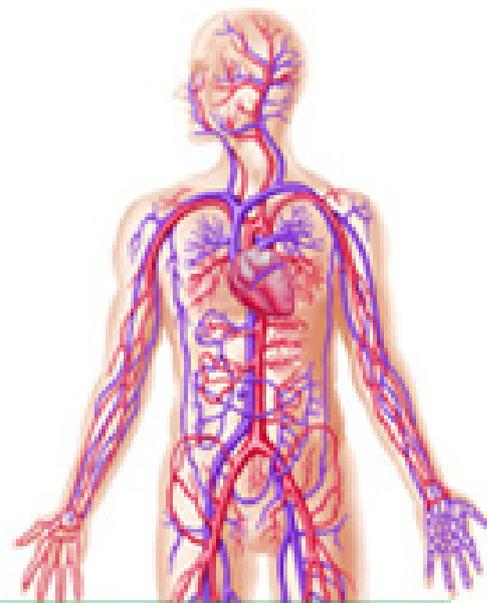




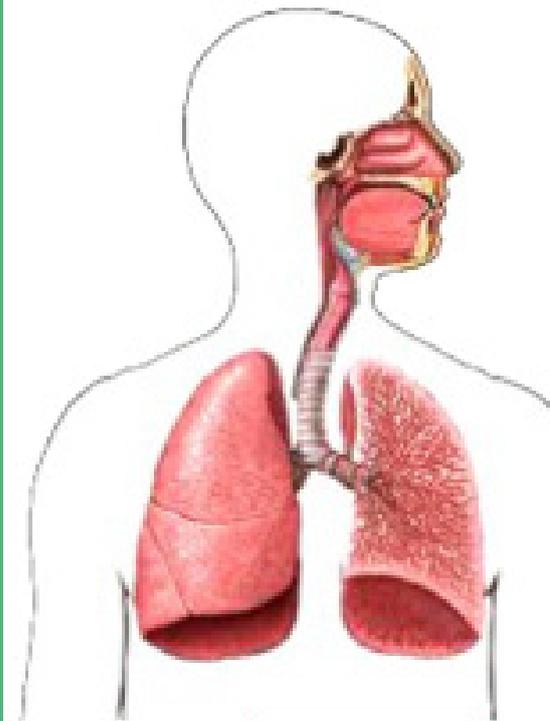
Australia Indonesia Partnership
for Health System Strengthening



Anatomi dan Fisiologi

Modul 2

Anatomi Fisiologi Sistem Kardiovaskuler, Peredaran Darah, Sistem Limfe dan Pertahanan Tubuh





Daftar Isi

MK. ANATOMI DAN FISILOGI

MODUL II: ANATOMI FISILOGI SISTEM KARDIOVASKULER, PEREDARAN DARAH, SISTEM LIMFE DAN PERTAHANAN TUBUH

Daftar Isi	1
Daftar Istilah	6
KEGIATAN BELAJAR I	
Tujuan Pembelajaran Umum	7
Tujuan Pembelajaran Khusus	7
Pokok Pokok materi	7
URAIAN MATERI	
A. JANTUNG	8
Letak jantung	8
Struktur jantung	9
Bagian – bagian jantung	9
Pembuluh darah yang langsung berhbungan dengan jantung	10
Katup jantung	11
Persarafan	12
Sifat otot jantung	12
Pergerakan jantung	12
Bunyi jantung	13
Daya pompa jantung	13
Pengaruh berbagai ion pada jantung	13
B. PEREDARAN DARAH	
Bagian – bagian fungsional sirkulasi darah	14
Aliran darah dalam tubuh manusia	15
Pembuluh darah pada peredaran darah kecil	16



Pembuluh darah pada peredaran darah besar	16
C. SISTEM PEMBULUH LIMFE	
Fungsi pembuluh limfe	17
Duktus limfatikus kanan	18
Duktus torasikus (duktus limfatikus kiri)	18
Sirkulasi limfe	19
Aliran limfe	20
Nodus limfatis	20
Kelompok kelenjar limfe	
D. PERTAHANAN TUBUH DAN SISTEM IMUN	
Pertahanan tubuh non spesifik	21
Pertahanan tubuh spesifik	22
Imunitas	22
Komponen sistem imun	22
Rangkuman	24
Tes formatif	25
KEGIATAN BELAJAR 2	
Tujuan Pembelajaran Umum	29
Tujuan Pembelajaran Khusus	29
Pokok – pokok materi	29
Uraian Materi	
I. Fungsi sistem pernafasan	30
II. Bagian – bagian anatomi pernafasan	
Hidung	30
Faring	32
Laring	32
Trakea	33
Bronchus	33



Bronchiolus	33
Alveoli	34
Membran pernafasan	34
III. Paru – paru	35
IV. Mekanisme pernafasan	36
Inspirasi	36
Ekspirasi	36
V. Volume dan kapasitas paru – paru	37
VI. Pertukaran gas	37
VII. Transportasi gas	38
VIII. Pengendalian pernafasan	41
Rangkuman	42
Tes Formatif	43
KEGIATAN BELAJAR 3	
TUJUAN PEMBELAJARAN UMUM	47
TUJUAN PEMBELAJARAN KHUSUS	47
POKOK-POKOK MATERI	47
URAIAN MATERI	
A. Keseimbangan cairan	48
Pengertian cairan tubuh	48
Pengaturan cairan tubuh	49
Penambahan cairan	49
Kekurangan cairan	50
Faktor - faktor lain yang mengendliksn cairan tubuh	51
B. Perpindahan cairan tubuh dan elektrolit	52
C. Perpindahan air diantara plasma dan Cairan Interstitial	54
D. Perpindahan air diantara Cairan Ekstra Seluler (CES) dan Cairan Intra Seluler (CIS)	55



E. Pengaturan faal dari cairan dan elektrolit	55
F. Keseimbangan air dan pengaturan osmotik	56
G. Pengaturan keseimbangan Natrium dan volume	57
H. Pengaturan Kalium pada Cairan Ekstra Sel (CES)	58
Rangkuman	60
Tes Formatif	61
KEGIATAN BELAJAR 4 Tujuan Pembelajaran Umum	
Tujuan Pembelajaran Khusus	63
Pokok – Pokok Materi	63
Uraian Materi	
A. Alat Reproduksi Wanita	64
Alat genitalia eksterna	65
Alata genitalia interna	67
Siklus hormonal	74
Fisiologi sistem reproduksi wanita	76
Kejadian menstruasi	78
Ovulasi	78
Siklus menstruasi	79
Proses terjadinya menstruasi	80
Masa subur	82
B. Sistem Reproduksi Pria	83
Anatomi sistem reproduksi pria	83
Testis	84
Epidedimis	84
Scrotum	85
Vasdeference	85
Visicula seminalis	85
Kelenjar prostat	85
Penis	86



Rangkuman	87
Tes Formatif	88
Tugas Mandiri	91
KEGIATAN BELAJAR 5	
Tujuan Pembelajaran Khusus	92
Pokok – Pokok Materi	92
Uraian Materi	92
1. Ginjal	93
Struktur anatomi ginjal	93
Aliran darah ginjal	94
Gambaran khusus aliran darah ginjal	95
Struktur makroskopis ginjal	96
Nefron	96
Korpuskulus ginjal	96
Aparatus Junkstaglomerulus	97
Sistem Renin – Angiotensin	97
Fisiologi dasar ginjal	98
Ultrafiltrasi glomerulus	98
Reabsorpsi dan sekresi tubulus	99
Pengaturan keseimbangan air	100
Konsentrasi osmotik	101
2. Ureter	102
3. Kandung kemih	102
4. Uretra	103
Rangkuman	104
Tes Formatif	105
Daftar pustaka	114

Daftar Istilah

- Anterior : depan
- Posterior : belakang
- Inferior : bawah
- Superior : atas
- Medial : tengah
- Lateral : samping
- Proksimal : dekat ke suatu titik
- Distal : jauh dari suatu titik
- Superfisial : permukaan
- Profunda : letak yang lebih dalam
- Dorsal : punggung
- Caudal : ekor
- Pronasi : menelungkupkan tangan
- Supinasi : menegadahkan tangan
- Abduksi : menjauh tubuh
- Adduksi : mendekat tubuh
- Rotasi : memutar
- Flexi : menekuk / membengkokkan
- Ekstensi : meluruskan
- Elevasi : mengangkat
- Depresi : menurunkan
- Mitois : pembelahan sel secara tidak langsung
- Amitosis : pembelahan sel secara langsung
- Collum : Leher
- Brachium : Lengan atas
- Antebracium : Lengan bawah
- Carpus : Pergelangan lengan
- Manus : Telapak tangan
- Gluteus : Pantat
- Femur : Tungkai atas
- Cruris : Tungkai bawah
- Tarsus : Pergelangan kaki
- Pedis : Kaki (Telapak)
- Digitus : Jari



Kegiatan Belajar I

Tujuan Pembelajaran Umum
Tujuan Pembelajaran Khusus

TUJUAN Pembelajaran Umum

Setelah mempelajari materi ini Anda dapat memahami Anatomi dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler, peredaran darah, sistem limfatik dan pertahanan tubuh.

TUJUAN Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari materi ini Anda dapat :

1. Menjelaskan Anatomi fisiologi Sistem Kardiovaskuler
2. Menjelaskan sistem peredaran darah dalam tubuh manusia
3. Menjelaskan sistem limfatik dan pertahanan tubuh.

Pokok – Pokok Materi

Sistem kardiovaskuler :

Jantung

- Letak dan Struktur jantung
- Bagian – bagian jantung dan katup jantung
- Pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jantung
- Persarafan dan Sifat otot jantung
- Pergerakan jantung dan periode pergerakan jantung
- Bunyi jantung dan daya pompa jantung
- Pengaruh berbagai ion pada fungsi jantung

Peredaran darah

- Bagian fungsional sirkulasi darah
- Aliran darah dalam tubuh manusia
- Peredaran darah kecil dan peredaran darah besar

Sistem pembuluh limfe

- Fungsi pembuluh limfe
- Duktus limfatikus kanan
- Duktus limfatikus kiri
- Nodus limfatikus
- Kelompok kelenjar limfe

Pertahanan tubuh dan sistem imun

- Pertahanan tubuh non spesifik
- Pertahanan tubuh spesifik
- Imunitas
- Komponen respons imun
- imunoglobulin

Uraian Materi

JANTUNG

Organ berotot (otot jantung), berbentuk kerucut dan berongga. Basis terletak di atas dan apex ada di bawah. Bagian apex agak runcing dan disebut apeks kordis.

Otot jantung merupakan jaringan istimewa, karena kalau dilihat dari bentuk dan susunannya merupakan otot seran lintang (lurik) tetapi cara kerjanya menyerupai otot polos yaitu bekerja diluar kemampuan kita.

Ukuran sebesar genggam tangan kanan dan beratnya 250 – 300 gram.

Letak :

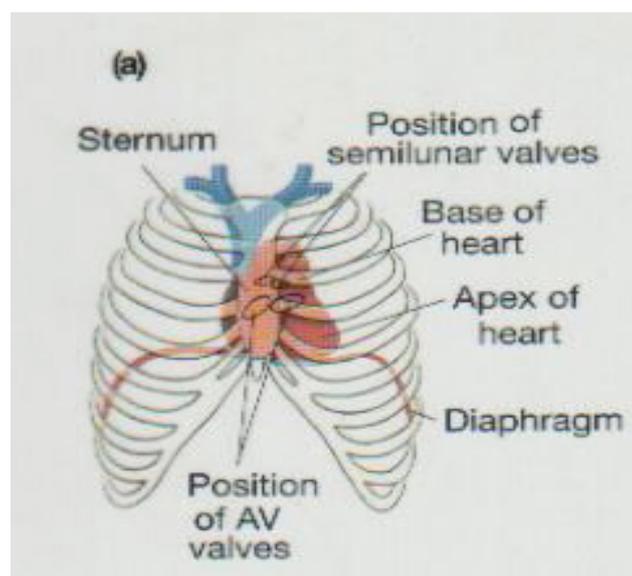
Terletak di dalam rongga thorak diantara kedua paru – paru, dibelakang sternum, lebih menghadap ke kiri

Basisnya terletak diantara kosta ke 3 kanan, 2 cm dari sternum dan costa ke 2 kiri, 2 cm dari sternum.

Apeks terletak di antara kosta V dan VI (Interkostalis V) 4 cm dari sternum ke kiri, yaitu 2 jari di bawah papila mama. Ditempat ini teraba denyut jantung paling keras yang disebut **iktus kordis**.

Coba Anda perhatikan gambar kedudukan jantung berikut ini

Gambar 1 : kedudukan jantung

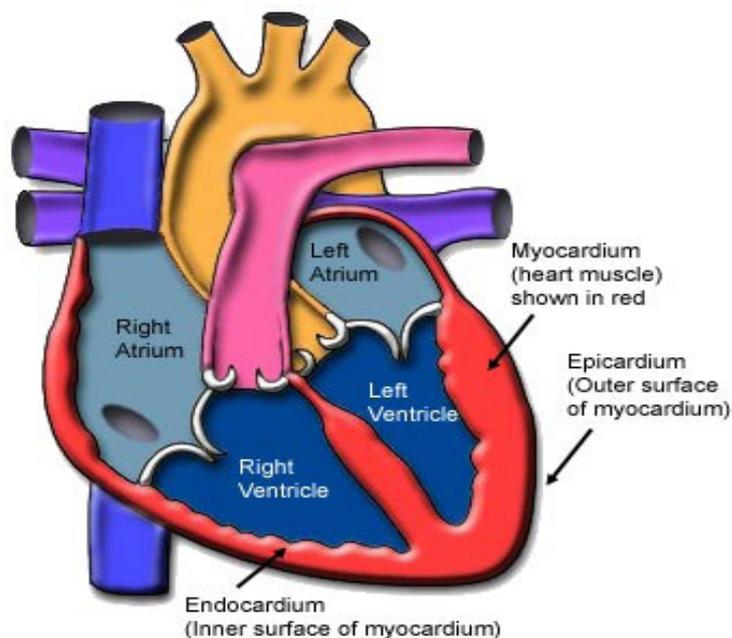


Struktur jantung

Jantung terdiri dari 3 lapis :

- Lapisan dalam : Endokardium
- Lapisan tengah : Miokardium (merupakan lapisan berotot)
- Lapisan luar : Perikardium (terdiri dari 2 lapis sebelah dalam perikardium viscerale dan luar perikardium parietale)

Gambar 2 : lapisan dinding jantung



Bagian – bagian jantung

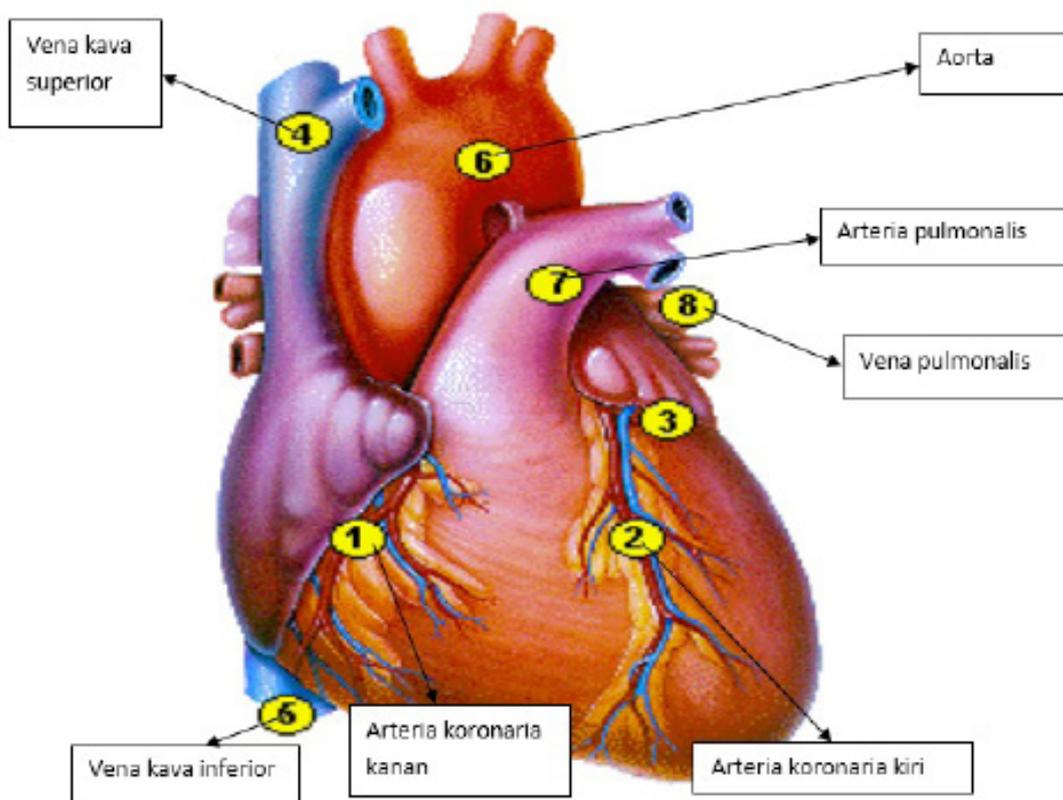
- **Atirum kanan** : menampung darah dari vena kava superior dan inferior yang selanjutnya akan dialirkan ke ventrikel kanan
- **Ventrikel kanan** : ketika berkontraksi akan mengalirkan darh menuju paru – paru melalui arteri pulmonalis
- **Atrium kiri** : menerima darah yang kaya oksigen dari paru – paru melalui ke empat vena pulmonalis, selanjutnya dialirkan menuju ventrikel kiri.
- **Ventrikel kiri** : kontraksi dari ventrikel kiri akan memompa darah

ke seluruh tubuh.

Pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jantung

1. Aorta : membawa darah bersih dari ventrikel kiri ke seluruh tubuh dan merupakan arteri terbesar dalam tubuh kita.
2. Arteria pulmonalis : membawa darah kotor dari ventrikel kanan menuju ke paru- paru
3. Vena pulmonalis : membawa darah bersih dari paru – paru ke atrium kiri
4. Vena kava superior : membawa darah kotor dari organ bagian atas menuju ke atrium kanan
5. Vena kava inferior : membawa darah kotor dari organ bawah menuju ke atrium kanan
6. Arteria koronaris : arteri yang berjalan pada permukaan jantung dan berfungsi memberi makan otot jantung.

Gambar 3 : Pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jantung

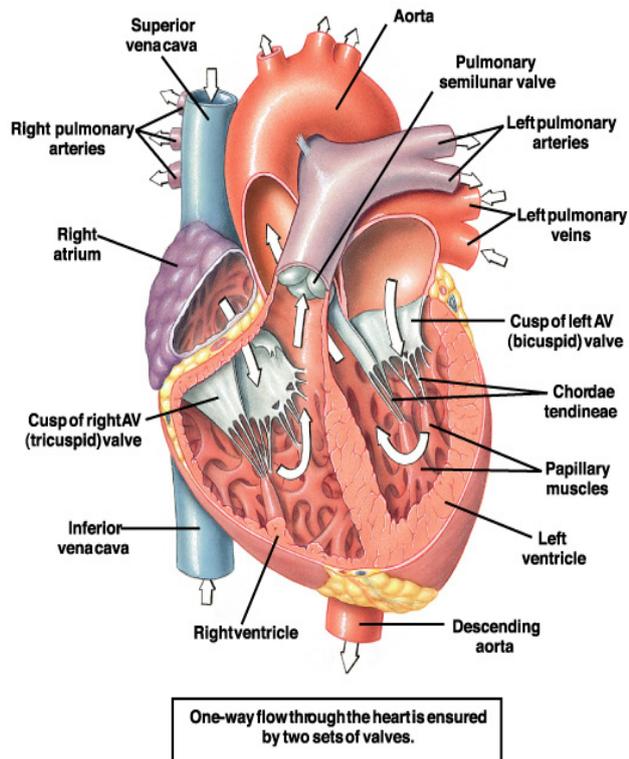


Katup Jantung

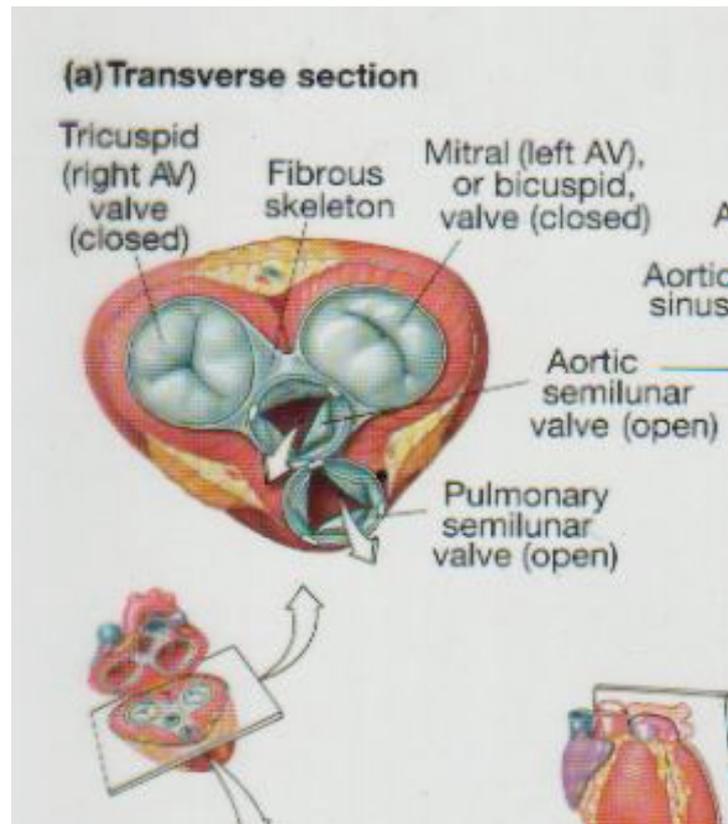
- **Trikuspidalis**: terdiri dari tiga kelopak, terletak antara Atrium kanan dan ventrikel kanan
- **Bikuspidalis** : terdiri dari dua kelopak, terletak antara Atrium kiri dan Ventrikel kiri. Disebut juga dengan Katup Mitralis.
- **Aortik** : terletak di Aorta - Ventrikel kiri
- **Pulmoner** : terletak di arteria pulmonalis – ventrikel kanan

Katup Trikuspidalis dan Bikuspidalis disebut Katup **Atrioventrikuler**, sedangkan katup Aortik dan Pulmoner disebut Katup **Semilunaris**.

Gambar 4 : Katup pada jantung



Gambar 5 : Katup Trikuspidalis dan Bikuspidalis



Persarafan

Jantung dipersarafi oleh saraf simpatis yang dapat mempercepat irama jantung dan parasimpatis memperlambat irama jantung.

Sifat otot jantung

- Eksitabilitas : kemampuan untuk merespons stimulus
- Otomatisitas: kemampuan membangkitkan impuls tanpa adanya stimuli dari sumber lain
- Ritme : irama
- Konduktivitas : kemampuan menghantarkan rangsang
- Kontraktilitas: kemampuan untuk memendek saat terjadi stimulasi

Pergerakan Jantung

Jantung dapat bergerak yaitu mengembang dan menguncup disebabkan



oleh karena adanya rangsangan yang berasal dari susunan saraf otonom.

Rangsangan ini diterima oleh jantung pada simpula saraf yang terletak pada atrium kanan dekat masuknya vena kava yang disebut SA Nodus. Selanjutnya rangsang tersebut akan diteruskan ke dinding atrium dan septum – AV Nodus – Berkas His – Apek kordis – Serabut purkinje – seluruh dinding berkontraksi.

Periode pergerakan jantung

- **Periode kontraksi (sistole)** : katup trikuspidalis dan bikuspidalis menutup, sedangkan katup aortik dan pulmoner membuka.
- **Periode dilatasi (diastole)** : katup trikuspidalis dan bikuspidalis terbuka, sedangkan katup aortik dan pulmoner menutup.
- **Periode istirahat** : yaitu waktu antara periode kontraksi dan dilatasi lamanya 1/10 detik.

