oleh campuran RNA dan protein berfungsi untuk sintesis molekul protein baru dalam sel (Khonsary, 2017).

Retikulum endoplasma halus (tidak bergranula) yaitu sebagian reticulum endoplasma yang tidak memiliki

ribosom. Retikulum endoplasma halus ini berfungsi dalam sintesis lipid dan berperan dalam berbagai proses yang erhubungan dengan enzim yang berada dalam reticulum (Khonsary, 2017).

4. Badan Golgi

Badan golgi memiliki struktur yang hampir mirip dengan retikulum endoplasma halus, biasanya tersusun atas empat atau lebih lapisan vesikel tiis, tertutup dan gepeng. Badan golgi berperan dalam sel sekretori dimana badan golgi akan terletak disisi sel tempat sekretori akan dikeluarkan.

5. Lisosom

Lisosom adalah organel yang terbentuk dari beberapa bagian dari badan golgi kemudian terlepas menyebar ke seluruh sitoplasma. Lisosom berfungsi sebagai organel yang dapat mencerna struktur sel yang rusak, partikel makanan yang telah dicerna sel, zat yang tidak diinginkan seperti bakteri.

6. Peroxisom

Peroxisom berbentuk hampir mirip dengan lisosom namun berbeda pada beberapa hal peroksisom mengandung enzim oksidase yang naantinya akan bergabung dengan ion hydrogen membentuk hydrogen peroksida yang berfungsi dalam oksidasi zat yang mungkin berbahaya bagi sel salah satunya adalah alcohol dioksidasi oleh peroksisom sel hati dengan cara tersebut.

7. Mitokondria

Mitokondria disebut sebagai “power house” atau gudang energy sel. Tanpa mitokondrian sel tidak akan memperoleh cukup energi dan keseluruhan fungsi sel akan berhenti. Struktur dasar mitokondria tersusun atas dua lapisan lipid dan protein dan terbentuk dari beberapa membrane yang tersusun seperti rak-rak yang merupakan tempat melekatnya enzim oksidatif untuk mengoksidasi zat gizi. Enzim-enzim ini bekerja dengan enzim oksidatif menghasilkan ATP (adenosine trifosfat) yang kemudian

diangkut keluar mitokondria dan berdifusi ke seluruh bagian sel untuk memberikan energi. Mitokondria dapat mereplikasi diri jika dirasa organisme memerlukan kebutuhan ATP yang banyak sehingga memungkinkan produksi ATP lebih banyak.

8. Nukleus

Nukleus merupakan inti dari sel pusat pengaturan sel. Setiap inti sel mempunyai satu dari 2 pasang gen. Fungsi inti sel antara lain pada pembelahan sel (pada pembelahan diri sel) dan memproduksi ribosom dengan asam nukleat yang disebut ARN Ribosom. Inti sel juga mengandung enzim DNA polimerase yang berguna dalam proses glikolisis. Dalam inti sel terdapat inti yang disebut nukleolus yang didalamnya mengandung ARN (asam ribonukleat). Kromatin adalah benang halus berpilin yang dapat membelah dan membesar disebut sebagai kromosom (Irianto, 2012)

C. Jaringan Dasar Tubuh

Tubuh manusia terdiri dari kumpulan sel, kumpulan sel-sel yang mempunyai sifat struktur yang sama akan membentuk jaringan. Macam-macam jaringan tubuh pada manusia adalah jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf (Syaifudin, 2016).

1. Jaringan Epitel

Sel epitel membentuk jaringan primer di seluruh tubuh. Ada banyak susunan sel epitel, seperti skuamosa, kuboid, dan kolumnar, yang tersusun sebagai sederhana, bertingkat, pseudostratifikasi, dan transisi. Karena sel epitel lazim di seluruh tubuh, fungsinya berubah berdasarkan lokasi. Misalnya, sel epitel di kulit memberikan perlindungan, sedangkan mereka memiliki sifat sekresi dan penyerapan di usus. Artikel ini berusaha untuk menjelaskan karakteristik anatomi sel epitel dan fungsinya dan menggambarkan fitur yang terlihat pada pewarnaan histologis. (Kurn & Daly, 2023)

2. Jaringan Ikat

Jaringan ikat adalah salah satu jenis jaringan dasar tubuh. Seperti namanya, "jaringan ikat" adalah istilah yang diberikan untuk beberapa jaringan tubuh yang menghubungkan, mendukung, dan membantu mengikat jaringan lain. Sementara berbagai jaringan ikat tubuh beragam, mereka berbagi banyak fitur struktural dan fungsional yang menjelaskan mengapa mereka dimasukkan ke dalam kategori jaringan tunggal. Jaringan ikat dapat dipecah menjadi dua kategori utama: jaringan ikat yang tepat dan jaringan ikat khusus. Jaringan ikat yang tepat dibagi lagi menjadi jaringan ikat longgar dan padat. Jaringan ikat khusus beragam karena terdiri dari berbagai sel khusus dan substansi dasar. Jaringan ikat khusus termasuk adiposa, tulang rawan, tulang, darah, dan jaringan retikuler (Kamrani, Marston, Arbor, & Jan, 2023)

3. Jaringan Otot

Struktur jaringan otot didesain untuk melakukan gerakan terdapat 3 golongan jaringan otot yaitu : otot kerangka, otot jantung dan oto polos.

1) Jaringan Otot Kerangka

Otot lurik rangka menempel pada tulang melalui jaringan ikat padat yang disebut tendon. Lapisan otot yang paling dangkal adalah epimysium yang membungkus banyak fasikulus yang dibungkus dengan perimysium. Di dalam setiap fasikel terdapat serat otot individu yang melilit endomisium. Di dalam serat otot terdapat unit fungsional serat: sarkomer. Sarkomer adalah tempat terjadinya kontraksi pada tingkat sel; semua lapisan lainnya hadir untuk membantu memfasilitasi pelacakan serat ini (Campbell & Maani, 2019).

2) Otot Jantung

Otot jantung, juga disebut miokardium, adalah salah satu dari tiga kategori utama otot yang ditemukan dalam tubuh manusia, bersama dengan otot polos dan otot rangka. Otot jantung, seperti otot rangka, terdiri dari sarkomer yang memungkinkan kontraktilitas.

Namun, tidak seperti otot rangka, otot jantung berada di bawah kendali tak sadar.

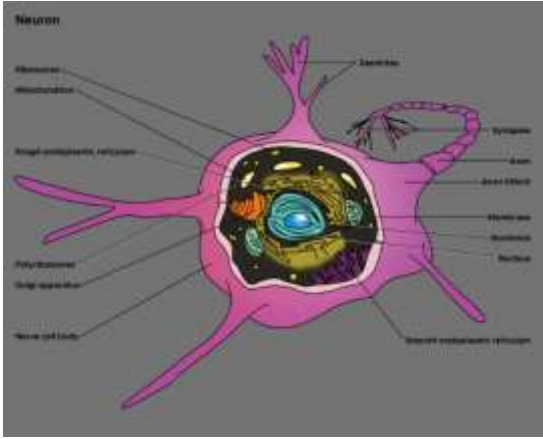
Sel otot jantung (kardiomiosit) lurik, bercabang, mengandung banyak mitokondria, dan berada di bawah kendali tak sadar. Setiap miosit mengandung satu nukleus yang terletak di tengah dan dikelilingi oleh membran sel yang dikenal sebagai sarkolema. Sarkolema sel otot jantung mengandung saluran kalsium tegangan-gated, saluran ion khusus yang tidak dimiliki otot rangka. Sel otot jantung mengandung serat bercabang yang terhubung melalui cakram selingan yang mengandung gap junction dan desmosom. Interkoneksi ini memungkinkan kardiomiosit berkontraksi bersama secara tersinkronisasi untuk memungkinkan jantung bekerja sebagai pompa. Persimpangan celah antara kardiomiosit yang berdekatan memungkinkan penyebaran potensial aksi terkoordinasi dari satu sel ke sel berikutnya dalam fenomena yang dikenal sebagai penggandengan listrik. Desmosom jantung adalah struktur antar sel yang menyatukan serat otot jantung dan sangat penting dalam menjaga integritas struktural jantung (Ripa, George, & Sattar, 2021)

3) Otot Polos

Otot polos juga disebut otot volunteer, terdapat pada sebagian besar organ visceral yang memungkinkan saluran pencernaan berkontraksi. (Syarifudin, 2016).

4. Jaringan Saraf

Jaringan saraf terdiri dari satu badan sel atau juga disebut perikariaon, satu akson, (neurit) dan beberapa dendrit. Satu neuron dengan satu cabang keluar dari badan sel disebut sle unipolar. Sel saraf terbagi 2 berdasarkan fungsinya yaitu yang mengawasi organ afektor pada otot dan kelenjar dan sel saraf sensorik yang menerima impuls dari luar untuk diteruskan ke saraf pusat (Syarifudin, 2016).



Gambar 4. Sel Saraf (Muzio & Cascella, 2020)

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Nicholas J, & Maani, Christopher V. (2019). Histology, Muscle.
- Irianto, Koes. (2012). *Anatomi dan fisiologi*. Bandung: Alfabeta.
- Kamrani, P., Marston, G., Arbor, T. C., & Jan, A. (2023). Anatomy, Connective Tissue *StatPearls*. Treasure Island FL ineligible companies. Disclosure: Geoffrey Marston declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Taflin Arbor declares no relevant financial relationships with ineligible companies. Disclosure: Arif Jan declares no relevant financial relationships with ineligible companies.: © 2023, StatPearls Publishing LLC.
- Khan, Yusuf S, & Farhana, Aisha. (2020). Histology, cell.
- Khonsary, S. A. (2017). Guyton and Hall: Textbook of Medical Physiology. *Surg Neurol Int*, 8. doi: 10.4103/sni.sni_327_17
- Kurn, Heidi, & Daly, Daniel T. (2023). Histology, epithelial cell *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing.
- Muzio, Maria Rosaria, & Cascella, Marco. (2020). Histology, axon.
- Ripa, Rashelle, George, Tom, & Sattar, Yasar. (2021). Physiology, cardiac muscle.
- Syaifudin. (2016). *Ilmu Biomedik Dasar: Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.

BIODATA PENULIS



Winda Rofiyati, S.Kep., Ns., M.Kep lahir di Kulon Progo, pada 15 Oktober 1990. Menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan S2 di Program Studi Magister Keperawatan FKMK UGM. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan Universitas Alma Ata Yogyakarta.

BAB 3

Struktur dan Fungsi Sensorik

drg. Karin Tika Fitria, M.Biomed

A. Pendahuluan

Sistem saraf merupakan salah satu sistem yang berperan dalam fungsi regulasi dalam tubuh manusia selain system hormon (Hall, 2016). Sistem saraf dibagi menjadi 3 bagian besar yaitu bagian input sensori, sistem saraf pusat atau bagian integrasi saraf dan output motorik.

Secara umum, masyarakat mengenal istilah Panca Indera sebagai bagian dari system saraf sensorik yang menerima rangsang dari lingkungan. Namun indera tersebut merupakan indera yang informasinya mencapai pusat kesadaran manusia. Banyak reseptor sensorik yang mengirimkan informasi tentang lingkungan internal dan eksternal ke system saraf pusat (SSP) tetapi tidak mencapai kesadaran. Seperti ketika spindle otot memberikan informasi tentang panjang otot, reseptor lain memberikan informasi tentang tekanan darah arteri, tingkat oksigen dan karbondioksida darah serta pH cairan cerebrospinal (Barrett *et al.*, 2016).

Reseptor sensorik dapat dianggap sebagai transduser yang mengubah berbagai bentuk energi di lingkungan menjadi potensi aksi dalam neuron sensorik. **Mekanoreseptor** merupakan reseptor untuk sentuhan dan tekanan yang berada di kulit. **Termoreseptor** merupakan reseptor yang dapat mendeteksi perubahan suhu hangat dan dingin. **Nosiseptor** merupakan reseptor yang dapat mendeteksi stimulus yang berpotensi bahaya seperti rasa sakit, panas yang ekstrim, dingin yang ekstrim. **Kemoreseptor** merupakan reseptor yang menerima stimulus berupa rasa, bau, dan visceral yang mendeteksi perubahan kadar O₂ dalam plasma, pH dan osmolalitas. **Fotoreseptor** adalah reseptor di sel batang dan sel

kerucut pada retina yang dapat merespon cahaya (Barrett *et al.*, 2016).

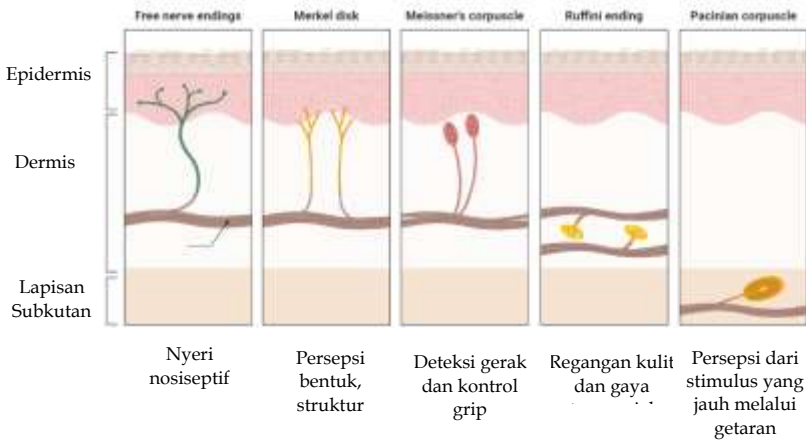
Pada bab ini akan dibahas bagaimana struktur dan fungsi sensorik pada manusia yang dibagi menjadi somatosensorik, indra penglihatan, indera pendengaran dan keseimbangan, Indera penciuman dan pengecap.

B. Somatosensorik

Somatosensorik merupakan system sensori yang bertanggung jawab dalam menerima stimulus dan menginterpretasi sensasi yang diterima pada permukaan tubuh dalam interaksinya dengan lingkungan sekitarnya. Stimulus ini termasuk sentuhan, tekanan, nyeri dan suhu. Stimulus yang diterima somatosensorik memasuki susunan saraf pusat melalui sumsum tulang belakang, substansi reticular medulla, pons dan mesencephalon otak, serebelum, thalamus, serta area somatosensorik dari korteks serebrum (Hall, 2016).

1. Mekanoreseptor

Stimulus berupa sentuhan dan tekanan dideteksi oleh ujung saraf mekanoreseptor. Terdapat 4 jenis mekanoreseptor. **(1) Meissner corpuscle** merupakan dendrit berkapsul terletak di jaringan ikat dan merespon pada perubahan pada tekstur dan vibrasi lemah; **(2) Merkel disk** merupakan ujung dendritik yang bercabang dan merespon pada tekanan dan sentuhan terus menerus; **(3) Ruffini corpuscle** adalah ujung dendritik yang meluas dengan kapsul memanjang serta menerima respon tekanan terus menerus; **(4) Corpuscle pacini** terdiri dari ujung dendritik tak bermielin dari serat saraf sensorik, dengan diameter 2 μm , berkapsul lamella konsentris dari jaringan ikat yang bentuknya mirip seperti bawang. Ujung saraf ini merespon pada tekanan dalam dan vibrasi cepat.



Gambar 1. Berbagai jenis ujung saraf peraba
(Sumber: www.app.biorender.com)

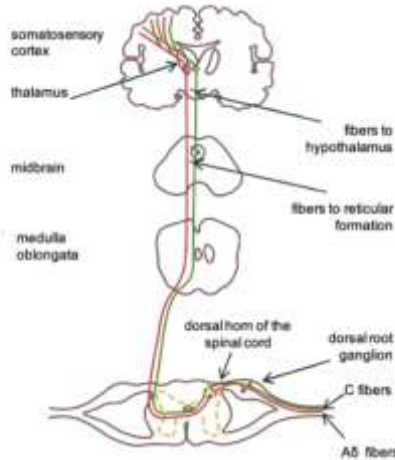
2. Nosiseptor

Nosiseptor berupa ujung saraf bebas (*free nerve ending*) merupakan jenis ujung saraf lainnya yang terdapat di permukaan kulit. Ujung saraf ini secara khusus disesuaikan untuk mendeteksi rangsangan yang timbul baik dari kerusakan jaringan actual maupun potensial. Nosiseptor berperan penting dalam mekanisme kompleks sehingga otak mempersepsikan sebagai nyeri. Neuron-neuron ini termasuk dalam mekanoreseptor ambang tinggi (Nikolenko *et al.*, 2022).

Beberapa jenis nosiseptor diantaranya yaitu (1) **nosiseptor mekanis** menerima rangsang dari tekanan luar (seperti dari benda tajam); (2) **Nosiseptor termal** diaktivasi oleh kenaikan temperature pada kulit hingga di atas 42°C atau dingin ekstrim; (3) **Nosiseptor sensitif kimia** memberikan respon pada berbagai bahan kimia seperti bradykinin, histamin, asam tinggi serta iritan lingkungan; (4) **Nosiseptor polymodal** menerima kombinasi dari semua jenis rangsangan (Barrett *et al.*, 2016; Middleton *et al.*, 2021).

Diketahui terdapat 2 tipe serat saraf nosiseptif berdasarkan diameter dan kecepatan konduksi aksialnya. (1) **Serat saraf A δ** (serat bermielin dengan diameter 2-5 μ m serta memiliki kecepatan konduksi hingga 30 m/s). serat ini berperan dalam transmisi mekanik intensita tinggi jangka

pendek yang dikenal dengan rasa sakit primer. (2) **Serat tipe C** (tidak bermielin berdiameter kurang dari $2\mu\text{m}$ dengan kecepatan konduksi kurang dari 2 m/s). serat ini menghantarkan sinyal rasa sakit sekunder (tumpul, sensasi terbakar berkepanjangan)(Nikolenko *et al.*, 2022).



Gambar 2. Jalur ascending dari serat saraf nosiseptif serat $A\delta$ dan serat tipe-C

Sumber: (Nikolenko *et al.*, 2022)

3. Kemoreseptor

Ujung saraf yang mendeteksi bahan kimia yang diantaranya adalah pada ujung saraf yang berperan dalam respon terhadap mediator imun yang dilepaskan ketika terjadi luka maupun inflamasi. Seperti reseptor B1 dan B2 (Bradikinin), reseptor prostanoid (Prostaglandin), dan reseptor sitokin (interleukin).

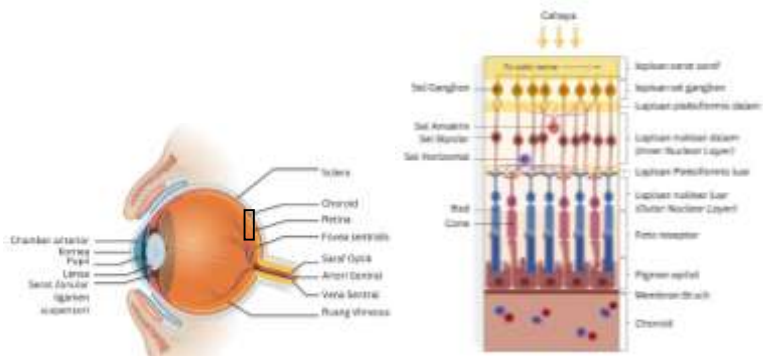
Rasa gatal (*pruritus*) dihasilkan tidak hanya oleh stimulasi mekanik local berulang tetapi juga oleh berbagai molekul kimiawi mediator radang seperti histamin, golongan kinin seperti bradykinin yang dilepaskan ketika jaringan mengalami kerusakan. Gerakan menggaruk dapat meredakan rasa gatal karena dapat mengaktifasi serat aferen besar dan terkonduksi cepat yang mengendalikan transmisi pada tanduk dorsal dengan cara analog dengan penghambatan rasa sakit oleh serat aferen serupa(Rinaldi, 2019; Sanders, Fast and Yosipovitch, 2019; Feng *et al.*, 2022).

4. Termoreseptor

Reseptor terhadap perubahan suhu dingin yang tidak berbahaya terletak pada ujung dendrit pada serat A δ dan serat C. Sementara untuk perubahan suhu hangat dideteksi oleh serat C.

C. Indera Penglihatan

Organ mata merupakan organ yang bertanggungjawab sebagai Indera penglihatan. Bagaimana mata bekerja seringkali dianalogikan seperti kamera, dengan kornea yang berperan sebagai lensa, diameter pupil sebagai diafragma kamera serta retina sebagai film. Namun sebenarnya struktur retina jauh lebih rumit dibandingkan kamera.



Gambar 3. Anatomi Mata dan Struktur Retina
(Sumber: www.app.biorender.com)

Retina merupakan jaringan yang mengisi sebagian besar mata. Retina mengandung sel-sel sensori yang dinamakan fotoreseptor yang paling utama terdiri dari 2 jenis yaitu sel batang (*rod*) dan sel kerucut (*cone*). Sel batang lebih banyak digunakan untuk melihat dalam kondisi pencahayaan rendah, sementara sel kerucut memiliki peran dalam penglihatan berwarna dan detail. Lapisan utama reseptor neuron retina tersusun atas fotoreseptor, lapisan sel bipolar dan lapisan sel ganglion.

Sel fotoreseptor dibedakan menjadi segmen luar yang ujung distalnya berdekatan dengan epitel pigmen. Dimana transduksi Cahaya menjadi sinyal listrik terjadi di bagian ini. Sementara segmen dalam mengandung inti sel, kompleks golgi dan banyak mitokondria. Ujung proksimal dari sel fotoreseptor ini meluas dan membentuk terminal sinaptik tahap pertama transduksi input visual yaitu

diawali dengan absorpsi Cahaya oleh fotopigmen. Yaitu protein berwarna pada membrane di segmen luar yang akan mengalami perubahan structural oleh penyerapan Cahaya dan mengawali rangkaian potensial reseptor (Wangko, 2014).

D. Indera Pendengaran dan Keseimbangan

Organ telinga tidak hanya berperan sebagai indrea pendengaran, tetapi juga mempertahankan keseimbangan posisi tubuh. Reseptor dari 2 modalitas yaitu pendengaran dan keseimbangan terletak di dalam telinga(Hall, 2016).

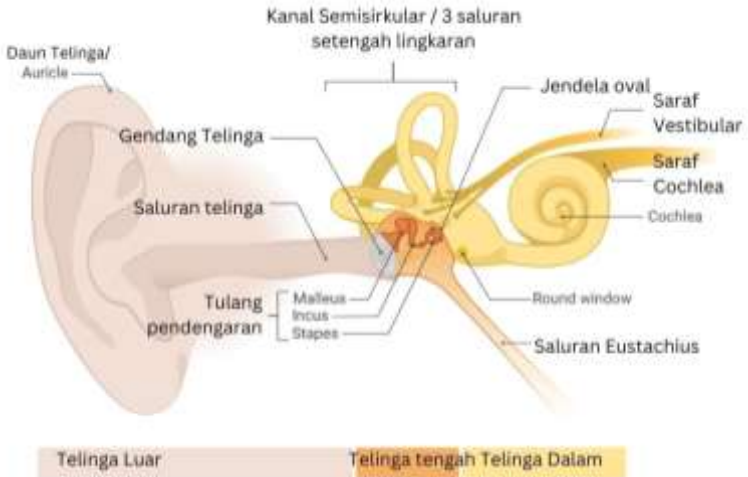
Reseptor sensori khusus di dalam telinga terdiri dari 6 kelompok sel rambut di dalam labirin membrane yang merupakan bentuk mekanoreseptor. Sel rambut yang berada di organ Corti menerima sinyal pendengaran, sementara sel rambut di utriculus memberikan sinyal percepatan horizontal, sel rambut di sakulus memberikan sinyal percepatan vertical serta kelompok sel di setiap kanal semisirkular memberi sinyal percepatan rotasional(Barrett *et al.*, 2016).

Sistem sensori pendengaran terdiri dari:

1. **Telinga Luar** berperan menangkap gelombang suara ketika mencapai telinga luar hingga membran timpani (gendang telinga)
2. **Telinga Tengah** berperan meneruskan informasi ke telinga Tengah melalui osikel telinga Tengah (tulang martil, tulang landasan dan tulang sanggurdi) yang memperbesar amplitude gelombang suara.
3. **Telinga Dalam (Koklea)** berperan ketika gelombang suara masuk ke koklea, yaitu sebuah struktur berbentuk spiral berisi cairan dan sel rambut. Sel rambut inilah yang akan mengubah getaran suara menjadi sinyal listrik yang dihantarkan saraf.
4. **Saraf Koklear** berperan menghantarkan sinyal yang diterima ke pusta pendengaran di otak. Serat aferen pendengaran melalui saraf kranial ke VIII yang berasal dari inti koklear dorsal dan ventral. Dari sana, impuls pendengaran berjalan melalui berbagai rute yang kemudian di otak diubah menjadi persepsi suara.

Suara merupakan sensasi yang dihasilkan dari vibrasi gelombang longitudinal molekul di lingkungan luar. Gelombang merambat di udara dengan kecepatan 344 m/s pada 20°C dan ketinggian permukaan laut. Organ pendengaran

merubah gelombang suara dari luar menjadi aksi potensial di saraf auditori.



Gambar 4. Anatomi Telinga
(Sumber: www.app.biorender.com)

Sistem Sensori Vestibular terdiri dari

1. **Sistem Vestibuli** yaitu system yang terletak di dalam telinga dalam serta memiliki fungsi untuk mendeteksi perubahan posisi kepala dan Gerakan tubuh. Fungsi ini dapat membantu manusia dalam menjaga keseimbangan dan mengkoordinasi gerak mata dan kepala
2. **Kanalis Semisirkularis** yaitu struktur yang berupa 3 saluran setengah lingkaran serta berisi cairan dan rambut sensorik. Struktur ini mendeteksi rotasi kepala dalam 3 sumbu yang berbeda
3. **Utricule dan Saccule** yaitu suatu struktur yang berisi cairan dan kalsium karbonat yang mendeteksi percepatan linier serta orientasi kepala.
4. **Saraf Vestibular** Sel rambut dalam system ini setelah menerima rangsangan akan melanjutkan sinyal ke pusat keseimbangan di otak, termasuk di vestibular dan cerebellum, serta mengkoordinasikan Gerakan dan juga menjaga keseimbangan

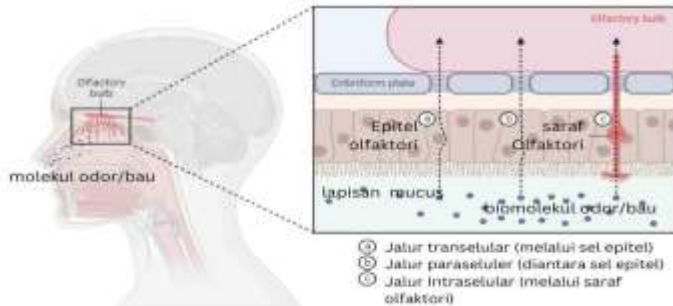
E. Indera Penciuman dan Pengecap

Organ penciuman (olfaktori) dan pengecap (gustasi) diklasifikasikan sebagai indra visceral karena hubungannya

dengan fungsi gastrointestinal. Berbagai rasa muncul diperoleh atas kombinasi penciuman dan pengecap. Pengecap juga akan terasa berbeda ketika seseorang sedang demam dimana indra penciuman ditekan.

Epitel olfaktori manusia mengandung 50 juta neuron sensori olfaktori bipolar. Epitel ini dilapisi dengan lapisan tipis mucus yang disekresi oleh sel pendukung dan kelenjar Bowman yang ebrada di bawah epitel. Pada manusia, silia merupakan prosesus yang tak bermielin sepanjang 5-10 μm dan dengan diameter 0.1-2 μm yang menonjol ke mucus di permukaan epitel.

Molekul bau/odor yang merupakan bahan kimia akan terlarut dalam mucus dan berikatan dengan reseptor odor pada silia dari neuron sensori olfaktori (Barrett *et al.*, 2016),



Gambar 5. jalur olfaktori
(Sumber: www.app.biorender.com)

Kuncup kecap merupakan organ gustasi (pengecap) yang terdiri dari sekitar 10.000 kuncup kecap yang tersebar di mukosa epiglottis, palatum, faring dan dinding papilla lidah (Barrett *et al.*, 2016),

Terdapat 4 jenis papilla lidah:

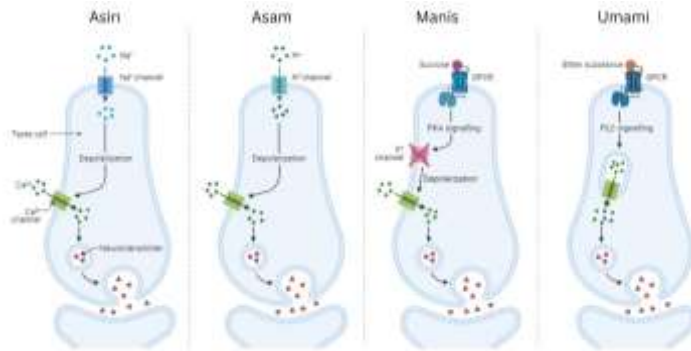
1. **Papilla fungiformis** berbentuk bulat yang paling banyak dekat ujung lidah. Papila ini memiliki hingga 5 kuncup kecap, kebanyakan berlokasi di puncak papila
2. **Papila Sirkumvalata** merupakan struktur papilla yang banyak ditemukan di bagian yang membentuk V di belakang lidah. Papila ini mengandung hingga 100 kuncup kecap yang Sebagian besar berada di sisi papilla.

3. **Papila Foliata** banyak ditemukan di bagian posterior lidah.

Kuncup kecap pada papilla ini juga terletak pada sisi papilla

Kelenjar Von Ebner atau kelenjar gustatory atau kelenjar serosa memproduksi saliva pada lipatan sekitar papilla sirkumvalata dan foliate. Sekresi ini berfungsi untuk pembersihan dan mempersiapkan reseptor untuk stimulant baru.

Serat saraf sensori dari kuncup kecap pada 2/3 anterior lidah melewati saraf Fasial cabang korda timpani. Sementara 1/3 posterior mengirimkan informasi ke susunan saraf pusat melalui saraf Glossofaringeal. Kuncup kecap yang berada di daerah selain lidah seperti pada faring, akan mengirimkan informasi melalui saraf Vagus(Barrett *et al.*, 2016).



Gambar 6. Mekanisme indra pengecap dalam menerima informasi rasa

(Sumber: www.app.biorender.com)

Manusia memiliki 5 sensori kecap yaitu manis, asam, asam, garam dan umami. Umami merupakan sensasi kecap yang barusaja ditambahkan dengan banyaknya penggunaan monosodium glutamate (MSG) yang ditambahkan pada masakan di asia.

1. **Rasa Asin** dikenali melalui kanal saluran natrium epitel (*Epithelial Natrium Channel*). Rasa asin terdeteksi ketika ion natrium (Na⁺) bergerak melalui saluran ini.

2. **Rasa Asam** dikenali pergerakan ion hidrogen (H^+). rasa asam terkait dengan perubahan dalam konsentrasi ion hidrogen dalam makanan atau minuman yang kita konsumsi.
3. **Rasa Manis** dikenali melalui reseptor yang bergabung dengan protein G (*G-protein-coupled receptors*)
4. **Rasa Pahit** dikenali melalui keluarga reseptor yang disebut T2R
5. **Rasa Umami** atau gurih dikenali melalui reseptor mGluR4 (*metabotropic glutamate receptor 4*)

DAFTAR PUSTAKA

- Barrett, K. E. *et al.* (2016) *Ganong's Review of Medical Physiology*. 25th edn. New York: McGraw Hill Education Lange.
- Feng, J. *et al.* (2022) 'Miswiring of Merkel cell and pruriceptive C fiber drives the itch-scratch cycle', *Science Translational Medicine*, 14(653), p. 4819. doi:
- Hall, J. E. (2016) *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. 13th edn. Philadelphia: Elsevier.
- Middleton, S. J. *et al.* (2021) 'Studying human nociceptors: From fundamentals to clinic', *Brain*, 144(5), pp. 1312-1335. doi: 10.1093/brain/awab048.
- Nikolenko, V. N. *et al.* (2022) 'Nociceptors: Their Role in Body's Defenses, Tissue Specific Variations and Anatomical Update', *Journal of Pain Research*, 15, pp. 867-877.
- Rinaldi, G. (2019) 'The Itch-Scratch Cycle: A Review of the Mechanisms', *Dermatology Practical & Conceptual*, 9(2), p. 90.
- Sanders, K. M., Fast, K. and Yosipovitch, G. (2019) 'Why we scratch: Function and dysfunction', *Experimental Dermatology*, 28(12), pp. 1482-1484.
- Wangko, S. (2014) 'Histofisiologi Retina', *Jurnal Biomedik (Jbm)*, 5(3).

BIODATA PENULIS



drg. Karin Tika Fitria, M. Biomed lahir di Kediri, pada 4 Juni 1983. Lulusan Kedokteran Gigi Universitas Indonesia yang kini mengajar di Poltekkes Kemenkes Jambi ini, menyelesaikan program Magister Ilmu Biomediknya di Universitas Sumatera Utara. Istri dari **Andri Tryansyah Putra, SE, MM**, ini kini aktif mengajar, melakukan penelitian serta pengabdian masyarakat.

BAB 4

Sistem Saraf dan Endokrin

Ns. Winasari Dewi, M.Kep.

A. Pendahuluan

Sistem saraf merupakan sistem dalam tubuh manusia yang terdiri dari berbagai komponen sel saraf (neuron). Sistem saraf akan mengkoordinasikan setiap tindakan bagian tubuh dengan mengirimkan sinyal ke dan dari berbagai bagian tubuh lainnya. Saraf akan bertanggung jawab untuk mengendalikan tubuh dan berkomunikasi di antara bagian-bagiannya. Dalam mengkoordinasikan fungsi semua sistem tubuh, saraf dan sistem endokrin bertindak secara bersama-sama. Sistem saraf bekerja melalui impuls saraf yang dilakukan di sepanjang akson neuron yang akan memicu pelepasan mediator molekuler yang disebut neurotransmitter.

Sistem endokrin bertindak untuk mengontrol aktivitas tubuh dengan melepaskan mediator yang disebut hormon. Tanggapan dari sistem endokrin seringkali lebih lambat daripada respon sistem saraf, dikarenakan efek dari sistem aktivasi saraf umumnya lebih singkat dibandingkan sistem endokrin. Akan tetapi, pengaruh sistem endokrin jauh lebih luas; membantu mengatur hampir semua jenis sel tubuh (Tortora & Derrickson, 2014).

B. Konsep Anatomi dan Fisiologi Sistem Saraf

1. Pengertian Sistem Saraf

Sistem saraf adalah sistem pengendali dan komunikasi utama pada tubuh manusia. Setiap pikiran, tindakan, dan emosi mencerminkan aktivitasnya. Perangkat pensinyalannya yang berguna sebagai sarana untuk berkomunikasi dengan sel-sel

tubuh, adalah impuls listrik, yang secara cepat dan spesifik menyebabkan respons yang terjadi hampir seketika.

2. Fungsi Sistem Saraf

- a. **Memantau perubahan.** Bertindak seperti penjaga, sistem saraf menggunakan jutaan reseptor sensoriknya untuk memantau perubahan yang terjadi, baik di dalam maupun di luar tubuh. Perubahan ini disebut rangsangan, dan informasi yang dikumpulkan disebut masukan sensorik.
- b. **Menginterpretasi input sensorik.** Dalam menjalankan fungsinya, sistem saraf memproses dan menafsirkan masukan sensorik kemudian memutuskan apa yang harus dilakukan pada setiap saat, proses ini disebut integrasi.
- c. **Memberikan respon pada efektor.** Dalam fungsi ini, sistem saraf mempengaruhi respons dengan mengaktifkan otot atau kelenjar (efektor) melalui output motor.
- d. **Mengatur aktivitas mental.** Otak merupakan pusat dari segala aktivitas mental, termasuk kesadaran, pemikiran, dan memori.
- e. **Homeostatis.** Fungsi ini bergantung pada kemampuan sistem saraf untuk mendeteksi, menafsirkan, dan menanggapi perubahan kondisi secara internal dan eksternal, sehingga dapat membantu merangsang atau menghambat aktivitas sistem lain untuk membantu menjaga lingkungan internal yang seimbang.

