

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/342587738>

Modul Ajar Anatomi Fisiologi

Book · July 2020

CITATIONS
0

READS
6,772

3 authors, including:



Sunarto Sunarto
Surabaya Health Polytechnic

13 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ayesha Hendriana Ngestiningrum
Politeknik Kesehatan kementerian Surabaya, Indonesia

7 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Monograf Pemodelan Desa Siaga Berbasis Pemberdayaan Masyarakat [View project](#)



Modul Praktikum Mata Kuliah Kewirausahaan [View project](#)

ISBN:978-623-92343-4-8

Sunarto
Nurweningtyas Wisnu
Ayesha Hendriana Ngestiningrum

Modul Ajar Anatomi Fisiologi



Penerbit
Prodi Kebidanan Magetan
Poltekkes Kemenkes Surabaya

Modul Ajar

Anatomi Fisiologi

Penulis :

Sunarto

Nurweningtyas Wisnu

Ayesha Hendriana Ngestiningrum

Dosen Prodi Kebidanan Magetan
Poltekkes Surabaya



Penerbit

Prodi Kebidanan Magetan

Poltekkes Kemenkes Surabaya

Modul Ajar

Anatomi Fisiologi

Edisi Pertama

Cetakan Pertama, Nopember 2019

Penulis :

Sunarto

Nurweningtyas Wisnu

Ayesha Hendriana Ngestiningrum

Penyunting : N.Surtinah

ISBN : 978-623-92343-4-8

© Hak Cipta pada penulis. Hak terbit ada pada Prodi Kebidanan Magetan Poltekkes Kemenkes Surabaya. Isi di luar tanggung jawab penerbit. Tidak boleh direproduksi sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penulis.

Kutipan pasal 72

Sanksi Pelanggaran Undang-Undang Hak Cipta (UU No.19 Tahun 2002)

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,- (satu juta rupiah), atau dipidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,- (lima miliar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,- (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan memuji kebesaran Allah SWT, dan atas kehendak-Nya pula akhirnya Modul ajar untuk mata kuliah Anatomi dan Fisiologi ini ada dihadapan para mahasiswa. Buku ini sebagai tambahan bacaan disamping buku-buku sejenis yang telah terbit. Buku ini disusun berdasarkan Kurikulum Nasional Berbasis KKNI untuk mahasiswa Diploma III Kebidanan.

Tujuan penulis menyusun buku ini adalah memberikan deskripsi yang jelas, akurat dan dapat dipahami mengenai anatomi dan fisiologi tubuh manusia bagi mahasiswa Kebidanan yang tentunya pengetahuan mahasiswa masih sangat kurang. Buku ini terdiri dari beberapa kegiatan belajar, dimulai dari penjelasan umum kegiatan belajar, penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem tubuh, penjelasan tentang homeostasis, kebutuhan cairan dan elektrolit tubuh, proses peradangan, metabolisme kimiawi, genetika, dan penjelasan anatomi fisiologi per sistem lainnya.

Saya berharap kepada mahasiswa Kebidanan, semakin banyak membaca anatomi dan fisiologi tubuh manusia, maka semakin mudah dalam mempelajari penyakit yang menyerang sel tubuh manusia. Di sisi lain dengan pemahaman yang baik tentang anatomi dan fisiologi, mahasiswa sangat terbantu di dalam mempelajari materi kuliah Asuhan Kebidanan Klinik, dan semakin mudah pula dalam melakukan praktik kebidanan di klinik.

Sebagai perawat, saya sudah mengajarkan anatomi dan fisiologi pada mahasiswa kebidanan. Saya yakin modul ajar ini dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk mempelajari anatomi dan fisiologi karena bahasanya dibuat mudah sesuai dengan bahasa mahasiswa. Terdapat beberapa tambahan di edisi ini terutama mengenai aplikasi kebutuhan cairan dan elektrolit serta upaya tubuh dalam menghadapi stres secara hormon dan imunitas sesuai hasil penelitian.

Semoga dengan bimbingan Allah SWT, modul ajar ini bisa bermanfaat untuk perkembangan ilmu Kebidanan dan mahasiswa menjadi Bidan yang Berakhlak mulia, bermartabat, kreatif, mandiri dan profesional. Jazahumullahu Khairan.

Tim Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada, Bapak Direktur Poltekkes Surabaya, Bapak drg.Bambang Hadi Sugito, M.Kes, yang selalu memotivasi saya dan para dosen pada umumnya untuk selalu berkarya dengan banyak mengembangkan bahan ajar berupa menulis buku atau modul baik untuk kepentingan beban kerja dosen maupun untuk akreditasi institusi.

Terima kasih pula disampaikan pada Ketua Jurusan Kebidanan, Ibu Astuti Setiyani, yang telah memberikan semangat kepada dosen di jajaran Jurusan Kebidanan untuk selalu berkompetisi di dalam penulisan karya ilmiah untuk pengembangan bahan pengajaran. Kepada Ibu Teta Puji Rahayu, SST.,MKeB, Ketua Prodi Kebidanan Magetan juga diucapkan terima kasih atas motivasi dan sumbangan telaah terhadap isi modul ini dan ikut memberikan kata pengantar sebagai pelengkap isi modul.

Kepada teman sejawat dosen di tim mata kuliah Anatomi dan Fisiologi yaitu ibu Nurweningtyas Wisnu, ibu Ayesha Hendriana Ngestiningrum dan sejawat dosen lainnya, yang telah meluangkan waktu memberikan masukan beberapa poin penting tentang materi kegiatan belajar di beberapa bab untuk kelengkapan isi modul ini sesuai keahlian masing-masing. Kepada sejawat saya Bapak Subagyo, M,Mkes, diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas kesediaannya melakukan editing terhadap naskah tulisan di dalam buku ini. Kepada segenap tim penerbit Prodi Kebidanan Magetan, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas kerja samanya selama ini. Jazahumullahu Khairan Jaza. Wassallamu'alaikum wr.wb

PENGANTAR PENERBIT

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada kami bisa menyajikan di hadapan pembaca seri buku Kebidanan “Modul Ajar Mata Kuliah Anatomi Fisiologi”. Buku ini merupakan hasil tulisan Saudara Sunarto, Nurweningtyas Wisnu dan Ayesha Hendriana Ngestiningrum, dosen mata kuliah Anatomi Fisiologi Program Studi Diploma III Kebidanan Magetan.

Buku seri Kebidanan ini sangat bermanfaat untuk para mahasiswa Kebidanan guna menambah khasanah keilmuan. Banyak mahasiswa kebidanan di semester awal mengalami kesulitan di dalam memahami atau menghafal anatomi dan fisiologi tubuh manusia. Hadirnya modul ajar ini dihadapan pembaca diharapkan bisa sebagai alternatif sumber bacaan untuk mempelajari anatomi dan fisiologi, biokimia dan fisika dalam praktik kebidanan dan pentingnya ilmu biologi bagi praktik kebidanan.

Kami menyadari disamping modul ajar ini, juga telah terbit buku sejenis. Namun kehadiran modul ini sangat penting karena modul ini isinya disusun berdasarkan Kurikulum Diploma III Kebidanan terkini yaitu kurikulum Nasional berbasis KKNi sehingga para mahasiswa tidak perlu membuka berbagai macam sumber bacaan untuk mempelajari bab-bab yang perlu diketahui sesuai kurikulum.

Semoga modul ini bermanfaat, tim penerbit Prodi Kebidanan Magetan mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga kepada saudara Sunarto dan penulis yang lain atas jerih payahnya menyusun modul ini. Kepada penanggung jawab Penerbit Prodi kebidanan Magetan juga diucapkan terima kasih atas terbitnya buku serial Kebidanan ini.

Magetan, Nopember 2019
Wassalam
Penerbit

“Sukses adalah kemampuan untuk melangkah dari kegagalan tanpa hilang antusiasme.” – **Sir Winston Churchill**

“Sukses itu tidak diukur oleh posisi yang telah diraih seseorang dalam kehidupan, tapi hambatan yang telah ia atasi saat berusaha untuk sukses.” – **Booker T. Washington**

“Orang yang tidak pernah membuat kesalahan adalah orang yang tidak pernah mencoba sesuatu yang baru.” – **Albert Einstein**

Daftar Isi

Halaman Cover	i
Halaman Penerbit	ii
Kata Pengantar	iii
Halaman Ucapan Terima Kasih	iv
Pengantar Penerbit	v
Daftar Isi	vii
<hr/>	
Kegiatan Belajar-1 : Struktur dan Fungsi Sel	1
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-1	1
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-1	1
Materi Kegiatan Belajar-1	2
• Struktur dan Fungsi Sel	2
• Struktur Jaringan	7
• Organisasi Tubuh	10
• Homeostasis	10
Tugas Kegiatan Belajar-1	11
Latihan Kegiatan Belajar-1	12
Rangkuman	12
Tes Formatif Kegiatan Belajar-1	13
Umpan Balik Kegiatan Belajar-1	14
Refferensi	14
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-1	14
<hr/>	
Kegiatan Belajar-2 : Keseimbangan Cairan dan Elektrolit	17
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-2	17
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-2	17
Materi Kegiatan Belajar-2	17
• Pengertian Cairan Tubuh	17
• Distribusi Cairan Tubuh	18
• Perpindahan Cairan dan Pertukaran Zat	20
• Keseimbangan Cairan	22
• Gangguan Keseimbangan Cairan	24
Tugas Kegiatan Belajar-2	25
Latihan Kegiatan Belajar-2	25
Rangkuman	26
Tes Formatif Kegiatan Belajar-2	27

Umpan Balik Kegiatan Belajar-2	28
Refferensi	28
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-1	28
<hr/>	
Kegiatan Belajar-3 : Proses Peradangan	31
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-3	31
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-3	31
Materi Kegiatan Belajar-3	31
• Proses Peradangan	31
• Jenis-Jenis Peradangan	33
• Histologi Leukosit	33
• Aspek Seluler Peradangan	34
Tugas Kegiatan Belajar-3	34
Latihan Kegiatan Belajar-3	36
Rangkuman	36
Tes Formatif Kegiatan Belajar-3	37
Umpan Balik Kegiatan Belajar-3	39
Refferensi	39
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-3	39
<hr/>	
Kegiatan Belajar-4 : Sistem Muskuloskeletal/Pergerakan	41
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-4	41
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-4	41
Materi Kegiatan Belajar-4	42
• Komponen Sistem Muskuloskeletal	43
• Tulang Tengkorak	44
• Tulang Wajah	46
• Tulang Telinga	47
• Ruas Tulang Belakang	48
• Tulang Iga	49
• Tulang Gelang Bahu	49
• Tulang Anggota Gerak Badan Atas	50
• Tulang Gelang Panggul	52
• Tulang Anggota Gerak Badan Bawah	53
• Sendi	55
• Ligamen, Otot, Fasia dan Tendon	55
• Fungsi Tendon	57
• Fungsi Tulang	57
Tugas Kegiatan Belajar-4	57
Latihan Kegiatan Belajar-4	58
Rangkuman	58

Tes Formatif Kegiatan Belajar-4	59
Umpan Balik Kegiatan Belajar-4	60
Refferensi	61
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-4	61
<hr/>	
Kegiatan Belajar-5 : Sistem Kardiovaskuler/Sirkulasi	63
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-5	63
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-5	63
Materi Kegiatan Belajar-5	64
• Anatomi Jantung	64
• Bagaimana Sirkulasi Darah Janin ?	67
• Organ Jantung Sebagai Pompa	67
• Pembuluh Darah Arteri, Vena dan Kapiler	70
• Jumlah Darah dan Sel Darah	71
• Siklus Jantung	73
• Tekanan Arteri	73
• Bunyi Jantung	74
• Curah Jantung	74
• Bulk Flow	75
• Pengendalian Sistem Sirkulasi	76
• Rereta Tekanan Darah Arteri	77
• Sistem Limfe	78
• EKG	79
Tugas Kegiatan Belajar-5	80
Latihan Kegiatan Belajar-5	80
Rangkuman	81
Tes Formatif Kegiatan Belajar-5	82
Umpan Balik Kegiatan Belajar-5	83
Refferensi	83
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-5	83
<hr/>	
Kegiatan Belajar-6 : Sistem Pernapasan	85
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-6	85
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-6	85
Materi Kegiatan Belajar-6	85
• Anatomi Sistem Pernapasan	85
• Fisiologi Pernapasan	88
• Ventilasi Paru-Paru	89
• Respirasi Eksternal	90
• Respirasi Internal	91

• Pemeriksaan Fisik Paru-Paru	92
Tugas Kegiatan Belajar-6	94
Latihan Kegiatan Belajar-6	94
Rangkuman	95
Tes Formatif Kegiatan Belajar-6	95
Umpan Balik Kegiatan Belajar-6	97
Refferensi	97
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-6	97

Kegiatan Belajar-7 : Sistem Persyarafan	99
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-7	99
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-7	99
Materi Kegiatan Belajar-7	100
• Apa itu Sistem Syaraf ?	100
• Anatomi Sel Saraf	100
❖ Neuron	100
❖ Sinap	102
• Sistem Saraf Pusat	104
❖ Otak	104
❖ Medula	106
• Sistem Saraf Perifer	107
❖ Sistim Saraf Sadar	107
❖ Sistem Saraf Otonom	109
• Konsep Fisiologis	111
• Konsep Patologis	111
Tugas Kegiatan Belajar-7	112
Latihan Kegiatan Belajar-7	112
Rangkuman	113
Tes Formatif Kegiatan Belajar-7	113
Umpan Balik Kegiatan Belajar-7	115
Refferensi	115
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-7	115

Kegiatan Belajar-8 : Sistem Pencernaan	117
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-8	117
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-8	117
Materi Kegiatan Belajar-8	117
• Anatomi Saluran Pencernaan	117
❖ Mulut	119
❖ Lidah	119

❖ Saliva	120
❖ Gigi	120
❖ Faring	120
❖ Esofagus	121
❖ Lambung	121
❖ Pankreas	122
❖ Hati	122
❖ Kandung Empedu	123
❖ Usus Halus	124
❖ Usus Besar	124
• Fisiologis Proses Pencernaan	126
• Pemeriksaan Fisik Perut	127
Tugas Kegiatan Belajar-8	129
Latihan Kegiatan Belajar-8	129
Rangkuman	130
Tes Formatif Kegiatan Belajar-8	130
Umpan Balik Kegiatan Belajar-8	133
Refferensi	133
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-8	133
<hr/>	
Kegiatan Belajar-9 : Sistem Ekskresi/Perkemihan	135
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-9	135
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-9	135
Materi Kegiatan Belajar-9	135
• Pengertian Sistem Urinaria	136
• Struktur Anatomi Sistem Urinaria	136
❖ Ginjal	136
❖ Ureter	136
❖ Vesica Urinaria	139
❖ Uretra	139
• Fisiologi Filtrasi Plasma Darah	140
• Mekanisme Pembentukan Urine	141
Tugas Kegiatan Belajar-9	142
Latihan Kegiatan Belajar-9	142
Rangkuman	143
Tes Formatif Kegiatan Belajar-9	144
Umpan Balik Kegiatan Belajar-9	145
Refferensi	145
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-9	146

Kegiatan Belajar-10: Sistem Integumen/Kulit	147
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-10	147
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-10	147
Materi Kegiatan Belajar-10	147
• Struktur Kulit	148
• Bagian-Bagian Kulit	149
• Fisiologi Kulit	150
• Konsep Patologis Kelainan Kulit	151
Tugas Kegiatan Belajar-10	153
Latihan Kegiatan Belajar-10	154
Rangkuman	155
Tes Formatif Kegiatan Belajar-10	155
Umpan Balik Kegiatan Belajar-10	157
Refferensi	157
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-10	157

Kegiatan Belajar-11 : Sistem Pancaindra	159
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-7	159
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-7	159
Materi Kegiatan Belajar-7	160
• Anatomi Organ Mata	160
❖ Okuli asesoria	161
❖ Okulus (mata)	162
• Fisiologi Penglihatan	165
• Anatomi Organ Telinga	165
• Fisiologi Pendengaran	167
• Pengecapan	168
• Penciuman	169
• Sentuhan	169
• Sistem Sensasi	170
• Reseptor	170
Tugas Kegiatan Belajar-11	171
Latihan Kegiatan Belajar-11	173
Rangkuman	174
Tes Formatif Kegiatan Belajar-11	174
Umpan Balik Kegiatan Belajar-11	176
Refferensi	176
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-11	176

Kegiatan Belajar-12: Sistem Reproduksi	179
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-12	179
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-12	179
Materi Kegiatan Belajar-12	180
• Anatomi Organ Seks Pria	180
❖ Penis	181
❖ Testis	181
❖ Tubulus Seminiferus	182
❖ Epididemis, Vas Deferens	182
❖ Vesika Seminalis	182
❖ Prostat	182
• Karakteristik Seks Sekunder Pria	183
• Proses Seksual Pada Pria	183
❖ Ereksi	183
❖ Emisi	183
❖ Ejakulasi	184
❖ Resolusi	184
• Anatomi Organ Seks Wanita	184
❖ Ovarium	185
❖ Folikel	185
❖ Tuba Fallopi	185
❖ Uterus	186
❖ Vagina	186
❖ Payudara wanita	186
❖ Klitoris	186
• Karakteristik Seks Sekunder Wanita	187
• Siklus Haid	187
• Perubahan Uterus Selama Siklus Haid	189
• Respon Seksual Wanita	190
❖ Rangsangan	190
❖ Orgasme	190
❖ Resolusi	190
• Anatomi Panggul	191
❖ Bagian Panggul Besar	191
❖ Bagian Panggul Lunak	193
❖ Bagian Panggul Kecil	194
❖ Ukuran-Ukuran Panggul	195
❖ Bentuk-Bentuk Panggul	197
• Pubertas dan Menopause	197
Tugas Kegiatan Belajar-10	198
Latihan Kegiatan Belajar-10	198

Rangkuman	200
Tes Formatif Kegiatan Belajar-12	201
Umpan Balik Kegiatan Belajar-12	201
Refferensi	203
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-12	203
<hr/>	
Kegiatan Belajar-13 : Sistem Hormonal	205
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-13	205
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-13	205
Materi Kegiatan Belajar-13	206
• Organ Endokrin	206
❖ Hipotalamus	207
❖ Hipofisis	207
❖ Thymus	208
❖ Tiroid	208
❖ Paratiroid	208
❖ Adrenal	209
❖ Ovarium	209
❖ Testis	209
• Kerja Hormon	211
• Klasifikasi Hormon	212
• Hormon Hipotalamus dan HIpofisis	213
❖ Hormon GH	214
❖ Prolaktin	215
❖ FSH,LH dan hCG	215
❖ Hormon GH	215
❖ Hormon ACTH	216
❖ Oksitosin	216
❖ Hormon yang mempertahankan Kehamilan	218
• Faktor Pemicu Persalinan	219
• Estrogen dan Progesteron Merangsang Perkembangan Payudara	219
Tugas Kegiatan Belajar-13	220
Latihan Kegiatan Belajar-13	220
Rangkuman	221
Tes Formatif Kegiatan Belajar-13	221
Umpan Balik Kegiatan Belajar-13	223
Refferensi	223
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-13	223

Kegiatan Belajar-14 : Sistem Ketahanan Tubuh Immunologi 225

Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-14	225
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-14	225
Materi Kegiatan Belajar-14	226
• Organ Limfoid	226
• Penggolongan Sistem Imun Tubuh	228
• Sistem Imun Non Spesifik	229
• Sistem Imun Spesifik	236
• Antigen	239
• Antibodi	240
• Fungsi Imun Bagi Tubuh	241
• Faktor Yang Mempengaruhi Imun	242
• Imunisasi	243
Tugas Kegiatan Belajar-14	244
Latihan Kegiatan Belajar-14	244
Rangkuman	245
Tes Formatif Kegiatan Belajar-14	245
Umpan Balik Kegiatan Belajar-14	248
Refferensi	248
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-14	248

Kegiatan Belajar-15 : Genetika 249

Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-15	249
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-15	249
Materi Kegiatan Belajar-15	249
• Genetika	249
• Gen	249
• Kromosom	250
• Struktur DNA dan RNA	251
• Hubungan Gen, Kromosom dan DNA	251
• Reproduksi Sel	251
• Siklus Pembelahan Sel	252
❖ Interfase	252
❖ Mitosis	252
❖ Miosis	252
• Genotipe dan Fenotipe	255
• Kromosom Autosom dan Kromosom Seks	256
• Prediksi Hasil Genetika	256
Latihan Kegiatan Belajar-15	257
Rangkuman	257
Tes Formatif Kegiatan Belajar-15	258

Umpan Balik Kegiatan Belajar-15	260
Refferensi	260
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-15	260
<hr/>	
Kegiatan Belajar-16 : Proses Gametogenesis	261
Deskripsi Materi Kegiatan Belajar-16	261
Capaian Pembelajaran Kegiatan Belajar-16	261
Materi Kegiatan Belajar-16	261
• Spermatogenesis	262
• Oogenesis	263
• Pembuahan	264
• Apa itu Koitus	265
• Proses Ereksi pada Kelamin Pria	265
• Kualitas Sperma	266
• Komposisi Ejakulat	267
• Proses Orgasme Pada Wanita	268
• Fertilisasi dan Kehamilan	268
Tugas Kegiatan Belajar-16	272
Latihan Kegiatan Belajar-16	272
Rangkuman	272
Tes Formatif Kegiatan Belajar-16	272
Umpan Balik Kegiatan Belajar-16	274
Refferensi	274
Kunci Jawaban Latihan Kegiatan Belajar-16	274
<hr/>	

KEGIATAN BELAJAR-1 STRUKTUR DAN FUNGSI SEL

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-1

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada pengenalan kembali tentang struktur dan fungsi sel tubuh. Setelah mahasiswa mampu memahami dengan baik struktur dan fungsi sel tubuh, dilanjutkan dengan struktur jaringan yang meliputi jaringan epitel, jaringan otot, jaringan ikat dan jaringan syaraf. Setelah memahami sel dan jaringan mahasiswa juga harus mampu menjelaskan terbentuknya organ tubuh, fungsi sistem organ dan terbentuknya organisme tubuh manusia.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-1

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-1 adalah mampu menyebutkan bagian-bagian dari sel, menjelaskan fungsi masing-masing organel sel, fungsi membran sel, fungsi sitosol, fungsi nukleus, menjelaskan perbedaan antara jaringan ikat, epitel, otot dan jaringan saraf, serta mampu menyebutkan sebelas sistem organ dan fungsinya secara umum dan bagaimana organisme tubuh manusia itu terbentuk.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-1

Kriteria penilaian dari kegiatan belajar-1 untuk mengukur apakah mahasiswa mampu menguasai kompetensi tentang anatomi fisiologi sel tubuh secara benar atau perlu mengulangi belajar lagi. Kriteria penilaian kompetensinya adalah :

- 1) Mampu mengerjakan dengan benar lembar kerja mahasiswa sebagai pelengkap praktikum tentang struktur dan fungsi sel
- 2) Mampu mengerjakan rubrik tugas tentang fungsi sistem organ dalam bentuk keterangan gambar anatomi sel tubuh.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-1

Struktur dan Fungsi Sel

Saudara sekalian, tentunya anda telah mendapatkan pelajaran Biologi saat di SMA yang membicarakan masalah struktur dan fungsi sel. Meskipun tidak rinci betul, namun pemahaman dan hafalan anda bisa di ulang kembali untuk mengikuti kegiatan belajar kesatu ini. Untuk itu ingatlah apakah buku Biologi SMA anda masih ada dan bisa dipelajari atau dibaca lagi. Kalau masih ada tentunya dianjurkan untuk membaca lagi tentang struktur dan fungsi sel agar anda lebih mudah memahami materi yang akan kita pelajari bersama. Bagi yang bukunya sulit dicari atau telah diberikan ke adik kelas, baca dan pahami dengan benar materi struktur dan fungsi sel berikut. Anda juga bisa membaca buku literatur lain seperti buku anatomi fisiologi, *textbooks* tentang *human anatomy and physiology*, atau anda bisa *browsing* di internet dan buku lainnya yang terkait. Berikut sekilas tentang review materi struktur dan fungsi sel tubuh manusia.

Sel pada Tubuh manusia tersusun dari sejumlah 100 triliun atau lebih sel yang mampu tumbuh dan berkembang mempertahankan hidupnya untuk jangka waktu yang tidak terbatas. Sel mampu berkembang biak sendiri dan menyediakan cairan di sekitarnya dengan bahan nutrisi yang sesuai. Pengetahuan tentang struktur dan fungsi sel ini mampu memudahkan anda memahami fungsi organ tubuh.

Sel adalah unit pembentuk semua makhluk hidup. Setiap sel adalah suatu sistem lengkap (*self contained*) yang melaksanakan berbagai fungsi yaitu;

- 1) membentuk dan menggunakan energi,
- 2) melakukan respirasi,
- 3) fungsi reproduksi, dan
- 4) ekskresi.

Kesatuan sel bergabung untuk membentuk jaringan. Kemudian jaringan bersatu untuk membentuk organ, dan organ-organ membentuk sistem organ tubuh yang memiliki fungsi. Untuk memahami bagaimana berbagai organ dan sistem tubuh bekerja, maka terlebih dahulu anda harus memahami apa yang dimaksud dengan sel.

Selain sebagai unit pembentuk semua makhluk hidup, sel merupakan satuan struktur dasar pada semua organisme multiseluler (bersel banyak). Perkembangan organisme multiseluler ini menyebabkan terjadinya diferensiasi sel. Walaupun sel mungkin mengalami spesialisasi yang sangat khusus, sel tetap memiliki ciri-ciri umum organisme bersel tunggal yang merupakan asal evolusi sel manusia. Sel kita rata-rata berdiameter 10 μ m. Sel manusia yang paling besar adalah oosit,

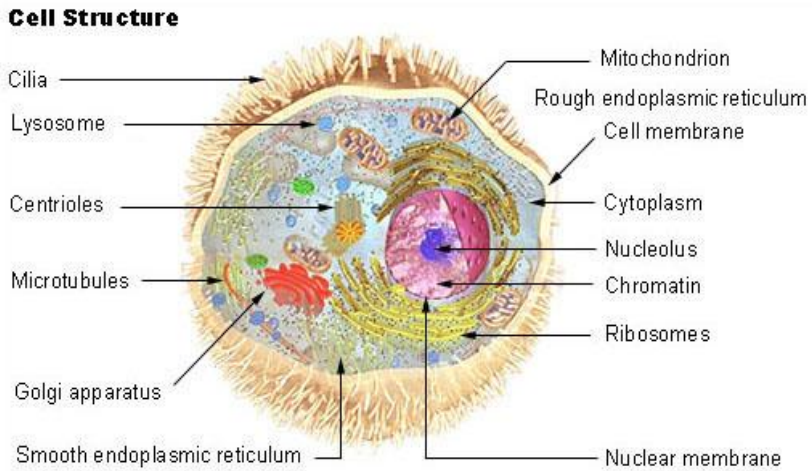
sedangkan sel sperma adalah salah satu sel manusia yang berdiameter terkecil. Ukuran sel yang terkecil hanya bisa dilihat dengan mikroskop elektron.

Sebuah sel yang khas, seperti yang dilihat melalui mikroskop cahaya, sebagaimana gambar 1.1 di bawah. Sel tersebut mempunyai dua bagian utama yaitu nukleus (inti sel) dan sitoplasma. Nukleus dipisahkan dari sitoplasma oleh membran nukleus, dan sitoplasma dipisahkan dari cairan sekelilingnya oleh membran sel. Di dalam sitoplasma terdapat organel-organel sel yang memiliki fungsi berbeda-beda. Cairan yang mengelilingi organela sel dinamakan sitosol. Substansi yang membentuk sel dinamakan protoplasma, yang terusun dari lima bahan dasar yaitu; air, elektrolit, protein, lemak dan karbohidrat.

Pemahaman tentang struktur sel ini sangat penting. Lima bahan dasar protoplasma juga penting karena berkaitan dengan proses metabolisme kimiawi dalam tubuh yang akan anda pelajari pada kegiatan belajar berikutnya. Oleh karena itu sebaiknya anda pahami dan hafal betul struktur dan fungsi sel tersebut.

Air merupakan medium pokok bagi sel yakni sekitar 70-85%. Fungsi air sebagai pelarut bahan-bahan kimia. Elektrolit yang paling penting di dalam sel antara lain; *kalium, magnesium, fosfat, sulfat, bikarbonat*, dan sedikit *natrium, klorida* dan *kalsium*. Keberadaan elektrolit ini untuk mekanisme pengaturan sel dan sebagai penyedia bahan inorganik untuk reaksi kimia di dalam sel. Jumlah protein di dalam massa sel sekitar 10-20%. Protein utama berupa enzim yang merupakan katalisator proses metabolisme di dalam sel. Keberadaan lemak di dalam sel sangat dibutuhkan terutama *fosfolipid* dan *kolesterol*. Fungsi dari fosfolipid dan kolesterol adalah pembentuk membran sel, karena keduanya tidak larut dalam air, selain sebagai sawar membran intrasel yang memisahkan berbagai kompartemen sel. Di dalam sel juga terdapat *trigliserida* (lemak netral) yang berfungsi sebagai cadangan energi, yang sewaktu-waktu dapat dibakar manakala tubuh kekurangan bahan energi utama berupa karbohidrat. Keberadaan karbohidrat terutama glikoprotein sangat dibutuhkan karena berfungsi sebagai nutrisi sel.

Sel di dalam tubuh manusia dapat digolongkan berdasarkan kategori fungsinya (tabel 1.4). Ilmu tentang karakteristik fisik sel disebut histologi. Kurang lebih sekitar 200 jenis sel dengan struktur yang berlainan sudah dapat diidentifikasi. Berikut gambar struktur sel.



Gambar 1.1 : Stuktur Sel

Setelah anda paham dan hafal betul struktur sel, selanjutnya baca dan pahami perbedaan struktur dan fungsi masing-masing komponen organel sel di bawah ini agar anda mudah untuk membedakan fungsinya. Nah baca dan pahami keterangan komponen sel yang ada pada tabel 1.1 berikut :

Tebel 1.1 : Komponen sel

Komponen sel	Struktur	Fungsi
Membran sel	Membran sel terdiri dari lapis ganda (bilayer) fosfolipid yang mengandung berbagai struktur protein, misalnya reseptor hormon, saluran ion dan penanda antigen.	Sebagai membran permiabel differensial antara sel dan lingkungan sekitarnya.
Nukleus	Nukleus atau inti sel juga terbungkus oleh membran yang serupa dengan membran plasma, membran ini mengandung pori-pori inti yang memungkinkan zat kimia bisa keluar-masuk ke inti sel	Nukleus mengandung DNA, yaitu instruksi genetik bagi organisme yang bersangkutan. DNA ini tersusun dari benang kromatin; benang ini memadat menjadi kromosom sebelum melakukan pembelahan

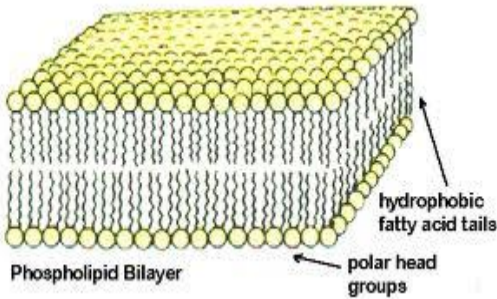
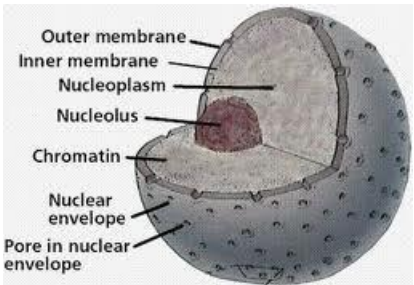
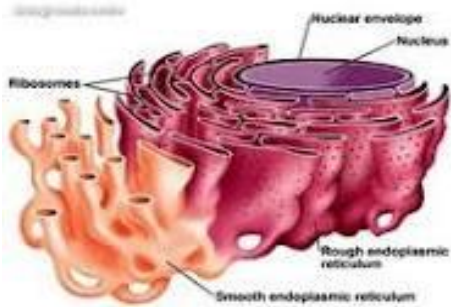
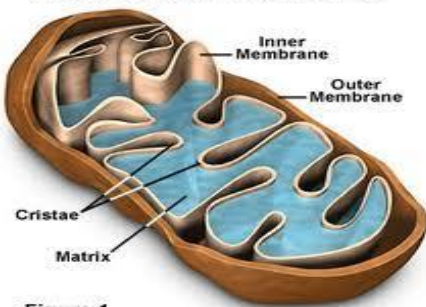
		diri. Nukleus menyimpan dan melakukan replikasi DNA yang diekspresikan untuk mensintesis protein melalui asam nukleat yaitu RNA. Protein ini menentukan struktur dan fungsi sel
Retikulum Endoplasma	Retikulum endoplasma merupakan suatu sistem membran yang membungkus suatu ruang, yang bersambungan dengan membran nukleus.	Berperan di dalam pembentukan lemak dan steroid serta pengaturan kadar kalsium intrasel.
Mitokondria	Struktur mirip batang yang bulat atau memanjang yang dikelilingi oleh membran dalam yang berlipat-lipat dan membran luar yang halus. Sel yang aktif melakukan metabolisme memiliki mitokondria yang banyak.	Berperan sebagai “ <i>power of house</i> ” dalam upaya pembentukan molekul berenergi tinggi berupa <i>adenosin trifosfat (ATP)</i> . Lipatan dalam berupa krista sebagai tempat fosforilasi oksidatif dan rantai pemindahan elektron pada respirasi aerobik, siklus kreb dan oksidasi asam lemak. Mitokondria mengandung DNA yang diwarisi dari ibu dan mengandung gen untuk protein mitokondria.
Aparatus Golgi	Serangkaian kantung membranosa berlipat-lipat yang gepeng.	Memodifikasi protein dari retikulum endoplasmik kasar dan menyortirnya ke dalam vesikel sekretorik.
Lisosom	Organel bulat atau lonjong yang dibungkus oleh membran tunggal.	Berisi cairan asam yang mengandung enzim pencernaan yang berfungsi sebagai lambung sel untuk menguraikan debris sel.