Bunyi jantung

- **Bunyi jantung pertama** : { disebabkan menutupnya katup atrioventrikuler (trikuspidalis dan bikuspidalis)
- **Bunyi jantung kedua** : disebabkan menutupnya katup semilunaris (aortik dan pulmoner)

Daya pompa jantung

- Denyut jantung orang dewasa : 70 kali/menit
- Setiap kali berdenyut memompakan darah 70 ml
- Dalam 1 menit = $70 \times 70 \text{ ml} = 4900 \text{ ml}$ atau = 5 liter
- Isi sekuncup (stroke volume) adalah jumlah darah yang dipompa dari tiap – tiap ventrikel pada setiap denyut jantung (70 ml)
- Isi semenit adalah isi sekuncup X frkwensi denyut jantung/menit

Pengaruh berbagai ion pada fungsi jantung

- **Pengaruh ion Kalium** : kelebihan kalium menyebabkan jantung menjadi sangat dilatasi dan lemas serta frekuensinya menjadi lambat

- **Pengaruh ion Kalsium** : kelebihan ion kalsium menyebabkan jantung berkontraksi spastik, sedangkan kekurangan ion kalsium menyebabkan jantung lemas.
- **Pengaruh ion Natrium** : kelebihan ion ini akan menekan fungsi jantung, sedangkan konsentrasi natrium yang sangat rendah menyebabkan fibrilasi.

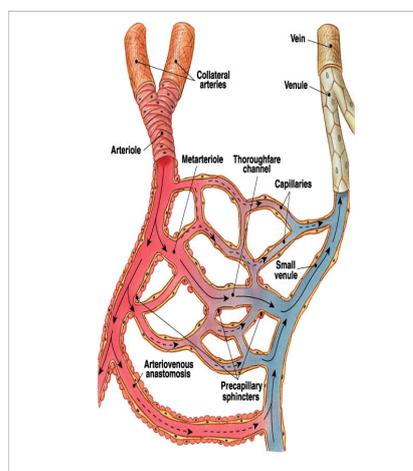
Agar Anda lebih jelas dalam mempelajari jantung maka coba ambil model anatomi jantung dan perhatikan dengan saksama serta cocokkan apa yang ada dalam materi ini dengan apa yang ada dalam model.

PEREDARAN DARAH

Bagian fungsional sirkulasi darah meliputi :

- **Arteri** : menyalurkan darah bertekanan tinggi ke jaringan (dinding kuat, aliran cepat)
- **Arteriole** : cabang terakhir arteri, dinding kuat, dapat menutup total / berdilatasi beberapa kali, mengubah aliran ke kapiler.
- **Kapiler** : tempat pertukaran cairan, O₂, CO₂, gizi, elektrolit, hormon, dinding sangat tipis, permeabel.
- **Venule** : mengumpulkan darah dari kapiler
- **Vena** : mengangkut darah dari jaringan kembali ke jantung (tekanan rendah, dindingnya tipis)

Gambar 6 : bagian fungsional sirkulasi darah



Aliran darah dalam tubuh manusia terdiri dari

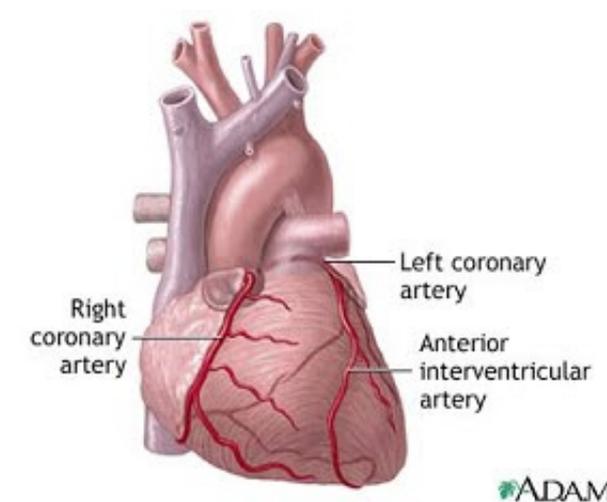
1. Aliran darah koroner

Aliran darah yang mendistribusikan darah di dalam otot jantung dan terdiri dari tiga pembuluh darah utama :

- Arteria koronaria kanan
- Arteria intraventrikuler anterior
- Arteria sirkum fleksa kiri

Perhatikan gambar berikut ini

Gambar 7 : Arteria Koronaria



2. Aliran darah portal

Aliran darah balik, darah vena yang berasal dari usus halus, usus besar, lambung, limpa dan hati.

3. Aliran darah pulmonal

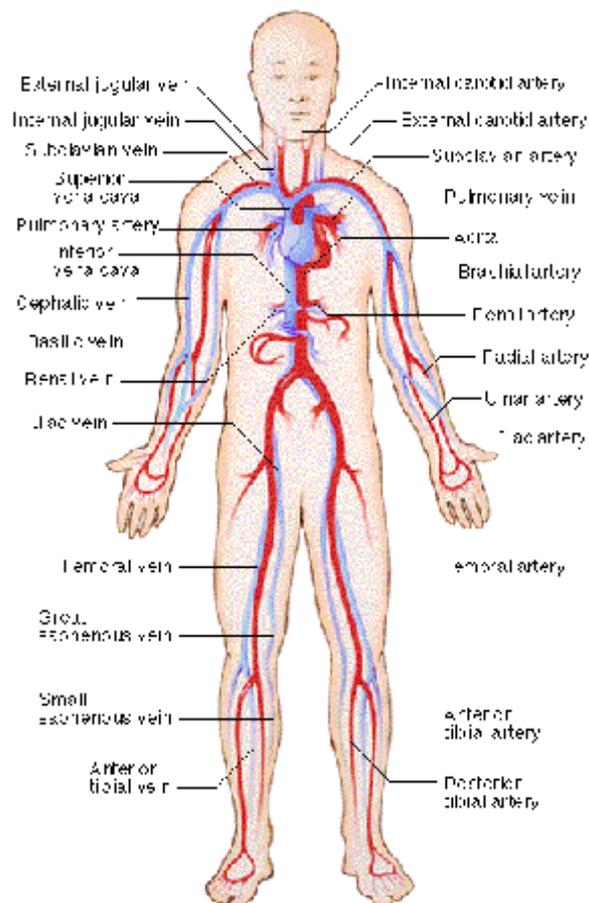
Aliran darah yang berasal dari ventrikel kanan menuju arteria pulmonalis kemudian bercabang ke paru – paru kiri dan paru – paru kanan dan bercabang lagi ke alveoli

4. Pembuluh darah sistemik

Mulai dari ventrikel kiri ke aorta dan masuk ke seluruh tubuh.

Pembuluh darah arteri – arteiole – kapiler – masuk ke jaringan / sel – keluar menjadi kapiler vena – venule – vena – masuk kembali ke jantung melalui vena kava superior dan inferior.

Gambar 8 : Peredaran darah



Pembuluh darah pada peredaran darah kecil

Arteri pulmonalis : merupakan pembuluh darah yang keluar dari ventrikel kanan menuju ke paru – paru. Arteri ini bercabang dua masing – masing menuju ke paru – paru kanan dan paru – paru kiri



Pembuluh darah pada peredaran darah besar

Aorta : merupakan pembuluh darah arteri yang besar keluar dari jantung (ventrikel kiri melalui aorta asendens

Jalan aorta terdiri dari 3 bagian :

- **Aorta asendens**, aorta yang jalannya naik ke atas
- **Arkus aorta**, bagian aorta yang melengkung
- **Aorta desendens**, bagian aorta yang berjalan menurun

Peredaran darah kecil

Darah dari jantung (ventrikel kanan) – katup semilunaris / katup pulmoner – arteria pulmonalis – paru – paru kiri dan kanan – vena pulmonalis – jantung (atrium kiri)

Peredaran darah besar

Darah dari jantung (ventrikel kiri) – katup semilunaris aorta – aorta – arteri – arteriole – kapiler arteri – kapiler vena - venule – vena kava – atrium kanan.

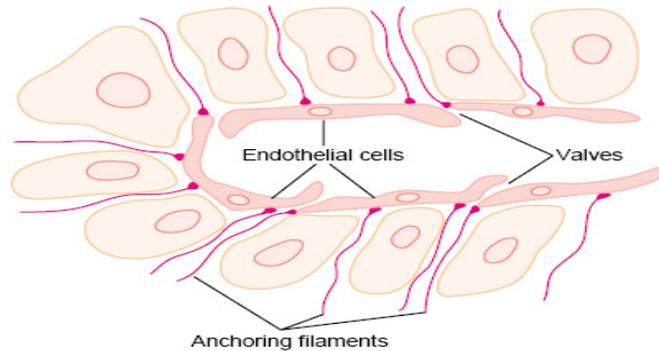
Sistem pembuluh limfe

- Struktur pembuluh limfe
- Serupa dengan vena kecil
- Memiliki banyak katup, terbuka ke arah jantung
- Kapiler limfe lebih besar dari kapiler darah
- Terdiri dari selapis endotel
- Pembuluh limfe merupakan saluran antara darah dan cai-

ran jaringan (middleman)

- Zat – zat koloid, garam elektrolit yang tidak dapat masuk ke dalam aliran darah akan masuk ke aliran limfe.

Gambar 9 : Struktur limfe



Fungsi pembuluh limfe

- Mengembalikan cairan dan protein dari jaringan ke sirkulasi darah
- Mengangkut limfosit dari kelenjar limfe ke sirkulasi darah
- Membawa lemak dari usus ke sirkulasi darah (pembuluh lakteal)
- Mentaring dan menghancurkan mikroorganismen
- Menghasilkan zat antibodi untuk melindungi terhadap kelanjutan infeksi

Duktus limfatikus kanan

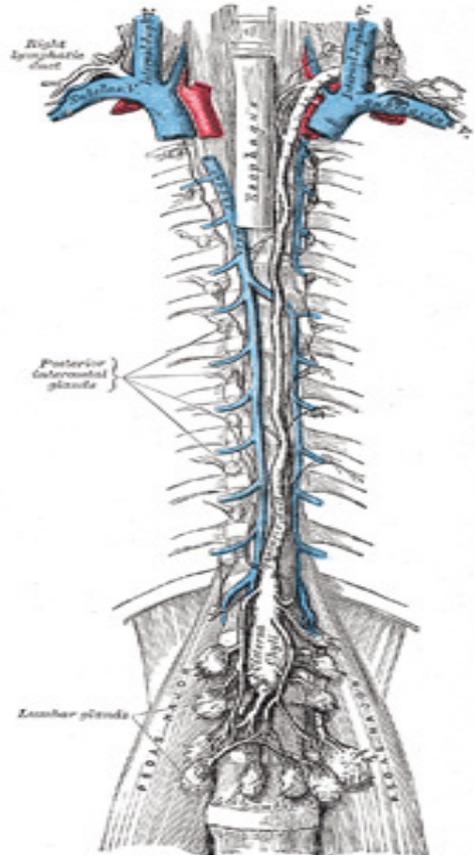
- Panjang 1,2 cm
- Menerima limfe dari kela kanan, leher kanan, dada kanan, lengan kanan
- Bermuara pada vena sub klavia kanan

Duktus Torasikus (Duktus Limfatikus kiri)

- Dimulai dari sisterna kili (di depan vertebra lumbalis) – ke bagian atas – ke vena brakiosefalika – ke vena kava superior

- Merupakan kumpulan pembuluh limfe yang berasal dari kepala bagian kiri, leher kiri, bagian perut, anggota gerak dan otot – otot dalam rongga perut.

Gambar 10 : Sisternahili, duktus torasikus dan struktur limfe



Sirkulasi limfe

- Normalnya darah yang keluar dari jantung lebih banyak dari darah yang kembali ke jantung melalui kapiler darah
- Darah yang tidak bisa kembali melalui kapiler darah akan masuk ke pembuluh limfe yang akhirnya akan bersatu ke pembuluh vena.
- Akhirnya jumlah darah yang keluar dari jantung jumlahnya akan sama dengan darah yang kembali ke jantung
- Protein dikembalikan ke aliran darah melalui pembuluh limfe
- Aliran limfe normal 2 – 4 liter/24 jam

Aliran limfe disebabkan

- Gerakan otot rangka mendorong limfe ke arah jantung
- Tekanan intra torak negatif selama inspirasi
- Efek pengisapan aliran darah kecepatan tinggi dalam vena
- Kontraksi dinding duktus limfatikus (merupakan faktor utama yang mendorong limfe)
- Masage

Zat yang meningkatkan aliran limfe disebut limfagogu

Nodus Limfatisi

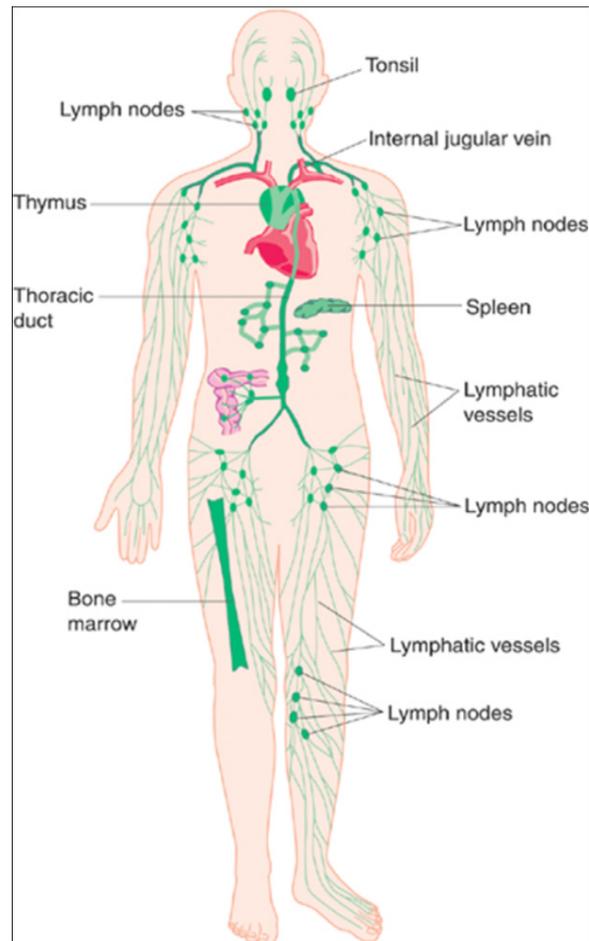
- Nodus limfatisis atau kelenjar limfe, bentuknya lonjong seperti buah kacang
- Terdapat disepanjang pembuluh limfe
- Berkelompok pada satu daerah

Kelompok kelenjar limfe

- Kepala dan leher
- Servikalis profunda
- Limfe toraks
- Dinding posterior abdomen

Kelompok kelenjar limfe dalam tubuh kita dapat Anda perhatikan pada gambar berikut ini

Gambar 11 : Kelompok kelenjar limfe



PERTAHANAN TUBUH DAN SISTEM IMUM

Pertahanan tubuh melindungi tubuh terhadap agen lingkungan yang asing bagi tubuh, seperti Agen patogen (virus, bakteri, jamur, dll), produk tumbuhan, produk hewan dan zat kimia.

Pertahanan tubuh ada dua yaitu :

- Pertahanan tubuh Non Spesifik
- Pertahanan tubuh Spesifik

Pertahanan tubuh Non Spesifik

Dikatakan tidak spesifik karena berlaku untuk semua organisme dan memberikan perlindungan umum terhadap berbagai jenis agens.

Pertahanan tubuh Non Spesifik terdiri dari :

- **Pertahanan fisik** (kulit, asam laktat, silia, mukus, granulosit, dll)

- **Pertahanan Mekanik** (bersin, bilasan air mata, bilasan saliva, urine dan feses)
- **Pertahanan Kimiawi** (enzim dan asam dalam cairan pencernaan < HCl lambung, cairan empedu, dll)

Pertahanan tubuh spesifik

Dikatakan spesifik karena hanya terbatas pada satu mikroorganisme dan tidak memberikan proteksi terhadap mikroorganisme yang tidak berkaitan.

Imunitas

Kemampuan tubuh untuk pertahanan diri melawan infeksi dan berupaya untuk membawanya kedalam sel dari orang atau hewan lain.

Komponen respon imun

- **Antigen** : zat yang menyebabkan respon imun spesifik
- **Antibodi** : suatu protein yang dihasilkan oleh sistem imun sebagai respon terhadap keberadaan antigen.

Antibodi yang disebut juga Immunoglobulin terdiri dari :

- **Imunoglobulin G** : terdapat dalam darah dan cairan jaringan 80% sampai dengan 85%
- **Imunoglobulin A** : terdapat dalam darah dan cairan jaringan 15%, dalam serum , keringat, saliva, air mata, pernafasan, genitourinaria, sekresi usus dan air susu ibu
- **Imunoglobulin M** : pertahanan garis pertama terhadap mikro organisme yang bersirkulasi & berusaha bermultifikasi dalam darah
- **Imunoglobulin D** : terdapat dalam darah dan limfe relatif sedikit. Fungsinya belum jelas dan daya kerjanya memicu respon imun.
- **Imunoglobulin E** : terdapat dalam darah sangat rendah



Anda telah selesai mempelajari sistem kardiovaskuler, peredaran darah, sistem limfe dan pertahanan tubuh. Coba ulangi sekali lagi dan catat apa – apa yang belum Anda pahami dengan jelas.

Saat Anda mempelajari materi ini hendaknya selalu ada gambar anatomi untuk lebih memudahkan Anda dalam belajar.

Setelah selesai mempelajari materi ini, saya berharap Anda dapat menjawab soal – soal berikut ini dengan mudah.

Rangkuman

Hal – hal penting yang telah Anda pelajari dalam modul ini adalah sebagai berikut.

- Anatomi fisiologi sistem kardiovaskuler yaitu diawali tentang jantung meliputi letak, struktur, bagian – bagian jantung, pembuluh darah yang langsung berhubungan dengan jantung, katup jantung, persarafan pada jantung dan sifat – sifat otot jantung.
- Pergerakan jantung, bunyi jantung, daya pompa jantung dan [pengaruh berbagai ion pada fungsi jantung.
- Peredaran darah / sirkulasi darah yang terdiri dari bagian fungsional sirkulasi darah, peredaran darah kecil dan peredaran darah besar,
- Sistem limfe, fungsi pembuluh limfe, kelompok kelenjar limfe dan sirkulasi limfe'
- Pertahanan tubuh dan sistem imun yang dikelompokkan ke dalam pertahanan tubuh non spesifik dan pertahanan tubuh spesifik, imunitas dan Immunoglobulin (G,A,M,D,E)



Test Formatif

Petunjuk : jawablah pertanyaan berikut dengan memberi tanda silang (X) pada pilihan jawaban yang Anda anggap benar.

1. Lapisan tengah dinding jantung adalah
 - A. Endokardium
 - B. Miokardium
 - C. Perikardium
 - D. Epikardium

2. Bagian jantung yang menerima darah kaya oksigen dari paru – paru adalah
 - A. Atrium kanan
 - B. Ventrikel kanan
 - C. Atrium kiri
 - D. Ventrikel kiri

3. Katup jantung yang terletak antara atrium kiri dan ventrikel kiri adalah
 - A. Trikuspidalis
 - B. Semilunaris
 - C. Bikuspidalis
 - D. Pulmonalis

4. Kemampuan otot jantung untuk merespons stimulus disebut
 - A. Konduktivitas
 - B. Kontraktilitas
 - C. Otomatisitas
 - D. Eksitabilitas



5. Bagian fungsional sirkulasi darah yang berperan menyalurkan darah bertekanan tinggi ke jaringan adalah
 - A. Arteria
 - B. Arteriole
 - C. Kapiler
 - D. Vena
6. Vena kava inferior membawa darah kotor dari organ bawah menuju ke
 - A. Atrium kiri
 - B. Ventrikel kiri
 - C. Atrium kanan
 - D. Ventrikel kanan
7. Rangsang yang berasal dari susunan saraf otonom yang masuk ke jantung, diterima pertama kali oleh
 - A. SA nodes
 - B. Berkas His
 - C. AV Nodes
 - D. Serabut purkinje
8. Kelebihan ion berikut ini akan menyebabkan jantung menjadi sangat dilatasi, lemah dan frekuensinya menjadi lambat
 - A. Kalsium
 - B. Kalium
 - C. Natrium
 - D. Magnesium
9. Berikut ini termasuk jenis pertahanan mekanik
 - A. Asam laktat



- B. Enzim
 - C. HCl lambung
 - D. Bilasan air mata
10. Immunoglobulin yang bersirkulasi sebagai pertahanan garis pertama terhadap mikro organisme yang bersirkulasi dalam darah adalah
- A. Immunoglobulin A
 - B. Immunoglobulin G
 - C. Immunoglobulin M
 - D. Immunoglobulin N



Penutup

Selamat, Anda telah menyelesaikan modul tentang sistem kardiovaskuler, peredaran darah dan sistem limfe serta pertahanan tubuh.

Selanjutnya diharapkan Anda dapat mengaplikasikan materi ini ke dalam tugas Anda sebagai perawat, khususnya ketika memberikan Asuhan Keperawatan pada pasien dengan gangguan sistem kardiovaskuler, sirkulasi darah, sistem limfe dan pertahanan tubuh.



TUJUAN Pembelajaran Umum

Setelah selesai mempelajari materi ini Anda dapat memahami anatomi dan fisiologi sistem pernafasan.

TUJUAN Pembelajaran Khusus

Setelah selesai mempelajari modul ini Anda dapat :

1. Menjelaskan anatomi dan fisiologi sistem pernafasan
2. Menjelaskan fungsi sistem pernafasan
 - a. Ventilasi paru
 - b. Pernafasan luar
 - c. Transportasi gas
 - d. Pernafasan dalam
3. Menjelaskan bagian bagian dari anatomi sistem pernafasan
 - a. Hidung
 - b. Faring
 - 1) Nasofaring
 - 2) Orofaring

3) Laringofaring

- c. Laring
- d. Trakhea
 - 1). Mukosa
 - 2). Sub mukosa
 - 3). Tulang rawan hialin
- 4). Adventitia
- e. Bronkhus
- f. Bronkhiolus
- g. Alveolus
- h. Membran pernafasan

Proses bernapas merupakan proses mengalirkan udara ke paru-paru, memasukkan oksigen ke dalam tubuh, dan membawa karbon dioksida kembali ke udara. Sistem pernapasan tidak hanya melibatkan paru-paru, tetapi juga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, alveolus dll.

I. Fungsi Sistem Pernapasan

Fungsi dari sistem pernapasan adalah untuk mengalirkan udara ke paru-paru. Oksigen dari udara berdifusi dari paru-paru ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida berdifusi dari dalam darah ke paru-paru. Respirasi mencakup proses-proses sebagai berikut:

A. Ventilasi Paru

Ventilasi paru merupakan proses pernapasan inspirasi (menghirup udara) dan ekspirasi (menghembuskan udara).

B. Pernapasan Luar

Pernapasan luar merupakan proses pertukaran gas antara paru-paru dengan darah. Oksigen berdifusi ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida berdifusi dari darah ke paru-paru.

C. Transportasi Gas

Transportasi gas dilakukan oleh sistem kardiovaskular. Transportasi gas merupakan proses mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengumpulkan karbon dioksida untuk dikembalikan ke paru-paru.

D. Pernapasan Dalam

Pernapasan dalam merupakan proses pertukaran gas antara darah, cairan interstisial (cairan yang mengelilingi sel), dan sel-sel. Di dalam sel, terjadi respirasi sel yang menghasilkan energi (ATP) dan CO₂, dengan menggunakan O₂ dan glukosa.