3. Anatomi dan Fisiologi Sistem Saraf

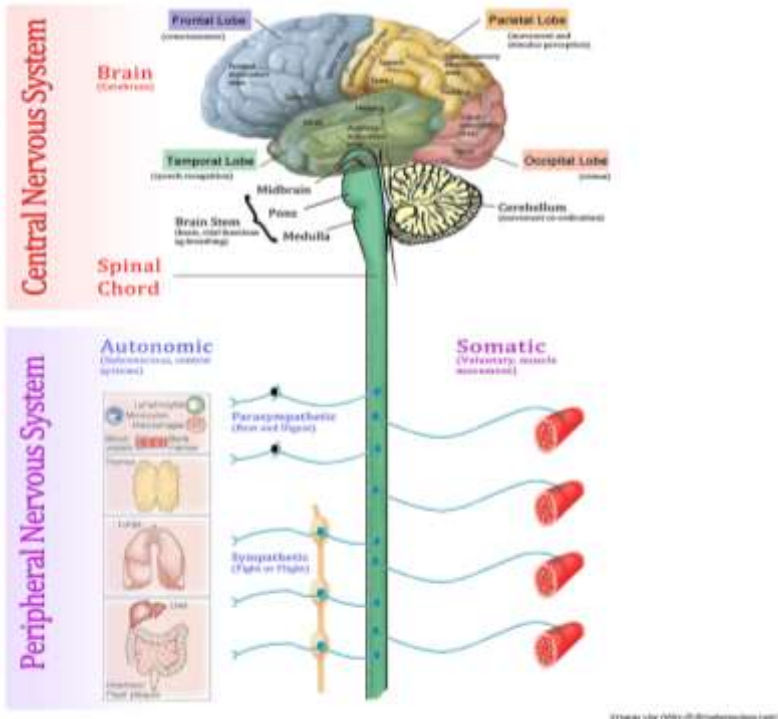
Dalam melakukan fungsinya, sistem saraf tidak bekerja sendiri untuk mengatur dan mempertahankan homeostasis tubuh, melainkan bekerja sama dengan sistem endokrin yang bertindak sebagai sistem pengatur penting kedua.

a. Klasifikasi Struktural

- 1) **Central Nervous System (CNS) atau Sistem saraf pusat (SSP).** SSP terdiri dari otak dan sumsum tulang belakang, yang menempati rongga tubuh dorsal dan

bertindak sebagai pusat pengintegrasian dan komando dari sistem saraf.

- 2) **Peripheral Nervous System (PNS) atau Sistem saraf tepi (SST).** SST, bagian dari sistem saraf di luar SSP, terdiri dari saraf yang memanjang dari otak dan sumsum tulang belakang.



Gambar 1. Klasifikasi Struktural Sistem Saraf

b. Klasifikasi Fungsional

Klasifikasi fungsional hanya berkaitan erat dengan struktur dari sistem saraf tepi.

- 1) **Bagian sensorik.** Bagian sensorik atau aferen, terdiri dari serabut saraf yang menyampaikan impuls ke sistem saraf pusat dari reseptor sensorik yang terletak di berbagai bagian tubuh.

- 2) **Serat sensorik somatik.** Serabut sensorik yang mengirimkan impuls dari kulit, otot rangka, dan persendian disebut serabut sensorik somatik.
- 3) **Serat sensorik visceral.** Bagian yang mengirimkan impuls dari organ visceral disebut serat sensorik visceral.
- 4) **Bagian motorik.** Bagian motorik atau eferen membawa impuls dari SSP ke organ efektor, otot, dan kelenjar; divisi motorik memiliki dua subbagian yaitu sistem saraf somatik dan sistem saraf otonom.
- 5) **Sistem saraf somatik.** Sistem saraf somatik memungkinkan kita untuk secara sadar atau sukarela dalam mengendalikan otot rangka.
- 6) **Sistem saraf otonom.** Sistem saraf otonom mengatur kejadian yang otomatis atau tidak disengaja. Bagian ini biasa disebut sistem saraf tak sadar, terdiri dari sistem saraf simpatik dan parasimpatis, yang biasanya membawa efek berlawanan.

Meskipun kompleks, jaringan saraf hanya terdiri dari dua jenis yaitu sel-sel pendukung dan neuron.

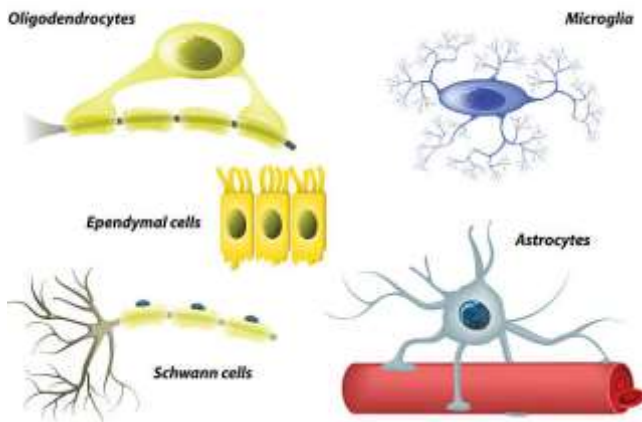
a. Sel Pendukung (Supporting Cells)

Sel-sel pendukung di SSP “disatukan” sebagai neuroglia, yang secara harfiah berarti “lem saraf”.

- 1) **Neuroglia.** Mencakup banyak jenis sel yang umumnya mendukung, mengisolasi, dan melindungi neuron halus; selain itu, masing-masing jenis neuroglia, juga disebut sel glia atau glial, memiliki fungsi khusus.
- 2) **Astrofit.** Sel berbentuk bintang yang berlimpah dan mencakup hampir setengah dari jaringan saraf. Astrofit membentuk penghalang antara kapiler dan neuron serta berperan dalam melakukan pertukaran antara keduanya sehingga dapat membantu melindungi neuron dari zat berbahaya yang mungkin ada di dalam darah.

- 3) **Mikroglia.** Bagian ini adalah fagosit yang berbentuk mirip laba-laba berperan untuk membuang sisa-sisa, termasuk sel-sel otak mati dan bakteri.
- 4) **Sel ependymal.** Merupakan sel glial yang melapisi rongga tengah otak dan sumsum tulang belakang. Terdapat silia yang dapat membantu mengedarkan cairan serebrospinal yang mengisi rongga tersebut serta membentuk bantalan pelindung di sekitar SSP.
- 5) **Oligodendrosit.** Merupakan glia yang menghasilkan penutup isolasi lemak yang disebut selubung mielin.
- 6) **Sel Schwann.** Berperan membentuk selubung mielin di sekitar serabut saraf yang ditemukan di sistem saraf tepi.
- 7) **Sel satelit.** Bertindak sebagai sel pelindung dan bantalan.

GLIAL CELLS

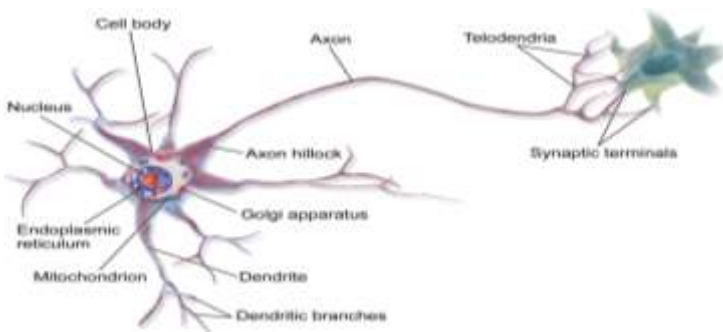


Gambar 2. Sel Pendukung Sistem Saraf

b. Neuron

- 1) **Badan sel.** Berperan sebagai pusat metabolisme neuron, memiliki nukleus transparan dengan nukleolus yang mencolok, serta retikulum endoplasma kasar, yang disebut zat Nissl, dan neurofibril sangat melimpah di badan sel.

- 2) **Proses.** Berbentuk seperti lengan, atau serat, panjangnya bervariasi dari mikroskopis hingga 3 hingga 4 kaki terdiri dari dendrit untuk menyampaikan pesan yang masuk ke badan sel, sementara akson untuk menghasilkan impuls saraf dan biasanya menghantarkannya menjauh dari badan sel.
- 3) **Akson Hillock (Bukit Akson).** Neuron memiliki ratusan dendrit percabangan, tergantung pada tipe neuronnya, namun setiap neuron hanya memiliki satu akson, yang muncul dari daerah badan sel berbentuk kerucut yang disebut bukit akson.
- 4) **Akson terminal.** Berisi ratusan vesikel kecil atau kantung membran yang mengandung neurotransmiter.
- 5) **Celah sinaptik.** Setiap akson terminal dipisahkan dari neuron berikutnya oleh celah kecil yang disebut celah sinaptik.
- 6) **Selubung mielin.** Sebagian besar serabut saraf panjang ditutupi dengan bahan berlemak berwarna keputihan yang disebut mielin, berfungsi untuk melindungi dan mengisolasi serat, serta meningkatkan kecepatan transmisi impuls saraf.
- 7) **Nodus Ranvier.** Karena selubung mielin dibentuk oleh banyak sel Schwann, maka terdapat celah atau lekukan yang disebut nodus Ranvier.

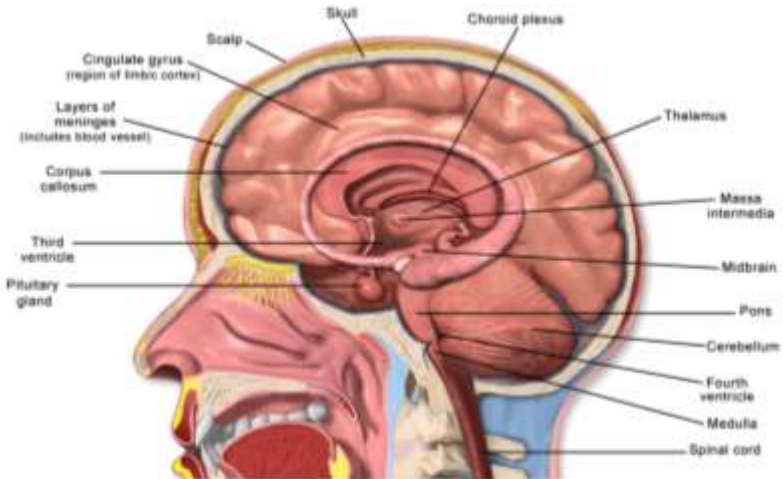


Gambar 3. Neuron

C. Sistem Saraf Pusat

Selama perkembangan embrio, SSP pertama kali muncul sebagai sebuah tabung sederhana, yaitu tabung saraf, yang memanjang hingga ke bagian median dorsal tubuh embrio yang sedang berkembang.

a. Otak

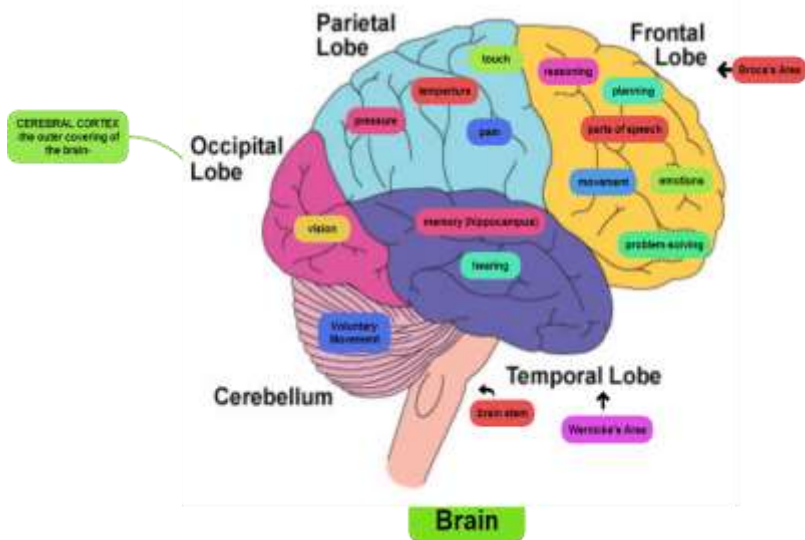


Gambar 4. Anatomi Otak

1) Hemisfer Otak

- a) **Gyri.** Seluruh permukaan hemisfer serebri menunjukkan tonjolan-tonjolan jaringan yang disebut gyri, dipisahkan oleh alur-alur dangkal yang disebut sulci.
- b) **Fisura.** Alur jaringan yang lebih dalam yang memisahkan sebagian besar wilayah otak. Belahan otak dipisahkan oleh satu celah dalam yaitu celah memanjang.
- c) **Lobus.** Fisura atau sulkus lain membagi setiap belahan menjadi beberapa lobus, yang diberi nama berdasarkan tulang tengkorak yang terletak di atasnya.
- d) **Daerah belahan otak.** Setiap belahan otak memiliki tiga wilayah dasar: korteks superfisial materi abu-abu (*grey matter*), materi putih (*white matter*) internal, dan inti basal.

- e) **Korteks serebral.** Ucapan, ingatan, respons logis dan emosional, serta kesadaran, interpretasi sensasi, dan gerakan volunter, semuanya merupakan fungsi neuron di korteks serebral.
- f) **Lobus parietal.** Area sensorik somatik primer terletak di lobus parietal di posterior sulkus sentralis; impuls yang datang dari reseptor sensorik tubuh dilokalisasi dan diinterpretasikan di area ini.
- g) **Lobus oksipital.** Area visual terletak di bagian posterior lobus oksipital.



Gambar 5. Lobus Otak

- h) **Lobus temporal.** Daerah pendengaran berada di lobus temporal yang berbatasan dengan sulkus lateral, dan daerah penciuman ditemukan jauh di dalam lobus temporal.
- i) **Lobus frontal.** Area motorik utama, yang memungkinkan kita menggerakkan otot rangka secara sadar, berada di anterior sulkus sentralis di lobus depan.
- j) **Daerah Broca.** Area kortikal khusus yang sangat terlibat dalam kemampuan kita untuk berbicara, area

Broca, ditemukan di dasar girus presentral (gyrus anterior ke sulkus sentral).

- k) **Daerah bicara.** Area bicara terletak di persimpangan lobus temporal, parietal, dan oksipital; area bicara memungkinkan seseorang untuk membunyikan kata-kata.
 - l) **Corpus callosum.** Menghubungkan belahan otak.
- 2) **Diensefalon**
- a) **Talamus.** Berfungsi sebagai pemancar untuk sebagian besar informasi yang masuk dan berjalan pada otak dan semua sistem saraf tubuh.
 - b) **Hipotalamus.** Membentuk dasar diensefalon; sebagai pusat sistem saraf otonom yang penting karena berperan dalam pengaturan suhu tubuh, keseimbangan air, dan metabolisme. Selain itu, juga merupakan pusat dari banyak dorongan dan emosi, dan dengan demikian, otak merupakan bagian penting dari apa yang disebut sistem limbik atau "otak visceral emosional". Hipotalamus juga mengatur kelenjar hipofisis dan menghasilkan dua hormon sendiri.
 - c) **Badan mamillary.** Sebagai pusat refleks yang terlibat dalam penciuman (indra penciuman), menonjol dari dasar hipotalamus posterior ke kelenjar hipofisis.
 - d) **Epitalamus.** Terdapat bagian penting pada epitalamus yaitu badan pineal (bagian dari sistem endokrin) dan pleksus koroid ventrikel ketiga yang berfungsi membentuk cairan serebrospinal.
- 3) **Batang Otak**
- a) **Otak tengah.** Otak tengah terbentang dari badan mammillary ke pons di bagian inferior, terdiri dari dua saluran serat yang menonjol, tangkai otak, yang menyampaikan impuls turun dan naik.
 - b) **Corpora quadrigemina.** Berupa empat tonjolan bulat di punggung yang berfungsi sebagai pusat refleks yang terlibat dalam penglihatan dan pendengaran.

- c) **Pons.** Merupakan struktur bulat yang menonjol tepat di bawah otak tengah dan area batang otak, yang terlibat dalam pengendalian pernapasan.
- d) **Medulla oblongata.** Merupakan bagian paling inferior dari batang otak. Bagian ini mengandung inti yang mengatur aktivitas vital visceral karena berisi pusat-pusat yang mengontrol detak jantung, tekanan darah, pernapasan, menelan, dan muntah antara lain.
- e) **Formasi retikuler.** Di sepanjang batang otak terdapat massa materi abu-abu yang menyebar. Neuron formasi retikuler terlibat dalam kontrol motorik organ visceral, berfungsi dalam sistem pengaktifan reticular (RAS) yang berperan dalam kesadaran dan siklus bangun/tidur.

4) Cerebellum (Otak Kecil)

Strukturanya seperti otak besar yaitu memiliki dua belahan dan permukaan yang berbelit-belit, juga memiliki korteks luar yang terdiri dari materi abu-abu dan bagian dalam berupa materi putih. Berfungsi dalam memberikan waktu yang tepat untuk aktivitas otot rangka dan mengontrol keseimbangan dan keseimbangan kita.

D. Pelindung Sistem Saraf Pusat

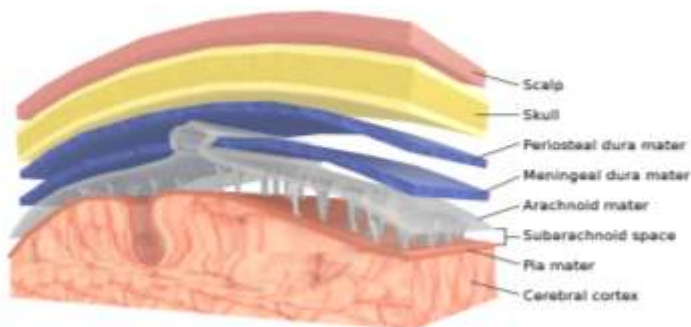
a. Meningen

Terdiri dari tiga membran jaringan ikat yang menutupi dan melindungi struktur SSP

- 1) **Dura mater.** Lapisan terluar sebagai membran berlapis ganda yang mengelilingi otak; salah satu lapisannya menempel pada permukaan bagian dalam tengkorak, membentuk periosteum (lapisan periosteal); yang lainnya, disebut lapisan meningeal, membentuk lapisan terluar otak dan berlanjut sebagai dura mater sumsum tulang belakang.
- 2) **Falx cerebri.** Di beberapa tempat, membran dura bagian dalam memanjang ke dalam membentuk lipatan yang

menempelkan otak ke rongga tengkorak, dan salah satu lipatan tersebut adalah falx cerebri.

- 3) **Tentorium Cerebellum.** Memisahkan otak kecil dari otak besar.
- 4) **Arakhnoid mater.** Lapisan tengah terdiri dari lapisan arachnoid, perpanjangannya yang seperti benang menjangkau ruang subarachnoid untuk menempelkannya ke membran terdalam.
- 5) **Pia mater.** Merupakan lapisan meningeal terdalam, menempel erat pada permukaan otak dan sumsum tulang belakang, mengikuti setiap lipatan.



Gambar 6. Lapisan Meningen, Pelindung Otak

b. Cairan Serebrospinalis (CSS)

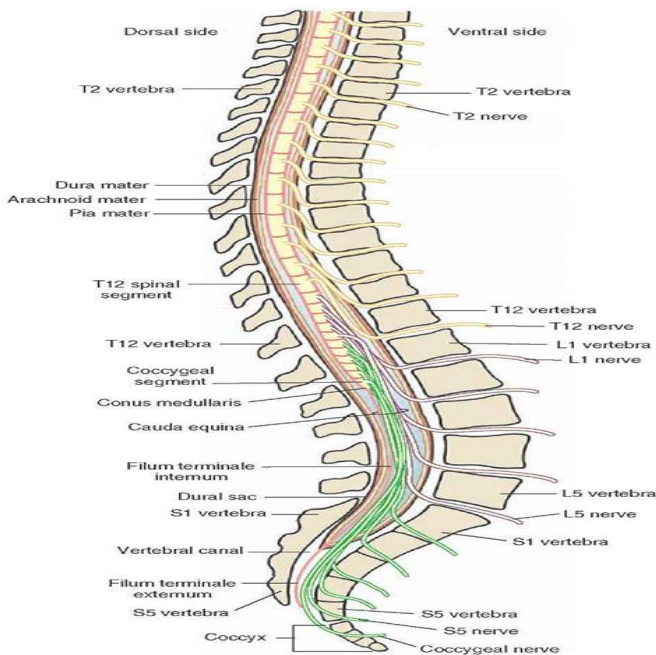
CSS mengandung lebih sedikit protein dan lebih banyak vitamin C, dan glukosa. Dihasilkan oleh pleksus koroid, dimana CSS terus dibentuk dari darah. CSS di dalam dan sekitar otak dan tulang belakang membentuk bantalan berair yang melindungi jaringan saraf yang rapuh dari pukulan dan trauma lainnya. CSS terbentuk dan mengalir dengan kecepatan konstan sehingga tekanan dan volume normalnya (150 ml) tetap terjaga.

c. Sawar Darah Otak

Merupakan struktur membran yang secara primer memisahkan serta memfiltrasi darah ataupun zat dari sirkulasi sistemik yang masuk ke dalam sirkulasi otak. Berfungsi sebagai penghalang fisik antara pembuluh darah lokal dan sebagian besar dari sistem saraf pusat itu sendiri,

dan tempat berhentinya zat makromolekul. Substansi yang dapat melewati dinding kapiler ini dengan mudah adalah zat yang larut dalam air, hanya air, glukosa, dan asam amino esensial. Adapun substansi yang dicegah memasuki jaringan otak yaitu limbah metabolik, seperti racun, urea, protein, dan sebagian besar obat. Sedangkan, sawar darah-otak hampir tidak berguna melawan lemak, gas pernafasan, dan molekul larut lemak lainnya sehingga mampu berdifusi dengan mudah melalui seluruh membran plasma.

Sumsum Tulang Belakang



Gambar 7. Sumsum Tulang Belakang

Sumsum tulang belakang berbentuk silinder merupakan kelanjutan dari batang otak yang berwarna putih berkilau. Sumsum tulang belakang memiliki panjang sekitar 17 inci (42 cm). Sumsum tulang belakang menyediakan jalur konduksi dua arah ke dan dari otak, dan merupakan pusat refleks utama. Seperti otak, sumsum tulang belakang mempunyai bantalan dan

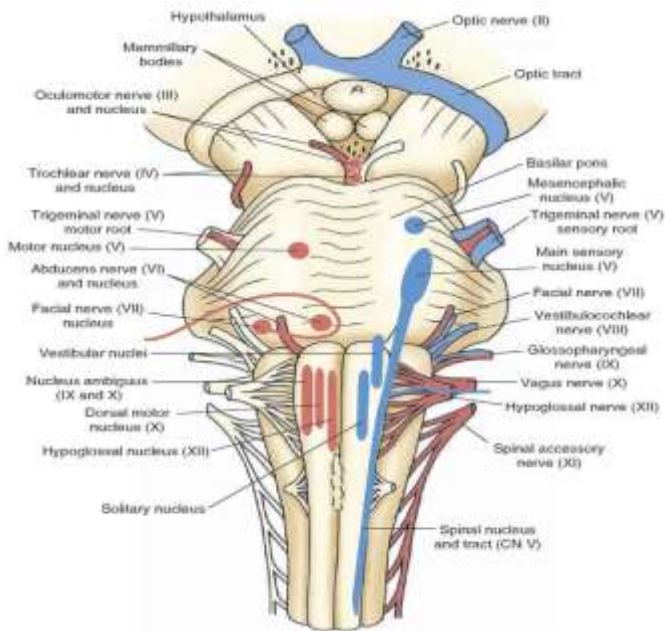
dilindungi oleh meningen. Pada bagian ini, muncul 31 pasang saraf spinal untuk melayani area tubuh di dekatnya. Kumpulan saraf tulang belakang di ujung inferior kanalis vertebralis disebut cauda equina karena bentuknya sangat mirip ekor kuda.

E. Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi terdiri dari saraf dan kelompok badan sel saraf (ganglia) yang tersebar di luar SSP.

a. Saraf Kranial

12 pasang saraf kranial untuk mengatur aktivitas bagian kepala dan leher.



Gambar 8. Saraf Kranial

Tabel 1. Saraf Kranial

Nama Saraf	Fungsi
NI. Olfaktori	Sensorik, membawa impuls untuk indra penciuman.
NII. Optik	Sensorik, membawa impuls untuk penglihatan.
NIII. Okulomotor	Memasok serat motorik ke empat dari enam otot (rektus superior, inferior, medial, dan oblik inferior) yang mengarahkan bola mata; ke kelopak mata; dan ke otot mata bagian dalam yang mengendalikan bentuk lensa dan ukuran pupil.
NIV. Trochlear	Memasok serat motorik untuk satu otot mata eksternal (oblik superior).
NV. Trigeminal	Menghantarkan impuls sensorik dari kulit wajah dan mukosa hidung dan mulut; juga mengandung serat motorik yang mengaktifkan otot pengunyah.
NVI. Abducens	Memasok serat motorik ke otot rektus lateral, yang memutar mata ke samping.
NVII. Facial	Mengaktifkan otot-otot ekspresi wajah dan kelenjar lakrimal dan ludah; yang membawa impuls sensorik dari kuncup pengecap lidah anterior.
NVIII. Vestibulocochlear	Sensorik, cabang vestibular menghantarkan impuls untuk indera keseimbangan, dan cabang koklea menghantarkan impuls untuk indra pendengaran.
NIX. Glossopharyngeal	Memasok serat motorik ke faring yang mendorong proses menelan dan produksi air liur; serta membawa impuls sensorik dari pengecap lidah posterior dan dari reseptor tekanan arteri karotis.
NX. Vagus	Membawa impuls sensorik dari dan impuls motorik ke faring, laring, dan abdomen dan toraks; serat motorik bersifat

	parasimpatis yang meningkatkan aktivitas pencernaan dan membantu mengatur aktivitas jantung.
NXI. Accessory	Memasok serat motorik yang mengaktifkan otot sternokleidomastoid dan trapezius.
NXII. Hypoglossal	Memasok erat motorik mengontrol gerakan lidah; serat sensorik membawa impuls dari lidah.

b. Saraf Spinal

31 pasang saraf tulang belakang manusia dibentuk oleh kombinasi akar ventral dan dorsal sumsum tulang belakang.

- 1) **Rami.** Mengandung serat sensorik dan motorik. Terdiri dari **dorsal rami** yang melayani bagian kulit dan otot batang tubuh posterior. Bagian lainnya adalah **ventral rami**, saraf tulang belakang dari T1 hingga T12 membentuk saraf interkostal, yang mempersarafi otot-otot antara tulang rusuk dan kulit serta otot-otot batang anterior dan lateral.
- 2) **Pleksus servikal.** Berasal dari C1-C5, dan saraf frenikus yang melayani bagian diafragma, kulit, serta otot bahu dan leher.
- 3) **Pleksus brakialis.** Saraf aksilaris melayani otot deltoid dan kulit bahu, otot, dan kulit dada superior; saraf radial melayani otot trisep dan ekstensor lengan bawah, dan kulit ekstremitas atas posterior; saraf medianus melayani otot fleksor dan kulit lengan bawah serta beberapa otot tangan; saraf muskulokutaneus melayani otot fleksor lengan dan kulit lengan bawah lateral; dan saraf ulnaris melayani beberapa otot fleksor lengan bawah, pergelangan tangan dan banyak otot tangan, dan kulit tangan.
- 4) **Pleksus lumbalis.** Saraf femoralis melayani abdomen bagian bawah, otot paha anterior dan medial, serta kulit kaki dan paha anteromedial; saraf obturator melayani

otot adduktor paha medial dan otot pinggul kecil, serta kulit paha medial dan sendi pinggul.

- 5) **Pleksus sakralis.** Saraf sciatic (saraf terbesar di tubuh) melayani batang bawah dan permukaan posterior paha, dan terbagi menjadi saraf fibular dan tibialis umum; saraf fibular komunis melayani aspek lateral tungkai dan kaki, sedangkan saraf tibialis melayani aspek posterior tungkai dan kaki; saraf gluteal superior dan inferior melayani otot gluteal pinggul.

F. Konsep Anatomi dan Fisiologi Sistem Endokrin

1. Pengertian Sistem Endokrin

Sistem endokrin terdiri dari berbagai kelenjar yang tersebar di seluruh tubuh. Kelenjar tubuh memiliki fungsi baik eksokrin maupun endokrin. Kelenjar eksokrin bertanggung jawab untuk mengeluarkan zat langsung ke saluran yang mengarah ke daerah sasaran, contohnya kelenjar keringat dan kelenjar lakrimal. Sedangkan, kelenjar endokrin menunjukkan bahwa sekresi dibentuk oleh kelenjar secara langsung masuk ke darah atau limfa sirkulasi dan perjalanan ke jaringan target, dan bukan diangkut melalui tuba atau duktus. Kelenjar endokrin menghasilkan hormon, merupakan bahan kimia yang dapat memicu atau mengontrol aktivitas organ, sistem, atau kelenjar lain di bagian tubuh lain (White, Duncan, & Baumle, 2013). Hormon juga mempunyai peran penting dalam mengatur proses homeostasis seperti: metabolisme, tumbuh kembang, keseimbangan cairan dan elektrolit, proses reproduksi, dan siklus bangun dan tidur (Timby & Smith, 2010).

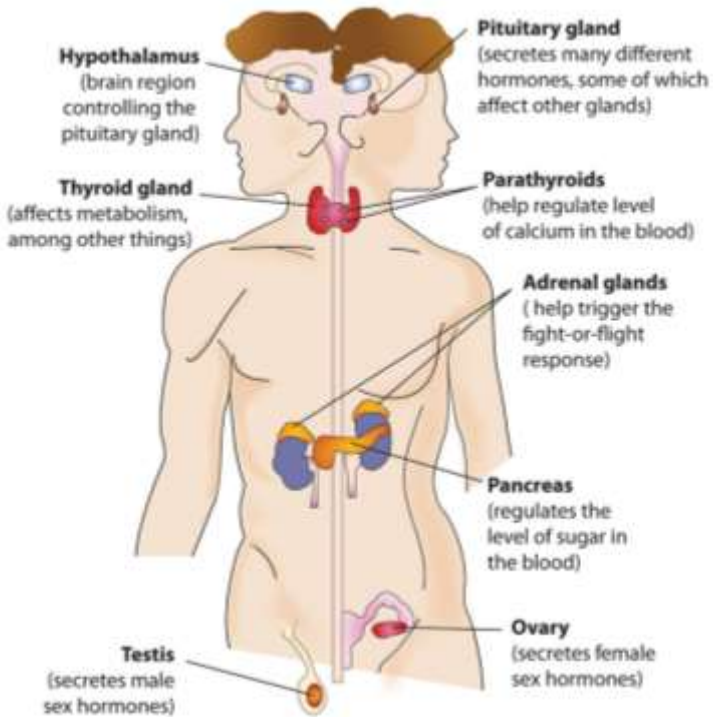
2. Fungsi Sistem Endokrin

- a. **Mengatur keseimbangan air.** Sistem endokrin membantu mengontrol keseimbangan air dengan mengatur konsentrasi zat yang terlarut dalam darah.
- b. **Mengatur proses pertumbuhan, metabolisme, dan pematangan jaringan.** Sistem endokrin mengontrol pertumbuhan banyak jaringan, seperti tulang dan otot, serta tingkat metabolisme berbagai jaringan, yang dapat membantu proses pemeliharaan suhu tubuh normal dan fungsi mental normal. Selain itu, pematangan jaringan,

yang muncul dalam perkembangan fisik dan perilaku orang dewasa juga ditentukan oleh sistem endokrin.

- c. **Mengatur detak jantung dan tekanan darah.** Sistem endokrin membantu mengatur detak jantung dan tekanan darah, serta membantu mempersiapkan tubuh untuk melakukan gerakan fisik.
 - d. **Mengontrol sistem kekebalan tubuh.** Sistem endokrin membantu mengatur produksi dan fungsi sel yang berperan untuk kekebalan tubuh.
 - e. **Mengontrol fungsi reproduksi.** Sistem endokrin mengatur perkembangan dan fungsi sistem reproduksi pada pria dan wanita.
 - f. **Mengatur kontraksi rahim dan pelepasan air susu.** Sistem endokrin mengontrol kontraksi rahim selama persalinan bayi baru lahir dan merangsang pelepasan air susu dari payudara pada wanita menyusui.
 - g. **Mengatur kadar ion.** Sistem endokrin mengatur konsentrasi Na^+ , K^+ , dan Ca^{2+} dalam darah.
 - h. **Mengatur kadar glukosa darah.** Sistem endokrin mengontrol kadar glukosa darah dan kadar nutrisi lainnya dalam darah.
 - i. **Mengaktivasi gen secara langsung.** Menjadi molekul yang larut dalam lemak, hormon steroid dapat berdifusi melalui membran plasma sel targetnya; begitu masuk, hormon steroid memasuki nukleus dan berikatan dengan protein reseptor spesifik di sana; kemudian, kompleks hormon-reseptor berikatan dengan situs spesifik pada DNA sel, mengaktifkan gen tertentu untuk mentranskripsi messenger RNA; mRNA kemudian diterjemahkan dalam sitoplasma, menghasilkan sintesis protein baru.
 - j. **Sistem messenger kedua.** Larut dalam air, hormon nonsteroid-protein, dan hormon peptida tidak dapat memasuki sel target, jadi sebaliknya, mereka mengikat reseptor yang terletak di membran plasma sel target dan menggunakan sistem messenger kedua.
3. **Anatomi Sistem Endokrin**
Dibandingkan dengan organ-organ tubuh lainnya, organ-organ sistem endokrin berukuran kecil, namun secara

fungsi organ-organ endokrin sangat penting, terutama saat menjalankan perannya dalam menjaga homeostatis tubuh.



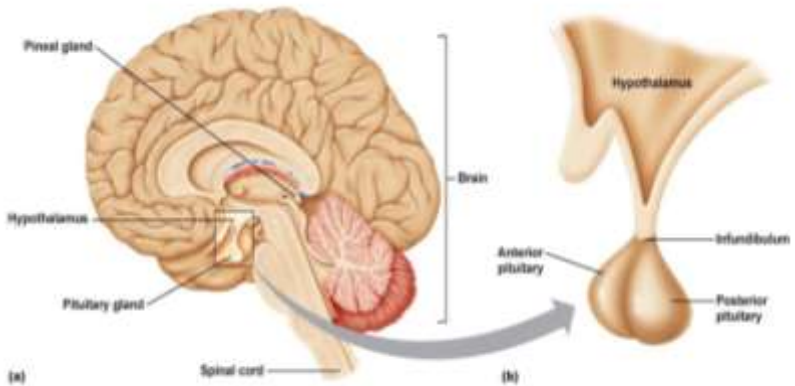
Gambar 9. Sistem Saraf Endokrin

a. Hypothalamus

Bagian dari sistem saraf, juga dianggap sebagai organ endokrin utama karena menghasilkan beberapa hormon. Ini adalah sistem saraf otonom penting dan pusat kendali endokrin otak yang terletak di bawah thalamus

b. Kelenjar Pituitari

Kelenjar hipofisis berukuran kira-kira sebesar kacang polong. Memiliki dua lobus fungsional yaitu hipofisis anterior (jaringan kelenjar) dan hipofisis posterior (jaringan saraf).



Gambar 10. Pineal, Hipotalamus, dan Kelenjar Pituitari

Di bawah ini adalah beberapa hormon yang berasal dari kelenjar pituitari anterior yang mempengaruhi banyak organ tubuh.