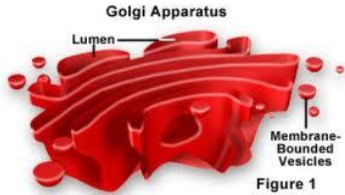
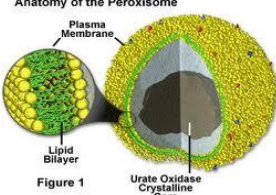
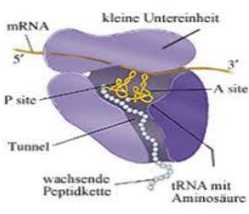
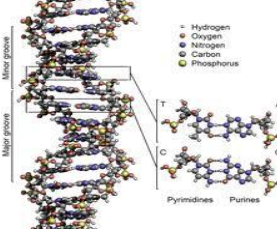
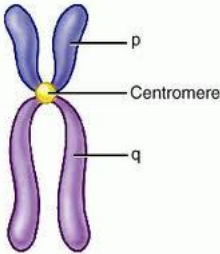
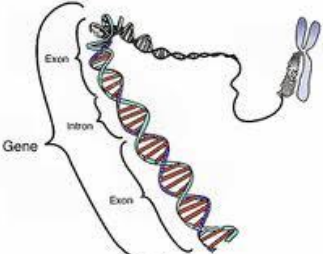
Peroksisom	Strukturnya serupa dengan lisosom	Menghancurkan spesies oksigen reaktif dan melindungi sel
Sitoskeleton	Jaringan filamentosa	Berperan mempertahankan bentuk dan motilitas sel.

Sumber : Coad J& Dunstall M, 2001; *Anatomy and Physiology for Midwives*, p:4-5

Berikut adalah beberapa contoh gambar dari komponen sel penting sebagaimana yang tertera pada tabel 1.2 berikut. Perhatikan baik-baik agar anda mampu memahaminya dengan benar apa yang sudah anda hafalkan.

Tabel 1.2 : Struktur Sel

 <p>Phospholipid Bilayer</p> <p>hydrophobic fatty acid tails</p> <p>polar head groups</p> <p>Struktur Membran sel</p>	 <p>Outer membrane</p> <p>Inner membrane</p> <p>Nucleoplasm</p> <p>Nucleolus</p> <p>Chromatin</p> <p>Nuclear envelope</p> <p>Pore in nuclear envelope</p> <p>Inti sel</p>
 <p>Ribosomes</p> <p>Nuclear envelope</p> <p>Nucleus</p> <p>Rough endoplasmic reticulum</p> <p>Smooth endoplasmic reticulum</p> <p>Retikulum Endoplasma</p>	 <p>Mitochondria Structural Features</p> <p>Inner Membrane</p> <p>Outer Membrane</p> <p>Cristae</p> <p>Matrix</p> <p>Figure 1</p> <p>Mitochondria</p>

 <p>Golgi Apparatus</p> <p>Lumen</p> <p>Membrane-Bounded Vesicles</p> <p>Figure 1</p> <p>Aparatus Golgi</p>  <p>Anatomy of the Peroxisome</p> <p>Plasma Membrane</p> <p>Lipid Bilayer</p> <p>Urate Oxidase Crystalline Core</p> <p>Figure 1</p> <p>Peroxisom</p>	 <p>mRNA</p> <p>kleine Untereinheit</p> <p>5'</p> <p>3'</p> <p>P site</p> <p>A site</p> <p>Tunnel</p> <p>wachsende Peptidkette</p> <p>tRNA mit Aminosäure</p> <p>Ribosom</p>  <p>Major groove</p> <p>Minor groove</p> <p>Hydrogen</p> <p>Oxygen</p> <p>Nitrogen</p> <p>Carbon</p> <p>Phosphorus</p> <p>T</p> <p>C</p> <p>G</p> <p>A</p> <p>Pyrimidines</p> <p>Purines</p> <p>Molekul DNA</p>
 <p>p</p> <p>Centromere</p> <p>q</p> <p>Kromosom</p>	 <p>Gene</p> <p>Exon</p> <p>Intron</p> <p>Exon</p> <p>Gen</p>

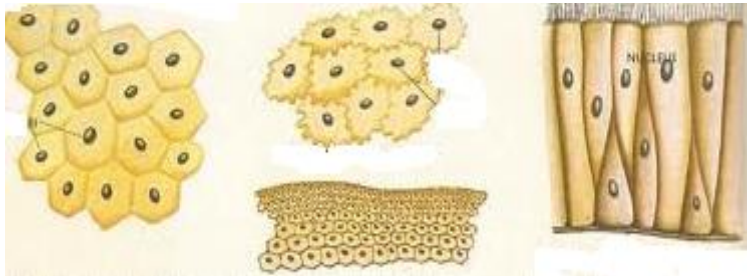
Struktur Jaringan

Setelah anda memahami dan mampu menyebutkan bagian-bagian sel, komponen sel dan fungsi masing-masing komponen sel, selanjutnya anda harus memahami bagaimana jaringan itu terbentuk. Jenis-jenis jaringan antara lain; jaringan epitel, jaringan ikat, otot dan jaringan syaraf. Kita awali pembelajaran kita dengan menerangkan apa itu jaringan epitel.

Jaringan Epitel

Sel epitel melapisi permukaan internal dan eksternal organ tubuh. Sel ini relatif tidak berdiferensiasi dan cenderung sering mengalami pembelahan secara mitosis. Apa itu pembelahan mitosis, silahkan anda pelajari seri modul yang menjelaskan tentang gametogenesis. Sel epitel membentuk sawar (lapisan), yang memungkinkan sekresi dan absorpsi

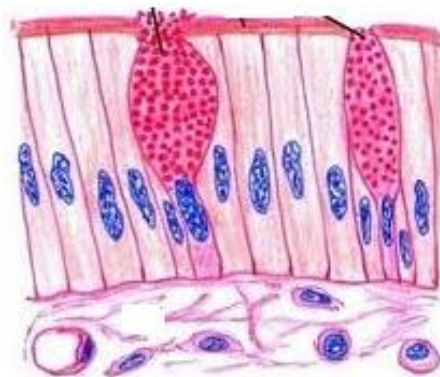
zat dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya. Kulit adalah lapisan epitel khusus, lapisan basal menghasilkan sel yang diperkaya oleh protein keratin. Berikut contoh gambar dari jaringan epitel.



Gambar 1.2 : Struktur sel epitel

Jaringan Otot

Sel otot mengandung unsur kontraktile sehingga mereka dapat menghasilkan gaya mekanis yang diperlukan untuk pergerakan (gerak mekanis). Otot rangka melekat pada tulang dan berfungsi menggerakkan tulang. Otot rangka juga melekat pada kulit misalnya otot wajah. Kontraksi otot rangka sering berada di bawah pengaruh kesadaran atau volunter. Otot rangka sering disebut otot lurik (*striated*) karena gambaran otot yang bergaris-garis apabila dilihat di bawah mikroskop cahaya.



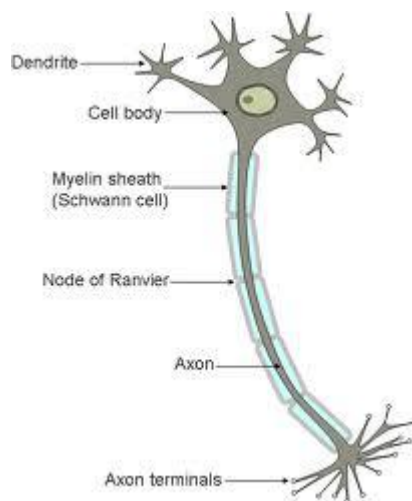
Gambar 1.3 : Struktur sel otot

Jaringan Ikat

Fungsi jaringan ikat adalah menghubungkan, mengikat, dan menopang struktur tubuh. Sel jaringan ikat sering menghasilkan matrik ekstrasel yang terdiri atas protein dalam bahan dasar berupa gula, protein, dan mineral. Contoh jaringan ikat adalah tulang. Jaringan adiposa terdiri atas sel khusus yang menuimpan lemak sebagai cadangan energi utama. Jaringan adiposa juga berfungsi sebagai insulator untuk menjaga panas tubuh, sehingga jaringan adiposa disebut juga organ homeotermik. Jaringan fibrosa adalah contoh jaringan ikat padat seperti ligamentum, tendon dan membran protektif.

Jaringan Saraf

Neuron adalah sel yang berfungsi memicu dan menghantarkan sinyal listrik. Neuron memerlukan adanya sel lain yang disebut glia sebagai penyedia makanan. Neuron memerlukan stimulasi yang teratur agar dapat bertahan hidup. Sekali neuron terbentuk, sudah tidak bisa melakukan pembelahan lagi, dengan alasan ini maka pada masa janin jumlah neuron yang diproduksi jauh melebihi yang diperlukan untuk fungsi syaraf. Berikut gambar jaringan syaraf.



Gambar 1.4 : Sel Syaraf

Coba anda bandingkan dengan contoh jaringan saraf lainnya yang mungkin anda ambil dari buku literatur/*textbooks* atau anda unduh dari internet. Tentunya sama bukan? Nah setelah anda paham dan hafal

struktur dan fungsi sel serta jaringan, maka materi selanjutnya adalah bagaimana organ tubuh manusia itu terbentuk.

Organisasi Tubuh

Organisme tubuh tersusun dari sekelompok sistem organ yang memiliki fungsi masing-masing dan saling bekerja sama. Sistem organ tersusun dari organ yang merupakan sekumpulan dari jaringan. Sedangkan jaringan terbentuk dari sekumpulan sel.

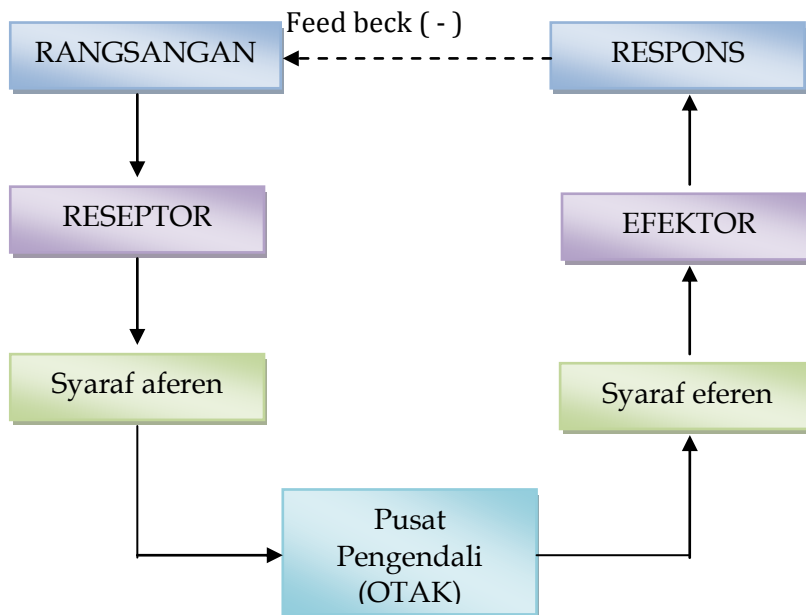
Sistem organ dimaksud antara lain; sistem panca indra, sistem pencernaan, sistem pernapasan, sistem persyarafan, sistem perkemihan, sistem sirkulasi dan jantung, sistem reproduksi, sistem pergerakan (motorik), sistem kulit, sistem kekebalan tubuh, dan sistem hormonal. Meskipun memiliki fungsi yang berbeda, namun sistem ini bekerja bersama-sama sebagai satu kesatuan. Bersama-sama sistem ini menyediakan nutrien dan oksigen untuk sel dan membuang zat sisa hasil metabolisme. Semua gerakan tubuh atau fungsi sistem organ dikendalikan dan suhu tubuh dipertahankan tetap normoterm. Sel di basuh dalam cairan ekstrasel, yang dapat dibagi menjadi cairan interstisium yang mengelilingi sel jaringan dan plasma yang terdapat di dalam pembuluh darah.

Setelah anda memahami bagaimana organisme tubuh itu terjadi dan sekilas tentang fungsi umum masing-masing sistem, maka untuk kelangsungan fungsi sistem tubuh diperlukan keseimbangan secara fisiologis yang disebut dengan homeostasis. Apa itu homeostasis ?

Homeostasis

Homeostasis adalah proses yang dilakukan oleh sistem fisiologis untuk mempertahankan agar lingkungan internal tetap konstan. Tiga komponen utama homeostasis yaitu : 1) kemostasis yaitu pemeliharaan keseimbangan elektrolit dan pH, 2) hemostasis yaitu pemeliharaan sistem sirkulasi yang memadai dan 3) termostasis yaitu pemeliharaan suhu internal yang tetap.

Homeostasis diatur oleh sistem saraf, sistem hormonal dan faktor perilaku (*behavior*) yang bergantung pada kesadaran dan bawah sadar organisme yang bersangkutan. Gambar berikut penjelasan dari prinsip homeostasis. Tugas anda adalah membuat penjelasan tentang model homeostasis ini dalam buku peta pikiran anda masing-masing, bila perlu diskusikan dengan teman kelompok praktikum anda.



Gambar 1.5 : Prinsip Homeostasis

Contoh peristiwa homeostasis adalah pengaturan suhu tubuh. Suhu tubuh manusia diatur agar tetap konsisten dalam kondisi normoterm karena adanya kendali oleh : 1) Organ kulit, 2) Organ otak ; hipotalamus dan korteks serebrum, 3) Medula adrenal di ginjal, 4) Pembuluh darah dan 5) Otot.

Pengaturan suhu diawali adanya rangsangan panas atau dingin. Bila ada rangsangan dingin atau panas, maka rangsangan akan diterima oleh termoreseptor perifer kemudian dialirkan ke hipotalamus sebagai pusat pengatur suhu (termostat). Ada lima respon yang diperintahkan oleh hipotalamus, *pertama* adalah respon medula adrenal dengan mengeluarkan hormon adrenalin yang memberika efek pada proses metabolisme, *kedua* adalah respon dari kelenjar keringat dengan proses penguapan, *ketiga* adalah respon vasokonstriksi atau vasodilatasi arteriol pembuluh darah di kulit, *keempat* respon peningkatan aktivitas otot rangka, dan *kelima* respon korteks serebrum yang memberikan efek respon volunter seperti perubahan perilaku.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-1

Untuk kelancaran kegiatan belajar anda dipersilahkan membuka lembar kerja mahasiswa sebagai panduan praktikum mata kuliah

Anatomi dan Fisiologi (LKM) unit-1 tentang struktur dan fungsi sel. Cara mengerjakan lakukan sesuai petunjuk kerjanya.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-1

Setelah anda membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan buku *textbooks* lainnya, unduhan internet, untuk mengukur keberhasilan pemahaman anda silahkan anda mengerjakan soal latihan berikut :

1. Apa itu sel, jaringan, organ dan sistem organ ?
2. Sebutkan bagian-bagian dari sel ?
3. Apa perbedaan antara membran sel, sitosol, dan protoplasma?
4. Jelaskan apa fungsi dari mitokondria.
5. Jelaskan apa fungsi dari ribosom.
6. Apa fungsi fisiologis dari organ sistem reproduksi pria dan wanita.
7. Apa homeostasis itu dan bagaimana proses homeostasis itu ?

RANGKUMAN

Sel adalah unit fungsional terkecil dari tubuh manusia. Fungsi sel adalah 1) menghasilkan dan menggunakan energi, 2) respirasi, 3) reproduksi dan 4) ekskresi. Secara struktur sel terdiri dari bagian luar dinamakan membran, bagian tengah dinamakan sitoplasma, bagian cair dari sitoplasma dinamakan sitosol dan bagian padatnya dinamakan organel sel. Sedangkan bagian dalam adalah inti sel (nukleus). Di dalam inti sel terdapat gen, di dalam gen ada DNA dan di dalam DNA terdapat kromosom.

Komponen sel penting antara lain; mitokondria, ribosom, aparatus golgi, lisosom, dan retikulum endoplasma. Substansi yang membentuk sel dinamakan protoplasma, yang terusun dari lima bahan dasar yaitu; air, elektrolit, protein, lemak dan karbohidrat.

Kumpulan sel dinamakan jaringan. Struktur jaringan antara lain jaringan ikat, jaringan epitel, jaringan otot dan jaringan saraf. Manakala struktur jaringan ini berkumpul jadi satu maka terbentuklah organ antara lain; hati, jantung, paru-paru, ginjal, usus dll. Kumpulan organ yang memiliki fungsi dinamakan sistem organ.

Terdapat 11 sistem organ yaitu; pencernaan, perkemihan, pernapasan, pergerakan, reproduksi, hormonal, imun, integumen, pancaindra, persyarafan, sirkulasi. Kesebelas sistem ini agar fungsinya baik maka perlu pengaturan fisiologis yang dinamakan homeostasis. Terdapat tiga komponen homeostasis yang mengatur fungsi sistem organ yaitu; kemotaksis, hemostasis dan termostasis.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-1

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

1. Berikut fungsi sel pada tubuh manusia yaitu :
 - 1) Produksi
 - 2) Ekskresi
 - 3) Respirasi
 - 4) Penghasil energi
 - 5) Pengguna energiFungsi sel yang benar ditunjukkan oleh huruf ;
 - a. 1,2,3,4,dan 5
 - b. 1,2,3, dan 4
 - c. 2,3,4, dan 5
 - d. 2,3, dan 4
 - e. 1,2,4 dan 5
2. Cairan yang mengelilingi organel sel dinamakan
 - a. Protoplasma
 - b. Sitoskeleton
 - c. Sitosol
 - d. Peroxisom
 - e. Sitoplasma
3. Membran sel secara struktural tersusun dari
 - a. Selapis endotelium
 - b. Lipid bilayer
 - c. Jaringan ikat fibrosa
 - d. Lipoprotein
 - e. Glikolipid
4. Organel sel yang berfungsi sebagai “*power of house*” adalah :
 - a. Mitokondria
 - b. Ribosom
 - c. Lisosom
 - d. Aparatus golgi
 - e. Retikulum endoplasma
5. Organel sel yang berperan sebagai tempat sintesis protein adalah
 - a. Mitokondria
 - b. Ribosom
 - c. Lisosom
 - d. Aparatus Golgi
 - e. Retikulum endoplasma
6. Jaringan yang menghasilkan gaya mekanik diperankan oleh ;
 - a. Epitel
 - b. Endotelium
 - c. Otot

- d. Ikat
 - e. Saraf
7. Berikut adalah contoh dari jaringan ikat :
- 1) Ligamentum
 - 2) Tendon
 - 3) Tulang
 - 4) Fascia
 - 5) Otot
 - 6) Kulit
- Jaringan ikat yang benar ditunjukkan oleh nomor :
- a. 4 dan 5
 - b. 5 dan 6
 - c. 1,2,3 dan 4
 - d. 1,2 dan 3
 - e. 1,2,3,4 dan 6
8. Sistem organ yang mengatur homeostasis fungsi tubuh adalah ;
- a. Sistem saraf dan hormonal
 - b. Sistem saraf dan sirkulasi
 - c. Sistem sirkulasi dan hormonal
 - d. Sistem ekskresi dan imun
 - e. Sistem imun dan hormonal

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode : *Kunci Jawaban KB-1*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 6 dari 8 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 6, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

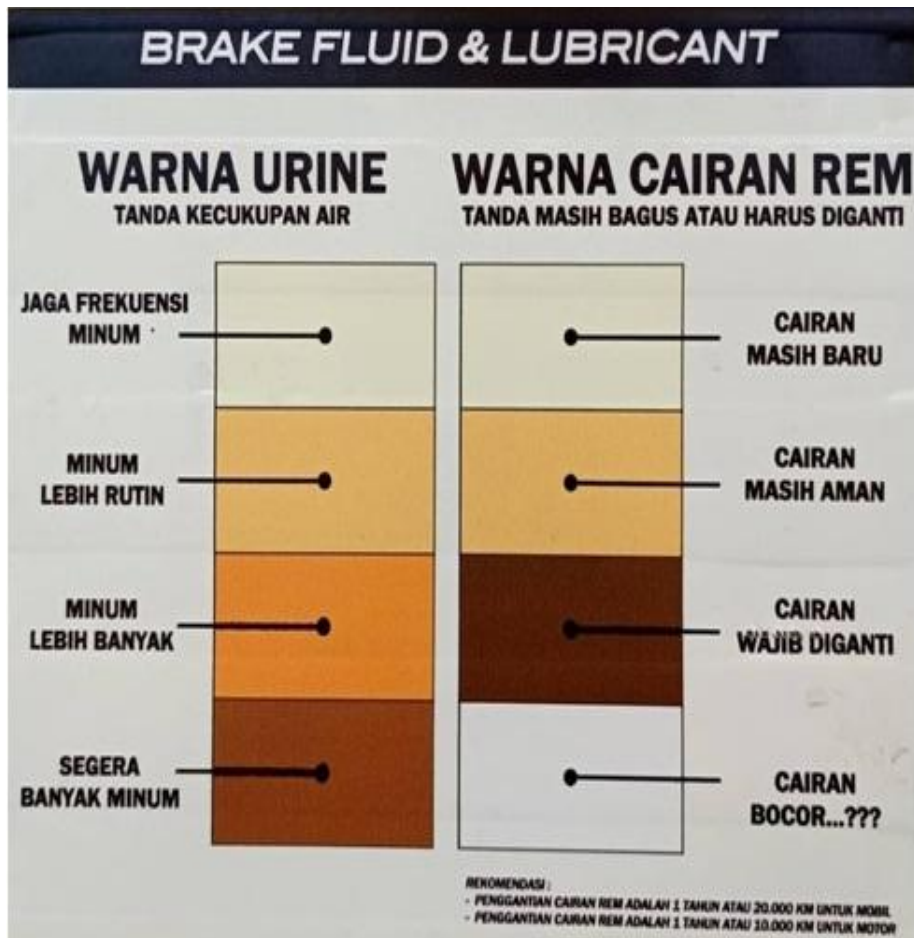
REFERENSI

- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates

KUNCI JAWABAN LATIHAN KB-1

1. Apa itu sel, jaringan, organ dan sistem organ ?
- Jawab :
- Sel adalah unit fungsional terkecil dari kehidupan, sedangkan jaringan adalah kumpulan dari sel-sel. Organ adalah kumpulan dari

- jaringan-jaringan, kemudian organ akan membentuk sistem organ yang memiliki fungsi.
2. Sebutkan bagian-bagian dari sel ?
Jawab :
Bagian sel adalah; membrane sel, sitoplasma dan inti sel. Di dalam sitoplasma terdapat bagian cair dinamakan sitosol dan bagian padat dinamakan organel sel seperti mitokondria, ribosom, aparatus golgi, dsb.
 3. Apa perbedaan antara membran sel, sitosol, dan protoplasma?
Jawab :
Membran sel adalah lapisan terluar sel ukurannya 10^{-9} Nm, secara struktur tersusun dari lipid bilayer. Sitosol adalah bagian dari sitoplasma yang berisi cairan, sedangkan sitoplasma adalah bagian padat yang terdiri dari organel-organel sel.
 4. Jelaskan apa fungsi dari mitokondria.
Jawab :
Sebagai *power of house* atau tempat metabolisme untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP.
 5. Jelaskan apa fungsi dari ribosom.
Jawab :
Fungsi ribosom adalah tempat biosintesis protein, mulai dari transkripsi dan translasi.
 6. Apa fungsi fisiologis dari organ sistem reproduksi pria dan wanita.
Jawab :
Fungsi fisiologis sistem reproduksi pria dan wanita adalah tempat produksi sel sperma dan sel ovum, kedua khusus reproduksi wanita tempat konsepsi dan implantasi hasil konsepsi. Disamping itu sistem reproduksi sebagai organ seks.
 7. Apa homeostasis itu dan bagaimana proses homeostasis itu ?
Jawab ;
Homeostasis adalah proses untuk menjaga keseimbangan sistem tubuh terdiri dari kemotaksis, normotaksis dan hemostasis. Proses homeostasis adalah menjaga keseimbangan suhu tubuh, peredaran darah dan pH darah oleh sistem organ.



KEGIATAN BELAJAR-2 KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-2

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang keseimbangan cairan dalam tubuh meliputi materi; komposisi cairan tubuh, jumlah cairan tubuh manusia, perpindahan cairan dalam tubuh, keseimbangan cairan, pengaturan keseimbangan cairan dan gangguan keseimbangan cairan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-2

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-2 adalah mahasiswa mampu; menjelaskan komposisi cairan tubuh, menghitung jumlah cairan sesuai berat badan, menjelaskan cara perpindahan cairan, menjelaskan proses tubuh dalam mengatur keseimbangan cairan, menjelaskan proses terjadinya gangguan keseimbangan cairan.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-2

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-2 ini mahasiswa mampu menjawab pertanyaan fasilitator tentang keseimbangan cairan, menghitung jumlah cairan sesuai berat badan beserta komposisi pembagian masing-masing cairan dan menjawab soal formatif tentang keseimbangan cairan pasca kegiatan pembelajaran (*post test*).

MATERI KEGIATAN BELAJAR-2

Pemahaman tentang fisiologi cairan tubuh sangat diperlukan oleh bidan sebagai dasar untuk mempelajari praktik klinik kebidanan yang berhubungan dengan keseimbangan cairan misalnya pemeliharaan keseimbangan cairan tubuh, rehidrasi enteral dan parenteral, penanganan edema dan sebagainya. Kegunaan dalam praktik nanti anda

akan menemui kasus-kasus yang berhubungan dengan keseimbangan cairan tubuh antara lain edema pada ibu hamil, diare pada bayi dan balita, hiperemesis gravidarum dan masih banyak lagi.

Melalui kegiatan belajar ini kita akan mempelajari tentang fisiologi cairan tubuh secara menyeluruh, mulai dari komponen cairan tubuh, distribusi di seluruh bagian tubuh, proses perpindahan cairan, keseimbangan cairan dan gangguan yang mungkin terjadi. Pada kegiatan belajar ini juga akan kita praktikkan salah satu cara mengestimasi jumlah cairan tubuh berdasarkan golongan umur dan berat badan.

PENGERTIAN CAIRAN TUBUH

Tentu Saudara masih ingat tentang konsep sel. Sel merupakan unit terkecil dari kehidupan. Coba Saudara ingat kembali konsep tentang sel yang telah Saudara pelajari dalam materi Biologi di SLTP, SMU, bahkan di bagian pertama modul kegiatan belajar ini kita juga sudah membahas sel sebagai unit terkecil dari organisme ini.

Sel-sel yang membentuk tubuh semuanya berada dalam lautan interna yang dibungkus oleh kulit. Dari cairan inilah sel mengambil oksigen dan nutrisi serta membuang produk metabolisme. Lautan interna di atas adalah cairan intersel/cairan interstitial (CIS). Cairan interstitial dan cairan darah/cairan intra vaskuler (CIV) bersama-sama membentuk cairan ekstra sel (CES). Di dalam sel sendiri juga terdapat cairan yang dinamakan cairan intra sel (CIS). Agar lebih jelas coba perhatikan gambar di bawah !

Kuiz untuk menilai pemahaman mahasiswa ;

Nah, sampai di sini apakah anda sudah memahami keberadaan dari cairan tubuh anda ?

Kalau begitu: coba jelaskan apa yang dimaksud dengan CIS, CES, Cairan interstisiil, dan cairan intravaskuler ?

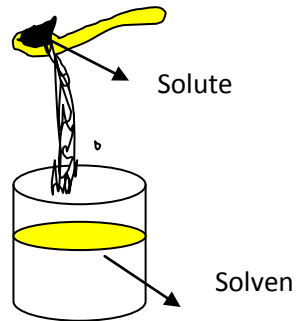
Catatan:

Penjelasan lebih lanjut tentang distribusi (penyebaran cairan tubuh akan dibahas dalam pertengahan bahasan ini.

Mungkin dalam benak Saudara timbul pertanyaan, seperti apakah cairan tubuh itu? Apakah suatu cairan murni? Ataukah banyak zat terlarut di dalamnya? Mari kita lanjutkan!

Cairan tubuh bukanlah suatu cairan murni, melainkan terdapat berbagai zat di dalamnya. Oleh karenanya cairan tubuh boleh disebut

sebagai suatu larutan. Nah, mari kita ingat lagi konsep tentang larutan! Agar lebih jelas cermati gambar berikut:



Dalam suatu larutan selalu ada komponen pelarut (*solven*) dan zat terlarut (*solute*). **Demikian pula cairan tubuh kita, terdapat solven di dalamnya berupa air dan solut meliputi zat-zat tak bermuatan listrik (*non elektrolit*) dan ion-ion bermuatan listrik (*elektrolit*).** Solut non elektrolit misalnya glukosa, ureum dll., sedangkan solut elektrolit terdiri atas ion Natrium (Sodium), Kalium (Potasium), Calsium, Magnesium, Chloride, Bikarbonat, dll.

Secara lebih detail, elektrolit tubuh didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang terlarut dalam cairan tubuh yang dapat terurai menjadi ion-ion (atom yang bermuatan listrik). Reaksi pelepasan ion disebut reaksi ionisasi, contoh:



Ada 2 macam ion, yaitu:

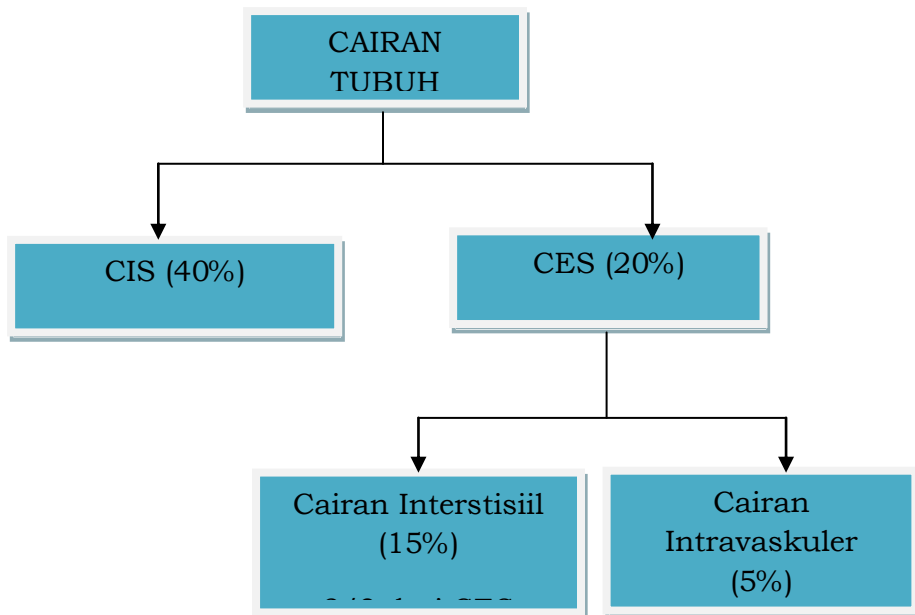
- 1) Kation (ion yang bermuatan positif), antara lain: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}
- 2) Anion (ion yang bermuatan negatif), antara lain: Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{--} , SO_4^{--} , protein, asam-asam organik.

Kuiz kedua untuk menilai pemahaman mahasiswa :

- 1) Nah kita telah membahas secara sekilas tentang cairan tubuh, meliputi jenis cairan, serta komponen yang ada di dalamnya. Coba sekarang Saudara simpulkan, apakah pengertian dari cairan tubuh?
- 2) Jelas kan? Jadi yang dimaksud dengan cairan tubuh adalah air dalam tubuh beserta komponen yang terkandung di dalamnya, baik berupa komponen non elektrolit maupun elektrolit (kation dan anion).

DISTRIBUSI CAIRAN TUBUH

Di atas telah kita singgung tentang cairan intrasel, cairan ekstrasel yang terbagi menjadi (cairan interstitial dan cairan intravaskuler). Menurut Puruhito, kira-kira 2/3 dari cairan tubuh orang dewasa berada di spasi intraseluler (cairan intrasel/CIS), dan 1/3 berada dalam spasi ekstraseluler (cairan ekstrasel/CES). Kira-kira 2/3 dari cairan ekstraseluler berada di spasi interstitial (cairan interstitial/CIS_t), dan 1/3 berada dalam spasi intravaskuler (cairan intravaskuler/plasma). Agar lebih jelas amati bagan berikut!



Rasio distribusi cairan tubuh agak berbeda jika diklasifikasikan menurut umur:

- ❖ Dewasa (CIS:CES = 2/3:1/3 = 2:1)
- ❖ Anak-anak (CIS:CES = 3/5:2/5 = 3:2)
- ❖ Bayi (CIS:CES = 1/2:1/2 = 1:1)

Jumlah cairan tubuh

Dewasa ini telah diketahui cara mengestimasi jumlah cairan tubuh (dalam liter) berdasarkan umur dan berat badan pada orang sehat. Jumlah cairan tubuh orang dewasa kira-kira 45 – 75% dari berat badan. Untuk pria kira-kira 60% dari berat badan, sedangkan wanita kira-kira 55% dari berat badan. Sedangkan pada anak-anak jumlah cairan kira-kira 70 – 80% dari berat badan, rata-rata 75% dari berat badan.

Untuk mengukur jumlah cairan di masing-masing distribusi cairan, dapat digunakan bagan distribusi cairan tubuh di atas. Dapatkah Saudara mengisi persentase jumlah cairan untuk CIST dan CIV yang belum terisi pada bagan di atas?

Pengalaman belajar individu :
Hitunglah distribusi CIS, CES, Cairan interstisiil, dan cairan intravaskuler sesuai berat badan anda !

Setelah anda mampu menghitung komposisi jumlah cairan anda dalam tubuh, dan distribusinya, berikustnya, kapan seseorang dikatakan mengalami defisit / kekurangan cairan. Defisit cairan bisa diketahui dari berat jenis plasma (BJ Plasma), kadar natrium dalam darah dan defisit berdasarkan persentase berat badan.