II. Struktur Pernapasan Manusia

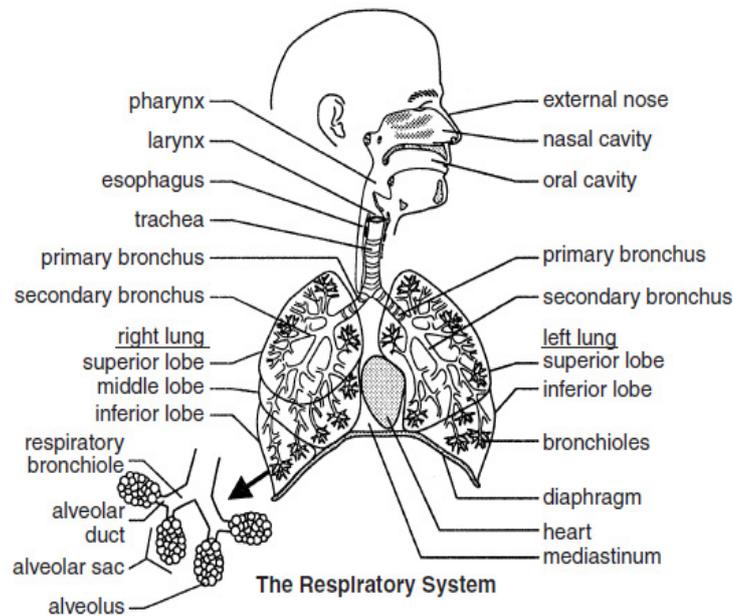
A. Hidung

Hidung terdiri dari hidung bagian luar yang dapat terlihat dan rongga

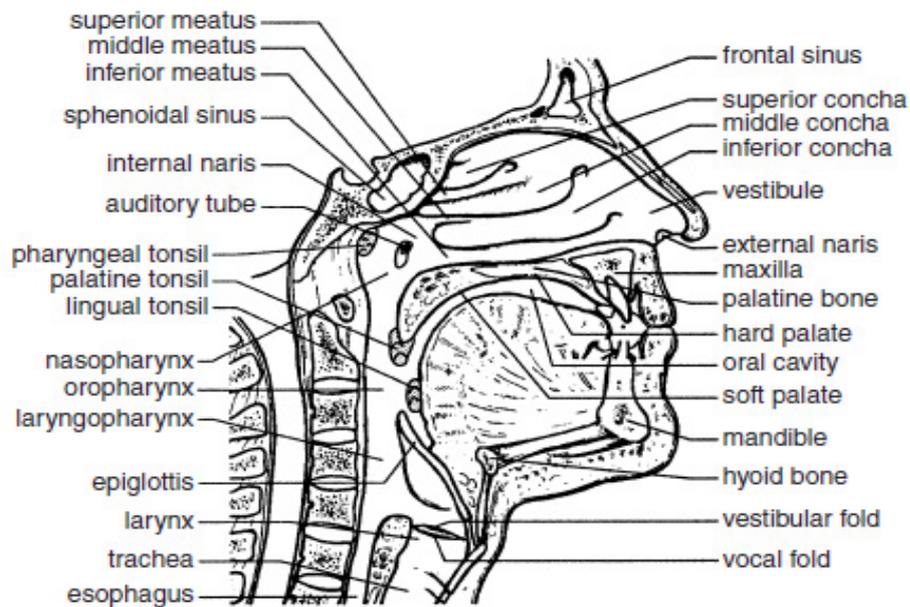


hidung bagian dalam yang terletak di dalam. Septum nasi membagi rongga hidung kanan dan kiri. Udara masuk melalui bagian-bagian yang disebut meatus. Dinding dari meatus disebut konka. Dinding tersebut dibentuk oleh tulang wajah (konka hidung bagian bawah dan tulang ethmoid). Bulu hidung, lendir, pembuluh darah, dan silia yang melapisi rongga hidung akan menyaring, melembabkan, menghangatkan, dan menghilangkan kotoran dari udara.

Gambar 1 Sistem Pernapasan Manusia



Gambar 2 Saluran Pernapasan Bagian Atas



B. Faring

1. Nasofaring

Nasofaring menerima udara yang masuk dari hidung. Terdapat saluran eustachius yang menyamakan tekanan udara di telinga tengah. Tonsil faring (adenoid) terletak di belakang nasofaring.

2. Orofaring

Orofaring menerima udara dari nasofaring dan makanan dari rongga mulut. Palatine dan lingual tonsil terletak di sini.

3. Laringofaring

Laringofaring menyalurkan makanan ke kerongkongan dan udara ke laring.

C. Laring

Laring menerima udara dari laringofaring. Laring terdiri dari sembilan keping tulang rawan yang bergabung dengan membran dan ligamen. Epiglottis merupakan bagian pertama dari tulang rawan laring. Saat menelan makanan, epiglottis tersebut menutupi pangkal tenggorokan untuk mencegah masuknya makanan dan saat bernapas katup tersebut akan membuka

Tulang rawan tiroid melindungi bagian depan laring. Tulang rawan yang menonjol membentuk jakun.

Lipatan membran mukosa (Supraglottis) menghubungkan sepasang tulang arytenoid yang berada di belakang dengan tulang rawan tiroid yang berada di depan. Lipatan vestibular atas (pita suara palsu) mengandung serat otot yang memungkinkan untuk bernafas dalam waktu tertentu saat ada tekanan pada otot rongga dada (misalnya: tegang saat buang air besar atau mengangkat beban berat). Lipatan vestibular bawah (kord vokalis superior) mengandung ligamen yang elastis. Kord vokalis superior bergetar bila otot rangka menggerakkan mereka ke jalur keluarannya udara. Hal tersebut mengakibatkan kita dapat berbicara dan menghasilkan berbagai suara. Kartilago krikoid, kartilago cuneiform, dan kartilago corniculate merupakan akhir dari laring.



D. Trakea

Trakea merupakan saluran fleksibel yang panjangnya 10 sampai 12 cm (4 inci) dan berdiameter 2,5 cm (1 inci). Dindingnya terdiri dari empat lapisan yang terdiri dari :

1. Mukosa

Mukosa merupakan lapisan terdalam trakea. Mukosa mengandung sel goblet yang dapat memproduksi lender dan *epitel pseudostratified bersilia*. Silia menyapu kotoran menjauhi paru-paru dan menuju ke arah faring.

2. Submukosa

Submukosa merupakan lapisan jaringan ikat areolar yang mengelilingi mukosa.

3. Tulang Rawan Hialin

16 - 20 cincin tulang rawan hialin berbentuk C membungkus sekitar submukosa tersebut. Cincin kartilago memberikan bentuk kaku pada trakea, mencegahnya agar tidak kolaps dan membuka jalan udara.

4. Adventitia

Adventitia merupakan lapisan terluar dari trakea. Lapisan ini tersusun atas jaringan ikat areolar (longgar).

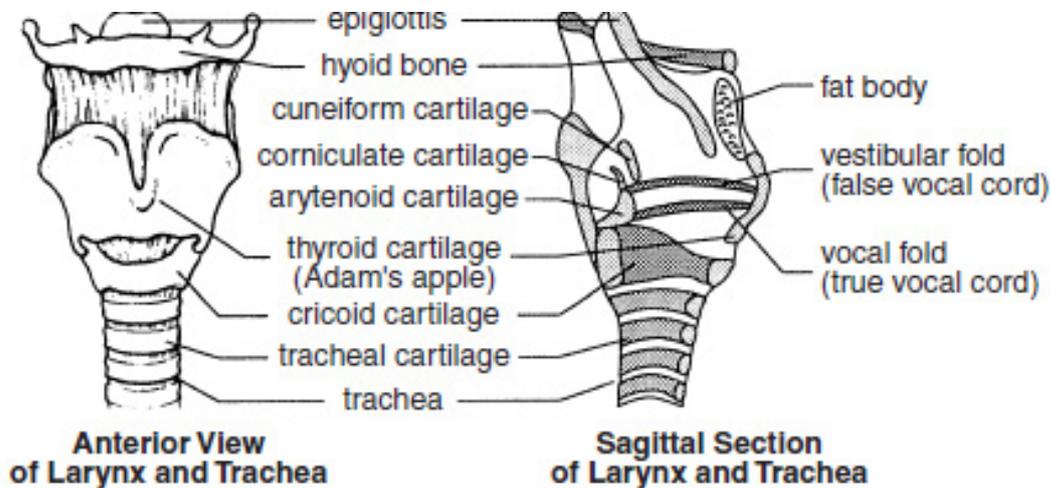
E. Bronkus

Bronkus utama adalah dua tabung yang bercabang dari trakea untuk kiri dan kanan paru-paru.

F. Bronkiolus

Di dalam paru-paru, masing-masing bronkus utama bercabang dengan diameter yang lebih kecil, membentuk bronkus sekunder (lobar), bronkus tersier (segmental), bronkiolus terminal (0.5 mm diameter) dan bronchioles pernapasan mikroskopis. Dinding utama bronkus dibangun seperti trakea, tetapi cabang dari pohon semakin kecil, cincin tulang rawan dan mukosa yang digantikan oleh otot polos.

Gambar bagian anterior dan sagital dari laring dan trakea.



G. Alveolus

Saluran alveolus adalah cabang akhir dari pohon bronkial. Setiap Saluran alveolar diperbesar, seperti gelembung sepanjang panjangnya. Masing-masing pembesaran disebut alveolus, dan sekelompok alveolar yang bersebelahan disebut kantung alveolar. Beberapa alveoli yang berdekatan dihubungkan oleh alveolar pori-pori.

H. Membran pernapasan

Membran pernapasan terdiri dari dinding alveolar dan kapiler. Pertukaran gas terjadi di membran ini. Karakteristik membran ini sebagai berikut:

Tipe I : sel tipis, sel-sel epitel skuamosa yang merupakan sel primer jenis dinding alveolar. Difusi oksigen terjadi di sel-sel.

Tipe II : sel sel epitel kuboid yang diselingi antara sel tipe I. sel Tipe II mensekresi surfaktan paru (fosfolipid terikat protein) yang mengurangi tegangan permukaan kelembaban yang menutupi dinding alveolar. Penurunan tegangan permukaan memungkinkan oksigen untuk lebih mudah meredakan dalam kelembaban. Sebuah tegangan permukaan yang lebih rendah juga mencegah kelembaban di dinding yang berlawanan dari duktus alveolus atau alveolar dari inti dan menyebabkan



saluran udara kecil runtuh.

Alveolar makrofag (sel debu) berkeliaran di antara sel-sel lainnya dari dinding alveolar menghilangkan kotoran dan mikroorganisme.

Sebuah membran basal epitel tipis membentuk lapisan luar dari dinding alveolar. Sebuah jaringan padat kapiler mengelilingi masing-masing alveolus. Dinding kapiler terdiri dari sel-sel endotel dikelilingi oleh membran tipis. Membran alveolus dan kapiler sering begitu dekat sehingga mereka sekering.

III. **Paru-paru**

Paru-paru adalah sepasang kerucut berbentuk badan yang menempati thorax. Mediastinum, rongga yang berisi jantung, memisahkan kedua paru-paru. Paru-paru kiri dan kanan dibagi oleh fisura masing-masing menjadi dua dan tiga lobus. Setiap lobus paru-paru dibagi lagi ke segmen bronkopulmonalis (masing-masing dengan bronkus tersier), yang dibagi lagi menjadi lobulus (masing-masing dengan bronchiale terminal). Pembuluh darah, pembuluh limfatik, dan saraf menembus masing-masing lobus.

Setiap paru-paru memiliki fitur sebagai berikut:

- A. Puncak dan dasar mengidentifikasi bagian atas dan bawah dari paru-paru.
- B. Permukaan masing-masing paru-paru berbatasan tulang rusuk (depan dan belakang).
- C. Di permukaan (mediastinal) medial, di mana masing-masing paru-paru menghadapi selain paru-paru, saluran pernapasan, pembuluh darah, dan pembuluh limfatik memasuki paru di hilus.

Pleura adalah membran ganda yang terdiri dari paru bagian dalam pleura (viseral), yang mengelilingi setiap paru-paru, dan pleura parietal luar, melapisi rongga dada. Ruang sempit antara dua membran, rongga pleura, diisi dengan cairan pleura, pelumas disekresikan oleh pleura.

IV. Mekanisme Pernapasan

Hukum Boyle menggambarkan hubungan antara tekanan (P) dan Volume (V) dari gas. Hukum Boyle menyatakan bahwa jika kenaikan volume, maka tekanan harus turun (atau sebaliknya). Hubungan ini sering ditulis sebagai $PV = \text{konstan}$, atau $P_1V_1 = P_2V_2$. Kedua persamaan dari tekanan dan volume tetap sama (hukum berlaku hanya ketika suhu tidak berubah).

Pernapasan terjadi ketika otot-otot sekitar paru-paru berkontraksi atau relaksasi yang mengubah volume total udara di dalam saluran udara (bronkus, bronchioles) dalam paru-paru. Ketika volume paru-paru berubah, tekanan udara di paru-paru berubah sesuai dengan hukum Boyle. Udara keluar jika tekanan di paru-paru lebih besar dibandingkan di luar paru-paru. Jika terjadi sebaliknya, maka udara bergegas masuk. Berikut merupakan mekanisme sistem pernapasan manusia:

A. Inspirasi

Inspirasi terjadi ketika diafragma dan otot interkostalis eksternal berkontraksi. Kontraksi diafragma (otot rangka bawah paru-paru) menyebabkan peningkatan ukuran rongga dada, sedangkan kontraksi otot interkostalis eksternal mengangkat tulang rusuk dan tulang dada. Dengan demikian, otot menyebabkan paru-paru untuk memperluas dan meningkatkan volume saluran udara internal. Sebagai tanggapan, tekanan udara di dalam paru-paru menurun di bawah udara luar tubuh, karena gas bergerak dari daerah tekanan tinggi ke tekanan rendah, udara masuk ke paru-paru.

B. Ekspirasi

Ekspirasi terjadi ketika otot diafragma dan interkostal eksternal rileks. Sebagai tanggapan, serat elastis pada jaringan paru-paru menyebabkan paru-paru untuk menahan diri untuk volume aslinya. Tekanan udara di dalam paru kemudian meningkat di atas tekanan udara luar tubuh, dan udara keluar. Selama tingginya tingkat ventilasi, berakhirnya difasilitasi oleh kontraksi dari otot-otot ekspirasi (otot interkostalis dan otot perut).

Pemenuhan paru-paru merupakan ukuran kemampuan paru-paru dan rongga dada untuk memperluas, karena elastisitas jaringan paru-paru dan tegangan permukaan yang rendah dari kelembaban di paru-paru (dari surfaktan), paru-paru normal memiliki pemenuhan tinggi.



V. Volume dan Kapasitas Paru-paru

Istilah-istilah berikut menggambarkan volume paru-paru berbagai pernafasan:

- A. Volume tidal (TV), sekitar 500 ml, adalah jumlah udara terinspirasi saat normal, pernapasan santai.
- B. Volume cadangan inspirasi (IRV), sekitar 3.100 ml, adalah tambahan udara yang dapat dihirup secara paksa setelah inspirasi normal tidal volume.
- C. Volume cadangan ekspirasi (ERV), sekitar 1.200 ml, adalah tambahan udara yang dapat dihembuskan paksa setelah berakhirnya normal tidal volume.
- D. Volume residu (RV), sekitar 1.200 ml, adalah volume udara masih yang tersisa di paru-paru setelah volume cadangan ekspirasi dihembuskan.

Menyimpulkan volume paru-paru tertentu menghasilkan kapasitas paru-paru sebagai berikut:

- A. Kapasitas paru total (TLC), sekitar 6.000 ml, adalah maksimum jumlah udara yang dapat mengisi paru-paru ($TLC = TV + IRV + ERV + RV$).
- B. Kapasitas vital (VC), sekitar 4.800 ml, adalah jumlah total atau udara yang dapat berakhir setelah sepenuhnya menghirup ($VC = TV + IRV + ERV$ =sekitar 80% TLC).
- C. Kapasitas inspirasi (IC), sekitar 3.600 ml, adalah maksimum jumlah udara yang dapat terinspirasi ($IC = TV + IRV$).
- D. Kapasitas residual fungsional (FRC), sekitar 2.400 ml, adalah jumlah udara yang tersisa di paru-paru setelah ekspirasi yang normal ($FRC = RV + ERV$).

Beberapa dari udara di paru-paru tidak berpartisipasi dalam pertukaran gas. seperti udara terletak di ruang mati anatomi dalam bronchi dan bronchi-oles-yaitu, di luar alveoli.

VI. Pertukaran Gas

Dalam campuran gas yang berbeda, masing-masing gas memberikan kontribusi terhadap tekanan total campuran. Kontribusi masing-masing gas, dise-

but tekanan parsial adalah sama dengan tekanan bahwa gas akan memiliki jika itu sendirian di kandang. Hukum Dalton menyatakan bahwa jumlah dari tekanan parsial masing-masing gas dalam campuran adalah sama dengan tekanan total campuran.

Faktor-faktor berikut menentukan sejauh mana gas akan larut dalam cairan:

- A. Tekanan parsial gas. Menurut hukum Henry, semakin besar tekanan parsial gas, semakin besar difusi gas ke cairan
- B. Kelarutan gas. Kemampuan gas untuk larut dalam cairan bervariasi dengan jenis gas dan cairan.
- C. Suhu cairan. Kelarutan berkurang dengan meningkatnya temperatur.

Pertukaran gas terjadi di paru-paru antara alveoli dan plasma darah dan seluruh tubuh antara plasma dan cairan interstitial. Berikut faktor yang memfasilitasi difusi O₂ dan CO₂:

A. Tekanan partial dan kelarutan

Kelarutan lemah dapat diimbangi oleh peningkatan tekanan parsial (atau sebaliknya). Bandingkan karakteristik berikut O₂ dan CO₂:

1. Oksigen.

Tekanan parsial O₂ di paru-paru yang tinggi (udara 21% O₂), tetapi kelarutan miskin.

2. Karbon dioksida.

Tekanan parsial CO₂ di udara sangat rendah (udara hanya 0,04% CO₂), tapi kelarutannya dalam plasma adalah sekitar 24 kali lipat dari O₂.

B. Gradien tekanan parsial

Gradien adalah perubahan beberapa jumlah dari satu daerah ke daerah lainnya. Difusi gas menjadi cair (atau sebaliknya) terjadi menuruni gradien tekanan parsial-yaitu, dari daerah dengan tekanan parsial yang tinggi ke daerah tekanan parsial yang lebih rendah. Misalnya, gradien tekanan yang kuat untuk parsial O₂ (pO₂) dari alveoli terdeoksigenasi darah (105 mm Hg di alveoli versus 40 mm Hg di darah) memudahkan difusi



cepat.

C. Luas permukaan untuk pertukaran gas

Daerah luas permukaan paru-paru mempromosikan difusi yang luas.

D. Jarak difusi

E. Dinding alveolar dan kapiler tipis meningkatkan tingkat difusi.

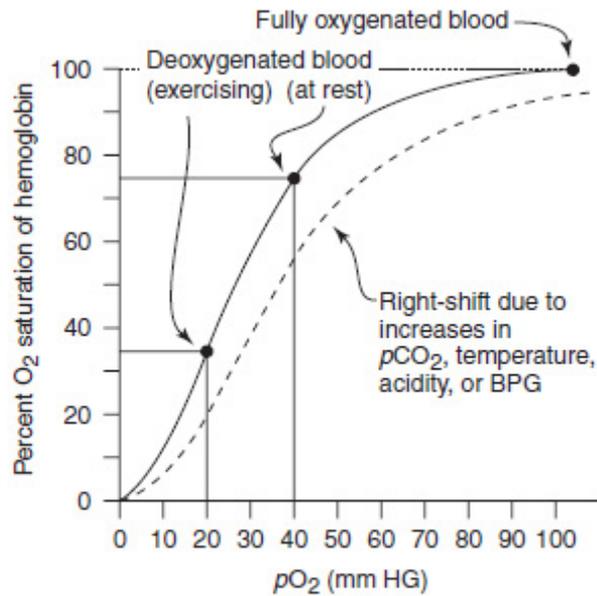
VII. Transportasi gas

Oksigen dalam darah diangkut dengan dua cara:

- A. Sejumlah kecil O_2 (1,5 persen) dilakukan dalam plasma sebagai terlarut gas.
- B. Sebagian oksigen (98,5 persen) dibawa dalam darah terikat dengan protein hemoglobin dalam sel darah merah. Sebuah oksihemoglobin sepenuhnya jenuh (HbO_2) memiliki empat O_2 molekul terpasang. Tanpa oksigen, molekul disebut sebagai deoxygemoglobin (Hb).

Kemampuan hemoglobin untuk mengikat O_2 dipengaruhi oleh tekanan parsial oksigen. Semakin besar tekanan parsial oksigen dalam darah, lebih mudah mengikat oksigen Hb. Kurva Disosiasi oksigen-hemoglobin, yang ditunjukkan pada gambar di bawah, menunjukkan bahwa sebagai pO_2 meningkat menuju 100 mm Hg, saturasi Hb mendekati 100%. Keempat faktor berikut menurunkan afinitas, atau kekuatan tarik, Hb untuk O_2 dan menghasilkan pergeseran kurva O_2 -Hb disosiasi di sebelah kanan:

- A. Kenaikan suhu.
- B. Peningkatan tekanan parsial CO_2 (pCO_2).
- C. Peningkatan keasaman (penurunan pH). Penurunan afinitas Hb untuk O_2 , disebut efek Bohr, hasil ketika H^+ mengikat Hb.
- D. Peningkatan BPG dalam sel darah merah. BPG (bisphosphoglycerate) yang dihasilkan dalam sel darah merah ketika mereka menghasilkan energi dari glukosa.



Karbon dioksida diangkut dalam darah dengan cara berikut :

- A. Sejumlah kecil CO_2 (8 persen) dilakukan dalam plasma sebagai gas terlarut.
- B. Beberapa CO_2 (25 persen) mengikat Hb dalam sel darah merah membentuk carbaminohemoglobin (HbCO_2). (CO_2 mengikat ke tempat yang berbeda dari yang O_2).
- C. Sebagian besar CO_2 (65 persen) yang diangkut sebagai ion bikarbonat terlarut (HCO_3^-) di dalam plasma. Pembentukan HCO_3^- , bagaimanapun, terjadi pada sel-sel darah merah, di mana pembentukan asam karbonat (H_2CO_3) adalah dikatalisasi oleh enzim karbonat anhidrase, sebagai berikut.



Setelah pembentukan dalam sel darah merah, yang paling H^+ mengikat molekul hemoglobin (menyebabkan efek Bohr) sedangkan H^+ tersisa berdifusi kembali ke plasma, sedikit penurunan pH plasma. Ion HCO_3^- berdifusi kembali ke plasma juga. Untuk menyeimbangkan keseluruhan peningkatan muatan negatif memasuki plasma, ion klorida menyebar ke arah yang berlawanan, dari plasma ke sel-sel darah merah (klorida bergeser).



VII. Pengendalian Respirasi

Respirasi dikendalikan oleh area otak yang merangsang kontraksi dari diafragma dan otot-otot interkostal. Daerah ini, secara kolektif disebut pusat pernapasan, sebagai berikut:

- A. Pusat inspirasi medullar, terletak di medulla oblongata, menghasilkan impuls saraf ritmis yang merangsang kontraksi inspirasi otot (otot diafragma dan interkostal eksternal). Biasanya, berakhirnya terjadi ketika otot-otot rileks, tapi ketika pernapasan yang cepat, pusat inspirasi memfasilitasi kedaluwarsa dengan merangsang ekspirasi otot (otot interkostal internal dan perut otot).
- B. Daerah pneumotaxic, terletak di pons, menghambat pusat inspirasi, membatasi kontraksi dari otot-otot inspirasi, dan mencegah paru-paru dari terlalu datar.
- C. Daerah apneustic juga terletak di pons, merangsang inspirasi pusat, memperpanjang kontraksi otot inspirasi.

Pusat-pusat pernapasan dipengaruhi oleh rangsangan yang diterima dari tiga kelompok neuron sensorik berikut:

- A. Pusat kemoreseptor (saraf dari sistem saraf pusat), terletak di medulla oblongata, memantau cairan kimia serebrospinal. Ketika CO_2 dari plasma memasuki cairan cerebrospinal, membentuk HCO_3^- dan H^+ , dan pH cairan tetes (menjadi lebih asam). Sebagai respon terhadap penurunan pH, stimulasi pusat kemoreseptor merangsang pusat pernapasan untuk meningkatkan dasar inspirasi.
- B. Peripheral kemoreseptor (saraf dari sistem saraf perifer), terletak di badan aorta di dinding lengkung aorta dan badan karotid di dinding arteri karotid, memantau kimia darah. Peningkatan pH, atau pCO_2 atau penurunan pO_2 , menyebabkan reseptor untuk merangsang pusat pernapasan.
- C. Peregangan reseptor di dinding bronkus dan bronkiolus diaktifkan ketika paru-paru memperluas batas fisik mereka. Ini sinyal reseptor pusat pernapasan untuk menghentikan stimulasi inspirasi otot, yang memungkinkan kedaluwarsa untuk memulai. Respon ini disebut inflasi (Hering-Breuer) refleks.

Rangkuman

Selamat, Anda telah menyelesaikan materi anatomi dan fisiologi sistem pernafasan. Dengan memahami materi ini Anda sebagai perawat sudah mempunyai modal untuk bisa memberikan asuhan keperawatan pada pasien dengan gangguan sistem pernafasan. Hal – hal penting yang telah Anda pelajari dalam kegiatan belajar ini adalah :

- Anatomi dan fisiologi sistem pernafasan atau respirasi yang meliputi fungsi sistem pernafasan, bagian – bagian anatomi sistem pernafasan
- Mekanisme pernafasan yang terdiri dari proses inspirasi dan ekspirasi
- Volume dan kapasitas paru – paru, pertukaran gas, transportasi gas, dan pengendalian respirasi.