Tabel 2. Hormon Kelenjar Pituitari Anterior

Nama Hormon	Fungsi
Growth hormone (GH)	Diarahkan pada pertumbuhan otot rangka dan tulang panjang tubuh
Prolactin (PRL)	Untuk merangsang dan mempertahankan produksi ASI oleh payudara ibu.
Adrenocorticotrophic hormone (ACTH)	Mengatur aktivitas endokrin dari bagian korteks kelenjar adrenal.
Thyroid-stimulating hormone (TSH)	Mempengaruhi pertumbuhan dan aktivitas kelenjar tiroid.
Gonadotropic hormones	Mengatur aktivitas hormonal gonad (ovarium dan testis).
Follicles-stimulating hormone (FSH)	Pada wanita untuk merangsang perkembangan folikel di ovarium; saat folikel matang, akan menghasilkan estrogen dan sel telur yang siap untuk

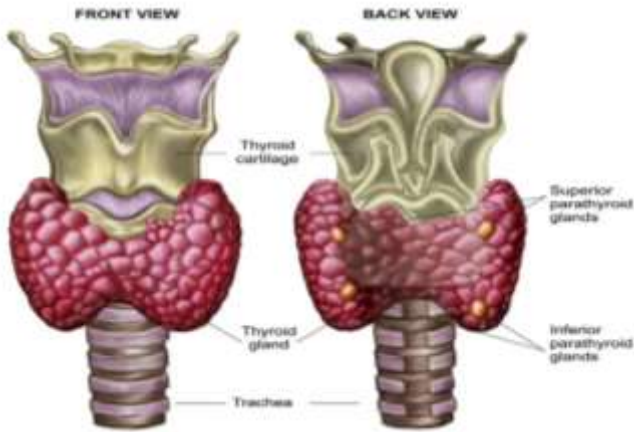
	ovulasi. Pada pria, FSH merangsang perkembangan sperma oleh testis.
Luteinizing hormone (LH)	Pada Wanita untuk memicu ovulasi sel telur dari ovarium dan menyebabkan pecahnya folikel untuk menghasilkan progesteron dan beberapa estrogen. Pada pria, LH merangsang produksi testosteron oleh sel interstisial testis.

Hipofisis posterior bukanlah kelenjar endokrin dalam arti sebenarnya karena tidak membuat hormon peptida yang dilepaskannya, namun hanya bertindak sebagai tempat penyimpanan hormon yang dibuat oleh neuron hipotalamus. Dibawah ini adalah beberapa hormon yang berasal dari kelenjar pituitari posterior.

Tabel 3. Hormon Kelenjar Pituitari Posterior

Nama Hormon	Fungsi
Oxytocin	Merangsang kontraksi kuat otot rahim selama persalinan, selama hubungan seksual, dan selama menyusui dan juga menyebabkan keluarnya ASI (refleks pelepasan) pada wanita menyusui.
Antidiuretic hormone (ADH)	ADH menyebabkan ginjal menyerap kembali lebih banyak air dari pembentukan urin; akibatnya volume urin berkurang dan volume darah meningkat; dalam jumlah yang lebih besar, ADH juga meningkatkan tekanan darah dengan menyebabkan penyempitan arteriol, sehingga kadang disebut sebagai vasopresin.

c. Kelenjar Tiroid



Gambar 11. Kelenjar Tiroid dan Paratiroid

Kelenjar tiroid terletak di dasar tenggorokan, tepat di bawah jakun, sehingga mudah dipalpasi saat pemeriksaan fisik. Terdiri dari dua lobus yang disatukan oleh massa sentral atau isthmus. Secara internal, kelenjar tiroid terdiri dari struktur berongga yang disebut folikel, yang menyimpan bahan koloid yang lengket. Hormon tiroid sering disebut sebagai hormon metabolisme utama tubuh, sebenarnya adalah dua hormon aktif yang mengandung yodium, tiroksin atau T₄, dan triiodothyronine atau T₃.

Tabel 4. Hormon Kelenjar Tiroid

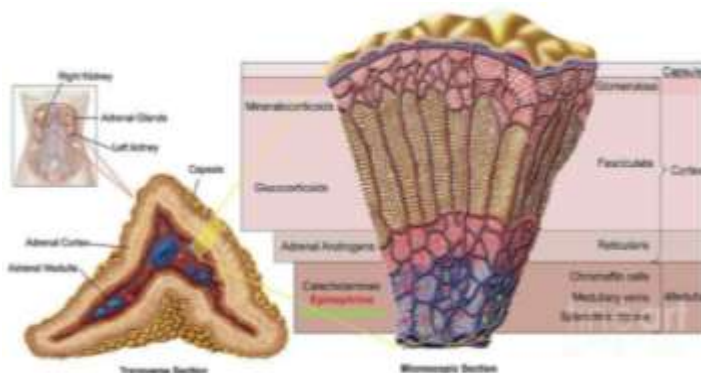
Nama Hormon	Fungsi
Tiroksin sebagai hormon utama yang disekresikan oleh folikel tiroid.	Mengontrol tingkat di mana glukosa “dibakar” teroksidasi, dan diubah menjadi panas tubuh dan energi kimia; juga penting untuk pertumbuhan dan perkembangan jaringan normal.
Triiodothyronine, banyak yang terbentuk di jaringan target melalui konversi tiroksin menjadi triiodothyronine.	
Calcitonin	Menurunkan kadar kalsium darah dengan menyebabkan kalsium disimpan di tulang

d. Kelenjar Paratiroid

Terletak di permukaan posterior kelenjar tiroid. Paratiroid mengeluarkan hormon paratiroid (PTH) atau parathormon, yang berfungsi sebagai pengatur homeostasis ion kalsium darah. PTH adalah hormon hiperkalsemik (yaitu, berfungsi meningkatkan kadar kalsium dalam darah), sedangkan kalsitonin adalah hormon hipokalsemik.; PTH juga merangsang ginjal dan usus untuk menyerap lebih banyak kalsium.

e. Kelenjar Adrenal

Meskipun kelenjar adrenal terlihat seperti satu organ, secara struktural dan fungsional adalah dua organ endokrin dalam satu.



Gambar 12. Kelenjar Adrenal

1) Hormon Korteks Adrenal

Korteks adrenal menghasilkan tiga kelompok utama hormon steroid, yang secara kolektif disebut kortikosteroid terdiri dari mineralokortikoid, glukokortikoid, dan hormon seks.

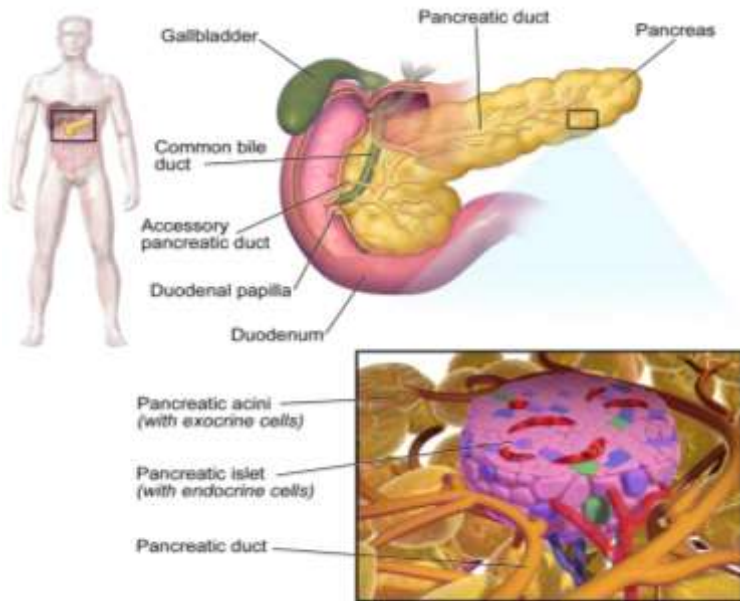
Tabel 5. Hormon Korteks Adrenal

Nama Hormon	Fungsi
Mineralocorticoids	Terutama aldosteron, untuk mengatur kandungan mineral (atau garam) dalam darah, khususnya konsentrasi ion natrium dan kalium dan juga membantu mengatur keseimbangan air dan elektrolit dalam tubuh.
Renin	Renin, enzim yang diproduksi oleh ginjal saat tekanan darah turun, juga menyebabkan pelepasan aldosteron dengan memicu serangkaian reaksi yang membentuk angiotensin II, stimulator kuat pelepasan aldosteron
Atrial natriuretic peptide (ANP)	Mencegah pelepasan aldosteron, tujuannya adalah untuk mengurangi volume darah dan tekanan darah
Glucocorticoids	Meningkatkan metabolisme sel normal dan membantu tubuh melawan stres jangka panjang, terutama dengan meningkatkan kadar glukosa darah, sehingga disebut sebagai hormon hiperglikemik; fungsi lainnya untuk mengurangi rasa sakit dan peradangan dengan menghambat beberapa molekul penyebab rasa sakit yang disebut prostaglandin.
Sex hormones	Hormon seks pria dan wanita diproduksi oleh korteks adrenal sepanjang hidup dalam jumlah yang relatif kecil; meskipun sebagian besar hormon seks yang diproduksi oleh lapisan korteks paling dalam adalah androgen (hormon seks pria), beberapa estrogen (hormon seks wanita), juga terbentuk.

2) Hormon Medulla Adrenal

Menghasilkan hormon katekolamin. Ketika medula dirangsang oleh neuron sistem saraf simpatis, sel-selnya melepaskan dua hormon serupa, epinefrin, juga disebut adrenalin, dan norepinefrin (noradrenalin), ke dalam aliran darah. Pada dasarnya, katekolamin meningkatkan detak jantung, tekanan darah, dan kadar glukosa darah serta melebarkan saluran kecil paru-paru; katekolamin di medula adrenal mempersiapkan tubuh untuk menghadapi situasi stres yang singkat atau jangka pendek dan menyebabkan apa yang disebut tahap alarm dari respons stres.

f. Pulau Pankreas (Pancreatic Islets)



Gambar 13. Jaringan Pankreas

Terdiri dari: **Pulau Langerhans (Islet of Langerhans)** disebut juga pulau pankreas, adalah massa kecil jaringan penghasil hormon yang tersebar di antara jaringan asinar pankreas

penghasil enzim. **Pulau Sel (Islet Cells)** bertindak sebagai sensor bahan bakar, mensekresi insulin, dan glukagon secara tepat selama keadaan makan dan puasa. Memiliki 2 jenis sel yaitu:

- 1) **Sel beta.** Kadar glukosa yang tinggi dalam darah merangsang pelepasan insulin dari sel beta.
- 2) **Sel alfa.** Pelepasan glukagon oleh sel alfa dirangsang oleh kadar glukosa darah yang rendah

Tabel 6. Hormon Pulau Pankreas

Nama Hormon	Fungsi
Insulin	Mengangkut glukosa melintasi membran plasma; karena insulin mengeluarkan glukosa dari darah, efeknya dikatakan hipoglikemik.
Glucagon	Glukagon bertindak sebagai antagonis insulin; yaitu membantu mengatur kadar glukosa darah tetapi dengan cara yang berlawanan dengan insulin; tindakannya pada dasarnya hiperglikemik dan organ target utamanya adalah hati, yang dirangsang untuk memecah simpanan glikogen menjadi glukosa dan melepaskan glukosa ke dalam darah.

g. Kelenjar Pineal

Kelenjar pineal menggantung di atap ventrikel ketiga otak. Melatonin adalah satu-satunya hormon yang disekresikan dalam jumlah besar oleh kelenjar pineal; tingkat melatonin naik dan turun sepanjang siang dan malam; tingkat puncak terjadi pada malam hari dan membuat kita mengantuk karena melatonin diyakini sebagai "pemicu tidur" yang berperan penting dalam membentuk siklus siang-malam tubuh.

h. Kelenjar Timus

Kelenjar timus berukuran besar pada usia bayi dan anak-anak dan mengecil seiring bertambahnya usia. Kelenjar timus terletak di dada bagian atas, di belakang tulang dada. Timus menghasilkan hormon yang disebut timosin dan hormon lain yang tampaknya penting untuk perkembangan normal kelompok khusus sel darah putih (limfosit T, atau sel T) dan respons imun.

i. Kelenjar Gonad

1) Hormon Ovarium

Ovarium berukuran sebesar kacang almond, terletak di rongga panggul. Selain memproduksi sel kelamin wanita, ovarium menghasilkan dua kelompok hormon steroid yaitu estrogen dan progesteron.

Tabel 7. Hormon Ovarium

Nama Hormon	Fungsi
Estrogen	Bertanggung jawab atas perkembangan karakteristik seks pada wanita saat pubertas; bertindak dengan progesteron, estrogen meningkatkan perkembangan payudara dan perubahan siklus pada lapisan rahim (siklus menstruasi).
Progesteron	Progesteron bekerja dengan estrogen untuk mengatur siklus menstruasi; selain itu selama kehamilan, menenangkan otot-otot rahim sehingga embrio yang ditanamkan tidak akan dibatalkan dan membantu mempersiapkan jaringan payudara untuk menyusui.

2) Hormon Testis

Testis terletak di dalam skrotum. Selain berfungsi sebagai sel kelamin laki-laki yang dapat menghasilkan sperma, testis juga menghasilkan hormon seks laki-laki, atau androgen, di mana

testosteron adalah yang paling penting. Saat pubertas, testosteron mendorong pertumbuhan dan pematangan organ sistem reproduksi untuk mempersiapkan remaja untuk bereproduksi. Selain itu, juga menyebabkan munculnya ciri-ciri seks sekunder laki-laki dan merangsang gairah seks laki-laki. Testosteron juga diperlukan untuk produksi sperma yang berkelanjutan

j. Placenta

Plasenta adalah organ luar biasa yang terbentuk sementara di dalam rahim wanita hamil. Selain perannya sebagai sistem pernapasan, ekskresi, dan pengiriman nutrisi untuk janin, juga menghasilkan beberapa protein dan hormon steroid yang membantu menjaga kehamilan dan membuka jalan bagi kelahiran bayi.

Tabel 8. Hormon Placenta

Nama Hormon	Fungsi
Human Chorionic Gonadotropin (hCG)	Selama kehamilan diproduksi oleh embrio yang sedang berkembang; merangsang ovarium untuk terus memproduksi estrogen dan progesteron sehingga lapisan rahim tidak terkelupas saat menstruasi.
Relaxin	Menyebabkan ligamen panggul ibu dan simfisis pubis menjadi rileks dan menjadi lebih fleksibel, sehingga memudahkan jalan lahir.
Human placental lactogen (hPL)	Bekerja sama dengan estrogen dan progesteron dalam mempersiapkan payudara untuk menyusui.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, A. T., & Sudjito, M. H. (2015). Kerusakan barrier pertahanan alamiah: sawar darah otak. *Jurnal Neuroanestesi Indonesia*, 4(1), 50-60.
- Belleza, M. (2023). *Nervous System Anatomy and Physiology*. Diakses pada 17 Agustus 2023 dari <https://nurseslabs.com/nervous-system/#h-functions-of-the-nervous-system>.
- Belleza, M. (2023). *Endocrine System Anatomy and Physiology*. Diakses pada 17 Agustus 2023 dari <https://nurseslabs.com/endocrine-system/>
- Daniels, R., & Nicoll, L. (2012). *Contemporary Medical Surgical Nursing (2nd ed.)*. Clifton Park: Delmar, Cengage Learning.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 2014. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran 12th ed.* Singapura: Elsevier.
- Kirnantoro, & Maryana. 2019. *Anatomi Fisiologi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Nugroho, S. A. (2021). *Anatomi Fisiologi Sistem Endokrin*.
- Smeltzer, S. C., Hinkle, J. L., Bare, B. G., & Cheever, K. H. (2010). *Brunner & Suddarth's textbook of medical-surgical nursing (12th ed., p. 1828)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Syaifuddin. 2016. *Ilmu Biomedik Dasar untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta : Salemba Medika
- Timby, B. K., & Smith, N. E. (2010). *Introductory Medical Surgical Nursing (10th ed.)*. 2010: Lippincott Williams & Wilkins.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2014). *Principles Of Anatomy and Physiology (14th ed., p. 400)*. Hoboken USA: Wiley.
- White, L., Duncan, G., & Baumle, W. (2013). *Medical-Surgical Nursing: An Integrated Approach (3rd ed.)*. Clifton Park, USA: Delmar, Cengage Learning.

BIODATA PENULIS



Ns. Winasari Dewi, M.Kep. lahir di Garut, pada 29 September 1989. Penulis bekerja sebagai Dosen Keperawatan pada Program Studi Diploma III Keperawatan Fakultas Keperawatan Universitas Bhakti Kencana. Mengajar mata kuliah Keperawatan Anak dan Praktik Klinik Keperawatan Anak. Penulis merupakan alumni dari Program Sarjana dan Ners di Fakultas Keperawatan Universitas Padjadjaran (2007-2012) serta Magister Keperawatan Anak di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia (2014-2017).

BAB 5

Sistem Peredaran Darah dan Kelenjar Getah Bening

Ns. Muhammad Hidayat, S.Kep., M.Biomed

A. Pendahuluan

Manusia memiliki struktur tubuh yang terdiri dari sejumlah sistem organ. Tiap sistem organ terdiri dari berbagai macam-macam organ yang berfungsi bersama guna menjalankan tugas-tugas khusus. Sistem peredaran darah merupakan elemen signifikan dalam tubuh manusia, dan dalam konteks ini, disebut sebagai bagian utama dari sistem-sistem tersebut. Bagian utama ini meliputi sistem kerangka, sistem sirkulasi darah, sistem syaraf, serta sistem pertahanan tubuh. Terminologi "bagian utama" digunakan tidaklah karena beberapa sistem ini lebih unggul daripada yang lain, melainkan dikarenakan mereka memiliki jangkauan yang meliputi seluruh tubuh.

Sirkulasi darah, atau dikenal juga sebagai sistem kardiovaskular dalam terminologi medis, memainkan peran penting dalam mengangkut substansi-susbtansi vital sama halnya zat gizi dan oksigen dari jantung ke seluruh jangkauan bagian tubuh. Lebih dari sekadar penghantar zat tersebut, sistem sirkulasi darah manusia juga mempunyai peran lain, termasuk membawa sisa karbon dioksida dan memindahkan dari perubahan zat makanan menjadi energi dan komponen yang dibutuhkan oleh tubuh ke paru-paru, menghantar hormon ke seluruh bagian tubuh, menjaga suhu tubuh agar merata, menjaga kinerja sistem organ dalam tubuh, serta melawan mikroba yang memasuki tubuh dan menyebabkan penyakit. Sistem yang mengalirkan darah terus beroperasi tanpa henti selama masa hidup kita di dunia.(Subandono, 2018)

B. Konsep Sistem Peredaran Darah

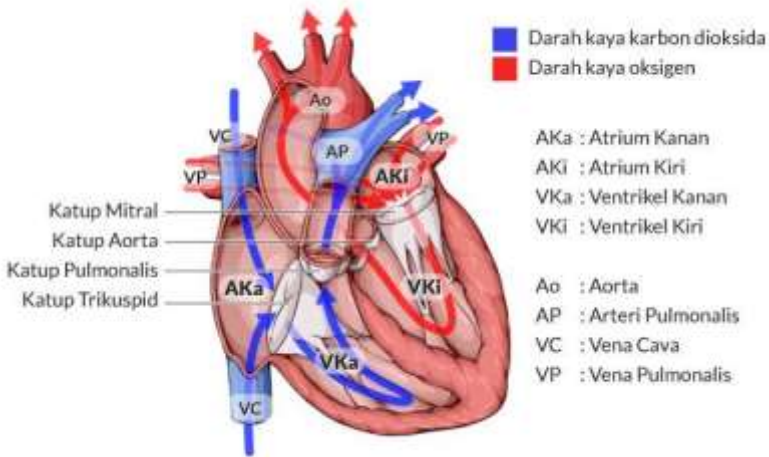
Sirkulasi darah atau dikenal juga sebagai sistem kardiovaskular dalam terminologi medis, memainkan peran penting dalam mengangkut substansi-substansi vital seperti nutrisi dan oksigen dari jantung ke seluruh jangkauan tubuh.

Tujuan utama dari sistem yang mengalirkan darah adalah memberikan oksigen, zat gizi, serta hormon ke seluruh otot, jaringan, dan organ dalam tubuh. Komponen lain dari sistem peredaran darah adalah mengeluarkan sisa-sisa limbah dari sel dan organ, memungkinkan tubuh untuk mengeliminasi. Darah dipompa ke seluruh tubuh oleh jantung melalui sistem arteri dan vena yang membentuk jaringan pembuluh darah. Sistem kardiovaskular merupakan istilah lain yang dapat merujuk pada sistem peredaran darah. Cardio berarti jantung, sementara vascular maknanya pembuluh darah. Sirkulasi darah mengalirkan darah ke seluruh jaringan tubuh untuk mendukung fungsi-fungsinya. Fungsi utama dari sistem peredaran darah adalah menyuplai darah ke seluruh tubuh. Sirkulasi darah ini membuat organ, otot, dan jaringan tetap sehat dan bekerja untuk membuat tetap hidup. Sistem peredaran darah juga membantu tubuh membuang produk limbah. Limbah ini meliputi : karbondioksida dari respirasi (pernafasan), produk sampingan kimia lainnya dari organ, limbah dari makan dan minum.

1. Anatomi sistem peredaran darah

Bagian-bagian dari sistem peredaran darah adalah pertama Jantung, organ berotot yang mendorong aliran darah ke seluruh bagian tubuh. Kedua pembuluh darah, yang meliputi arteri, vena, dan kapiler. Ketiga darah, terdiri dari sel darah merah dan putih, plasma dan trombosit.

Jantung adalah satu-satunya organ sistem peredaran darah. Darah mengalir dari jantung ke paru-paru untuk mendapatkan oksigen. Paru-paru merupakan bagian dari sistem pernapasan. Jantung kemudian memompa darah beroksigen melalui arteri ke seluruh tubuh.



Gambar 1. Sistem peredaran darah

Sumber : (Makarim, 2022)

2. Rangkaian sistem peredaran darah

Sistem peredaran darah memiliki tiga sirkuit. Darah bersirkulasi melalui jantung dan melalui sirkuit ini dalam pola yang berkelanjutan yaitu Sirkuit paru, sirkuit sistemik dan sirkuit koroner. **Sirkuit paru** : Sirkuit ini membawa darah tanpa oksigen dari jantung ke paru-paru. Vena paru mengembalikan darah beroksigen ke jantung. **Sirkuit sistemik**: Di sirkuit ini, darah dengan oksigen, nutrisi, dan hormon mengalir dari jantung ke seluruh tubuh. Di pembuluh darah, darah mengambil produk limbah saat tubuh menggunakan oksigen, nutrisi, dan hormon. **Sirkuit koroner**: Koroner mengacu pada arteri jantung. Sirkuit ini menyediakan otot jantung dengan darah beroksigen. Sirkuit koroner kemudian mengembalikan darah yang miskin oksigen ke ruang atas kanan jantung (atrium) untuk dikirim ke paru-paru untuk mendapatkan oksigen.

3. Fisiologi sistem peredaran darah

Sistem peredaran darah berfungsi dengan bantuan pembuluh darah yang meliputi arteri, vena, dan kapiler. Pembuluh darah ini bekerja dengan jantung dan paru-paru untuk terus mengedarkan darah ke seluruh tubuh dengan cara ruang pemompa kanan bawah jantung (ventrikel kanan) mengirimkan darah yang rendah oksigen (darah miskin oksigen) ke paru-paru. Darah mengalir melalui batang pulmonal (arteri pulmonalis utama), sel darah mengambil oksigen di paru-paru, vena paru membawa darah beroksigen dari paru-paru ke atrium kiri jantung (ruang jantung bagian atas), atrium kiri mengirimkan darah beroksigen ke ventrikel kiri (ruang bawah), bagian otot jantung ini memompa darah ke seluruh tubuh melalui arteri, saat bergerak melalui tubuh dan organ, darah mengumpulkan dan membuang nutrisi, hormon, dan produk limbah, vena membawa darah terdeoksigenasi dan karbon dioksida kembali ke jantung, yang mengirimkan darah ke paru-paru, paru-paru membuang karbon dioksida saat mengeluarkan napas.

4. Jenis pembuluh darah

Ada tiga jenis utama pembuluh darah:

- a. **Arteri:** Arteri adalah tabung tipis dan berotot yang membawa darah beroksigen dari jantung dan ke setiap bagian tubuh. Aorta adalah arteri terbesar tubuh. Dimulai dari jantung dan naik ke dada (ascending aorta) dan kemudian turun ke perut (descending aorta). Arteri koroner bercabang dari aorta, yang kemudian bercabang menjadi arteri yang lebih kecil (arteriola) saat semakin jauh dari jantung.
- b. **Vena:** Pembuluh darah ini mengembalikan darah yang kekurangan oksigen ke jantung. Vena mulai kecil (venula) dan menjadi lebih besar saat mendekati jantung. Dua vena sentral mengantarkan darah ke jantung. Vena kava superior membawa darah dari tubuh bagian atas (kepala dan lengan) ke jantung. Vena cava

inferior membawa darah naik dari tubuh bagian bawah (perut, panggul, dan kaki) ke jantung. Pembuluh darah di kaki memiliki katup untuk menjaga agar darah tidak mengalir ke belakang.

- c. **Kapiler:** Pembuluh darah ini menghubungkan arteri yang sangat kecil (arteriol) dan vena (venula). Kapiler memiliki dinding tipis yang memungkinkan oksigen, karbon dioksida, nutrisi, dan produk limbah masuk dan keluar sel.

5. Kondisi dan gangguan yang memengaruhi sistem peredaran darah

Kondisi-kondisi yang dapat memengaruhi kesehatan sistem peredaran darah, yaitu:

- a. **Aneurisma:** Aneurisma terjadi ketika dinding arteri melemah dan membesar. Titik lemah dapat menonjol saat darah bergerak melalui arteri. Titik lemah dapat robek, menyebabkan pecahnya yang mengancam jiwa. Aneurisma dapat memengaruhi arteri apa pun, tetapi aneurisma aorta , aneurisma aorta perut , dan aneurisma otak adalah yang paling umum.
- b. **Tekanan darah tinggi:** Arteri bekerja keras untuk mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Ketika tekanan (kekuatan darah melawan dinding pembuluh darah) menjadi terlalu tinggi, mengalami tekanan darah tinggi . Ketika arteri menjadi kurang elastis (melar), lebih sedikit darah dan oksigen yang mencapai organ seperti jantung. Tekanan darah tinggi membuat berisiko terkena penyakit kardiovaskular, serangan jantung , dan stroke.
- d. **Deposit plak:** Kolesterol tinggi dan diabetes dapat menyebabkan lemak dan zat lain terkumpul di dalam darah. Zat ini membentuk endapan yang disebut plak di dinding arteri. Kondisi ini adalah aterosklerosis , atau arteri yang menyempit atau mengeras. Aterosklerosis meningkatkan risiko pembekuan darah dan stroke, penyakit arteri

koroner , penyakit arteri perifer (dan penyakit arteri lainnya), serangan jantung, dan penyakit ginjal .

- e. **Penyakit vena:** Penyakit vena cenderung memengaruhi pembuluh darah di tubuh bagian bawah. Masalah seperti insufisiensi vena kronis dan varises terjadi ketika darah tidak dapat mengalir kembali ke jantung dan menggenang di vena kaki. Trombosis vena dalam (DVT), bekuan darah di kaki, dapat menyebabkan emboli paru yang mengancam jiwa.

6. Pencegah masalah sistem peredaran darah

Langkah-langkah ini dapat melindungi kesehatan sistem peredaran darah bertujuan untuk setidaknya 150 menit aktivitas fisik setiap minggu. Makanlah makanan sehat jantung yang kaya akan sayuran dan serat serta rendah lemak jenuh dan makanan olahan. Pertimbangkan diet gaya Mediterania atau pola makan nabati, karena tampaknya paling menyehatkan jantung. Temukan cara sehat untuk meredakan stres. Pertahankan berat badan yang sehat, merawat kondisi diabetes, hipertensi, dan tingginya kadar kolesterol berhenti merokok .

7. Besaran sistem peredaran darah

Tubuh memiliki jaringan pembuluh darah dengan panjang lebih dari 60.000 mil mengedarkan sekitar 1,5 galon darah setiap hari.

8. Warna darah merah dan darah biru

Semua darah berwarna merah. Hemoglobin, protein kaya zat besi dalam sel darah merah, bercampur dengan oksigen untuk memberi warna merah pada darah. Darah yang kaya oksigen dikenal sebagai darah merah.

Pembuluh darah membawa darah yang miskin oksigen. Ini terkadang disebut darah biru karena pembuluh darah terlihat biru di bawah kulit. Darah sebenarnya berwarna merah, tetapi kadar oksigen yang rendah membuat vena berwarna kebiruan.

9. Arteri selalu membawa darah beroksigen

Untuk sebagian besar, ya. Pengecualiannya adalah arteri dan vena paru. Arteri paru membawa darah terdeoksigenasi ke paru-paru. Vena paru mengembalikan darah beroksigen ke jantung.

C. Konsep Kelenjar getah bening

1. Definisi

Kelenjar getah bening adalah organ kecil berbentuk kacang yang seukuran kacang polong, memiliki simpul di seluruh tubuh termasuk di ketiak, leher, dan selangkangan. Kelenjar getah bening bisa membengkak atau membesar, yang merupakan bahwa tubuh sedang melawan infeksi atau penyakit.

Kelenjar getah bening adalah organ kecil berbentuk kacang yang menyaring zat dalam tubuh. Sel yang membantu melawan infeksi membentuk kelenjar getah bening bersama dengan jaringan getah bening. Ada ratusan kelenjar getah bening di seluruh tubuh . Tempat paling terkenal di mana akan menemukan kelenjar getah bening berada di ketiak, leher, dan selangkangan.

2. Anatomi kelenjar getah bening

a. Bentuk kelenjar getah bening

Kelenjar getah bening terlihat seperti kacang merah yang bertunas, di mana kecambah adalah tabung yang membawa cairan limfatik ke seluruh tubuh (saluran limfatik). Memimpin ke setiap node adalah pembuluh darah. Kelenjar getah bening memiliki lapisan luar pelindung (kapsul), seperti cangkang pada kacang yang membagi bagian-bagian simpul menjadi ruangan-ruangan dengan ruang terbuka besar di tengah (korteks). Cairan limfatik mengalir melalui ruangan-ruangan ini, yang menyaring cairan, dan itu ada di kelenjar getah bening dari saluran limfatik.

b. Ukuran kelenjar getah bening

Kelenjar getah bening seukuran kacang polong, kurang dari 1/2 inci. (12 milimeter).

- c. Jumlah kelenjar getah bening di tubuh
Ada sekitar 600 kelenjar getah bening di tubuh sebagai orang dewasa. Jumlah pastinya bervariasi dari orang ke orang.
 - d. Komponen kelenjar getah bening
Kelenjar getah bening terbuat dari jaringan getah bening dan berbagai jenis sel yaitu : sel darah putih (limfosit), sel B, sel T, sel dendritik, makrofag, sel plasma.
 - e. letak kelenjar getah bening
Kelenjar getah bening ada di seluruh tubuh . Mereka biasanya berada di mana dua atau lebih pembuluh darah utama berkumpul (bertemu) di tubuh termasuk leher, ketiak, dada, perut, kunci paha, di belakang telinga.
3. Fisiologi kelenjar getah bening
- Tugas kelenjar getah bening adalah menyaring zat dalam cairan getah bening, yang merupakan kumpulan cairan yang mengalir dari sel dan jaringan. Cairan limfa mengandung protein, mineral, lemak, nutrisi, sel darah putih (limfosit), sel yang rusak, sel kanker, bakteri dan/atau virus (penjajah asing).
- Cairan getah bening mengalir melalui jaringan yang membentuk kelenjar getah bening, tempat jaringan menyaring dan mendaur ulang cairan getah bening yang dibutuhkan tubuh. Sel-sel di dalam kelenjar getah bening akan menyerang, menghancurkan, dan menghilangkan limbah, terutama penyerbu asing, untuk membantu sistem kekebalan menjaga tetap sehat.
4. Kelenjar getah bening membantu sistem tubuh lainnya
- Kelenjar getah bening bekerja erat dengan dua sistem tubuh termasuk:
- a. Sistem kekebalan : Sistem kekebalan melindungi tubuh dari penyerbu asing seperti bakteri dan virus untuk mencegah infeksi, penyakit atau penyakit. Sistem kekebalan tubuh adalah apa yang membuat sehat.

- b. Sistem limfatik : Sistem limfatik adalah bagian dari sistem kekebalan yang melindungi tubuh dari penyerbu asing yang menyebabkan penyakit, mempertahankan tingkat cairan di seluruh tubuh , menyerap nutrisi dan lemak, serta membuang limbah dari sel.

Sebagai penyaring cairan yang mengalir melalui sel dan jaringan, kelenjar getah bening membersihkan dan menyingkirkan limbah cairan limfatik dan penyusup yang menyebabkan penyakit, sambil menahan komponen cairan limfatik yang menjaga tetap sehat.

5. Kondisi dan gangguan kelenjar getah bening

kondisi umum yang mempengaruhi kelenjar getah bening yaitu :

- a. Kelenjar getah bening yang membesar (bengkak) (limfadenopati): Kelenjar getah bening membengkak saat sistem kekebalan melawan infeksi atau penyakit (radang tenggorokan, mononukleosis, infeksi luka, HIV).
- b. Limfoma : Limfoma mengacu pada kanker yang dimulai di sistem limfatik dan termasuk limfoma Hodgkin dan limfoma non-Hodgkin .
- c. Lymphangioleiomyomatosis : Penyakit paru-paru yang menyebabkan sel tumbuh di luar kendali di paru-paru, kelenjar getah bening, dan ginjal.
- d. Sindrom limfoproliferatif autoimun : Kondisi genetik yang menyebabkan terlalu banyak sel darah putih (limfosit) terkumpul di kelenjar getah bening, hati, dan limpa.
- f. Limfadenitis mesenterika : Suatu kondisi yang menyebabkan pembengkakan (radang) kelenjar getah bening di perut .
- g. Penyakit Kikuchi : Suatu kondisi yang menyebabkan kelenjar getah bening membengkak dan menjadi nyeri.

h. Penyakit Castleman : Sekelompok kondisi yang menyebabkan pertumbuhan berlebih sel dalam sistem limfatik .

6. Gejala umum dari kondisi kelenjar getah bening

Gejala bervariasi untuk setiap kondisi yang memengaruhi kelenjar getah bening . Gejala yang paling umum muncul dengan pembengkakan kelenjar getah bening (limfadenopati). Gejala pembengkakan kelenjar getah bening meliputi : nyeri atau nyeri di kelenjar getah bening, kelenjar getah bening bertambah besar (bengkak) yang muncul sebagai tonjolan di bawah kulit, demam, sakit tenggorokan atau pilek (tanda-tanda infeksi pernafasan), berkeringat, terutama di malam hari.

Ketika kelenjar getah bening membengkak, tubuh memberi tahu bahwa sedang melawan penyakit atau infeksi. Jika melihat kelenjar getah bening membesar dan tidak memiliki gejala penyakit atau infeksi, kunjungi penyedia layanan kesehatan untuk pemeriksaan.

7. Pemeriksaan umum kesehatan kelenjar getah bening

Penyedia akan memeriksa kesehatan dan ukuran kelenjar getah bening melalui tes pencitraan seperti:pemindaian CT, pemindaian PET, sinar -X .

Hitung darah lengkap adalah tes darah yang mengukur berapa banyak sel dalam sampel darah. Ini dapat membantu mengidentifikasi kondisi dan/atau kanker yang memengaruhi sel-sel di kelenjar getah bening.

Jika memiliki gejala parah yang memengaruhi kelenjar getah bening, penyedia mungkin melakukan biopsi kelenjar getah bening di mana mereka mengeluarkan sampel jaringan kecil dari salah satu kelenjar getah bening untuk memeriksa kelainan pada jaringan getah bening.