1. *Defisit cairan berdasarkan patokan BJ Plasma*

$$\text{Rumus} = \frac{\text{BJ plasma} - 1.025}{0.001} \times \text{BB} \times 4 \text{ cc}$$

2. *Defisit cairan berdasarkan patokan kadar natrium dalam darah*

$$\text{Na}_2 \times \text{BW}_2 = \text{Na}_1 \times \text{BW}_1$$

Keterangan :

Na_2 = nilai kadar natrium dalam darah sekarang

Na_1 = nilai kadar natrium normal

BW_1 = nilai normal total air per BB (50% BB wanita, 60% BB laki-laki)

BW_2 = defisit volume cairan

3. *Defisit cairan berdasarkan persentase penurunan berat badan*

Orang dikatakan kehausan bila kehilangan cairan 2% BB

Orang dikatakan haus dan oliguria bila kehilangan cairan 6%BB

Orang dikatakan haus, oliguri, syok bila kehilangan cairan 10%BB

4. *Kehilangan cairan normal lewat urine*

Dewasa = 25 ml/KgBB per hari

5. *Kehilangan volume darah abnormal/patologis yang perlu pengganti infus atau tranfusi darah*

Bila kehilangan darah lebih dari 10% dari total volume darah.

6. *Kebutuhan cairan normal per hari*

Dewasa = 35 cc/KgBB/hari

Anak = 60 cc/KgBB/hari

Bayi = 150 cc/KgBB/hari

7. *Volume darah normal*

Bayi = 80 ml/KgBB

Dewasa laki-laki = 75 ml/KgBB

Dewasa perempuan = 65 ml/KgBB

Apabila perdarahan, cairan yang hilang bisa diganti dengan cairan infus dengan rasio 3-4 x jumlah volume darah yang hilang.

Contoh penghitungan :

Seorang laki-laki berat badan=85 Kg, hematokrit normal = 35% setelah perdarahan karena kecelakaan hematokritnya turun menjadi 25% (diketahui dari pemeriksaan laboratorium)

Berapa volume darah yang hilang ?

Jawab :

1. Jumlah volume darah normal = $75 \text{ ml} \times 85 \text{ Kg} = 6375 \text{ ml}$
2. Volume sel darah merah pada hematokrit/Hct normal adalah $35\% \times 6375 = 2231$
3. Volume sel darah merah pada Hct 25% = $25\% \times 6375 = 1594$
4. Sel darah merah yang hilang pada Hct 25% adalah :
 $2231 - 1594 = 637 \text{ ml}$

Apakah kehilangan darah 637 ml termasuk patologis ?

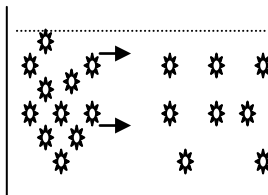
Jawab :

1. Jumlah volume darah awal normal = 6375 ml
2. Kehilangan darah 637 ml = %
 $(637/6375) \times 100\% = 9,9 \%$
3. Karena perdarahannya menedekatai 10% maka dikategorikan patologis, maka perlu penggantian cairan
4. Kalau diganti dengan infus harus sejumlah 3 kalinya atau $3 \times 637 = 1911 = \text{hampir } 4 \text{ kolf/fles infus.}$

PERPINDAHAN CAIRAN DAN PERTUKARAN ZAT

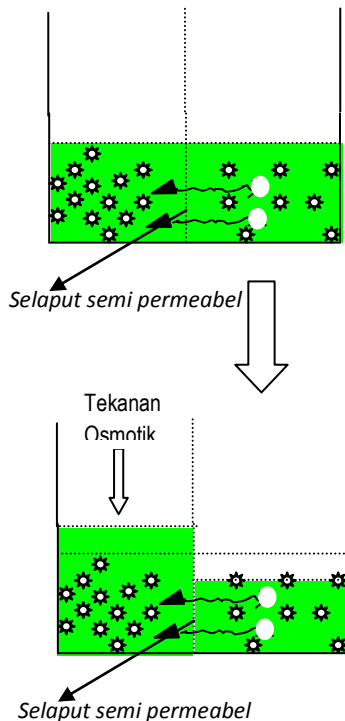
Ada beberapa cara perpindahan cairan dan pertukaran zat di dalam tubuh, yaitu:

1. DIFUSI



Difusi adalah kecenderungan zat terlarut (*solute*) untuk bergerak bebas di seluruh penjuru pelarut (*solven*), atau bisa juga diartikan sebagai pergerakan zat terlarut dari daerah pekat ke daerah encer hingga terjadi keseimbangan.

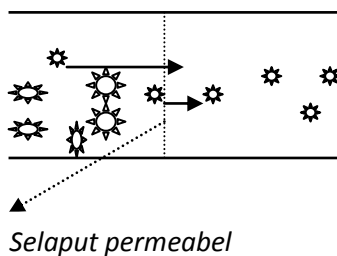
2. OSMOSIS



Osmosis adalah perembesan pelarut melalui selaput semi permeabel, Atau bisa juga diartikan sebagai Perembesan zat pelarut dari daerah encer ke daerah pekat hingga terjadi keseimbangan. Hasilnya adalah volume daerah encer menjadi berkurang dan volume daerah pekat menjadi bertambah.

Perbedaan volume cairan akan menimbulkan tekanan yang disebut dengan tekanan osmotik. Semakin tinggi tekanan osmotik, semakin tinggi kemampuannya untuk menarik air. Semakin besar perbedaan kepekatan, tekanan osmotik semakin tinggi. Zat tertentu dengan bobot molekul besar seperti protein plasma melakukan tekanan osmotik koloid atau tekanan onkotik, yaitu tekanan yang dilakukan protein plasma terhadap selaput permeabel. Dengan cara ini maka cairan plasma dapat dipertahankan dalam pembuluh darah.

3. FILTRASI



Filtrasi adalah perembesan cairan melalui selaput permeabel yang tidak dapat dilalui oleh zat terlarut tertentu. Dalam hal ini zat merembes dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah. Contohnya filtrasi cairan dalam glomerulus ginjal.

4. TRANSPORT AKTIF

Transport aktif adalah pergerakan zat dari daerah encer ke daerah pekat. Transport aktif terjadi pada elektrolit terhadap suatu gradien kepekatan. Proses ini terjadi secara aktif, oleh karena itu memerlukan energi. Contoh dari transport aktif adalah penyerapan kembali zat-zat tertentu dalam tubulus ginjal.

5. TEKANAN HIDROSTATIK

Tekanan hidrostatik adalah tekanan plasma dan sel-sel darah dalam pembuluh kapiler.

Tekanan penyaringan (filtration pressure)

Tekanan penyaringan adalah perbedaan antara tekanan osmotik koloid dan tekanan hidrostatik. Hal ini penting dalam perpindahan cairan dari arteriol ke rongga interstitial dan berlanjut ke venule.

$$TP=TH-TO$$

TP = Tekanan penyaringan

TH = Tekanan hidrostatik darah

TO = Tekanan osmotik koloid

KESEIMBANGAN CAIRAN

Untuk mempertahankan homeostasis tubuh, maka diperlukan keseimbangan antara asupan cairan dan haluaran cairan. Jumlah dan sumber input dan output cairan kurang lebih sbb:

Input:

Air yang dicerna	: 1200-1500 cc
Makanan yang dicerna	: 700-1000 cc
Oksidasi metabolik	: 200-400 cc
Jumlah	: 2100-2900 cc

Output:

Urine	: 1200-1700 cc (25 cc/KgBB/hari) normal
Faeces	: 100-200 cc
Keringat	: 100-200 cc
Insensible water loss	
Kulit	: 350-400 cc (evaporasi)
Paru	: 350-400 cc (pernapasan)
Jumlah	: 2100-2900 cc

PENGATURAN HOMEOSTASIS AIR

1. Pengaturan sistem pernafasan
Cairan dikeluarkan melalui paru dalam bentuk uap air.
2. Pengaturan sistem perkemihan
Ginjal secara selektif menahan elektrolit dan air untuk memelihara keseimbangan, dan mengeluarkan zat buangan dan zat yang berlebihan.
Bekerjasama dengan sistem endokrin, pada saat terjadi dehidrasi hipofise posterior mengeluarkan ADH (anti diuretik hormon). ADH

ini mempengaruhi tubulus ginjal menjadi lebih permeabel sehingga resorpsi air bertambah. Akibatnya urine berkurang.

3. Pengaturan sistem sirkulasi
Sistem sirkulasi sangat vital bagi pengangkutan cairan ke seluruh tubuh. Mekanisme tekanan osmotik dan tekanan hidrostatik sangat diperlukan dalam sistem ini. Ginjal dapat berfungsi dengan baik hanya jika mendapatkan sirkulasi yang baik. Gangguan pada sistem sirkulasi dapat menimbulkan gangguan keseimbangan cairan, contoh: edema paru, anuria akibat gagal ginjal, gangguan perfusi akibat syok dll.
4. Pengaturan sistem endokrin
Selain ADH, sistem endokrin mengatur homeostasis air dengan hormon aldosteron yang disekresi oleh korteks adrenal. Jika terjadi dehidrasi, terjadi peningkatan sekresi aldosteron, dengan efek terjadi peningkatan resorpsi ion natrium di tubulus ginjal, diikuti dengan resorpsi air.
5. Pengaturan sistem gastrointestinal
Air dan elektrolit diserap dalam saluran pencernaan, sehingga jumlah air dan elektrolit dapat dipertahankan. Sangat penting untuk menjaga efektifitas fungsi pencernaan untuk mencegah gangguan homeostasis cairan.
6. Pengaturan sistem saraf
Pada saat terjadi dehidrasi, terjadi rangsangan osmoreseptor di hipotalamus dengan efek terjadi rasa haus sehingga timbul keinginan untuk minum.

GANGGUAN KESEIMBANGAN CAIRAN

1. Edema
Edema adalah meningkatnya volume cairan ekstraseluler dan ekstrasvaskuler disertai dengan penimbunan cairan ini dalam sela-sela jaringan dan rongga tubuh.
Penyebab terjadinya edema antara lain :
 - a. Obstruksi saluran limfe
 - b. Permeabilitas kapiler meningkat, akibat keracunan, infeksi, anafilaksis dll.
 - c. Tekanan hidrostatik dalam kapiler meningkat
 - d. Tekanan osmotik dalam spasi interstitial meningkat
 - e. Tekanan osmotik dalam kapiler menurun
2. Dehidrasi
Dehidrasi adalah gangguan keseimbangan air yang disertai output yang melebihi intake sehingga jumlah air dalam tubuh berkurang.

Penyebab:

- a. Kekurangan air (*water depletion*)
Terjadi akibat intake air yang kurang, sehingga disebut juga dehidrasi primer. Akibatnya terjadi pengeluaran cairan dari dalam sel (dehidrasi intraseluler) yang merangsang rasa haus.
- b. Kekurangan natrium (*sodium depletion*)
Terjadi akibat output cairan dan elektrolit secara berlebihan, oleh karena itu disebut juga dehidrasi sekunder. Akibatnya terjadi pengeluaran cairan dari dalam sel (dehidrasi intraseluler) yang merangsang rasa haus
- c. Kekurangan air dan natrium
Merupakan gabungan dari 2 proses di atas

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-2

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang keseimbangan cairan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

Ada kasus, Ny.A usia 24 tahun berat badan 65 Kg, bersalin di ruang bersalin Mawar, pada saat persalinan mengalami perdarahan sebanyak 725 cc. Hitunglah apakah perdarahan tersebut sudah dikategorikan patologis dan perlu pengganti cairan? Kalau YA, berapa jumlah cairan infus sebagai penggantinya. Berapa tetes permenit anda mengatur tetesan infusnya, kalau infus pertama diberikan jam 20.00 wib, bagaimana pengelolaan terapi infusnya ?

Kasus kedua; Bayi "A" mengalami luka bakar karena kena tumpahan kuah soto ayam, sehingga kulit melepuh di daerah dada, kedua lengan, diperkirakan kehilangan cairan sebanyak 650 cc. Hitunglah berapa mililiter cairan infus sebagai penggantinya, dan berapa tetes menit anda harus mengatur agar habis dalam 4 jam pertama.

Latihan berikutnya !!

1. Jelaskan apa itu solut dan solven, bagaimana penerapan di dalam cairan tubuh manusia.
2. Jelaskan bagaimana proses perpindahan cairan atau pertukaran zat di dalam tubuh manusia.
3. Bagaimana proses pengaturan keseimbangan cairan tubuh ?
4. Anak "B" mengalami diare BB awal 16 Kg sedangkan BB saat diperiksa 14 Kg, apakah anak tersebut mengalami dehidrasi ? apa patokannya untuk menentukan apakah seseorang dehidrasi atau tidak ?

RANGKUMAN

Sebagian besar tubuh kita terdiri dari air. Seorang laki-laki dewasa 60% dari BB-nya adalah air, sedangkan perempuan dewasa 55% dari BB-nya adalah air. Dalam suatu larutan selalu ada komponen pelarut dan zat terlarut. Komponen pelarut berupa air, sedangkan komponen zat terlarut adalah elektrolit seperti natrium, kalium, kalsium, magnesium, chlorida dan non elektrolit seperti glukosa dan ureum.

Komposisi penyebaran air dalam tubuh seorang dewasa, 40%-nya berada di intrasel dan 20%-nya berada di ekstrasel. Dari 20% cairan ekstrasel ternyata 15%-nya merupakan cairan interstisiil, dan 5%-nya merupakan cairan intravaskuler.

Proses perpindahan cairan meliputi; difusi, osmosis, filtrasi, transport aktif dan karena tekanan hidrostatis jantung. Keberadaan cairan di dalam tubuh kita selalu dalam keadaan homeostasis (seimbang). Keseimbangan cairan diatur oleh; pengaturan sistem pernapasan, pengaturan sistem perkemihan, pengaturan sistem sirkulasi, pengaturan sistem endokrin, pengaturan sistem gastrointestinal dan pengaturan sistem saraf.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-16

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Berikut merupakan komponen solut yang termasuk kategori non elektrolit yaitu :
 - a. Magnesium
 - b. Kalsium
 - c. Glukosa
 - d. Natrium
 - e. Chlorida
2. Solven utama cairan di dalam tubuh manusia adalah :
 - a. Elektrolit
 - b. Protein
 - c. Glukosa
 - d. Vitamin
 - e. Air

3. Berikut termasuk solut kategori anion :
 - a. Natrium
 - b. Kalium
 - c. Magnesium
 - d. Kalsium
 - e. Bikarbonat
4. Proses perpindahan cairan karena perembesan pelarut melalui selaput semi permeabel disebut :
 - a. Difusi
 - b. Filtrasi
 - c. Osmosis
 - d. Transport aktif
 - e. Tekanan hidrostatik
5. Seorang wanita dengan berat badan 45 Kg, jumlah produksi urine normal selama sehari adalah :
 - a. 1125 cc
 - b. 1200 cc
 - c. 1250 cc
 - d. 1500 cc
6. Jumlah kebutuhan cairan normal untuk laki-laki dengan berat badan 45 Kg, dalam sehari adalah :
 - a. 1575 cc
 - b. 1600 cc
 - c. 2000 cc
 - d. 2500 cc
 - e. 2750 cc
7. Jumlah perdarahan patologis bila jumlah darah yang keluar sebanyak % dari total volume darah
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 5
 - d. 8
 - e. 10
8. Keinginan untuk minum akibat perasaan haus saat dehidrasi merupakan pengaturan keseimbangan cairan tubuh melalui proses pengaturan
 - a. Pengaturan sistem pernapasan
 - b. Sistem perkemihan
 - c. Sirkulasi
 - d. Hormon
 - e. Saraf

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-15* Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih Bahasa, Brahm U Pendit. *Anatomi& Fisiologi untuk Bidan*, EGC, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Jawaban
 - a. Jumlah volume darah normal adalah $75 \text{ ml} \times 65 \text{ Kg} = 4,875 \text{ cc}$
 - b. Kehilangan darah $725 \text{ cc} = (725/4875) \times 100\% = 14,8 \%$
 - c. Karena kehilangan darah $> 10\%$ maka perlu direhidrasi dengan infus sebanyak $3 \times 725 \text{ cc} = 2175 : 500 \text{ cc} = 4.35 \text{ kolf/fles}$
 - d. Jumlah tetesan = $2175 : (24 \times 3) = 30,2 \text{ tts/mt}$ (INGAT RUMUS TETESAN INFUS)
 - e. Pemberian infus setiap 5,5 jam dari (24 jam : 4,35 fles) = pemberian mulai jam 20.00 : 24.30 : 06.00 : 11.30 : 15.00
2. Solut adalah zat terlarut dan didalam tubuh berupa elektrolit dan non elektrolit, sedangkan solven adalah pelarut dan di dalam tubuh berupa air.
3. Pertukaran zat di dalam tubuh bisa berupa; difusi, osmosis, filtrasi, transport aktif dan karena tekanan hidrostatik jantung.
4. Jawab = $(16-14/16) \times 100\% = 12,5 \%$, maka anak dikategorikan dehidrasi berat karena kehilangan cairan sebanyak 10% dari berat badan.



KEGIATAN BELAJAR-3 PROSES PERADANGAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-3

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang proses peradangan meliputi ; gambaran kasar peradangan akut, bentuk-bentuk peradangan, aspek seluler peradangan dan faktor yang mempengaruhi proses peradangan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-3

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-3 adalah mahasiswa mampu menyebutkan tanda peradangan dan menjelaskan proses terjadinya peradangan.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-3

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-3 ini mahasiswa mampu menjawab pertanyaan fasilitator tentang proses terjadinya peradangan dan tanda peradangan di akhir kegiatan belajar.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-3 PROSES PERADANGAN

Sebelum memulai kegiatan belajar ini, agar anda lebih mudah memahami apa itu peradangan, alangkah baiknya anda mengingat kembali memori anda, apakah anda pernah mengalami luka yang tidak sembuh-sembuh dan akhirnya menjadi luka infeksi. Atau pernahkan anda mengalami alergi, sehingga kulit anda timbul tonjolan bernanah ? Kesemuanya ini pada dasarnya adalah proses peradangan

Apa dan bagaimana peradangan itu bisa terjadi ?

Apakah sebenarnya proses peradangan itu menguntungkan atau merugikan bagi tubuh ? Untuk menjawab dua pertanyaan besar ini

silahkan anda membaca dan memahami materi kegiatan belajar berikut ini.

Pengertian Peradangan

Peradangan adalah reaksi vaskular yang hasilnya merupakan pengiriman cairan, zat-zat yang terlarut dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan-jaringan interstitial pada daerah cedera atau nekrosis.

Peradangan adalah gejala yang menguntungkan untuk pertahanan tubuh terhadap kolonisasi kuman. Hasil dari proses pertahanan terhadap kuman ini adalah netralisasi dan pembuangan agen penyerang, penghancuran jaringan nekrosis, dan pembentukan keadaan yang dibutuhkan untuk perbaikan dan pemulihan.

Sebab Terjadinya Proses Peradangan

Sebab-sebab terjadinya proses peradangan antara lain; 1) adanya infeksi dari mikroorganisme dalam jaringan, 2) trauma fisik sehingga menimbulkan adanya luka, 3) cedera kimiawi, radiasi, mekanik atau termak, serta 4) adanya reaksi imun (reaksi hipersensitivitas dalam jaringan/reaksi alergi).

Tanda-Tanda Peradangan

Beberapa tanda peradangan antara lain :

- a) *Rubor* (kemerahan)
Rubor merupakan hal pertama yang terlihat pada daerah peradangan. Waktu reaksi peradangan mulai timbul maka arteriol yang mensuplai daerah tersebut melebar, dengan lebih banyak darah mengalir ke dalam mikrosirkulasi lokal. Kapiler-kapiler yang sebelumnya kosong atau sebagian saja yang meregang dengan cepat terisi penuh dengan darah. Keadaan ini dinamakan *hyperemia* atau kongesti, menyebabkan warna merah lokal karena peradangan akut.
- b) *Kalor* (panas)
Pada daerah peradangan, kulit menjadi lebih panas dari sekelilingnya sebab darah yang disalurkan ke permukaan daerah yang terkena radang lebih banyak dari pada yang disalurkan ke daerah normal.
- c) *Dolor* (rasa sakit)
Perubahan pH lokal atau konsentrasi lokal ion-ion tertentu dapat merangsang ujung-ujung saraf sehingga neurotransmitter banyak yang dilepas ke dalam peredaran darah. Selain itu, pembengkakan jaringan yang meradang mengakibatkan peningkatan tekanan lokal yang tanpa diragukan lagi dapat menimbulkan rasa sakit.
- d) *Tumor* (pembengkakan)

Pembengkakan ditimbulkan oleh pengiriman cairan dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan-jaringan interstitial. Campuran dari cairan dan sel yang tertimbun di daerah peradangan disebut eksudat. Pada keadaan dini reaksi peradangan sebagian besar eksudat adalah cair, seperti yang terjadi pada lepuhan yang disebabkan oleh luka bakar ringan

- e) *Functio laesa* (gangguan fungsi)
Akibat dari proses peradangan, maka daerah lokal radang mengalami gangguan fungsi seperti, tidak bisa digerakkan, terasa sakit, bila disentuh nyeri.

JENIS-JENIS PERADANGAN

- 1) Radang kataral
Jenis radang ini sering menyerang membran mukosa, yang dapat mensekresi mucus, seperti mukosa mulut, dan mukosa bronkus.
- 2) Radang Pseudomembran
Radang ini terbentuk di atas permukaan selaput lendir yang ditandai dengan pembentukan eksudat/nanah berupa lapisan selaput superficial, mengandung fibrin, sel-sel nekrotik aktif dan sel darah putih yang membusuk. Lokasi radang ini sering terdapat pada daerah trakea, bronkus, dan GIT.
- 3) Ulkus
Sering terjadi di permukaan kulit yang timbul luka, karakteristik luka yang memborok sehingga jaringan bawah kulit membusuk, terkadang mengeluarkan eksudat/nanah.
- 4) Abses
Adalah lubang yang terisi nanah dalam jaringan. Abses adalah lesi yang sulit untuk diatasi oleh tubuh karena kecenderungannya untuk meluas dengan pencairan, kecenderungan untuk membentuk lubang dan resistensinya terhadap penyembuhan. Jika terbentuk abses, maka obat-obatan seperti antibiotik dalam darah sulit masuk ke dalam abses.
- 5) Radang purulen
Sering terjadi pada infeksi bakteri. Terdapat pada cedera tidak steril/kotor. Lokasi radang dapat terjadi di hampir semua jaringan tubuh, dimana jaringan telah mati/nekrotik.
- 6) Flegmon
Radang purulen yang telah meluas secara difuse ke jaringan
- 7) Radang supuratif
Adalah radang yang sering disebabkan karena kuman gram negatif (*Stafilococcus*) yang menghasilkan nanah.

HISTOLOGI LEUKOSIT

Leukosit adalah sel darah yang mengandung inti, disebut juga sel darah putih. Di dalam darah manusia, normal didapati jumlah leukosit rata-rata 5000-9000 sel/mm³. Bila jumlahnya kurang dari 5000 sel/mm³ dinamakan leucopenia. Bila jumlahnya lebih dari 12.000 sel/mm³ dinamakan leukositosis.

Terdapat dua bentuk leukosit yaitu; leukosit bergranula dan leukosit tidak bergranula. Bentuk granula dalam keadaan hidup berupa tetesan setengah cair, dalam sitoplasmanya dan mempunyai bentuk inti yang bervariasi. Bentuk agranula, sitoplasmanya homogen dengan inti bentuk bulat. Terdapat 3 bentuk leukosit granula yaitu; neutrofil, eosinofil dan basofil. Sedangkan leukosit agranula ada 2 bentuk yaitu; monosit dan limfosit.

Leukosit mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral terhadap antigen dan imunogen. Leukosit dapat bergerak secara amuboid dan melalui proses diapedesis leukosit dapat meninggalkan kapiler dengan menerobos antara sel-sel endotel dan menembus kedalam jaringan penyambung.

Jumlah leukosit per mikroliter darah pada orang dewasa normal 4.000-11.000 sel, pada waktu lahir 15.000-25.000 sel, dan menjelang hari ke-empat turun sampai 12.000 sel, dan normal pada usia 4 tahun.

ASPEK SELULER PERADANGAN

Pada awal peradangan akut waktu arteriol dilatasi, aliran darah ke daerah radang bertambah. Namun sifat aliran darah berubah, berupa adanya kebocoran karena permeabilitas pembuluh darah meningkat, sehingga viskositas darah naik. Akibat dari naiknya viskositas darah, maka sel darah (leukosit) mulai mengalami *marginasi*, yaitu gerakan sel darah putih ke bagian arus perifer sepanjang pembuluh darah. Proses marginasi ini leukosit menempel pada endotel, maka pembuluh darah seperti jalan berbatu (*pavementing*). Marginasi dan *pavementing* merupakan proses permulaan emigrasi leukosit dari pembuluh darah ke jaringan sekitarnya.

Emigrasi sel leukosit ini ternyata memiliki tujuan yang dinamakan (*kemotaksis*). Leukosit yang melakukan emigrasi dan kemotaksis ini berasal dari sumsum tulang, dimana tidak hanya leukosit saja sebetulnya juga diikuti oleh sel darah merah (eritrosit), dan trombosit. Di dalam sumsum tulang diantara ketiga jenis sel darah itu produksi sel darah putih lebih dominan dan lebih di atur. Bila ada sinyal radang maka produksi leukosit di sumsum tulang ini ditingkatkan untuk melawan agent yang menyebabkan radang.

Golongan leukosit ini dibagi menjadi bergranula dan tidak bergranula. Leukosit bergranula terdiri dari; *neutrofil, eosinofil dan basofil*. Ketiga jenis ini sering disebut sel polimorfonuklear (PMN). Sedangkan *monosit dan limfosit* merupakan golongan leukosit tidak bergranula dan sering disebut morfonuklear (MN).

Sel leukosit pertama yang muncul dalam jumlah banyak di eksudat adalah neutrofil. Sel neutrofil ini dewasa di sumsum tulang dalam waktu dua minggu. Bila meraka di lepas ke dalam pembuluh darah, maka setengah umur sirkulasinya kira-kira 6 jam. Per millimeter kubik terdapat 5.000 neutrofil. Cadangan di sumsum tulang lebih besar 100 kalinya, sehingga sewaktu ada radang maka cadangan neutrofil ini siap di lepas ke sirkulasi darah sebagai respon awal. Fungsi neutrofil sebagai fagositosis (pemakan mikroba). Di dalam neutrofil terdapat enzim lisosom, yang bermanfaat untuk fagositosis. Proses fagositosis dimulai dari adanya opsonisasi oleh zat kimia tertentu (*system komplemen*).

Eosinofil adalah jenis granulosit lain yang dapat ditemukan dalam eksudat peradangan, tetapi dalam jumlah lebih kecil dibanding neutrofil. Fungsi khas eosinofil adalah membantu kemotaksis. Dengan pewarnaan neutrofil berwarna lembayung, sedangkan eosinofil berwarna cerah.

Basofil merupakan jenis leukosit bergranula yang ketiga. Dengan pewarnaan basofil berwarna biru. Sel ini juga berasal dari sumsum tulang, basofil sering disebut *mast cell* atau basofil jaringan. Granula dari kedua jenis ini banyak mengandung, histamine, heparin dan berbagai enzim. Basofil berperan dalam kemotaksis dalam reaksi imunologis. Mast cell hanya berada di dalam jaringan, mast cell inilah yang banyak mengandung histamine.

Monosit adalah bentuk leukosit agranulosit. Umur sirkulasi dari monosit 3-4x lebih panjang di banding granulosit. Pada peradangan akut monosit juga mengalami emigrasi tetapi jumlahnya lebih sedikit dan jalannya lebih lambat dibanding neutrofil. Pada jam-jam pertama peradangan jumlah monosit relative lebih sedikit dalam eksudat. *Monosit* adalah bentuk leukosit agranulosit yang berada di dalam sirkulasi darah. Bila monosit berada di dalam jaringan dinamakan *makrofag*. Fungsi dari makrofag sebagai; antigen presenting cell, kemotaksis, fagositosis aktif dan mencerna berbagai mikroorganisme. Makrofag di dalam jaringan bisa bertahan sampai berbulan-bulan, sedangkan neutrofil tidak.

Satu jenis lagi dari leukosit adalah limfosit. Sel darah putih ini bermanfaat sebagai reaksi imunologis. Rangsangan pada limfosit-T (celluler) dapat membantu proses peradangan. Rangsangan pada limfosit-B (humoral) dapat membantu pembentukan immunoglobulin.

Faktor Yang Mempengaruhi Peradangan Dan Penyembuhan

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses peradangan adalah :

- 1) Vaskularisasi, sistem vaskularisasi yang kurang bagus menyebabkan pengiriman nutrisi dan oksigen ke tempat jejas/lesi berkurang, sehingga memperlama proses penyembuhan. Kadar gula darah yang tinggi juga memperlama proses penyembuhan luka. Sehingga orang yang terkena penyakit diabetes pantangan terkena luka.
- 2) Keadaan gizi, proses penyembuhan luka memerlukan kecukupan nutrient dan zat mikro. Gizi buruk memperlama proses penyembuhan luka dan memperparah peradangan. Gizi yang jelek akan berpengaruh pada proses perbaikan dan pertumbuhan cell yang baru. Berat ringannya trauma akan mempengaruhi kerusakan organ tubuh. Proses mobilisasi yang baik juga akan berpengaruh pada percepatan lama penyembuhan proses peradangan.
- 3) Jenis trauma, kerusakan jaringan yang parah tentunya memperlama proses penyembuhan luka dan mempercepat infeksi kuman.
- 4) Imobilisasi, kurangnya gerakan di daerah luka akan berakibat pada pengiriman oksigen tidak cukup karena vaskualrisasi ke arah luka jelek. Efek vaskularisasi sangat tergantung pada kemampuan suplay darah menuju tempat peradangan, dikatakan vaskularisasi baik bila; tekanan dan volume darah disuplay cukup oksigen dan nutrient.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-3

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang genetika sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Jelaskan bagaimana proses peradangan bisa terjadi pada jaringan
2. Sebutkan tanda-tanda proses peradangan
3. Jelaskan proses pagositosis

RANGKUMAN

Peradangan adalah reaksi vaskular yang hasilnya merupakan pengiriman cairan, zat-zat yang terlarut dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan-jaringan interstitial pada daerah cedera atau nekrosis

Sebab-sebab terjadinya proses peradangan antara lain; 1) adanya infeksi dari mikroorganisme dalam jaringan, 2) trauma fisik sehingga menimbulkan adanya luka, 3) cedera kimiawi, radiasi, mekanik atau termak, serta 4) adanya reaksi imun (reaksi hipersensitivitas dalam jaringan/reaksi alergi).

Tanda-tanda peradangan adalah; merah (*rubor*), bengkak (*tumor*), panas (*kalor*), rasa sakit (*dolor*) dan gangguan fungsi (*functio laesa*). Bentuk-bentuk peradangan antara lain; radang kataral, radang pseudomembran, radang purulent, radang supuratif, ulkus, abses dan flegmon.

Pada awal peradangan akut terjadilah proses emigrasi sel darah putih dari pembuluh darah ke jaringan sekitar radang dikenal dengan istilah marginasi dan pavementing. Emigrasi sel leukosit ini ternyata memiliki tujuan yang dinamakan (*kemotaksis*). Leukosit yang melakukan emigrasi dan kemotaksis ini berasal dari sumsum tulang, dimana tidak hanya leukosit saja sebetulnya juga diikuti oleh sel darah merah (eritrosit), dan trombosit.

Di dalam sumsum tulang diantara ketiga jenis sel darah itu produksi sel darah putih lebih dominan dan lebih di atur. Bila ada sinyal radang maka produksi leukosit di sumsum tulang ini ditingkatkan untuk melawan agent yang menyebabkan radang.

Banyaknya leukosit ini bertujuan untuk proses pagositosis kuman. Proses fagositosis dimulai dari adanya opsonisasi oleh zat kimia tertentu (*system komplemen*).

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-3

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Proses invasif oleh mikroorganisme dan berproliferasi di dalam tubuh yang menyebabkan sakit, disebut :
 - a. Infeksi
 - b. Transfusi
 - c. Kontaminasi
 - d. Absorbpsi
 - e. Filtrasi
2. Tanda-tanda infeksi adalah sebagai berikut, **kecuali** :
 - a. Dolor
 - b. Kalor
 - c. Tumor
 - d. Tremor
 - e. Rubor
3. Rasa nyeri akan terasa pada jaringan yang mengalami infeksi, hal ini disebut ?
 - a. Rubor
 - b. Dolor
 - c. Kalor
 - d. Functio Laesa
 - e. Tumor

4. Rasa panas, pada daerah yang mengalami infeksi dinamakan :
 - a. Rubor
 - b. Dolor
 - c. Kalor
 - d. Functio Laesa
 - e. Tumor
5. Sel darah yang berperan sebagai fagositosis adalah :
 - a. Leukosit
 - b. Trombosit
 - c. Eritrosit
 - d. Sel Mast
 - e. Basofil
6. Fagositosis akut di dalam jaringan akan dilakukan oleh :
 - a. Eosinofil
 - b. Basofil
 - c. Netrofil
 - d. Makropag
 - e. Monosit
7. Proses pergerakan sel darah putih menuju daerah radang dinamakan
 - a. Hemotaksis
 - b. Kemotaksis
 - c. Pavmenting
 - d. Marginasi
 - e. Oponisasi
8. Berikut bentuk-bentuk peradangan KECUALI :
 - a. Plegmon
 - b. Abses
 - c. Ulkus
 - d. Luka
 - e. Radang supuratif
9. Faktor yang mempengaruhi proses peradangan antara lain :
 - a. Vaskularisasi
 - b. Jenis kuman
 - c. pH kulit
 - d. Lokasi trauma
 - e. Usia penderita
10. Berikut BUKAN termasuk sel darah putih yang bergranula :
 - a. Eosinofil
 - b. Neutrofil
 - c. Basofil
 - d. Monosit
 - e. LGL

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-15* Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih Bahasa, Brahm U Pendit. *Anatomi& Fisiologi untuk Bidan*, EGC, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Adanya penyebab seperti; trauma fisik pada kulit, trauma kimia dan radiasi, infeksi bakteri dan reaksi alerdi, menyebabkan kuman berkolonisasi ke dalam jaringan yang mengalami jejas/kerusakan. Respon tubuh adalah pertahanan imun non spesifik, utamanya adalah proses fagositosis, manakala pertahanan tidak mampu melawan kuman terjadilah proses peradangan.
2. Tanda peradangan; merah, bengkak, panas, rasa sakit dan gangguan fungsi pada daerah yang mengalami radang.
3. Proses pagositosis; kemotaksis, opsonisasi dan pagosit.