Selanjutnya Anda dapat menerapkan materi ini dalam memberikan asuhan keperawatan pada pasien dengan gangguan sistem respirasi.



Tes Formatif

1. Rongga pada hidung manusia dilapisi oleh membran...
 - a. Mukosa
 - b. Empedu
 - c. Pankreas
 - d. Rambut
 - e. Epidermis
2. Fungsi sel-sel goblet adalah untuk mensekresi...
 - a. Mukosa
 - b. Lendir
 - c. Rambut
 - d. Silia
 - e. Flagela
3. Menyediakan saluran pada traktus respiratorius adalah fungsi dari..
 - a. Laring
 - b. Trakea
 - c. Tenggorokan
 - d. Alveolus
 - e. Faring
4. Epiglotis hanya terdapat di dalam....
 - a. Laring
 - b. Trakea
 - c. Alveolus
 - d. Bronkus
 - e. Bronkiolus
5. Memungkinkan terjadinya vokalisasi adalah fungsi dari
 - a. Trakea



- b. Laring
 - c. Bronkus
 - d. Bronkiolus
 - e. Alveolus
6. Percabangan dari trakea adalah...
- a. Tenggorokan
 - b. Laring
 - c. Paru-paru
 - d. Bronkus
 - e. Pleura
7. Sel epitel yang membentuk dinding alveoli dinamakan....
- a. Pleura
 - b. Lobus
 - c. Sel-sel alveolar tipe I
 - d. Sel-sel alveolar tipe II
 - e. Sel-sel alveolar tipe III
8. Selaput pembungkus paru-paru adalah
- a. Epicardium
 - b. Miocardium
 - c. Endocardium
 - d. Eksocardium
 - e. Pleura
9. Peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung Oksigen (O₂) ke-dalam tubuh serta menghembuskan Karbondioksida (CO₂) sebagai hasil sisa oksidasi ...
- a. Oksigenasi
 - b. Karbondioksidasi
 - c. Sekresi udara
 - d. Ekskresi udara



- e. Gerakan peristaltik
10. Pertukaran oksigen (O₂) dengan karbondioksida (CO₂) terjadi dialam....
- a. Bronkus
 - b. Alveolus
 - c. Bronkiolus
 - d. Paru-paru
 - e. Pleura



Kunci Jawaban Test Formatif

1. A
2. B
3. E
4. A
5. B
6. D
7. C
8. E
9. A
10. B



TUJUAN

Pembelajaran Umum

Setelah mempelajari kegiatan belajar ini Anda diharapkan mampu memahami anatomi dan fisiologi keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh manusia.

TUJUAN

Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari bab ini, Anda diharapkan mampu:

1. Memahami konsep keseimbangan cairan
2. Memahami kompartemen cairan tubuh
3. Pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit
4. Menghitung keseimbangan cairan

Pokok-Pokok Materi

1. Pengertian keseimbangan cairan
2. Kompartemen cairan tubuh
3. Pengaturan keseimbangan cairan dan elektrolit
4. Penghitungan keseimbangan cairan

Uraian Materi

KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

1. Pengertian

Sel adalah unit fungsional dari tubuh manusia. Agar sel tubuh dapat melakukan tugas fisiologis individualnya diperlukan lingkungan yang stabil, termasuk pemeliharaan suplai nutrisi dan pembuangan sisa metabolisme secara kontinyu. Regulasi cermat dari cairan tubuh membantu menjamin lingkungan internal yang stabil.

Cairan tubuh adalah air yang berada di dalam tubuh dan solute atau zat terlarut yang terdiri dari *elektrolit*, seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium, karbonat, klorida, sulfat, fosfat dan bikarbonat dan *non-elektrolit* seperti glukosa, asam urat, kreatinin dan bilirubin).

Elektrolit adalah zat kimia yang menghasilkan partikel-partikel bermuatan listrik yang disebut ion jika berada dalam larutan.

Komponen utama cairan tubuh adalah air. Jumlah total air dalam tubuh adalah 60% berat tubuh. Cairan tubuh terdistribusi didalam tiga kompartemen yang dipisahkan satu sama lain oleh membrane sel, yaitu:

- a. Kompartemen cairan intrasel
- b. Kompartemen cairan ekstrasel, terdiri dari:
 - 1) Kompartemen interstisial
 - 2) Kompartemen ekstraseluler

Tabel 1. Kompartemen Cairan Tubuh

Kompartemen	Volume Cairan (Liter)	Cairan Tubuh (%)	{%} dari berat badan
Cairan tubuh total	42	100	60
Cairan intrasel (CIS)	28	67	40
Cairan ekstrasel (CES)	14	33	20
▪ Intravaskuler (plasma)	2,8	6,6 (20% CES)	4



▪ Cairan interstisil	11,2	26,4 (80% CES)	16
----------------------	------	-------------------	----

Tabel 2. Air tubuh total dalam persentase berat badan

Bayi (baru lahir)	75 %
Dewasa	
Pria (20-40 tahun)	60 %
Wanita (20-40 tahun)	50 %
Usia lanjut (> 60 tahun)	45-50 %

Fungsi dari kompartemen cairan adalah untuk menjaga volume dan konsentrasi zat-zat agar tetap konstan yang memungkinkan dapat melakukan metabolisme di dalam sel.

2. Pengaturan cairan tubuh

Penambahan cairan

Pengeluaran cairan tubuh akan seimbang dengan pemasukan cairan. Pengeluaran cairan tubuh dapat melalui ginjal, kulit, paru-paru, feses, dan menstruasi. Sumber pemasukan cairan kebanyakan berasal dari makanan, yang disebut *preformed water*. Pemasukan cairan dapat berasal dari:

- a. Minuman : 1,25 liter atau 1.250 ml per hari.
- b. Makanan : 1,0 liter atau 1000 ml per hari

Konsumsi makanan padat memberikan kontribusi cairan kurang lebih 1,0 liter per hari. Daging sebagai contoh, kira-kira 70% mengandung air, buah-buahan dan sayuran kira-kira 90% mengandung air.

- c. Proses metabolik : 0,35 liter atau 350 ml per hari.

Kira-kira 200 ml air dihasilkan setiap hari oleh oksidasi karbohidrat, protein dan lemak.

Kehilangan cairan

Ginjal

Ginjal adalah regulator utamakeseimbangan cairan dan elektrolit. Kira-kira 180 liter plasma difiltrasi oleh ginjal setiap hari. Dari volume ini, kurang lebih 1.500 ml urin diekskresikan setiap hari.

- 1) Haluaran urin normal : < 1.500 ml/hari
- 2) Oliguri : haluaran urin < 400 ml/hari
- 3) Anuri : haluaran urin < 100 ml/hari
- 4) Poliuri : haluaran urin > 1.500 ml/hari

Kulit

Rata-rata kehilangan cairan melalui kulit adalah 500-600 ml/hari. Kehilangan ini melalui mekanisme evaporatif yang terjadi tanpa disadari oleh individu dan kehilangan melalui keringat.

Paru-paru

Kira-kira 400 ml/hari cairan hilang melalui paru-paru setiap hari. Jumlah ini meningkat sesuai dengan kedalaman pernapasan dan suhu.

Saluran Gastrointestinal

Dalam kondisi normal, saluran gastrointestinal hanya memberikan kontribusi kehilangan cairan kira-kira 100-200 ml/hari.

Keseimbangan Cairan

Input	(Liter/hari)	Output	(Liter/hari)
Minum	1,25	Insensible Water Loss	0,9
Makanan	1,0	Keringat	0,1
Proses metabolik	0,35	Feses	0,1
		Urin	1,5
Jumlah	2,6	Jumlah	2,6

Tubuh mengatur intake cairan melalui refleks haus. Haus merangsang tubuh kita untuk minum. Ketika kehilangan cairan tubuh lebih besar daripada pema-



sukan maka sel akan mengalami dehidrasi, dan dehidrasi menstimulasi refleksi haus yang ada di hipotalamus. Mekanisme stimulasi refleksi haus melalui tiga cara, yaitu:

- 1) Penurunan kelenjar saliva, yang mengakibatkan mukosa mulut dan faring menjadi kering.
- 2) Peningkatan osmotik darah, yang menstimulasi osmoreseptor di dalam hipotalamus.
- 3) Penurunan volume darah, yang mengarah pada sistem renin-angiotensin II, yang merangsang pusat pengatur rasa haus di dalam hipotalamus.

Ketiga mekanisme diatas merangsang pusat rasa haus di dalam hipotalamus menghasilkan rangsang haus dan menyebabkan kita berusaha untuk minum untuk meningkatkan volume cairan. Dengan minum dapat menghambat pusat pengatur rasa haus dengan melebarkan lambung dan intestinum; dan menurunkan tekanan osmotik darah.

Penurunan cairan tubuh mengakibatkan peningkatan osmolaritas darah dan penurunan volume darah. Penurunan volume darah menyebabkan pengeluaran renin yang disintesis oleh ginjal dan menstimulasi osmoreseptor di dalam hipotalamus. Hipotalamus akan mengeluarkan *Anti-Diuretic Hormone* (ADH) dari kelenjar pituitari posterior. Renin akan bereaksi dengan angiotensin (sua-tu protein plasma yang diproduksi oleh hati) membentuk angiotensin I. Angiotensin I diubah di dalam paru-paru menjadi angiotensin II oleh *Angiotensin converting enzyme* (ACE). Angiotensin II menyebabkan:

- 1) Vasokonstriksi arteriola
- 2) Merangsang pengeluaran aldosteron dari kortek adrenal
- 3) Merangsang pusat rasa haus di dalam hipotalamus
- 4) Merangsang pengeluaran ADH.

Aldosteron dapat meningkatkan retensi natrium dan air, yang mengakibatkan peningkatan volume cairan dan dapat meningkatkan tekanan darah.

Faktor lain yang mengendalikan kehilangan cairan

- 1) Dehidrasi berat

Dehidrasi berat mengakibatkan penurunan tekanan darah dan penurunan filtrasi glomerulus, mengakibatkan penurunan urine output.s

2) Kelebihan volume cairan

Kelebihan volume cairan akan meningkatkan tekanan darah dan filtrasi glomerulus, mengakibatkan peningkatan urine output.

3) Hiperventilasi

Hiperventilasi meningkatkan kehilangan cairan melalui penguapan air di dalam paru-paru.

4) Muntah dan diare

Muntah dan diare meningkatkan kehilangan cairan melalui saluran gastro-intestinal.

5) Panas, pengeluaran keringat yang banyak dan luka bakar meningkatkan kehilangan cairan melalui kulit.

Perpindahan Cairan Tubuh Dan Elektrolit

Cairan tubuh dan zat-zat terlarut didalamnya berada dalam mobilitas yang konstan. Ada proses menerima dan mengeluarkan cairan yang terus menerus diantara berbagai bagian untuk membawa zat-zat gizi, oksigen ke dalam sel, membuang sisa dan membuang sisa dan membentuk zat tertentu dari sel.

- 1) Oksigen, zat gizi, cairan dan elektrolit diangkut ke paru-paru dan saluran cerna, dimana mereka menjadi bagian dari cairan intravaskuler dan dibawa ke berbagai bagian tubuh melalui sistem sirkulasi.
- 2) Cairan intravaskuler dan zat terlarutnya secara cepat saling bertukaran dengan cairan interstisil melalui membran kapiler yang semipermeabel.
- 3) Cairan interstisil dan zat-zat yang ada di dalamnya saling bertukaran dengan cairan intrasel melalui membran sel yang permeabel selektif.

Perpindahan Air diantara Bagian-Bagian Cairan Tubuh

Cairan bergerak diantara kompartemen tubuh dengan beberapa mekanisme, yaitu:



1) Filtrasi

Filtrasi adalah perpindahan cairan tubuh melewati membran yang disebabkan oleh perbedaan tekanan. Air bergerak dari tekanan hidrostatik yang lebih tinggi menuju tekanan hidrostatik yang lebih rendah. *Tekanan hidrostatik* adalah tekanan yang dibuat oleh berat cairan. Filtrasi penting dalam mengatur cairan keluar dari arteri ujung kapiler.

2) Difusi

Difusi adalah perpindahan secara pasif dari elektrolit atau gas melewati membran. Perpindahan terjadi dari area yang memiliki konsentrasi tinggi menuju area yang memiliki konsentrasi lebih rendah. Perpindahan elektrolit, molekul-molekul kecil, dan gas. Contoh difusi adalah perpindahan oksigen dari alveoli ke dalam kapiler pulmoner.

Difusi air terjadi pada daerah dengan konsentrasi zat terlarut yang rendah (larutan encer) ke daerah dengan konsentrasi zat terlarut yang tinggi (larutan pekat). Dengan kata lain, air berdifusi dari daerah dengan aktivitas air yang tinggi ke yang rendah.

Tekanan osmotik cairan tubuh dapat diukur dengan penurunan titik beku dan dinyatakan dengan istilah *osmolalitas* atau *osmolaritas*. Osmolalitas adalah jumlah *osmol* (satuan ukuran tekanan osmotik) perkilogram larutan (mOsmol/kg). Osmolalitas, merupakan volume total bisa 1 liter air ditambah dengan sedikit volume zat terlarut. Osmolaritas adalah jumlah osmol per liter larutan (mOsmol/L). Osmolaritas, merupakan volume air kurang dari 1 liter, karena ada sejumlah kecil volume dari zat terlarut.

3) Osmosis

Osmosis adalah perpindahan cairan melewati membran semipermeabel dari tempat yang memiliki konsentrasi solute lebih tinggi menuju tempat yang memiliki solute konsentrasi lebih rendah.

Tekanan osmotik adalah jumlah tekanan hidrostatik diperlukan untuk menghentikan aliran osmotik air.

Tekanan onkotik adalah tekanan osmotik dihasilkan oleh koloid (protein). Albumin, menghasilkan tekanan onkotik dan membantu menahan kandungan air dalam ruang interstisial.

4) Transport aktif

Perpindahan solute dari konsentrasi yang lebih rendah menuju ke konsentrasi yang lebih tinggi dengan bantuan energi. Banyak solute penting ditransport secara aktif melewati membran sel seperti natrium, kalium, glukosa dan asam amino.

Perpindahan Air diantara Plasma dan Cairan Interstisil

Natrium tidak berperan penting dalam perpindahan air diantara bagian plasma dan bagian cairan interstisil karena konsentrasi natrium hampir sama pada kedua bagian tersebut. Distribusi air diantara kedua bagian itu diatur oleh tekanan hidrostatis yang dihasilkan oleh darah kapiler, terutama akibat pemompaan oleh jantung dan *tekanan osmotik koloid* yang terutama diakibatkan oleh albumin serum. Albumin bekerja sebagai *osmol* efektif karena tidak mudah melewati membran kapiler.

Proses perpindahan cairan dari kapiler ke ruang interstisil disebut *ultrafiltrasi*, karena air, elektrolit dan zat terlarut lainnya (kecuali protein plasma dan sel-sel darah) dengan mudah menembus membran kapiler.

Pada ujung arteri dari kapiler, tekanan hidrostatis dari darah (mendorong cairan keluar) melebihi tekanan osmotik koloid (menahan cairan tetap di dalam) sehingga mengakibatkan perpindahan dari bagian intravaskuler ke interstisil. Pada ujung vena dari kapiler, cairan berpindah dari ruang interstisil ke ruang intravaskuler karena tekanan osmotik koloid melebihi tekanan hidrostatis.

Penimbunan cairan yang berlebihan di ruang interstisil disebut *Edema*. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya edema adalah:

1. Peningkatan tekanan hidrostatis kapiler (seperti pada gagal jantung kongestif dengan retensi natrium dan air).
2. Penurunan tekanan onkotik plasma (seperti pada sindrom nefrotik atau sirosis hepatis yang mengakibatkan penurunan albumin).
3. Peningkatan permeabilitas kapiler yang mengakibatkan peningkatan tekanan osmotik koloid cairan interstisil (seperti pada keadaan inflamasi atau cedera).
4. Obstruksi limfe atau peningkatan tekanan onkotik interstisil.



Perpindahan Air diantara Cairan Ekstrasel (CES) dan Cairan Intrasel (CIS)

Perpindahan air diantara CES dan CIS ditentukan oleh kekuatan osmotik. Harus diingat bahwa *osmosis* adalah perpindahan air menembus membran semi-permiabel ke arah yang mempunyai konsentrasi partikel tak berdifusinya lebih tinggi.

Natrium klorida pada CES dan Kalium dengan zat-zat organik pada CIS, adalah zat-zat terlarut yang tidak dapat menembus, yang sangat berperan dalam menentukan konsentrasi air pada kedua sisi membran.

Prinsip osmosis dapat diterapkan pada pemberian cairan intravena, yang dapat berupa isotonik, hipertonik atau hipotonik, tergantung pada keadaan konsentrasi partikel, apakah sama, kurang atau melebihi cairan sel tubuh. Pada dasarnya larutan isotonik secara fisiologis isosmotik terhadap plasma dan cairan sel. Osmolalitas plasma normal berkisar 287 mOsmol/kg.

Jika sel-sel darah merah (eritrosit) ditempatkan pada larutan garam isotonik (NaCl 0,9%), mereka tidak akan mengalami perubahan volume. Jika eritrosit ditempatkan pada larutan hipotonik, misalnya NaCl 0,45%, maka eritrosit akan membengkak. Sebaliknya, jika eritrosit ditempatkan ke dalam larutan hipertonik, misalnya NaCl 3%, akan menyebabkan sel mengkerut, karena larutan tersebut hiperosmotik terhadap sel, dimana terjadi difusi air dari eritrosit ke dalam larutan hipertonik.

Prinsip-prinsip ini menyatakan bahwa pemberian larutan intravena yang aman adalah dengan memakai larutan yang paling mendekati isoosmotik dengan cairan tubuh. Misalnya, air suling (osmolalitas = 0) yang diberikan intravena (IV) akan menyebabkan eritrosit membengkak dan hemolisis. Untuk mencegah hal ini, perlu ditambahkan 5% glukosa ke dalam air (D₅W atau Dextrose 5%). D₅W bersifat isotonik dengan cairan tubuh, dan hanya mengakibatkan peningkatan yang sementara osmolalitas plasma sewaktu diinfuskan. Sewaktu memasuki sel dan dimetabolisme, molekul glukosa diambil dari CES. Akhirnya glukosa hanya menghasilkan karbondioksida (CO₂) dan air sebagai hasil metabolisme akhirnya.

3. Pengaturan Faal dari Cairan dan Elektrolit

Sejumlah mekanisme homeostatik bekerja tidak hanya untuk mempertahankan-

an konsentrasi elektrolit dan osmotik cairan tubuh, tetapi juga untuk volume cairan tubuh total. Keseimbangan cairan tubuh dan elektrolit normal adalah akibat dari keseimbangan dinamis antara makanan dan minuman yang masuk dengan keseimbangan yang melibatkan sejumlah besar sistem organ. Yang banyak berperan adalah ginjal, sistem kardiovaskuler, kelenjar hipofise, kelenjar adrenal dan paru-paru.

Keseimbangan cairan secara implisit berhubungan dengan keseimbangan elektrolit. Keseimbangan air dan garam (NaCl) sangat erat kaitannya, mempengaruhi baik osmolalitas maupun volume CES. Elektrolit menentukan tekanan osmotik dan bertanggung jawab terhadap perpindahan cairan tubuh.

Keseimbangan Air dan Pengaturan Osmotik

Pengaturan osmotik diperantarai oleh hipotalamus, hipofise dan tubulus ginjal. Antidiuretik Hormon (ADH) adalah hormon yang disintesis di hipotalamus dan disimpan di hipofise. Hipotalamus juga mempunyai osmoreseptor yang peka terhadap osmolalitas darah dan pusat rasa haus.

Peningkatan osmolalitas plasma merangsang baik rasa haus maupun pelepasan ADH. Rasa haus merangsang pelepasan air dan merangsang ADH untuk mengubah permeabilitas kolektivus ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air. Akibatnya terjadi peningkatan volume air tubuh yang akan memulihkan osmolalitas plasma kembali normal dan terbentuknya urin yang hiperosmotik (pekat) dengan volume yang sedikit. Penurunan osmolalitas plasma mengakibatkan hal yang sebaliknya dimana terjadi penekanan rasa haus dan menghambat pelepasan ADH.

Penurunan volume CES yang cukup besar (5%-10%) baru dapat menimbulkan rasa haus dan pelepasan ADH (Rose, 1989).

Dengan demikian, mekanisme ADH erat hubungannya dengan pengaturan osmotik melalui pengendalian keseimbangan air dan kurang sensitif untuk pengaturan volume. Karena 90% garam natrium (terutama NaCl) berfungsi osmol efektif, maka *hipoosmolalitas* adalah sinonim dari *hiponatremia* dan *hiperosmolalitas* adalah sinonim dari *hipernatremia*.

Osmolalitas plasma dapat diperkirakan dengan mengalikan dua kali nilai natrium serum. Hipernatremia dan hiponatremia menunjukkan kekurangan dan kelebihan air intraseluler, karena CIS dan CES ada dalam keseimbangan osmotik.



Pengaturan Keseimbangan Natrium dan Volume

Mempertahankan volume plasma penting artinya bagi perfusi jaringan. Mekanisme pengaturan keseimbangan volume pertama-tama tergantung pada perubahan volume sirkulasi efektif. Mekanisme pengaturan sekresi natrium oleh ginjal adalah yang paling bertanggung jawab bagi pengaturan volume cairan dalam tubuh, dan sistem renin-angiotensin-aldosteron adalah mekanisme yang paling penting dalam mengatur volume CES.

Penurunan volume sirkulasi dideteksi oleh baroreseptor, yang mengakibatkan sel-sel jukstaglomerular ginjal memproduksi protein (renin). Renin bekerja sebagai enzim yang melepaskan angiotensin I dari protein plasma menjadi angiotensin II pada paru-paru. Angiotensin II merangsang korteks adrenal untuk mensekresi aldosteron. Aldosteron bekerja pada duktus kolektivus ginjal yang mengakibatkan retensi natrium dan air. Selain itu, angiotensin II menyebabkan vasokonstriksi arteriola. Kedua mekanisme ini membantu memulihkan volume sirkulasi.

Penurunan konsentrasi natrium dalam plasma sebanyak 4-5 mEq/liter bisa merangsang pengeluaran aldosteron, tetapi hal ini tidak berperan penting pada orang normal karena konsentrasi natrium dalam plasma relatif konstan akibat efek ADH (Rose, 1989).

Tabel 3. Unsur-unsur elektrolit utama di dalam tubuh.

Elektrolit	Fungsi	Distribusi
Sodium (Natrium atau Na ⁺)	<ul style="list-style-type: none"> Berperan menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit. Berperan dalam potensial aksi 	<ul style="list-style-type: none"> Kira-kira 90% kation ekstrasel. Kadar di dalam darah dikendalikan oleh aldosteron dan ADH

Potassium (Kalium atau K^+)	<ul style="list-style-type: none"> • Berperan didalam fase repolarisasi pada potensial aksi. • Memelihara volume cairan intrasel • Mengatur derajat keasaman (pH). 	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan kation utama cairan intrasel • Kadar dalam darah dikendalikan oleh aldosteron
Calcium (Ca^{2+})	<ul style="list-style-type: none"> • Berperan dalam pembekuan darah. • Pelepasan neurotransmitter • Memelihara tonus otot • Merangsang saraf dan otot. 	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan unsur utama mineral tubuh. • Berada di dalam ekstrasel. • Kadar di dalam darah dikendalikan oleh hormon paratiroid.
Chlorida (Cl^-)	Membantu keseimbangan anion di dalam kompartemen yang berbeda	<ul style="list-style-type: none"> • Merupakan anion ekstrasel. • Mampu berdifusi dengan mudah antara ruang interstisil dan intrasel. • Kadar di dalam tubuh dikendalikan oleh aldosteron, yang berhubungan dengan natrium.
Bikarbonat (HCO_3^-)	<p>Unsur utama H^+ di dalam plasma</p> <p>Membantu memelihara keseimbangan anion dan kation di dalam cairan intrasel dan ekstrasel.</p>	

Pengaturan Kalium pada CES

Aldosteron adalah mekanisme pengendali utama bagi sekresi kalium. Peningkatan aldosteron menyebabkan reabsorpsi natrium dan air dan ekskresi kalium. Sebaliknya penurunan sekresi aldosteron menyebabkan ekskresi natrium dan air dan penyimpanan kalium.