8. Pengobatan umum untuk kondisi kelenjar getah bening

Penyedia akan mendiagnosis dan menawarkan perawatan yang unik untuk tanda dan gejala. Perawatan untuk kondisi kelenjar getah bening yang umum bervariasi tetapi dapat mencakup:

- a. Mengambil antibiotik untuk membersihkan infeksi apapun.
 - b. Menerapkan kompres hangat atau minum obat bebas untuk mengobati rasa sakit.
 - c. Menjalani kemoterapi , terapi radiasi atau imunoterapi untuk kanker tertentu.
 - d. Minum obat untuk mengobati kondisi yang menyebabkan pembengkakan kelenjar getah bening.
 - e. Pembedahan untuk mengangkat kelenjar getah bening yang rusak.
9. Cara menjaga agar kelenjar getah bening tetap sehat

Merawat dan menjaga kelenjar getah bening dan sistem limfatik agar tetap sehat dapat dilakukan dengan:

- a. Tetap terhidrasi dan minum banyak air.
- b. Makan makanan yang seimbang.
- c. Berolahraga secara teratur.
- d. Menghindari paparan bahan kimia beracun (pestisida dan produk pembersih tertentu).
- f. Beristirahat dan tidur yang cukup.
- g. Menggunakan perawatan luka yang tepat untuk mencegah infeksi setelah cedera.

Kelenjar getah bening adalah bagian penting dari tubuh yang menyaring zat agar tetap sehat. Merawat tubuh dengan baik membantu kelenjar getah bening dan sistem limfatik bekerja dengan baik. Konsultasikanlah dengan pelayanan kesehatan jika melihat kelenjar getah bening membesar atau membengkak, yang bisa menjadi tanda penyakit atau infeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Cleveland Clinic*, (2022). Makarim, F. R. (2022). *Penyakit Jantung Koroner - Gejala, Penyebab, dan Pengobatan* (hal. 1). <https://www.halodoc.com/kesehatan/penyakit-jantung-koroner>
- <https://webadmin-ipusnas.perpusnas.go.id/ipusnas/publications/books/157617>
- https://my-clevelandclinic-org.translate.goog/health/body/23131-lymph-nodes?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc
- Makarim, F. R. (2022). *Penyakit Jantung Koroner - Gejala, Penyebab, dan Pengobatan* (hal. 1). <https://www.halodoc.com/kesehatan/penyakit-jantung-koroner>
- Subandono, J. (2018). Sistem Peredaran Darah Manusia. In *8 Februari* (hal. 1-58). <https://idschool.net/smp/sistem-peredaran-darah-manusia/>

BIODATA PENULIS



Ns. Muhammad Hidayat, S.Kep., M.Biomed. lahir di Talang Duku, pada 26 September 1982. Putra pertama dari pasangan Zulyadaini, S.Pd.i dan Rusnah, Suami dari Susesti Febrianti, SE, Abi dari Muhammad Alif Taufiqurrahman, Alya Ufairah Marhamah, dan Muhammad Syaqif Kholilullah. Abang dari Ahmad Syafiq, S.Psi.,M.Psi.,Psikolog dan Muhammad Mursyid, S.Gz., M.Si Penulis bekerja sebagai praktisi keperawatan mandiri (2004-2007) dan Dosen Keperawatan (2008-sekarang) di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Baiturrahim. Penulis merupakan alumni dari SDN 94/1 Talang Duku dan Madrasah Ibtidaiyah ma'hadil Islamiyah Talang Duku (1988-1994), alumni Madrasah Tsanawiyah N Talang Duku (1994-1997), alumni Ponpes Madrasah Aliyah S As'ad (1997-2000), alumni Akper Baiturrahim (2000-2003) dan melanjutkan Program Sarjana dan Ners di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Baiturrahim (2005-2008) serta Magister Biomedik pemusatan imunologi di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas (2008-2010).

BAB 6

Konsep Sistem Kardiovaskuler

Dr. Muthia Mutmainnah. M.Kep., Sp,Mat

A. Pendahuluan

Sistem kardiovaskuler adalah salah satu sistem yang memiliki peran penting dalam kehidupan manusia. Sistem ini sangat mempengaruhi kinerja dan fungsi berbagai sistem organ lainnya dalam tubuh. Sistem kardiovaskular bertugas membuang sisa metabolisme dan mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan dan organ tubuh (Klabunde, 2015).

Sistem kardiovaskuler berfungsi sebagai sistem regulasi yang akan merespon seluruh aktivitas tubuh dengan mekanisme yang bervariasi. Mekanisme yang berbeda diharapkan dapat meningkatkan suplai darah sehingga kebutuhan jaringan dapat terpenuhi. Dalam keadaan tertentu, aliran darah ke organ-organ yang sangat diperlukan, misalnya jantung dan otak akan diperbanyak untuk mengoptimalkan peredaran darah dari organ-organ tersebut. (Fikriana, 2018).

B. Konsep Sistem Kardiovaskuler

1. Pengertian sistem kardiovaskuler

Sistem kardiovaskular adalah kumpulan organ peredaran darah yang terdiri dari jantung, pembuluh darah dan saluran limfatik yang berfungsi sebagai sistem yang mengatur pengiriman oksigen dan suplemen ke seluruh jaringan tubuh yang dibutuhkan dalam proses metabolisme. Sistem ini memindahkan produk sisa metabolisme keluar dari tubuh dan mendistribusikan oksigen, nutrisi, dan zat lain ke seluruh tubuh (Hariyono, 2020).

Sistem kardiovaskuler membutuhkan mekanisme yang bervariasi agar fungsi regulasi dapat merespon aktivitas tubuh. Salah satu bentuk respon sistem kardiovaskuler yaitu dengan meningkatkan suplai darah agar kebutuhan aktivitas jaringan dapat terpenuhi. Pada kondisi tertentu, aliran darah akan lebih banyak diarahkan pada organ-organ vital untuk mempertahankan dan memelihara sistem sirkulasi itu sendiri. (Muttaqin, 2014)

2. Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

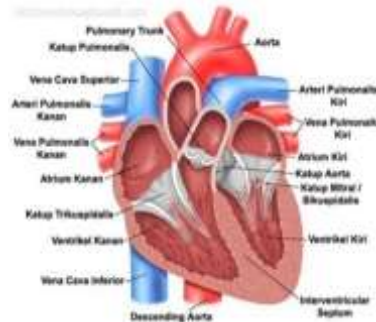
a. Struktur Jantung dan Fungsinya

Jantung terletak diruang mediastenium rongga dada. Lapisan luar (pericardium), lapisan tengah (myocardium), dan lapisan dalam (endocardium) adalah tiga lapisan yang menyusun jantung. Jantung dilapisi oleh kantung fibroserous yang disebut perikardium. Kantung ini terdiri dari dua lapisan yaitu bagian dalam yang disebut visceral dan bagian luar atau parietal. Cairan perikardial terdapat diantara perikardial visceral dan parietal yang berfungsi sebagai pelumas untuk mencegah terjadinya gesekan antara permukaan saat jantung berkontraksi (Panma *et al.*, 2023).

Jantung memiliki 4 ruang yaitu atrium sinistra, atrium dekstra, ventrikel sinistra dan ventrikel dekstra. Antar ruang jantung kemudian terdapat sekat yang disebut dengan septum. Septum intraterial membatasi antara atrium dekstra dan sinistra. Septum interventrikuler membatasi antara ventrikel dekstra dan sinistra. Miokardium atrium lebih tipis daripada ventrikel disebabkan beban kerja yang lebih besar pada ventrikel dalam memompa darah. Miokardium ventrikel sinistra 2 hingga 3 kali lebih tebal dibandingkan dengan ventrikel dekstra karena bertugas memompakan darah ke dalam sirkulasi sistemik (Panma *et al.*, 2023).

Jantung terdiri dari 4 katup yang mampu mencegah kembalinya aliran darah saat terjadinya kontraksi dengan membantu aliran darah tetap satu arah dengan membuka dan menutup katup. Katup atrioventrikuler terdiri dari katup trikuspid dan bikuspid yang mencegah aliran darah kembali menuju atrium selama kontraksi ventrikel. Katup semilunar terdiri dari katup pulmonal dan katup aorta yang menjaga darah dari katup lemah yang tidak dapat menutup sepenuhnya (regurgitas) ke dalam ventrikel menuju ujung setiap ventrikel (Panma *et al.*, 2023).

Gambar 1. Struktur Anatomi Jantung



Sumber: (Tortora, GJ, Derrickson, 2014)

b. Aliran darah jantung

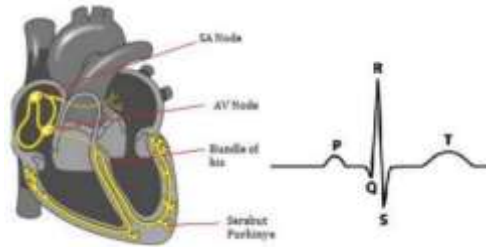
Jantung merupakan organ utama yang mengalirkan darah (sirkulasi). Ada dua jenis sirkulasi darah: sirkulasi sistemik dan paru-paru. Arteri, arteriol, dan kapiler membawa darah dari ventrikel kiri ke atrium kanan, di mana darah dikembalikan melalui vena dalam sirkulasi sistemik. Dalam sirkulasi paru, darah mengalir dari ventrikel kanan ke paru-paru dan masuk ke atrium kiri.

Aliran darah jantung dimulai ketika darah dari seluruh tubuh akan masuk ke atrium dekstra melalui vena kava inferior, superior dan sinus coroner. Darah kemudian melewati katup trikuspid masuk menuju ventrikel dekstra. Ventrikel dekstra selanjutnya memompa darah menuju arteri pulmonalis dan paru-paru melalui katup pulmonalis. Pada paru-paru

berlangsung proses pertukaran gas CO₂ dan O₂ di alveolus sehingga darah kaya akan oksigen. Aliran darah dari paru-paru akan bergerak menuju ke atrium kiri melalui vena pulmonalis dan masuk ke ventrikel kiri melalui katup mitral. Saat jantung berkontraksi, darah dari ventrikel sinistra akan dipompakan menuju sirkulasi sistemik melalui aorta (Panma *et al.*, 2023).

c. Sistem Konduksi Jantung

Sistem konduksi jantung merupakan sistem yang memfasilitasi kerjasama kontraksi dari keempat ruang di jantung. Sistem konduksi jantung meliputi SA Nodes, AV Nodes, bundle of his dan serabut purkinje.



Gambar 2. Sistem Konduksi Jantung dan Gambaran EKG

Sumber: (Fikriana, 2018)

Sel pacu jantung memiliki kemampuan memulai impuls secara otomatis (otomatisitas), menghantarkan impuls (konduktivitas) dan memperpendek serabut jantung saat menerima impuls (kontraktilitas). SA Nodes merupakan pusat pacu jantung yang memulai dan mengendalikan sinyal (impuls) untuk berkontraksi dengan frekuensi 60-100x/menit. Sinyal dari SA Nodes akan merangsang terjadinya kontraksi pada atrium dekstra dan sinistra. Selanjutnya sinyal akan menyebar secara berurutan menuju AV Nodes, bundle of his dan serabut purkinje. Penyebaran sinyal ini akan memberkan rangsanagn pada ventrikel untuk berkontraksi. Ketika Nodes SA mengalami kesulitan memulai impuls, maka akan digantikan oleh Node AV yang akan memulainya. Penyebaran impuls yang disampaikan oleh AV Nodes akan menyebabkan penurunan denyut nadi sebesar

40-60x/menit. Ventrikel akan memulai impuls dengan kecepatan 20-40 kali per menit ketika nodus SA dan AV gagal menghasilkan impuls secara normal. (Fikriana, 2018).

Gelombang P membahas periode depolarisasi dan kompresi atrium. Letak SA Nodes yang berada di atrium dekstra menyebabkan depolarisasi atrium dekstra sebelum atrium sinistra. Kompleks QRS menunjukkan depolarisasi ventrikel. Gelombang QRS ditunjukkan dengan oleh defleksi lebih besar daripada gelombang P. Gelombang T menunjukkan repolarisasi ventrikel. Pada saat repolarisasi sel memulihkan elektronegativitas agar dapat dirangsang kembali. Gelombang repolarisasi atrium sebenarnya juga ada, namun karena berlangsung secara bersamaan dengan fase depolarisasi ventrikel sehingga tertutup dengan kompleks QRS yang lebih menonjol (Fikriana, 2018).

d. Bunyi Jantung

Jantung menghasilkan 2 suara yang berasal dari katup yang menutup secara laten. Bunyi jantung utama dihasilkan saat katup atrioventrikular menutup ketika ventrikel berkontraksi. Bunyi jantung dua dihasilkan karena katup semilunaris menutup setelah kontraksi ventrikel.

e. Siklus Jantung

Siklus jantung adalah berbagai aktivitas didalam jantung yang berhubungan dengan peredaran darah. Jantung merupakan organ yang memiliki tugas utama untuk mengedarkan darah ke seluruh tubuh. Gerakan jantung muncul karena aktivitas atrium dan ventrikel. Gerakan jantung ini dikenal sebagai sistole dan diastole. Sistole adalah saat atrium dan ventrikel berkontraksi secara bersamaan, sedangkan diastole adalah saat atrium atau ventrikel berelaksasi..

Durasi kontraktilitas atrium lebih terbatas daripada ventrikel. Selain memiliki waktu kontraksi yang lebih lama, ventrikel khususnya ventrikel kiri, menghasilkan tenaga yang lebih besar daripada atrium. Ventrikel kiri bertanggung jawab untuk memompa darah ke seluruh

tubuh dan mempertahankan blood pressur arteri sistemik. Sementara itu, ventrikel kanan memiliki tekanan yang lebih rendah karena hanya mengalirkan darah ke paru-paru (Fikriana, 2018).

3. Pembuluh Darah

Ada 5 jenis pembuluh darah dalam sistem peredaran darah:

a. Arteri

Arteri memiliki dinding yang tebal, darah bergerak lebih cepat ke jaringan. Dinding pembuluh darah mengandung banyak sekali jaringan fleksibel yang akan memanjang selama sistol dan hentikan selama diastolik. Kemampuan arteri ini sebagai transportasi darah dengan tekanan tinggi ke jaringan.

b. Arterioli

Arterioli adalah bagian terminal dari sistem pembuluh darah yang berfungsi sebagai katup kontrol yang mengalir langsung ke kapiler.

c. Kapiler

Nutrisi dan cairan yang dibawa oleh darah akan dipertukarkan melalui kapiler..

d. Venula

Venula akan mengumpulkan darah dari kapiler dan mengumpulkan darah ke pembuluh darah yang lebih besar yang disebut vena. Dinding venula sedikit lebih tebal daripada dinding kapiler.

e. Vena

Berfungsi sebagai jalur aliran darah dari jaringan kembali ke jantung. Dinding pembuluh darah ini sangat tipis sehingga tekanan yang dihasilkan sangat rendah. Namun, dinding pembuluh darahnya kuat dan berotot, yang memungkinkan pembuluh darah berkontraksi sehingga dapat menyimpan dan menampung darah dalam jumlah kecil atau tergantung kondisi(Hariyono, 2020).

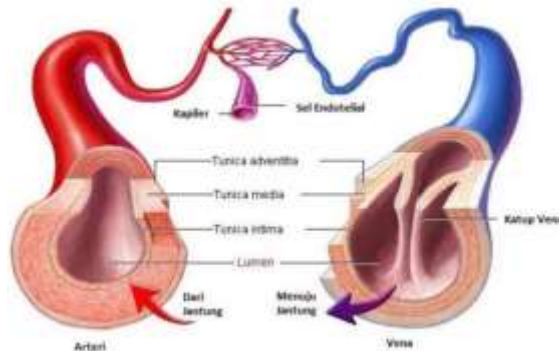
Table 1 Perbedaan Ukuran Pembuluh Vena

	Tebal Dinding	Diameter Lumen	Luas Penampang
Aorta	2 mm	2,5 mm	4,5 mm
Arteri	1 mm	0,4 cm	20 cm
Arterioli	20 mikron	30 mikron	400 cm
Kapiler	1 mikron	5 mikron	4.500 cm
Venuli	1 mikron	20 mikron	4000 cm
Vein	0,5 mm	5 mm	40 cm
Vena cava	3,5 mm	3 cm	18 cm

Sumber: (Hariyono, 2020)

Pembuluh darah memiliki 3 lapisan kecuali kapiler yaitu (Fikriana, 2018):

- f. Tunika intima : lapisan bagian dalam pembuluh darah
- g. Tunika media : lapisan bagian tengah pembuluh darah
- h. Tunika adventisia: lapisan bagian luar pembuluh darah



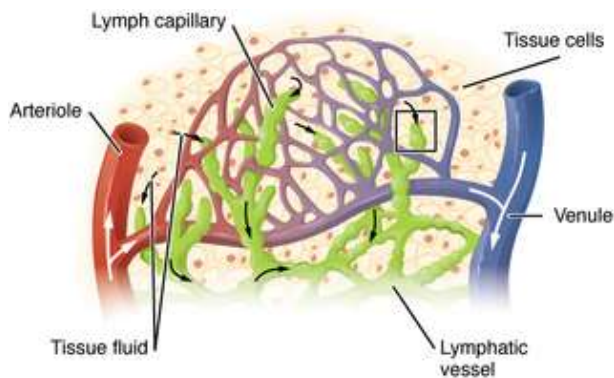
Gambar 3. Struktur Lapisan Pembuluh Darah (Fikriana, 2018)

4. Sistem Pembuluh Limfa

Limfa terletak di sebelah kiri bagian hipogastrium kiri bawah, di tulang rusuk kesembilan, kesepuluh, dan kesebelas yang berdekatan dengan fundus lambung dan permukaannya bersentuhan langsung dengan abdomen. Cairan juga dapat mengalir ke dalam darah dari ruang interstitial melalui sistem limfatik. Pembuluh limfatik membawa protein dan partikel besar lainnya keluar dari jaringan yang tidak dapat

dihilangkan dengan absorpsi langsung ke dalam pembuluh darah. Saluran limfatik juga merupakan bagian dari sistem kardiovaskular yang kemampuannya untuk mengumpulkan, menyaring dan mengalirkan kembali ke dalam darah limfatik yang dikeluarkan melalui dinding pembuluh darah halus yang sempit untuk membersihkan jaringan. Kerangka limfatik terdiri dari (Fikriana, 2018):

- a. Duktus limfatikus kanan yang mengalirkan cairan limfa dari sisi kepala dan leher.
- b. Duktus limfatikus kiri berbentuk seperti kantong limfatik yang diperpanjang.
- c. Nodus limfatasi terdapat disepanjang pembuluh limfatik dalam bentuk oval seperti kacang.
- d. Kapiler limfa memiliki jumlah cairan yang terbatas yang bermanfaat untuk kembali ke sistem peredaran darah melalui pembuluh limfa.



Gambar 4. Sistem Limfatik

DAFTAR PUSTAKA

- Fikriana, R. (2018) *Sistem kardiovaskuler*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hariyono (2020) *Buku Ajar Asuhan Keperawatan Sistem Kardiovaskuler Untuk Profesi Ners*. 1st edn. Edited by L. Y. Romli. Jombang: ICME PRESS.
- Klabunde, R. E. (2015) 'Konsep Fisiologi Kardiovaskular (Z. Djanun, Trans. E. Melinda, A. Sekartiwi & CK Mulyadi Eds'. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Muttaqin, A. (2014) *Pengantar Asuhan Keperawatan Dengan Gangguan Sistem Kardiovaskuler*. Edited by E. N. Prof. Jakarta: Salemba Medika.
- Panma, N. Y. *et al.* (2023) *Keperawatan Medikal Bedah Dengan Gangguan Sistem Kardiovaskular*. Rizmedia Pustaka Indonesia.
- Tortora, GJ, Derrickson, B. (2014) *Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

BIODATA PENULIS



Dr Muthia Mutmainnah, M.Kep, Sp.Mat lahir di Jambi, pada 20 Januari 1976. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah atas di kota Jambi, selanjutnya meneruskan pendidikan S1 hingga S3 Ilmu Keperawatan di Universitas Indonesia. Penulis mengawali karirnya sebagai praktisi perawat di Rumah sakit Umum Propinsi Jambi, sebagai perawat dan instruktur klinik di Instalasi Gawat Darurat, WAKA Intensive Care Unit, Intensive Cardiology Care Unit, Instalasi Rawat Inap sekretaris pada komite keselamatan pasien RS, Kasubag Diklat, Kasubag Etik dan Profesi, Pengawas Perawatan, Satuan Pengawas Internal, dan Kepala Bidang Keperawatan. Saat ini penulis aktif sebagai Dosen dan peneliti di Jurusan Keperawatan Universitas Jambi

BAB 7

Konsep Sistem Respirasi

Yourisna Pasambo,Ners,M.Kes

A. Pendahuluan

Triliunan sel dalam tubuh memerlukan pasokan oksigen yang berlimpah dan terus menerus untuk menjalankan fungsi vitalnya. Kita tidak dapat "hidup tanpa oksigen" bahkan untuk sesaat, seperti halnya tanpa makanan atau air (Belleza, 2023).

Pemenuhan kebutuhan oksigen dalam tubuh manusia dilakukan oleh sistem pernapasan. Sebagian besar sistem pernapasan berkaitan dengan apa yang kita anggap sebagai bernapas, yaitu dengan memindahkan udara masuk dan keluar dari paru-paru. Paru-paru adalah tempat pertukaran oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) antara udara dan darah. Kedua pertukaran ini sangat penting. Semua sel kita harus mendapatkan oksigen untuk melakukan respirasi sel untuk menghasilkan energi dalam bentuk *Adenosin trifosfat* (ATP) (Scanlon & Sanders, 2019)

B. Konsep Sistem Respirasi

1. Pengertian sistem Respirasi

Respirasi terbagi atas respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi eksternal merupakan pertukaran gas antara udara di dalam alveoli dan darah di kapiler paru. Sedangkan respirasi internal adalah pertukaran gas antara darah dalam kapiler sistemik dengan sel tubuh (Scanlon & Sanders, 2019).

2. Fungsi Sistem Respirasi

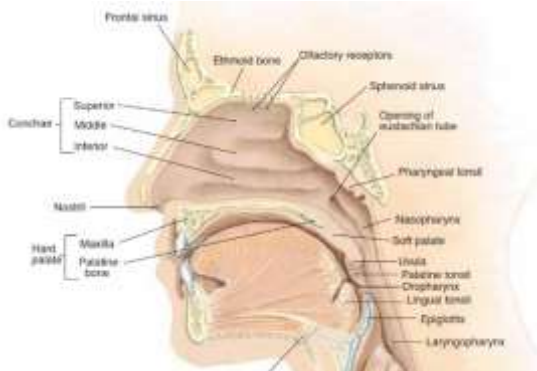
Sistem respirasi menyediakan oksigen (O_2) ke jaringan dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) dari tubuh. Terdapat empat fungsi utama respirasi, yaitu: (1) ventilasi paru, yang berarti masuk dan keluarnya udara antara

atmosfer dan alveoli paru-paru; (2) difusi oksigen dan karbondioksida antara alveoli dan darah; (3) pengangkutan oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel-sel jaringan tubuh; dan (4) regulasi ventilasi dan aspek respirasi lainnya (Wahyuningsih & Kusmiyati, 2017).

C. Anatomi Sistem Respirasi

Organ sistem respirasi terbagi atas:

1. Organ pernapasan bagian atas, terdiri atas:
 - a. Hidung (Nares)



Gambar 1. Anatomi Hidung
Sumber: (Scanlon & Sanders, 2019)

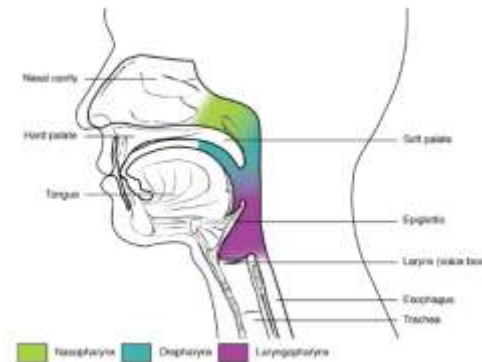
Hidung manusia tampak dari luar berbentuk segitiga, disebut *meatus eksternal*. Terdapat lubang yang disebut *nares anterior*, merupakan pintu masuk ke dalam rongga hidung, dan *nares posterior* di belakang rongga hidung, menghubungkan antara hidung dengan nasofaring.

Pada bagian dalam hidung terdapat rongga yang dipisahkan oleh tulang rawan yang disebut septum, sehingga terbentuk dua *cavum nasi* (kanan dan kiri). Dalam rongga hidung terdapat tiga tulang yang disebut *conchae* yang berfungsi meningkatkan luas permukaan mukosa hidung. Terdapat rambut dalam lubang hidung yang berfungsi mencegah masuknya debu ke dalam paru-paru. Hidung dilapisi oleh mukosa yaitu epitel bersilia

yang dapat menghasilkan lendir. Saat melewati rongga hidung, udara dilembabkan dan dihangatkan, sehingga udara menjadi hangat dan lembab saat tiba di paru-paru. Lendir akan menangkap bakteri dan partikel polusi udara untuk selanjutnya lendir akan disapu oleh silia terus menerus menuju faring. Lendir tersebut sebagian besar akan ditelan dan setelah di lambung, bakteri pada lendir akan dihancurkan oleh asam klorida.

Terdapat reseptor penciuman pada rongga hidung bagian atas, yang mampu mendeteksi bahan kimia yang menguap yang telah dihirup.

b. Faring



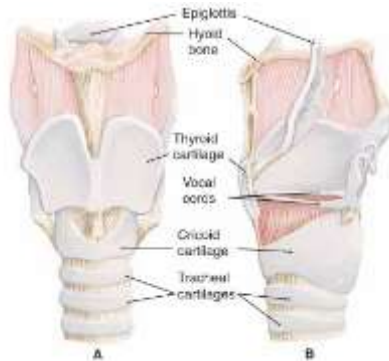
Gambar 2. Faring

Sumber: (Anspaugh et al., 2022)

Faring terbagi atas nasofaring (terletak di belakang rongga hidung), orofaring (terletak di belakang rongga mulut), serta laringofaring.

Nasofaring hanya dapat dilalui oleh udara, sementara orofaring dapat dilalui oleh makanan dan udara, meskipun tidak dapat berfungsi secara bersamaan. Bagian yang paling bawah dari faring dikenal sebagai laringofaring. Bagian anteriornya menuju laring sementara bagian posteriornya menuju kerongkongan. Proses menelan melibatkan kontraksi dari dinding otot orofaring dan laringofaring.

c. Laring



Gambar 3. Laring

Sumber : (Scanlon & Sanders, 2019)

Laring merupakan saluran yang berada di antara faring dan trakea dan dikelilingi oleh tulang rawan (Patwa & Shah, 2015).

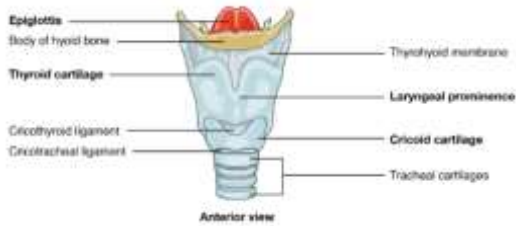
Laring juga disebut kotak suara, karena selain sebagai saluran udara, fungsinya lainnya adalah untuk berbicara (Scanlon & Sanders, 2019). Terdapat dua pita suara/ tali suara yang membentang di bagian inferior rongga laring. Pita suara ini merupakan tali kembar jaringan ikat yang sangat elastis. Udara yang berjalan di laring akan membuat pita ini bergetar, getaran tersebut menyebabkan munculnya bunyi vokal (Hastuti et al., 2020).

Pada bagian atas laring terdapat epiglottis, yang merupakan katup pangkal tenggorokan, berfungsi mencegah makanan masuk ke dalam laring. Saat seseorang menghirup napas, epiglottis akan membuka laring sehingga udara masuk ke laring. Sementara saat seseorang menelan makanan, epiglottis akan menutup laring agar makanan masuk ke esofagus dan tidak masuk ke laring (Wahyuningsih & Kusmiyati, 2017).

Pada bagian dalam laring, terdapat mukosa yang merupakan epitel bersilia. Fungsi dari silia mukosa ini adalah membersihkan saluran pernapasan dari debu dan

mikroorganisme dengan menyapu ke saluran atas untuk dikeluarkan melalui mekanisme batuk (Scanlon & Sanders, 2019).

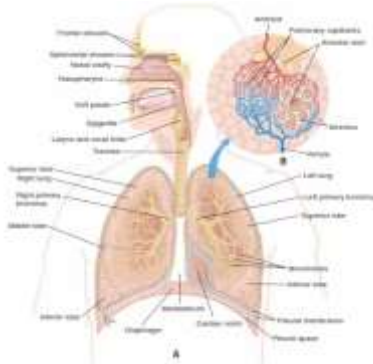
2. Organ pernapasan bagian bawah
Saluran pernapasan bagian bawah, terdiri atas:
 - a. Trakea



Gambar 4. Trakea
Sumber: (Betts, 2013)

Trakea memanjang dari laring ke bronkus primer dengan panjang sekitar 10 hingga 13 cm dan pada dindingnya terdapat 16 hingga 20 tulang rawan, membuat trakea tetap dalam kondisi terbuka. Celah celah pada cincin tulang rawan yang tidak lengkap ini berada di bagian belakang, untuk memungkinkan perluasan kerongkongan ketika makanan ditelan. Mukosa trakea bersilia epitel dengan sel-sel piala. Seperti pada laring, silia menyapu ke atas menuju faring (Rini, 2023).

b. Bronkus



Gambar 5. Saluran Napas Atas dan Bawah (A);
Gambaran Mikroskopik Alveoli dan Kapiler Paru (B)
Sumber (Scanlon & Sanders, 2019)

Trakea bercabang dua menjadi bronkus primer kanan yang selanjutnya masuk ke dalam paru-paru. Bronkus utama berdinding tulang rawan berbentuk C dan memiliki epitel bersilia.

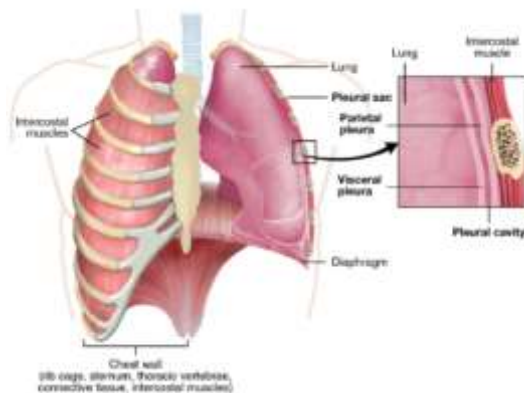
Di dalam paru-paru, bronkus primer bercabang menjadi bronkus sekunder yang selanjutnya menuju ke lobus paru-paru masing-masing (tiga kanan, dua kiri). Percabangan lebih lanjut dari tabung bronkial sering disebut pohon bronkial. Trakea digambarkan seperti batang pohon dengan posisi terbalik, dengan memiliki cabang-cabang yang semakin lama semakin mengecil; yang dikenal sebagai bronkiolus. Dinding bronkiolus tidak memiliki tulang rawan. Bronkiolus terkecil berakhir di kelompok alveoli, kantung udara paru-paru (Wahyuningsih & Kusmiyati, 2017).

c. Paru - paru



Gambar 6. Paru - paru
Sumber: (Betts, 2013)

Paru-paru merupakan organ berpasangan berbentuk piramida yang berhubungan dengan trakea melalui bronkus kiri dan kanan. Paru - paru bagian bawah (basal) berbatasan dengan diafragma. Ukuran paru-paru sebelah kanan lebih pendek dan lebar dibandingkan paru-paru sebelah kiri. Sementara itu, paru-paru sebelah kiri berukuran lebih kecil dibandingkan paru-paru sebelah kanan. Bagian paling atas paru - paru disebut apeks paru, sedangkan bagian dasar berada di dekat diafragma dan disebut basal. (Anspaugh et al., 2022).



Gambar 7. Membran pleura
Sumber: (Betts, 2013)

Setiap paru-paru tertutup di dalam rongga yang dikelilingi oleh pleura. Pleura terdiri dari dua lapisan, yaitu pleura viseral dan pleura parietal. Pleura viseral adalah lapisan yang secara langsung menutupi permukaan paru-paru serta membungkus celah paru-paru. Pleura parietal merupakan lapisan luar. Fungsi pleura yaitu menghasilkan cairan pleura yang melumasi permukaan paru - paru serta mengurangi gesekan untuk menghindari trauma ketika bernapas (Anspaugh et al., 2022).

Paru- paru berisi:

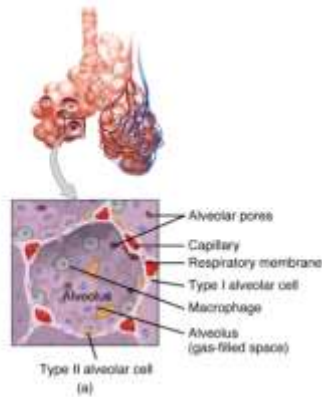
a) Bronkus dan percabangannya

Bronkus primer memasuki paru-paru di bagian hilus. Bronkus kemudian bercabang membentuk pohon bronkial. Sebagaimana struktur zona konduksi lainnya, bronkus memiliki fungsi utama menyediakan jalan bagi pergerakan udara masuk dan keluar dari setiap paru-paru.

Bronkus tersier bercabang menjadi bronkiolus, yang memiliki diameter sekitar 1 mm. Percabangan terus berlanjut sampai mengarah ke struktur pertukaran gas, yang disebut bronkiolus terminal. Setiap paru - paru memiliki lebih dari 1000 bronkiolus terminal. Berbeda dengan bronkus, dinding otot bronkiolus tidak memiliki tulang rawan, namun dinding otot ini dapat mengatur ukuran saluran napas yang bertujuan untuk menambah atau mengurangi aliran udara melalui saluran.

Berbeda dengan zona konduksi, zona pernapasan berperan secara langsung dalam proses pertukaran gas. Zona pernapasan dimulai pada tempat dimana bronkiolus terminal menyatu di bronkiolus pernapasan, jenis bronkiolus terkecil, yang selanjutnya menuju ke saluran alveolar, untuk masuk ke sekelompok alveoli. (Anspaugh et al., 2022).

b) Alveoli



Gambar 8. Alveoli
Sumber: (Betts, 2013)

Saluran alveolar terbuka menjadi sekelompok alveoli. Alveolus adalah salah satu dari sekian banyak kantong kecil seperti anggur yang melekat pada saluran alveolar (Belleza, 2023). Alveolus memiliki dinding yang elastis dan berdiameter sekitar 200 μm . Hal ini penting untuk memaksimalkan peregangan alveolus saat menghirup udara serta meningkatkan luas permukaan alveolus yang dibutuhkan saat pertukaran gas (Anspaugh et al., 2022).

Setiap alveolus dikelilingi oleh jaringan kapiler paru. Ingatlah bahwa kapiler juga terbuat dari epitel skuamosa sederhana, sehingga hanya ada dua sel antara udara di alveoli dan darah di kapiler paru, yang memungkinkan difusi gas yang efisien (Scanlin & Sanders, 2007).

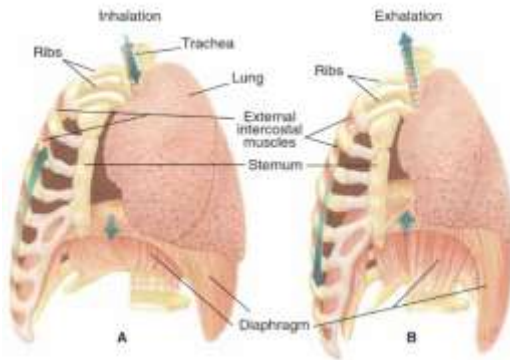
D. Fisiologi Sistem Respirasi

1. Ventilasi

Ventilasi merupakan pergerakan udara masuk dan keluar alveoli. Ventilasi terbagi atas dua yaitu menghirup dan menghembuskan napas, dimana prosesnya diatur oleh sistem saraf dan otot pernapasan. Pusat pernapasan berada di medula dan pons. Medula berperan menghasilkan impuls

ke otot-otot pernapasan. Otot-otot ini adalah diafragma dan otot-otot interkostal eksternal dan internal (Gambar 8).