KEGIATAN BELAJAR-4 SISTEM MUSKULOSKELETAL/PERGERAKAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-4

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang bagaimana belajar anatomi dan penjelasan tentang anatomi fisiologi komponen sistem muskuloskeletal yang terdiri dari; tulang, tulang rawan, sendi, ligamen, bursa, otot, urat dan fascia.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-4

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-4 adalah :

1. Menjelaskan cara mempelajari anatomi tubuh manusia
2. Menyebutkan struktur tulang (*osteon*)
3. Menyebutkan klasifikasi tulang (*osteon*)
4. Menyebutkan bagian-bagian dari tulang panjang (*long bone*)
5. Menyebutkan macam-macam tulang penyangga tubuh manusia
6. Menjelaskan fungsi tulang
7. Menjelaskan fungsi sendi (*Artikulatio*)
8. Menyebutkan contoh-contoh sendi
9. Menyebutkan beberapa contoh otot yang berkaitan dengan proses reproduksi
10. Menjelaskan fungsi otot, ligamen, fascia dan tendon

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-4

Kriteria penilaian dari kegiatan belajar-4 untuk mengukur apakah mahasiswa mampu menguasai kompetensi secara benar adalah :

- 1) Mampu mengerjakan dengan benar lembar kerja mahasiswa tentang anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal
- 2) Mampu menyebutkan bagian dari tulang panggul setelah diberi model/phantom tulang panggul secara perorangan.
- 3) Mampu menyebutkan secara verbal jenis-jenis otot yang berkaitan dengan proses reproduksi

MATERI KEGIATAN BELAJAR-4

Setelah anda dinyatakan tuntas belajar struktur dan fungsi sel, langkah belajar selanjutnya adalah mempelajari anatomi dan fisiologi sistem muskuloskeletal. Namun sebelum belajar lebih lanjut, anda diharuskan paham dulu bagaimana cara belajar anatomi.

Cara belajar anatomi meliputi tiga pemahaman yaitu; 1) belajar anatomi secara pandang. Artinya anda belajar anatomi pada subyek manusia hidup secara utuh dengan cara memandang, meraba, mendengar dan mengetuk (inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi, 2) belajar anatomi secara topografi, artinya belajar anatomi per bagian seperti kepala, leher, hidung, telinga, mulut, mata, dada, perut, kaki, tangan, dsb, dan 3) belajar anatomi secara persistem seperti anatomi sistem pergerakan, anatomi sistem sirkulasi, anatomi sistem pernapasan dst.

Pemahaman lain yang juga penting sebelum belajar anatomi fisiologi lebih lanjut adalah posisi anatomi, bidang dan garis anatomi seperti medial, lateral, oblique, sagital, horizontal, dst, juga arah anatomi seperti superior, inferior, anterior, medial, intermedial, proximal, distal, dst.

Tugas belajar individu

Unduh beberapa gambar yang berkaitan dengan posisi anatomi, sumbu dan bidang penting, serta arah penting berkaitan dengan anatomi tubuh manusia dari internet untuk menambah pemahaman anda tentang bagaimana belajar anatomi. Waktu browsing 30 menit

Tugas belajar kelompok kecil

- 1. Carilah teman diskusi anda maksimal 6 orang per kelompok*
- 2. Setelah itu tulis nama anggota kelompok anda, dan siapa ketua kelompoknya beserta alamat e-mail masing-masing*
- 3. Diskusikan apa hasil unduhan anda tentang posisi anatomi, sumbu dan bidang penting serta arah anatomi tubuh manusia, waktunya 10 menit di tempat manapun yang anda suka (gazebo, ruang kelas, ruang laborat)*
- 4. Berlatihlah menjelaskan apa hasil diskusi anda, pilihlah 3 anggota diskusi untuk menerangkan hasil unduhan dan hasil diskusi di depan kelompok masing-masing secara bergiliran mulai dari materi posisi anatomi, dilanjutkan giliran berikutnya sumbu dan bidang anatomi penting dan terakhir arah anatomi tubuh manusia, masing-masing presenter diberi waktu 10 menit.*

KOMPONEN SISTEM MUSKULOSKELETAL

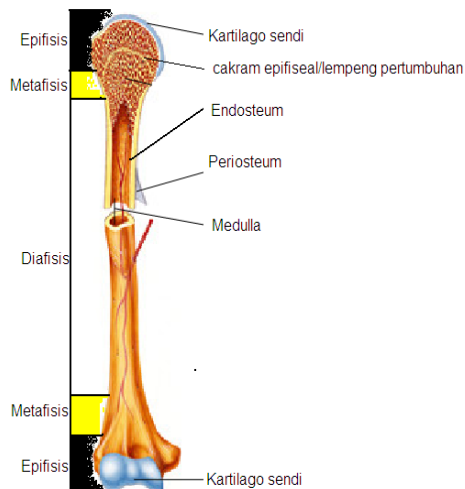
Setelah selesai kelompok berlatih menjelaskan hasil diskusi sesuai topik. Masing-masing individu mulailah belajar anatomi sistem muskuloskeletal atau sering disebut juga anatomi sistem pergerakan atau sistem lokomotorik. Namun yang lebih lazim penyebutannya adalah anatomi sistem muskuloskeletal. Berikut disajikan materi anatomi sistem muskuloskeletal.

Sistem muskuloskeletal yang akan kita pelajari meliputi; tulang, sendi, dan otot. Beberapa tulang penting berkaitan dengan proses reproduksi yang harus anda hafal betul adalah; tulang tengkorak karena berkaitan dengan pemeriksaan fisik kepala bayi baru lahir, tulang belakang, tulang iga dan tulang dada, tulang gelang panggul, tulang gelang bahu dan tulang anggota gerak.

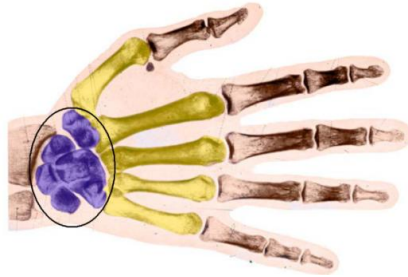
Struktur Tulang (*osteon*)

Struktur tulang terdiri atas dua macam yaitu; 1) tulang padat (*compact*) biasanya terdapat pada bagian luar semua tulang, 2) tulang berongga (*spongiosa*) biasanya terdapat pada bagian dalam tulang, kecuali bagian yang digantikan oleh sumsum tulang.

Bila tulang diklasifikasi berdasarkan morfologi (bentuknya), dibagi menjadi lima jenis yaitu ; 1) tulang panjang/tulang pipa (*long bone*), 2) tulang pendek (*short bone*), 3) Tulang tipis/pipih (*flat bone*), 4) tulang tidak teratur (*irregular bone*) dan 5) tulang sesamoid. Berikut disajikan beberapa contoh tulang berdasarkan bentuk :



Gambar 4.1 : Tulang panjang



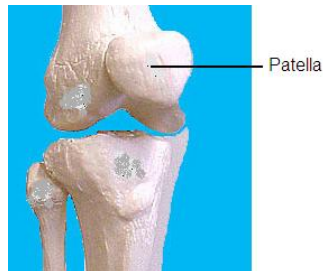
Gambar 4.2 : tulang pergelangan tangan (tulang pendek)



Gambar 4.3 : tulang tengkorak (tulang pipih)



Gambar 4.4 : tulang vertebrata (tulang tidak teratur)



Gambar 4.5 : pattela (tulang sesamoid)

Tugas belajar individu

Dalam waktu 15 menit carilah contoh lain yang termasuk tulang panjang, tulang pendek, tulang pipih, tulang tidak teratur dan tulang sesamoid selain yang sudah ada tadi. Hasil pencarian anda tuliskah di buku peta pikiran anda (buku pintar anda).

Nah anda baru saja berlatih menjelaskan bagaimana cara belajar anatomi ke teman-teman anda melalui diskusi kelompok kecil, anda juga sudah mencari contoh tulang dan juga sudah anda tulis/catat di buku peta pikiran anda. Langkah selanjutnya adalah anda belajar macam-macam tulang rangka penyangga tubuh manusia.

Terdapat 11 tulang rangka penyusun tubuh manusia yang kalau dihitung dari kesebelas tulang penyusun tubuh terdiri dari 206 tulang. Berikut tabel yang berisi perinciannya :

Tabel 4.1 : Tulang Rangka Penyusun Tubuh Manusia

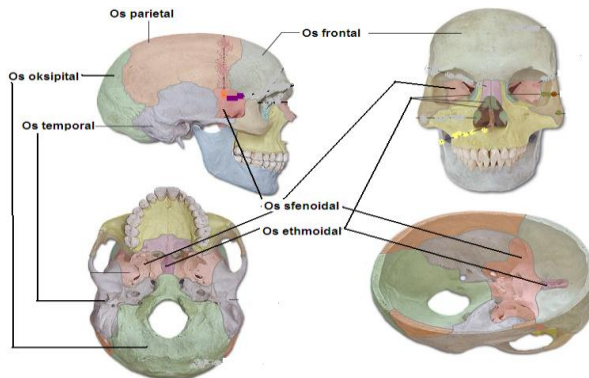
No	Jenis Tulang Rangka	Jumlah
1	Tulang tengkorak	6 buah
2	Tulang wajah	14 buah
3	Tulang telinga dalam	6 buah
4	Tulang lidah	1 buah
5	Tulang belakang (ruas tulang belakang)	26 buah
6	Tulang iga	24 buah
7	Tulang dada	1 buah
8	Tulang gelang bahu	4 buah
9	Tulang anggota gerak/badan atas	60 buah
10	Tulang gelang panggul	2 buah
11	Tulang anggota gerak/badan bawah	60 buah

Tulang tengkorak

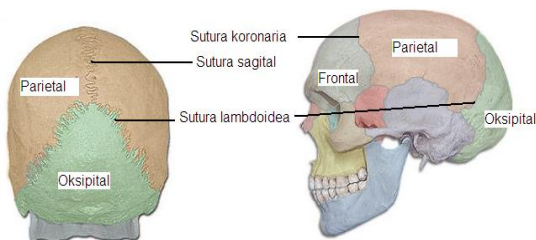
Delapan buah tulang tengkorak yaitu; os frontalis (tulang dahi), os parietalis (tulang ubun-ubun), os oksipitalis (tulang belakang kepala), os temporalis (tulang pelipis), os sfenoidalis (tulang baji), os ethmoidalis (tulang tapis).

Tulang-tulang tengkorak saling berhubungan dalam bentuk sendi sutura (penghubung). Sutura yang penting diantaranya : 1) sutura sagitalis (antara os frontalis dan kedua os parietalis), 2) sutura sagitalis (antara kedua os parietalis, dan 3) lambdoidea (antara os oksipitalis dan kedua os parietalis).

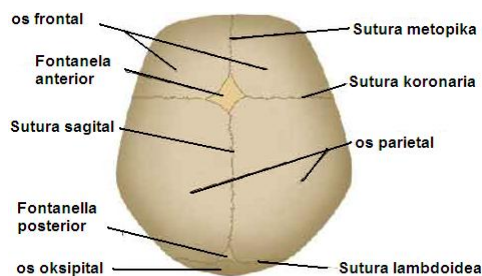
Pada bayi baru lahir, hubungan sutura masih renggang dan disebut ubun-ubun (fontanella) yaitu: fontanella mayor atau fontanella anterior atau sering disebut ubun-ubun besar yang terdapat di bagian depan, berikutnya adalah fontanella minor/fontanella posterior/ubun-ubun kecil di bagian belakang. Berikut contoh gambar tulang tengkorak, sutura dan fontanella.



Gambar 4.6: Tulang-Tulang Tengkorak



Gambar 4.7: Sutura-Sutura Penting



Gambar 4.8: Fontanella Mayor dan Fontanella Minor

Tugas belajar individu

Untuk memudahkan anda menghafal bagian-bagian tulang tengkorak, sutura dan fontanella, di ruang laboratorium terdapat beberapa model tengkorak. Pergilah ke laboratorium, mintalah ijin pengelola laboratorium untuk menggunakan model kepala. Berlatihlah dengan temanmu atau sendiri menghafal bagian-bagian tulang tengkorak dimaksud.

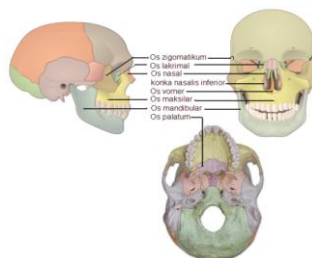
Tulang Wajah

Tadi anda sudah membaca, melatih diri di laboratorium untuk praktik mandiri, sekarang anda coba beralih ke pemahaman anatomi tulang wajah. Sebelum anda memahami anatomi tulang wajah. Diminta beberapa mahasiswa untuk menjelaskan kepada teman lain pengetahuan anda tentang tulang tengkorak.

Recall pengetahuan :

1. Disediakan model tulang kepala
2. Menunjuk atau memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk maju menjelaskan bagian-bagian tulang tengkorak kepada teman-temanya

Saudara sekalian, alhamdulillah temanmu tadi sudah bagus sekali menjelaskan tentang tulang tengkorak, diharapkan anda yang belum kesempatan maju menjelaskan, dilain waktu giliran anda maju menerangkan. Nah sekarang mari kita belajar tentang tulang wajah. Semua tulang wajah tidak bergerak kecuali os mandibularis karena adanya sendi temporomandibularis. Tulang-tulang wajah meliputi : os nasalis (tulang hidung), os palatinus (tulang langit-langit), os lakrimalis (tulang air mata), os zigomatikus (tulang pipi), konka nasalis inferior (tulang tapis), os vomer (sekat hidung), os mandibularis (tulang rahang bawah) dan os maksilaris (tulang rahang atas). Lihatlah gambar 3.9 berikut :



Gambar 4.9 : Tulang wajah

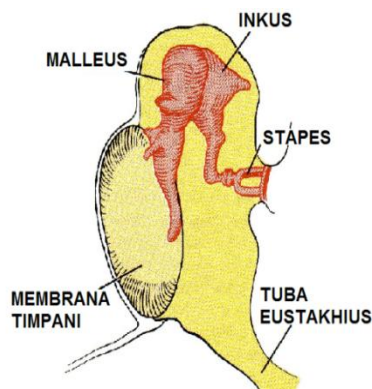
Setelah anda melihat gambar tulang wajah, dan mungkin anda meraba sendiri tulang wajah anda, sekarang ikuti perintah berikut ;

Praktik Perorangan :

1. Carilah pasangan untuk praktik periksa raba tulang wajah
2. Secara bergiliran, satu mahasiswa jadi praktikan, mahasiswa satunya melakukan periksa raba (palpasi) tulang wajah sambil menyebutkan nama tulang yang diraba.
3. Antara os maksilaris dan os mandibularis terdapat gigi yang berjumlah 32 buah, nah cobalah anda periksa gigi temanmu / praktikan, sebutkan mana yang gigi seri, mana gigi taring, mana gigi geraham depan dan geraham belakang. Bila anda ragu anda bisa membuka buku sebagai petunjuk menghafal.
4. Secara bergantian lakukan seperti petunjuk nomor 2
5. Bila mengalami kesulitan melakukan praktik, anda bisa minta bimbingan dari dosen tutorial.
6. Apakah anda sudah hafal apa yang anda lakukan
7. Kalau anda masih ragu dan belum hafal ulangi melakukan praktik dengan temannya di tempat kost atau di tempat lainnya.

Tulang Telinga

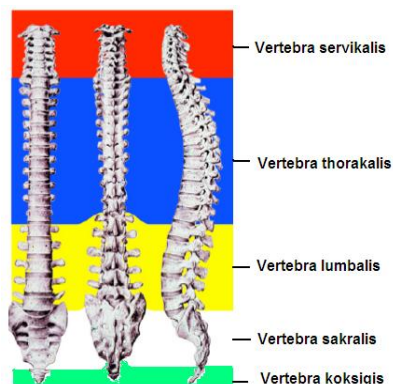
Saudara, setelah anda berlatih menghafal tulang wajah dan gigi, sekarang gilirannya belajar tulang telinga. Tulang telinga dalam berfungsi untuk meningkatkan frekuensi bunyi yang masuk ke telinga. Ada enam buah tulang telinga dalam yaitu; 1) os malleus berjumlah 2 buah, 2) os inkus berjumlah 2 buah, dan 3) os stapes juga berjumlah 2 buah. Mudah dihafal bukan ? Berikut bentuk tulang telinga :



Ruas Tulang Belakang

Tulang belakang (os vertebrata) terdiri dari 33 ruas. Fungsi umum dari ruas tulang belakang adalah ; menahan kepala dan alat tubuh lainnya, melindungi sumsum tulang belakang, tempat melekatnya tulang-tulang iga dan panggul, dan menentukan sikap tubuh. Pengelompokan tulang belakang sebagai berikut :

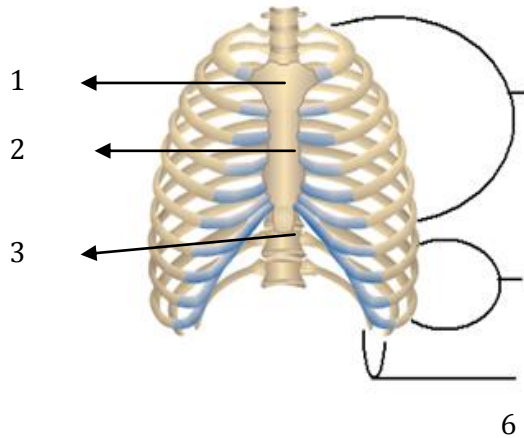
- a. Vertebrae Servikalis (tulang leher), adalah 7 vertebrae di antara kranium dan thoraks.
 - Vertebra servikalis I disebut tulang atlas. Tulang ini bersendi dengan kondilus oksipitalis membentuk artikulasio atlanto oksipitalis.
 - Vertebra servikalis II disebut tulang aksis atau epistrofeus.
 - Vertebra servikalis VII disebut vertebra prominens.
- b. Vertebrae Thorakalis (tulang punggung), berjumlah 12 ruas.
 - Mempunyai prosesus spinosus panjang dan melengkung
 - Mempunyai korpus vertebra yang tebal dan kuat
 - Membentuk sendi dengan kosta (artikulasio kostovertebralis)
- c. Vertebrae Lumbalis (tulang pinggang), berjumlah 5 ruas.
 - Mempunyai prosesus spinosus agak picak
 - Badan ruas vertebra lumbalis V agak menonjol (promontorium)
- d. Vertebrae Sakralis (tulang duduk), berupa sinostosis (penyatuan) 5 ruas vertebrae.
 - Pada bagian lateral terdapat 5 pasang foramen sakralis.
 - Berperan sebagai dinding belakang rongga panggul.
- e. Vertebrae Koksigis (tulang ekor), berupa sinostosis 4 ruas vertebrae.
 - Persendian antara os koksigis dan sakrum memberi gerakan minimal.



Gambar 4.10 : Pengelompokan tulang belakang

Tulang Iga (os costae)

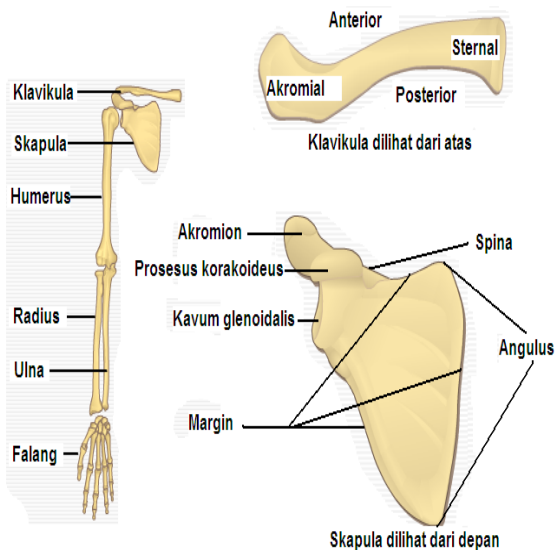
Berikut disajikan gambar tulang iga dan tulang dada. Lengkapi tabel berikut apa nama tulang dimaksud sesuai nomor yang tertera di gambar.



Tulang dada	Tulang Iga
1.	4. Ada berapa pasang Tulang ini langsung berhubungan dengan sendi
2.	5. Ada berapa pasang Tulang ini secara tidak langsung berhubungan dengan tulang
3.	6.

Tulang Gelang Bahu

Tulang-tulang yang menyusun gelang bahu adalah 2 pasang skapula dan 2 pasang klavikula. Berikut disajikan gambar tulang skapula dan tulang klavikula amati dan rabalah tulang skapula dan tulang klavikula anda setelah anda mengamati gambar, agar anda cepat paham dan hafal.



Gambar 4.12 : tulang skapula dan klavikula.

Tulang Anggota Gerak Badan Atas (ekstremitas atas/superior)

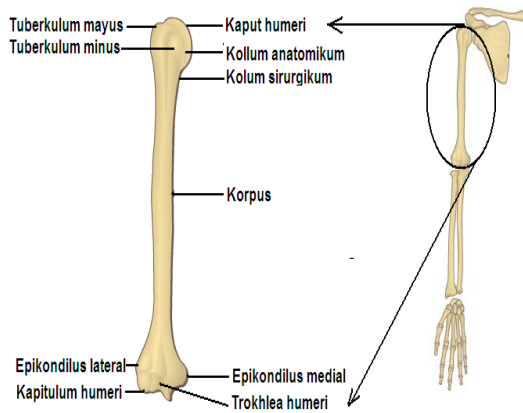
Mempelajari anatomi tulang ekstremitas atas ini sangat penting karena berkaitan dengan banyaknya kasus trauma yang sering berkenaan dengan tulang anggota gerak, entah karena kecelakaan, jatuh, terkilir, dsb. Oleh karena itu anda harus pelan-pelan dan hafal betul setiap bagian dari tulang anggota gerak atas ini.

Tulang anggota badan atas terdiri dari 60 buah, rinciannya sebagaimana tabel berikut :

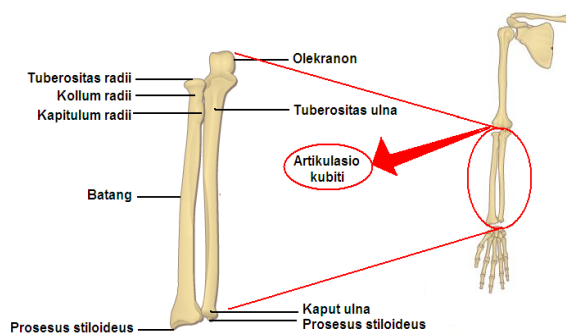
Tabel 4.2 : Rincian tulang anggota badan atas

No	Jenis Tulang	Jumlah
1	Os humerus	2 pasang
2	Os radius	2 pasang
3	Os Ulna	2 pasang
4	Os carpalia	5 pasang
5	Os metacarpalia	5 pasang
6	Os falangea	14 pasang

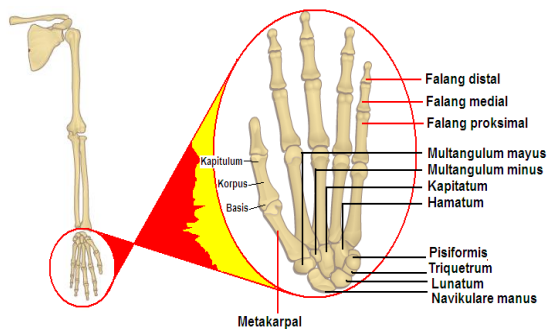
Berikut disajikan tulang anggota badan atas yaitu ;



Gambar 4.13 : Os Humerus



Gambar 4.14 : Os Radius dan Ulna

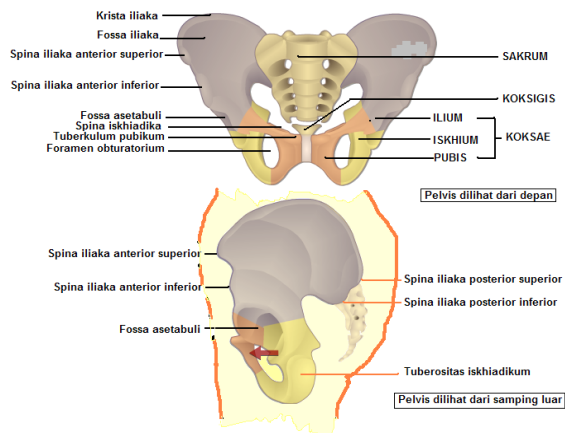


Gambar 4.15 : Os carpalia, Metacarpalia dan Os falangea

Tulang Gelang Panggul

Tiba saatnya kita berdiskusi bersama tulang yang erat sekali kaitannya dengan proses kehamilan dan persalinan, yaitu tulang gelang panggul. Kompetensi yang ahrus anda kuasai antara lain adalah; 1) anda harus mampu menunjukkan dengan benar tempat fossa iliaka, krista iliaka, spina iliaka, tuberositas ishiadikum, dan spina ishiadika, 2) anda harus mampu mengukur ukuran diameter spina (distansia spinarum) dan diameter krista (distansia kristarum) menggunakan jangka panggul. Sebelum anda melakukan pengukuran, anda harus tahu betul letak spina iliaka dan krista iliaka.

Rangka panggul terdiri dari 2 os koksae, os sakrum dan os koksigis. Masing-masing os koksae merupakan sinostosis dari os ilium, os iskhium dan os pubis. Bagian-bagian penting dari os koksae adalah ; *fossa asetabulum, foramen obturatoriu, tuberkulum pubikum, fossa iliaka, krista iliaka, spina iliaka, tuberositas ishiadikum dan spina ishiadikum. Amati gambar tulang panggul berikut ;*



Gambar 4.16 : Tulang Panggul

Praktik Perorangan :

1. Pergilah ke laboratorium, pinjamlah ke petugas laborat model panggul
2. Amati model itu, gunakan buku untuk melatih menyebutkan bagian-bagian dari tulang panggul.
3. Kalau sudah hafal, rabalah bagian luar dari os koksae tulang anda sendiri, bila sudah benar
4. Praktikkan dengan cara melakukan periksa raba tulang panggul luar (os koksae) milik temanmu, oleh karenanya cari pasangan anda untuk berlatih.

Tulang Anggota Gerak Badan Bawah

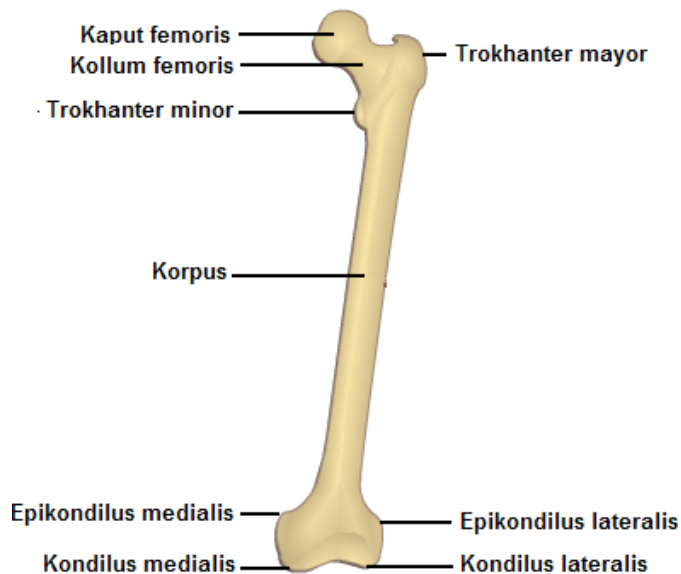
Mempelajari anatomi tulang ekstremitas bawah ini sangat penting karena berkaitan dengan banyaknya kasus trauma yang sering berkenaan dengan tulang anggota gerak, entah karena kecelakaan, jatuh, terkilir, dsb. Oleh karena itu anda harus pelan-pelan dan hafal betul setiap bagian dari tulang anggota gerak atas ini.

Tulang anggota badan bawah terdiri dari 60 buah, rinciannya sebagaimana tabel berikut :

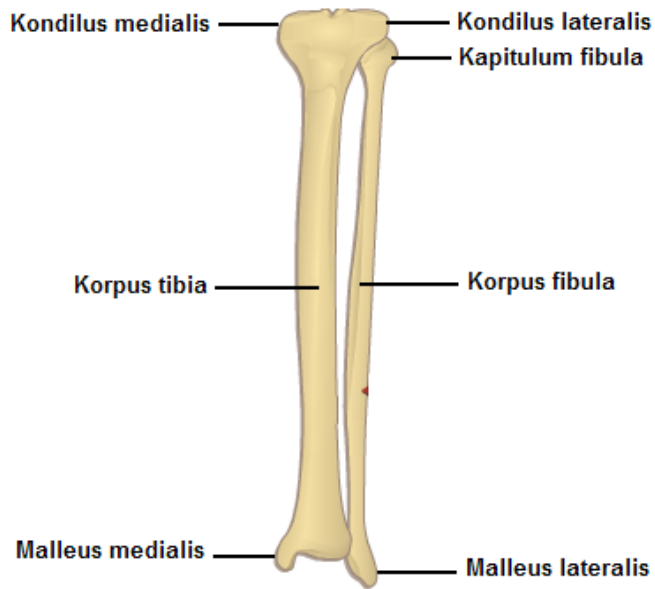
Tabel 4.2 : Rincian tulang anggota badan atas

No	Jenis Tulang	Jumlah
1	Os femur	2 pasang
2	Os patella	2 pasang
3	Os tibia	2 pasang
4	Os fibula	2 pasang
5	Os tarsalia	7 pasang
6	Os metatarsalia	5 pasang
7	Os falangea	14 pasang

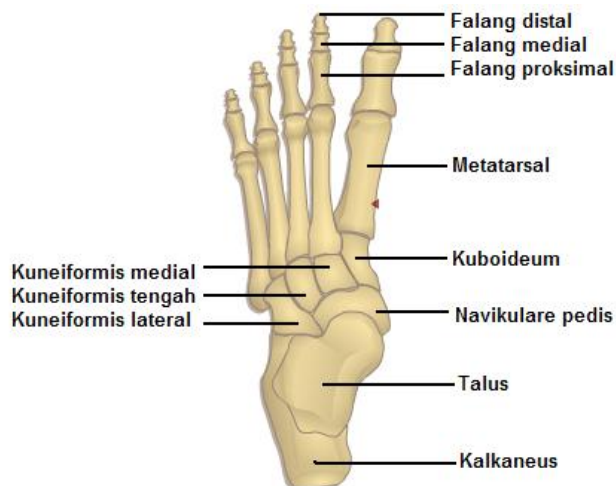
Berikut disajikan tulang anggota badan bawah yaitu ;



Gambar 4.17 : Os femur



Gambar 4.18 ; Os Tibia dan Os Fibula



Gambar 4.19 ; Os tarsalis, metatarsalis dan falangea

Sendi (artikulasio)

Saudara sekalian, belajar kita tentang tulang sudah selesai, diharapkan anda mampu memahami sekaligus hafal betul apa yang sudah anda pelajari. Selanjutnya kita beralih belajar tentang sendi (artikulasio).

Tentunya anda sudah sering mendengar dan pernah belajar waktu di SMA dulu apa fungsi dari sendi dan macam-macam sendi. Klasifikasi sendi secara fungsional ada tiga yaitu sendi yang tidak dapat bergerak (sinartrosis), sendi yang gerakannya minimal (amfiartrosis) dan sendi yang bergerak bebas (diartrosis). Klasifikasi sendi secara struktural ada dua yaitu; 1) sendi fibrosa (dihubungkan dengan jaringan fibrosa) seperti sutura, sindesmosis, gomfosis, 2) sendi kartilago (sendi yang dihubungkan dengan jaringan kartilago) seperti sinkondrosis, simfisis, dan 3) sendi sinovial.

Sedangkan berdasarkan tipe gerakan yang ditimbulkan, sendi sinovial dapat digolongkan menjadi; sendi datar, sendi engsel, sendi poros, sendi elipsoid, sendi pelanan, dan sendi peluru.

Praktik Perorangan :

1. *Browsinglah gambar sendi di internet.*
2. *Lengkapi catatan anda untuk berbagai jenis sendi peluru, sendi poros, sendi engsel, sendi datar, sendi pelanan dan sendi elipsoid.*
3. *Pada pertemuan berikut, hasil browsing ini akan dilihat oleh dosen tutorial atau dosen narasumber praktikum*

Ligamen, Otot, Fasia dan Tendon

Setelah anda belajar sendi, berikut ini anda juga harus memahami anatomi otot dan fungsi otot. Anda tentu tidak asing lagi dengan istilah ligamen, otot, tendon dan fascia karena sewaktu pelajaran Biologi di SMA mungkin sudah diterangkan.

Otot dapat dibedakan berdasarkan lokasi, struktur mikroskopis dan kontrol persyarafannya. Terdapat tiga jenis otot yaitu : otot skelet, otot jantung dan otot polos. Perbedaan ketiga otot tersebut sebagaimana keterangan berikut ;

1. Otot skelet/otot rangka/otot lurik/otot bergaris/otot seran lintang, dengan karakter:
 - Terdapat pada rangka dan dinamai sesuai dengan tulang yang berhubungan
 - Bergaris
 - Volunter (bekerja dengan pengendalian secara sadar)
2. Otot jantung
 - Membentuk dinding jantung

- Bergaris
 - Involunter (bekerja di luar kesadaran)
3. Otot polos
- Terdapat pada dinding struktur interna (visera) antara lain: lambung, kandung kemih, pembuluh darah dll.
 - Tidak bergaris
 - Involunter (bekerja di luar kesadaran)

Secara makroskopis, otot memiliki bagian-bagian antara lain: 1) Origo, yaitu tempat perlekatan ujung proksimal pada otot rangka, 2) Venter (badan otot), yaitu bagian tengah dari otot (di antara ujung proksimal dan distal), dan 3) Insersio, yaitu tempat perlekatan ujung distal otot pada rangka.