Rangsangan utama bagi sekresi aldosteron adalah penurunan volume sirkulasi atau penurunan kalium serum. Hipervolemia, penurunan kalium serum, atau



peningkatan natrium serum menyebabkan penurunan aldosteron. Ekskresi kalium juga dipengaruhi oleh keadaan asam-basa dan kecepatan aliran di tubulus ginjal.

Pada keadaan alkalosis, ekskresi kalium akan meningkat dan pada keadaan asidosis kalium akan menurun. Pada tubulus distal, ion H^+ dan ion K^+ bersaing untuk diekskresi sebagai pertukaran dengan reabsorpsi Na^+ untuk mempertahankan muatan listrik tubuh yang netral.

Asidosis metabolik akan meningkatkan ekskresi H^+ dan menurunkan ekskresi K^+ . Mekanisme ini menjelaskan mengapa hipokalemia sering disertai dengan alkalosis, dan hiperkalemia disertai asidosis. Kecepatan aliran urin yang tinggi pada tubulus distal mengakibatkan peningkatan ekskresi K^+ total dan kecepatan aliran yang rendah akan menurunkan ekskresi K^+ .



Rangkuman

1. Cairan tubuh adalah air yang berada di dalam tubuh dan solute atau zat terlarut yang terdiri dari elektrolit, seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium, karbonat, klorida, sulfat, fosfat dan bikarbonat dan non-elektrolit seperti glukosa, asam urat, kreatinin dan bilirubin).
2. Elektrolit adalah zat kimia yang menghasilkan partikel-partikel bermuatan listrik yang disebut ion jika berada dalam larutan.
3. Komponen utama cairan tubuh adalah air. Jumlah total air dalam tubuh adalah 60% berat tubuh. Cairan tubuh terdistribusi didalam tiga kompartemen yang dipisahkan satu sama lainya oleh membrane sel, yaitu: kompartemen cairan intrasel dan kompartemen cairan ekstrasel, terdiri dari kompartemen interstisil dan kompartemen ekstraseluler.



Test Formatif

1. Komponen non elektrolit yang terdapat dalam cairan tubuh adalah
 - A. Urat
 - B. Sulfat
 - C. Fosfat
 - D. Bikarbonat
 - E. Nitrat

2. Oliguri adalah suatu keadaan dimana keluaran cairan tubuh sebanyak
 - A. 1500 ml/hr
 - B. < 1500 ml/hr
 - C. < 400 ml/hr
 - D. < 200 ml/hr
 - E. < 50 ml/hr

3. Kehilangan cairan tubuh melalui paru – paru sebesar
 - A. 1500 ml/hr
 - B. 600 ml/hr
 - C. 400 ml/hr
 - D. 200 ml/hr
 - E. 100 ml/hr

4. Perpindahan cairan tubuh melewati membran yang disebabkan perbedaan tekanan Disebut
 - A. Difusi
 - B. Absorpsi
 - C. Osmosis
 - D. Transportasi
 - E. Filtrasi



5. Proses perpindahan cairan dari kapiler ke ruang interstitial disebut
- A. Ultrafiltrasi
 - B. Difusi
 - C. Filtrasi
 - D. Osmosis
 - E. Transportasi

Selamat, Anda telah menyelesaikan materi kegiatan belajar keseimbangan cairan dan elektrolit. Semoga Anda dapat menerapkan materi ini kedalam Asuhan Keperawatan pada pasien dengan gangguan keseimbangan cairan dan elektrolit.



TUJUAN

Pembelajaran Umum

Tujuan Pembelajaran Umum pada kegiatan belajar 4 ini adalah : "Setelah mempelajari sistem reproduksi, anda diharapkan mampu memahami sistem reproduksi".

TUJUAN

Pembelajaran Khusus

Setelah mempelajari sistem reproduksi, anda diharapkan mampu menjelaskan sistem reproduksi wanita serta siklus menstruasi dan sistem reproduksi pria.

Pokok-Pokok Materi yang akan anda pelajari pada kegiatan belajar ini meliputi :

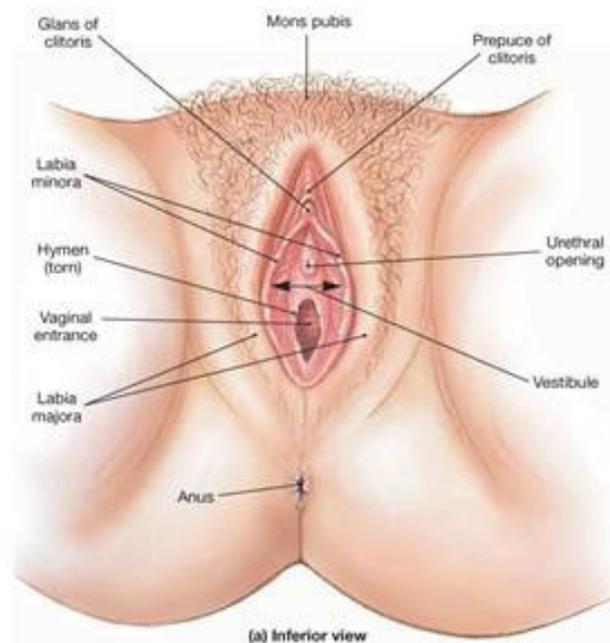
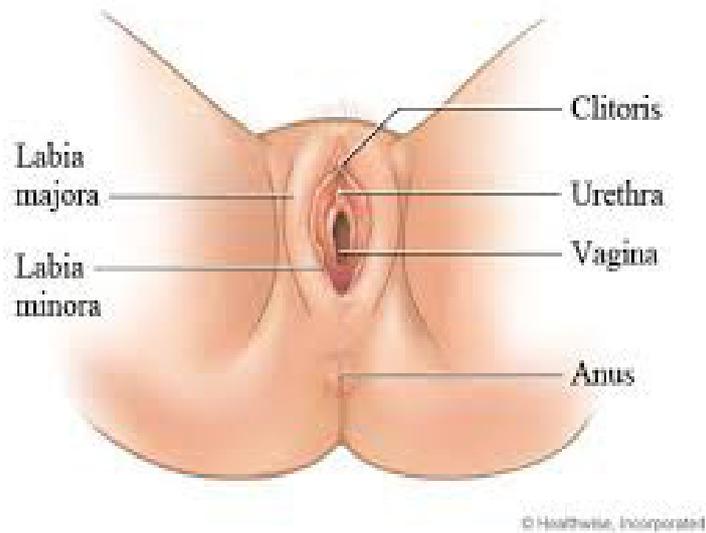
Sistem reproduksi wanita termasuk siklus menstruasi dan Sistem reproduksi pria.

Uraian Materi

A. Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita terdiri dari eksterna dan interna.

gambar 1 alat reproduksi wanita eksterna



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



Vulva terbagi atas sepertiga bagian bawah vagina, klitoris, dan labia. Hanya mons dan labia mayora yang dapat terlihat pada genetalia eksterna wanita. Arteri pudenda interna mengalirkan darah ke vulva. Arteri ini berasal dari arteri iliaka interna bagian posterior, sedangkan aliran limfatik dari vulva mengalir ke nodus inguinalis.

1. Alat genetalia eksterna

Alat genetalia eksterna terdiri dari :

a. Mons veneris/pubis

Bagian yang menonjol berupa tonjolan lemak yang besar terletak di atas simfisis pubis. Area ini mulai ditumbuhi bulu pada masa pubertas.

b. Labia Mayora

Dua lipatan dari kulit diantara kedua paha bagian atas. Labia mayora banyak mengandung urat syaraf. Labia mayora merupakan struktur terbesar genetalia eksterna wanita dan mengelilingi organ lainnya, yang berakhir pada mons pubis.

c. Labia Minora

Berada di sebelah dalam labia mayora. Jadi untuk memeriksa labia minora, harus membuka labia mayora terlebih dahulu.

d. Klitoris

Sebuah jaringan ikat erektil kecil kira-kira sebesar biji kacang hijau yang dapat mengeras dan tegang (erectil) yang mengandung urat saraf, jadi homolog dengan penis dan merupakan organ perangsang seksual pada wanita.

e. Vestibulum

Merupakan rongga yang berada di antara bibir kecil (labia minora), muka belakang dibatasi oleh klitoris dan perineum. Dalam vestibulum terdapat muaramuara dari : liang senggama (*introitus vagina*), urethra, kelenjar bartolini dan kelenjar skene kiri dan kanan.

f. Himen

Lapisan/membran tipis yang menutupi sebagian besar dari liang senggama, ditengahnya berlubang supaya kotoran menstruasi dapat mengalir keluar, letaknya mulut vagina pada bagian ini, bentuknya berbeda-beda ada yang seperti bulan sabit. Konsistensinya ada yang kaku, dan ada yang lunak, lubangnya ada yang seujung jari, ada yang dapat dilalui satu jari. Himen mungkin tetap ada selama pubertas atau saat hubungan seksual pertama kali.

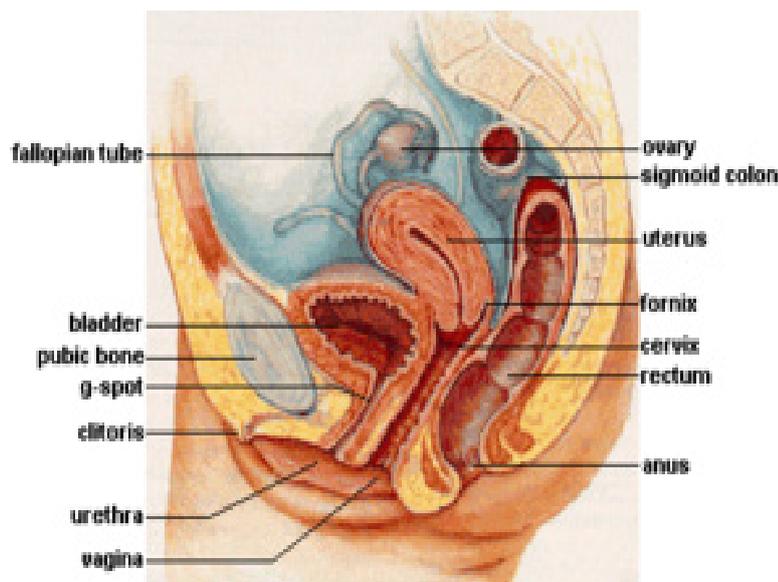
g. Perineum

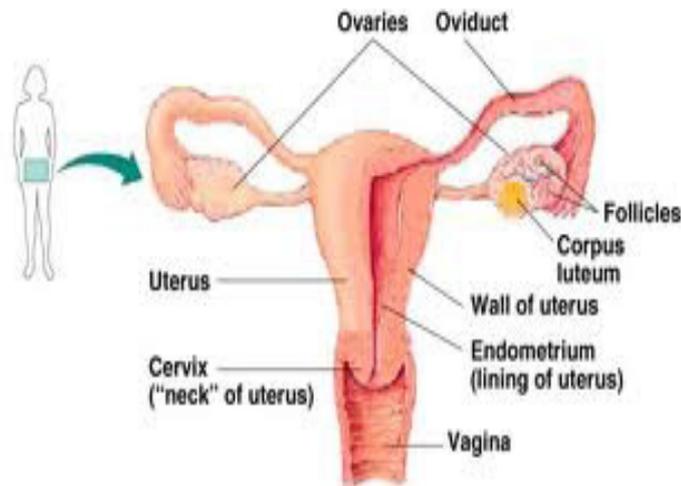
Merupakan bagian terendah dari badan berupa sebuah garis yang menyambung kedua tuberositas iski, daerah depan segitiga kongenital dan bagian belakang segitiga anal, titik tengahnya disebut badan perineum terdiri dari otot fibrus yang kuat di sebelah depan anus. Terletak diantara vulva dan anus, panjangnya lebih kurang 4 cm.

2. Alat genetalia interna

Alat genetalia interna merupakan alat kelamin yang tidak dapat dilihat dari luar, terletak disebelah dalam dan hanya dapat dilihat dengan alat khusus atau dengan pembedahan.

gambar 2 alat genetalia interna





Alat genetalia interna terdiri dari :

a. **Vagina**

Vagina adalah liang atau saluran yang menghubungkan vulva dan rahim, terletak diantara kandung kencing dan rectum. Dinding depan vagina panjangnya 7-9 cm dan dinding belakang 9-11 cm. Dinding vagina berlipat-lipat yang berjalan sirkuler dan disebut rugae, sedangkan ditengahnya ada bagian yang lebih keras disebut kolumna rugarum. Dinding vagina terdiri dari 3 lapisan yaitu : lapisan mukosa yang merupakan kulit, lapisan otot dan lapisan jaringan ikat. Berbatasan dengan serviks membentuk ruangan lengkung, antara lain fornix lateral kanan kiri, fornix anterior dan posterior. Bagian dari serviks yang menonjol ke dalam vagina disebut portio. Suplai darah vagina diperoleh dari arteria uterina, arteria vesikalis inferior, arteria hemoroidalis mediana dan arteria pudendus interna.

Fungsi penting vagina adalah :

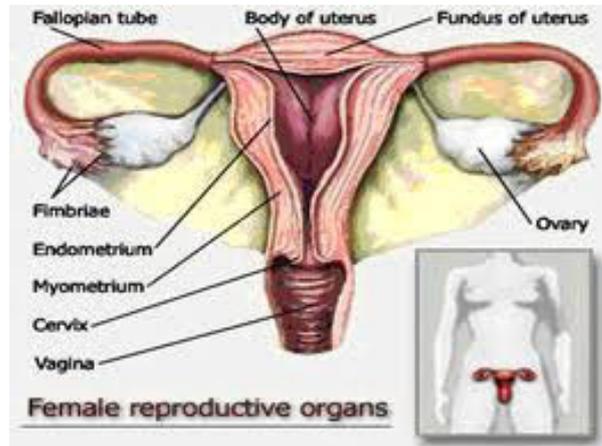
- 1) Saluran keluar untuk mengalirkan darah haid dan sekret lain dari rahim
- 2) Alat untuk bersenggama
- 3) Jalan lahir pada waktu bersalin

b. **Uterus**

Uterus adalah suatu struktur otot yang cukup kuat, bagian luarnya ditutupi oleh peritoneum, sedangkan rongga dalamnya dilapisi oleh mukosa rahim.

Dalam keadaan tidak hamil, rahim terletak dalam rongga panggul kecil diantara kandung kencing dan rektum. Bentuknya seperti bola lampu yang gepeng atau buah alpukat.

gambar 3 uterus



Uterus terdiri dari 3 bagian yaitu :

- 1) Badan rahim (korpus uteri) berbentuk segitiga
- 2) Leher rahim (serviks uteri) berbentuk silinder
- 3) Rongga rahim (kavum uteri)

Bagian rahim antara kedua pangkal tuba disebut fundus uteri, merupakan bagian proksimal rahim. Besarnya rahim berbeda-beda, tergantung pada usia dan pernah melahirkan anak atau belum. Ukurannya kira-kira sebesar telur ayam kampung. Pada nulipara ukurannya 5,5-8 cm x 3,4-4 cm x 2-2,5 cm, multipara 9-9,5 cm x 5,5-6 cm x 3-3,5 cm. Beratnya 40-50 gram pada nulipara dan 60-70 gram pada multipara. Serviks uteri terbagi 2 bagian yaitu pars supravaginal dan pars vaginal (portio) saluran yang menghubungkan orifisium uteri interna (oui) dan orifisium uteri eksterna (oue) disebut kanalis servikalis. Bagian rahim antara serviks dan korpus disebut isthmus atau segmen bawah rahim (SBR), bagian ini penting dalam kehamilan dan persalinan karena akan mengalami peregangan.

Dinding rahim terdiri dari 3 lapisan yaitu :

- 1) lapisan serosa (lapisan peritoneum), di luar
- 2) lapisan otot (lapisan miometrium), di tengah
- 3) lapisan mukosa (endometrium), di dalam



Dalam siklus menstruasi yang selalu berubah adalah endometrium.

Sikap dan letak uterus dalam rongga panggul terfiksasi dengan baik karena disokong dan dipertahankan oleh :

- 1) Tonus rahim sendiri
- 2) Tekanan intra abdominal
- 3) Otot-otot dasar panggul
- 4) Ligamentum-ligamentum

Ligamentum-ligamentum uterus antara lain :

- 1) Ligamentum Latum

Terletak di kanan kiri uterus meluas sampai dinding rongga panggul dan dasar panggul, seolah-olah menggantung pada tuba. Ruang antar kedua lembar dari lipatan ini terisi oleh jaringan yang longgar disebut parametrium dimana berjalan arteria, vena uterina pembuluh limpa dan ureter.

- 2) Ligamentum Rotundum (Ligamentum Teres Uteri)

Terdapat pada bagian atas lateral dari uterus, kaudal dari insersi tuba, kedua ligamen ini melalui kanalis inguinalis ke bagian kranial labium mayus. Terdiri dari jaringan otot polos dan jaringan ikat ligamen. Ligamen ini menahan uterus dalam antefleksi. Pada saat hamil mengalami hypertrophi dan dapat diraba dengan pemeriksaan luar.

- 3) Ligamentum Infundibulo Pelvikum (Ligamen suspensorium)

Ada 2 buah kiri kanan dari infundibulum dan ovarium, ligamen ini menggantung uterus pada dinding panggul. Antara sudut tuba dan ovarium terdapat ligamentum ovarii propium.

- 4) Ligamentum Kardinale (lateral pelvic ligament/Mackenrodt's ligament)

Terdapat di kiri kanan dari serviks setinggi ostium internum ke dinding panggul. Ligamen ini membantu mempertahankan uterus tetap pada posisi tengah (menghalangi pergerakan ke kanan ke kiri) dan mencegah prolaps.

- 5) Ligamentum Sakro Uterinum

Terdapat di kiri kanan dari serviks sebelah belakang ke sakrum mengelilingi

rektum.

6) Ligamentum Vesiko Uterinum

Dari uterus ke kandung kencing

Letak Uterus adalah :

1) Ante dan retrofleksio uteri

Sumbu serviks dan sumbu korpus uteri membentuk sudut, jika membuka ke depan disebut : antefleksio, jika membuka ke belakang disebut : retrofleksio.

2) Ante dan retroversio uteri

Sumbu vagina dan uterus membentuk sudut, jika membuka ke depan disebut : ante versio, jika membuka ke belakang disebut : retro versio.

3) Positio

Uterus tidak terletak pada sumbu panggul, bisa lebih ke kiri (sinistro), ke kanan (dextro), ke depan (antero) dan bisa lebih ke belakang (dorso positio).

4) Torsio

Letak uterus biasanya agak berputar

Pembuluh darah uterus :

1) Arteri uterina

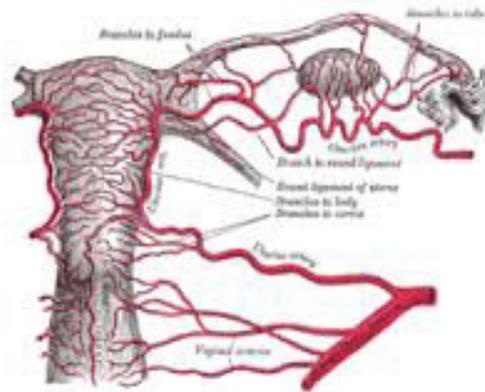
Berasal dari arteria hypogastrica yang melalui ligamentum latum menuju ke sisi uterus kira-kira setinggi OUI dan memberi darah pada uterus dan bagian atas vagina dan mengadakan anastomose dengan arteria ovarica.

2) Arteri ovarica

Berasal dari aorta masuk ke ligamen latum melalui ligamen infundibulo pelvicum dan memberi darah pada ovarium, tuba dan fundus uteri.

Darah dari uterus dialirkan melalui vena uterina dan vena ovarica yang sejalan dengan arterinya hanya vena ovarica kiri tidak masuk langsung ke dalam vena cava inferior, tetapi melalui vena renalis sinistra.

gambar 5 arteri uterina dan arteri ovarica



Kontraksi dinding uterus adalah autonom, uterus dipengaruhi serat-serat saraf sympathis maupun parasympatis yang menuju ke ganglion cervicale dari Frankenhauser yang terletak dipangkal ligamen sacro uterinum.

Fungsi utama uterus :

- 1) Setiap bulan berfungsi dalam pengeluaran darah haid dengan adanya perubahan dan pelepasan dari endometrium
- 2) Tempat janin tumbuh dan berkembang
- 3) Tempat melekatnya plasenta
- 4) Pada kehamilan, persalinan dan nifas mengadakan kontraksi untuk lancarnya persalinan dan kembalinya uterus pada saat involusi.

c. Tuba Falopii (saluran telur)

Tuba ini terdapat pada tepi atas lig. Latum, berjalan ke arah lateral, mulai dari korneu uteri kanan kiri. Panjangnya 12 cm, diameter 3-8 cm.

Tuba ini dibagi 4 bagian :

- 1) Pars interstitialis (intramuralis)

Bagian tuba yang berjalan dalam dinding uterus mulai dari ostium tuba.

- 2) Pars ismika

Bagian tuba setelah keluar dari dinding uterus, merupakan bagian tuba yang lurus dan sempit.

3) Pars ampullaris

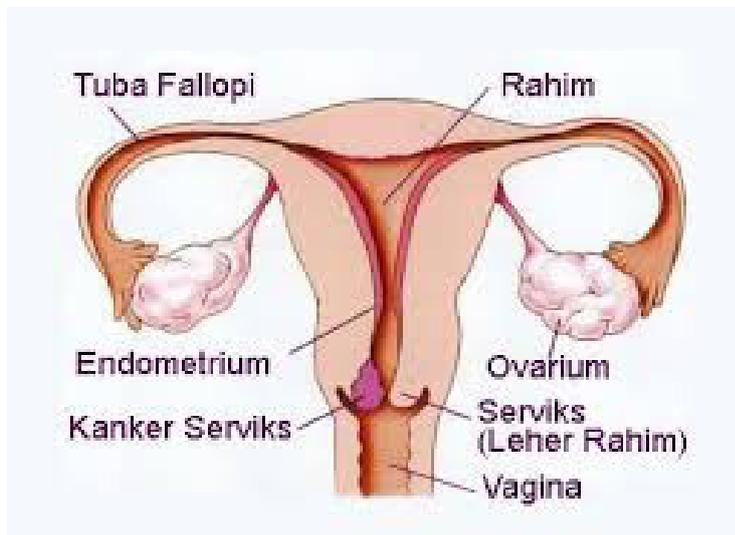
Bagian tuba antara pars isthmica dan infundibulum merupakan bagian tuba yang paling lebar dan berbentuk S, disini biasanya terjadi konsepsi.

4) Infundibulum

Merupakan ujung dari tuba dengan umbai-umbai yang disebut fimbriae, lubangny disebut ostium abdominale tuba.

Fungsi tuba yaitu untuk menangkap, membawa ovum yang dilepas ovarium ke jurusan cavum uteri, serta tempat terjadinya konsepsi.

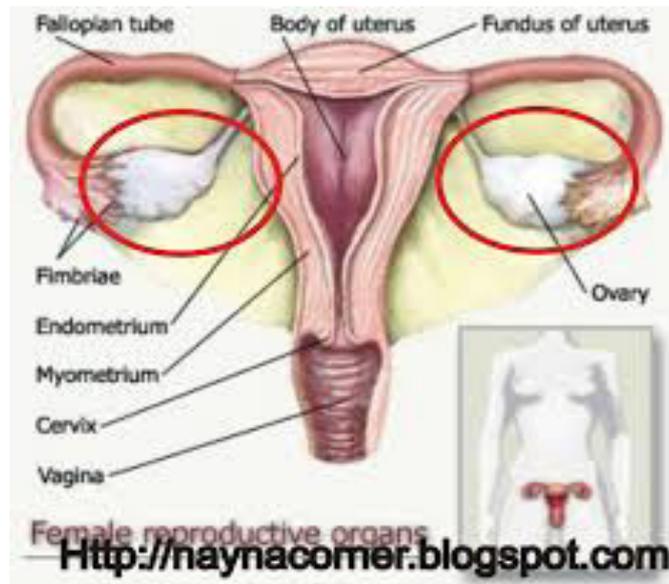
gambar 6 tuba falopii



d. Ovarium (indung telur)

Ovarium ada 2, kanan dan kiri, dihubungkan dengan uterus oleh ligamen ovarii propium dan dihubungkan dengan dinding panggul dengan perantara ligamen infundibulo pelvicum, disini terdapat pembuluh darah untuk ovarium. Ukuran ovarium: 2,5-5 cm x 1,5-3 cm x 0,9-1,5 cm dan beratnya 4-5 gram. Terletak pada dinding lateral panggul dalam sebuah lekuk yang disebut fossa ovarica Waldeyeri. Ovarium terdiri dari bagian luar (korteks) dan bagian dalam (medulla). Pada korteks terdapat folikel-folikel primordial kira-kira 100.000 setiap bulan satu folikel akan matang dan keluar, kadang keluar 2 sekaligus secara bersamaan, folikel primer ini akan menjadi folikel de graaf. Pada medulla terdapat pembuluh darah, urat saraf, dan pembuluh lymphatic.

gambar 7 ovarium



Fungsi ovarium adalah:

- 1) Mengeluarkan hormon estrogen dan progesterone,
- 2) Mengeluarkan telur setiap bulan.

e. Parametium

Jaringan ikat yang terdapat diantara kedua lembar ligamentum latum disebut parametrium. Parametrium ini dibatasi oleh :

- 1) Bagian atas terdapat tuba falopii dengan mesosalphing
- 2) Bagian depan mengandung ligamentum teres uteri
- 3) Bagian kaudal berhubungan dengan mesometrium
- 4) Bagian belakang terdapat ligamentum ovarii propium

Ke samping berjalan ligamentum suspensorium ovarii. Pada parametrium ini terdapat uretra kanan dan kiri dan pembuluh darah arteria uterina.