Diafragma merupakan otot utama pernafasan yang berada di bawah paru-paru. Saat berkontraksi, diafragma akan mendatar dan bergerak ke bawah. Otot-otot interkostal merupakan otot yang terletak di antara tulang rusuk. Ketika berkontraksi, otot interkostal eksternal menarik tulang rusuk ke luar dan ke atas, sementara otot interkostal internal menarik tulang rusuk ke dalam dan ke bawah. Ventilasi merupakan hasil kontraksi otot-otot pernapasan yang menyebabkan berubahnya tekanan di dalam alveoli dan rongga dada. (Widiarti et al., 2020).



Gambar 9. Diafragma dan otot interkostal
Sumber: (Scanlon & Sanders, 2019)

a. Inhalasi

Penghirupan, juga disebut inspirasi, adalah urutan peristiwa yang dapat digambarkan sebagai berikut (Scanlon & Sanders, 2019):

- 1) Impuls motorik dibawa dari medula menuju diafragma melalui saraf frenikus serta menuju otot interkostal eksternal melalui saraf interkostal.
- 2) Impuls menyebabkan kontraksi diafragma, menyebabkan rongga dada mengembang dari atas ke bawah.
- 3) Kontraksi otot interkostal eksternal menyebabkan tertariknya tulang rusuk ke luar dan ke atas dan,

menyebabkan rongga dada melebar dari sisi ke sisi dan depan ke belakang.

- 4) Mengembangnya paru - paru menyebabkan penurunan tekanan intrapulmonal di bawah tekanan atmosfer, sehingga udara masuk ke dalam hidung dan menuju ke alveoli melalui saluran pernapasan.

b. Ekshalasi

Ekshalasi (ekspirasi) dimulai ketika impuls motorik dari medula berkurang dan diafragma serta otot-otot interkostal eksternal mengendur. Ketika rongga dada mengecil, paru-paru dikompresi, menyebabkan jaringan ikat elastisnya yang teregang saat menghirup nafas akan mundur dan menekan alveoli. Meningkatnya tekanan intrapulmonal melebihi tekanan atmosfer menyebabkan udara dipaksa keluar dari paru-paru hingga kedua tekanan tersebut kembali sama.

Perlu dipahami bahwa menghirup nafas merupakan proses aktif yang memerlukan kontraksi otot. Akan tetapi pernafasan normal merupakan proses pasif, yang sangat dipengaruhi oleh elastisitas normal paru-paru yang sehat. Oleh sebab itu, untuk menarik nafas kita harus mengeluarkan energi, namun tidak untuk menghembuskan napas (Scanlon & Sanders, 2019).

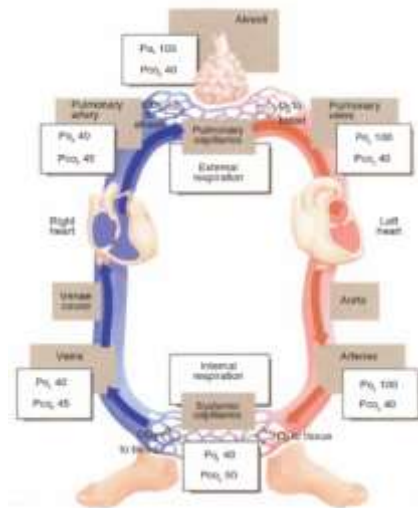
2. Difusi (Pertukaran Gas)

Di dalam tubuh, gas akan berdifusi dari area konsentrasi yang lebih besar ke area dengan konsentrasi yang lebih rendah. PO_2 dalam alveoli cenderung tinggi, sementara PCO_2 cenderung rendah. Sementara pada kapiler paru, PO_2 cenderung rendah dan PCO_2 cenderung tinggi. Hal ini menyebabkan perpindahan oksigen dari alveoli ke dalam kapiler darah serta perpindahan karbondioksida dari kapiler darah ke alveoli pada peristiwa respirasi eksternal.

Pada kapiler sistemik, PO_2 cenderung tinggi sementara PCO_2 cenderung rendah. Sedangkan pada sel tubuh, PO_2 cenderung rendah dan PCO_2 cenderung tinggi. Hal ini terjadi karena pada saat respirasi sel, sel terus menerus menggunakan oksigen untuk memproduksi energi dan menghasilkan CO_2 . Sehingga pada proses respirasi internal,

O₂ berpindah dari kapiler darah ke sel tubuh, sementara karbondioksida berpindah dari sel tubuh ke kapiler darah.

Setelah memasuki pembuluh darah sistemik, darah kembali memiliki PO₂ yang rendah dan PCO₂ yang tinggi dan selanjutnya darah tersebut akan dipompa oleh ventrikel kanan menuju paru-paru untuk berpartisipasi dalam respirasi eksternal. Untuk lebih jelasnya silahkan perhatikan gambar 10.



Gambar 10. Respirasi eksternal di paru – paru dan respirasi internal di sel.

Sumber: (Scanlon & Sanders, 2019)

3. Transportasi O₂ dan CO₂ di dalam darah

O₂ ditranspor dengan mekanisme difusi pasif, yaitu mengikuti gradien konsentrasi dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Sistem transport O₂ dibagi menjadi 2 yaitu 1,5% O₂ terlarut di plasma dan 98,5% O₂ berikatan dengan hemoglobin.

Transportasi karbondioksida sedikit lebih rumit. Sebagian karbondioksida dilarutkan dalam plasma, dan sebagian lagi dibawa oleh hemoglobin

(karbaminohemoglobin), tetapi ini hanya menyumbang sekitar 20% dari total CO₂ total. Sebagian besar karbondioksida dibawa dalam plasma dalam bentuk ion bikarbonat (HCO₃⁻) (Scanlon & Sanders, 2019).

DAFTAR PUSTAKA

- Anspaugh, K., Goncalves, S., Jackson-Osagie, E., & Smith, S. Q. (2022). *Anatomy and Physiology of the Respiratory System*. LOUIS: The Louisiana Library Network.
- Belleza, M. (2023). *Respiratory System Anatomy and Physiology*. Nurseslabs. <https://nurseslabs.com/respiratory-system/#h-functions-of-the-respiratory-system>
- Betts, J. G. (2013). *Anatomy and Physiology* (Revised). OpenStax College, Rice University.
- Hastuti, Alang, H., Sianturi, S., Syokumawena, Yusuf, N., Apriyanti, E., Gunawan, S., Rafika, & Tivani, I. (2020). *Buku Ajar Anatomi Fisiologi*. Zahit Publishing.
- Patwa, A., & Shah, A. (2015). Anatomy and Physiology of Respiratory System Relevant to Anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*, 59(9), 533. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.165849>
- Rini, D. S. (2023). *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kendari.
- Scanlon, V. C., & Sanders, T. (2019). *Essentials of Anatomy and Physiology* (Eighth Edition). F.A Davis Company.
- Wahyuningsih, H. P., & Kusmiyati, Y. (2017). *Bahan Ajar Anatomi dan Fisiologi*. Kementerian Kesehatan RI.
- Widiarti, Sari, D. J. E., & Pribadi, H. P. (2020). *Anatomi Fisiologi*. Penerbit CV. Grocery Rizquna.

BIODATA PENULIS



Yourisna Pasambo, Ners, M.Kes lahir di Toraja Utara, pada tanggal 06 Oktober 1984. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar hingga menengah atas di Kabupaten Tana Toraja, selanjutnya meneruskan pendidikan S1 Ilmu Keperawatan dan S2 Ilmu Biomedik (Fisiologi) di Universitas Hasanuddin. Penulis mengawali karirnya sebagai dosen tetap di Akper Sandi Karsa Makasar. Saat ini penulis aktif sebagai dosen tetap di Jurusan Keperawatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Manado.

BAB 8

Sistem Perkemihan

Nurseha S.Djaafar,Skep,Ns,MKes

A. Pendahuluan

Sistem perkemihan atau system urinaria merupakan suatu sistem dimana terjadinya proses filtrasi atau penyaringan darah sehingga darah ter bebas dari zat-zat yang tidak digunakan lagi oleh tubuh dan menyerap zatzat yang masih diperlukan. Zat- zat yang tidak diperlukan oleh tubuh akan larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih)

Sistem Perkemihan terdiri atas : (1).Dua ginjal (ren), yang mengeluarkan urine.(2).Dua ureter, yang mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih. (3).Kandung kemih, sebagai penampung urin sementara.4). Uretra, yang mengeluarkan urin dari kandung kemih untuk kemudian dikeluarkan dari tubuh

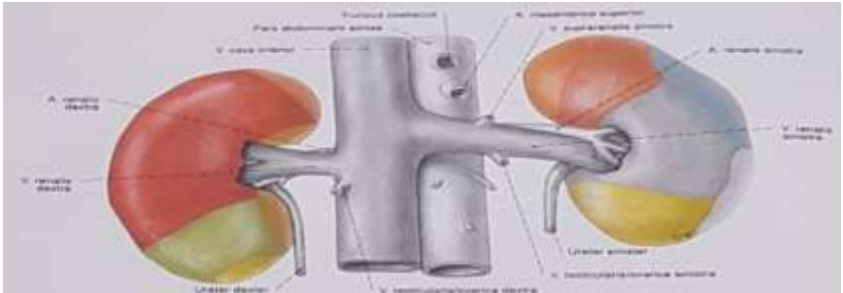
B. Anatomi Fisiologi

1. Ginjal

Ginjal adalah sepasang organ retroperineal yang integral dengan homeostasis tubuh dalam mempertahankan keseimbangan, termasuk keseimbangan fisika dan kimia. Ginjal mensekresi hormone dan enzim yang membantu pengaturan produksi eritrosit,tekanan darah,serta metabolisme kalsium dan fosfor.Ginjal membuang sisa metabolisme dan menyesuaikan ekskresi air dan pelarut, mengatur volume cairan, asiditas dan elektrolit, sehingga dapat mempertahankan cairan yang normal (Bardero et all,2009)

Ginjal berbentuk seperti kacang merah, dan masing-masing seukuran kepalan tangan, ginjal memiliki panjang sekitar 11 cm , lebar 5 cm , tebal 3 cm dengan berat sekitar

130g. Ginjal tersusun oleh dua area utama yaitu korteks dan medula. Medula ini terdiri dari struktur kerucut yang disebut piramida ginjal.



Gambar1. Struktur Ginjal dan organ-organ di sekitar pada sisi ventral.

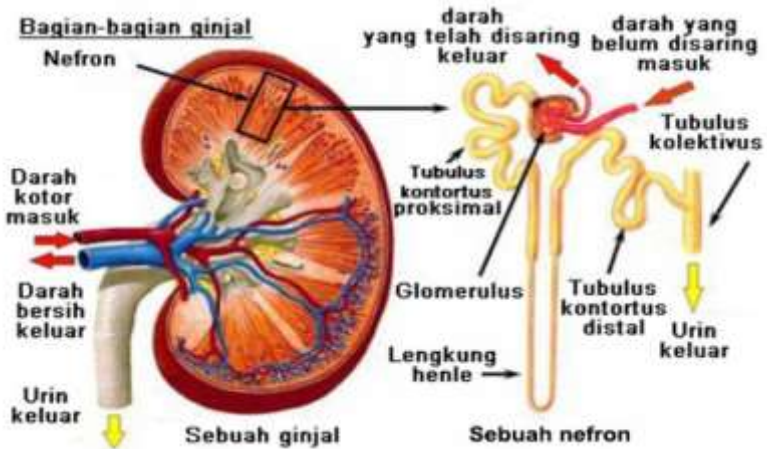
a. Fungsi Ginjal

Fungsi ginjal selain sebagai filtrasi ginjal berfungsi untuk :

- 1) Mengatur volume air (cairan) dalam tubuh
- 2) Ekskresi sisa hasil metabolisme (ureum, asam urat dan kreatinin)
- 3) Pengaturan volume dan tekanan darah.
- 4) Mengatur keseimbangan osmotik dan keseimbangan ion
- 5) Mengatur keseimbangan asam basa cairan tubuh
- 6) Fungsi Hormonal dan Metabolisme
- 7) Pengaturan sintesis vitamin D

b. Struktur Ginjal

Nefron adalah unit struktural dan fungsional dari ginjal, masing-masing ginjal mengandung lebih dari 1 juta unit kecil nefron. Setiap nefron terdiri dari Kapsula Bowman, yang mengitari rumbai kapiler glomerulus, Tubulus Proximal, Lengkung Henle, dan Tubulus distal, yang mengosongkan diri ke dalam Duktus Kolektifus. Glomerulus memproduksi ultra filtrate dari plasma.



Gambar 2. Tubulus Nefron dan Struktur Pembuluh Darah

Tubulus proksimal berkelok-kelok saat keluar dari kapsula bowman, akan tetapi menjadi lurus sebelum menjadi ansa henle bagian desendens dari medulla. Dinding tubulus proksimal tersusun dari sel epitel kolumnar dengan brush-border microvilli pada permukaan lumen yang meningkatkan luas permukaan hingga kurang lebih 40 kali lipat. Tight Junction (persambungan erat) yang berada di dekat sisi lumen, membatasi difusi melalui celah antar sel. Fungsi utama dari tubulus prosimal adalah reabsorpsi.

Ansa henle bagian tipis (tebal 20um) terbentuk dari sel-sel squamosal tipis tanpa mikrovili. Ansa henle asendens tebal memiliki sel epitel kolumnar yang serupa dengan tubulus proksimal, namun dengan sedikit microvilli. Pada titik dimana ansa henle berhubungan dengan apparatus jukstaglomerulus, setelah memasuki korteks kembali, dinding ansa terbentuk dari sel macula

densa yang telah di modifikasi. Ansa henle penting untuk produksi urine yang pekat.

Tubulus distal secara fungsional serupa dengan duktus kolektivus kortikal. Keduanya mengandung sel-sel yang serupa dengan sel-sel pada ansa henle asendens tebal. Di duktus kolektivus, sel-sel principal terletak berselang-seling dengan sel interkalasi yang memiliki morfologi dan fungsi berbeda. Susunan ini berperan untuk keseimbangan asam-basa. Duktus kolektivus berperan penting dalam homeostasis air (Ward et.al, 2009)

c. Filtrasi Glomerulus

Kapiler glomerulus secara relative bersifat impermeable terhadap protein plasma yang lebih besar dan permeable terhadap air dan larutan yang lebih kecil seperti elektrolit, asam amino, glukosa dan sisa nitrogen. Glomerulus mengalami kenaikan tekanan darah 90 mmHg. Kenaikan ini terjadi karena arteriole aferen yang mengarah ke glomerulus mempunyai diameter yang lebih besar dan memberikan sedikit tahanan dari kapiler yang lain. Darah didorong ke ruangan yang lebih kecil, sehingga darah, air dan partikel yang terlarut dalam plasma masuk kedalam kapsula bowman. Tekanan darah terhadap dinding pembuluh darah, disebut tekanan hidrostatik. Gerakan masuknya kedalam kapsula bowman disebut sebagai filtrasi glomerulus. Isi kapsula bowman disebut sebagai Filtrasi glomerulus dan kecepatan pembentukan cairan disebut laju filtrasi glomerulus (Glomerulus Filtrasi Rate :GFR). Pada orang dewasa GFR normal berkisar antara 0,5-1 cc/KgBB/Jam atau sekitar 125 ml/mnt.

Tiga factor yang menentukan laju filtrasi glomerulus yakni :

- 1) Tekanan osmotik (TO). Yakni tekanan yang dikeluarkan oleh air (sebagai Pelarut) pada membrane semipermeabel sebagai usaha untuk menembus

membrane semipermeable ke dalam area yang mengandung lebih banyak molekul yang dapat melewati membrane semipermeable. Pori-pori dalam kapiler glomerulus membuat membrane semipermeable memungkinkan untuk melewati yang lebih kecil dari air tetapi mencegah lebih besar misalnya protein dan plasma.

- 2) Tekanan Hidrostatik (TH). Sekitar 15 mmHg dihasilkan oleh adanya filtrasi dalam kapsula dan berlawanan dengan tekanan hidrostatik darah. Filtrasi juga mengeluarkan tekanan osmotik 1-3 mmHg yang berlawanan dengan osmotik darah.
- 3) Perbedaan tekanan osmotik plasma dengan cairan dalam kapsula bowman mencerminkan perbedaan konsentrasi protein, perbedaan ini menimbulkan pori-pori kapiler mencegah protein plasma untuk difiltrasi.

d. Proses Pembentukan Urine

Glomerulus berfungsi sebagai ultrafiltrasi pada simpai bowman, berfungsi untuk menampung hasil filtrasi dari glomerulus. Pada tubulus ginjal akan terjadi penyerapan kembali zat-zat yang sudah disaring pada glomerulus. Sisa cairan akan diteruskan kepada ginjal terus berlanjut ke ureter.

Urine berasal dari darah yang dibawa arteri renalis masuk kedalam ginjal, darah ini terdiri dari bagian yang padat yaitu sel darah dan bagian plasma darah. Terdapat tiga (3) tahap pembentukan urine yakni :

1) Proses Filtrasi

Proses filtrasi terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedang yang sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein karena protein memiliki ukuran molekul yang lebih besar, tidak tersaring oleh glomerulus. Cairan yang tersaring ditampung oleh simpai bowman yang terdiri dari glucose, air,

natrium, chloride, sulfat, bicarbonate dan lain-lain, yang diteruskan ke tubulus ginjal.

2) **Proses Reabsorpsi**

Proses terjadi penyerapan kembali sebagian besar bahan-bahan yang masih berguna bagi tubuh, diantaranya : glucose, natrium, klorida, fosfat dan ion bikarbonat, terjadi secara pasif yang dikenal sebagai obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus distalis. Penyerapan terjadi secara aktif disebut reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papilla renalis. Hormone yang dapat ikut berperan dalam proses reabsorpsi yakni anti diuretic hormone (ADH).

3) **Proses Sekresi**

Sisa penyerapan urine kembali ketubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke vesika urinaria. Komposisi urine normal yakni : air 96%, Urea 2%, Ureum 30 mg, Asam urat 1,5-2 mg, benda padat lainnya 2% (Luklukaningsih (2011))

e. **Sirkulasi Ginjal**

Sebanyak 20 % darah berasal dari curah jantung akan memasuki ginjal pada orang dewasa, darah dari aorta abdominalis yang mempunyai percabangan arteri renalis akan masuk keginjal. Arteri ini berpasangan kiri dan kanan. Arteri renalis bercabang menjadi arteri interlobularis yang berada ditepi ginjal bercabang menjadi kapiler membentuk gumpalan -gumpalan yang disebut Glomerulus. Disini terjadi penyaringan yang pertama dan kapiler darah yang meninggalkan simpai bowman. Di sini terjadi penyaringan pertama dan kapiler darah yang meninggalkan sampai bowman kemudian menjadi vena renalis masuk ke vena kava inferior. Sembilan puluh persen darah yang memasuki ginjal akan memperdarahi koteks, menyebabkan aliran darah yang tinggi dan sedikit perbedaan O₂ intervensa.

2. Ureter

Merupakan perpanjangan dari tubular yang terdiri dari 2 saluran pipa berotot, masing- masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika, urinaria), panjangnya \pm 25-30cm, dengan penampang \pm 0,5 cm. ureter sebagian terletak dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis. Lapisan dinding ureter terdiri dari : dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa), lapisan tangan lapisan otot polos dan lapisan sebelah dalam adalah lapisan mukosa.

Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan - gerakan peristaltic tiap 10 detik yang akan mendorong air kemih masuk ke dalam kandung kemih (vesika urinaria). Gerakan peristaltic mendorong urine melalui ureter yang di ekskresikan oleh ginjal dan disemprotkan dalam bentuk pancaran, melalui ostium uretralis masuk ke dalam kantung kemih.

Pars abdominalis ureter dalam kavum abdomen ureter terletak di belakang peritoneum sebelah media anterior m. psoas mayor dan ditutupi oleh fascia subserosa. Vasa spermatica/ ovarica intranea menyilang ureter secara oblique, selanjutnya ureter akan mencapai kavum pelvis dan menyilang arteri iliaka eksterna.

Ureter kanan terletak pada parascendens duodenum. Sewaktu turun ke bawah terdapat di kanan bawah dan di silang oleh kolon dekstra dan vasa iliaka iliokolika, dekat apertura pelvis akan dilewati oleh bagian bawah mesenterium dan bagian akhir ilium. Ureter kiri disilang oleh vasa koplika sinistra dekat apertura pelvis superior dan berjalan di belakang kolon sigmoid dan mesenterium.

Pars pelvis ureter berjalan pada bagian dinding lateral pada kavum pelvis sepanjang tepi anterior dari insura iskiadikamayor dan tertutup oleh peritoneum. Ureter dapat di temukan di depan arteri hipogastrika bagian dalam nervus obturatoris atervi vasialia anterior dan arteri hemoroidalis media. Pada bagian bawah oiinsura iskiadika

mayor, ureter agak miring ke bagian medial untuk mencapai sudut lateral dari vesika urinaria.

Ureter pada pria terdapat di dalam visura seminalis atas dan disilang oleh duktus deferens dan dikelilingi oleh pleksus vesikalis. Selanjutnya ureter berjalan oblique sepanjang 2 cm di dalam dinding vesika urinaria pada sudut lateral dari trigonum vesika. Sewaktu menembus vesika urinaria, dinding atas dan dinding bawah ureter akan tertutup dan pada waktu vesika urinaria penuh akan membentuk katuk (valvula) dan mencegah pengambiklan urine dari vesika urinaria.

Ureter pada wanita terdapat di belakang fossa ovarika urinaria dan berjalan ke bagian medial dan kedepan bagian lateralis serviks uteri bagian atas, vagina untuk mencapai fundus vesika urinaria. Dalam perjalanannya, ureter di damping oleh arteri uterine sepanjang 2,5 cm dan selanjutnya arteri ini menyilang ureter dan menuju ke atas di antara lapisan ligamentum. Ureter mempunyai 2 cm dari sisi serviks uteri. Ada tiga tempat yang penting dari ureter yang mudah terjadi penyumbatan yaitu pada sambungan ureter pelvis diameter 2 mm, penyilangan vasa iliaca diameter 4 mm dan pada saat masuk ke vesika urinaria yang berdiameter 1-5 cm.

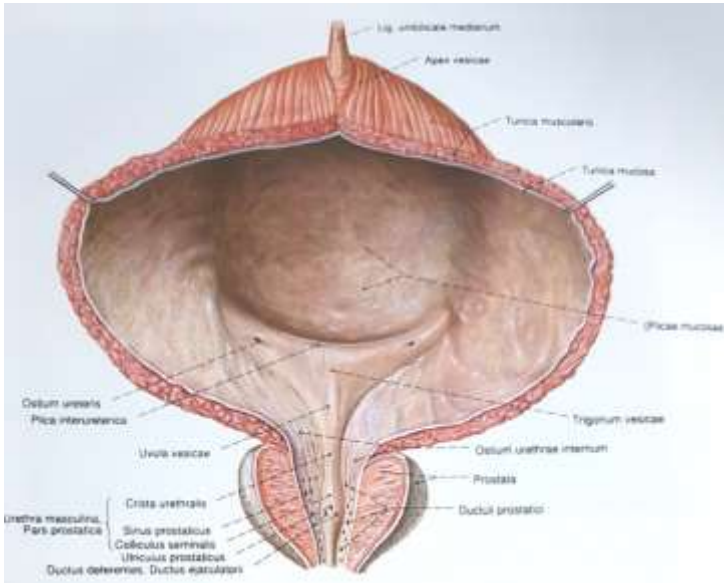
3. Vesika Urinaria

Vesika urinaria (kandung kemih) dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet, terletak di belakang simfisis publis di dalam rongga panggul. Bentuk kandung kemih seperti kerucut yang dikelilingi oleh otot yang kuat, berhubungan dengan ligamentum vesika umbilicalis medius.

Bagian vesika urinaria terdiri dari:

- a. Fundus yaitu, bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rectum oleh spatium rectovesikale yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferens, vesika seminalis dan prostat.

- b. Korpus, yaitu bagian antara vertex dan fundus.
- c. Verteks, bagian yang mancung ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalisis.



Gambar 3. Kandung Kemih (Vesica Urinaria)

Kandung kemih juga terdiri dari otot polos dan berfungsi sebagai penampung urine. Kandung kemih dikosongkan secara intermitten dibawah pengaruh kesadaran. Reseptor regang didalam otot dan trigonum menghasilkan sinyal yang mengisyaratkan kandung kemih sudah penuh. Kapasitas normal kandung kemih adalah sekitar 700-800 ml, namun keinginan alami untuk berkemih sudah muncul apa bila jumlah urine didalam kandung kemih mencapai sekitar 300 ml. Sedangkan pada wanita, karena kandung kemih terletak dibelakang uterus, maka kapasitas kandung kemih bisa terganggu oleh semakin membesarnya uterus semasa hamil (Sunarto, 2019).

4. Uretra

Uretra merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar.

a. Uretra Pria

Pada laki-laki uretra berjalan berkelok kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang pubis ke bagian penis panjangnya ± 20 cm. Uretra pada laki-laki terdiri dari:

- 1) Uretra prostatica
- 2) Uretra membranosa
- 3) Uretra cavernosa

Lapisan uretra laki-laki terdiri lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa. Uretra mulai dari orifisium uretra interna di dalam vesika urinaria sampai orifisium eksterna. Pada penis panjangnya 17,5-20 cm yang terdiri dari bagian-bagian berikut:

- 1) *Uretra prostatica* merupakan saluran terlebar panjangnya 3 cm, berjalan hampir vertikal melalui glandula prostat, mulai dari basis sampai ke apiks dan lebih dekat ke permukaan anterior.
- 2) *Uretra pars membranosa* ini merupakan saluran yang paling pendek dan paling dangkal, berjalan mengarah ke bawah dan ke depan di antara apiks glandula prostate dan bulbus uretra. Panjangnya kira-kira 2,5 cm, di belakang simfisis pubis diliputi oleh jaringan sfingter uretra membranosa. Di depan saluran ini terdapat vena dorsalis penis mencapai pelvis di antara dan ligamentum arcuata pubis.
- 3) *Uretra pars cavernosa* merupakan saluran terpanjang dari uretra dan terdapat di dalam korpus cavernosa uretra, panjangnya kira-kira 15 cm, mulai dari pars membranosa sampai ke orifisium

dari diafragma urogenitalis. Pars kavernosus uretra berjalan ke depan dan ke atas menuju bagian depan simfisis pubis. Pada keadaan penis berkontraksi, pars kavernosus akan membelok ke bawah dan ke depan. Pars kavernosus ini dangkal sesuai dengan korpus penis 6 mm dan berdilatasi ke belakang. Bagian depan berdilatasi di dalam glans penis yang akan membentuk fossa navicularis uretra.

- 4) *Orifisium uretra eksterna* merupakan bagian erektor yang paling berkontraksi berupa sebuah celah vertical ditutupi oleh kedua sisi bibir kecil dan panjangnya 6 mm. glandula uretralis yang akan bermuara ke dalam uretra dibagi dalam dua bagian, yaitu glandula dan lacuna. Glandula terdapat di bawah tunika mukosa di dalam korpus kavernosus uretra (glandula pars uretralis). Lakuna bagian dalam epitelium. Lakuna yang lebih besar dipermukaan atas di sebut lakuna magma orifisium dan lakuna ini menyebar ke depan sehingga dengan mudah menghalangi ujung kateter yang dilalui sepanjang saluran.

b. Uretra wanita

Uretra pada wanita terletak di belakang simfisis pubis berjalan miring sedikit ke arah atas, panjangnya \pm 3-4 cm. lapisan uretra wanita terdiri dari tunika muskularis (sebelah luar), lapisan spongiosa merupakan pleksus dari vena-vena, dan lapisan mukosa (lapisan sebelah dalam). Muara uretra pada wanita terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi. Apabila tidak berdilatasi diameternya 6 cm. uretra ini menembus fascia diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagina, 2,5 cm di belakang glans klitoris. Glandula uretra bermuara ke uretra, yang terbesar diantaranya adalah glandula pars uretralis (skene) yang bermuara

kedalam orifisium uretra yang hanya berfungsi sebagai saluran ekskresi.

Diafragma urogenitalis dan orifisium eksterna langsung di depan permukaan vagian dan 2,5 cm di belakang glans klitoris. Uretra wanita jauh lebih pendek dari pada pria dan terdiri lapisan otot polos yang diperkuat oleh sfingter otot rangka pada muaranya menonjolkan berupa kelenjar dan jaringan ikat fibrosa longgar yang ditandai dengan banyak sinus venosus mirip jaringan kavernosus.

DAFTAR PUSTAKA

- Carol P. 2011. *Essentials of Pathophysiology*. Philadelphia :Wolters Kluwer Health : Lippincott William &Wilkins
- Corwin E.J. 2023. *Buku Saku Patofisiologi*. Jakarta. EGC
- Kowalak et all. 2011. *Buku Ajar Patofisiologi*. Jakarta : EGC
- Nursalam, dkk, 2008. *Asuhan Keperawatan pada Pasien dengan Gangguan Sistem Perkemihan*. Jakarta. Salemba Medika.
- Pears. EC. 2011, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Perry, Potter. 2009, *Fundamental Keperawatan*, Jakarta Salemba Medika.
- Purnomo B. 2022. *Dasar –Dasar Urologi*. Jakarta : CV Sagung Seto
- Putz & Pabst, 2006, *SOBOTTA : Batang Badan, Panggul , Ekstremitas Bawah*, Edisi 21, Jakarta : EGC
- Tambayong J, 2000. *Patofisiologi Untuk Keperawatan*. Jakarta. EGC
- Sylvia, Lorraine, 2006. *Patofisiologi: Konsep Klinis dan Proses – Proses Penyakit*, Edisi 6, Jakarta : EGC
- Sunarto, dkk, 2019. *Modul Ajar Anatomi Fisiologi, Prodi Kebidanan, Poltekes Kemenkes Surabaya*
- Ward.J.et.all. 2009. *At a Glance Fisiologi*. Jakarta. Erlangga
- Wahyuni, 2022, *Buku Ajar Dasar Biomedik*, CV.Budi Utama, Yogyakarta.

BIODATA PENULIS



Nurseha S.Djaafar, SPd, S.Kep,Ns,MKes lahir di Kintom, pada 12 Oktober 1961. Seorang perawat Pendidik, yang telah bekerja selama lebih dari 38 tahun, dibidang keperawatan, baik sebagai clinical instructor, maupun dosen pada jurusan keperawatan politeknik Kesehatan Manado. Penulis adalah lulusan Akademi Keperawatan Kemenkes Makasar tahun 1983, IKIP Manado tahun 1995, PSIK FK UGM tahun 2003 dan S2 Kesehatan Masyarakat Unsrat manado tahun 2010, Pendidikan formal penulis dilengkapi dengan pelatihan dan temu ilmiah baik didalam maupun diluar negeri antara lain Davao Philipina dan China. Penulis juga aktif pada organisasi profesi Persatuan Perawat nasional Indonesia sebagai Wakil Ketua MKEK Prop.Sulut

BAB 9

Sistem Reproduksi dan Tumbuh Kembang Janin

Ns.R. Tri Rahyuning Lestari, S.Kep.,M.Biomed

A. Pendahuluan

Arsitektur organ internal dan eksternal dari sistem reproduksi manusia pada pria dan wanita adalah unik. Setiap organ dalam sistem melakukan peran yang unik dan disesuaikan dengan jenis kelamin masing-masing. Arsitektur organ internal dan eksternal dari sistem reproduksi manusia, baik pada pria maupun wanita, adalah unik. Setiap organ dalam sistem melakukan peran yang unik dan disesuaikan dengan jenis kelamin masing-masing. Pada tahun 2014 (Citrawathi).

Kemampuan makhluk hidup untuk menciptakan keturunan baru dikenal sebagai reproduksi. Tujuannya adalah untuk melindungi dan melestarikan spesies untuk mencegah kepunahan mereka. Ketika seseorang mencapai kedewasaan (pubertas), maka sistem reproduksi pada manusia akan mulai bekerja. Sel kelamin pria (sperma) dan hormone testosterone dapat reproduksi di testis pria. Sedangkan indung telur wanita maupun menghasilkan hormone estrogen, hormone wanita, dan telur (ovum), (Sherwood, 2016).

B. Anatomi Sistem Reproduksi pada pria dan wanita

Meskipun tidak berkontribusi pada homeostasis dan sangat penting untuk kelangsungan hidup seseorang, sistem aktivitas seksual digunakan dalam reproduksi pria dan wanita yang terpisah (Maryunani, 2018).

1. Anatomi Sistem Reproduksi pada Pria

Organ reproduksi pria dibagi menjadi dua kategori, menurut Nurhayati (2019), yaitu organ reproduksi eksterior dan organ reproduksi internal.

a. Alat Reproduksi Luar

Alat reproduksi luar terdiri dari penis dan skrotum:

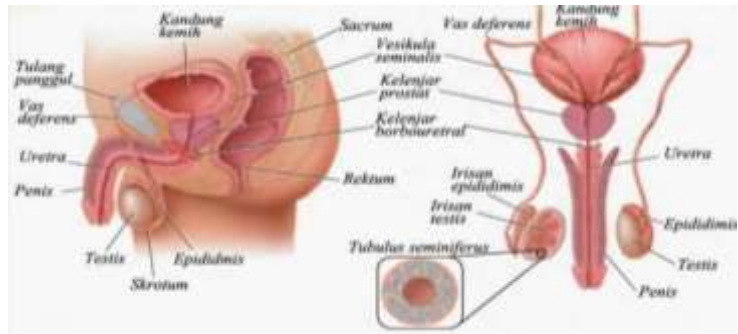
1) Penis

Sanggama pria (hubungan intim) terjadi melalui penis. Tujuan kopulasi adalah untuk mengangkut air mani ke dalam sistem vagina wanita melalui aktivitas seksual antara pria dan wanita. Uretra, saluran terakhir dari saluran genital, terletak di dalam penis dan dikelilingi oleh jaringan ereksi berongga. Jaringan ereksi diisi dengan banyak rongga dan arteri darah. Rongga ini akan menjadi berdarah selama hubungan seksual. Ini akan menghasilkan ereksi, yaitu kontraksi dan perluasan penis. Penis pria hanya bisa dioperasi untuk kopulasi saat dia berdiri tegak (Nurhayati, 2019).

2) Skrotum

Kantung kulit yang disebut skrotum memiliki lebih banyak kelenjar, lebih banyak rambut kasar, dan lebih berwarna dari pada bagian tubuh lainnya. Testis ditemukan di dalam skrotum. Di antara kedua kaki, skrotum menonjol keluar dari tubuh. Ini juga membantu menjaga testis pada suhu 2-3° C di bawah suhu tubuh, yang ideal untuk pembentukan sperma (Nurhayati, 2019).

Posisi ini membantu melindungi testis dari bahaya fisik.



b. Alat Reproduksi Dalam

Kelenjar seks, saluran genital, dan testis membentuk organ reproduksi internal. Epididimis, vas deferens, saluran ejakulasi, dan uretra adalah bagian lain dari saluran genital. Vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbourethral (Cowper) membentuk kelenjar kelamin (Nurhayati, 2019).