Bahan Diskusi Mandiri Terstruktur :

1. Carilah temanmu untuk dijadikan anggota kelompok maksimal 4 orang
2. Berdiskusilah untuk mencari nama-nama otot berdasarkan lokasi /penempatan
3. Contoh otot-otot pengunyah terdiri dari *musculus masseter*, *musculus temporalis*, *m. pterigoid lateral*, *m. pterigoid meedial*
4. Hasil diskusi dikirim ke alamat e-mail dosen tutorial anda, mintalah alamat e-mail dosen tutorial anda sebelum berdiskusi.

Otot memiliki fungsi pokok antara lain:

1. Motion
Yaitu menghasilkan gerakan, baik gerakan seluruh tubuh (berjalan, lari dll.), maupun gerakan lokal (memegang, menggantung dll.)
2. Mempertahankan postur
Yaitu fungsi otot rangka dalam berkontraksi untuk mempertahankan tubuh dalam posisi tetap, misalnya duduk tegak, berdiri dll.
3. Menghasilkan kalor
Saat berkontraksi otot rangka menghasilkan panas yang sangat penting untuk mempertahankan suhu tubuh yang normal.

Agar otot dapat berkontraksi, maka diperlukan suatu stimulus. Adapun urutan prosesnya adalah sebagai berikut:

1. **Stimulus** datang dan diterima oleh sel saraf (**neuron sensorik**) yang selanjutnya diubah menjadi **impuls saraf**.
2. Impuls dilanjutkan oleh **neuron motorik** menuju otot, melalui **myoneural junction (motor end plate)** yaitu pertemuan antara neuron motorik dan otot. Pada tempat ini terdapat sinapsis, tempat

penyaluran *neurotransmitter* (misalnya *asetilkolin*) dari neuron ke otot.

3. Di sinapsis, neurotransmitter meneruskan impuls ke *sarkolemma* dan akhirnya kontraksi dimulai.

Fungsi Tendon

Tendon adalah setabut kolagen yang melekatkan otot ke tulang. Tendon menyalurkan gaya yang dihasilkan oleh otot yang berkontraksi ke tulang dan dengan demikian menggerakkan tulang. Sedangkan fungsi ligamen adalah membatasi pergerakan sendi, karena ligamen adalah taut fibrosa yang kuat antar tulang, biasanya terletak di sendi.

Fungsi Tulang

Tulang matur terdiri dari 30% materi organik dan 70% deposit garam. Materi organik terdiri dari 90% serabut kolagen dan 10% proteoglikan. Deposit garam terpenting adalah kalsium dan fosfat, dengan sedikit natrium, kalium bikarbonat, dan ion magnesium. Pembentukan tulang berlangsung secara terus menerus dan dapat berupa pemanjangan dan penebalan tulang. Kecepatan pembentukan tulang berubah selama hidup. Pembentukan tulang ditentukan oleh stimulasi hormonal, faktor makanan, dan stres tulang (keberadaan osteoblas).

Aktivitas osteoblas ditentukan oleh diet, stimulasi hormonal, dan olahraga. Vitamin D mampu menstimulasi kalsifikasi tulang secara langsung dengan bekerja pada osteoblas, dan secara tidak langsung dengan menstimulasi absorpsi kalsium di usus. Peningkatan absorpsi kalsium meningkatkan konsentrasi kalsium darah, yang mendorong kalsifikasi tulang, dengan demikian peranan vitamin D sangat penting. Tulang memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Kerangka penunjang badan (penopang badan)
2. Pengungkit untuk otot (tempat otot bertumpu)
3. Pelindung alat tubuh tertentu
4. Sebagai tempat pembuatan sel-sel darah (sistem hemopoiesis)
5. Sebagai gudang penyimpanan Calsium dan Phosphor

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-4

Untuk kelancaran kegiatan belajar anda dipersilahkan membuka modul praktikum yang berisi tentang praktikum anatomi fisiologi sistem muskuloskeletal. Lakukan sesuai petunjuk kerjanya. Anda dipersilahkan mengisi modul bisa secara mandiri, kerja kelompok maupun saat diskusi kelompok dengan pembimbing.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-4

Setelah anda membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan buku textbooks lainnya, unduhan internet, berdiskusi dengan kelompok, berlatih menerangkan hasil diskusi, dan tugas terstruktur, untuk mengukur keberhasilan pemahaman anda silahkan anda mengerjakan soal latihan berikut :

1. Sebutkan delapan komponen sistem muskuloskeletal.
2. Sebutkan bidang atau garis penting anatomi tubuh manusia.
3. Sebutkan cara mempelajari anatomi yang benar.
4. Sebutkan bagian-bagian dari tulang panggul.
5. Sebutkan jenis-jenis sutura pada tulang tengkorak.
6. Sebutkan jenis sendi sinovial menurut pergerakannya.
7. Jelaskan bagaimana proses fisiologis gerakan otot.
8. Apakah fungsi dari tulang itu ?

RANGKUMAN

Komponen sistem muskuloskeletal terdiri atas; tulang, tulang rawan, sendi, ligamen, bursa, otot, tendon dan fascia. Klasifikasi tulang berdasarkan bentuk antara lain; tulang panjang, tulang pendek, tulang pipih, tulang tidak teratur, dan tulang sesamoid. Tulang rangka penyusun tubuh manusia terdiri atas tulang tengkorak, tulang wajah, tulang telinga dalam, tulang lidah, dua tulang belakang, tulang iga, tulang dada, tulang gelang bahu, tulang anggota badan atas, tulang panggul dan tulang anggota badan bawah yang jumlah seluruhnya ada 206 tulang.

Fungsi tulang adalah sebagai kerangka penunjang badan, pengungkit untuk otot, pelindung alat tubuh tertentu, sebagai tempat pembuatan sel darah dan sebagai depo penyimpanan kalsium dan fosfor. Persambungan antara dua atau lebih tulang dinamakan sendi (artikulasi). Secara fungsional sendi diklasifikasi menjadi sendi sinartrosis, amfiartrosis dan diartrosis. Secara struktural diklasifikasi menjadi sendi fibrosa, sendi kartilago, dan sendi sinovial. Sedangkan sendi sinovial secara pergerakannya digolongkan sendi peluru, sendi pelanan, sendi poros, sendi elipsoid dan sendi engsel. Jaringan yang menggerakkan tulang adalah otot. Berdasarkan lokasi, struktur dan kontrol saraf otot diklasifikasi menjadi tiga yaitu; otot skelet, otot jantung dan otot polos. Fungsi otot yang penting sebagai penggerak (motion), mempertahankan postur tubuh dan fungsi menghasilkan panas (kalor). Tulang penting berkaitan dengan sistem reproduksi adalah anatomi tulang dada, tulang belakang, tulang panggul, tulang kepala, sutura, anatomi jantung, anatomi paru-paru dan anatomi ginjal.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-4

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Tulang metacarpalia termasuk :
 - a. Tulang panjang
 - b. Tulang pendek
 - c. Tulang pipih
 - d. Tuang tidak teratur
 - e. Tulang sesamoid
2. Bagian tengah dari sumbu memanjang tulang panjang dinamakan ;
 - a. Diafisis
 - b. Epifisis
 - c. Metafisis
 - d. Kartilago
 - e. Periosteum
3. Tulang tengkorak yang berada di bagian kanan dan kiri atap tengkorak dan samping tengkorak dinamakan os
 - a. Frontalis
 - b. Sagitalis
 - c. Parietalis
 - d. Temporalis
 - e. Ethmoidalis
4. Pada bayi sutura kepala masih renggang yang dinamakan
 - a. Sutura sagitalis
 - b. Sutura koronaria
 - c. Sutura lamboidalis
 - d. Fontanella
 - e. Sutura parietalis
5. Ruas tulang belakang yang terletak di antara kranium dan thoraks dinamakan :
 - a. Tulang kranialis
 - b. Os lumbalis
 - c. Os thorakalis
 - d. Tulang sakralis
 - e. Tulang leher/os servikalis
6. Bagian dari tulang dada yang bermanfaat untuk menentukan tinggi fundus uteri ibu hamil adalah :
 - a. Manubrium sternum
 - b. Korpus sternum
 - c. Prosesus xifoideus

- d. Kosta vera
 - e. Angulus ludivici
7. Berikut merupakan bagian dari koksae tulang panggul yaitu ;
- 1. Os ilium
 - 2. Os iskhium
 - 3. Os pubis
 - 4. Os sakrum
 - 5. Fossa asetabulum
- Bagian yang benar ditunjukkan oleh huruf ;
- a. 1,2,3
 - b. 1 dan 4
 - c. 2 dan 3
 - d. 1,2,3,4
 - e. 1 dan 2
8. Antara manubrium sternum dan korpus sternum terdapat sendi yang tidak dapat digerakkan, dinamakan
- a. Simfisis
 - b. Sinkondrosis
 - c. Sindesmosis
 - d. Gomfosis
 - e. Sutura
9. Yang termasuk otot dasar pelvis di bawah ini benar adalah :
- a. Musculus koksigeus
 - b. Musculus obliquus eksternus
 - c. Musculus obliquus internus
 - d. Musculus pektoralis minor
 - e. Musculus teres mayor
10. Proses depolarisasi sel otot terjadi karena adanya rangsangan
- a. Pelepasan kalsium
 - b. Asetilkolis
 - c. Noradrenalin
 - d. Peningkatan kadar natrium ekstrasel
 - e. Neurotransmitter dopamin pada end plate

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-2*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Basmajian J.V., Slonecker C.E., 1993. *Grant's Method of Anatomy*, Jilid 1, Edisi XI, Williams and Wilkins.
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Tortora G.J., 1986. *Principles of Human Anatomy*, Edisi IV, Harper and Row Publisher, New York.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Lihatlah materi kegiatan belajar paling awal untuk mencocokkan dengan jawaban anda
2. Medial, lateral, oblique, sagital, dst
3. a. IPPA
b. Topografi (anggota)
c. Per sistem organ
4. Lihatlah gambar tulang panggul pada materi yang berisi; os koksae, os sakrum, os koksigis.
5. Lihat gambar tengkorak untuk mencocokkan dengan jawaban anda.
6. Peluru, pelanan, poros, engsel, elipsoid dan datar
7. Lihat proses fisiologis kontraksi otot di materi, cocokkan dengan hasil browsing anda di internet. (Proses diawali dari adanya stimulus, stimulus ditangkap oleh reseptor, kemudian dihantarkan oleh neuron syaraf. Pada serabut syaraf dendrit rangsangan diterima dan diteruskan ke akson, pada ujung saraf akan dikeluarkan neurotransmitter seperti asetilkolin khusus untuk ujung saraf yang mensyarafi otot polos, kemudian terjadilah depolarisasi, setelah depolarisasi efeknya terjadi pergeseran tropomiosin dan neural muscular junction, kemudian terjadilah pemendekan sarkomer dan otot menjadi tegang.
8. Lihat rangkuman materi.

KEGIATAN BELAJAR-5 SISTEM KARDIOVASKULER/SIRKULASI

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-5

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem sirkulasi yang terdiri dari; anatomi jantung, sirkulasi darah sistemik, sirkulasi darah janin, kelistrikan otot jantung, bunyi jantung, faktor yang mempengaruhi tekanan darah dan cara melakukan pemeriksaan bunyi jantung secara auskultasi.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-5

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-5 adalah :

1. Menyebutkan bagian-bagian anatomi dari organ jantung
2. Menjelaskan proses sirkulasi darah lokal dan sistemik
3. Menjelaskan sirkulasi darah janin
4. Menjelaskan proses kelistrikan otot jantung
5. Menjelaskan proses terjadinya bunyi jantung
6. Menjelaskan faktor yang mempengaruhi tekanan darah
7. Melakukan pemeriksaan bunyi jantung secara auskultasi

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-5

Kriteria penilaian dari kegiatan belajar-5 untuk mengukur apakah mahasiswa mampu menguasai kompetensi secara benar antara lain :

- 1) Mampu mengerjakan dengan benar modul praktikum tentang anatomi fisiologi sistem sirkulasi
- 2) Mampu mengerjakan rubrik yang disusun berkaitan dengan anatomi jantung dan pembuluh darah
- 3) Mampu membuat paper sebanyak 3 halaman berkaitan dengan fisiologi sistem sirkulasi meliputi; proses potensial listrik otot jantung, faktor yang mempengaruhi tekanan darah dan fisiologi kebutuhan cardiac output ibu hamil.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-5

ANATOMI JANTUNG

Saudara, materi berikut berkaitan dengan kemampuan yang harus saudara capai berkaitan dengan kompetensi menyebutkan bagian-bagian jantung, sirkulasi darah ke jantung, sirkulasi darah sistemik, sirkulasi darah janin, anatomi pembuluh darah, fisiologi bunyi jantung, potensial listrik otot jantung dan faktor yang mempengaruhi tekanan darah.

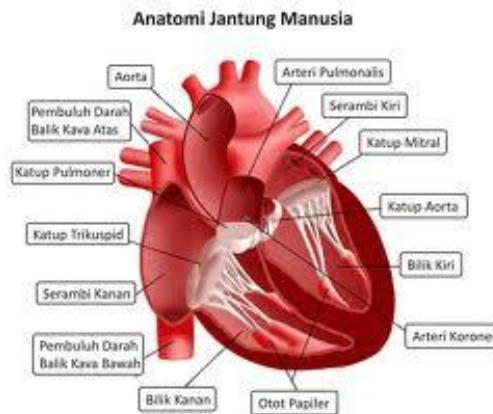
Pengalaman Belajar Individu

- 1. Cobalah anda ingat kembali apakah sewaktu belajar Biologi di SMA pernah diberikan materi Sirkulasi Darah Manusia. Kalau pernah berarti anda sudah memiliki pemahaman tentang sirkulasi darah. Oleh karenanya buatlah catatan-catatan kecil di buku pintar anda, apa yang sudah anda pahami dan apa yang belum anda pahami berkaitan dengan Jantung, Pembuluh Darah, Sirkulasi darah dan Tekanan Darah.*
- 2. Berikutnya coba buatlah analisa sederhana dengan membayangkan kalau seorang ibu dalam keadaan Hamil 6 bulan (24 Minggu) kira-kira ada apa tidak perubahan dari kebutuhan darah yang menuju ke Jantung dan ke Janin, kalau ada tulislah apa kira-kira permasalahan yang terjadi berkaitan dengan sirkulasi darah ke Ibu dan ke Janin saat ibu Hamil.*

Berikut ini beberapa penjelasan materi berkaitan dengan permasalahan anda, maka luangkan waktu untuk membaca materinya.

Jantung adalah sebuah organ berotot dengan empat ruang yang terletak di rongga dada, di bawah perlindungan tulang iga, sedikit ke sebelah kiri tulang dada/*os sternum*. Jantung terdapat di dalam sebuah kantong longgar berisi cairan yang disebut perikardium. Keempat ruang jantung tersebut adalah; 1) *atrium kanan*, 2) *ventrikel kanan*, 3) *atrium kiri* dan 4) *ventrikel kiri*.

Atrium terletak di atas ventrikel dan saling berdampingan. Atrium dan ventrikel dipisahkan satu dari yang lain oleh katup searah. Sisi kiri dan kanan jantung dipisahkan oleh dinding jaringan yang disebut *septum*. Pada kondisi normal tidak terdapat percampuran darah antara kedua atrium kecuali pada masa janin, dan juga tidak pernah terjadi percampuran darah antara kedua ventrikel. Semua ruang jantung dilindungi oleh jaringan ikat. Amati gambar jantung dibawah ini.



Gambar 5.1 : Organ Jantung

Setelah membaca penjelasan tentang anatomi jantung di atas sesuai gambar, ditunjang hafalan anda tentang jantung saat belajar Biologi di SMA, tentunya masih banyak juga yang belum hafal dan mampu menyebutkan anatomi jantung. Untuk itu pengalaman belajar berikutnya adalah ikuti langkah berikut :

Pengalaman Belajar Individu dalam bentuk Discovery Learning

1. Disajikan komponen-komponen anatomi jantung antara lain :

<ol style="list-style-type: none"> a. Vena cava superior b. Vena cava inferior c. Bilik kanan d. Bilik kiri e. Serambi kanan f. Serambi kiri g. Katub trikuspidalis h. Katub bikuspidalis i. Katub pulmunalis 	<ol style="list-style-type: none"> j. Organ tubuh bagian atas k. Organ tubuh bagian bawah l. Paru-paru m. Arteri Pulmunalis n. Vena Pulmunalis o. Aorta p. Septum/sekat q. Katub aorta r. Arteri koronaria kanan dan kiri
--	--
2. Cari teman maksimal 4 orang, diskusikan komponen-komponen anatomi jantung tersebut menjadi suatu alur untuk menjawab bagaimana sirkulasi darah lokal dan sistemik terjadi. Apa peran masing-masing komponen anatomi jantung tersebut.
3. Waktu diskusi maksimal 20 menit

Kemampuan kelompok untuk mendiskusikan bahan pembelajaran di atas perlu diukur apakah masing-masing individu sudah memiliki pemahaman yang benar. Untuk itu dosen melakukan kegiatan sebagai bentuk rubrik seperti berikut ini :

Rubrik :

1. Dilakukan oleh dosen tutorial, waktu paling lama 20 menit
2. Beri kesempatan pada 5 mahasiswa untuk menjelaskan hasil diskusinya, masing-masing mahasiswa maksimal 3 menit.
3. Buat catatan kecil tentang kelebihan dan kekurangan dari hasil penjelasan mahasiswa tadi.
4. Hasil diskusi lainnya dikumpulkan ke dosen tutorial melalui; e-mail yang dimiliki dosen.
5. Contoh: hasil diskusi lainnya kirim ke e-mail dosen dengan alamat ; [email](#) dosen masing-masing maksimal besok pagi jam 11.00 wib.

Sistem kardiovaskuler adalah suatu sistem organ yang bertugas untuk menyampaikan nutrien (asam amino, glukosa, asam lemak, vitamin, mineral, air), hormon, sel darah dari dan menuju sel-sel tubuh manusia, yang bertujuan untuk menjaga homeostasis/keseimbangan sistem tubuh.

Setelah anda memiliki pemahaman yang benar tentang sirkulasi darah sistemik, nah sekarang bagaimana dengan sirkulasi darah janin. Sama atau ada perbedaan ? Ternyata ada perbedaan. Beberapa perbedaan sebagaimana keterangan berikut :

- 1) Janin yang ada di dalam kandungan semua kebutuhan akan nutrisi dan oksigen dipenuhi dari sirkulasi darah ibu lewat plasenta.
- 2) Oksigen yang dipasok dari sirkulasi darah ibu sudah kaya oksigen, artinya paru-paru janin belum berfungsi untuk melakukan proses pertukaran gas.
- 3) Oksigen dan nutrisi yang dipasok oleh sirkulasi ibu ke janin lewat plasenta, kemudian mengalir ke janin melalui arteri umbilikal, dan manakala oksigen telah diambil janin, maka darah yang miskin oksigen dari janin dialirkan ke sirkulasi ibu melalui vena umbilikal.
- 4) Proses masuknya oksigen dan nutrisi setelah dari arteri umbilikal menuju serambi kanan (atrium kanan) kemudian melewati foramen ovale dan duktus arteriosus menuju ke serambi kiri (atrium kiri).
- 5) Selanjutnya dari atrium kiri langsung menuju ke aorta dan oksigen didistribusikan ke seluruh organ janin untuk pertumbuhan.

BAGAIMANA SIRKULASI DARAH JANIN ?

Pada saat bayi dilahirkan, situasi sirkulasi darah berubah secara drastis dan tiba-tiba. Bayi baru lahir tidak lagi mendapatkan suplay oksigen dari plasenta karena pembuluh darah plasenta yang resistensinya rendah tidak lagi berhubungan dengan janin karena diputus setelah pemotongan tali pusat.

Pada saat lahir, bayi terpisah dari plasenta, cairan paru-paru terperas keluar, dan bayi menghirup napas (bernapas) sehingga paru-paru terbuka dan pembuluh darah mengalir ke paru-paru. Segera setelah lahir, resistensi paru-paru turun sedangkan resistensi sirkulasi sistemik meningkat. Aliran darah tidak lagi memintas dari kanan ke kiri melalui voramen ovale atau duktus arteriosus botali tetapi langsung melewati paru-paru untuk proses oksigenisasi. Dalam keadaan normal, kedua pirau/jalan pintas ini mulai menutup beberapa jam setelah lahir. Apabila tidak menutup terjadi kelainan penutupan voramen ovale dan duktus arteriosus botali sehingga dinamakan penyakit jantung bawaan, yang ditandai dengan kebiruan saat bayi menangis atau sesak dan biru seluruh tubuh setelah bayi melakukan aktivitas.

Dengan berakhirnya anda membaca sirkulasi darah janin, anda telah hafal dan mampu menjelaskan sistem sirkulasi. Nah apa sebenarnya sistem sirkulasi itu ? pemahaman apa sistem sirkulasi ini sangat penting agar anda tidak mengalami kesulitan belajar fisiologi sistem sirkulasi.

Sebenarnya sistem sirkulasi dibagi dua bagian utama yaitu :

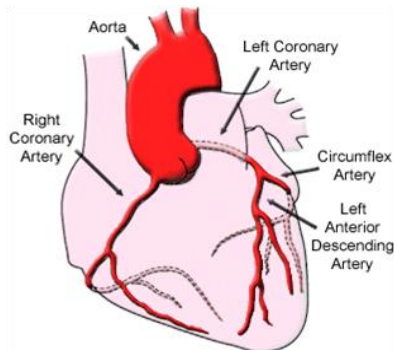
1. *Sistem sirkulasi darah (Kardiovaskuler)*, terdiri dari; jantung sebagai pompa, pembuluh darah dan darah yang beredar di sepanjang pembuluh darah.
2. *Sistem limfe* (saluran limfe), terdiri dari kelenjar limfe dan pembuluh limfe.

Sistem sirkulasi darah (sistem kardiovaskuler) terdiri dari tiga komponen utama yaitu ; 1) jantung sebagai pompa, 2) pembuluh darah dan 3) sel darah. Fungsi sistem kardiovaskuler secara garis besar adalah; 1) sebagai alat transportasi oksigen, karbondioksida, hormon, nutrisi hasil metabolisme, dan zat sisa metabolisme lain ke dan dari jaringan tubuh, 2) berfungsi sebagai pengatur keseimbangan cairan ekstrasel.

ORGAN JANTUNG SEBAGAI POMPA

Perlu anda ketahui bahwa jumlah suplay darah menuju organ jantung sebesar 223 ml/mt atau sekitar 4-5% *cardiac output* (CO). Jumlah tersebut berasal dari arteri coronaria kanan dan arteri coronaria kiri yang merupakan cabang dari aorta. Arteria coronaria kanan memperdarahi atrium kanan, sebagian septum interventrikel, SA node, AV node, bundle his dan serabut purkinye. Sedangkan arteri coronaria

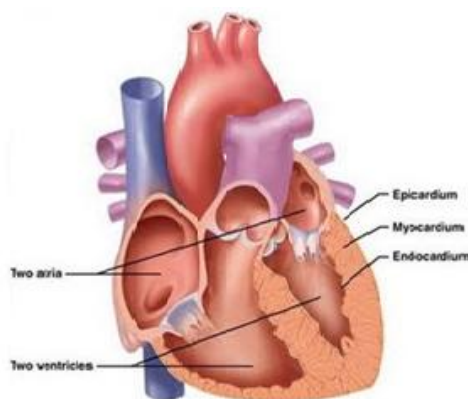
kiri memperdarahi bagian depan ventrikel kiri, sebagian SA node, bagian belakang ventrikel kiri dan serabut purkinje. Lihatlah gambar berikut :



Gambar 5.2 : Pembuluh Arteri Jantung

Organ jantung sebagai pompa sangat erat kaitannya dengan karakteristik otot jantung. Otot jantung dikategorikan el otot eksitable (sel yang mampu menimbulkan potensial listrik). Sehingga peran otot jantung inilah yang sebenarnya sebagai pompa darah karena memiliki potensial listrik.

Sebelum anda memahami jantung sebagai pompa lebih lanjut alangkah baiknya anda *flashback* untuk mereview lapisan otot jantung. Dinding otot jantung terdiri dari tiga (3) lapisan yaitu lapisan paling luar dinamakan *epikardium*, lapisan tengah dinamakan *miokardium* dan lapisan dalam dinamakan *endokardium*. Dari ketiga jenis lapisan dinding otot jantung inilah lapisan tengah (miokardium) pegang peranan dominan dalam memompa darah. Lihatlah gambar berikut :



Gambar 5.4 : Lapisan Otot Jantung

Otot jantung merupakan otot polos bergaris yang bekerja secara otonomik (tidak dikendalikan oleh kehendak). Otot jantung ini memiliki kemampuan aktivitas listrik. Kelistrikan otot jantung terjadi akibat dari perubahan permeabilitas membrane sel yang memungkinkan pergerakan ion-ion. Ada tiga ion penting yang menimbulkan potensial listrik di otot jantung yaitu; *kalium, natrium dan kalsium*. Ion Kalium dominan di dalam sel dan ion natrium dominan di ekstra sel. Proses masuknya ion natrium ke intrasel inilah menimbulkan potensial listrik atau disebut dengan istilah *depolarisasi*.

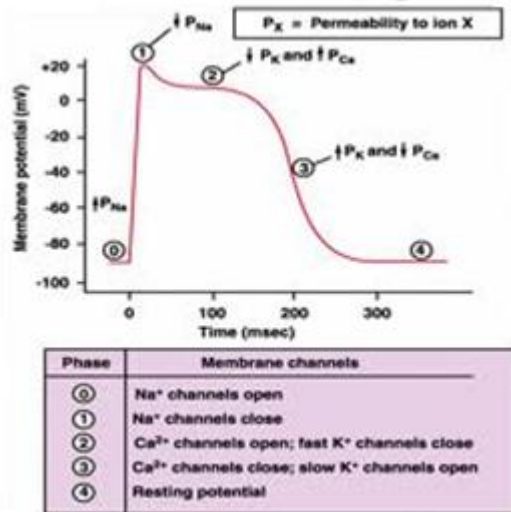
Nah sekarang tambah sulit kan memahami bagaimana otot jantung (*miokardium*) bisa menimbulkan potensial listrik. Jangan patah semangat, anda harus sabar dan bersemangat untuk belajar. Baca keterangan berikut agar pemahaman anda lebih cepat.

Potensial aksi di dalam sel otot jantung dipicu sebagai hasil depolarisasi yang diperoleh dari sel-sel otot sebelahnya. Potensial aksi terjadi manakala saluran natrium sensitif-voltase terbuka di dalam membran sel, mengakibatkan masuknya ion natrium bermuatan positif. Kondisi ini disebut fase 0 potensial aksi jantung dan memiliki karakteristik perubahan yang cepat dalam potensial membran, dari sekitar -80mV intraseluler menjadi bernilai positif sekitar 20-25 mV. Penutupan saluran natrium berjalan sangat cepat, menandai berakhirnya fase 0.

Fase selanjutnya adalah fase *repolarisasi* (fase-1). Selama fase-1 ini saluran natrium menutup di dalam sel, dan ion kalium bermuatan positif terakumulasi di dalam sel, mencegah potensial membran kembali ke keadaan istirahat (negatif). Penutupan saluran kalium yang segera dilanjutkan dengan awitan potensial aksi tidak terjadi di otot rangka; pada otot jantung, penutupan ini menyebabkan pelambatan repolarisasi.

Fase-2 terjadi saat ion kalsium mulai masuk ke dalam sel melalui saluran kalsium yang ada di membran sel. Hal ini meningkatkan kalsium intrasel, sehingga memicu pembukaan yang lain, yaitu kalsium lambat yang berlokasi di dalam membran retikulum sarkoplasma. Pergerakan masuknya kalsium yang lambat memperpanjang repolarisasi.

Fase-3 adalah fase repolarisasi akhir, ditandai dengan rendahnya kadar kalsium intrasel. Pada saat kalium turun, sel berelaksasi dan jantung masuk ke tahap diastole. Fase-4 adalah fase istirahat, sampai kembali distimulasi untuk mengalami potensial aksi.



Gambar 5.5 : Potensial Aksi Jantung

Potensial listrik otot jantung ini bersifat alamiah dan terus menerus berkontraksi secara teratur sehingga organ jantung sebagai pompa memiliki sifat *konduktility, ritmity, kontraktility*. Sistem penghantar kelistrikan jantung secara alamiah diperankan oleh :

- S.A node sebagai pemicu timbulnya aksi potensial (*pace maker*). Terletak di dinding anterior RA berdekatan dengan tempat masuknya vena cava superior.
- A.V node terletak pada septum atrium bagian kanan dan sedikit posterior katup triskupidalis/ dekat muara sinus koronarius
- Berkas His, lanjutan dari AV node, merupakan penghubung fungsional antara otot atrium dan ventrikel, kemudian bercabang menjadi *left and right bundl branch*. Kemudian ke serat-serat purkinje yang berada di sel-sel miokardium.

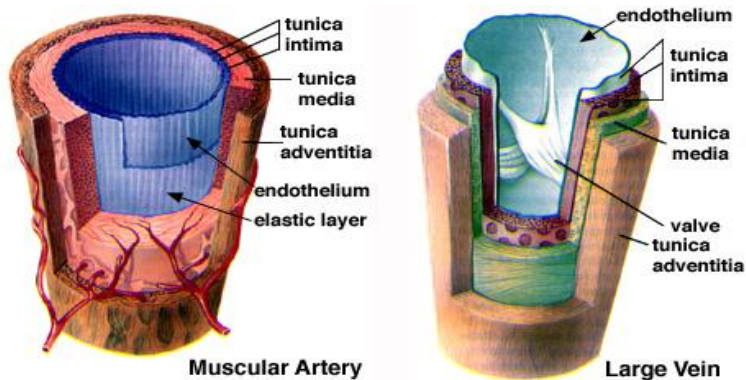
PEMBULUH DARAH ARTERI, VENA DAN KAPILER

Setelah anda memahami dengan benar bagaimana fungsi jantung sebagai pompa darah. Tentunya darah yang dipompa oleh jantung itu diteruskan atau didistribusikan ke seluruh tubuh/sel tubuh melalui pembuluh darah. Sekarang apa yang dimaksud dengan pembuluh darah itu secara anatomi dan fungsi. Baca dan simak keterangan dosen anda. Pertama bahwa semua pembuluh darah kecuali kapiler terdiri dari tiga lapisan yaitu; *tunika adventisia, tunika media dan tunika intima*. Lihat gambar di bawah.

Tunica adventisia adalah lapisan terluar dari dinding pembuluh darah. Lapisan ini terutama terdiri dari jaringan ikat dan berfungsi sebagai penyokong fisik pembuluh darah. *Tunica media* adalah lapisan tengah yang terdiri dari otot polos vaskuler. Lapisan inilah yang bisa meningkat atau menurun. Apabila meningkat menyebabkan kontriksi pembuluh darah, bila tegangan menurun menyebabkan dilatasi pembuluh darah. Peningkatan dan penurunan jari-jari lumen pembuluh darah tergantung dari keberadaan hormon, saraf dan lokal aliran darah. Sedangkan *tunica intima* adalah lapisan pembuluh darah yang paling dalam dan tersusun dari sel-sel endotelium dan dikelilingi oleh membran basalis.

Karakteristik vena memiliki lebih sedikit otot polos daripada arteri dan arterioler. Pembuluh darah vena lebih tipis dan mudah melebar untuk mengakomodasi darah dalam jumlah besar serta mudah kolaps. Di vena juga memiliki satu katup yang memungkinkan darah mudah mengalir ke jantung.

Pembuluh darah kapiler adalah pembuluh terkecil yang memiliki diameter antara 4-9 mikrometer. Zat yang larut di kapiler antara lain; oksigen, karbondioksida untuk berdifusi ke sel.



Gambar 5.6 : Pembuluh darah Arteri dan Vena

JUMLAH DARAH DAN SEL DARAH

Jumlah darah total dalam tubuh sebanyak 8% dari BB (5,6 liter pada pria dengan BB 70Kg), sedangkan pada wanita komposisinya lebih sedikit. Komposisi darah 55% **plasma** (di plasma 91% air, 8% protein; albumin, globulin, protrombin dan fibrinogen, 1% mineral; natrium clorida, natrium bikarbonat, kalsium, besi, fosfor, dll) dan 45% **sel darah** (eritrosit, leukosit, dan trombosit).

Contoh kasus :

Tn.A usia 46 tahun memiliki berat badan 78 Kg. Bagaimana distribusi cairan intrasel dan ekstraselnya. Berapa jumlah cairan intravaskulernya ?

Jawab :

1. Kunci rumus ada pada perbandingan jumlah CIS dan CES yaitu :
 - a. Dewasa : CIS :CES = 2:1
 - b. Anak-anak : CIS:CES = 3:2
 - c. Bayi : CIS:CES = 1:1
2. CES tersusun dari Cairan interstisiil (antara sel) sebesar 15% dan cairan intravaskuler sebesar 5% atau 3 : 1 artinya $\frac{3}{4}$ nya cairan interstisiil dan $\frac{1}{4}$ nya cairan intravaskuler (Darah).
3. Jumlah cairan tubuh orang dewasa 45-75% BB; Laki-laki sekitar 60% BB, sedangkan wanita 55% BB, anak-anak tanpa memandang jenis kelamin 75% BB.
4. Perbandingan CIS dan CES untuk Tn A dengan BB =78 Kg sebagai berikut ;
 - a. CIS : CES = 2:1 artinya CIS = $\frac{2}{3} \times 78 = 52$ Kg; CES = $\frac{1}{3} \times 78 = 26$ Kg
 - b. Dari 26 Kg cairan CES ternyata tersusun dari $\frac{3}{4}$ cairan interstisiil dan $\frac{1}{4}$ cairan intravaskuler, nah berapa cairan intravaskulernya, ya $\frac{1}{4} \times 26 = 6,5$ Kg
5. Pembuktian apakah 6,5 Kg adalah 8% dari BB, jawabnya adalah $(6,5/78) \times 100 = 8,3 \%$
6. Sehingga Tn A berat 78 Kg maka jumlah cairan intravaskulernya adalah 6,5 liter.

Kasus kedua

Ny. A usia 34 tahun memiliki berat badan 60 Kg, mengalami perdarahan sebanyak 600 cc karena proses persalinannya. Apakah ibu tersebut perlu diberi tambahan darah (tranfusi darah) ?