Pertumbuhan alat genitalia wanita berasal dari duktus Muller (tuba falopii, uterus, vagian bagian atas) dan kloaka (vagina bagian bawah, hymen, kandung kemih, anus).

Anda selesai belajar anatomi genetalia wanita interna dan eksterna, mari kita lanjutkan dengan siklus hormonal pada wanita

1. Siklus Hormonal

Pada seorang wanita tumbuh dan berkembangnya alat reproduksi sangat dipengaruhi oleh hormon-hormon yang dihasilkan oleh glandula hypophyse dan ovarium.

Hypophyse anterior menghasilkan 3 hormon yaitu :

a. FSH (Folikel Stimulating Hormon)

FSH dalam jumlah besar ditemukan di urine wanita menopause, pada gadis umur 11 th dan jumlah terus bertambah sampai dengan dewasa. FSH dibentuk oleh sel b (*Basophil*) dari lobus anterior Hypophise. Pembentukan FSH ini akan berkurang pada pembentukan atau pemberian estrogen dalam jumlah cukup, kehamilan. Pengaruh FSH yaitu dapat menimbulkan beberapa folikel primordial yang dapat berkembang dalam ovarium menjadi folikel de graaf yang membuat estrogen (yang menimbulkan proliferasi pada endometrium).

b. LH (Luteinizing Hormon)

Banyak ditemukan pada wanita menopause. LH bekerjasama dengan FSH menyebabkan terjadinya sekresi estrogen dari folikel de graaf, juga menyebabkan penimbunan substansi dari progesteron dalam sel granulosa. Bila estrogen dibentuk dalam jumlah cukup besar, maka akan menyebabkan pengurangan FSH. Sedang produksi LH bertambah sehingga tercapai suatu rasio produksi FSH & LH yang dapat merangsang terjadinya ovulasi. Corpus luteum berkembang dibawah pengaruh LH dan memproduksi estrogen & progesteron (menyebabkan kelenjar-kelenjarnya berlekuku-leku dan bersekresi)

c. Prolaktin (LTH= Luteo Tropic Hormon)

Ditemukan pada wanita yang mengalami menstruasi, terbanyak pada urine wanita hamil, laktasi dan post menopause. Dibentuk oleh sel Alpha (*acidophil*) dari lobus anterior hypophise. Fungsi hormon ini ialah untuk memulai dan mempertahankan produksi progesteron dari corpus luteum. Hormon ini keluarnya juga diatur dan dirangsang oleh pusat hypothalamus yang menghasilkan gonadotropine releasing faktor dan prolactin inhibitory hormon (PIH) yang menghambat produksi prolactin.



Hormon-hormon dari ovarium :

a. Estrogen

Terdiri dari beberapa campuran yaitu oestriol, oestradiol, oestron. Diproduksi dibawah pengaruh FSH, menjelang granula sel-sel theca (interna) memperbanyak jumlahnya sampai proses kemunduran dari corpus luteum. Estrogen menimbulkan proliferasi dari endometrium, pengaruhnya juga lebih luas karena menyebabkan timbulnya tanda kelamin sekunder seperti tumbuhnya buah dada, rambut kemaluan, rambut pada ketiak serta menambah kontraktilitas uterus. Hormon ini digunakan untuk mengatur haid, untuk pengobatan menopause, ada kalanya untuk memulai persalinan misalnya kalau janin mati dalam kandungan, serotinus. Estrogen ini juga berpengaruh pada produksi dari sekresi struktur epitel vagina, mendorong pertumbuhan dari basil doderlein (untuk keasaman vagina)

b. Progesteron

Dibentuk oleh corpus luteum setelah terjadi ovulasi dan plasenta. Seperti estrogen, progesteron dapat diisolir kecuali dari plasenta, juga dari glandula supra renalis dan darah vena ovarica. Kadar pregnandiol (metabolit dari progesteron dalam urine). Yang tertinggi dijumpai hari ke 20 & 21 setelah menstruasi dan berkurang sampai 2 hari sebelum menstruasi. Pengaruh dari hormon ini terutama pada alat-alat reproduksi terutama uterus dan mammae.

Pengaruh terhadap uterus :

- 1) Endometrium akan bersekresi kelenjarnya, semakin panjang berkelok-kelok seperti cork screw, sehingga tebal, oedematus, lembut mudah untuk nidasi. Dalam fase ini endometrium terdapat timbunan glikogen à untuk makanan telur dan mempertahankan kehamilan.
- 2) Pengaruh terhadap dinding uterus: mengurangi kontraksi dinding uterus dan mengurangi pengaruh oksitosin.
- 3) Pengaruh terhadap mammae menyebabkan pertumbuhan dari sel-sel acini dan lobuli glandula mammae, seperti yang dijumpai pada fase post ovulatoir selama kehamilan.

c. Relaxin

Hormon ini maksimum jumlahnya pada 38-42 minggu kehamilan, relaxin ini berpengaruh pada pengenduran panggul, kelembutan serviks, mendorong uterus untuk berkontraksi.

2. Fisiologi Sistem Reproduksi Perempuan

Fisiologi alat reproduksi wanita merupakan sistem yang kompleks. Pada saat pubertas umur sekitar 13-16 th, dimulai pertumbuhan folikel primordial ovarium yang mengeluarkan hormon estrogen dan akhirnya terjadi pengeluaran darah menstruasi pertama yang disebut menarche. Pada usia 17-18 th menstruasi sudah teratur dengan interval 28-30 hari yang berlangsung \pm 2-3 hari disertai dengan ovulasi, sebagai pertanda kematangan alat reproduksi wanita. Sejak saat itu wanita memasuki masa reproduksi aktif sampai mencapai mati haid pada umur \pm 50 th.

Kejadian menarche dan menstruasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang mempunyai sistem tersendiri, yaitu :

a. Sistem susunan saraf pusat

Semakin dewasa umur wanita semakin besar pengaruh rangsangan dan emosi terhadap hypothalamus, sehingga mengeluarkan sekret (cairan) neurohormonal menuju hypofisis melalui sistem portal, serta mempengaruhi lobus anterior hypofisis.

b. Sistem hormonal : *aksis hypothalamo-hypofisis-ovarial*.

Hambatan rangsangan panca indera menuju hypothalamus melalui nukleus Amygdale (inhibitor pubertas) dan rangsang emosi secara langsung pada hypothalamus makin lama makin berkurang, sehingga mengeluarkan sekret (cairan) neurohormonal menuju hypofisis melalui sistem portal, serta mempengaruhi lobus hypofisis guna mengeluarkan : hypofisis gonadotropin dalam bentuk FSH dan LH untuk selanjutnya mempengaruhi ovarium.

Untuk dapat saling mempengaruhi maka sistem hypothalamus, hypofisis, dan ovarium merupakan satu kesatuan. Hypofisis dianggap sebagai *mother of gland* yang mampu memberikan rangsangan pada kelenjar dalam tubuh seperti kelenjar thyroid, suprarenal, paratyroid dan pancreas. Semua kelenjar tsb bersama-sama dapat menumbuhkan perkembangan tubuh wanita menjadi dewasa.

c. Perubahan yang terjadi pada ovarium.

Dalam siklus reproduksi aktif sebanyak 400 buah folikel yang akan mengalami perubahan dan sebagian besar mengalami obliterasi menjadi korpus al-



bikantes. Rangsang gonadotropin hypofisis FSH menyebabkan sel granulosa yang berada disekitar flikel primordial berkembang.

Pertumbuhan sel granulosa demikian rupa sehingga bagian dalamnya membentuk rongga yang berisi cairan *liquor folliculi* yang mengandung hormon estrogen. Ovum terdesak ke tepi dan disangga ke dinding folikel oleh cumulus oophorus. Ovum dipisahkan dengan sel granulosa oleh zona pelusida.

Pertumbuhan dan perkembangan folikel primordial yang semakin besar membentuk folikel de graaf yang dindingnya menuju dinding ovarium. Pada puncak pertumbuhan folikel de graaf, permukaannya mengalami nekrobiosis dan devaskularisasi, sehingga tipis dan bebas dari jaringan ikat dan pembuluh darah. Pengaruh tekanan liquor folikuli dan LH yang makin meningkat dan berfluktuasi, terjadilah "ovulasi" yaitu pelepasan ovum ke dalam tuba fallopii.

Proses penangkapan ovum disebut *ovum pick up mechanism*. Ovum melanjutkan perjalanan menuju uterus karena semprotan cairan folikuli, peristaltik tuba, dan aliran gerakan cairan tuba karena gerakan silianya. Setelah terjadi proses ovulasi folikel de graaf menjadi korpus rubrum dan selanjutnya korpus luteum.

d. Perubahan yang terjadi pada uterus sebagai organ akhir.

Uterus dengan lapisan endometriumpnya merupakan organ akhir proses siklus menstruasi, dimana hormon estrogen dan progesteron mempengaruhi pertumbuhannya. Selama pertumbuhan dan perkembangan, folikel primordial mengeluarkan hormon estrogen yang mempengaruhi endometrium ke dalam proses proliferasi sejak akhir menstruasi sampai terjadi ovulasi.

Korpus rubrum yang segera menjadi korpus luteum mengeluarkan hormon estrogen dan progesteron yang makin lama makin tinggi kadarnya. Umur korpus luteum sekitar 8 hari dan selanjutnya akan mengalami regresi sehingga pengeluaran hormon semakin berkurang dan berhenti, yang berakibat vasokonstriksi pembuluh darah dan segera diikuti vasodilatasi. Situasi demikian menyebabkan pelepasan lapisan endometrium dalam bentuk serpihan dan perdarahannya disebut menstruasi.

Menstruasi terjadi dalam 4 fase :

a. Stadium menstruasi/desquamasi

Berlangsung sekitar 3-5 hari. Lapisan stratum kompakta dan spongiosa dilepaskan. Tertinggal lapisan stratum basalis 0,5 mm. Jumlah perdarahan sekitar 50 cc, tanpa terjadi bekuan darah karena mengandung banyak fermen. Bila terdapat gumpalan darah, menunjukkan perdarahan menstruasi banyak.

b. Stadium regenerasi/post menstrum

Stadium ini dimulai pada hari ke-4 menstruasi, dimana luka bekas desquamasi endometrium tertutup kembali oleh epitel selaput lendir endometrium, tebalnya \pm 0,5 mm. sel basalis mulai berkembang, mengalami mitosis dan kelenjar endometrium mulai tumbuh kembali.

c. Stadium proliferasi/inter menstrum

Stadium ini lapisan endometrium pertumbuhan kelenjarnya lebih cepat dari jaringan ikatnya sehingga berkelok-kelok. Lapisan atasnya tempat saluran kelenjar tampaknya lebih kompak disebut stratum kompakta. Sedang lapisan yang mengandung kelenjar yang berkelok menjadi lebih longgar disebut stratum spongiosa. Stadium ini berlangsung sejak hari ke-5 sampai 14, dan tebal endometrium 3,5 cm.

d. Stadium pramenstruasi/sekresi

Stadium ini endometrium dipengaruhi oleh hormon estrogen dan sejak saat ovulasi korpus luteum mengeluarkan hormon estrogen dan progesteron yang mempengaruhi endometrium ke dalam fase sekresi. Tebal endometrium tetap, hanya kelenjarnya berkelok-kelok dan mengeluarkan sekret. Disamping itu sel endometrium mengandung banyak glikogen, kapur, protein, air dan mineral sehingga siap untuk menerima implantasi dan memberikan nutrisi pada zygote. Berlangsung sejak hari ke-14 sampai 28.

3. Ovulasi (pengeluaran sel telur)

Ovulasi biasanya terjadi kira-kira 14 hari sebelum menstruasi yang akan datang, dengan kata lain, diantara dua haid yang berurutan, indung telur akan mengeluarkan ovum, setiap kali satu dari ovarium kanan dan lain kali dari ovarium kiri. Setelah ovulasi sel-sel granulosa dari dinding folikel mengalami perubahan dan mengandung zat warna yang kuning disebut lutein sehingga folikel yang berubah



menjadi butir telur yang kuning disebut korpus luteum yang mengeluarkan hormon estrogen dan progesteron. Bila terjadi konsepsi korpus luteum menjadi korpus luteum graviditatum dan bila tak ada konsepsi menjadi korpus luteum menstruationum.

a. Korpus luteum menstruationum

Masa hidup \pm 8 hari, setelah itu terjadi degenerasi dan menjadi korpus albicans yang berwarna putih. Dengan terbentuknya korpus albicans maka pembentukan hormon estrogen dan progesteron mulai berkurang malahan berhenti sama sekali. Hal ini mengakibatkan ischemia dan necrose endometrium yang kemudian disusul dengan menstruasi.

b. Korpus luteum graviditatum

Bila terjadi konsepsi, sel telur yang telah dibuahi tersebut berjalan ke kavum uteri dan sesampainya di dalam kavum uteri menenemkan diri di dalam endometrium atau nidasi. Sel telur yang telah dibuahi (zygot) mengeluarkan hormon-hormon sehingga korpus albicans tetap tumbuh menjadi lebih besar dan disebut korpus luteum graviditatum yang tetap hidup sampai bulan ke-4 kehamilan, setelah itu faalnya digantikan oleh plasenta. Karena korpus luteum tidak mati, maka progesteron dan estrogen terus terbentuk, dengan demikian endometrium tidak nekrosis tetapi malah tumbuh menjadi tebal dan berubah menjadi decidua. Hal inilah yang menyebabkan seorang wanita tidak haid selama kehamilan berlangsung.

4. Siklus Menstruasi

Menstruasi atau haid atau datang bulan adalah perubahan fisiologis dalam tubuh wanita yang terjadi secara berkala dan dipengaruhi oleh hormon reproduksi baik FSH-Estrogen atau LH-Progesteron. Periode ini penting dalam hal reproduksi. Pada manusia, hal ini biasanya terjadi setiap bulan antara usia remaja sampai menopause. Pada wanita siklus menstruasi rata-rata terjadi sekitar 28 hari, walaupun hal ini berlaku umum, tetapi tidak semua wanita memiliki siklus menstruasi yang sama, kadang-kadang siklus terjadi setiap 21 hari hingga 30 hari. Biasanya, menstruasi rata-rata terjadi 5 hari, kadang-kadang menstruasi juga dapat terjadi sekitar 2 hari sampai 7 hari. Umumnya darah yang hilang akibat menstruasi adalah 10mL hingga 80mL per hari tetapi biasanya dengan rata-rata 35mL per harinya.

Biasanya pada saat menstruasi wanita memakai pembalut untuk menampung

darah yang keluar saat beraktivitas terutama saat tidur agar bokong dan celana tidak basah dan tetap nyaman. Pembalut harus diganti minimal dua kali sehari untuk mencegah agar tidak terjadi infeksi pada vagina atau gangguan-gangguan lainnya. Gunakanlah pembalut yang anti-bakteri dan mempunyai siklus udara yang lancar.

5. Proses Terjadinya Menstruasi

Umumnya siklus menstruasi terjadi secara periodik setiap 28 hari (ada pula setiap 21 hari dan 30 hari) yaitu sebagai berikut : Pada hari 1 sampai hari ke-14 terjadi pertumbuhan dan perkembangan folikel primer yang dirangsang oleh hormon FSH. Pada saat tersebut sel oosit primer akan membelah dan menghasilkan ovum yang haploid. Saat folikel berkembang menjadi folikel de Graaf yang masak, folikel ini juga menghasilkan hormon estrogen yang merangsang keluarnya LH dari hipofisis. Estrogen yang keluar berfungsi merangsang perbaikan dinding uterus yaitu endometrium yang habis terkelupas waktu menstruasi, selain itu estrogen menghambat pembentukan FSH dan memerintahkan hipofisis menghasilkan LH yang berfungsi merangsang folikel de Graaf yang masak untuk mengadakan ovulasi yang terjadi pada hari ke-14, waktu di sekitar terjadinya ovulasi disebut fase estrus.

Selain itu, LH merangsang folikel yang telah kosong untuk berubah menjadi badan kuning (*Corpus Luteum*). Badan kuning menghasilkan hormon progesteron yang berfungsi mempertebal lapisan endometrium yang kaya dengan pembuluh darah untuk mempersiapkan datangnya embrio. Periode ini disebut fase luteal, selain itu progesteron juga berfungsi menghambat pembentukan FSH dan LH, akibatnya korpus luteum mengecil dan menghilang, pembentukan progesteron berhenti sehingga pemberian nutrisi kepada endometrium terhenti, endometrium menjadi mengering dan selanjutnya akan terkelupas dan terjadilah perdarahan (menstruasi) pada hari ke-28. Fase ini disebut fase perdarahan atau fase menstruasi. Oleh karena tidak ada progesteron, maka FSH mulai terbentuk lagi dan terjadilah proses oogenesis kembali.

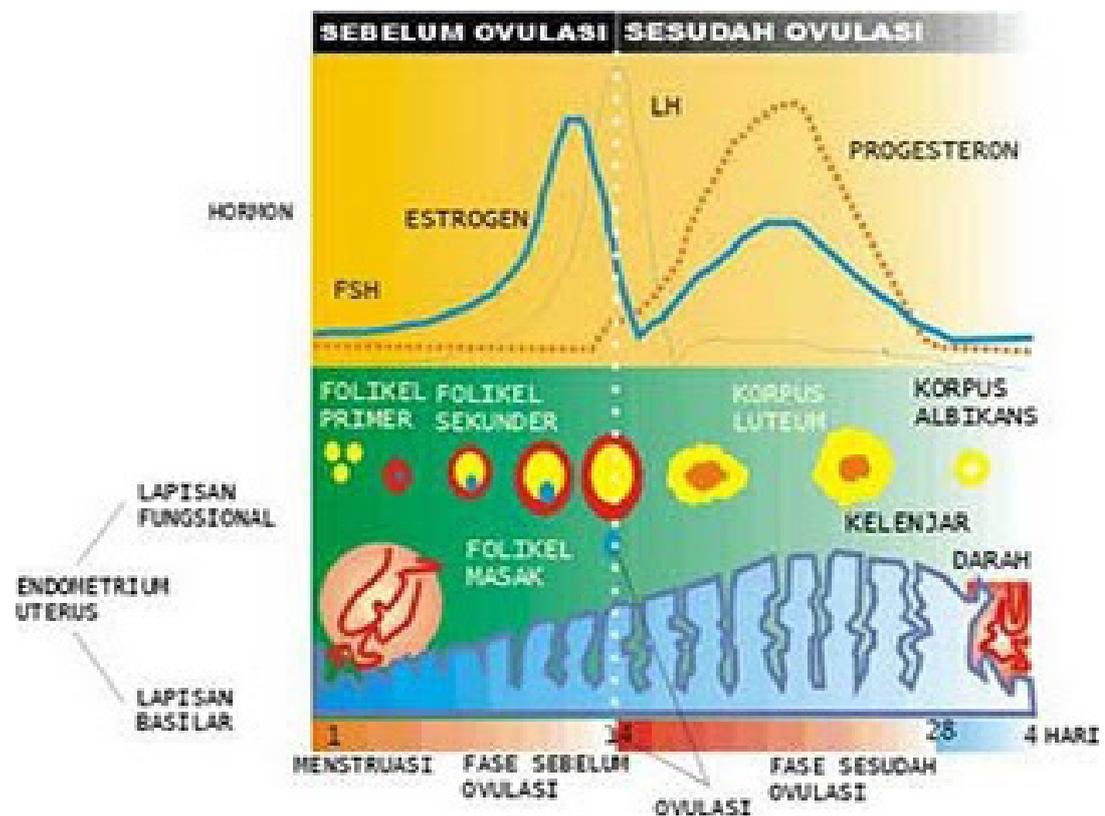
Siklus menstruasi ini melibatkan kompleks hipotalamus-hipofisis-ovarium.

Sistem hormonal yang mempengaruhi siklus menstruasi adalah:

- a. FSH-RH (*follicle stimulating hormone releasing hormone*) yang dikeluarkan hipotalamus untuk merangsang hipofisis mengeluarkan FSH

- b. LH-RH (*luteinizing hormone releasing hormone*) yang dikeluarkan hipotalamus untuk merangsang hipofisis mengeluarkan LH
- c. PIH (*prolactine inhibiting hormone*) yang menghambat hipofisis untuk mengeluarkan prolaktin

gambar 8 siklus menstruasi



Pada tiap siklus dikenal 3 masa utama yaitu:

- a. Masa menstruasi

Masa menstruasi berlangsung selama 2-8 hari. Pada saat itu endometrium (selaput rahim) dilepaskan sehingga timbul perdarahan dan hormon-hormon ovarium berada dalam kadar paling rendah

- b. Masa proliferasi

Masa proliferasi dari berhenti darah menstruasi sampai hari ke-14. Setelah menstruasi berakhir, dimulailah fase proliferasi dimana terjadi pertumbuhan dari desidua fungsionalis untuk mempersiapkan rahim untuk perlekatan janin. Pada fase ini endometrium tumbuh kembali. Antara hari ke-12 sampai 14 dapat terjadi pelepasan sel telur dari indung telur (disebut ovulasi)



c. Masa sekresi

Masa sekresi adalah masa sesudah terjadinya ovulasi. Hormon progesteron dikeluarkan dan mempengaruhi pertumbuhan endometrium untuk membuat kondisi rahim siap untuk implantasi (perlekatan janin ke rahim)

6. Masa Subur

Masa subur adalah masa dimana akan terjadi kehamilan pada saat fertilisasi. Pada masa itulah, sel telur yang dihasilkan berada dalam keadaan siap untuk dibuahi.