1) Testis

Gonad jantan, atau testis, adalah nama lain dari testis. Dua struktur berbentuk oval berdiameter kira-kira 5 cm, ditutupi oleh skrotum, dan terbuat dari pembuluh darah kecil yang dikenal sebagai tubulus seminiferus. Sel Leydig dan tubulus seminiferus, pembuluh halus, ditemukan di dalam testis. Sementara sel Leydig bekerja untuk membuat hormon testosteron, tubulus seminiferus terlibat dalam proses pembuatan sel sperma (spermatogenesis). Jadi, selain memproduksi hormon testosteron, testis berfungsi sebagai alat penghasil sel sperma (Fatmawati, L St & Kes, 2020)

2) Saluran kelamin

a) Tabung berliku yang disebut epididimis muncul dari testis. Untuk mengembangkan sperma dan mentransferkannya ke dalam vas deferens, itu melayani tiga tujuan ini (Nurhayati, 2019).

- b) Saluran lurus yang keluar dari epididimis dikenal sebagai vas deferens. Memfasilitasi pergerakan sperma dari epididimis ke vesikula seminalis (Nurhayati, 2019).
 - c) Vesikula seminalis, atau kantung semen, terhubung ke uretra melalui saluran sempit yang disebut saluran ejakulasi. Menurut Nurhayati (2019), saluran ini dapat menyemburkan sperma sehingga masuk ke ureter dan mengalir keluar.
 - d) Penis berisi rethra, tabung terakhir dari saluran genital. Karena membantu mengeluarkan urin dari tubuh, uretra berfungsi sebagai jalur eliminasi. Uretra berfungsi sebagai saluran air mani dari kantong semen, menjadikannya saluran kelamin sementara (Nurhayati, 2019).
- 3) Kelenjar kelamin
- a) Vesikula seminalis
Sepasang vesikula seminalis (kantung air mani) bergabung untuk membentuk satu kantung. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi sel sperma, dindingnya memiliki kemampuan untuk membuat getah kekuningan yang kaya akan nutrisi (Nurhayati, 2019).
 - b) Kelenjar prostat
Cairan vesikula seminalis dibuat basa oleh cairan yang dihasilkan kelenjar prostat, digunakan untuk melindungi spermatozoa dari keasaman vagina dan uretra (Nurhayati, 2019).
 - c) Kelenjar bulbouretra (Cowper)
Kelenjar ekskresi cairan alkali terletak dibawah kelenjar prostat. Semen dibuat ketika sperma dari testis bergabung dengan cairan kelenjar kelamin. Air mani ini dikeluarkan saat sanggama melalui uretra (Nurhayati, 2019).

2. Anatomi Sistem Reproduksi pada Wanita

Sebagai persiapan untuk berkembangnya janin, organ reproduksi wanita memiliki struktur yang unik. Alat kelamin luar dan alat kelamin dalam adalah dua kategori di mana sistem reproduksi wanita dapat dipisahkan (Yuliani, 2021).

a. Alat Reproduksi Luar

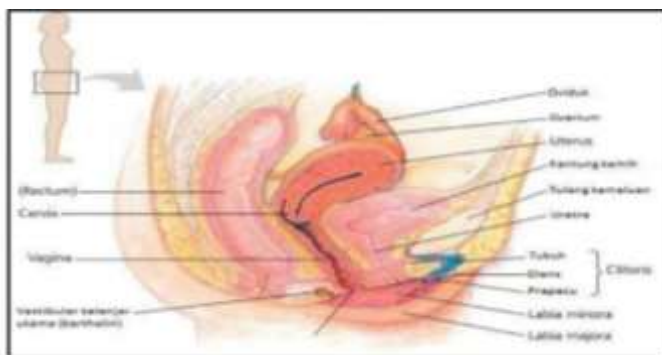
Alat Reproduksi luar terdiri dari vulva dan labium (bibir):

1) Vulva

Organ reproduksi telur adalah struktur berbentuk celah yang disebut vulva. Labium kiri dan kanan, yang merupakan sepasang bibir, mengelilingi ruang ini. Klitoris adalah tonjolan kecil di bagian dalam vulva. Dua saluran, uretra (saluran kemih) dan vagina (saluran vagina), masuk ke dalam vulva (Yulianti, 2021).

2) Labium (bibir)

Vulva dipisahkan dari labium oleh bibir. Labium diberi nomor dalam satu set. Labium mayor (bibir besar) terdapat di permukaan, sedangkan labium minor (bibir kecil) terdapat di bagian dalam (Yuliani, 2021)



b. Alat Reproduksi Dalam

Alat reproduksi dalam terdiri dari ovarium dan saluran kelamin:

1) Ovarium

Di daerah pinggang, tepatnya di kanan dan kiri, ovarium terletak di rongga tubuh. Kelenjar endokrin dan jaringan tubuh yang dikenal sebagai folikel, yang menghasilkan telur (ovum), terletak di ovarium. Di ovarium wanita, sel folikel akan membuat sel telur. Ovulasi mengacu pada pelepasan sel telur (ovum) dari ovarium setelah folikel mencapai kematangan. Ovarium menghasilkan hormon estrogen sedangkan folikel telur berkembang dan hormon progesteron mengikuti ovulasi (Yuliani, 2021).

2) Saluran kelamin

Saluran tuba, rahim, dan vagina membentuk saluran kelamin:

a) Saluran telur (tuba fallopi)

Saluran telur kiri dan saluran telur kanan adalah dua saluran telur yang berpasangan. Infundibulum tuba adalah nama untuk bukaan berbentuk corong saluran telur. Jumbai yang terletak di infundibulum tuba sangat penting untuk menangkap sel telur yang dihasilkan oleh folikel di ovarium (Yuliani, 2021). Juga berfungsi sebagai tempat pembuahan. Campbell (2017) menegaskan bahwa saluran telur, juga dikenal sebagai saluran tuba, menghubungkan setiap ovarium ke rahim. Ukuran kanal bervariasi dari ujung ke ujung, dengan diameter bagian dalam dekat dengan bukaan berbentuk corong saluran telur.

b) Rahim (uterus)

Di mana dua saluran tuba bertemu, di dalam rahim, embrio berkembang. Variasi simpleks dari

rahim manusia memiliki ruang berbentuk buah pir dengan dasar yang tipis. Tujuannya adalah sebagai ruang tumbuh kembang janin (Yuliani, 2017). Rahim, sebaliknya, dijelaskan oleh Campbell (2017) sebagai organ muskuloskeletal yang tebal yang dapat membesar selama kehamilan untuk menampung janin dengan berat 4 kg.

c) Vagina

Saluran terakhir saluran kelamin wanita, yang terletak di vulva, adalah vagina. Vagina berfungsi sebagai jalan lahir, tempat aktivitas seksual, dan saluran keluarnya darah dan lendir dari tubuh saat menstruasi (Yuliani, 2021). Vagina, di sisi lain, dijelaskan oleh Campbell (2017) sebagai ruang berotot namun elastis yang berfungsi sebagai tempat masuknya penis dan reservoir sperma selama kopulasi.

C. Tumbuh Kembang Janin

1. Para ahli psikologi perkembangan meyakini bahwa kehidupan manusia dimulai dari bertemunya sel sperma laki-laki dan sel telur wanita. Sel sperma bergabung dengan sel telur (ovum) dan menghasilkan satu bentuk sel yang telah dibuahi, yang disebut zygot, nutfah. sel sperma dan sel telur dibuat oleh sel-sel perkembangbiakan yang disebut sel benih (germ cell). Sel-sel ini mengandung 46 kromosom yang didapatkan dari sperma ayah dan ovum ibu yang dibentuk menjadi 23 pasang. Setiap satu kromosom terdiri satu kromosom ayah dan satu kromosom ibu.

Dalam pembuahan yang normal, ovum berada dalam salah satu tabung falopi yang bergerak dari satu ovarium ke Rahim. Setelah satu sperma memasuki ovum, permukaan ovum langsung berubah sehingga tidak ada lagi sperma yang dapat masuk. Bila satu sperma telah menembus dinding ovum, maka inti sel saling mendekat. Membran

yang mengelilingi masing-masing pecah, dan kedua inti bersatu.

Semua itu memperkuat anggapan yang menyatakan bahwa perkembangan dan kehidupan manusia dimulai dari masa prenatal, yakni sejak terjadinya pembuahan sel telur wanita dan sel sperma laki-laki dan terbentuknya zigot.

2. Tahapan Perkembangan Prenatal

Perkembangan prenatal dibagi menjadi tiga fase ; Germinal, Embrio, dan Janin.

a. Fase Germina

Fase germinal adalah fase perkembangan prenatal yang terjadi 2 minggu pertama setelah proses pembuahan. Hal ini termasuk pembentukan telur yang telah dibuahi yang disebut zigot, pembelahan sel, dan melekatnya zigot pada dinding uterus. Pembelahan sel yang cepat oleh zigot merupakan tanda dimulainya fase germinal. Pada fase ini, sekelompok sel yang disebut sebagai blasitosis, terdiri dari inti sel yang kemudian berkembang menjadi embrio dan trofoplas, lapisan luar sel yang akan bertugas mendukung dan menyuplai nutrisi pada embrio. Menempelnya zigot pada dinding uterus akan terjadi pada 10-14 hari setelah proses pembuahan.

b. Fase embrio, yaitu bagian dari perkembangan sebelum kelahiran yang terjadi kembali dari 2-8 minggu sejak masa pembuahan. Selama fase embrio, kecepatan dalam proses pembedaan sel semakin intensif, sistem pendukung pada sel mulai terbentuk, dan organ tubuh mulai terlihat. Fase ini dimulai ketika blasitosis mulai melekat pada dinding uterus. Kumpulan sel ini kemudian dapat disebut sebagai embrio dan tiga lapisan pada sel. Endoderm embrio merupakan lapisan dalam sel yang berkembang menjadi sistem pencernaan dan pernapasan. Mesoderm merupakan lapisan yang berada di bagian tengah yang akan membentuk jaringan sirkulasi, tulang, otot, sistem ekskretoris dan sistem reproduksi.

Sementara itu, Ektoderm merupakan lapisan terluar dari lapisan sel yang menjadi otak dan saraf, reseptor sensoris (telinga, hidung dan mata misalnya), dan kulit (misalnya rambut dan kuku). Setiap bagian terbentuk dari tiga lapisan ini. Tugas utama Endoderm membentuk organ yang menyelimuti bagian dalam tersebut, dan ectoderm membangun bagian permukaan tubuh.

Bersamaan dengan terbentuknya tiga lapisan tersebut, sistem pendukung kehidupan pada embrio juga berkembang dengan pesat. Termasuk dalam sistem ini adalah amnion (kantong ketuban), tali pusar (kedua organ yang dibentuk oleh telur yang dibuahi dan bukan bagian tubuh dari ibu) dan plasenta. Amnion adalah sistem dukungan yang kehidupan yang merupakan kantong tipis atau amplop berisi cairan yang jernih tempat embrio yang berkembang mengapung.

Tali pusar terdiri dari dua arteri dan satu vena yang menghubungkan bayi dengan plasenta. Plasenta berisi kelompok jaringan yang memiliki bentuk seperti piringan dan di dalamnya terdapat pembuluh darah kecil yang terangkai antara ibu dengan bayinya, tetapi tidak bergabung. Pada saat kebanyakan wanita mengetahui mereka hamil, organ-organ utama mulai terbentuk.

Organogenesis adalah nama untuk menyebut proses pembentukan organ selama dua bulan pertama perkembangan prenatal. Pada minggu ketiga setelah pembuahan, saluran saluran saraf berubah bentuk menjadi saraf tulang belakang. Saat memasuki 21 hari, mata mulai terbentuk, dan pada 24 hari, sel yang membentuk jantung mulai berdiferensiasi. Selama minggu keempat, sisten urogenital mulai terbentuk, dan lengan dan kaki mulai muncul. Empat ruang jantung mulai terbentuk dan mulai muncul pembuluh darah. Pada minggu kelima sampai kedelapan, lengan dan kaki berdiferensiasi lebih lanjut pada masa ini wajah mulai terbentuk, namun belum terlalu dapat dikenali.

Saluran usus mulai terbentuk dan struktur wajah dimulai. Pada minggu ke-8 berat bayi baru mencapai 1/30 ons dan panjangnya baru 2,5 cm.

- c. Fase Janin. Merupakan fase perkembangan sebelum kelahiran yang dimulai 2 bulan setelah proses pembuahan dan umumnya berlangsung selama 7 bulan. Pertumbuhan dan perkembangan semakin menunjukkan prosesnya yang luar Kambali biasa. Perkembangan Otak adalah satu hal yang paling menakjubkan dalam perkembangan prenatal. Saat bayi dilahirkan, mereka telah memiliki kurang lebih 100 milyar neuron atau sel saraf yang mengatur proses informasi di bagian sel di dalam otak. Selama perkembangan prenatal, neuron bergerak ke tempat yang seharusnya dan mulai saling berhubungan. Bentuk dasar otak manusia disusun pada 2 trisemester pertama pada masa perkembangan prenatal. Trisemester ke-3 dan 2 tahun pertama setelah dilahirkan, ditandai dengan terhubung dan berfungsinya neuron (Kambali, 2018)
3. Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan janin dalam rahim yaitu:
 - a. Janin
 - b. Plasenta
 - c. Ketuban
 - d. Faktor ibu
4. Tiga tahap penting pertumbuhan hasil konsepsi:
 - a. Tingkat ovum (umur 0 – 2 minggu)
Belum tampak bentuk dalam pertumbuhan
 - b. Tingkat embrio (3 – 5 minggu)
Sudah terdapat rancangan bentuk alat – alat tubuh
 - c. Tingkat janin (> 5 minggu)
Sudah berbentuk manusia (Mustikawati, n.d.)

DAFTAR PUSTAKA

- Fatmawati, L St, S., & Kes, M. (2020). Keperawatan Maternitas I Anatomi Fisiologi Sistem Reproduksi. *Program Studi Ilmu Keperawatan: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Gresik*.
- Kambali, K. (2018). Pertumbuhan Dan Perkembangan Emosional Serta Intelektual Di Masa Prenatal. *Risâlah, Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 4(2, Sept), 129-148. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3555419>
- Mustikawati, I. S. (n.d.). *Tumbuh kembang anak*.
- Soetjiningsih. (2013). Tumbuh kembang janin dalam kandungan. In 2.

BIODATA PENULIS



R. Tri Rahyuning Lestari, S.Kep., M.Biomed. lahir di Cianjur, pada 26 Maret 1981. Menyelesaikan pendidikan S1 & Profesi Ners di Fakultas Keperawatan Universitas Padjadjaran Bandung Jawa Barat dan S2 di Fakultas Kedokteran, Kesehatan Reproduksi Universitas Udayana Denpasar Bali. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Keperawatan STIKes Widya Dharma Husada Tangerang .

BAB 10

Sistem Rangka, Otot dan Sendi

Fardiah Tilawati Sitanggang, SKM, M.Biomed

A. Pendahuluan

Dalam tubuh manusia terdapat berbagai sistem yang mempunyai peran masing-masing dalam menyokong kehidupan manusia. Salah satu sistem yang berperan dalam proses pergerakan manusia adalah sistem rangka, otot dan sendi atau dikenal dengan sistem muskuloskeletal. Sistem ini disusun oleh tulang, sendi, otot, rangka, tendon, ligament, bursa, dan jaringan ikat.

Dalam peranannya, otot-otot dalam manusia melekat pada tulang kerangka tubuh, kemudian dibawah permukaan kulit serta saling berkontraksi satu sama lain. Sedangkan rangka terbentuk dari susunan tulang-tulang dimana hubungan antar tulang-tulang dikenal sebagai persendian yang berfungsi dalam membentuk pergerakan pada manusia.

B. Sistem Otot (Muscular)

1. Pengertian Sistem Otot

Sistem otot merupakan salah satu sistem ditubuh manusia yang berfungsi utama dalam pergerakan manusia. Terdapat lebih dari 600 buah otot pada tubuh manusia, dimana semua sel-sel otot ini mempunyai spesifikasi dan fungsi tersendiri dan berkontraksi satu sama lain dalam menjalankan fungsinya dalam tubuh manusia (Murphy *et al.*, 2019)

2. Fungsi sistem Otot (Musculer)

a. Pergerakan

Fungsi utama dari sistem otot adalah melakukan pergerakan pada manusia, pergerakan ini tercipta dari

- perlekatan otot pada tulang-tulang pada organ-organ tubuh baik diinternal maupun eksternal tubuh
- b. Penopang dan Postur tubuh
Fungsi selanjutnya adalah sebagai penopang dan mempertahankan bentuk atau postur tubuh manusia, otot dalam fungsinya akan menopang rangka juga memberikan postur dan mempertahankan posisi pada saat berdiri ataupun duduk
 - c. Produksi panas
Fungsi lainnya dari sistem otot adalah mempertahankan suhu tubuh yang normal dengan memproduksi panas yang dihasilkan dari kontraksi otot-otot (Mukund and Subramaniam, 2020).
3. Ciri-ciri Sistem Otot (Musculer)
- a. Elastisitas
Ciri yang pertama adalah setiap serabut otot akan kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi atau melakukan peregangan
 - b. Kontraksilitas
Ciri yang kedua adalah semua serabut otot selalu berkontraksi atau menegang dalam menjalankan fungsinya. Kontraksi ini dapat menyebabkan otot memendek dan memanjang.
 - c. Eksitabilitas
Ciri yang ketiga adalah setiap serabut otot memiliki kemampuan untuk merespon dengan kuat dan cepat setelah di stimulant oleh impuls saraf.
 - d. Ekstensibilitas
Ciri terakhir dari sistem otot adalah kemampuan dari serabut otot yang mampu menegang lebih panjang dibandingkan pada saat otot tersebut rileks atau tidak berkontraksi (Purslow, 2020)
4. Jenis- Jenis Otot
- Berikut merupakan jenis-jenis otot pada tubuh manusia
- a. Otot Polos
Jenis otot ini memiliki bentuk seperti spindle atau gelondongan dengan ukuran 20 mikron dan dikelilingi dengan myofibril dan berkontraksi. Ada 2 jenis otot polos yakni otot polos unit ganda pada pembuluh

darah besar dan pada otot mata dan otot polos unit tunggal pada organ berongga.

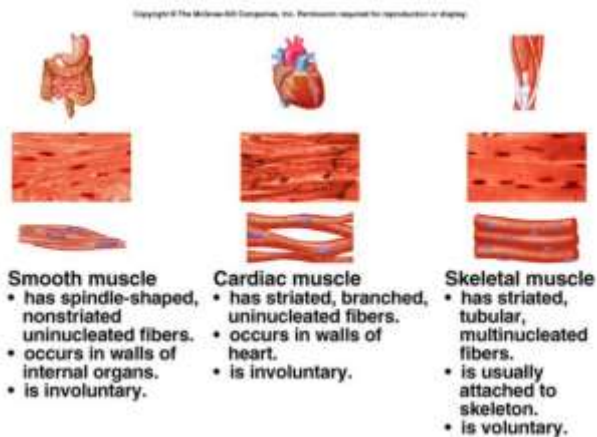
b. Otot Jantung

Otot jantung merupakan otot yang dapat dikatakan sama dengan otot lurik karena bentuknya yang sama. Otot ini bersifat involunter dan ditemukan pada dinding jantung. Dalam peranannya sebagai pemompa darah di jantung, otot ini berkontraksi secara konstan terus menerus dan bekerja secara tidak sadar dengan peranan saraf simpatik dan parasimpatis (Purslow, 2020)

c. Otot Rangka/Skelet

Jenis otot ini tersusun dari fibra otot, fibra otot ini mempunyai serabut-serabut myofibril di cairan intraseluler. Myofibril yang tersusun dari filament-filamen terdiri dari 2 filamen (tebal/protein myosin dan pipih/protein actin).

Fungsi dari otot rangka adalah berperan dalam menghasilkan gerak, mempertahankan posisi tubuh, memberikan sokongan pada jaringan lunak, mempertahankan suhu tubuh. (Murphy *et al.*, 2019)



Gambar 1. Jenis-Jenis dari Otot dari sistem otot

C. Sistem Rangka/Skeletal

1. Pengertian Sistem Rangka/Skeletal

Sistem rangka pada manusia merupakan salah satu alat gerak yang tersusun dari tulang, sendi, dan tulang rawan (kartilago). Sistem rangka mempunyai fungsi utama menopang tubuh. Tulang-tulang penyusun sistem rangka memfasilitasi gerakan dengan menempel atau melekat ke otot (Purslow, 2020)

2. Fungsi Sistem rangka

Sistem rangka terutama tulang-tulang mempunyai fungsi yang sangat krusial bagi manusia, berikut merupakan fungsi dari sistem rangka pada manusia:

- a. Sistem rangka berperan dalam pergerakan tubuh bersama otot rangka dan sendi, sifat tulang yang kaku akan diselimuti oleh otot sehingga tulang dapat berfungsi sebagai penggerak pada manusia.
- b. Fungsi sistem rangka yang pertama sebagai pembentuk kerangka tubuh dan menopang dan memberi bentuk tubuh manusia.
- c. Sistem rangka yakni pada Tulang berfungsi sebagai tempat melekatnya otot, jaringan, tendon, dan ligament
- d. Sistem rangka juga menyimpan dalam jumlah besar mineral seperti kalsium dan fosfat dan lemak dalam bentuk yellow marrow
- e. Fungsi lainnya dari sistem rangka adalah sebagai sistem yang memproduksi sel darah yakni di red marrow.
- f. Fungsi yang tak kalah penting dari sistem rangka adalah sebagai pelindung (Su *et al.*, 2019).

3. Jenis-jenis dari Tulang

Sistem Rangka tersusun atas tulang-tulang. Tulang terdiri dari Tulang Osteon (Keras) dan Tulang Kartilago (Rawan). Kedua jenis tulang ini didalam tubuh merupakan satu kesatuan yang bekerja sama dalam menjalankan fungsinya sebagai sistem rangka di manusia.

Dari struktur penyusunnya sendiri, tulang terdiri dari osteoblast (sel-sel tulang yang muda), osteosit (sel-sel tulang yang dewasa), osteoprogenitor (sel khusus) dan sel osteoklas (sel monosit yang telah berkembang dan biasanya ada disekitar permukaan dari tulang) (Waschke, Bockers and Paulsen, 2018).

Sedangkan dari bentuknya sendiri, terdapat 4 jenis tulang pada tubuh manusia, yaitu:

- a. Tulang Pendek
Merupakan jenis tulang yang terdapat pada pergelangan tangan atau disebut dengan karpal dan pergelangan kaki yang disebut dengan tarsal
- b. Tulang Panjang
Jenis tulang ini sering disebut dengan tulang pipa yang banyak dijumpai pada lengan atas, hasta, telapak tangan, dan tulang radius yang menyambungkan bagian siku dengan ibu jari tangan.
- c. Tulang pipih
Tulang pipih banyak terdapat di bagian tulang dada, tulang rusuk, tengkorak dan pergelangan bahu.
- d. Tulang yang bentuknya tidak beraturan
Tulang jenis ini merupakan tulang yang tidak dapat dikategorikan bentuknya dikarenakan bentuknya yang kompleks seperti yang terdapat pada tulang-tulang yang menopang sum-sum tulang belakang yakni diruas-ruas, dan juga tulang-tulang pada tengkorak. (Florencio-Silva *et al.*, 2019)

Seperti yang telah dijelaskan diatas, berikut merupakan pembagian tulang secara general atau umum yakni tulang rawan (kartilago) dan tulang keras (osteon)

a. Tulang Rawan (Kartilago)

Tulang rawan atau kartilago merupakan jenis tulang yang banyak dijumpai pada saluran pernafasan, ujung hidung, telinga luar, di ruas-ruas tulang belakang. Sel-sel penyusun tulang rawan disebut dengan kondrosit, kondrosit sendiri ditemukan dibagian lacuna (rongga

kecil) dan lakuna merupakan bagian dari matriks tulang. Kondrosit tulang rawan menghasilkan matriks yang dikenal dengan kondrin yang berisi hialin atau kolagen-kolagen. Tulang rawan dapat menjadi tulang keras bila mengalami kalsifikasi. (Hargreaves and Spriet, 2020). Berikut merupakan morfologi dari tulang rawan yang dapat terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Morfologi dan bagian-bagian penyusun dari Tulang rawan

Tulang rawan dibagi menjadi 3 berdasarkan jumlah dan jenis matriksnya

- a. Tulang rawan hialin
Merupakan tulang rawan yang memiliki matriks serat dan kolagen, jenis tulang rawan ini banyak terdapat pada trakea, diantara tulang rusuk dan dada.
- b. Tulang rawan elastin
Merupakan jenis tulang rawan yang memiliki banyak elastin, biasanya terdapat pada tulang telinga luar dan hidung
- c. Tulang rawan fibrosa (Fibrokartilago)
Tulang rawan fibrosa merupakan jenis tulang rawan yang bersatu dengan tulang rawan lainnya seperti hialin. Jenis tulang rawan ini terdapat pada tulang panggul, dan lutut (Lou-Ren et all, 2022).

b. Tulang Osteon (Keras)

Tulang keras merupakan jenis tulang yang disusun oleh sel-sel osteoklas, sel osteosit, osteoblast, sel osteogenik dan sel pelapis. Selain itu terdapat matriks yang mengandung kalsium karbonat dan kalsium fosfat yang membuat struktur dari tulang keras. Matriks penyusun tulang ini membagi tulang menjadi 2 jenis yakni tulang sponse /spongiosa/kanselosa yakni matriks tulang yang berongga dan tulang kompak/padat yang merupakan matriks tulang tersusun padat (Waschke, Bockers and Paulsen, 2018).

Berikut merupakan sel-sel penyusun tulang osteon beserta perbedaan dan fungsi masing2

a. Sel osteoblast

Merupakan sel yang membentuk sel-sel tulang, sel ini berfungsi untuk mensintesis dan mensekresi mineral ke seluruh tulang

b. Sel Osteosit

Jenis sel ini merupakan sel yang dibentuk oleh susunan sel-sel osteoblast. Sel ini terdapat pada tulang dewasa dan berfungsi untuk memproduksi enzim dan mengatur pelepasan kalsium

c. Sel Osteoklas

Merupakan jenis sel tulang yang mempunyai fungsi dalam menghancurkan jaringan tulang yang sudah tua, juga mengatur pertumbuhan tulang.

d. Sel Osteogenik

Sel osteogenic bertugas dalam meregenerasi sel yang rusak khususnya pada tulang yang mengalami trauma

e. Sel Proteogenitor

Jenis sel ini merupakan sel yang berfungsi dalam pengendalian kalsium fosfat yang masuk dan yang keluar dari tulang (Waschke, Bockers and Paulsen, 2018)

4. Pembagian sistem rangka

Sistem rangka pada tubuh manusia dibagi menjadi dua macam yakni Aksial dan Apendikular

a. Sistem rangka /Skeleton Aksial

Skeleton aksial merupakan sistem rangka yang terdapat organ bagian badan, leher, dan kepala. Berikut merupakan jenis dari skeleton aksial

1) Tulang Rusuk

Terdapat 3 bagian dalam tulang rusuk yakni tulang rusuk sejati (7 pasang), tulang rusuk palsu (3 pasang), dan rusuk melayang (2 pasang) . Tulang rusuk berfungsi dalam perlindungan organ vital seperti saluran pernapasan, ginjal, paru, jantung.

2) Tulang dada

Terdapat 3 bagian dari tulang dada yakni manubrium (atas), gladiolus (tengah), dan taju pedang (bawah)

3) Tulang Tengkorak

Terdiri dari 8 buah tulang kranial dan 14 tulang pelindung (bingkai) dari otak (John E. Hall, 2016)

b. Sistem Rangka Apendikular

Apendikular merupakan sistem rangka penyusun tangan dan kaki . Apendikular terbagi menjadi 2 yakni Ekstremitas atas dan bawah

1) Ekstremitas Atas

Merupakan apendikular yang tersusun atas tulang phalang, karpal, radius dan ulna, humerus, klavikula dan scapula

2) Ekstremitas Bawah

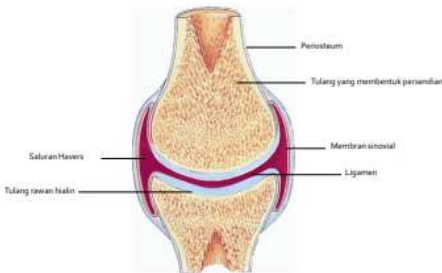
Merupakan apendikular yang tersusun atas tulang tapak kaki, tarsal, tibia, fibula dan femur.



Gambar 3. Pembagian sistem rangka aksial dan apendikular

D. Sendi

Bertemunya dua tulang rangka yang diperantarai oleh ligament serta jaringan ikat disebut dengan persendian. Persendian tersusun dari bagian-bagian seperti ligament (penghubung antar tulang, periosteum (selaput dari luar tulang yang tipis), membrane sinovial (jaringan ikat yang memproduksi cairan sinovial /minyak sendi), dan kartilago (tulang rawan).



Gambar 4. Struktur dari Sendi pada sistem rangka manusia

Dalam persendian ada 3 jenis sendi berdasarkan penampang struktur penyusunnya yakni:

1. Fibrosa

Merupakan persendian dengan serabut fibrosa (paling pendek), fibrosa terlihat pada persendian tulang rahang

2. Kartilago /Tulang rawan

Merupakan persendian yang tersusun strukturnya oleh jaringan kartilago/tulang rawan. Persendian ini terdapat pada tulang rusuk, dada.

3. Sinovial

Persendian ini juga terdiri dari jaringan kartilago namun juga terdapat ruang ligament dan cairan sinovial dalam mempertahankan fungsinya dalam persendian, contohnya adalah lutut (Havelin and King, 2019)

Selain itu, berdasarkan cara menyambung antar tulang, persendian dibagi menjadi beberapa jenis, yakni:

1. Sinartrosis (Sendi Mati)

Sinartrosis merupakan jenis sendi yang memiliki jaringan penghubung /jaringan diujung kedua tulang. Berdasarkan jaringan penghubungnya sinartrosis dibagi menjadi 3 yakni:

Syndesmosis: Menggunakan jaringan ikat sebagai penghubung terbagi menjadi sutura, schindylesis, ghomphosis, syndesmosis, dan syndesmosis fibrosa.

Sychondrosis: Menggunakan jaringan tulang rawan sebagai penghubung

Synostosis: Menggunakan jaringan tulang sebagai penghubung (Paulsen, et all, 2015)

2. Diartrosis (Sendi Gerak)

Diartrosis merupakan jenis sendi gerak yang memiliki rongga dan dapat bergerak. Berikut merupakan jenis-jenis Diartrosis :

Sendi peluru (Dapat bebas ke segala arah)

Sendi putar (Sendi dengan gerakan memutar)

Sendi pelana (Arah sendi seperti pelana)

Sendi engsel (Pergerakan hanya dapat pada satu arah)

Sendi geser (Membuat tulang bergeser pendek) (John E. Hall, 2016)

DAFTAR PUSTAKA

- Florencio-Silva, R. *et al.* (2019) 'Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells', *BioMed Research International*, 2019. doi: 10.1155/2015/421746.
- Hargreaves, M. and Spriet, L. L. (2020) 'Skeletal muscle energy metabolism during exercise', *Nature Metabolism*, 2(9), pp. 817–828. doi: 10.1038/s42255-020-0251-4.
- Havelin, J. and King, T. (2019) 'Mechanisms Underlying Bone and Joint Pain', *Current Osteoporosis Reports*, 16(6), pp. 763–771. doi: 10.1007/s11914-018-0493-1.
- John E. Hall, P. D. A. C. G. (2016) *Guyton and Hall TextBook of Medical Physiology, Jurnal Penelitian Pendidikan* .
- Mukund, K. and Subramaniam, S. (2020) 'Skeletal muscle: A review of molecular structure and function, in health and disease', *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 12(1), pp. 1–46. doi: 10.1002/wsbm.1462.
- Murphy, A. C. *et al.* (2019) 'Structure, function, and control of the human musculoskeletal network', *PLoS Biology*, 16(1), pp. 1–27. doi: 10.1371/journal.pbio.2002811.
- Paulsen F, Waschke J. Sobotta Atlas Anatomi Manusia: Organ-Organ Dalam. Edisi 23. Penerbit Buku Kedokteran EGC; 2015
- Purslow, P. P. (2020) 'The Structure and Role of Intramuscular Connective Tissue in Muscle Function', *Frontiers in Physiology*, 11(May). doi: 10.3389/fphys.2020.00495.
- Su, N. *et al.* (2019) 'Bone function, dysfunction and its role in diseases including critical illness', *International Journal of Biological Sciences*, 15(4), pp. 776–787. doi: 10.7150/ijbs.27063.
- Waschke, J., Bockers, T. and Paulsen, F. (2018) 'Buku Ajar Anatomi Sobotta', p. 78.

BIODATA PENULIS



Fardiah Tilawati Sitanggang, SKM, M.Biomed lahir di Jambi, pada 08 Februari 1988. Menyelesaikan pendidikan Diploma III di Akademi Analis Kesehatan Provinsi Jambi, kemudian menyelesaikan S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Stikes HI Jambi dan S2 Biomedik di Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Jambi.

BAB 11

Konsep dasar Sel Dalam Keperawatan

Ns. Agus Dwi Pranata., M. Kep

A. Pendahuluan

Daur kehidupan makhluk hidup tersusun oleh sel, tubuh makhluk hidup tersebut dapat dibedakan menjadi dua kategori berdasarkan susunan sel yang ada pada makhluk tersebut apabila makhluk tersebut terdiri dari satu sel disebut uniseluler seperti yeast, protozoa, dan bakteri dan makhluk hidup yang tersusun dari banyak sel dikenal dengan multiseluler seperti manusia, hewan dan tumbuhan

Sel didefinisikan sebagai unit terkecil yang Menyusun struktur makhluk hidup yang dibatasi oleh membrane dan berisi cairan sel yang disebut sitoplasma. Jaringan merupakan susunan sejumlah sel yang memiliki tugas atau fungsi tertentu serta saling berkaitan membentuk organ tubuh, beberapa organ terkoordinasi dalam suatu system, seperti system respirasi, system kardiovaskular, system neuro dan system lainnya yang saling berkaitan dan memiliki mekanisme pengaturan fungsi yang rumit.

B. Konsep Sel

1. Pengertian sel

Sel merupakan bagian dari struktur tubuh makhluk hidup yang memiliki fungsi tersendiri, sekumpulan sel akan membentuk jaringan dan organ sehingga memiliki fungsi yang lebih spesifik bagi makhluk hidup tersebut. Beberapa aktivitas kimia dasar terjadi pada sel agar dapat bertahan hidup, kegiatan tersebut meliputi pertumbuhan sel, metabolisme dan reproduksi. Sel merupakan unit yang luar biasa dalam kehidupan, mereka menyerap nutrisi dan

merubahnya menjadi energi serta membawa ke fungsi yang seharusnya. Sel terbagi menjadi empat bagian dasar yaitu: sel membrane, sitoplasma, nucleus dan nukleoplasma.



Gambar 1. Struktur sel

2. Sel induk (stem sel)

Stem sel merupakan sel yang tidak terpesialisasi yang dapat membentuk satu atau lebih jenis atau sel khusus yang memiliki fungsi berbeda seperti sel darah, sel saraf. Manusia terbentuk dari triliunan sel saat pembuahan terjadi, selanjutnya terbagi menjadi bagian kecil dari sel yang berbentuk bola disebut dengan morula, setelah lima hari pembuahan morula berubah menjadi bola-bola yang berisi cairan yang disebut dengan blastokista, selanjutnya menjadi sel embrio.

Sel dalam tubuh manusia dapat diproduksi oleh beberapa organ seperti sel darah dan trombosit yang disebut dengan Haematopoiesis. Sel darah dalam tubuh manusia terbagi menjadi dua yaitu sel darah merah (eritrosit) dan sel darah putih (Leukosit) yang berasal dari sumsum tulang (jaringan Myeloid).