Jawab :

1. Indikasi pemberian tambahan darah (tranfusi darah) jika seseorang karena suatu sebab kehilangan darah $\geq 10 \%$ dari total volume darah.
2. Jumlah volumen darah Ny. A adalah $8\% \times 60 \text{ Kg} = 4,8$ liter
3. Batas minimal indikasi tranfusi adalah $10\% \times 4,8$ liter = 480 cc
4. Kalau perdarahan Ny A mencapai 600 cc maka diindikasikan untuk diberi tranfusi darah.
5. Pengganti bisa diberi infus dengan jumlah 4 x jumlah darah yang hilang.
6. Kalau diberi infus jumlahnya adalah $4 \times 600 \text{ cc} = 2400 \text{ cc}$, kalau 1 fles berisi 500 cc maka penggantinya adalah 5 fles.

Proses belajar yang baru kita diskusikan berkisar pada topik anatomi jantung, anatomi pembuluh darah, organ jantung sebagai pompa dan jumlah darah dalam keseluruhan jumlah cairan dalam tubuh. Dari proses belajar ini kemampuan atau kompetensi tentang anatomi jantung dan fungsi jantung sebagai pompa sudah tercapai.

Kompetensi berikutnya yang harus anda kuasai adalah pemahaman tentang bagaimana proses terjadinya tekanan darah, sehingga ada istilah bunyi diastole, bunyi sistole dan bagaimana cara mengatur tekanan darah tetap normal. Baca dan ikuti penjelasan materi berikut :

SIKLUS JANTUNG

Pada saat ventrikel berkontraksi, katup atrioventrikuler (AV) akan terbuka dan darah mengalir dari atrium ke ventrikel bertekanan rendah yang sedang mengalami relaksasi. Katup aorta dan katup pulmonalis tertutup, karena tekanan di aorta dan arteri pulmonalis lebih besar daripada tekanan di ventrikel yang berelaksasi. Hal ini memungkinkan darah berkumpul di dalam ventrikel. Periode ini disebut periode **diastole**.

Volume darah dalam ventrikel sesaat sebelum kontraksi ventrikel disebut volume diastolik akhir. Sewaktu ventrikel berkontraksi, tekanan di dalam ventrikel menjadi lebih besar daripada di atrium dan katup AV menutup. Dalam waktu singkat tekanan di aorta dan di arteri pulmonalis tetap lebih tinggi daripada di ventrikel, sehingga katup aorta dan katup pulmonalis (**katup semilunaris**) menutup.

Seiring dengan peningkatan tekanan di dalam ventrikel, katup aorta dan pulmonalis terbuka dengan cepat dan darah mengalir keluar ventrikel dengan kecepatan dan tekanan yang tinggi. Periode kontraksi ventrikel ini disebut **sistole**.

Pada akhir sistole, ventrikel kembali berelaksasi. Sewaktu tekanan dalam ventrikel yang berelaksasi tersebut turun di bawah tekanan di dalam aorta dan pulmonalis, maka katup aorta dan pulmonalis menutup. Darah yang masuk ke atrium dari vena kava superior dan inferior serta vena pulmonalis menyebabkan tekanan di dalam atrium kembali meningkat dan mengakibatkan pembukaan katup AV. Siklus pengisian dan pengosongan ventrikel kembali berulang.

TEKANAN ARTERI

Arteri pulmonalis dan aorta adalah pembuluh darah berotot yang membesar saat menampung aliran darah dari ventrikel. Keduanya menahan darah tersebut sebelum dialirkan ke sistem vaskuler (pembuluh darah). Tekanan yang dihasilkan oleh puncak kontraksi ventrikel jauh lebih besar daripada tekanan di dalam arteri saat ventrikel

relaksasi. Kedua tekanan ini lebih sering diukur dalam pengukuran tekanan darah menggunakan tensimeter.

Tekanan sistolik adalah tekanan darah arteri yang dihasilkan selama kontraksi ventrikel. Tekanan diastolik adalah tekanan darah arteri yang dihasilkan sewaktu ventrikel relaksasi. Nilai normal pada orang dewasa : 100/60 mmHg s/d 140/90 mmHg, rata-rata 120/80 mmHg. Tekanan Nadi : perbedaan antara tekanan sistolik dan diastolic, nilai normalnya yaitu sekitar 40 mmHg (40 – 50 mmHg)

BUNYI JANTUNG

Bunyi jantung terdengar sewaktu katup AV (katup mitral dan trikuspidalis) serta katup pulmonalis dan katup aorta menutup. Paling sedikit terdengar dua-empat bunyi jantung.

Bunyi jantung pertama terdengar ketika katup AV menutup selama kontraksi ventrikel. Bunyi ini sedikit memanjang, bernada rendah, dan terjadi pada permulaan sistole saat tekanan di ventrikel lebih besar daripada atrium.

Bunyi jantung kedua terdengar lebih singkat dan terjadi karena penutupan katup aorta dan pulmonal. Bunyi jantung kedua ini terjadi selama diastole, saat ventrikel berelaksasi dan tekanan di dalam arteri pulmonal dan aorta yang baru saja menerima aliran darah lebih besar daripada tekanan di ventrikel.

Bunyi jantung ketiga dan keempat kadang terdengar dan berhubungan dengan bunyi getaran aliran darah di ventrikel selama pengisian yang cepat (bunyi ketiga) atau saat darah masuk ke aliran ventrikel yang kaku (bunyi keempat).

CURAH JANTUNG / *CARDIAC OUPUT/CO*

Mengapa anda perlu belajar curah jantung. Jawabannya karena curah jantung yang berasal dari pompa jantung (kontraksi jantung) sangat erat kaitannya dengan kebutuhan darah untuk kecukupan oksigen dan nutrisi masing-masing organ tubuh seperti; jantung sendiri, paru-paru, otak, ginjal, usus dan organ lainnya.

Apabila curah jantung tidak mencukupi, efeknya adalah suply darah ke organ lain tidak tercukupi. Kalau kebutuhan oksigen organ tidak tercukupi maka akan terjadi iskemia sel pembentuk organ. Kaidah ini mengikuti hukum *suplay and demand* (hukum pemberian dan permintaan).

Bagaimana proses curah jantung itu terjadi atau apa indikator dari fungsi jantung sebagai pompa darah ? Prosesnya sebagai berikut, kontraksi berulang otot miokardium dinamakan denyut jantung. Setiap denyut jantung akan memompa darah keluar dari jantung.

Jumlah darah yang dipompa keluar per denyutan dinamakan **volume sekuncup (stroke volume)**. Curah jantung (*cardiac output/CO*), adalah volume darah yang dipompa jantung per menitnya. Jumlah cardiac output ini bergantung pada hasil kali kecepatan denyut jantung (*heart rate/HR*) dalam denyut per menit) dan volume sekuncup (*SV*), dalam mililiter darah yang dipompa per denyut) seperti yang dilihat dalam persamaan berikut :

$$\text{CO (mL/mt)} = \text{SV (mL/denyut)} \times \text{HR (denyut/menit)}$$

Curah jantung pada orang dewasa adalah antara 4,5-8 liter permenit. Peningkatan curah jantung dapat terjadi karena peningkatan kecepatan denyut jantung atau volume sekuncup. Dalam kondisi normal frekuensi / irama jantung = 60-80 x/mt. Frekuensi SV/stroke volume normal = 60-70 ml/kontraksi.

Yang perlu anda perhatikan betul, mengapa terjadi gangguan suplay darah sangat tergantung pada isi sekuncup/stroke volume/SV. Beberapa keadaan yang mempengaruhi isi sekuncup adalah :

- 1) beban awal (*pre-load*) yaitu jumlah darah dalam ventrikel pada akhir diastole yang menyebabkan peregangan miokardium, fase relaksasi.
- 2) Kontraktilitas/daya kontraksi jantung; dipengaruhi oleh keadaan jantung, keseimbangan elektrolit, dan keadaan konduksi atau impuls listrik, dan
- 3) Beban akhir (*After-load*); jumlah tegangan yang harus dikeluarkan ventrikel selama kontraksi untuk mengeluarkan darah dari ventrikel kiri menuju aorta. *After load* ini dipengaruhi oleh tahanan pembuluh darah dan ukuran pembuluh darah (R / jari-jari atau A/diameter pembuluh darah). Jari-jari pembuluh darah ini sangat dipengaruhi oleh hormon sirkulasi berupa hormon vasodilator dan hormon vasokonstriktor. Bagaimana kerja kedua hormon ini bisa mempengaruhi pembuluh darah sangat tergantung pada perilaku tingkat stres seseorang

Apabila pompa jantung baik sehingga curah jantung cukup, maka darah hasil pompa jantung tersebut akan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Permasalahan berikutnya bagaimana darah bisa mengalir dalam pembuluh darah ? Ternyata mengikuti kaidah fisika yang dinamakan *Bulk Flow*. Apa itu *bulk flow* ?

BULK FLOW

Bulk Flow adalah pergerakan cairan akibat perbedaan tekanan dari tinggi ke rendah. Dalam sistem vaskuler, cairan mengalir keluar masuk antara kapiler dan cairan interstisial.

Cairan interstisial adalah filtrat mirip plasma yang melingkupi semua sel. Jumlah cairan ini sangat besar dan dapat menyimpan cairan apabila volume plasma tinggi, atau menyuplai sistem vaskuler apabila terjadi kekurangan plasma.

Baca lagi penjelasan tentang jumlah darah dan sel darah pada halaman KB-3/13.

Terdapat empat faktor yang memengaruhi *bulk flow* yaitu; 1) tekanan kapiler, 2) tekanan hidrostatis interstisial, 3) tekanan osmotik koloid plasma dan 4) tekanan osmotik koloid cairan interstisial.

ALIRAN DARAH

Aliran darah berlangsung melalui mekanisme *bulk flow*, pergerakan cairan di dalam pembuluh darah berdasarkan perbedaan antara bagian akhir suatu pembuluh dan pembuluh yang lain. Tekanan darah yang meninggalkan jantung (p_1) dibagi dengan tahanan dari pembuluh darah (R) akan menentukan aliran darah (F) melewati sistem vaskuler, sebagaimana persamaan berikut :

$$F = (P_1 - P_2) / R$$

PENGENDALIAN HORMON PADA SISTEM VASKULER

Kita ketahui bahwa aliran darah berbanding lurus dengan tekanan darah dan berbanding terbalik dengan tahanan (R). Karena aliran darah sangat tergantung pada besar kecilnya tahanan, maka anda perlu mengetahui faktor apa saja yang dapat mempengaruhi tahanan (R) tersebut. Ternyata hormonlah yang mengendalikan tahanan tersebut. Hormon ini dilepaskan secara langsung karena respon terhadap perubahan tekanan darah, sebagai respons terhadap rangsangan saraf, perilaku yang tidak menyenangkan (stres) atau ketiganya. *Penjelasannya sebagai berikut, baca pelan-pelan bila kurang mampu memahami, mana yang tidak dimengerti catat pada buku pintar anda, saat perkuliahan dengan dosen silahkan anda tanyakan.*

1. Norepineprin dan epineprin

Kedua hormon ini dikeluarkan oleh medula adrenal sebagai respon terhadap rangsangan saraf simpatis. Norepineprin menyebabkan pembukuh darah *vasokonstriksi (Menyempit/R kecil)* bila berikatan dengan reseptor α , sedangkan bila berikatan dengan β_2 menyebabkan *vasodilatasi (Melebar/R besar)*. Bila berikatan dengan reseptor β_1 menyebabkan denyut jantung meningkat.

2. Sistem renin-angiotensin

Perubahan tekanan darah dirasakan oleh baroreseptor di ginjal. Apabila tekanan darah meningkat (hipertensi), maka hormon renin menurun, sebaliknya bila hipotensi maka hormon renin meningkat sekresinya. Hormon renin ini mengendalikan pelepasan hormon angiotensin II.

Renin beredar dalam darah dan bekerja sebagai enzim untuk mengubah angiotensinogen menjadi angiotensi-1 dan selanjutnya akan menjadi angiotensi-II.

Angiotensi-II merupakan hormon vasokonstriktor kuat yang menyebabkan arteri mengecil dan menyebabkan resistensi terhadap aliran darah dan peningkatan tekanan darah. Bila angiotensi-II meningkat akan merangsang korteks adrenal untuk menghasilkan hormon aldosteron.

3. Aldosteron

Aldosteron bersirkulasi dalam darah menuju ginjal dan menyebabkan sel tubulus distal meningkatkan reabsorpsi natrium. Apabila terjadi penyerapan natrium akan diikuti oleh penyerapan air, sehingga volume plasma meningkat. Akibatnya dari peningkatan volume plasma maka volume sekuncup meningkat sehingga curah jantung juga meningkat. Keadaan ini menyebabkan hipertensi.

4. Antidiuretik hormon (ADH)

Hormon ADH atau vasopresin dikeluarkan oleh hipofisis posterior sebagai respon terhadap peningkatan osmolalitas plasma (penurunan konsentrasi air) atau penurunan tekanan darah.

RERATA TEKANAN DARAH ARTERI

Pada sistem vaskuler sulit membahas aliran darah tanpa menyertakan tekanan darah. Variabel yang di atur tubuh, dan biasanya diukur secara klinis adalah tekanan darah arteri sistemik (*blood pressure/BP*). Ada beberapa faktor yang mengendalikan tekanan darah arteri sistemik yaitu : 1) curah jantung, dan 2) resistensi perifer total (R) Kedua pengaruh kendali ini sebagaimana persamaan berikut :

$$\text{MAP(BP)} = \text{C O} \times \text{T P R};$$

BP= blood pressure, CO=cardiac output, TPR= total perifer resisten

Pengendalian tekanan darah bergantung pada sensor yang secara terus-menerus mengukur tekanan darah dan mengirim informasinya ke otak. Beberapa hormon, mediator kimiawi dan saraf otonom ikut

mengendalikan tekanan darah. Adapun beberapa faktor yang mempertahankan tekanan darah antara lain;

- 1) kekuatan jantung dalam memompa,
- 2) banyaknya volume darah yang beredar,
- 3) kekentalan / viskositas darah,
- 4) elastisitas dinding pembuluh darah dan
- 5) tahanan tepi.

DENYUT ARTERI

Pemahaman tentang denyut nadi ini sangat penting bagi bidan karena beberapa alasan yaitu; 1) sebagai bagian dari tanda vital (vital sign) untuk mengetahui homeostasis tubuh, 2) frekuensi denyut nadi mampu mencerminkan apakah fungsi jantung sebagai pompa baik atau jelek, dan 3) frekuensi denyut nadi bisa mencerminkan apakah jumlah volumen cairan di dalam tubuh cukup atau berkurang.

Denyut arteri adalah suatu gelombang yang teraba pada arteri bila darah dipompa keluar jantung. Denyut ini teraba di suatu tempat misalnya; arteri radialis, arteri temporalis, arteri dorsalis pedis, dll. Normalnya pada orang dewasa dalam kondisi istirahat frekuensi denyut nadi berkisar 60-80 x/mt.

Faktor yang mempengaruhi denyut nadi;

- 1) posisi, berdiri lebih cepat dibanding tidur,
- 2) umur; anak lebih cepat dibanding dewasa,
- 3) jenis kelamin; pria lebih cepat dibanding wanita,
- 4) latihan, dan
- 5) emosi.

SISTEM LIMFE

Di atas telah kita pelajari bersama tentang sistem sirkulasi dan anda sudah paham bahwa sistem sirkulasi terdiri dari sistem sirkulasi darah (kardiovaskuler) dan sistem limfe. Nah sekarang sedikit kita bahas atau kita diskusikan apa itu sistem limfe. Ternyata sistem limfe terdiri dari pembuluh tertutup yang berjalan di hampir semua ruang interstisiil. Cairan limfe berasal dari cairan interstisiil sehingga komposisinya sangat mirip dengan plasma.

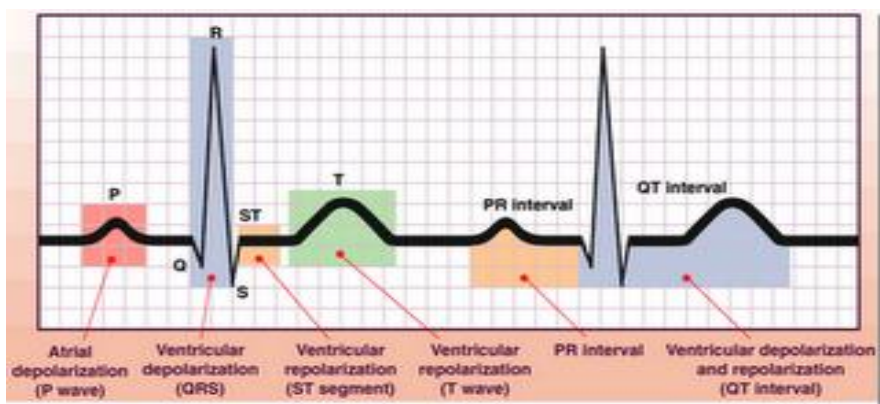
Peranan sistem limfe yaitu; 1) mengumpulkan semua protein yang lolos dari kapiler dan masuk ke cairan interstisiil, 2) menyerab lemak dari usus halus, dan 3) sebagai fungsi imun (ketahanan tubuh).

Fungsi sistem sirkulasi darah yang diperankan oleh organ jantung, pembuluh darah dan sistem limfe ternyata juga bisa diketahui apakah jantung fungsinya baik atau tidak. Dewasa ini alat untuk mengukur kerja jantung adalah dengan melakukan pemeriksaan elektrokardiografi.

EKG (Elektrokardiogram)

Adalah rekaman listrik jantung pada permukaan tubuh. EKG menggambarkan aktivitas listrik jantung melalui elektrode pada kulit yang di rekam pada kertas EKG atau pada monitor. Gambaran hasil sadapan EKG dinamakan elektrokardiografi. Secara berturut-turut hasil rekaman meliputi

1. Gelombang P
Gelombang P menggambarkan adanya depolarisasi atau kontraksi atrium
 2. Gelombang Q
Adalah defleksi negative pertama dari kompleks QRS, dan merupakan fase awal depolarisasi ventrikel
 3. Gelombang R
Adalah defleksi positif pertama dari kompleks QRS, menggambarkan fase depolarisasi ventrikel
 4. Gelombang S
Adalah defleksi negative sesudah gelombang R, menggambarkan fase depolarisasi ventrikel.
 5. Komplek QRS
Merupakan depolarisasi ventrikel diukur dari gelombang Q sampai akhir gelombang S
 6. Gelombang T, menggambarkan fase repolarisasi ventrikel
 7. Gelombang U, terjadi setelah gelombang T, normalnya tidak ada.
- Contoh sadapan elektrokardiogram sebagaimana gambar berikut : kotak datar merupakan garis waktu 1 kotak = 0,04 detik, dan garis tegak merupakan garis kekuatan dalam volt.



Gambar 5.7 : rekaman EKG Normal

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-5

Disediakan kasus sebagai berikut :

Ny.B usia 23 tahun sebelum hamil berat badannya 45 Kg, kemarin baru saja melahirkan anak yang pertama secara normal/pervaginam. Riwayat persalinannya ternyata Ny.B mengalami perdarahan 500 cc.

1. Berapa jumlah cairan CIS, CES dan cairan interstisiilnya.
2. Berapa jumlah volume darah Ny.B bila selama hamilnya BB bertambah 10 Kg
3. Apakah Ny.B perlu diberi tambahan cairan ? Kalau ya berapa jumlah cairan infus sebagai penggantinya. Bagaimana cara mengatur pemberian cairan infus bila fles ke satu diberikan jam 07.15 menit.
4. Pemeriksaan fisik apa saja yang anda lakukan untuk mengetahui bahwa Ny.B mengalami kekurangan cairan karena perdarahan saat bersalin.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-5

Setelah anda membaca materi dengan seksama, membandingkan dengan buku *textbooks* lainnya, unduhan internet, berdiskusi dengan kelompok, berlatih menerangkan hasil diskusi, dan tugas terstruktur, untuk mengukur keberhasilan pemahaman anda silahkan anda mengerjakan soal latihan berikut :

1. Sebutkan empat ruang jantung dan apa fungsi masing-masing ruang tersebut.
2. Terdapat empat katub jantung, sebutkan dan jelaskan apa fungsi masing-masing.
3. Terdapat tiga lapisan otot jantung, sebutkan dan lapisan mana yang sangat berpengaruh terhadap fungsi jantung sebagai pompa.
4. Jelaskan bagaimana proses fisiologis potensial aksi otot jantung.
5. Jelaskan bagaimana proses sirkulasi darah janin.
6. Jelaskan faktor apa saja yang mempengaruhi curah jantung.
7. Jelaskan bagaimana darah bisa mengalir dalam pembuluh darah dan sebutkan empat faktor utama yang mempengaruhi aliran darah dalam pembuluh darah.
8. Jelaskan apa itu frekuensi denyut nadi, dan berapa normalnya untuk dewasa dan bayi.

RANGKUMAN

Secara anatomis, jantung terdiri dari beberapa ruang yaitu serambi kanan dan kiri, bilik kanan dan kiri. Antara serambi kanan dan bilik kanan terdapat katub trikuspidalis, sedangkan antara serambi kiri dan bilik kiri terdapat katub bikuspidalis. Darah yang miskin oksigen dialirkan balik ke jantung melalui vena cava superior dan vena cava inferior menuju serambi kanan, 1/3 volume darah balik tersebut karena kerja katub trikuspidalis langsung menuju bilik kanan dan diteruskan ke organ paru-paru untuk pertukaran gas melalui arteri pulmonalis. Setelah terjadi pertukaran gas secara difusi, darah yang kaya oksigen dimasukkan ke serambi kiri melalui vena pulmonalis. Karena kerja katub bikuspidalis 1/3 volume darah yang kaya oksigen tersebut dialirkan menuju bilik kiri. Selanjutnya karena adanya potensial listrik otot jantung secara alamiah, maka darah yang kaya oksigen di bilik kiri akan dipompa ke seluruh tubuh melalui aorta yang dinamakan curah jantung (Cardiac output).

Jumlah curah jantung per menit sangat tergantung pada isi sekuncup dan frekuensi pompa jantung per menitnya. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi isi sekuncup yaitu; pre load, after load dan daya kontraktilitas /daya pompa.

Setelah darah dipompa menuju aorta maka darah yang kaya oksigen akan dialirkan ke seluruh tubuh sebagai suatu aliran darah. Aliran darah ini berbanding lurus terhadap tekanan darah dan berbanding terbalik terhadap tahanan. Faktor utama yang mempengaruhi tahanan adalah hormon.

Bidan bisa mengukur apakah aliran darah yang mengalir ke seluruh tubuh itu baik atau tidak dengan mengetahui tekanan arteri dan fungsi jantung. Untuk mengukur tekanan arteri yang sederhana dengan melakukan pengukuran denyut nadi dan tekanan darah. Sedangkan untuk mengukur fungsi jantung dengan melakukan pemeriksaan EKG.

Fungsi mengetahui ukuran tekanan darah dan denyut nadi pada klinik kebidanan, bisa digunakan untuk memprediksi adanya kelainan kehamilan yaitu preeklamsia. Fungsi klinik kedua bisa dipakai untuk menghitung basal metabolisme rate (laju metabolisme basal) untuk menentukan jumlah kalori yang diperlukan tubuh.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-5

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Jumlah suplay darah menuju ke organ jantung sebanyak CO
 - a. 4-5%
 - b. 8%
 - c. 12%
 - d. 20%
2. Seseorang wanita beratnya 45 Kg, berapa jumlah cairan interstisiilnya asumsi jumlah air wanita 50% Total BB:
 - a. 5,6 liter
 - b. 22,5 liter
 - c. 7,49 liter
 - d. 14,9 liter
3. Ion penting terjadinya kontraksi (depolarisasi) jantung adalah :
 - a. Natrium dan kalium
 - b. Kalium dan kalsium
 - c. Natrium dan kalsium
 - d. Natrium, kalsium dan kalium
4. Frekuensi jantung normal adalah :
 - a. 60-90 x/mt
 - b. 60-80 x/mt
 - c. 70-90 x/mt
 - d. 80-90 x/mt
5. Banyaknya darah yang dikontraksi selama sekali kontraksi dinamakan
 - a. Cardiac output (CO)
 - b. Kontraksi
 - c. Stroke volume (SV)
 - d. Frekuensi (f)
6. Pembuluh darah berikut tersusun hanya selapis endotel saja :
 - a. Vena
 - b. Arteri
 - c. Kapiler
 - d. Aorta
7. Darah yang kaya oksigen dari ibu menuju janin melalui vena umbilikalis menuju sisi kanan jantung janin melalui :
 - a. Voramen ovale
 - b. Vena kava
 - c. Ductus arteriosus botali
 - d. Ductus venosus arantini
8. Depolarisasi ventrikel pada rekaman EKG ditunjukkan oleh :
 - a. Gelombang P
 - b. Gelombang Q
 - c. Komplek QRS
 - d. Gelombang T

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-5*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 6 dari 8 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 6, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.
- Setianto Budhi, 2004. *Dasar medic untuk pengembangan EKG dan manfaatnya bagi dunia kedokteran di Indonesia*. Makalah, seminar kedokteran, FKUI, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan KB-5

1. Serambi kanan (menerima darah miskin oksigen dari alir balik vena), serambi kiri (menerima darah kaya oksigen dari paru-apru melalui vena pulmonalis), bilik kanan (mengirim darah miskin oksigen ke paru-apru untuk pertukaran gas) dan bilik kiri (memompa darah ke seluruh tubuh melalui aorta).
2. Trikuspidalis (antara serambi kanan dan bilik kanan), bikuspidalis (antara serambi kiri dan bilik kiri), katub pulmonal (antara bilik kanan dan arteri pulmonalis), dan katub aorta antara bilik kiri dan aorta.
3. Perikardium, miokardium dan endokardium. Otot miokardium karena mampu menghasilkan potensial listrik.
4. Adanya stimulus dari ion natrium sebesar -80 mV kemudian pitu kalium membuka sampai + 40 mV.
5. Sirkulasi darah ke janin berasal dari sirkulasi darah ibu lewat plasenta. Di plasenta darah menuju ke atrium kanan janin melalui arteri dan ductus arteriosus botali. Darah di atrium kanan langsung dikirim ke atrium kiri melalui voramen ovale kemudian diteruskan

- ke ventrikel kiri menuju ke seluruh sel tubuh janin tanpa melewati paru-paru karena darah dari ibu sudah kaya oksigen.
6. $CO = SV \times Hr$; dipengaruhi oleh preload, after load dan daya kontraksi
 7. $F = P/R$; dipengaruhi oleh noradrenalin, RAA, aldosteron dan ADH
 8. Denyut nadi adalah gelombang yang teraba pada arteri bila darah dipompa keluar jantung bisa diukur per menitnya. Dewasa 60-80 x/mt, bayi 100-140 x/mt

KEGIATAN BELAJAR-6 SISTEM PERNAPASAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-6

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem pernapasan yang terdiri dari; anatomi saluran pernapasan, fisiologi pernapasan, dan pemeriksaan fisik paru-paru.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-6

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-6 adalah mahasiswa mampu menyebutkan organ saluran pernapasan, menyebutkan bagian-bagian dari paru-paru, menjelaskan fisiologis proses pernapasan dan melakukan pemeriksaan fisik fungsi paru-paru.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-6

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke empat ini mahasiswa mampu mengerjakan tugas dan latihan soal berkaitan dengan anatomi fisiologis sistem pernapasan. Kriteria penilaian berikutnya mahasiswa mampu mengerjakan rubrik yang ada di modul praktikum yang membahas tentang sistem pernapasan.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-6 ANATOMI SISTEM PERNAFASAN

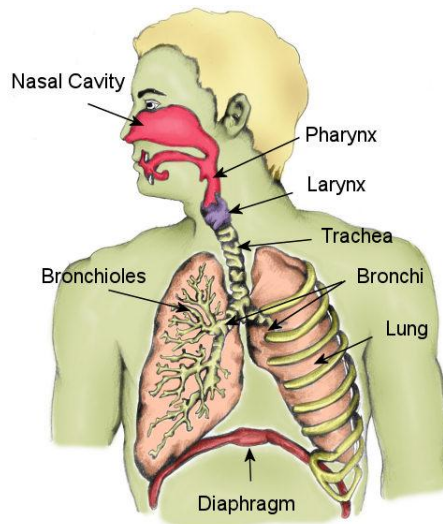
Mempelajari anatomi dan fisiologi sistem pernapasan penting bagi Bidan. Ada beberapa kasus penyakit pada ibu hamil, ibu bersalin, bayi baru lahir, balita dan anak berhubungan dengan gangguan sistem pernapasan seperti; asfiksia bayi baru lahir, penyakit infeksi saluran pernapasan akuta, penyakit obstruksi paru, tuberkulosa paru pneumonia, dan penyakit akibat keganasan paru-paru.

Pemahaman awal untuk mempelajari penyakit tersebut adalah Bidan harus hafal anatomi dan mampu menjelaskan proses fisiologis pernapasan. Maka bagian awal dari materi kegiatan belajar keempat ini adalah anatomi sistem pernapasan.

Sistem pernafasan disusun oleh organ-organ pernafasan yaitu, hidung, faring, laring, trakhea, bronkhi, bronkhioli, dan alveoli. Organ-organ tersebut dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu:

- 1) Sistem pernafasan atas, yang terdiri atas hidung, dan faring
- 2) Sistem pernafasan bawah, yang terdiri atas laring, trakea, bronkhi, bronkhioli, dan alveoli

Lihat gambar berikut agar anda lebih mampu menghafal, organ saluran pernafasan. Anda juga bisa membandingkan gambar saluran pernafasan lain yang anda unduh dari internet atau buku bacaan yang lain.



Gambar 6.1 : Organ Sistem Pernafasan

Hidung

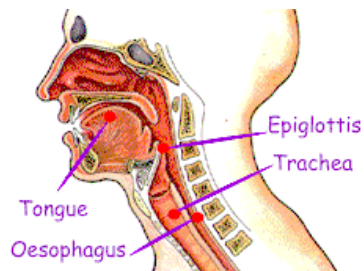
Bagian dari hidung ada yang berada di luar tengkorak dan ada yang berada di dalam tengkorak. Bagian luar terdiri atas tulang dan kartilago (tulang rawan) yang terbungkus oleh kulit dan mukosa (selaput lendir). Pada permukaan bawah hidung luar terdapat pintu keluar yang disebut nares eksternal atau nostril. Bagian dalam hidung merupakan rongga hidung, pada bagian anterior berbatasan dengan hidung luar, bagian posterior berbatasan dengan faring, bagian medial dibatasi oleh septum nasal (sekat hidung) dan bagian lateral dibatasi oleh konka nasalis. Kavum nasalis (rongga hidung) dibagi menjadi kanan dan kiri yang dibatasi oleh septum nasal. Struktur interior hidung dikhususkan untuk menjalankan 3 fungsi utama yaitu: penghangatan, pelembaban, dan filtrasi (penyaringan).

Faring

Faring adalah saluran sepanjang 13 cm mulai dari nares internal hingga leher, terletak di belakang rongga hidung, rongga mulut, dan faring. Faring yang setinggi hidung dinamakan nasofaring, yang setinggi mulut dinamakan orofaring, dan yang setinggi laring disebut laringofaring. Faring berfungsi sebagai saluran udara, saluran makanan, dan tempat resonansi suara.

Laring

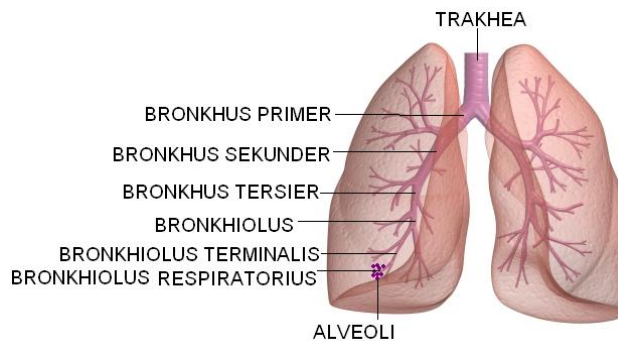
Laring atau pangkal tenggorok adalah saluran pendek yang menghubungkan faring dengan trakhea. Pada kartilago terdapat epiglottis, struktur menyerupai daun yang terletak pada bagian atas laring. Selama proses menelan, epiglottis menutup saluran nafas, sehingga makanan tidak masuk ke saluran pernafasan.



Gambar 6.2 : Organ Saluran Pernapasan Bagian Atas

Trakhea

Trakhea atau batang tenggorok adalah saluran sepanjang 12 cm, dengan diameter 2,5 cm yang terletak di bagian anterior dari esofagus. Trakhea dimulai dari laring dan berakhir pada bronkhi primer kanan dan kiri. Trakhea tersusun oleh rangkaian cincin kartilago.



Gambar 6.3 : Organ Saluran Pernapasan Bagian Bawah

Bronkhi/bronkus

Struktur penyusun bronkhi sama dengan penyusun trakhea yaitu kartilago. Bronkhi terdiri atas bronkhus primer, bronkhus sekunder, dan bronkhus tersier.

- 1) Bronkhus primer
Bronkhus primer langsung berhubungan langsung dengan trakhea. Ada dua bronkhus primer yaitu bronkhus primer kanan dan bronkhus kiri.
- 2) Bronkhus sekunder
Bronkhus sekunder adalah cabang dari masing-masing bronkhus primer
- 3) Bronkhus tersier
Bronkhus tersier adalah cabang dari masing-masing bronkhus sekunder

Bronkhioli

Bronkhiolus merupakan cabang dari masing-masing bronkhus. Bronkhiolus bercabang-cabang menjadi bagian-bagian yang semakin kecil. Bronkhiolus terkecil disebut *bronkhiolus terminalis* yang menuju alveloli paru.

Paru-Paru

Paru-paru berjumlah dua buah dengan bentuk kerucut dan terletak di rongga thoraks. Kedua paru dipisahkan oleh jantung. Paru kanan dibagi menjadi tiga lobus dan paru kiri dibagi menjadi dua lobus. Bagian paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dinamakan *alveolus*. Pertukaran gas antara paru dan darah terjadi di alveolus dan dinding kapiler paru. Membran yang membatasi keduanya dinamakan membran alveolar-kapiler. Membran ini dilintasi oleh gas dengan cara difusi.