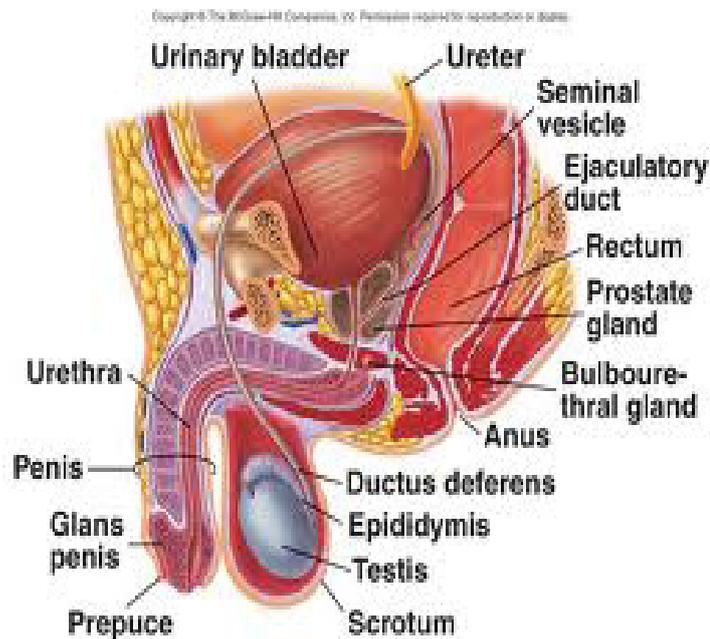
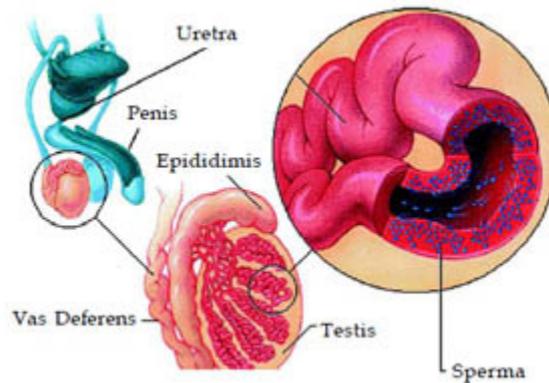
Berikutnya akan dibahas anatomi sistem reproduksi laki-laki

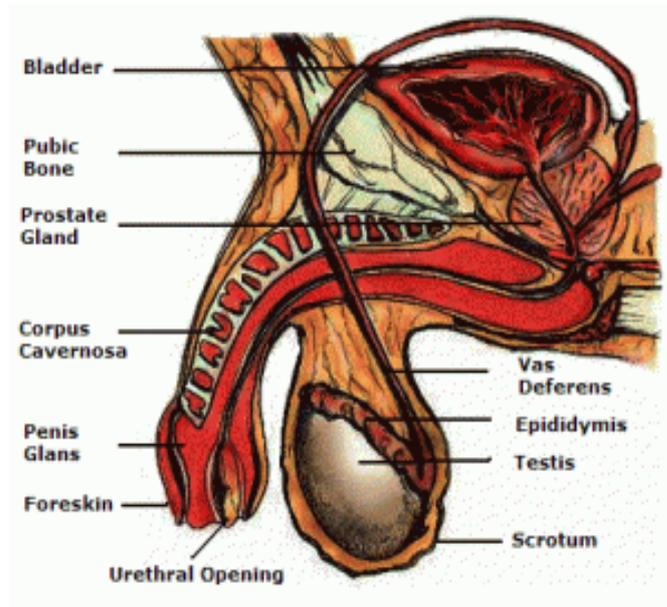
B. Sistem Reproduksi Laki-laki

1. Anatomi Sistem Reproduksi Laki-laki

Anatomi sistem reproduksi laki-laki yaitu testis, epididimis, scrotum, vas deferens, vesika seminalis, kelenjar prostat dan penis.

Gambar 9 anatomi sistem reproduksi laki-laki





a. Testis

Testis berfungsi sebagai penghasil sperma. Proses pembentukan sperma disebut spermatogenesis. Testis berjumlah sepasang dan terletak pada kantong yang disebut skrotum.

Testis merupakan sepasang struktur berbentuk oval, agak gepeng dengan panjang sekitar 4 cm dan diameter sekitar 2,5 cm. Testis berada didalam skrotum bersama epididimis yaitu kantung ekstra abdomen tepat dibawah penis. Dinding pada rongga yang memisahkan testis dengan epididimis disebut tunika vaginalis. Tunika vaginalis dibentuk dari peritoneum intra abdomen yang bermigrasi ke dalam skrotum primitive selama perkembangan genetalia interna pria, setelah migrasi ke dalam skrotum, saluran tempat turunnya testis (*prosesus vaginalis*) akan menutup.

b. Epididimis

Merupakan suatu struktur berbentuk koma yang menahan batas posterolateral testis. Epididimis dibentuk oleh saluran yang berlekuk-lekuk secara tidak teratur yang disebut duktus epididimis. Panjang duktus epididimis sekitar 600 cm. Duktus ini berawal dari puncak testis (kepala epididimis) dan berjalan berkeluk-keluk, kemudian berakhir pada ekor epididimis yang kemudian menjadi vas deferens. Epididimis merupakan tempat terjadinya maturasi akhir sperma. Epididimis merupakan saluran yang berkelak-kelok, tempat pematangan dan penyimpanan sementara sperma. Dari epididimis, sperma mengalir menuju penis melalui vas



deferens dan uretra.

c. Scrotum

Skrotum pada dasarnya merupakan kantung kulit khusus yang melindungi testis dan epididimis dari cedera fisik dan merupakan pengatur suhu testis. Spermatozoa sangat sensitive terhadap suhu karena testis dan epididimis berada di luar rongga tubuh, suhu di dalam testis biasanya lebih rendah daripada suhu di dalam abdomen.

d. Vas deferens

Vas deferens merupakan lanjutan langsung dari epididimis. Panjangnya 45 cm yang berawal dari ujung bawah epididimis, naik disepanjang aspek posterior testis dalam bentuk gulungan-gulungan bebas, kemudian meninggalkan bagian belakang testis, duktus ini melewati korda spermatika menuju abdomen.

e. Vesicula seminalis

Merupakan sepasang struktur berongga dan berkantung-kantung pada dasar kandung kemih di depan rectum. Masing-masing vesicular memiliki panjang 5 cm dan menempel lebih erat pada kandung kemih daripada pada rectum. Pasokan darah ke vas deferens dan vesikula seminalis berasal dari arteri vesikulokaris inferior. Arteri ini berjalan bersama vas deferens menuju skrotum beranastomosis dengan arteri testikular, sedangkan aliran limfatik berjalan menuju ke nodus iliaka interna dan eksterna. Vesikula seminalis memproduksi sekitar 50-60 % dari total volume cairan semen. Komponen penting pada semen yang berasal dari vesikula seminalis adalah fruktosa dan prostaglandin.

f. Kelenjar prostat

Kelenjar prostat merupakan organ dengan sebagian strukturnya merupakan kelenjar dan sebagian lagi otot dengan ukuran sekitar 2,3 x 3,5 x 4,5 cm. Organ ini mengelilingi uretra pria, yang terfiksasi kuat oleh lapisan jaringan ikat di belakang simpisis pubis. Lobus media prostat secara histologis sebagai zona transisional berbentuk baji, mengelilingi uretra dan memisahkannya dengan duktus ejakulatorius. Saat terjadi hipertropi, lobus media dapat menyumbat aliran urin. Hipertropi lobus media banyak terjadi pada pria usia lanjut.



g. Penis

Penis terdiri jaringan kavernosa (*erektile*) dan dilalui uretra. Ada dua permukaan yaitu permukaan posterior penis teraba lunak (dekat uretra) dan permukaan dorsal. Jaringan erektil penis tersusun dalam tiga kolom longitudinal, yaitu sepasang korpus kavernosum dan sebuah korpus spongiosum di bagian tengah. Ujung penis disebut *glans*. *Glands* penis ini mengandung jaringan erektil dan berlanjut ke korpus spongiosum. Glans dilapisi lapisan kulit tipis berlipat, yang dapat ditarik ke proksimal disebut prepusium (kulit luar), prepusium ini dibuang saat dilakukan pembedahaan (sirkumsisi). Penis berfungsi sebagai penetrasi.



Rangkuman

Alat reproduksi wanita ada dua yaitu alat genitalia eksterna dan interna. Alat genitalia eksterna yaitu mons veneris/pubis, labia mayora, labia minora, klitoris, vestibulum, himen dan perineum. Alat genitalia interna yaitu vagina, uterus, tuba falopii (saluran telur), ovarium (indung telur) dan parametium. Hypophyse anterior menghasilkan 3 hormon yaitu FSH (Folikel Stimulating Hormon), LH (Luteinizing Hormon) dan Prolaktin (LTH= Luteo Tropic Hormon). Menstruasi atau haid atau datang bulan adalah perubahan fisiologis dalam tubuh wanita yang terjadi secara berkala dan dipengaruhi oleh hormon reproduksi baik FSH-Estrogen atau LH-Progesteron. Pada wanita siklus menstruasi rata-rata terjadi sekitar 28 hari, walaupun hal ini berlaku umum, tetapi tidak semua wanita memiliki siklus menstruasi yang sama, kadang-kadang siklus terjadi setiap 21 hari hingga 30 hari. Alat reproduksi pria adalah testis, epididimis, scrotum, vas deferens, vesicula seminalis kelenjar prostat dan penis.

Test Formatif

1. Sebuah jaringan ikat erektil kecil kira-kira sebesar biji kacang hijau yang dapat mengeras dan tegang (erectil) yang mengandung urat saraf disebut
 - A. Mons veneris
 - B. Labia mayora
 - C. Labia minora
 - D. *Klitoris*
 - E. Vestibulum
2. Bagian yang menonjol berupa tonjolan lemak yang besar terletak di di atas simfisis pubis disebut
 - A. *Mons veneris*
 - B. Labia mayora
 - C. Labia minora
 - D. Klitoris
 - E. Vestibulum
3. Suatu struktur otot yang cukup kuat, bagian luarnya ditutupi oleh peritoneum, sedangkan rongga dalamnya dilapisi oleh mukosa rahim disebut
 - A. Vagina
 - B. *Uterus*
 - C. Tuba falopii
 - D. Ovarium
 - E. Parametium
4. Jaringan ikat yang terdapat diantara kedua lembar ligamentum latum disebut
 - A. Vagina



- B. Uterus
 - C. Tuba falopii
 - D. Ovarium
 - E. *Parametium*
5. Ligamentum terletak di kanan kiri uterus meluas sampai dinding rongga panggul dan dasar panggul, seolah-olah menggantung pada tuba disebut
- A. Ligamentum Rotundum
 - B. Ligamentum Infundibulo Pelvikum
 - C. *Ligamentum Latum*
 - D. Ligamentum Kardinale
 - E. Ligamentum Sakro Uterinum
6. Ligamentum terdapat di kiri kanan dari serviks sebelah belakang ke sakrum mengelilingi rektum disebut
- A. Ligamentum Rotundum
 - B. Ligamentum Infundibulo Pelvikum
 - C. Ligamentum Latum
 - D. Ligamentum Kardinale
 - E. *Ligamentum Sakro Uterinum*
7. Tempat terjadinya konsepsi adalah
- A. Pars interstitialis
 - B. Pars intramuralis
 - C. Pars ismika
 - D. *Pars ampullaris*
 - E. Infundibulum



8. Endometrium tumbuh kembali antara hari ke-12 sampai ke-14 disebut
- A. Masa menstruasi
 - B. *Masa proliferasi*
 - C. Masa ovulasi
 - D. Masa sekresi
 - E. Masa fertilisasi
9. Alat reproduksi laki-laki berfungsi sebagai penghasil sperma disebut
- A. Epididimis
 - B. Scrotum
 - C. *Testis*
 - D. Penis
 - E. Vas deferens
10. Alat reproduksi laki-laki berfungsi sebagai penetrasi disebut
- A. Epididimis
 - B. Scrotum
 - C. Testis
 - D. *Penis*
 - E. Vas deferens



Tugas Mandiri

Lakukan dengan cara berdiskusi bersama-sama teman dalam satu kelompok untuk belajar tentang sistem reproduksi wanita dan sistem reproduksi laki-laki.

1. Ambil pantom reproduksi wanita, sebutkan nama-nama organ tersebut
2. Ambil pantom reproduksi laki-laki, sebutkan nama-nama organ tersebut

Demikianlah kegiatan belajar sistem reproduksi wanita dan reproduksi laki-laki, diharapkan anda sudah memahami sistem reproduksi wanita dan reproduksi laki-laki dapat memenuhi tujuan pembelajaran pada kegiatan belajar ini, jika anda belum memahami kegiatan belajar ini, sebaiknya mengulang kembali mempelajari sistem reproduksi wanita dan reproduksi laki-laki, tetapi jika sudah merasa paham anda dapat melanjutkan dengan kegiatan belajar berikutnya.

Kegiatan Belajar V



Tujuan Pembelajaran Umum
Tujuan Pembelajaran Khusus

TUJUAN Pembelajaran Umum

Setelah menyelesaikan kegiatan belajar ini Anda diharapkan mampu memahami anatomi dan fisiologi sistem endokrin.

TUJUAN Pembelajaran Khusus

1. Anatomi saluran perkemihan, yang meliputi ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra.
2. Fisiologi saluran perkemihan, yang meliputi ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra.
7. Fisiologi kandung kemih.
8. Fisiologi uretra.
9. Rangkuman materi
10. Soal latihan.

Pokok-Pokok Materi

1. Anatomi ginjal
2. Anatomi ureter.
3. Anatomi kandung kemih.
4. Anatomi uretra.
5. Fisiologi ginjal.
6. Fisiologi ureter.



Uraian Materi

ANATOMI DAN FISILOGI GINJAL DAN SALURAN PERKEMIHAN

Sistem perkemihan (ginjal) terdiri dari organ-organ yang memproduksi urin dan mengeluarkannya dari tubuh. Sistem ini merupakan salah satu sistem utama untuk mempertahankan homeostasis (kekonstanan lingkungan internal).

Sistem perkemihan terdiri dari dua **ginjal** yang memproduksi urin; dua **ureter** yang membawa urin ke dalam **kandung kemih** untuk penampungan sementara dan uretra yang mengalirkan urin keluar tubuh melalui **orifisium uretra eksterna**.

1. Ginjal

Ginjal merupakan organ yang berbentuk seperti kacang, berwarna merah tua, terletak di kedua sisi kolumna vertebralis. Ginjal terlindung dengan baik dari trauma langsung karena disebelah posterior dilindungi oleh tulang kosta dan otot-otot yang meliputi kosta, sedangkan dibagian anterior dilindungi oleh bantalan usus yang tebal. Ginjal kanan sedikit lebih rendah dibandingkan dengan ginjal kiri karena tertekan ke bawah oleh hati. Pada orang dewasa ginjal panjangnya 12-13 cm, tebalnya 6 cm, dan beratnya 120-150 gram.

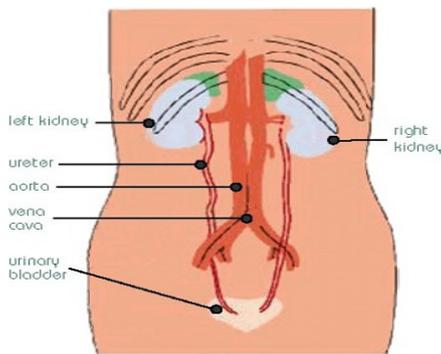
Ginjal melakukan fungsi vital sebagai pengatur volume dan komposisi kimia darah dan lingkungan dalam tubuh dengan mengekskresikan solute dan air secara selektif. Fungsi vital ginjal dilakukan dengan filtrasi plasma darah melalui glomerulus diikuti dengan reabsorpsi sejumlah solute dan air dalam jumlah yang tepat di sepanjang tubulus ginjal. Kelebihan solute dan air akan diekskresikan keluar tubuh sebagai kemih melalui system pengumpul.

a. Struktur Anatomi Ginjal

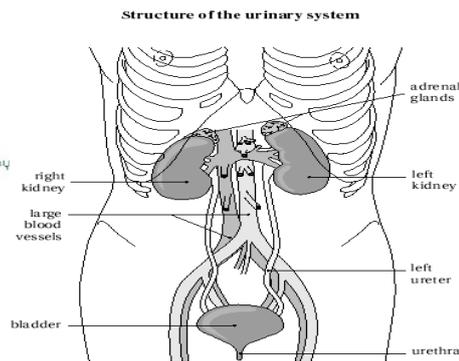
Pada orang dewasa ginjal panjangnya 12 sampai 13 cm, lebarnya 6 cm, dan beratnya antara 120 – 150 gram. Sembilan puluh lima persen (95%) orang dewasa memiliki jarak antar kutub ginjal antara 11 – 15 cm. Perbedaan panjang dari kedua ginjal yang lebih dari 1,5 cm atau perubahan bentuk merupakan tanda yang penting karena kebanyakan penyakit ginjal dimanifestasikan dengan perubahan struktur.

Potongan longitudinal ginjal memperlihatkan dua daerah yang berbeda yaitu *korteks* di bagian luar dan *medula* di bagian dalam.

Pengetahuan anatomi ginjal merupakan dasar untuk memahami pembentukan urine. Pembentukan urine dimulai dalam korteks dan berlanjut selama bahan pembentukan urine tersebut mengalir melalui tubulus dan duktus kolektifus. Urine yang terbentuk kemudian mengalir ke dalam duktus Papilaris Bellini, masuk kaliks minor, kaliks mayor, pelvis ginjal dan akhirnya meninggalkan ginjal melalui ureter menuju kandung kemih.



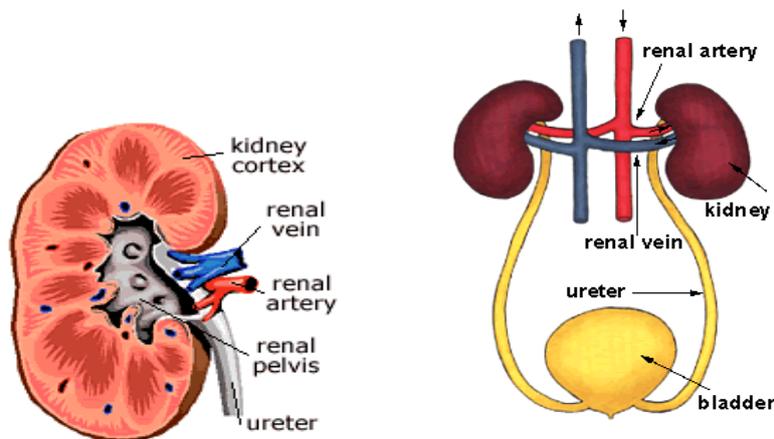
Gambar 1. Struktur sistem perkemihan



Gambar 2. Letak ginjal

b. Aliran Darah Ginjal

Aorta abdominalis bercabang menjadi arteri renalis kira-kira setinggi vertebra lumbalis 2. Karena aorta terletak di sebelah kiri garis tengah maka arteri renalis kanan lebih panjang dari arteri renalis kiri. Setiap arteri renalis bercabang sewaktu masuk ke dalam hilus ginjal.



Gambar 3. Aliran darah ginjal



Vena renalis menyalurkan darah ke dalam vena kava inferior yang terletak di sebelah kanan garis tengah. Akibatnya vena renalis kiri kira-kira dua kali lebih panjang dari vena renalis kanan. Karena gambaran anatomis ini maka ahli bedah transplantasi biasanya lebih suka memilih ginjal kiri donor yang kemudian di putar dan ditempatkan pada pelvis kanan resipien.

Saat arteri renalis masuk ke dalam hilus, arteri tersebut bercabang menjadi arteria interlobaris yang berjalan di antara piramid, selanjutnya membentuk arteria arkuata yang melengkung melintasi basis piramid-piramid tersebut.

Arteria arkuata kemudian membentuk arteriola-arteriola interlobularis yang tersusun paralel dalam korteks. Arteriola interlobularis ini selanjutnya membentuk *arteriola aferen*. Arteriola aferen akan berakhir pada rumbai-rumbai kapiler yang disebut *glomerulus*. Rumbai-rumbai kapiler atau glomeruli bersatu membentuk *arteriola eferen* yang kemudian bercabang-cabang membentuk sistem portal kapiler yang mengelilingi tubulus dan kadang-kadang disebut *kapiler peritubular*. Darah yang mengalir melalui sistem portal ini akan dialirkan ke dalam jalinan vena, selanjutnya menuju vena interlobularis, vena arkuata, vena interlobaris dan vena renalis, dan akhirnya mencapai *vena cava inferior*.

Gambaran khusus aliran darah ginjal

Ginjal dilalui oleh sekitar 1.200 ml darah per menit, suatu volume yang sama dengan 20 – 25 persen curah jantung (5.000 ml per menit). Lebih dari 90% darah yang masuk ke ginjal berada pada korteks, sedangkan sisanya dialirkan ke medula.

Sifat khusus aliran darah ginjal adalah autoregulasi aliran darah melalui ginjal. Arteriola aferen mempunyai kapasitas intrinsik yang dapat merubah resistensinya sebagai respons terhadap perubahan tekanan darah arteri, dengan demikian mempertahankan aliran darah ginjal dan dan filtrasi glomerulus tetap konstan. Fungsi ini efektif pada tekanan arteri antara 80 – 180 mmHg. Hasilnya adalah dapat mencegah terjadinya perubahan besar pada ekskresi solut dan air.

Saraf-saraf renal dapat menyebabkan vasokonstriksi pada keadaan darurat dan dengan demikian mengalirkan darah dari ginjal ke jantung, otak atau

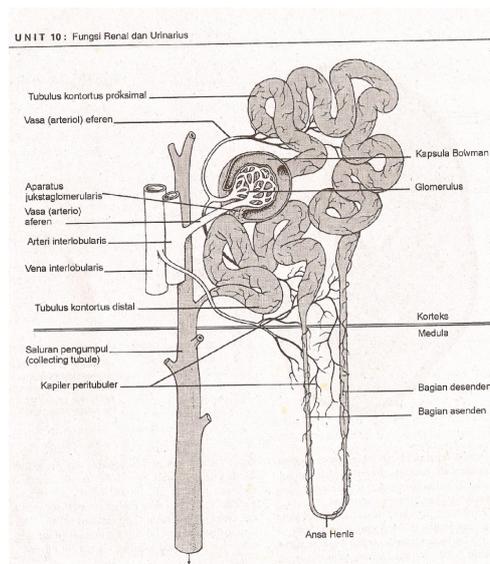
otot rangka dengan mengorbankan ginjal.

c. Struktur Mikroskopik Ginjal

1) Nefron

Nefron adalah unit fungsional ginjal. Dalam setiap ginjal terdapat sekitar 1 juta nefron yang pada dasarnya mempunyai struktur dan fungsi yang sama. 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*.

Seorang normal masih dapat bertahan walaupun dengan susah payah, dengan jumlah nefron kurang dari 20.000 atau 1% dari massa nefron total. Dengan demikian, masih mungkin untuk menyumbangkan satu ginjal untuk transplantasi tanpa membahayakan kehidupan.



Gambar 4. Struktur nefron

2) Korpuskulus Ginjal

Korpuskulus ginjal terdiri dari *Kapsula Bowman* dan rumbai kapiler glomerulus. Istilah *glomerulus* seringkali digunakan untuk menyatakan *korpuskulus ginjal*. *Kapsula bowman* merupakan suatu invaginasi dari tubulus proksimal. *Kapsula bowman* dilapisi oleh sel-sel epitel, yaitu sel epitel parietal dan sel-sel epitel viseral.



3) **Aparatus Jukstaglomerulus**

Dari setiap nefron, bagian pertama dari tubulus distal berasal dari medula sehingga terletak dalam sudut yang terbentuk antara arteriol aferen dan eferen dari glomerulus nefron yang bersangkutan. Pada lokasi ini sel-sel Jukstaglomerulus dinding arteriol aferen mengandung granula sekresi yang diduga mengeluarkan renin. *Renin*, adalah suatu enzim yang penting pada pengaturan tekanan darah.

Terdapat 2 (dua) teori penting mengenai pengaturan pengeluaran renin. Menurut teori pertama, sel-sel jukstaglomerulus berfungsi sebagai *Baroreseptor* (sensor tekanan) yang sensitif terhadap aliran darah melalui arteriola aferen. Penurunan tekanan arteria akan merangsang peningkatan granularitas sel-sel jukstaglomerulus sehingga mengeluarkan renin.

Menurut teori kedua, sel-sel makula densa tubulus distal bertindak sebagai kemoreseptor yang sensitif terhadap natrium dari cairan tubulus. Peningkatan kadar natrium dalam tubulus distal akan mempengaruhi sel-sel jukstaglomerulus sehingga meningkatkan pengeluaran renin. Tetapi penurunan kadar natrium dalam tubulus tidak dapat menurunkan pengeluaran renin, karena kadar natrium dalam tubulus distal normalnya cukup rendah. Juga ada bukti, bahwa *sistem saraf simpatis* dan *katekolamin* dapat mempengaruhi sekresi renin.

4) **Sistem Renin-angiotensin**

Pengeluaran renin dari ginjal akan mengakibatkan perubahan *angiotensinogen* menjadi *angiotensin I*. Angiotensin I kemudian diubah menjadi angiotensin II oleh suatu enzim konversi (*Converting Enzyme*) yang ditemukan di dalam kapiler paru-paru. Angiotensin II meningkatkan tekanan darah melalui efek vasokonstriksi arteriola perifer dan merangsang *aldosteron*. Peningkatan kadar aldosteron akan merangsang reabsorpsi natrium (Na^+) mengakibatkan peningkatan reabsorpsi air, dengan demikian volume plasma akan meningkat. Peningkatan volume plasma ikut berperan dalam peningkatan tekanan darah yang selanjutnya akan mengurangi iskemia ginjal.

d. Fisiologi Dasar Ginjal

Fungsi primer ginjal adalah mempertahankan volume dan komposisi cairan ekstrasel dalam batas-batas normal. Komposisi dan volume cairan ekstra-sel ini dikontrol oleh filtrasi glomerulus, reabsorpsi dan sekresi tubulus.