3. Jaringan

Jaringan merupakan sekumpulan sel yang special dan spesifik yang memiliki fungsi dan kemampuan khusus. Matriks (komponen antara sel-sel) dapat berbentuk keras, lembut atau cair tergantung dari jenis jaringan. Umumnya, matriks membantu membawa nutrisi, gas dan hormon yang ada di seluruh jaringan dan bertindak sebagai penghalang terhadap pathogen.

a. Jaringan Epitel

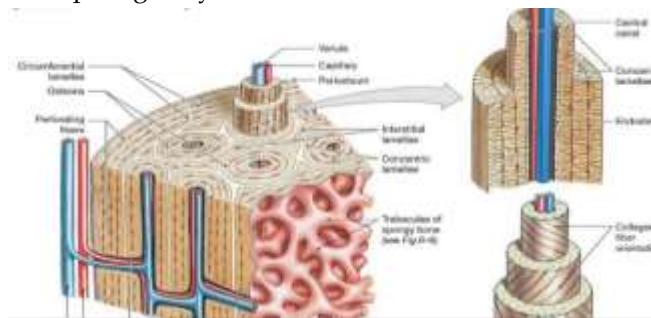
Jaringan epitel ini berbentuk lembaran dan melindungi dari luar serta di dalam tubuh dan membentuk banyak kelenjar. Sel tersusun dengan rapat dalam satu atau beberapa lapisan pada membran basal yang melekat pada jaringan ikat bawahnya.

b. Jaringan Konektif

Jaringan ikat adalah jaringan yang paling banyak di dalam tubuh dan kadang-kadang di asumsikan sebagai perekat dan bahan pengisi tubuh' dikarenakan fungsinya mempertahankan jaringan secara Bersama-sama. Jaringan konektif ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu sel, serat dan matrik.

c. Jaringan Tulang

Jaringan tulang membentuk kerangka dan memperkuatnya. Matriks keras membutuhkan lebih banyak sel tulang (Osteosit) dan terbentuk dari serat kolagen yang mengandung kalsium. Tulang padat merupakan bagian terluar dari tulang dan paling tebal serta paling banyak menerima tekanan besar.

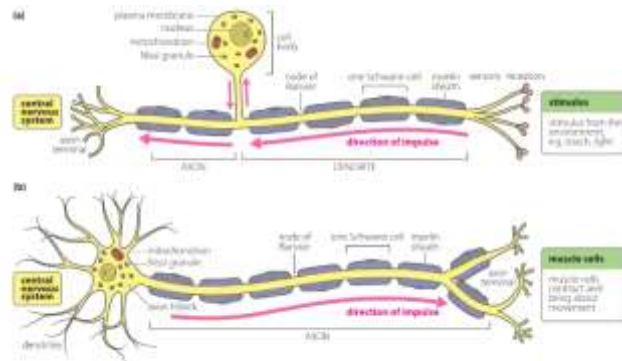


Gambar 2. Jaringan Tulang

1) Jaringan saraf

Jaringan saraf terdapat di seluruh tubuh dan terbagi menjadi dua jenis sel seperti neuron (sel saraf) dan glia (sel pendukung). Neuron memiliki fungsi sebagai

transmitter informasi di dalam bentuk impuls saraf pada satu bagian tubuh ke bagian tubuh lainnya.

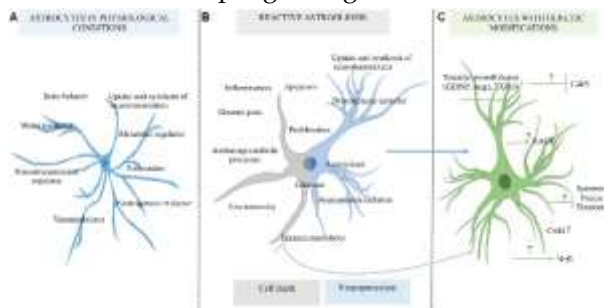


Gambar 3. Jaringan Saraf

2) Glia

Glia atau neuroglia adalah sel spesifik yang berada disekitar neurons, menahannya di tempat glia lebih tepat disebut sebagai perekat antar sel, fungsi glia juga sebagai penyuplai nutrisi dan oksigen. Terdapat beberapa jenis sel glia yang berada disekitar neuron serta memiliki fungsi yang berbeda seperti Astosit, Mikroglia, Sel Ependimal dan oligodendrosit.

- a) Astosit disebut juga astoglia yang berbentuk seperti sel Bintang yang dapat ditemukan di sepanjang system saraf pusat dan memproses informasi. Astosit juga terlibat dalam penghalang darah dan otak.



Gambar 4. Astosit

b) Mikroglia

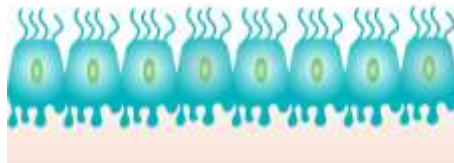
Mikroglia Merupakan fagosit dan pemburu. Memiliki ukuran umumnya kecil dan statis namun Ketika jaringan otak mengalami peradangan, ukurnya menjadi besar, bergerak, menelan serta mengancurkan pathogen dan puing- puing dari sel



Gambar 5. Mikroglia

c) Sel Ependymal

Sel berbentuk seperti sel epitel kolumnar, yang melapisi ventrikel dan saluran cairan serebrospinal (CSF). Sel ini berfungsi sebagai pertukaran bahan antara CSF dan jaringan saraf.



Gambar 4. Sel Ependymal

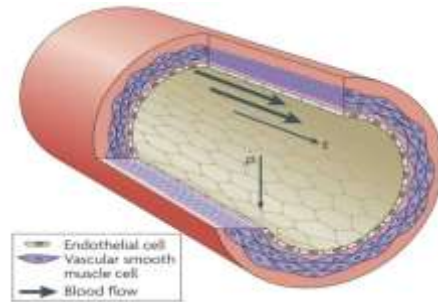
d) Oligodendroglia

Sel ini membentuk materi putih (myelin) di system saraf pusat (SSP). Subkelompok yang disebut sel schwann membentuk myelin di system saraf tepi.

3) Jaringan Otot

Tubuh manusia seluruhnya dilapisi oleh otot agar tubuh dapat berdiri tegak dan melakukan Gerakan karena memiliki kemampuan untuk berkontraksi (memendek). Otot terdiri dari sel otot (miosit) yang membentuk tiga jenis jaringan otot khusus:

- a) Otot Polos yang tersusun dari miosis dan terdapat pada dinding organ berongga seperti pembuluh darah dan lambung.

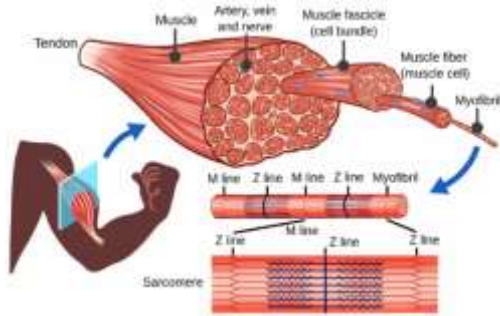


Gambar 5. Otot Polos dalam Pembuluh Darah Arteri

Sel otot ini memiliki ciri memanjang, terdapat nucleus yang saling bertautan dan membentuk lapisan jaringan. Beberapa organ yang dilapisi otot polos seperti esofagus, perut dan usus, kandung kemih, Rahim, saluran kelenjar dan dinding pembuluh darah. Otot polos berada di bawah kendali system saraf otonom dan gerakannya tidak disengaja. Otot polos bekerja secara miogenik (involunter) yaitu dapat bekerja atau kontraksi berirama tanpa adanya rangsangan dari system saraf misalnya proses menelan atau Ketika makanan masuk ke saluran pencernaan, denyut jantung.

- b) Otot rangka melekat pada tulang dan terdiri dari serat otot Panjang

Jaringan otot rangka memiliki ciri khas seperti Panjang, tipis serta memiliki banyak inti dan membentuk hitam putih yang bergantian. Serabut otot mengandung microfibril paralel yang terbungkus dalam sarkolema dan membentuk jaringan paling banyak di tubuh yang umumnya dikenal dengan otot.



Gambar 8. Serat Otot Rangka dengan Miofibril

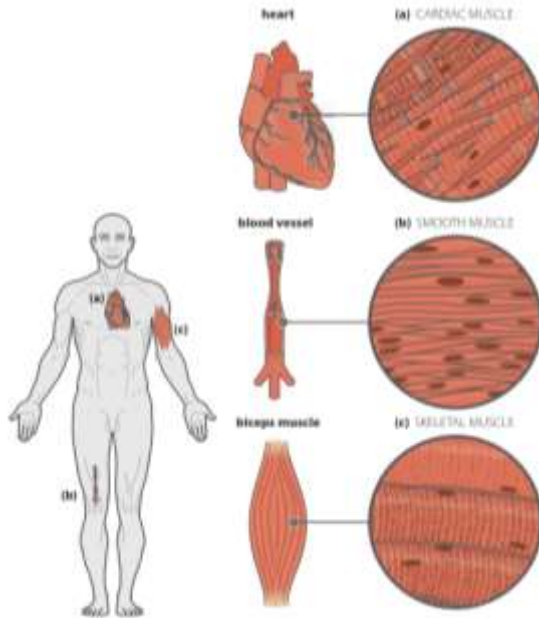
Otot rangka terkadang disebut sebagai otot sadar karena berada di bawah kendali system saraf sehingga dapat berkontraksi secara spontan apabila diberikan stimulus pada Sistem sarag Pusat (SSP). Selama kontraksi terjadi, bisa terjadi perubahan pada pada sel otot tersebut seperti kontriksi atau dilatasi sehingga memberikan efek pada tulang yang melekatnya otot tersebut. Ketika fase istirahat sel akan mengalami pelonggaran (Dilatasi) dan berada pada posisi semua.

- c) Otot jantung terjadi di dinding jantung dan terdiri dari serat otot bercabang.

Otot jantung (miokardium) merupakan otot yang hanya ditemukan pada bagian dinding jantung yang terdiri dari sel otot jantung (cardiomyocytes), masing-masing dengan nukleusnya, dan mirip seperti otot rangka hanya saja kurang jelas. Otot jantung sendiri merupakan kombinasi antra otot polos dan otot lurik, dikarenakan hal inilah otot jantung memiliki kesamaan, seperti adanya daerah gelap atau terang, mempunyai banyak inti sel yang terletak di Tengah seperti otot lurik sedangkan pergerakan yang miogenik (involunter) serupa seperti otot polos.

Otot jantung bekerja tanpa henti karena memiliki fungsi utama yanitu mengalirkan darah sebagai

transportasi nutrisi bagi seluruh organ dalam tubuh manusia, sehingga bisa dipastikan jika jantung berhenti dapat berakibat fatal bagi kehidupan seseorang seperti gagal organ.



Gambar 6. Perbedaan Jenis Otot; (a) Otot Jantung, (b) Otot Polos, (c) Otot Rangka

DAFTAR PUSTAKA

- Burton, I., & Klaassen, M. F. (2022). *Atlas of extreme facial cancer challenges and solutions*.
- Mostofi, F. K. (2000). Atlas of Renal Pathology. In *The Journal of Urology*. <https://doi.org/10.1097/00005392-200008000-00095>
- Noor, Z. (2016). *Buku Ajar Gangguan Muskuloskeletal* (2nd ed.). Salemba Medika. <https://doi.org/978-602-1163-57-3>
- Pamela Minett and Laura Ginesi. (2020). Anatomy & Physiology : An Introduction for Nursing and Healthcare. In *Anatomy & Physiology : An Introduction for Nursing and Healthcare*. Latern Publishing Ltd. <https://search-ebSCOhost-com.proxy.library.lincoln.ac.uk/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2955999&site=ehost-live>
- Peate, I., & Nair, M. (2020). Fundamental of Anatomy and Physiology For Nursing and Health care Students. In *Exercise Physiology: People and Ideas* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1016/B978-019512527-6.50012-X>
- Yang, S. O., Oh, S. W., Choi, Y. Y., & Ryu, jin S. (2022). Atlas of Nuclear Medicine in Musculoskeletal System. In *Atlas of Nuclear Medicine in Musculoskeletal System*. Springer Healthcare. <https://doi.org/10.1007/978-981-19-2677-8>
- Zhang, M. (2018). Atlas of Human Body Ultrasound Scanning. In *Atlas of Human Body Ultrasound Scanning*. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5834-9>

BIODATA PENULIS



Ns. Agus Dwi Pranata, S.Kep., M.Kep lahir di Langsa, pada 14 Agustus 1989. Menyelesaikan pendidikan S1 dan Ners di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Cut Nyak Dhien Langsa pada tahun 2013, yang saat ini telah berganti nama menjadi Universitas Sains Cut Nyak Dhien Langsa dan S2 di Fakultas keperawatan Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Sampai saat ini penulis sebagai Dosen di Profesi Ners STIKes Widya Dharma Husada Tangerang.

BAB 12

Bioptik, Bioakustik, Biothermik

Desti Puswati, SKp., M.Kep

A. Pendahuluan

Perkembangan yang menakjubkan di bidang ilmu dan teknologi, termasuk disiplin ilmu dan teknologi bidang Kesehatan, memberikan sumbangan yang sangat berharga dalam diagnosis dan terapi berbagai penyakit.

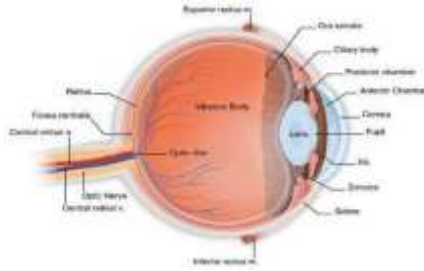
Mengaplikasikan ilmu-ilmu fisika, di pelayanan kesehatan dapat membantu menyelesaikan masalah yang berhubungan bioptik yaitu masalah penglihatan (mata), bioakustik (pendengaran), biothermik (suhu tubuh).

B. Bioptik

Bioptik terdiri kata bio berarti makhluk hidup atau bagian tertentu dari makhluk hidup, sedangkan optik adalah istilah fisika yang berarti sinar atau cahaya. Fokus bioptik adalah indra penglihatan atau mata. Mata adalah alat optik yang paling berharga pada manusia khususnya dan makhluk hidup pada umumnya yang merupakan sistem optik alami yang berbubungan dengan sistem persyarafan yang menangkap dan mempersepsikan obyek. Indra penglihatan (mata) terdiri dari tiga komponen utama:

1. Mata yang memfokuskan bayangan dari dunia luar ke retina
2. Sistem syaraf mata yang memberi informasi ke otak
3. Korteks penglihatan salah satu bagian yang menganalisa penglihatan tersebut.

Kebutaan akan terjadi apabila salah satu dari ketiganya tidak berfungsi.



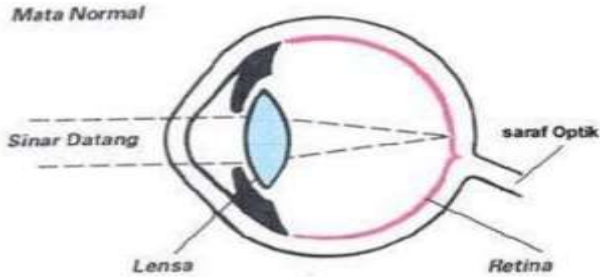
Gambar 1. Anatomi Mata.

1. Mekanisme penglihatan

Cahaya masuk ke mata melalui iris, menembus lapisan luar biji mata, dan diperhalus oleh lensa sebelum jatuh ke bagian dalam mata yang disebut retina atau selaput jala. Retina merupakan lapisan sensitif yang melapisi bagian belakang mata. Di dalam retina terdapat struktur indra cahaya yang sangat halus yang disebut batang dan kerucut. Informasi dari cahaya yang diterima oleh sel-sel saraf ini kemudian dikirim melalui saraf optik ke otak.

Ketika ingin melihat benda yang berjarak jauh, otot siliari akan rileks sehingga sistem lensa di mata berfokus pada panjang fokus maksimum, sekitar 2,5 cm dari kornea ke retina. Namun, jika benda didekatkan, otot siliari akan berkontraksi dan mengubah kelengkungan lensa, mengurangi panjang fokus sehingga bayangan objek difokuskan tepat pada retina. Proses penyesuaian kelengkungan lensa ini disebut akomodasi.

Contohnya, seseorang yang berusia 10 tahun mungkin memiliki titik dekat sekitar 7 cm di depan mata. Sementara itu, pada usia 60 tahun, titik dekatnya mungkin berjarak sekitar 200 cm. (Contoh tersebut adalah ilustrasi dan tidak mencerminkan pengukuran yang akurat.)



Gambar 2. Proses Akomodasi Mata.

2. Kelainan Refraksi

Kelainan refraksi diakibatkan oleh kemampuan otot siliaris dalam mengatur kelengkungan lensa mata sehingga daya akomodasi mata yang berubah. Daya akomodasi adalah kemampuan lensa mata untuk mengubah jarak fokusnya agar bayangan jatuh di retina mata. Hal ini dapat diatasi dengan memakai kacamata, lensa kontak, atau dioperasi.

a. Miopi (Rabun Jauh)

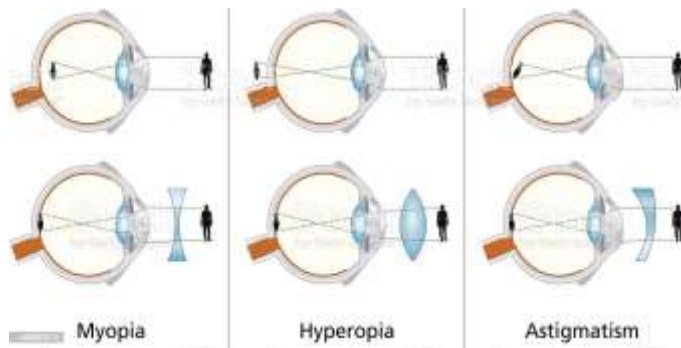
Miopi terjadi jika pada penglihatan tak berakomodasi bayangan jatuh di depan retina, hal ini terjadi karena lensa mata tidak dapat menjadi sangat pipih (terlalu cembung). Agar dapat melihat jelas benda yang jauh maka perlu dibantu dengan lensa divergen (lensa cekung). Lensa divergen adalah lensa yang dapat menyebarkan berkas cahaya. Berikut ini adalah bagan pembentukan bayangan pada cacat mata miopi sebelum dan sesudah memakai lensa.

b. Hipermetropi atau rabun dekat

Kemampuan otot siliari mata yang terlalu kuat dan berakibat lensa mata terlalu cembung maka bayangan yang terbentuk akan jatuh di depan retina, sehingga mata tidak dapat memfokuskan benda pada jarak dekat. Walaupun benda-benda jauh biasanya terlihat jelas, titik dekat (PP) agak lebih besar dari mata "normal" 25 cm, yang menyebabkan sulit membaca. Kelainan ini disebabkan lensa mata terlalu pipih

sehingga bayangan benda yang dilihat terbentuk di belakang retina. Cacat mata ini dapat ditolong dengan lensa konvergen (cembung).

- c. Astigmatisma sering disebabkan oleh kelengkungan yang tidak merata pada permukaan kornea atau lensa mata, sehingga menyebabkan cahaya dari objek titik difokuskan menjadi garis pendek, yang mengakibatkan gambar menjadi kabur. Ini terjadi karena kornea mata memiliki bentuk yang lebih oval daripada bulat, dengan bagian silindrisnya yang tidak merata. Ketika ada kelengkungan pada lensa mata yang memiliki bentuk silindris, cahaya dari objek titik akan difokuskan menjadi garis sejajar dengan sumbu silinder ini. Oleh karena itu, mata dengan astigmatisma cenderung lebih baik dalam memfokuskan cahaya pada arah vertikal daripada arah horizontal, atau sebaliknya. Untuk mengatasi masalah ini, lensa mata dengan bentuk silindris dapat digunakan untuk mengoreksi ketidakseimbangan fokus ini dan membantu memperbaiki penglihatan.



Gambar 3. Kelainan Lensa Mata dan Penanganannya.

3. Penanganan Kelainan Refraksi

Lensa korektif untuk kondisi mata rabun jauh, rabun dekat, dan astigmatisma dirancang dengan mengombinasikan

permukaan sferis dan silindris pada lensa. Hasilnya, radius kelengkungan dari lensa korektif ini bervariasi pada berbagai bidang yang berbeda.

LASIK (Laser In-Situ Keratomileusis) merupakan sebuah prosedur bedah kornea yang digunakan untuk memperbaiki kondisi refraktif seperti miopia, hiperopia, dan astigmatisma. Prosedur ini memanfaatkan alat mikrokeratom atau laser femtosecond yang dikomputerisasi. Dalam sebagian besar kasus, teknologi pelacak mata (eye tracker) diimplementasikan dalam metode LASIK. Fungsinya adalah untuk memantau gerakan mata selama proses pembuatan sayatan pada lapisan kornea. Pelacak mata pada perangkat LASIK mendeteksi pergeseran lateral pada koridor pupil atau pusat dari limbus. Dugaan bahwa gerakan mata hanya melibatkan perpindahan lateral adalah tidak akurat, karena hal ini dapat mengurangi efektivitas hasil koreksi refraktif setelah operasi LASIK, yang dikenal sebagai kesalahan paralaks. Untuk mengatasi masalah ini, telah dihasilkan sistem pelacak mata inovatif yang tidak hanya memantau pergerakan horizontal pada sumbu X dan Y, tetapi juga gerakan axial pada sumbu Z. Teknologi terbaru ini memungkinkan pengawasan posisi mata hingga 200 kali per detik (setiap 4-6 milidetik), dan secara otomatis akan menghentikan sinar laser jika ada pergeseran mata sementara, yang pada gilirannya mengurangi risiko kesalahan paralaks.

C. Bioakustik

Bioakustik merupakan cabang ilmu yang fokus pada penyelidikan aspek produksi, pengiriman, penerimaan, dan analisis suara atau bunyi yang dihasilkan oleh makhluk hidup. Lingkup bidang ini meliputi beragam dimensi, termasuk komunikasi vokal antar individu, perilaku terkait suara, pemanfaatan suara untuk navigasi atau mencari makanan, serta penelitian mengenai bunyi-bunyi alam dan buatan yang mampu mempengaruhi makhluk hidup.

Bioakustik telah menghasilkan berbagai penerapan bagi manusia, seperti merekam bunyi lingkungan untuk kepentingan

penelitian, serta menggunakan panggilan suara dalam bidang kedokteran untuk mendeteksi isu kesehatan spesifik.

Gelombang suara merupakan perubahan pada medium, baik itu gas, cairan, atau padatan, yang bergerak maju dengan kecepatan tertentu. Gelombang suara dapat berpropagasi secara transversal (mengayun tegak lurus) atau longitudinal (sejajar dengan arah getaran). Sifatnya yang merambat ke segala arah, suara hanya dapat bergerak melalui suatu medium, seperti udara, air, atau kayu. Tanpa medium untuk menghantarkan, suara tidak dapat berpropagasi dan oleh karena itu tidak dapat didengar.

Pengaruh gelombang suara pada tubuh manusia termanifestasi dalam hal perangkat elektromagnetik seperti peralatan telekomunikasi dan elektronik lainnya. Pengguna perangkat ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, menyerap energi yang dikeluarkan oleh gelombang elektromagnetik yang dihasilkan oleh peralatan tersebut. Seiring dengan pertumbuhan teknologi yang pesat dan penggunaan peralatan elektronik seperti ponsel, oven microwave, serta alat elektronik lainnya, setiap individu, dengan atau tanpa kesadaran, terpapar oleh kompleksitas beragam frekuensi gelombang elektromagnetik (EMF). Inilah yang berkontribusi terhadap perubahan lingkungan. Tingkat paparan gelombang EMF dari berbagai frekuensi mengalami perubahan yang signifikan seiring dengan evolusi teknologi dan penemuan alat-alat EMF. Salah satu jenis perangkat EMF yang mengalami perkembangan pesat adalah telepon seluler (ponsel), dengan berbagai merek dan tingkat kecanggihannya.

Proses munculnya bunyi melibatkan getaran atau gelombang suara yang tertangkap oleh daun telinga dan kemudian memasuki saluran telinga. Gendang telinga akan bergetar saat terkena getaran tersebut. Getaran ini lalu dilanjutkan melalui rangkaian tulang pendengaran menuju jendela oval. Getaran jendela oval akan menggerakkan cairan limfe di koklea. Ini menyebabkan rangsangan terjadi pada sel-sel sensoris. Rangsangan ini kemudian dikirimkan ke otak melalui

saraf pendengaran. Di otak, rangsangan ini diolah sehingga kita dapat merasakan suara atau bunyi. Suara yang dapat didengar memiliki rentang frekuensi antara 20 hingga 20.000 hertz (getaran per detik). Dengan kata lain, proses pendengaran terjadi karena adanya telinga dan proses penerimaan getaran suara. Getaran merupakan bentuk energi mekanik.

Telinga merupakan organ yang berperan dalam fungsi pendengaran dan keseimbangan, yang terdiri dari tiga bagian utama: telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam. Telinga luar berfungsi sebagai penangkap gelombang suara yang akan diubah menjadi energi mekanis oleh telinga tengah. Telinga tengah mengonversi energi mekanis menjadi gelombang saraf, yang selanjutnya dikirim ke otak. Telinga dalam juga memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan tubuh.



Gambar 4. Anatomi Telinga

1. Penggunaan Bioakustik dalam Kesehatan

- a. Terapi Bunyi: Menggunakan energi dalam bentuk gelombang suara atau ultrasonik untuk terapi. Terapi gelombang suara dapat digunakan untuk meredakan nyeri, mengobati cedera jaringan lunak, atau mempercepat penyembuhan tulang.

- b. Litotripsi ekstrakorporeal (ESWL) adalah metode yang menggunakan gelombang suara luar tubuh untuk menghancurkan batu ginjal.
- c. USG (Ultrasonografi), alat untuk menggambarkan struktur jaringan dalam tubuh hanya sampai kedalaman tertentu. Alat USG memiliki kesulitan dalam memeriksa struktur jaringan organ berisi gas, seperti tulang.
- d. HIFU (High-Intensity Focused Ultrasound) yang menggunakan gelombang suara terfokus untuk menghangatkan dan menghancurkan tumor atau jaringan abnormal lainnya.

D. Biothermik

Biotermik atau biotermal berasal dari kata Bio artinya makhluk hidup, sedangkan termal adalah suhu. Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda. Biotermal dapat diartikan juga dengan panas yang dihasilkan dari makhluk hidup.

Proses perpindahan panas dalam tubuh mengikuti prinsip-prinsip fisika. Dalam konteks ini, tubuh manusia berfungsi sebagai suatu 'benda hitam' (black body), dan permukaan tubuh berperan sebagai penyerap radiasi panas yang efisien, serta sebagai sumber pancaran panas yang efektif. Suhu tubuh mengacu pada kondisi suhu kulit yang dapat diukur menggunakan termometer, dengan beberapa standar pengukuran suhu seperti suhu normal 36-37,5 °C, hipertermi 37,5-40 °C, hipotermi kurang dari 36 °C, dan demam lebih dari 40 °C. Berdasarkan distribusi suhu didalam tubuh, dikenal suhu inti (core temperature), yaitu suhu yang terdapat pada jaringan dalam, seperti kranial, toraks, rongga abdomen, dan rongga pelvis. Suhu ini biasanya dipertahankan relative konstan (sekitar 37°C). selain itu, ada suhu permukaan (surface temperature), yaitu suhu yang terdapat pada kulit, jaringan sub kutan, dan lemak. Suhu ini biasanya dapat berfluktuasi sebesar 20°C sampai 40°C.

Suhu tubuh dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti latihan fisik (olahraga), hormon, sistem saraf, suhu lingkungan, asupan

makanan, usia, dan lingkungan sekitar. Mayoritas panas yang dihasilkan dalam tubuh berasal dari proses oksidasi, menjadikan jaringan yang paling aktif seperti hati, kelenjar sekresi, dan otot sebagai sumber utama panas.

Jaringan tubuh sangat sensitif terhadap fluktuasi suhu yang jauh dari 37°C. Oleh karena itu, tubuh memiliki mekanisme untuk menjaga suhu tubuh meskipun suhu lingkungan mengalami perubahan yang signifikan. Walaupun suhunya lebih tinggi, lingkungan yang hangat dan lembab memiliki dampak yang lebih mengganggu dibandingkan dengan lingkungan kering.

Hal-hal yang sering mengganggu suhu tubuh diantaranya disebabkan oleh demam, mekanisme pengeluaran panas tidak mampu mengimbangi produksi panas. Demam terjadi karena perubahan set point hipotalamus. Kelelahan akibat panas, terjadi apabila diaforesis yang banyak mengakibatkan kehilangan cairan dan elektrolit secara berlebihan. Hipertermia, peningkatan suhu tubuh sehubungan dengan ketidakmampuan tubuh untuk mengeluarkan panas. Heat stroke (sengatan panas) dan Heat Stress (tekanan panas) dalam jangka yang cukup lama. Hipotermia, pengeluaran panas akibat terpapar suhu dingin.

Keseimbangan termal dan suhu tubuh yang optimal terjadi ketika tingkat produksi panas metabolisme tubuh seimbang dengan tingkat hilangnya panas ke lingkungan. Ketika tubuh mendapatkan lebih banyak panas, suhu tubuh meningkat, dan ketika hilangnya panas melebihi produksi, suhu tubuh menurun. Meskipun tubuh memiliki toleransi terhadap perubahan suhu yang kecil, penyimpangan suhu tubuh sekitar 4 hingga 5 derajat Celsius dari suhu normal 37 derajat Celsius biasanya mengakibatkan kerusakan permanen pada sistem saraf atau bahkan dapat berujung pada kematian.

1. Penggunaan Biotermik dalam Kesehatan.

Berbagai teknologi dan metode menggunakan energi panas dalam bidang kesehatan untuk diagnostik dan terapi.

- a. Terapi Panas (Thermal Therapy): Menggunakan energi panas untuk mengobati penyakit atau kondisi tertentu. Contohnya termasuk krioterapi yang menggunakan

suhu rendah untuk mengobati cedera atau menghilangkan jaringan yang tidak diinginkan.

- b. Terapi hyperthermia juga dimanfaatkan dengan memanaskan jaringan pada suhu tinggi untuk mengobati beberapa jenis kanker atau meningkatkan kerentanannya terhadap terapi lain seperti radioterapi atau kemoterapi.
- c. Radiasi: Menggunakan energi dalam bentuk radiasi seperti sinar-X, gamma, atau radiasi partikel lainnya untuk tujuan diagnostik dan terapi. Diagnostik mencakup penggunaan sinar-X dan CT scan (Computed Tomography) untuk mendeteksi berbagai kondisi kesehatan seperti patah tulang, penyakit paru-paru, atau masalah organ internal lainnya. Sedangkan terapi radiasi, seperti radioterapi, digunakan dalam pengobatan kanker untuk menghancurkan atau menghambat pertumbuhan sel kanker melalui penggunaan radiasi.
- d. Terapi Listrik: Menggunakan energi listrik untuk tujuan terapeutik, seperti stimulasi saraf yang digunakan untuk meredakan rasa sakit, mengobati kondisi neurologis, atau memulihkan fungsi otot. Selain itu, ada juga kardioversi, di mana aliran listrik digunakan untuk mengatur kembali detak jantung yang tidak normal.

Meskipun energi panas dan bentuk energi lainnya digunakan untuk diagnostik dan terapi, penggunaannya harus dilakukan dengan hati-hati dan oleh tenaga medis yang terlatih khusus untuk memastikan efektivitas dan keselamatan prosedur.

DAFTAR PUSTAKA

- Asman, A. (2022). *Modul Pembelajaran Ilmu Biomedik Dasar*.
- Aswati, (2017), *Fisika kesehatan dalam keperawatan*, Deepublish, Yogyakarta. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1144020>
- Bleckmann, H., Jørgensen, J., Lamcke, I., & Keuch, R. (2002). [Biopic. A refractive surgery procedure for correction of high and extreme myopia]. *Der Ophthalmologe : Zeitschrift Der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, 99(12), 936–940. <https://doi.org/10.1007/S00347-002-0664-3>
- Daniaty, N., & Si, M. (2019). *Modul Biofisika Penulis*.
- Hani, dkk, (2008), *Fisika Kesehatan*, Mitra Cendekia Press, Jogjakarta.
- JF, Gabriel, (2003), *Fisika Kedokteran*, EGC, Jakarta.
- Malau N.D (2019), *Modul Biofisika*, Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Kristen Indonesia <http://repository.uki.ac.id/2648/1/ModulBiofisika.pdf>
- Odi Roni Pinontoan, I., & Ir Oksfriani Jufri Sumampouw, M. (2022). *Biomedik*. <https://repository.penerbiteureka.com/publications/558569/>

BIODATA PENULIS



Desti Puswati, SKp, M.Kep lahir di Purwokerto, tahun 1966. Menyelesaikan pendidikan S1 dan S2 di Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia. Sekarang penulis sebagai Dosen di Institut Kesehatan Payung Negeri Pekanbaru. Saya tertarik menulis chapter tentang Bioptik, Bioakustik, Biothermik karena anak saya lulusan Fisika di Universitas Indonesia.

BAB 13

Karbohidrat, Protein dan Lipid

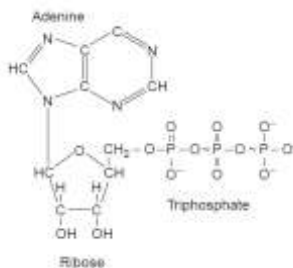
Sholeha Rezekiyah, S.K.M, M.Bmd

A. Pendahuluan

Karbohidrat, lipid dan protein sebagai sumber energi harus dicerna menjadi molekul-molekul berukuran kecil agar dapat diserap. Pencernaan tersebut akan menghasilkan:

- 1 Hasil pencernaan karbohidrat: monosakarida terutama glukosa
- 2 Hasil pencernaan lipid: asam lemak, gliserol dan gliserida
- 3 Hasil pencernaan protein: asam amino

Semua hasil pencernaan di atas diproses melalui lintasan metaboliknya masing-masing menjadi Asetil Koenzim A (KoA), yang kemudian akan dioksidasi secara sempurna melalui siklus asam sitrat dan dihasilkan energi berupa adenosin trifosfat (ATP) dengan produk buangan karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O).



Gambar 1. Adenosin trifosfat (ATP)

B. Karbohidrat

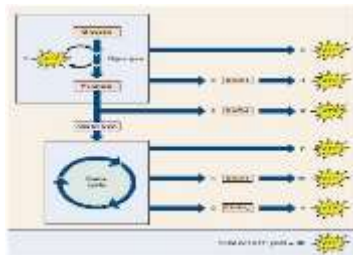
Karbohidrat merupakan komponen zat gizi yang tersusun atas atom karbon, hidrogen, dan oksigen. Karbohidrat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok besar, yaitu

monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida merupakan gula yang paling sederhana dengan molekul tunggal, terdiri dari glukosa, fruktosa, dan galaktosa.

Glukosa. disebut juga sebagai “dekstrosa”, banyak terdapat dalam buah-buahan, jagung manis, sirup jagung, dan madu. Dalam sistem pencernaan, glukosa merupakan produk utama dari hidrolisis karbodirat kompleks (oligosakarida maupun polisakarida). Glukosa juga merupakan bentuk gula yang ada dalam peredaran darah dan dikenal sebagai gula darah atau glukosa darah. Dalam sel, glukosa dioksidasi untuk menghasilkan energi. *Fruktosa* disebut juga dengan levulosa dan dikenal sebagai gula buah, banyak ditemukan pada madu dan aneka buah-buahan seperti anggur, manggis, rambutan, dan lainnya. Fruktosa merupakan gula yang paling manis dibandingkan dengan jenis-jenis gula sederhana lainnya. *Galaktosa* merupakan gula yang tidak ditemukan dalam bentuk bebas di alam, tetapi harus dihidrolisis terlebih dahulu dari disakarida laktosa (gula dalam susu). Laktosa tersusun atas glukosa dan galaktosa.

a. Metabolisme karbohidrat

Hati adalah tempat metabolisme karbohidrat dimana regulasi, penyimpanan, dan produksi glukosa berlangsung. Hati merupakan satu-satunya organ yang mengandung glukosa kinase, enzim yang memiliki laju reaksi tinggi (Km), mampu memfosforilasi glukosa, tapi hanya ketika konsentrasinya tinggi. Setidaknya 99% dari semua energi yang berasal dari karbohidrat digunakan oleh mitokondria untuk membentuk ATP di dalam sel.