FISIOLOGI PERNAFASAN

Ada 3 proses utama pernafasan yaitu:

- 1) Ventilasi paru atau bernafas
Ventilasi terdiri atas kegiatan inspirasi (menghirup udara) dari atmosfer ke dalam paru dan ekspirasi (menghembuskan udara) dari paru ke atmosfer.
- 2) Respirasi eksternal
Respirasi eksternal adalah pertukaran gas antara paru-paru dengan darah
- 3) Respirasi internal
Respirasi internal adalah pertukaran gas antara darah dengan sel

VENTILASI PARU

Ventilasi adalah pergerakan udara dari atmosfer masuk dan keluar paru-paru. Ventilasi berlangsung secara *bulk flow*. Arti *bulk flow* adalah perpindahan atau pergerakan gas atau cairan dari tekanan tinggi ke tekanan rendah. Ventilasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu; 1) tekanan (P), dan 2) resistensi atau tahanan (R) dari saluran napas sebagaimana persamaan berikut :

$$F = P/R$$

Menurut hukum Boyle, jika volume udara yang mengisi ruang meningkat, maka tekanan di dalam ruang tersebut menurun. Oleh karena itu saat paru-paru mengembang, maka tekanan di dalam alveoli menurun dibawah tekanan atmosfer. Resistensi bronkus biasanya rendah, menjadi meningkat manakala otot polos bronkus berkontraksi. Resistensi bronkus ditentukan sistem saraf parasimpatis dan simpatis yang mensyarafi otot polos bronkus dan mediator kimia sekitarnya (lokal). Dua kegiatan ventilasi adalah inspirasi atau inhalasi yaitu menghirup gas atmosfer ke dalam paru dan ekspirasi atau ekshalasi yaitu membuang gas dari paru ke atmosfer. Ada dua jenis kegiatan ventilasi atau pernafasan yaitu pernafasan dada dan pernafasan perut.

a. Pernapasan Dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot interkostal (sela iga). Mekanismenya dapat dibedakan sebagai berikut.

1) Fase inspirasi

Fase ini berupa berkontraksinya otot interkostal sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar, sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.

2) Fase ekspirasi

Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antara tulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar daripada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbon dioksida keluar.

b. Pernapasan Perut

Pernapasan perut melibatkan aktifitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni sebagai berikut.

- 1) Fase Inspirasi.
Pada fase ini otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar, akibatnya rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk.
- 2) Fase ekspirasi
Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula, mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.

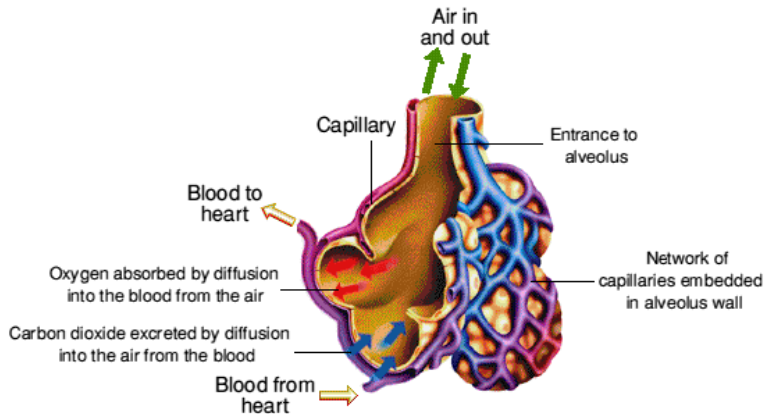
Dengan adanya ventilasi, maka udara dari atmosfer masuk ke dalam paru, dengan urutan perjalanan sebagai berikut:

- 1) Udara masuk rongga hidung atau rongga mulut. Kondisi udara lebih bagus pada rongga hidung karena terjadi proses penghangatan, pelembaban, dan penyaringan oleh silia (rambut).
- 2) Udara berlanjut ke faring, yaitu nasofaring, orofaring, dan laringofaring.
- 3) Udara berlanjut ke laring, yang di bagian puncaknya terdapat epiglotis. Saat bernafas epiglotis membuat saluran nafas terbuka sehingga udara masuk ke dalam laring. Sedangkan saat menelan makanan, epiglotis menutup saluran nafas sehingga makanan tidak masuk ke dalam faring namun menuju esofagus.
- 4) Selanjutnya gas masuk ke dalam trakhea
- 5) Dari trakhea berlanjut ke bronkhi dan bronkhioli
- 6) Tujuan akhir perjalanan gas di paru adalah masuk alveoli

Setelah gas masuk alveoli paru selanjutnya terjadilah proses pertukaran gas yang lazim dinamakan *proses respirasi*.

RESPIRASI EKSTERNAL

Respirasi eksternal adalah proses pertukaran gas antara paru dengan darah. Dalam hal ini, gas pada alveoli paru akan ditukar dengan gas yang berada di dalam pembuluh darah kapiler paru. Gas dari atmosfer yang sudah mencapai alveoli paru merupakan pasokan oksigen bagi tubuh. Gas kaya oksigen ini akan ditukar dengan gas dari pembuluh darah kapiler yang banyak mengandung karbondioksida sebagai sampah metabolisme. Proses pertukaran gas ini terjadi melalui proses difusi.



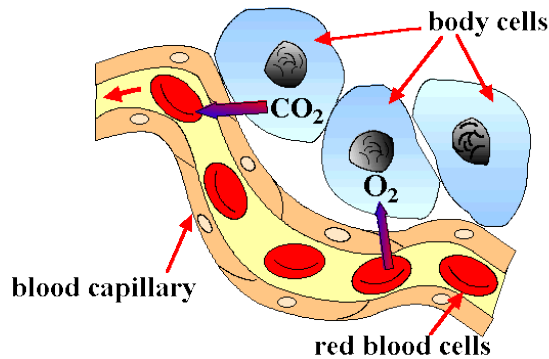
Gambar 6.4 : Proses Difusi Gas di Alveoli

Setelah pertukaran ini, berarti alveoli mengandung banyak karbondioksida yang selanjutnya dibuang ke atmosfer melalui proses ekspirasi. Sebaliknya, pembuluh darah kapiler menjadi kaya akan oksigen. Darah kapiler yang kaya oksigen ini selanjutnya berjalan menuju vena pulmonalis dan bermuara di jantung kiri. Dari jantung kiri, darah teroksigenasi ini disalurkan melalui pembuluh arteri, selanjutnya ke arteriol, berlanjut lagi ke pembuluh kapiler di seluruh tubuh. Darah kapiler yang kaya oksigen ini selanjutnya akan masuk ke dalam proses respirasi interna.

RESPIRASI INTERNAL

Respirasi interna adalah pertukaran gas dari pembuluh kapiler sistemik (seluruh tubuh) dengan gas dari dalam sel sebagai sampah metabolisme. Dari pembuluh kapiler, oksigen kemudian dikeluarkan menuju ke sel-sel untuk mendukung proses metabolisme, dan sebagai gantinya karbondioksida dibuang dari sel-sel tubuh. Karbondioksida adalah sampah metabolisme, maka perlu segera dikeluarkan dari sel-sel untuk dibuang. Sampah karbondioksida masuk ke pembuluh darah kapiler terdekat, dan dilanjutkan ke venula, selanjutnya menuju vena, dan diteruskan ke jantung kanan. Dari jantung kanan, darah yang mengandung banyak karbondioksida ini dipompa menuju arteri pulmonalis, lalu menuju kapiler paru.

Setelah ini, proses respirasi eksterna terjadi lagi yaitu darah kapiler yang membawa sampah karbondioksida ditukar dengan udara alveoli paru yang kaya oksigen yang didapat dari proses inspirasi.



Gambar 6.5 : Proses Pertukaran Gas antara Alveoli dan Kapiler

PEMERIKSAAN FISIK PARU-PARU

Inspeksi :

- 1) Amati bentuk torak, apakah biasa atau normal atau ada kelainan misalnya *kiposis*, *lordosis*, *scoliosis*, *bentuk dada burung (sternum menonjol)*, *bentuk dada cekung (funnel chest)* atau *bentuk dada menggembung muka belakang (barrel chest)*.
- 2) Amati ekspansi dada dan ukur frekuensi pernapasan :
 Frekuensi : 12-20 x/mt, perbandingan rr : HR = 1:4
 Takipnea bila rr > 20x/mt
 Bradipnea bila rr < 12x/mt (rr = respiration rate, HR = heart rate)
- 3) Amati apakah pola napas teratur, hal yang biasa ditemukan tentang pola napas antara lain :
Chyne stoke : Cepat--- dalam ---cepat---dangkal
Biot : Cepat dan dangkal
Kussmaul : Cepat dan dalam
Hiperventilasi : dalam saja
Hipocrates : irama satu-satu sebelum meninggal
- 4) Amati pula ketidaknyamanan dalam bernapas, antara lain :
 Retraksi interkostal : penarikan tulang iga saat bernapas
 Retraksi suprasternal : penarikan otot dada saat bernapas
 pernapasan cuping hidung
 D'effort inspirasi : bila dibuat aktivitas saat menghirup nafas
 Sesak

 D'effort ekspirasi : bila dibuat aktivitas saat mengeluarkan nafas sesak
 Orthopnoe : bila dibuat tidur merasakan sesak nafas

5) Amati pula apakah klien batuk kering, batuk berdahak.

Palpasi :

Gunanya untuk merasakan adanya getaran suara (*fremitus local*) di seluruh permukaan dada. Caranya adalah taruhlah kedua telapak tangan ke punggung atau dada pasien, suruh pasien menarik nafas. Amati pergerakan kedua talapak tangan anda. Apakah pergerakan naik turun telapak tangan anda bersamaan. Bila sama normal bila ada yang tertinggal berarti dugaan ada sakit di paru-paru.

Perkusi :

Perkusi toraks dengan cara mengetuk dengan jari tengah tangan kanan pada jari tengah tangan kiri yang ditempelkan erat pada ICS (*intercostalis*)

Hasil perkusi :

SONOR : normal

REDUP : lebih padat

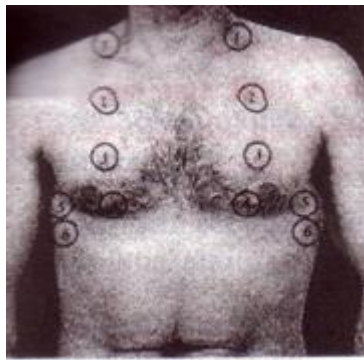
PEKAK : padat berisi cairan

TIMPANI : rongga kosong, atau berisi udara

HIPERSONOR : berisi banyak udara

Auskultasi :

Lihat gambar berikut, perhatikan letak-letak membrane stetoskope yang harus kita tempelkan saat periksa auskultasi toraks.



Gambar 6.6 : Tempat Penempelan Stetoskope
Stetoskope dipindah dengan urutan : kanan-kiri, atas-bawah
Ada 3 suara : nafas, ucapan dan tambahan

1) suara nafas

Vesikuler : terdengar disemua lapangan paru-paru, sifat halus, nada rendah, inspirasi lebih panjang dari pada ekspirasi.

Bronkovesikuler : terdengar di daerah bronkus-trakea, nada sedang, lebih kasar, inspirasi=ekspirasi

Bronkial : terdengar di daerah trakea, kasar, nada tinggi, inspirasi lebih pendek dibanding ekspirasi.

2) Suara ucapan

Pasien suruh mengatakan “*Tujuh puluh tujuh*” disetiap akhir inspirasi dan berulang-ulang.

Normal : kualitas nafas halus sama kanan-kiri

Broncoponi : suara jelas ucapannya, lebih keras pada sisi lain akibat pemadatan.

3) Suara tambahan

Rales : bunyi eksudat saat saluran pernapasan mengembang saat inspirasi.

Ronchi : bunyi dari cairan dalam trakea, kasar, terdengar saat inspirasi dan ekspirasi.

Wheezing : terjadi karena penyempitan saluran napas, bunyi mengi saat ekspirasi.

Pelural friction rub : bunyi terdengar kering seperti gosokan amplas.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-6

Disediakan kasus sebagai berikut :

1. Carilah pasangan dari salah satu teman-mu
2. Ambillah stetoscope anda
3. Lakukan pemeriksaan fisik sesuai urutan; inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi
4. Lakukan secara bergantian
5. Hasil pemeriksaan, diskusikan berdua dengan teman praktikmu.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-6

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi saluran pernapasan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan secara urut organ saluran pernapasan
2. Sebutkan tiga fungsi dari organ hidung bagi proses pernapasan.
3. Sebutkan bagian-bagian dari organ paru-paru
4. Jelaskan bagaimana fisiologis pernapasan yang meliputi; proses ventilasi paru, pernapasan eksternal dan pernapasan internal
5. Proses pertukaran gas di paru-paru secara difusi, apa maksudnya jelaskan.
6. Apa yang dimaksud dengan suara bronkial, bronkovesikuler dan vesikuler, jelaskan perbedaan karakter dari ketiga suara napas tersebut.

7. Sebutkan beberapa suara tambahan pernapasan abnormal, bagaimana karakter dari suara tambahan tersebut masing-masing.

RANGKUMAN

Saluran pernapasan terdiri dari: hidung, faring, laring, trakhea, bronkhi, bronkhioli, dan alveoli. Organ-organ tersebut dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu: sistem pernafasan atas, yang terdiri atas hidung, dan faring dan sistem pernafasan bawah, yang terdiri atas laring, trakea, bronkhi, bronkhioli, dan alveoli

Paru-paru berjumlah dua buah dengan bentuk kerucut dan terletak di rongga thoraks. Kedua paru dipisahkan oleh jantung. Paru kanan dibagi menjadi tiga lobus dan paru kiri dibagi menjadi dua lobus. Dinding luar lapisan paru-paru dinamakan pleura parietalis, bagian dalam disebut pleura viseralis. Diantara kedua lapisan tersebut ada rongga yang disebut cavum pleura berisi cairan kurang lebih 20 cc.

Bagian paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dinamakan *alveolus*. Pertukaran gas antara paru dan darah terjadi di alveolus dan dinding kapiler paru. Membran yang membatasi keduanya dinamakan membran alveolar-kapiler. Membran ini dilintasi oleh gas dengan cara difusi.

Proses pernapasan meliputi tiga fase yaitu; ventilasi paru, pernapasan eksterna dan pernapasan interna. Untuk memeriksa apakah organ paru-paru masih berfungsi bagus apa tidak dengan melakukan pemeriksaan fisik secara inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-4

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Berikut organ saluran pernapasan yang memiliki fungsi, menyaring, melembabkan dan menghangatkan udara. Organ yang dimaksud adalah :
 - a. Hidung
 - b. Faring
 - c. Laring
 - d. Trakea
 - e. Bronkus
2. Bagian paru-paru yang berfungsi sebagai tempat pertukaran gas adalah :

- a. Alveolus
 - b. Bronkiolus
 - c. Bronkioli
 - d. Bronki
3. Menurut hukum Boyle, jika volume udara yang mengisi ruangan meningkat maka
 - a. Kubah torak meningkat
 - b. Tekanan meningkat
 - c. Diameter anterior posterior meningkat
 - d. Tekanan menurun
 4. Rasio antara frekuensi pernapasan dengan heart rate adalah :
 - a. 1:3
 - b. 1:4
 - c. 1:5
 - d. 1:6
 - e. 1:7
 5. Pasien yang saat tidur saja merasakan sesak dinamakan :
 - a. D'effort inspirasi
 - b. D'effort ekspirasi
 - c. Orthopnea
 - d. Dyspno'd effort
 - e. Apneu
 6. Ventilasi paru berbanding terbalik dengan :
 - a. Tekanan udara
 - b. Diameter bronkus
 - c. Tahanan saluran pernapasan
 - d. Tekanan atmosfer
 - e. Tekanan oksigen arteri
 7. Tipe pernapasan yang dirasakan dalam saja dinamakan :
 - a. Chinestoke
 - b. Kusmaul
 - c. Biot
 - d. Hipocrates
 - e. Hiperventilasi
 8. Pernapasan internal adalah :
 - a. Proses pertukaran gas antara atmosfer dengan kapiler paru-paru
 - b. Proses pertukaran gas antara kapiler paru dengan alveoli
 - c. Pertukaran gas antara kapiler dengan sel
 - d. Pertukaran gas secara difusi di alveoli
 - e. Pertukaran gas secara difusi di kapiler paru-paru.
 9. Paru-paru mendapatkan suplay darah dari :
 - a. Vena pulmonalis
 - b. Arteri pulmonalis
 - c. Vena mesenterika

- d. Arteri bronkialis
 - e. Arteri torakalis
10. Cabang dari bronkus adalah :
- a. Alveoli
 - b. Alveolus
 - c. Bronkiolus
 - d. Bronkiolus terminalis
 - e. Bronkus primer

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-6*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Organ saluran pernapasan dimulai dari ; hidung – faring – laring – trakea – bronkus – bronkiolus - bronkiolus terminalis - atorius-alveoli
2. Menyaring udara, melembabkan dan menghangatkan
3. a. Lapisan paru; pleura parietalis dan pleura viseralis
b. Secara anatomi : paru kanan dan paru kiri, paru kanan terdiri dari 3 lobus dan apru kiri terdiri dari 2 lobus
c. Kebutuhan suplay darah berasal dari arteri pulmonalis
4. Proses ventilasi meliputi kegiatan inspirasi dan ekspirasi, inspirasi eksternal adalah pertukaran gas antara alveoli dan kapiler paru-paru, sedangkan inspirasi internal pertukaran gas antara kapiler dan sel.

5. Perpindahan zat terlarut dari daerah dengan osmolalitas tinggi ke daerah dengan osmolalitas rendah hingga terjadi keseimbangan.
6. Suara bronkial adalah suara inspirasi lebih pendek dari ekspirasi lebih kasar, suara bronkovesikuler adalah suara yang inspirasi sama dengan ekspirasi dan karakteristik suara sedang, sedangkan suara vesikuler adalah suara inspirasi lebih panjang dari ekspirasi dan sangat halus.
7. Whezing, ronkhi, rales, dst, lihatlah materi pada halaman sebelumnya.

KEGIATAN BELAJAR-7 SISTEM PERSYARAFAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-7

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem persyarafan yang terdiri dari; anatomi sel saraf, proses fisiologis stimulasi saraf, dan proses terjadinya nyeri persalinan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-7

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-7 adalah mahasiswa mampu

- 1) Menyebutkan bagian-bagian dari neuron, dan fungsi sinap.
- 2) Menyebutkan struktur sistem saraf pusat, menyebutkan apa itu saraf otonom,
- 3) Menyebutkan sistem saraf sadar/kranial, menjelaskan fisiologis stimulus saraf
- 4) Menjelaskan proses terjadinya nyeri persalinan.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-7

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-7 ini mahasiswa mampu mengerjakan tugas dan latihan soal berkaitan dengan anatomi fisiologis sistem persyarafan. Kriteria penilaian mahasiswa mampu mengerjakan teknik pemeriksaan untuk mengetahui fungsi saraf kranial sesuai modul praktikum anatomi dan fisiologi sistem persyarafan.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-7

1. *Mengawali penjelasan materi kegiatan belajar ini, kita review untuk mengingat kembali kesebelas sistem organ yang dulu sudah anda hafal. Nah sekarang coba siapa diantara yang hadir dalam tutorial ini bisa menyebutkan kesebelas sistem organ tadi.*
2. *Menurut anda kira-kira ada apa tidak diantara kesebelas organ yang sudah disebutkan teman-mu tadi yang memiliki fungsi sebagai pengatur/regulator sistem organ yang lain ?*

Alhamdulillah, jawaban teman anda tadi sudah benar dan diharapkan semua mampu menghafal dengan baik. Memang benar ada dua sistem organ yang berperan sebagai pengatur sistem organ yang lain yaitu sistem persyarafan dan sistem hormonan.

Kegiatan belajar saat difokuskan pada anatomi dan fisiologi sistem persyarafan. Untuk sistem hormonal akan dipelajari pada sesion berikutnya. Sebenarnya kedua sistem ini memiliki perbedaan dalam komunikasinya, kalau sistem saraf mengendalikan tubuh dalam waktu cepat, sedangkan sistem hormon mengendalikan tubuh dalam waktu relatif lambat. Perbedaan berikutnya untuk mengendalikan sistem tubuh sistem saraf mengeluarkan neurotransmitter, sedangkan kalau sistem hormonal megeluarkan hormon. Neurotransmitter dikeluarkan oleh ujung-ujung sinap, sedangkan hormon dikeluarkan oleh kelenjar endokrin..

APA ITU SISTEM SARAF

Sistem saraf adalah sistem organ yang terdiri atas sel neuron yang memiliki fungsi mengkoordinasikan aktivitas otot, memonitor organ, membentuk atau menghentikan masukan dari hasil sensasi pancaindra, dan mengaktifkan aksi. Komponen utama dalam sistem saraf adalah neuron yang diikat oleh sel-sel neuroglia, neuron memainkan peranan penting dalam koordinasi.

Sistem saraf dapat dibagi menjadi **sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer/tepi**. Sistem saraf pusat terdiri dari **otak dan medula spinalis**. Sistem saraf tepi/perifer terdiri dari **sistem saraf sadar** (saraf somatik) dan **sistem saraf tak sadar** (sistem saraf otonom). Sistem saraf sadar mengontrol aktivitas yang kerjanya diatur oleh otak, sedangkan saraf otonom mengontrol aktivitas yang tidak dapat diatur otak antara lain denyut jantung, gerak saluran pencernaan, dan sekresi keringat.

1. ANATOMI SEL SARAF

1.1 Neuron

Neuron atau sel saraf merupakan sel terpanjang yang dimiliki oleh tubuh manusia dan berfungsi untuk menerima dan menghantarkan impuls ke tempat yang dituju. Selain itu juga sel neuron mempunyai kemampuan untuk menanggapi impuls yang mengenainya untuk disampaikan pada efektor.

Setiap neuron terdiri dari satu badan sel yang di dalamnya terdapat **sitoplasma** dan **inti sel**. **Dari badan sel keluar dua macam serabut saraf, yaitu dendrit dan akson**. Dendrit berfungsi mengirimkan impuls ke badan sel saraf, sedangkan akson berfungsi mengirimkan impuls dari badan sel ke jaringan lain. Akson biasanya sangat panjang tapi sebaliknya dendrit

pendek.

Setiap neuron hanya mempunyai satu akson dan minimal satu dendrit. Kedua serabut saraf ini berisi plasma sel. Pada bagian luar akson terdapat lapisan lemak disebut **mielin** yang merupakan kumpulan sel Schwann yang menempel pada akson. Sel Schwann adalah sel glia yang membentuk selubung lemak di seluruh serabut saraf mielin. Membran plasma sel Schwann disebut **neurolemma**. Fungsi mielin adalah melindungi akson dan memberi nutrisi. Bagian dari akson yang tidak terbungkus mielin disebut nodus Ranvier, yang berfungsi mempercepat penghantaran impuls.

Nodus Ranvier adalah bagian atau titik pada akson yang tidak terbungkus selubung mielin. Nodus Ranvier memiliki diameter sekitar 1 mikrometer. Nodus Ranvier ditemukan oleh Louis-Antoine Ranvier. Selubung myelin berfungsi sebagai pelindung akson dan membungkusnya, namun selubung ini tidak membungkus secara keseluruhan, dan yang tidak terbungkus merupakan Nodus Ranvier.

Macam-Macam Sel Neuron

- a) Berdasarkan fungsinya/jenisnya
 - 1) Saraf sensorik/afere
Adalah neuron yang berfungsi untuk menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat (SSP).
 - 2) Saraf motorik/eferen
Adalah neuron yang berfungsi untuk menghantarkan impuls dari SSP ke efektor.
- b) Berdasarkan strukturnya
 - 1) Neuron unipolar (neuron berkutub satu) yaitu neuron yang memiliki satu buah axon yang bercabang.
 - 2) Neuron bipolar (neuron berkutub dua) yaitu neuron yang memiliki satu axon dan satu dendrite.
 - 3) Neuron multipolar (neuron berkutub banyak) yaitu neuron yang memiliki satu axon dan sejumlah dendrite.

Nah bagaimana komunikasi antar sel saraf bisa terjadi ? ternyata komunikasinya melalui penghantaran impuls. Hubungan penyampaian impuls dari satu neuron ke neuron yang lain disebut **Sinapsis**. Biasanya terjadi di ujung percabangan axon dengan ujung dendrite neuron yang lain. Celah antara satu neuron dengan neuron yang lain disebut dengan **celah sinapsis**. Di dalam celah sinapsis inilah terjadi loncatan-loncatan listrik yang bermuatan ion, baik ion positif dan ion negatif. Di dalam celah sinapsis ini juga terjadi pergantian antara impuls yang

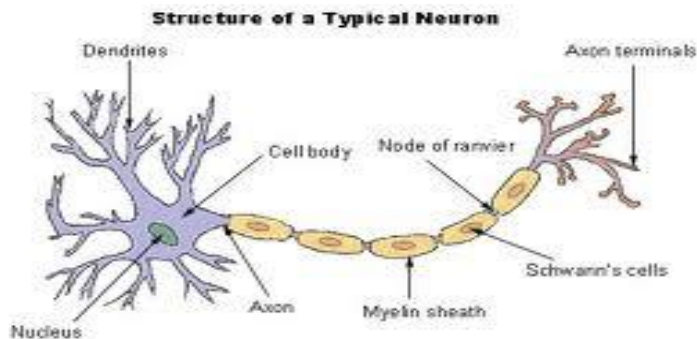
satu dengan yang lain, sehingga diperlukan enzim *kolinesterase* untuk menetralkan asetilkolin pembawa impuls yang ada. Dalam celah sinapsis juga terdapat penyampaian impuls dengan bantuan zat kimia berupa asetilkolin yang berperan sebagai pengirim (*neurotransmitter / neurohumoral*).

Bagaimana sel saraf mendapatkan makanan untuk pertumbuhan selnya ? ternyata berasal dari sel neuroglia. Apa itu sel neuroglia ?

Neuroglia merupakan suatu matriks jaringan penunjang khusus, fungsi neuroglia diantaranya adalah memberi nutrisi pada sel saraf. Macam-macam neuroglia diantaranya adalah *astrostit*, *oligodendroglia* *mikroglia*, dan sel *schwan*.

Mikroglia adalah tipe dari sel glial yang merupakan sel imun pada sistem saraf pusat. Mikroglia, sel glial terkecil dapat juga beraksi sebagai fagosit, membersihkan debris sistem saraf pusat. Kebanyakan merupakan sebagai representatif sistem imun otak dan medula spinalis. Mikroglia adalah sepupu dekat sel fagosit lainnya, termasuk makrofaga dan sel dendritik. Mikroglia memainkan beberapa peran penting dalam melindungi sistem saraf.

Lihat gambar neuron berikut:

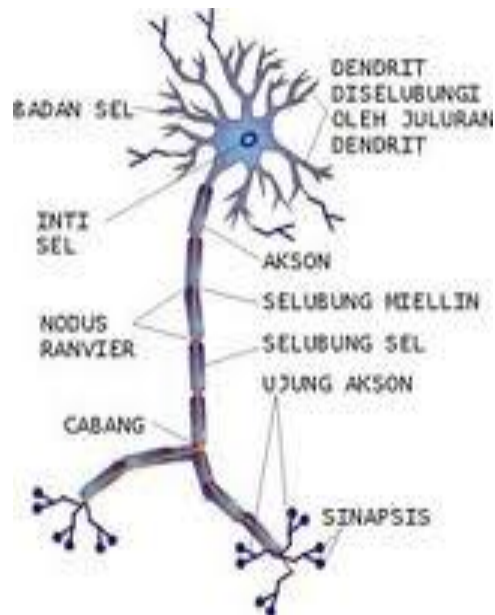


Gambar 7.1 : Sel Saraf (Neuron)

1.2 Pengertian Sinap

Sinap adalah titik pertemuan antara dua neuron. Neuron berkomunikasi satu sama lainnya dengan melepaskan zat kimia ke dalam celah kecil (celah sinaps) yang memisahkan neuron satu dan lainnya. Zat kimia dimaksud adalah *Neurotransmitter*.

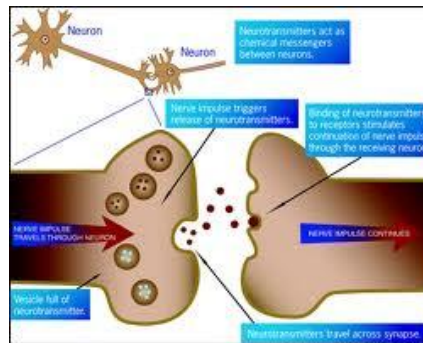
Zat kimia ini dilepaskan dari terminal akson, kemudian berdifusi melintasi celah sinap dan berikatan dengan reseptor di dendrit atau badan sel neuron lainnya. Sel yang melepaskan neurotransmitter disebut *neuron presinap*, dan neuron yang menerima neurotransmitter disebut *neuron pascasinap*.



Gambar 7.2 : Letak sinap

Ada istilah lain zat kimia yang dilepas oleh sinap selain neurotransmitter yaitu *Neuromodulator*. Bedanya kalau neuromodulator adalah zat kimia yang dilepas sinap dan memiliki kerja yang agak lama, kalau neurotransmitter kerjanya cepat. Neuromodulator ini berperan meningkatkan atau menurunkan transkripsi DNA dan sintesis protein dan berperan dalam proses belajar, *mood*/perasaan seseorang dan perkembangan sel.

Berikut beberapa contoh neurotransmitter ; *asetilkolin, epineprin* dan *norepineprin* dan contoh neuromodulator seperti; *serotonin, dopamin, histamin, asam gama aminobutirat, endorfin, substansi P, vasoaktif amin*, dan lainnya. Lihat gambar berikut :



Gambar 7.3 : Pelepasan Neurotransmitter

2. SISTEM SARAF PUSAT

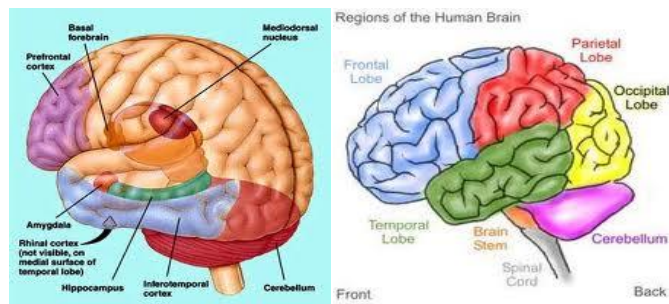
Recalling Hafalan :

Sebelum anda memahami sistem saraf pusat, tolong sebutkan struktur dari sistem saraf secara umum. Kalau anda belum hafal baca lagi materi KB-5 halaman 3.

2.1 Otak

Otak adalah massa besar jaringan saraf yang terletak di dalam kranium (tengkorak). Otak terdiri atas neuron serta sel neuroglia penyokong. Otak merupakan sumber beberapa hormon penting dan tempat integrasi semua informasi / stimulus yang dibawa saraf sensorik.

Otak menerima darah sekitar 15% dari curah jantung atau sekitar 750 cc per menit. Sel otak selalu memerlukan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) untuk metabolisme energi dan memproduksi ATP. Lihat gambar berikut yang menunjukkan bagian-bagian dari otak.



Gambar 7.4: Bagian-Bagian Otak

Otak diselimuti oleh selaput otak yang disebut selaput meninges. Selaput meninges terdiri dari 3 lapisan yaitu ;

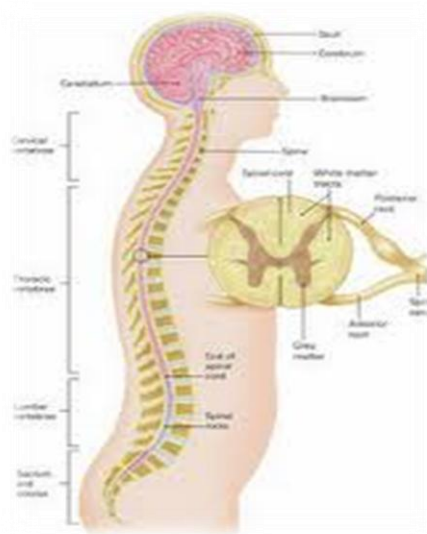
- a. Lapisan durameter yaitu lapisan yang terdapat di paling luar dari otak dan bersifat tidak kenyal. Lapisan ini melekat langsung dengan tulang tengkorak. Berfungsi untuk melindungi jaringan-jaringan yang halus dari otak dan medula spinalis.
- b. Lapisan araknoid yaitu lapisan yang berada dibagian tengah dan terdiri dari lapisan yang berbentuk jaring laba-laba. Ruang dalam lapisan ini disebut dengan ruang subaraknoid dan memiliki cairan yang disebut cairan *serebrospinal*. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi otak dan medulla spinalis dari guncangan.
- c. Lapisan piameter yaitu lapisan yang terdapat paling dalam dari otak dan melekat langsung pada otak. Lapisan ini banyak memiliki pembuluh darah. Berfungsi untuk melindungi otak secara langsung.