Tabel 1. Fungsi utama ginjal

Fungsi utama ginjal	
Fungsi ekskresi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mempertahankan osmolalitas plasma sekitar 285 mili osmol. ▪ Mempertahankan kadar masing-masing elektrolit plasma dalam rentang normal. ▪ Mempertahankan pH plasma sekitar 7,4 ▪ Mengekskresikan urea, asam urat dan kreatinin.
Fungsi nonekskresi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menghasilkan renin, penting untuk pengaturan tekanan darah. ▪ Menghasilkan eritropoietin, faktor dalam stimulasi produksi sel darah merah oleh sumsum tulang. ▪ Metabolisme vitamin D menjadi bentuk aktifnya. ▪ Degradasi insulin ▪ Menghasilkan prostaglandin.

Ultrafiltrasi Glomerulus

Pembentukan urine dimulai dengan proses filtrasi plasma pada glomerulus. Aliran darah ginjal atau *Renal Blood Flow* (RBF) adalah sekitar 25% dari curah jantung atau sekitar 1.200 ml/menit. Bila hematokrit normal dianggap 45%, maka aliran plasma ginjal atau *Renal Plasma Flow* (RPF) sama dengan 660 ml/menit ($0,55 \times 1.200 = 660$).



Sekitar seperlima dari plasma atau 125 ml/menit dialirkan melalui glomerulus ke kapsula bowman, yang dikenal dengan istilah *Glomerular Filtration Rate* (GFR) atau laju filtrasi glomerulus adalah jumlah filtrat yang terbentuk per menit.. Proses filtrasi pada glomerulus dinamakan *Ultrafiltrasi glomerulus*, karena filtrat primer mempunyai komposisi sama seperti plasma kecuali tanpa protein.

Tekanan-tekanan yang berperan dalam proses laju filtrasi glomerulus seluruhnya bersifat *pasif*, dan tidak membutuhkan energi metabolik untuk proses filtrasi tersebut. Tekanan filtrasi berasal dari perbedaan tekanan yang terdapat dalam antara kapiler glomerulus dan Kapsula Bowman.

Tekanan hidrostatis dalam darah kapiler glomerulus mempermudah filtrasi dan kekuatan ini dilawan oleh tekanan hidrostatis filtrat dalam kapsula bowman serta tekanan osmotik koloid darah. Tekanan osmotik koloid pada hakekatnya adalah nol. Tekanan kapiler glomerulus sekitar 50 mmHg (Pitts, 1974), sedangkan tekanan intrakapsular sekitar 10 mmHg. Tekanan osmotik koloid darah besarnya sekitar 30 mmHg. Dengan demikian, tekanan filtrasi bersih dari glomerulus besarnya sekitar 10 mmHg.

Cara yang paling akurat untuk mengukur GFR adalah dengan menggunakan *inulin*, yaitu suatu zat yang difiltrasi glomerulus dengan bebas dan tidak diekskresi maupun diabsorpsi oleh tubulus.

Bersihan atau *Clearence* suatu zat adalah besarnya volume plasma dari zat tersebut dibersihkan oleh ginjal per unit waktu. Bersihan inulin akan tepat sama dengan GFR.

Reabsorpsi dan Sekresi Tubulus

Filtrat atau zat-zat yang difiltrasi ginjal dibagi dalam 3 kelas, yaitu:

1. Elektrolit, yaitu: natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), bikarbonat (HCO_3^-), klorida (Cl^-), dan fosfat (HPO_4^-).
2. Non elektrolit, yaitu: glukosa, asam amino, dan metabolit hasil metabolisme protein seperti urea, asam urat, dan kreatinin.
3. Air.

Setelah filtrasi, langkah kedua dalam proses pembentukan urine adalah reabsorpsi selektif zat-zat yang sudah difiltrasi. Proses reabsorpsi dan sekresi berlangsung baik melalui mekanisme transpor aktif maupun pasif. Transpor aktif yaitu jika suatu zat di transpor melawan suatu perbedaan elektrokimia, yaitu melawan per-

bedaan potensial listrik, potensial kimia, atau keduanya. Proses ini membutuhkan energi. Sedangkan transpor pasif yaitu jika zat yang di reabsorpsi atau disekresi bergerak mengikuti perbedaan elektrokimia yang ada. Selama proses perpindahan zat tersebut tidak dibutuhkan energi.

1. Glukosa dan asam amino diabsorpsi seluruhnya di sepanjang tubulus proksimal dengan mekanisme transpor aktif.
2. Kalium dan asam urat hampir seluruhnya diabsorpsi secara aktif dan keduanya disekresi ke dalam tubulus distal.
3. Sedikitnya $2/3$ natrium yang difiltrasi akan direabsorpsi secara aktif dalam tubulus proksimal. Proses reabsorpsi natrium berlanjut dalam ansa henle, tubulus distal dan duktus kolektivus, sehingga kurang dari 1% dari beban yang difiltrasi akan diekskresikan dalam urine.
4. Sebagian besar kalsium dan fosfat direabsorpsi dalam tubulus proksimal dengan cara transpor aktif.
5. Air, klorida, dan urea diabsorpsi dalam tubulus proksimal melalui transpor pasif.

Proses sekresi dan reabsorpsi selektif diselesaikan dalam tubulus distal dan duktus kolektivus. Dua fungsi tubulus distal yang penting adalah pengaturan tahap akhir dari keseimbangan air dan asam basa.

Pengaturan Keseimbangan Air

Konsentrasi total solut cairan tubuh seorang normal adalah sangat konstan meskipun fluktuasi asupan dan ekskresi air dan solut cukup besar. Kadar plasma dan cairan tubuh dapat dipertahankan dalam batas-batas yang sempit melalui pembentukan urine yang jauh lebih pekat atau lebih encer dibandingkan dengan plasma darimana urine dibentuk. Cairan yang banyak diminum menyebabkan cairan tubuh menjadi encer. Urine menjadi encer dan kelebihan air akan diekskresikan dengan cepat. Sebaliknya, pada waktu tubuh kehilangan air dan asupan solut berlebihan menyebabkan cairan tubuh menjadi pekat, maka urine akan sangat pekat sehingga solut banyak terbuang dalam air. Air yang dipertahankan cenderung mengembalikan cairan tubuh kembali pada konsentrasi solut yang normal.



Konsentrasi Osmotik

Konsentrasi osmotik (*osmolalitas*) menyatakan jumlah partikel yang larut dalam suatu larutan. Jika solut ditambahkan ke dalam air, maka konsentrasi efektif (aktivitas) dari air relatif menurun dibandingkan dengan air murni.

Osmolalitas merupakan suatu konsentrasi dalam hitungan 1000 gram air.

ADH (*Anti Diuretic Hormone*) membantu dalam mempertahankan volume dan osmolalitas cairan ekstraseluler pada tingkat konstan dengan mengatur volume dan osmolalitas urine. Perubahan-perubahan volume plasma atau osmolalitas dari konstan yang ideal adalah 285 mOsmol mengatur pengeluaran ADH. Perbedaan yang hanya sebesar 1 - 2% dari keadaan ideal mampu merangsang mekanisme untuk mengembalikan osmolalitas plasma ke keadaan normal. Pengeluaran ADH ditingkatkan oleh peningkatan osmolalitas plasma atau pengurangan volume plasma.

Peningkatan osmolalitas dan/atau penurunan volume cairan ekstraseluler misalnya dapat disebabkan oleh kekurangan air, kehilangan cairan karena muntah, diare, perdarahan, luka bakar, berkeringat, atau pergeseran cairan seperti pada asites. Dalam ginjal, ADH secara tidak langsung meningkatkan proses utama yang terjadi dalam ansa henle melalui 2 (dua) mekanisme yang berhubungan satu dengan yang lain:

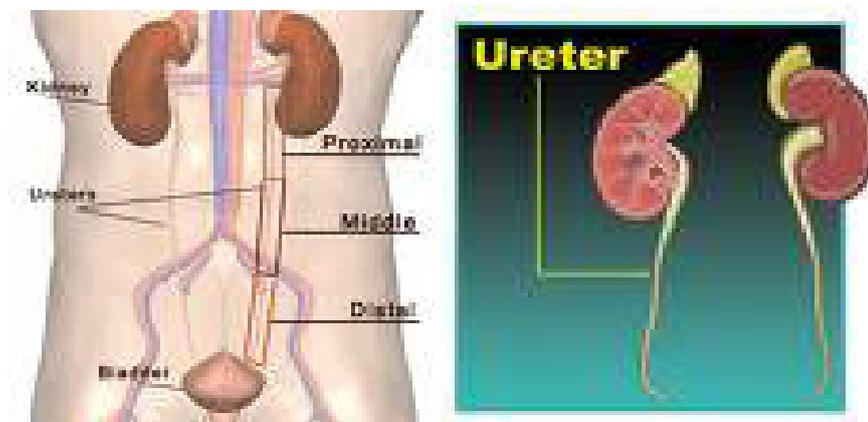
1. Aliran darah melalui vasa rekta di medula berkurang bila terdapat ADH, sehingga memperkecil pengurangan solut dari interstisial yang selanjutnya menjadi makin hiperosmotik.
2. ADH meningkatkan permeabilitas duktus kolektivus dan tubulus distal sehingga makin banyak air yang berdifusi keluar untuk membentuk keseimbangan dengan cairan interstisial yang hiperosmotik.

Sebaliknya, osmolalitas plasma yang rendah dan/atau peningkatan volume akibat peningkatan asupan air menghambat pengeluaran ADH. Volume akhir urine yang diekskresi meningkat dan secara osmotik lebih encer.

2. Ureter

Ureter adalah perpanjangan tubular berpasangan dan berotot dari pelvis ginjal yang merentang sampai kandung kemih.

- a. Setiap urter panjangnya 25 – 30 cm atau 10 -12 inchi dan berdiameter 4 - 6 mm.
- b. Dinding ureter terdiri dari 3 lapisan jaringan, yaitu:
 - 1) Lapisan terluar adalah lapisan fibrosa.
 - 2) Lapisan tengah adalah muskularis longitudinal ke arah dalam dan otot polos sirkular ke arah luar.
 - 3) Lapisan terdalam epitelium mukosa yang mensekresi selaput mukus pelindung.
- c. Lapisan otot memiliki aktivitas peristaltik intrinsik. Gelombang peristalsis mengeluarkan urin dari kandung kemih keluar tubuh.



Gambar 5. Gambar Ureter

3. Kandung kemih

Kandung kemih adalah satu kantung berotot yang dapat mengempis, terletak di belakang simfisis pubis. Kandung kemih mempunyai tiga muara, yaitu dua muara ureter dan satu muara uretra. Sebagian besar dinding kandung kemih tersusun dari otot polos yang disebut *muskulus destrusor*

Dua fungsi kandung kemih adalah:

- 1) Sebagai tempat penyimpanan urine sebelum meninggalkan tubuh
- 2) Kandung kemih berfungsi mendorong urin keluar tubuh dengan dibantu uretra.

4. Uretra

Uretra adalah saluran kecil yang dapat mengembang, berjalan dari kandung kemih sampai ke luar tubuh. Panjangnya pada wanita 1,5 inci dan pada laki-laki sekitar 8 inci. Muara uretra keluar tubuh disebut *meatus urinarius*. Pada laki-laki, kelenjar prostat yang terletak tepat dibawah leher kandung kemih mengelilingi uretra di sebelah posterior dan lateral.

Uretra pada laki-laki terdiri dari:

a. Uretra prostatia

Uretra prostatia dikelilingi oleh kelenjar prostat. Uretra ini menerima dua duktus ejakulator yang masing-masing terbentuk dari penyatuan duktus aferen dan duktus kelenjar vesikel seminalis, serta menjadi tempat muaranya sejumlah duktus dari kelenjar prostat.

b. Uretra membranosa

Uretra membranosa adalah bagian yang berdinding tipis dan dikelilingi otot rangka sfingter uretra eksterna.

c. Uretra kavernosa

Uretra kavernosa merupakan bagian yang menerima duktus kelenjar bulbouretra dan merentang sampai orifisium uretra eksterna pada ujung penis.



Gambar 7. Uretra wanita



Gambar 6. Uretra pria

Rangkuman

1. Ginjal merupakan organ yang berbentuk seperti kacang, terletak di kedua sisi kolumna vertebralis. Pada orang dewasa ginjal panjangnya 12-13 cm, tebalnya 6 cm, dan beratnya 120-150 gram. Ginjal terbagi menjadi bagian luar yang disebut korteks dan bagian dalam disebut medulla. Ginjal memperoleh suplai darah dari arteri renalis yang merupakan cabang dari aorta abdominalis.
2. Glomerular Filtration Rate (GFR) adalah jumlah plasma yang melewati glomerulus akan disaring ke dalam nefron dengan jumlah yang mencapai sekitar 180 liter filtrat perhari. Urine yang dihasilkan oleh proses filtrasi kurang lebih 1,5 liter/hari.
3. Fungsi utama ginjal adalah mempertahankan volume dan komposisi cairan ekstra sel dalam batas-batas normal.
4. Ureter merupakan saluran yang panjangnya 10-12 inci, terbentang dari ginjal sampai kandung kemih yang terdiri atas otot polos. Fungsi satu-satunya ureter adalah menyalurkan urine dari ginjal ke kandung kemih.
5. Kandung kemih adalah satu kantung berotot yang dapat mengempis, terletak dibelakang simfisis pubis. Kandung kemih mempunyai tiga muara, yaitu: dua muara ureter dan satu muara uretra.
6. Fungsi kandung kemih adalah sebagai tempat penyimpanan urine sebelum dikeluarkan dari tubuh.
7. Uretra adalah saluran kecil yang dapat mengembang, berjalan dari kandung kemih sampai ke luar tubuh. Panjangnya pada wanita 1,5 inci dan pada laki-laki sekitar 8 inci. Pada laki-laki, kelenjar prostat yang terletak tepat dibawah leher kandung kemih mengelilingi uretra di sebelah posterior dan lateral.



Test Formatif

1. Struktur ginjal yang merupakan unit fungsional ginjal adalah
 - A. Korpuskulus ginjal
 - B. Parenkhim ginjal
 - C. Aparatus Junkstaglomerulus
 - D. Nefron
 - E. Sel mesengial
2. Jumlah darah yang melewati ginjal setiap menit sebanyak
 - A. 500 l/menit
 - B. 1000 l/menit
 - C. 12000 liter/menit
 - D. 1200 l/menit
 - E. 120 l/menit
3. Aparatus Junkstaglomerulus mengeluarkan hormon
 - A. Angiotensin
 - B. Renin
 - C. Histamin
 - D. Bradikinin
 - E. Hipertensin
4. Zat – zat non elektrolit yang difiltrasi ginjal adalah
 - A. Kalium
 - B. Natrium
 - C. Asam fosfat
 - D. Asam urat
 - E. Klorida



5. Glukosa dan asam amino diabsorpsi dengan mekanisme transport aktif oleh
- A. Simpai Bowman
 - B. Tubulus proksimal
 - C. Tubulus distal
 - D. Simpai henle
 - E. Tubulus kolagen.

Selamat, Anda telah menyelesaikan materi anatomi dan fisiologi sistem perkencingan. Saya berharap agar Anda dapat mengaplikasikan teori ini dalam pembelajaran berikutnya terutama materi yang terkait dengan asuhan keperawatan pada pasien dengan gangguan sistem perkencingan.



Test Akhir

TES AKHIR MODUL II

MATA KULIAH : ANATOMI DAN FISILOGI

MODUL : 1

HARI/TANGGAL :

WAKTU : 40 menit

PETUNJUK

Pilihlah satu jawaban yang Anda benar dengan memberikan tanda silang (X) pada alternatif jawaban yang telah tersedia.

1. Lapisan tengah dinding jantung adalah
 - A. Endokardium
 - B. Miokardium
 - C. Perikardium
 - D. Epikardium
 - E. Mesokardium
2. Katup jantung yang terletak antara atrium kiri dan ventrikel kiri adalah
 - A. Trikuspidalis
 - B. Semilunaris
 - C. Bikuspidalis
 - D. Pulmonalis
 - E. Aortik
3. Kemampuan otot jantung untuk merespons stimulus disebut
 - A. Konduktivitas
 - B. Kontraktilitas
 - C. Otomatisitas
 - D. Eksitabilitas



- E. fleksibilitas
- 4. Bagian fungsional sirkulasi darah yang berperan menyalurkan darah bertekanan tinggi ke jaringan adalah
 - A. Arteria
 - B. Arteriole
 - C. Kapiler
 - D. Vena
 - E. Venule
- 5. Vena kava inferior membawa darah kotor dari organ bawah menuju ke
 - A. Atrium kiri
 - B. Ventrikel kiri
 - C. Atrium kanan
 - D. Ventrikel kanan
 - E. pulmo
- 6. Rangsang yang berasal dari susunan saraf otonom yang masuk ke jantung, diterima pertama kali oleh
 - A. SA nodes
 - B. Berkas His
 - C. AV Nodes
 - D. Serabut purkinje
 - E. Apex kordis
- 7. Kelebihan ion berikut ini akan menyebabkan jantung menjadi sangat dilatasi, lemah dan frekuensinya menjadi lambat
 - A. Kalsium
 - B. Kalium
 - C. Natrium
 - D. Magnesium
 - E. Barium
- 8. Berikut ini termasuk jenis pertahanan mekanik



- A. Asam laktat
 - B. Enzim
 - C. HCl lambung
 - D. Bilasan air mata
 - E. Urine
9. Immunoglobulin yang bersirkulasi sebagai pertahanan garis pertama terhadap mikro organisme yang bersirkulasi dalam darah adalah
- A. Immunoglobulin A
 - B. Immunoglobulin G
 - C. Immunoglobulin M
 - D. Immunoglobulin E
 - E. Immunoglobulin D
10. Rongga pada hidung manusia dilapisi oleh membran....
- A. Mukosa
 - B. Empedu
 - C. Pankreas
 - D. Rambut
 - E. Epidermis
11. Fungsi sel-sel goblet adalah untuk mensekresi...
- A. Mukosa
 - B. Lendir
 - C. Rambut
 - D. Silia
 - E. Flagela
12. Menyediakan saluran pada traktus respiratorius adalah fungsi dari..
- A. Laring
 - B. Trakea
 - C. Tenggorokan
 - D. Alveolus



- E. Faring
- 13. Epiglotis hanya terdapat di dalam....
 - A. Laring
 - B. Trakea
 - C. Alveolus
 - D. Bronkus
 - E. Bronkiolus
- 14. Memungkinkan terjadinya vokalisasi adalah fungsi dari
 - A. Trakea
 - B. Laring
 - C. Bronkus
 - D. Bronkiolus
 - E. Alveolus
- 15. Percabangan dari trakea adalah...
 - A. Tenggorokan
 - B. Laring
 - C. Paru-paru
 - D. Bronkus
 - E. Pleura
- 16. Peristiwa menghirup udara dari luar yang mengandung Oksigen (O₂) kedalam tubuh serta menghembuskan Karbondioksida (CO₂) sebagai hasil sisa oksidasi ...
 - A. Oksigenasi
 - B. Karbondioksidasi
 - C. Sekresi udara
 - D. Ekskresi udara
 - E. Gerakan peristaltik
- 17. Pertukaran oksigen (O₂) dengan karbondioksida (CO₂) terjadi di-alam....



- A. Bronkus
 - B. Alveolus
 - C. Bronkiolus
 - D. Paru-paru
 - E. Pleura
18. Komponen non elektrolit yang terdapat dalam cairan tubuh adalah
- A. Urat
 - B. Sulfat
 - C. Fosfat
 - D. Bikarbonat
 - E. Nitrat
19. Oliguri adalah suatu keadaan dimana keluaran cairan tubuh sebanyak
- A. 1500 ml/hr
 - B. < 1500 ml/hr
 - C. < 400 ml/hr
 - D. < 200 ml/hr
 - E. < 50 ml/hr
20. Kehilangan cairan tubuh melalui paru – paru sebesar
- A. 1500 ml/hr
 - B. 600 ml/hr
 - C. 400 ml/hr
 - D. 200 ml/hr
 - E. 100 ml/hr
21. Perpindahan cairan tubuh melewati membran yang disebabkan perbedaan tekanan Disebut
- A. Difusi
 - B. Absorpsi
 - C. Osmosis
 - D. Transportasi
 - E. Filtrasi



22. Proses perpindahan cairan dari kapiler ke ruang interstitiel disebut
- A. Ultrafiltrasi
 - B. Difusi
 - C. Filtrasi
 - D. Osmosis
 - E. Transportasi
23. Sebuah jaringan ikat erektil kecil kira-kira sebesar biji kacang hijau yang dapat mengeras dan tegang (erectil) yang mengandung urat saraf disebut
- A. Mons veneris
 - B. Labia mayora
 - C. Labia minora
 - D. *Klitoris*
 - E. Vestibulum
24. Bagian yang menonjol berupa tonjolan lemak yang besar terletak di di atas simfisis pubis disebut
- A. *Mons veneris*
 - B. Labia mayora
 - C. Labia minora
 - D. Klitoris
 - E. Vestibulum
24. Suatu struktur otot yang cukup kuat, bagian luarnya ditutupi oleh peritoneum, sedangkan rongga dalamnya dilapisi oleh mukosa rahim disebut
- A. Vagina
 - B. *Uterus*
 - C. Tuba falopii
 - D. Ovarium
 - E. Parametium
25. Jaringan ikat yang terdapat diantara kedua lembar ligamentum latum disebut



- A. Vagina
 - B. Uterus
 - C. Tuba falopii
 - D. Ovarium
 - E. *Parametium*
27. Struktur ginjal yang merupakan unit fungsional ginjal adalah
- A. Korpuskulus ginjal
 - B. Parenkhim ginjal
 - C. Aparatus Junkstaglomerulus
 - D. Nefron
 - E. Sel mesengial
28. Jumlah darah yang melewati ginjal setiap menit sebanyak
- A. 500 l/menit
 - B. 1000 l/menit
 - C. 12000 liter/menit
 - D. 1200 l/menit
 - E. 120 l/menit
29. Aparatus Junkstaglomerulus mengeluarkan hormon
- A. Angiotensin
 - B. Renin
 - C. Histamin
 - D. Bradikinin
 - E. Hipertensin
30. Zat – zat non elektrolit yang difiltrasi ginjal adalah
- A. Kalium
 - B. Natrium
 - C. Asam fosfat
 - D. Asam urat
 - E. Klorida

Daftar Isi

Pearce. Evelyn.C. 2002. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*.
Jakarta :PT. Gramedia

Anatomi fisiologi untuk mahasiswa keperawatan/ penulis, Syaifuddin ; editor, Monita Ester.
– Edisi3 – Jakarta : EGC, 2006.

Buku ajar anatomi dan fisiologi/ Valerie C. Seanlon, Tina Sanders ; ahli bahasa, F.X. Awal Prasetyo ; editor edisis bahasa Indonesia, Renata Komalasari, Nike Budhi Subekti, Alfrina Hany. – EDS3 – Jakarta : EGC 2006.

Anatomi dan fisiologi untuk pemula/ Ethel Sloane ; alih bahasa, James Veldam ; editor edisis bahasa Indonesia, Palupi Widyastuti, - Jakarta : EGC, 2003

Barbara Kozier. 2010. *Fundamental Keperawatan Konsep, Proses dan Praktik, edisi 7*.
Jakarta: EGC.

Potter & Perry. 2006. *Buku ajar fundamental keperawatan : konsep,proses,dan praktik vol. 2*.
Jakarta :EGC.

Ganong,willian F: *buku ajar fisiologi kedokteran*,Ed 20.jakarta:EGC,2002

Anderson, 1999, *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*, Jones and barret Publisher Boston, Edisi Bahasa Indonesia, Jakarta, EGC

Verralis, Sylvia, 1997, *Anatomi dan Fisiologi Terapan dalam Kebidanan*, Jakarta, EGC

Pearce, 1999, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*, Jakarta, Gramedia

Landan, 1980, *Essential Human Anatomy and Physiology*, Scott Foresman and Company
Gienview

Martini, 2001, *Fundamentals of Anatomy and Physiology*, [Prentice Hall](#), New Jersey

Gibson, 1995, *Anatomi dan Fisiologi Modern untuk Perawat*, Jakarta, EGC

Ganong, 1995, *Review of Medical Physiology*, Philadelphia

Guyton, 1995, *Tex Book of Medical Physiology*, Philadelphia

Watson, R., 2002, *Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat*, edisi 10, EGC, Jakarta

Kahle, W., et all, 1991, *Atlas dan Buku Teks Anatomi Manusia*, EGC, Jakarta