Sumber: www.referensibiologi.com

Gambar 1. **Pembentukan ATP**

b. Glikogen

Glikogen merupakan penimbunan glukosa sebagai cadangan energi bila dibutuhkan oleh tubuh. Glukosa digunakan untuk pelepasan energi ke dalam sel, dan kelebihan glukosa disimpan sebagai substrat untuk pembentukan glikogen. Dalam jumlah besar glikogen disimpan di hati dan otot skeletal. Dalam jumlah yang sedikit, sel-sel dapan menyimpan glikogen. Glikogen dalam sel-sel ini diketahui memiliki peran penting dalam kesehatan dan penyakit. Hati menyimpan glikogen untuk pelepasan glukosa saat puasa. Otot akan mengkatabolisme glikogen saat olahraga berat. Kemampuan untuk membentuk glikogen memungkinkan kita menyimpan glukosa dalam jumlah yang cukup besar tanpa mengganggu tekanan osmotik cairan intraseluler. Glikogen dipecah menjadi glukosa oleh glikogen fosforilase diantara waktu makan, selama puasa, dan selama olahraga.

c. Glikolisis

Glikolisis adalah pemecahan molekul glukosa menjadi dua molekul piruvat, di dalam mitokondria molekul piruvat diubah menjadi asetil-KoA, yang masuk ke dalam siklus asam sitrat dan diubah menjadi karbon dioksida dan ion hidrogen dengan pembentukan ATP melalui proses fosforilasi oksidatif.

d. Glukoneogenesis

Pembentukan glukosa dari bahan bukan karbohidrat seperti asam amino dan gliserol dari lemak. Proses ini terjadi ketika cadangan glikogen tubuh menurun dibawah nilai normal. Glukoneogenesis distimulasi oleh hipoglikemia.

C. Protein

Protein adalah salah satu makromolekul yang terdapat dalam berbagai jaringan dalam tubuh, interstitial dan cairan darah. Protein merupakan struktur untuk menempatkan gugusan-gugusan kimia reaktif dalam pola tiga dimensi tertentu serta untuk mengatur cara pencapaiannya.

1. Metabolisme protein

Protein dalam sel hidup terus menerus diperbaharui melalui proses pertukaran protein, yang terdiri atas penguraian protein yang sudah ada menjadi asam amino bebas dan resintesis selanjutnya dari asam-asam amino bebas menjadi protein. Dalam tubuh sekitar 1-2 % protein mengalami peruraian setiap hari. Sekitar 75- 80 % dari asam amino yang dibebaskan akan digunakan kembali untuk sintesis protein yang baru.

Manusia memerlukan 30- 60 g protein setiap hari atau ekuivalen dalam bentuk asam amino bebas untuk mempertahankan kesehatan. Kelebihan asam amino di dalam tubuh tidak akan disimpan, tetapi diuraikan dengan cepat. Di dalam sel, protein akan diuraikan menjadi asam-asam amino oleh protease dan peptidase. Protease intrasel akan memutus ikatan peptida internal protein sehingga terbentuk senyawa peptide.

2. Klasifikasi Protein

- a. Berdasarkan struktur susunan molekul
 - 1) Protein Fibriler, yaitu protein berbentuk serabut, bersifat sulit larut, memiliki kekuatan mekanis yang tinggi serta tahan terhadap enzim pencernaan. Contoh: kolagen pada tulang rawan, keratin pada rambut dan kuku, miosin pada jaringan otot, serta elastin dalam urat, otot, dan pembuluh darah
 - 2) Protein globular, yaitu protein yang berbentuk bulat, bersifat mudah larut dan berubah akibat adanya garam, basa dan asam, serta mudah terdenaturasi. Contoh : albumin, globulin, glutelin
- b. Berdasarkan adanya senyawa lain (protein konyugasi)
 - 1) *Nukleoprotein* : protein + asam nukleat (inti sel, kecambah)
 - 2) *Glikoprotein* : protein + karbohidrat (kelenjar ludah, hati)
 - 3) *Fosfoprotein* : protein + fosfat (lesitin, susu, kuning telur)

- 4) *Lipoprotein* : protein + lemak (serum, kuning telur, susu)
- c. Berdasarkan kualitas gizi
- 1) Protein lengkap, mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah cukup dan rasio yang tepat untuk mempertahankan keseimbangan nitrogen dan untuk pertumbuhan normal.
Contoh: albumin pada telur, casein pada susu, daging, ikan, dan unggas
 - 2) Protein setengah lengkap, karena terdapat kekurangan asam amino esensial, meskipun demikian protein ini tetap memiliki fungsi dalam mempertahankan hidup. Karena kurang mengandung asam amino esensial, dalam menjalankan fungsinya protein ini tidak dapat membantu pertumbuhan normal
Contoh: protein pd kacang-kacangan, polong, dan biji-bijian
 - 3) Protein Tidak Lengkap, karena protein tersebut tidak mengandung asam amino esensial dalam jenis dan jumlah yang mencukupi, sehingga tidak dapat berfungsi normal baik untuk mempertahankan hidup maupun untuk pertumbuhan.
Contoh adalah zein pada jagung, serta gelatin pada hewan. Pangan nabati umumnya kekurangan lisin, metionin, treonin, triptofan.

3. Fungsi Protein

- a. Pertumbuhan dan pemeliharaan, asam-asam amino esensial yang diperlukan harus tersedia terlebih dahulu sebelum menjalankan fungsinya sebagai zat pembangun,. Pertumbuhan atau penambahan sel baru bisa dilakukan jika telah cukup tersedia gabungan asam amino yang sesuai dalam segi jenis dan jumlah.
- b. Berperan dalam berbagai sekresi tubuh, hormon-hormon seperti tiroid, insulin, epinefrin, dan enzim

seperti amilase, katalase, lipase, memiliki peran yang besar dalam proses sekresi metabolisme tubuh.

- c. Mengatur keseimbangan air, perpindahan cairan antar kompartemen (intrasel, ekstrasel, intravascular) terjadi dengan proses osmotik dan harus dijaga dalam keadaan seimbang atau homeostasis. Keseimbangan tersebut dapat terjadi dengan melibatkan protein dan elektrolit.
- d. Mengatur netralitas jaringan tubuh, sifat protein yang amfoter menyebabkan protein bertindak sebagai "buffer" untuk menjaga keseimbangan pH pada taraf konstan yaitu pH netral atau sedikit alkali (pH 7.35-7.45)
- e. Membantu pembentukan antibodi, enzim-enzim di dalam hati memiliki kemampuan tubuh untuk menangkal serangan toksik dan melakukan detoksifikasi.
- f. Berperan dalam transpor zat gizi, lipoprotein berperan dalam mengangkut lipid dan bahan-bahan sejenis lipid, serta transferin yang berperan mengangkut zat besi dan mangan.
- g. Sumber energi, energi yang dihasilkan dari protein sebanding dengan jumlah yang dihasilkan oleh karbohidrat, yaitu 4 kkal/g protein.

4. Asam Amino sebagai Komponen Penyusun Protein

Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino. Komponen penyusun protein terdiri atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Ciri khas komponen asam amino adalah adanya unsur nitrogen (N) yang memberikan kontribusi 16% terhadap berat protein. Beberapa asam amino juga mengandung Sulfur (S), zat besi (Fe), Cobalt (Co), dan Fosfor (P). Asam amino merupakan kesatuan gugus yang mengandung satu gugus asam (Karboksil -COOH), satu gugus basa (Amino -NH₂), satu gugus radikal (-R), serta satu atom hidrogen (-H). Gugus R merupakan unsur pembeda antar asam amino, yaitu

membedakan dalam hal ukuran, bentuk, muatan, dan aktivitas protein.

5. Klasifikasi Asam Amino

- a. Berdasarkan kemampuan sintesis tubuh, asam amino terbagi atas :
 - 1) asam amino esensial, tidak dapat disintesis tubuh dan harus didapatkan dari makanan yang dikonsumsi. Contoh: arginin, leusin, lisin dll
 - 2) asam amino non esensial, dapat dibuat di dalam tubuh dari pemecahan jaringan yang rusak dan dari kelebihan asam amino esensial. Contoh: alanin, asparagin, glisin, glutamin dll
- b. Berdasarkan rantai samping, asam amino dikelompokkan atas:
 - 1) golongan dengan gugus R netral yaitu alanin, isoleusin, leusin, prolin, valin;
 - 2) golongan dengan gugus R polar, tetapi tidak bermuatan, terdiri atas glisin, asparagin, sistein, metionin, glutamin, serin, treonin;
 - 3) golongan dengan gugus R bermuatan negatif, terdiri atas asam aspartate dan asam glutamat;
 - 4) golongan dengan gugus R bermuatan positif, terdiri dari lisin, arginin, histidin;
 - 5) golongan dengan gugus aromatik yaitu fenilalanin, tirosin, triptofan.

D. Lipid

Lipid adalah zat atau molekul yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik seperti eter, alkohol, kloroform. Di dalam tubuh, lipid tersebar dalam aneka bentuk, baik bentuk tunggal seperti lemak dan kolesterol, ataupun dalam bentuk terikat seperti fosfolipid, lipoprotein, dan glikolipid. Lipid tersusun atas unsur C ; H ; O.

1. Klasifikasi Lipid

- a. Lipid sederhana (*Simple Lipids*), terdiri atas:
 - 1) Lemak netral, yaitu ester atau ikatan antara asam lemak dengan gliserol. Contoh: monogliserida, digliserida, trigliserida. Asam lemak penyusun trigliserida bisa sama jenisnya disebut lemak sederhana (*simple fat*), tetapi bisa pula berbeda jenisnya disebut lemak campuran (*mixed fat*). Lemak jenis campuran inilah yang banyak ditemukan di alam.
 - 2) Lilin (*wax*), merupakan ester asam lemak rantai panjang (C14-C36) dengan alkohol berberat molekul tinggi (C16-C30). Lilin cenderung berbentuk padat dan memiliki titik cair yang cukup tinggi yaitu antara 60^o hingga 100^oC, tersusun dari asam lemak jenuh. Contoh: lilin dari lebah, malam, dan sebagainya.
- b. Lipid Kompleks (*Compound Lipids*), kompleks antara ester gliserol dan asam lemak dengan komponen lain seperti:
 - 1) Fosfolipid, merupakan kompleks gliserol dengan 2 asam lemak dan gugus fosfat, dan ada penambahan amina. Contoh : fosfatidilkolin (lesitin), fosfatidiletanolamin (sefalin)
 - 2) Glikolipid, merupakan kompleks antara gugus gula dengan lipid. Contoh : serebrosida dan gangliosida yang merupakan komponen penyusun saraf dan otak
 - 3) Lipoprotein, merupakan kompleks lipid yang berikatan dengan protein. Tersusun dari trigliserida, asam lemak, kolesterol, dan fosfolipid. Dibedakan menjadi 1) *high density lipoprotein* (HDL), 2) *low density lipoprotein* (LDL), 3) *very low density lipoprotein* (VLDL), 4) kilomikron.

- c. Lipida turunan (*Derived lipids*), terdiri dari
 - 1) Asam lemak
 - 2) Steroid, merupakan lipid yang tersusun atas 3 buah cincin segi enam dan 1 buah cincin segilima. Contoh: kolesterol, fitosterol, ergosterol, hormon-hormon steroid, dan asam empedu
 - 3) Lain-lain (karotenoid dan vitamin A, E, K).

2. Fungsi Lipid

- a. Sumber energi, merupakan sumber energi 2.5 kali lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat dan protein, yaitu 9 kkal/g lemak. Kelebihan lemak akan disimpan dalam jaringan adiposa di bawah kulit (50%), di sekeliling organ (45%), dan dalam rongga perut (5%), dan merupakan sumber energi potensial yang dapat dimanfaatkan sewaktu-waktu jika diperlukan.
- b. Pembawa vitamin larut lemak, memungkinkan vitamin-vitamin tersebut menempel dan melarut pada lemak.
- c. Sumber asam lemak esensial.
- d. Sebagai pelindung bagian tubuh penting, berbagai organ tubuh vital seperti jantung, hati, dan ginjal, memerlukan pelindung untuk menjadikannya tetap berfungsi dengan baik.
- e. Memberi rasa kenyang dan kelezatan pada makanan, berperan dalam memperlambat sekresi asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga memberikan rasa kenyang lebih lama. Di samping itu lemak memberikan cita rasa tertentu pada makanan dan menjadikannya lebih lezat.
- f. Penghemat protein (*protein sparer*), Dengan adanya sumber energi dari lemak maka penggunaan energi dari protein dapat dihambat sehingga protein dapat menjalankan fungsi utamanya sebagai zat pembangun
- g. Memelihara suhu tubuh, lapisan lemak di bawah kulit akan mengisolasi tubuh dan mencegah tubuh dari kehilangan panas.

3. Asam Lemak

Asam lemak merupakan asam organik yang terdiri atas rantai lurus hidrokarbon yang mengandung gugus karboksil (COOH) pada satu ujung dan gugus metil (CH₃) pada ujung lainnya, dengan jumlah atom karbon adalah genap, berkisar antara 4-22 karbon. Secara umum, rumus molekul asam lemak adalah CH₃(CH₂)_nCOOH.

Berdasarkan jumlah karbon penyusun, asam lemak dibedakan sebagai asam lemak rantai pendek (≤6 atom karbon), asam lemak rantai sedang (8-12 atom karbon), asam lemak rantai panjang (14-18 atom karbon), dan asam lemak rantai sangat panjang (≥20 atom karbon). Asam lemak terdiri dari: 1) asam lemak jenuh: jika rantai karbon mengikat semua hidrogen yang dapat diikatnya, 2) asam lemak tidak jenuh: jika mengandung satu atau lebih ikatan rangkap.

4. Pencernaan Lipid

Sifat lipid yang tidak larut dalam air dan susunan molekul lipid yang panjang serta memiliki ikatan yang kuat menyebabkan proses sintesis lipid memiliki kekhasan tersendiri bila dibandingkan dengan sintesis karbohidrat dan protein. Komponen lipid dalam diet umumnya merupakan **trigliserida**, **fosfolipid** dan **kolesterol**. Enzim pencernaan adalah **esterase** yang berfungsi memecah ikatan ester.

a. Pencernaan Triglisericida

Trigliserida dalam makanan di mulut akan dicerna menjadi partikel kecil, dengan bantuan lipase mulut membentuk agregat besar yang selanjutnya akan menuju perut. Di perut akan mengalami hidrolisis lebih lanjut saat sampai di lambung dengan bantuan lipase lambung. Selanjutnya pencernaan trigliserida dalam jumlah besar terjadi di usus halus.

b. Pencernaan fosfolipid

Fosfolipid sepenuhnya dicerna dalam lumen duodenum oleh enzim fosfolipase. Fosfolipid dihidrolisis

dan diaktifasi oleh kalsium dan garam empedu. Hasil pencernaan fosfolipid akan bergabung bersama produk pencernaan lain membentuk misel.

c. **Pencernaan kolesterol**

Didalam makanan Sebagian besar kolesterol terdapat dalam bentuk kolesterol bebas dan hanya 10-15% dalam bentuk ester kolestrol. Ester kolesterol oleh enzim kolesterol esterase dihidrolisis membentuk kolesterol bebas dan asam lemak bebas di dalam duodenum, yang selanjutnya bercampur dengan lipid lain dalam bentuk misel untuk diserap oleh usus.

5. Absorbi Lipid

Dua mekanisme dalam proses absorpsi asam lemak, yaitu

- a. Mekanisme difusi, terjadi ketika konsentrasi asam lemak dalam lumen usus lebih tinggi dibandingkan di dalam sel.
- b. Mekanisme yang difasilitasi protein transport, terjadi saat konsentrasi asam lemak bebas yang rendah didalam lumen dibandingkan didalam sel, penyerapan dilakukan dengan cara melawan gradien melalui mekanisme yang difasilitasi protein transpor.

6. Transpor Lipid

Sifat lipid yang tidak larut dalam air, sehingga untuk beredar di dalam darah memerlukan alat transportasi yang dikenal sebagai lipoprotein. Struktur kompleks yang menyusun lipoprotein adalah trigliserida, ester kolestrol, fosfolipid, kolestrol bebas dan protein (apolipoprotein).

Partikel lipoprotein, terdiri dari:

- a. Kilomikrom, merupakan partikel lipoprotein berukuran besar, dengan diameter 75 nm - 1000 nm, mengandung sekitar 85% trigliserida, 3% ester kolestrol, 8% fosfolipid dan 2% kolestrol bebas serta dibentuk oleh apolipoprotein A-1, A-II, A-IV, A-V, B-48, C-II, C-III dan E.
- b. Very Low Density Lipoprotein (VLDL), partikel ini berukuran 30 - 80 nm, yang tersusun dari 55% trigliserida, 18% ester kolestrol, 20% fosfolipid dan 5%

kolestrol bebas serta apolipoprotein adalah apo B-100,C-I,C-II,C-III, dan E.

- c. Low Density Lipoprotein (LDL), partikel ini banyak mengandung kolesterol dengan satu molekul apo B-100, dan dapat meningkatkan risiko penyakit jantung koroner.
- d. High Density Lipoprotein (HDL), memiliki ukuran paling kecil 5 - 12 nm, tersusun dari Apo A1, fosfolipid dan kolesterol.

DAFTAR PUSTAKA

- Murray RK, Bender DA, Botham KM, Kennely PJ, Rodwell VW, Weil PA (2012) *Harper's Illustrated Biochemistry*, 29th Ed. McGraw- Hill Companies. New York.
- Lieberman M and Marks AD (2012) *Marks' Basic Biochemistry: A Clinical Approach* 4th. Lippincott Williams and Wilkins.
- Almatsier, S (2005) *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia. Jakarta.
- Bender, D.A. 2008. *Introduction to Nutrition and Metabolism*. UCL Press. London.
- Wahjuni Sri (2013) *Metabolisme Biokimia*. Udayana University Press. Bali.
- Flood, P., Rathmell, JP., Shafer, S (2015) *STOELTING'S Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice Fifth Edition*. United States of America: Library of Congress Cataloging.
- Nugraha Gilang (2017) *Lipid: Klasifikasi, Metabolisme, Aterosklerosis dan Analisis Laboratorium*. Trans Info Media. Jakarta
- Healthline (2023) *Essential Amino Acids: Definition, Benefits and Food Sources*. Medical review by Warwick W Kathy. 7 August 2023. <https://www.healthline.com/nutrition/essential-amino-acids>
- Michael J. Lopez; Shamim S. Mohiuddin (2023) *Biochemistry, Essential Amino Acids*. March 13, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557845/>.

BIODATA PENULIS



Sholeha Rezekiyah, SKM, M.Bmd lahir di Jambi, pada 09 Desember 1969. Penulis menyelesaikan pendidikan :

1. SD, tahun 1982 di SD N no. 41/IV Kota Jambi
2. SMP, tahun 1985 di SMP N 7 Kota Jambi
3. Sekolah Menengah, tahun 1988 di Sekolah Menengah Analis Kesehatan (SMAK) Pemda Jambi
4. D3, tahun 2004 di Akademi Analis Kesehatan (AAK) Pemda Jambi
5. S1, tahun 2012 di STIKES Harapan Ibu Jambi
6. S2, tahun 2017 di Universitas Sriwijaya

Penulis mengawali karirnya sebagai Asisten praktik laboratorium di SMAK Pemda Jambi, selanjutnya diangkat sebagai PNS dan ditempatkan sebagai tenaga pengajar di SMAK Jambi, sebagai dosen di AAK Pemda Jambi. Saat ini penulis aktif sebagai Dosen dan Peneliti di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Poltekkes Kemenkes Jambi.

BAB 14

Konsep Sistem Pencernaan

Ns. Maulani. M.Kep

A. Pendahuluan

Sistem pencernaan merupakan salah satu system yang sangat penting dalam kehidupan organisme, dimana tubuh organisme harus mendapatkan gizi untuk memenuhi kebutuhan energy (Syaifuddin 2016)

Fungsi utama system gastro intestinal yaitu memindahkan nutrient, air dan elektrolit dari makanan yang kita telan ke dalam internal tubuh. Makanan yang dicerna merupakan sumber energy atau bahan bakar yang esensial. Bahan bakar tersebut digunakan sel dalam menghasilkan ATP untuk melaksanakan berbagai aktivitas yang memerlukan energy. Makanan juga merupakan sumber bahan baku untuk memperbarui dan menambah jaringan tubuh (Lauralee Sherwood 2018). Tanpa proses pencernaan, tubuh tidak akan bisa menopang kebutuhan dirinya sendiri (Ida Mardalena, S.Kep., Ns. 2018).

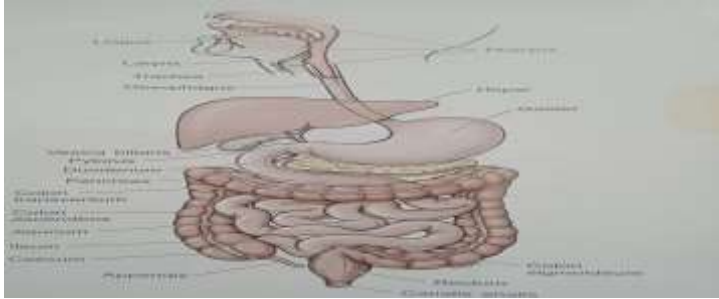
B. Konsep Sistem Pencernaan

1. Pengertian Sistem Pencernaan

Sistem gastro intestinal atau system pencernaan adalah saluran serupa selang berlekuk yang panjang, dimulai dari rongga mulut hingga ke anus. Ketika makanan dimasukkan ke dalam mulut, maka akan menjadi objek dari bermacam-macam proses yang memindahkan makanan dan memecahnya menjadi produk akhir yang dapat diabsorpsi dari lumen usus halus ke dalam darah atau limfe. Proses pencernaan ini terdiri atas makan makanan; pemindahan makanan dan zat sisa; sekresi mucus, air dan

enzim;pencernaan baik secara mekanis dan kimiawi makanan; serta absorpsi makanan yang sudah dicerna (Le Mone Priscilla 2015).

2. Anatomi dan Fisiologi Sistem Pencernaan



Gambar 1. Anatomi system pencernaan

Sumber: (Keith L. Moore, Arthur F Dalley 2013)

3. Organ-organ system pencernaan

a. Mulut

Rongga lonjong pada awal saluran gastrointestinal terdiri dari bagian luar yaitu vestibula yang merupakan ruang diantara gusi serta gigi dengan bibir dan pipi, serta bagian dalam yakni rongga mulut yang dibatasi di sisi-sisinya oleh tulang maksilaris dan seluruh gigi, dibagian belakang terhubung dengan pangkal paring. Atap mulut dibentuk oleh palatum, lidah terletak dilantainya dan terikat pada tulang hyoid. Digaris media terdapat *frenulum linguae* yang menghubungkan lidah dengan lantai mulut. Di kedua sisi terletak *papilla sublingualis*, yang memuat lubang kelenjar ludah submandibularis. Sedikit keluar dari papilla ini terletak *lipatan sublingualis*, yang merupakan muara dari lubang-lubang halus kelenjar ludah sublingualis. Selaput lendir mulut ditutupi epitelium yang berlapis-lapis. Dibawahnya terdapat kelenjar yang mengeluarkan lendir. Selaput ini kaya akan pembuluh darah dan banyak memuat ujung akhir saraf sensoris (Evelyn 2013).

Adapun organ kelengkapan mulut menurut (Syarifuddin 2016) terdiri dari:

- 1) Bibir : bagian luar tertutup kulit dan bagian dalam dilapisi oleh jaringan epitel yang mengandung mukosa, merupakan bagian yang kaya akan pembuluh darah serta banyak terdapat ujung-ujung saraf sensoris.
- 2) Kavum oris: terdapat dua buah tulang langit-langit (palatum), yaitu *palatum durum* yang disusun oleh tulang keras, dibentuk oleh prosesus palatinus maksilaris dan os palatum, serta *palatum mole* yang terdiri atas jaringan fibrosa dan mukosa, bagian depan menyatu dengan palatum durum, bagian belakang berhubungan dengan faring.
- 3) Pipi : bagian luar dilapisi oleh kulit, bagian dalam dilapisi jaringan epitel yang mengandung membran mukosa, terdapat otot pengunyah yang memanjang dari maksila ke mandibular, dan bersifat elastis.
- 4) Gigi: terdiri atas gigi susu (sulung) yang tumbuh sejak umur 6-8 bulan, akan lengkap berjumlah 20 buah saat umur 2.5 tahun, dan gigi tetap (permanen) yang tumbuh pada umur 6-18 tahun, berjumlah sebanyak 32 buah. Fungsi utama gigi adalah untuk mengunyah, menggiling serta menghancurkan makanan sebelum ditelan. Mengunyah makanan merupakan proses mekanik awal saat melalui saluran pencernaan, dengan tujuan menghancurkan, melicinkan, dan membasahi makanan yg kering dengan saliva serta mengaduk makanan sampai rata.
- 5) Lidah: pembentuk dasar rongga oral, terdiri dari otot rangka yang dikontrol secara volunter. Gerakan lidah penting dalam mengarahkan makanan di dalam mulut sewaktu mengunyah dan menelan serta berperan penting saat berbicara.
- 6) Kelenjar ludah (saliva): merupakan kelenjar yang mengeluarkan larutan mucus ke dalam mulut, membasahi dan melumas partikel makanan sebelum ditelan. Terdiri atas kelenjar submaksilaris, sublingual dan parotis.

Mengandung dua enzim pencernaan yaitu *lipase lingua* untuk mencerna lemak, dan enzim *ptyalin/amylase* untuk mencerna tepung.

- 7) Sekresi air ludah dikendalikan melalui refleksi dari lidah yang diatur di daerah korteks serebri dengan rangsangan melihat, menghidu, mendengar dan memikirkan makanan. Adapun jumlah normal sebanyak 1.000 s.d 1.500 ml/ hari. Fungsi mekanisnya yaitu mencampurkan makanan dengan saliva agar menjadi lunak atau setengah cair (bolus) agar mudah ditelan dan mendinginkan makanan. Fungsi kimiawinya yaitu melarutkan makanan yang kering untuk dapat dirasakan.

b. Faring

Disebut juga dengan tekak, yaitu saluran berbentuk kerucut yang tersusun dari otot rangka dan dilapisi oleh membran mukosa yang menghubungkan rongga mulut dengan kerongkongan. Terletak di belakang hidung, mulut dan laring, dengan panjang lebih kurang 7 cm, terdiri dari:

- 1) Nasofaring: bagian atas penghubung hidung dengan faring, ada lubang saluran eustakhius dan kelenjar-kelenjar adenoid.
- 2) Faring oralis (oro faring): adalah bagian tengah yang menghubungkan rongga mulut dengan faring yang terletak di belakang mulut. Pada daerah dinding lateralnya terdapat dua tonsil yang kaya akan pembuluh darah dan limfe serta banyak mengandung limfosit. Tonsil berfungsi melawan infeksi yang tersebar dari hidung, mulut dan tenggorokan.
- 3) Faring laringeal (laringofaring): merupakan bagian paling bawah yang menghubungkan laring dengan faring (Evelyn 2013).

c. Esofagus (kerongkongan)

Merupakan saluran makanan dari faring ke lambung, yang merupakan tuba berotot dengan panjang sekitar 25 cm, dimulai dari bagian tengah leher memanjang turun ke rongga dada dan diafragma lalu memasuki

lambung pada orifisium kardiak lambung. Spingter gastroesofageal menyelubungi orifisium. Bersama diafragma, spingter ini menjaga orofisium tetap tertutup ketika makanan tidak ditelan. Terdapat epiglottis, yaitu katup tulang rawan di atas laring yang menjaga makanan masuk ke laring ketika menelan (Le Mone Priscilla 2015).



Gambar 2. struktur mulut, faring dan esofagus
Sumber: (Le Mone Priscilla 2015)

d. Lambung

Merupakan sebuah kantung muskular yang dapat mengembang karena adanya gerakan peristaltic terutama di daerah epigaster, yang terletak antara esofagus dan usus halus sebelah kiri abdomen dibawah diafragma bagian depan pancreas dan limfa. Terdiri atas fundus ventrikuli, korpus ventrikuli, antrum pylorus, kurvatura minor dan mayor serta osteum kardiakum. Lambung berfungsi sebagai berikut: Menampung makanan: makanan yang masuk melalui esofagus; menghancurkan makanan dan menghaluskan makanan dengan gerakan peristaltic lambung dan getah lambung secara mekanis (menyimpan, mencampur dengan secret lambung, dan mengeluarkan kimus ke dalam usus. Aktivitas mendorong makanan terjadi secara peristaltic setiap 20 detik), dan juga kimiawi (bolus dalam lambung akan dicampur dengan asam lambung dan enzim-enzim tergantung jenis makanan dan enzim yang dihasilkan antara lain pepsin, asam garam (HCL), renin serta lapisan lambung. Fungsi bakterisid oleh asam

lambung serta membantu proses pembentukan eritrosit.

e. Usus halus (*intestinum tenue*)

Tempat sebagian besar pencernaan dan penyerapan berlangsung, terletak didalam rongga abdomen, terbentang antara lambung dan usus besar dengan panjang \pm 6 m, dimulai dari pylorus berakhir pada sekum. Lapisannya terdiri dari tunika mukosa, propia, sub mukosa, muskularis dan tunika serosa.

Bagian dari usus halus adalah:

- 1) Duodenum: bagian pertama dan terpendek (25 cm), juga paling lebar dan sebagian terfiksasi. berbentuk C yang dimulai di pylorus pada sisi kanan dan berakhir pada taut duodenojejunal pada sisi kiri.
- 2) Jejunum: merupakan bagian kedua *intestinum tenue*, dimulai dari flexura duodenojejunalis. Sebagian besar terletak pada quadran atas kiri kompartemen infrakolik.
- 3) Ileum: merupakan usus halus yang terletak di sebelah kanan bawah. Ujung batas antara yeyunum dan ileum tidak jelas panjangnya lebih kurang 4-5 meter.
- 4) Mukosa usus halus merupakan permukaan epitel yang sangat halus melalui lipatan mukosa dan mikrovili memudahkan pencernaan dan absorpsi. Absorpsi makanan yang sudah dicerna berlangsung di dalam usus halus melalui saluran pembuluh kapiler darah dan saluran limfe sebelah dalam permukaan vili, yaitu karbohidrat berupa monosakarida (glukosa, galaktosa, fruktosa), protein berupa asam amino, lemak (asam lemak, gliserol, monogliserida), air dan elektrolit, natrium dan kalium, klorida dan bikarbonat, vitamin, kalsium dan zat besi. Usus halus dan kelenjarnya merupakan bagian yang sangat penting dari saluran pencernaan karena proses pencernaan yang terbesar dan lebih kurang

85% penyerapan dari seluruh absorpsi terjadi di usus ini (Syarifuddin 2016).

f. Usus besar

Adalah tempat di mana air diabsorpsi dari residu *chyme* cair yang tidak dapat dicerna, dirubah menjadi tinja atau feses semicair yang disimpan sementara sampai terjadi defekasi. Terdiri dari :

- 1) Kolon ascenden: terletak di superior pada sisi kanan cavitas abdominalis dari caecum ke lobus dextra hepatis; disini berbalik ke kiri pada flexura coli dextra (*flexura hepatica*). ileocolica dan arteria colica dextra.
- 2) Kolon Transversum : merupakan bagian kolon yang paling panjang ± 45 cm, menyilang abdomen dari *flexura colica* dextra ke *flexura coli sinistra*, tempatnya membengkok di inferior menjadi colon descenden.
- 3) Kolon Descenden : terletak retroperitoneal di antara flexura coli sinistra dan fossa iliaca sinistra, dan berlanjut dengan kolon sigmoid. Peritoneum menutupi kolon di sebelah anterior dan lateral mengikatkannya pada dinding abdomen posterior.
- 4) Kolon Sigmoid : merupakan lanjutan dari koln desenden yang memanjang dari fossa iliaca ke segmen S3, tempatnya bergabung dengan rectum. Dengan lengkung berbentuk huruf S dengan panjang bervariasi ± 40 cm menghubungkan kolon desenden dan rectum (Keith L. Moore, Arthur F Dalley 2013).

Fungsi utama dari usus besar adalah mengeluarkan sisa makanan yang tak tercerna dari tubuh, mengabsorpsi air, garam dan vitamin yang dibentuk oleh sisa makanan dan bakteri.

g. Rectum dan Anus

- 1) Rectum merupakan lanjutan dari kolon sigmoid yang menghubungkan usus besar dengan anus dimulai dari pertengahan sacrum dan berakhir pada kanalis anus, terletak dalam rongga pelvis di

depan os sacrum dan os koksigis, terdiri atas dua bagian yaitu *rectum propia* dan *pars analis rekti*.

- 2) Anus merupakan bagian dari saluran pencernaan yang terletak di dasar pelvis dan dindingnya diperkuat oleh sfingter ani yg terdiri atas *spingter ani internus*, *levator ani*, dan *spingter ani eksternus*.

h. Organ pencernaan tambahan

- 1) Hati: berfungsi untuk memproduksi empedu, menyimpan vitamin larut dalam lemak, metabolisme bilirubin, menerima nutrient yang diabsorpsi oleh usus halus dan memetabolisme atau menyintesis nutrient sehingga dapat digunakan oleh sel tubuh.
- 2) Pancreas eksokrin: berada di antara lambung dan usus halus, organ yang memproduksi enzim penting system pencernaan yang menghasilkan getah pancreas 1-1.5 liter/hari.
- 3) Empedu: berasal dari hati dan merupakan satu-satunya rute yang digunakan tubuh untuk mengeluarkan kolesterol baik. Jumlah yang disekresikan sebanyak 500 ml/hari. Bersama dengan posfolipid dan monogliserida, bertanggung jawab untuk emulsifikasi lemak agar mudah dicerna dan diserap diusus halus (Kim E. Barret et all 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Evelyn, Pearce C. 2013. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Paramedis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ida Mardalena, S.Kep., Ns., M.Si. 2018. *Asuhan Keperawatan Pada Pasien Dengan Gangguan Sistem Pencernaan*. Yogyakarta: Pustaka Baru.
- Keith L. Moore, Arthur F Dalley, Etc. 2013. *Anatomi Berorientasi Klinis*. ed. Astikawati Rina. Jakarta: Erlangga.
- Kim E. Barret et all. 2014. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Ganong*. 24th ed. ed. Dian Ramadhani et al. Jakarta: EGC.
- Lauralee Sherwood. 2018. *Fisiologi Manusia Dari Sel Ke Sistem*. 9th ed. ed. Dkk Suyono Joko. Jakarta: EGC.
- Le Mone Priscilla, Burke Karen M. B. G. 2015. *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*. 5th ed. Jakarta: EGC.
- Syaifuddin. 2016. *Ilmu Biomedik Dasar Untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Salemba Medika.

BIODATA PENULIS



Ns. Maulani, M.Kep lahir di Jambi, pada 17 Desember 1986. Menyelesaikan pendidikan S1 di STIKES Harapan Ibu Jambi dan S2 di Magister Keperawatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Sampai saat ini penulis aktif sebagai dosen di Program Studi Profesi Ners STIKES Harapan Ibu Jambi.



PT MEDIA PUSTAKA INDO
Jl. Merdeka RT4/RW2
Binangun, Kab. Cilacap, Provinsi Jawa Tengah
No hp. 0838 6333 3823
Website: www.mediapustakaindo.com
E-mail: mediapustakaindo@gmail.com