Secara anatomi otak dibagi menjadi beberapa bagian/area antara lain :

- a) Cerebrum/otak besar
 - 1) Merupakan bagian otak yang memenuhi sebagian besar dari otak kita yaitu 7/8 dari otak.
 - 2) Mempunyai dua bagian belahan otak yaitu otak besar belahan kiri yang berfungsi mengatur kegiatan organ tubuh bagian kanan. Kemudian otak besar belahan kanan yang berfungsi mengatur kegiatan organ tubuh bagian kiri.
 - 3) Bagian *kortex cerebrum* berwarna kelabu yang banyak mengandung badan sel saraf. Sedangkan bagian *medulla* berwarna putih yang banyak mengandung dendrite dan neurit. Bagian kortek dibagi menjadi tiga area yaitu *area sensorik* yang menerjemahkan impuls menjadi sensasi. Kedua adalah *area motorik* yang berfungsi mengendalikan koordinasi kegiatan otot rangka. Ketiga adalah *area asosiasi* yang berkaitan dengan ingatan, memori, kecedasan, nalar/logika, kemauan.
 - 4) Otak Mempunyai empat macam lobus yaitu :
 - Lobus frontal berfungsi sebagai pusat penciuman, indera peraba.
 - Lobus temporal berfungsi sebagai pusat pendengaran

- Lobus oksipetal berfungsi sebagai pusat penglihatan.
 - Lobus parietal berfungsi sebagai pusat ingatan, kecerdasan, memori, kemauan, nalar, sikap.
- b) Mesencephalon / otak tengah
Merupakan bagian otak yang terletak di depan cerebellum dan jembatan varol serta berfungsi sebagai pusat pengaturan refleks mata, refleks penyempitan pupil mata dan pendengaran
- c) Diencephalon / otak depan
Merupakan bagian otak yang terletak di bagian atas dari batang otak dan di depan mesencephalon. Diencephalon terdiri dari *talamus* dan *hipothalamus*. Fungsi dari talamus adalah stasiun pemancar bagi impuls yang sampai di otak dan medulla spinalis. Sedangkan fungsi *hipotalamus* adalah pusat pengaturan suhu tubuh, selera makan dan keseimbangan cairan tubuh, rasa lapar, daya sexualitas, watak, emosi atau sebagai pusat perilaku.
- d) Cerebellum
- 1) Merupakan bagian otak yang terletak di bagian belakang otak besar. Berfungsi sebagai pusat pengaturan koordinasi gerakan yang disadari dan keseimbangan tubuh serta posisi tubuh.
 - 2) Terdapat 2 bagian belahan yaitu belahan cerebellum bagian kiri dan belahan cerebellum bagian kanan yang dihubungkan dengan jembatan varoli/pons varoli yang berfungsi untuk menghantarkan impuls dari kedua bagian cerebellum. Jadi pons varoli berfungsi sebagai penghantar impuls dari otot-otot kiri dan kanan tubuh.
- 2.2 Medula
- a) Medula oblongata
- 1) Disebut juga batang otak.
 - 2) Terletak langsung setelah otak dan menghubungkan dengan medulla spinalis, di depan cerebellum.
 - 3) Susunan korteksnya terdiri dari neurit dan dendrite dengan warna putih dan bagian medulla terdiri dari badan sel saraf dengan warna kelabu.
 - 4) Berfungsi sebagai pusat pengaturan ritme respirasi, denyut jantung, penyempitan dan pelebaran pembuluh darah, tekanan darah, gerak alat pencernaan, menelan, batuk, bersin, sendawa.

- b) Medula Spinalis
- 1) Disebut juga dengan sumsum tulang belakang dan terletak di dalam ruas-ruas tulang belakang yaitu ruas tulang leher sampai dengan tulang pinggang yang kedua.
 - 2) Berfungsi sebagai pusat gerak refleks dan menghantarkan impuls dari organ ke otak dan dari otak ke organ tubuh.



Gambar 7.5 : Otak, Medula Spinalis

3. SISTEM SARAF PERIFER

Apa itu sistem saraf perifer ? Terdiri dari berapa bagian saraf perifer tersebut dan apa fungsinya ? Berikut penjelasan materinya silahkan di baca dan dihafalkan.

Sistem saraf perifer adalah sistem saraf yang menghubungkan semua bagian tubuh dengan sistem saraf pusat.


Sistem saraf perifer terdiri dari dua yaitu :

a. Sistem saraf sadar/somatik

Merupakan sistem saraf yang kerjanya berlangsung dibawah kendali atau perintah otak atau dibawah kendali kehendak manusia. Sistem saraf sadar terdiri dari dua yaitu :

- 1) Sistem saraf pada otak

Sistem saraf pada otak sering disebut dengan saraf cranial terdiri dari 12 pasang saraf sebagai berikut beserta cara melakukan test untuk mengetahui fungsinya.

Pemeriksaan syaraf	Kemungkinan yang ditemukan
Saraf cranial I (Olfaktorius) <i>Lakukan test alcohol pada masing-masing lubang hidung</i>	<i>Indra penciuman hilang pada kerusakan lobus frontalis</i>
Saraf cranial II (Optikus) <i>Periksa lapang pandang dengan senter</i>	<i>Kebutaan</i>
Saraf cranial III (Okulomotorius) <i>test reaksi pupil dengan cahaya senter</i>	<i>Kebutaan, paralysis syaraf cranial III</i>
Saraf cranial IV (Troklear) <i>kaji gerakan ekstraokuler</i>	<i>Strabismus karena paralysis syaraf cranial III,IV atau VI; nistagmus</i>
Saraf cranial V (Trigeminal) <i>Raba kontraksi daerah temporal dan otot maseter</i> 	<i>Hilangnya sensorik atau motorik karena kerusakan syaraf kranial</i>
Saraf cranial VI (Abdusen)	<i>Nistagmus</i>
Saraf cranial VII (Fasialis)	

<i>Mintalah pasien untuk mengangkat kedua alis matanya, tersenyum, cemberut</i>	
Syaraf cranial VIII (Akustikus) <i>test weber dan Rinne</i>	<i>Tuli konduksi</i>
Syaraf cranial IX (Glosofaringeus) <i>Suruh pasien bersuara dan menelan</i>	<i>Kesulitan menelan, suara serak atau bindeng</i>
Syaraf cranial X (vagus) Syaraf cranial XI (Aksesori spinal) <i>Suruh pasien memutar kepala</i>	<i>Ada kelemahan</i>
Syaraf cranial XII (Hipoglosal) <i>lihat seluruh lidah saat dijulurkan</i>	<i>Atrofi, fasikulasi, penyimpangan ke sisi yang lemah</i>

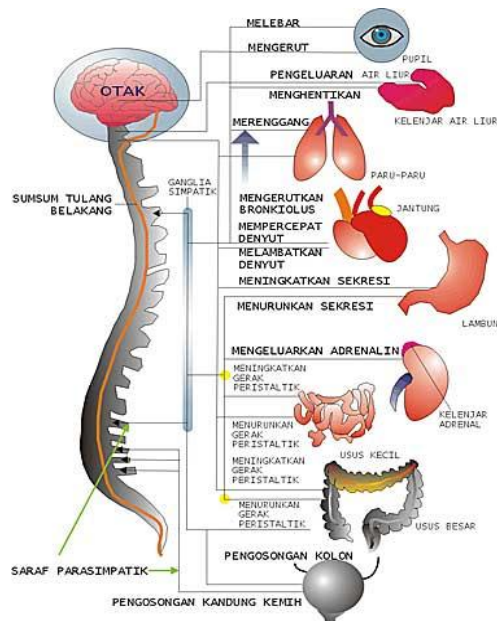
- 2) Sistem saraf pada sumsum spinalis (sumsum tulang belakang)
Merupakan sistem saraf yang berpusat pada medula spinalis dan berjumlah 31 pasang yang terbagi di sepanjang medula spinalis/ruas tulang belakang.
- b. Sistem tidak sadar (otonomik)
 - 1) Merupakan sistem saraf yang cara kerjanya secara tidak sadar/diluar kehendak/tanpa perintah oleh otak.
 - 2) Sistem saraf yang mensarafi seluruh otot polos, otot jantung, kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin.
 - 3) Dibedakan menjadi dua bagian yaitu saraf simpatik dan saraf parasimpatik yang keduanya bekerja secara antagonis/berlawanan.
 - (a) Sistem saraf simpatik
Merupakan 25 pasang simpul saraf (ganglion) yang terdapat di medula spinalis. Disebut juga dengan sistem saraf thorakolumbar karena saraf ini keluar dari vertebrae thorak ke-1 sampai ke-12 dan vertebrae kolumbar ke-1 sampai dengan ke-3. Fungsi saraf simpatik adalah :

(b) Sistem saraf parasimpatik

Merupakan sistem saraf yang keluar dari daerah otak. Terdiri dari 4 saraf otak yaitu saraf nomor III (okulomotorik), nomor VII (Facial), nomor IX (glosfaring), nomor X (vagus). Disebut juga dengan sistem saraf craniosakral karena saraf ini keluar dari daerah cranial dan juga daerah sakral.

Tabel : Fungsi Saraf Otonom

Parasimpatik	Simpatik
<ul style="list-style-type: none"> • mengecilkan pupil • menstimulasi aliran darah • memperlambat denyut jantung • membesarkan bronkus • menstimulasi sekresi kelenjar pencernaan • mengerutkan kantung kemih 	<ul style="list-style-type: none"> • memperbesar pupil • menghambat aliran darah • mempercepat denyut jantung • mengecilkan bronkus • menghambat sekresi kelenjar pencernaan • menghambat kontraksi kandung kemih



Gambar 7.7 : Saraf tepi dan Otonom

4. KONSEP FISIOLOGI

Otak manusia kira-kira 2 % dari BB, otak mendapatkan suplay dari kira-kira 15% dari curah jantung (CO) dan membutuhkan kira-kira 20% pula dari seluruh pemakaian oksigen tubuh, serta butuh 400 kkal ATP per hari.

Jaringan otak sangat rentan terhadap kebutuhan oksigen dan glukosa. Setiap kekurangan suplay sedikit saja pasti akan menimbulkan gangguan. Metabolisme otak selalu konstan tanpa diselingi istirahat. Bila aliran darah otak berhenti 10 detik saja akan menimbulkan gangguan kesadaran.

5. KONSEP PATOLOGIS

Konsep patofisiologis yang berkaitan dengan gangguan fungsi sistem saraf terjadi apabila jumlah suplai darah ke otak tidak tercukupi. Kaidah patofisiologis ini menggunakan hukum *supply and demand*. Apabila kebutuhan tidak sesuai pasokan maka akan terjadi gangguan fungsi otak.

Beberapa tanda penting gangguan fungsi otak adalah; 1) penurunan kesadaran, 2) perubahan respon pupil, 3) perubahan gerakan mata, 4) perubahan suhu tubuh, 5) perubahan respon motorik/pergerakan, 6) disfasia/perubahan komunikasi bahasa, 7) agnosia atau kegagalan mengenali stimulus, 8) dimensia, 9) peningkatan tekanan intrakranial dan 10) kematian batang otak.

Penjelasan :

- 1) Perubahan kesadaran, biasanya dimulai dengan gangguan fungsi diensefalon yang ditandai dengan kebuntuan, kebingungan, letargia dan akhirnya stupor.
- 2) Perubahan respon pupil, terjadi karena kerusakan otak bisa berupa pupil melebar, pupil mengecil atau pupil sangat kecil
- 3) Perubahan gerakan mata, gerakan mata normal terjadi karena korteks serebri mampu mengontrol batang otak. Bila cedera otak maka korteks serebri akan trauma, hal ini menyebabkan perubahan gerakan mata
- 4) Perubahan suhu tubuh, terjadi apabila pusat panas di hipotalamus tidak mampu mengendalikan stimulus panas. Kerusakan batang otak, keracunan, hiperemia juga menyebabkan perubahan suhu tubuh.
- 5) Perubahan respon pergerakan terjadi apabila ada kerusakan batang otak, hal ini terjadi bila sel otak tidak cukup oksigen karena suplai darah ke otak menurun.
- 6) Disfasia, terjadi karena hipoksia otak (kekurangan oksigen otak)

- 7) Agnosia terjadi karena adanya kerusakan area sensorik di korteks serebri
- 8) Keadaan vegetatif persisten terjadi karena gangguan hemisfer otak, seseorang bisa mengalami disorientasi waktu, tempat dan ruang.
- 9) Dimensia terjadi karena gangguan fungsi intelektual yang disebabkan karena infeksi, trauma kapitis, tumor dan keracunan obat.
- 10) Peningkatan tekanan intrakranial meliputi tiga tanda (triad sign) berupa; edema pupil, muntah, nyeri kepala hebat. Tekanan intrakranial meningkat karena gangguan pembuluh darah otak (Stroke), infeksi meningen, tumor/kanker otak. Pencetus tersering dari stroke adalah tekanan darah tinggi. Berikut disajikan cara mengukur potensi stroke

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-7

Untuk melatih ketrampilan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem persyarafan, ikuti petunjuk berikut ;

1. Carilah teman untuk dijadikan kelompok diskusi maksimal 4 orang
2. Setelah terbentuk kelompok pergilah ke laborat dan pinjamlah beberapa model otak dan alat pemeriksaan saraf cranial sebagaimana materi yang sudah anda pelajari.
3. Secara bergantian sebutkan bagian-bagian dari otak, teman yang lain menyimak dan membenarkan
4. Secara bergantian pula lakukan pemeriksaan fungsi saraf cranial secara benar.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-7

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi saluran persyarafan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan bagian dari sistem saraf.
2. Sebutkan bagian dari sistem saraf pusat
3. Sebutkan bagian dari sistem saraf perifer
4. Sebutkan bagian-bagian dari otak
5. Sebutkan jenis-jenis dan fungsi dari saraf cranial
6. Sebutkan jenis dan fungsi dari saraf otonomik
7. Jelaskan bagaimana proses fisiologis impuls/rangsangan saraf.
8. Jelaskan apa perbedaan neurotransmitter dan hormon.
9. Sebutkan beberapa tanda penting seseorang yang mengalami gangguan fungsi otak.
10. Jelaskan bagaimana proses terjadinya gangguan fungsi otak.

RANGKUMAN

Sistem saraf terdiri dari sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer. Sistem saraf pusat terdiri dari otak dan medula. Sistem saraf perifer terdiri dari sistem saraf sadar (somatik) dan sistem saraf tidak sadar (otonomik).

Otak dilapisi oleh selaput otak yang disebut meningen. Selaput meningen terdiri dari tiga lapisan yaitu durameter, araknoid dan piameter. Diantara lapisan tengah terdapat subaraknoid yang berisi cairan otak. Bagian-bagian otak terdiri dari otak depan, otak tengah, otak belakang dan otak besar yang memiliki fungsi berbeda-beda. Otak menerima darah sekitar 15% dari curah jantung atau sekitar 750 cc per menit. Sel otak selalu memerlukan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) untuk metabolisme energi dan memproduksi ATP.

Medula terdiri dari medula oblongata (otak kecil) dan medula spinalis. Medula oblongata berfungsi sebagai pusat pengaturan ritme respirasi, denyut jantung, penyempitan dan pelebaran pembuluh darah, tekanan darah, gerak alat pencernaan, menelan, batuk, bersin, sendawa. Sedangkan medula spinalis berfungsi sebagai pusat gerak refleks dan menghantarkan impuls dari organ ke otak dan dari otak ke organ tubuh

Saraf sadar/saraf cranial terdiri dari 12 pasang saraf mulai dari saraf cranial ke-1 sampai ke-12, yang memiliki fungsi berbeda dan

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-7

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Susunan saraf terdiri atas susunan saraf pusat dan perifer. Yang termasuk susunan saraf pusat adalah :
 - a. Otak dan medula
 - b. Otak dan saraf cranial
 - c. Medula spinalis dan medula oblongata
 - d. Otak dan saraf perifer
 - e. Otak, saraf sensorik dan saraf motorik
2. Berikut adalah fungsi neuron yang menghantarkan impuls dari badan sel ke jaringan lainnya :
 - a. Neurit
 - b. Dendrit
 - c. Akson

- d. Sinap
- e. Presinap
3. Ruangannya terdapat antara arachnoid dan piameter dan berisi cairan serebrospinalis :
 - a. Epidural
 - b. Subdural
 - c. Sub arachnoid
 - d. Sub durameter
 - e. Sub epidural
4. Neuron yang berfungsi untuk menghantarkan impuls dari reseptor ke sistem saraf pusat (SSP) diperankan oleh
 - a. Saraf sensorik
 - b. Saraf motorik
 - c. Saraf simpatis
 - d. Saraf parasimpatis
 - e. Saraf cranial
5. Organ otak mendapatkan suplay darah dari cardiac output sebanyak
 - a. 5 % dari CO
 - b. 10% dari CO
 - c. 15% dari CO
 - d. 20% dari CO
 - e. 25% dari CO
6. Saraf yang berperan dalam proses penglihatan adalah :
 - a. Nervus olfaktorius
 - b. Nervus optikus
 - c. Nervus Oculomotorius
 - d. Nervus troclearis
 - e. Nervus trigeminus
7. Jaringan otak mendapatkan suplay darah dari :
 - a. Arteri carotis interna kanan dan kiri
 - b. Arteri radialis kanan dan kiri
 - c. Arteri vertebralis kanan dan kiri
 - d. Arteri medula spinalis
 - e. Arteri torakalis
8. Pusat pengatur suhu tubuh terdapat pada
 - a. Serebelum
 - b. Medula oblongata
 - c. Talamus
 - d. Hipotalamus
 - e. Diencephalon
9. Lobus otak berikut berfungsi sebagai pusat ingatan, kecerdasan, memori, kemauan, nalar, sikap. Lobus otak dimaksud adalah :

- a. Lobus temporalis
 - b. Lobus frontalis
 - c. Lobus oksipitalis
 - d. Lobus parietalis
 - e. Lobus sentralis
10. Berikut salah satu fungsi saraf simpatis :
- a. memperbesar pupil
 - b. menstimulasi aliran ludah
 - c. memperlambat denyut jantung
 - d. membesarkan bronkus
 - e. menstimulasi sekresi kelenjar pencernaan

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-7*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates

Kunci Jawaban Latihan :

1. Sistem saraf dibagi menjadi sistem saraf pusat dan saraf perifer
2. Bagian dari sistem saraf pusat adalah otak dan medula
3. Sistem saraf perifer terdiri dari sistem saraf sadar dan tidak sadar
4. Lihat rangkuman materi
5. Lihat cara pemeriksaan fungsi saraf cranial pada materi
6. Lihat kotak perbedaan saraf simpatis dan parasimpatis pada materi
7. Rangsangan saraf dimulai dari adanya stimulus yang mengenai area reseptor. Proses selanjutnya rangsangan akan diteruskan ke otak oleh saraf sensorik melalui medula spinalis. Setelah sampai di otak rangsangan tadi/stimulus tadi akan dijawab oleh otak. Hasil jawaban selain di simpan, kemudian diteruskan ke otot atau jaringan lainnya. Perlu diketahui bahwa ujung syaraf memiliki neurotransmitter yang

- mempu meneruskan rangsangan ke otot. Neurotransmitter dikeluarkan oleh ujung-ujung sarap yang disebut sinap.
8. Neutransmitter--- zat kimia dikeluarkan oleh ujung saraf, sedangkan hormon adalah zat kimia dikeluarkan oleh kelenjar endokrin. Fungsi dari neurotransmitter adalah komunikasi cepat antar sel dan jaringan. Fungsi hormon adalah mempengaruhi sel dan organ lain secara fisiologis dengan reaksi yang lambat.
 9. Kesadaran menurun, gangguan pupil, perubahan suhu tubuh, kematian batang orak, gangguan pergerakan.
 10. Gangguan fungsi otak terjadi manakala setiap gram jaringan otak tidak tersuplay darah sebanyak 30-40 cc per menit, atau manakala kebutuhan otak tidak terpenuhi minimal 20% (750 cc) dari curah jantung permenitnya.

KEGIATAN BELAJAR-8 SISTEM PENCERNAAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-8

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem pencernaan yang terdiri dari organ mulut, lidah, gigi, faring, esophagus, lambung, pankreas, hati, kandung empedu, usus halus, usus besar dan proses pencernaan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-8

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-8 adalah mahasiswa mampu : menyebutkan organ saluran pencernaan dan menjelaskan proses pencernaan.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-8

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-8 ini mahasiswa mampu :

1. Menyebutkan bagian-bagian dari organ saluran pencernaan dalam bentuk *peer rating* (penilaian oleh teman) dengan menggunakan checklist.
2. Sedangkan kemampuan menjelaskan aspek fisiologis proses pencernaan diukur dengan metode penilaian kinerja dalam bentuk *paper*.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-8

ANATOMI SALURAN PENCERNAAN

Organ pencernaan dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu saluran gastrointestinal atau saluran pencernaan (GIT) dan struktur aksesori pencernaan.

1) Saluran pencernaan

Saluran pencernaan adalah tabung panjang di bagian ventral tubuh yang dimulai dari mulut dan berakhir pada anus, dengan panjang kira-

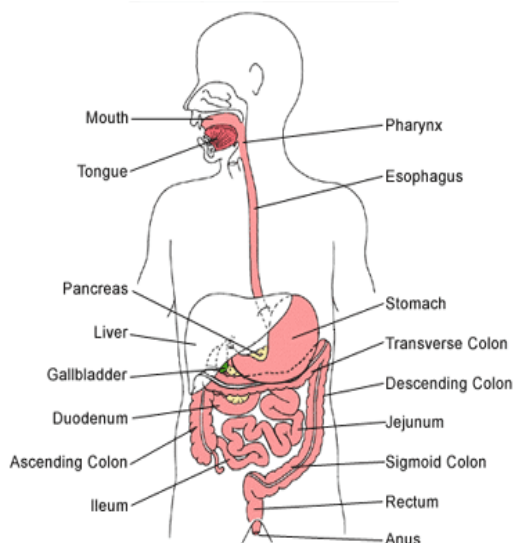
kira 9 meter. Organ yang menyusun saluran pencernaan adalah: mulut, faring, esophagus, lambung, usus halus, dan usus besar.

2) Struktur aksesori pencernaan

Bagian ini meliputi gigi, lidah, kelenjar saliva, hati, kandung empedu, dan pancreas. Gigi membantu memecah makanan. Kelenjar aksesori lainnya, kecuali lidah, berada di luar saluran pencernaan, berfungsi menghasilkan dan menyimpan sekresi yang membantu proses pencernaan. Sekresi dipancarkan melalui duktus menuju saluran pencernaan.

Saluran pencernaan atau *gastrointestinal tract* (GIT) berawal dari rongga mulut, dan berlanjut ke esofagus dan lambung. Makanan disimpan sementara di lambung sampai disalurkan ke usus halus. Organ usus halus terdiri dari; duodenum, yeyenum dan ileum. Pencernaan dan penyerapan makanan berlangsung terutama di usus halus. Dari usus halus makanan masuk ke usus besar yang terdiri dari kolon dan rektum. Organ tambahan pada sistem ini adalah hati, pankreas, kandung empedu dan apendiks.

Seluruh lapisan cerna terdiri dari beberapa lapisan jaringan yaitu; lapisan mukosa (untuk fungsi sekresi) yang terletak di bagian dalam; lapisan sub mukosa berupa lapisan otot polos sirkuler dan longitudinal yang disebut muskularis eksterna, dan membran serosa yang terletak paling luar yang disebut lapisan peritonium. Lapisan ini dibubungkan oleh serabut saraf.



Gambar 8.1 : Sistem Pencernaan

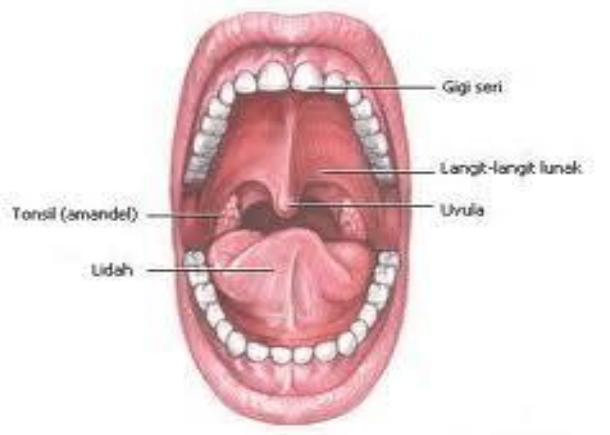
Pengalaman Belajar Individu :

Sebelum menerangkan anatomi saluran pencernaan per bagian mulai dari mulut sampai usus. Silahkan anda mengulangi membaca dua bagian penting dari saluran pencernaan sehingga anda hafal betul tentang sistem organ saluran pencernaan.

Apabila anda belum hafal betul jangan beralih untuk membaca atau meneruskan kegiatan belajar selanjutnya.

Mulut

Mulut disebut juga oral atau bukal, sehingga rongga mulut disebut juga kavum oral atau kavum bukal. Rongga mulut dibangun oleh pipi (bagian lateral), labia atau bibir (bagian anterior), palatum atau langit-langit (bagian superior), dan bagian posterior berbatasan dengan faring. Lidah terletak di dasar mulut.



Gambar 8.2 : Bagian Mulut

Lidah

Otot-otot ekstrinsik lidah menggerakkan lidah ke kanan-kiri dan ke depan-belakang. Gerakan lidah membantu membentuk makanan terkunyah menjadi bulatan yang disebut bolus. Lidah juga mendorong makanan ke belakang agar tertelan. Organ lidah memiliki fungsi spesifik yaitu untuk merasakan rasa asin, manis, asam/kecut dan pahit. Pada bayi pasca menggunakan ASI eksklusif sebelum diberikan MP-ASI, wajib dikenalkan lidahnya dengan berbagai rasa dari rasa buah manis, buah pahit, buah asam/kecut dan buah rasa asin.



Gambar 8.3 : Lidah dan Bagiannya

Kelenjar saliva

Saliva adalah cairan yang terus disekresikan oleh kelenjar saliva. Saliva memelihara mulut tetap lembab, namun ketika makanan masuk, sekresi bertambah sehingga dapat melumasi, melarutkan dan mencerna secara kimiawi. Ada beberapa kelenjar saliva, yaitu: glandula parotis, glandula submandibularis, glandula sublingualis. Dari kelenjar-kelenjar ini, saliva disalurkan melalui duktus ke rongga mulut. Kandungan dari saliva adalah: air (99,5%), zat-zat terlarut (5%) terdiri atas garam-garam, gas-gas terlarut dan bahan-bahan organik, juga enzim penting yaitu amilase saliva yang memecah amilum (pati) menjadi maltosa.

Gigi

Gigi terletak di dalam mulut yang menancap pada maksila (rahang atas) dan mandibula (rahang bawah). Gigi membantu pencernaan secara mekanik, dengan cara mengunyah.

Faring

Menelan adalah mekanisme gerakan makanan dari mulut menuju lambung. Proses ini difasilitasi oleh saliva dan mukus (lendir) yang terdapat pada mulut, faring dan esophagus. Ada 3 tahap menelan yaitu:

- 1) Tahap volunter (disadari), yaitu bolus bergerak ke faring
- 2) Tahap faringeal, yaitu secara tak sadar bolus bergerak dari faring ke esophagus
- 3) Tahap esophageal, yaitu secara tak sadar bolus bergerak dari esophagus ke lambung.

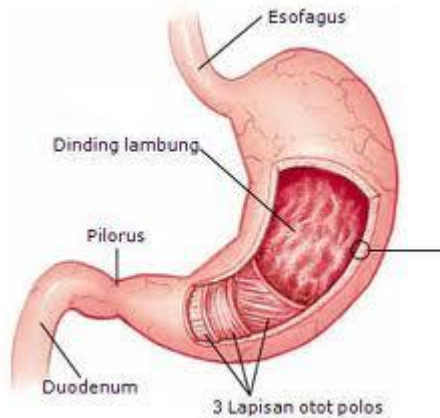
Esophagus

Esophagus terletak di belakang trachea, sepanjang 23-25 cm dimulai dari faring dan berakhir di lambung. Esophagus tak memproduksi enzim, namun hanya menghasilkan mukus yang memperlancar jalannya bolus dari faring ke lambung. Gerakan bolus dari faring ke esophagus diatur oleh sfingter esophageal atas (Catatan: sfingter adalah cincin tebal pada otot).

Pada tahap faringeal, laring terangkat sehingga sfingter relaks dan bolus masuk ke esophagus. Pada fase esophageal, makanan didorong ke esophagus dengan gerakan involunter yang disebut peristalsis. Dalam peristalsis ini, otot berkontraksi di atas bolus dan bergerak turun. Pada ujung bawah esophagus terdapat sfingter esophageal bawah. Selama menelan, sfingter ini relaks sehingga memudahkan masuknya bolus ke lambung.

Lambung

Lambung berawal dari esophagus dan berakhir pada duodenum usus halus. Lambung dibagi menjadi 4 bagian yaitu: kardia di sekitar sfingter esophageal bawah, fundus pada bagian puncak, badan di bagian sentral, dan pylorus atau antrum di bagian bawah. Sfingter pilorik menghubungkan pylorus lambung ke duodenum usus halus.



Gambar 8.4 : Organ Lambung

Beberapa menit setelah makanan masuk ke dalam lambung, terjadilah gelombang peristalsis lambung yang mengaduk makanan dan mencampurnya dengan sekret yang dikeluarkan oleh kelenjar lambung. Akhirnya bolus menjadi cair dan disebut kimus. Lambung akan kosong kembali 2-6 jam pasca ingesti.

Di dalam lambung terjadi pencernaan kimiawi dengan bantuan enzim yaitu:

- 1) Amylase saliva melanjutkan pencernaan amilum di bagian fundus
- 2) Pepsin membantu pemecahan protein
- 3) Lipase membantu pemecahan lipid susu (terutama pada bayi dan anak)
- 4) Rennin membantu pencernaan susu pada bayi. Rennin dan kalsium menyebabkan koagulasi susu, sehingga lebih lama berada di lambung untuk dicerna.

Pankreas

Dari lambung kimus dilanjutkan ke usus halus untuk dicerna lebih lanjut. Sekret yang membantu pencernaan tidak hanya berasal dari usus halus sendiri, tetapi juga dari pancreas, hati, dan kandung empedu. Pankreas berukuran panjang: 12,5 cm dan tebal: 2,5cm, terletak di belakang lambung. Pankreas dihubungkan oleh duktus pankreatikus menuju duodenum, yang bermuara pada ampula hepatopankreatikus. Pancreas menghasilkan getah pancreas yang mengandung air, garam, natrium bikarbonat, dan enzim-enzim yaitu:

- 1) Amylase pancreas yang membantu pencernaan karbohidrat
- 2) Tripsin yang membantu pemecahan protein
- 3) Kimotripsin yang membantu pemecahan protein
- 4) Karboksipolipeptidase yang membantu pemecahan protein
- 5) Lipase pancreas yang membantu pemecahan lipid
- 6) Ribonuklease yang membantu pemecahan asam nukleat: RNA
- 7) Deoksiribonuklease yang membantu pemecahan asam nukleat: DNA

Hati

Hati terletak di bawah diafragma. Hati dibagi menjadi 2 lobus utama yaitu lobus kanan dan lobus kiri. Hati dihubungkan oleh rangkaian duktus. Bermula dari duktus hepatikus kanan dan kiri, lalu bergabung menjadi satu pada duktus hepatikus utama.

Duktus hepatikus utama bergabung dengan duktus kistikus dari kandung empedu, keduanya membentuk duktus empedu. Duktus empedu menuju duodenum dan bermuara di ampula hepatopankreatikus bersama-sama dengan duktus pankreatikus.

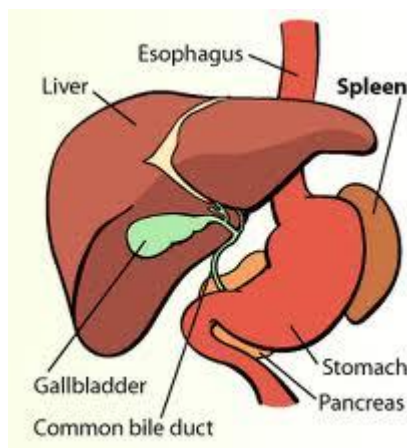
Hati menampilkan 7 fungsi pokok yaitu:

- 1) Menghasilkan garam empedu, yang digunakan oleh usus halus untuk mengemulsikan dan menyerap lipid
- 2) Menghasilkan antikoagulan heparin dan protein plasma seperti protrombin, fibrinogen, dan albumin

- 3) Sel-sel retikuloendotelial hati, memfagosit (memangsa) sel-sel darah yang telah rusak, juga bakteri
- 4) Menghasilkan enzim yang memecah racun atau mengubahnya menjadi struktur yang tak berbahaya. Sebagai contoh, ketika asam amino hasil pemecahan protein dipecah lagi menjadi energy, dihasilkan sampah-sampah nitrogen beracun (misalnya ammonia) yang akan diubah menjadi urea. Selanjutnya urea dibuang melalui ginjal dan kelenjar keringat.
- 5) Nutrient yang baru diserap akan dikumpulkan di hati. Tergantung kebutuhan tubuh, kelebihan glukosa akan diubah menjadi glikogen atau lipid untuk disimpan. Sebaliknya hati juga dapat mengubah glikogen dan lipid menjadi glukosa kembali jika dibutuhkan.
- 6) Hati menyimpan glikogen, tembaga, besi, vitamin A, B12, D, E, dan K. Juga menyimpan racun yang tak dapat dipecah dan dibuang (misalnya DDT)
- 7) Hati dan ginjal berperan dalam aktivasi vitamin D.

Kandung empedu

Kandung empedu adalah kantong menyerupai buah pir dengan panjang: 7-10 cm, dan terletak pada hati. Kandung empedu memekatkan empedu hingga 10 kali lipat. Empedu dari hati masuk ke usus halus melalui duktus empedu utama. Ketika usus halus kosong, katup di ampula hepatopankreatikus tertutup, sehingga empedu kembali ke duktus kistikus menuju kandung empedu untuk disimpan.



Gambar 8.5 : Letak Hati, Limpa, Kandung Empedu

Usus halus

Usus halus bagian utama dari proses digesti dan absorpsi. Panjang usus halus kira-kira 6,35 m. Usus halus dibagi menjadi 3 bagian yaitu: duodenum (0,25 m), yeyunum (2,5 m), dan ileum (3,6 m).

Ada 2 macam gerakan usus halus yang memerankan pencernaan secara mekanik, yaitu: segmentasi dan peristalsis.

1) Segmentasi

Segmentasi adalah gerakan utama dari usus halus, yaitu kontraksi lokal pada area yang berisi makanan. Gerakan ini mencampur kimus dengan getah pencernaan dan membawa partikel-partikel hasil pencernaan ke mukosa (selaput lender) usus untuk diabsorpsi.

2) Peristalsis

Peristalsis mendorong kimus di sepanjang saluran pencernaan. Kontraksi peristalsis pada usus halus secara normal jauh lebih lemah daripada peristalsis lambung dan esophagus. Kimus bergerak melalui usus halus dengan kecepatan 1 cm/menit. Maka, kimus berada di dalam usus halus selama 3-5 jam.

Di dalam usus halus terjadi pencernaan karbohidrat, protein, dan lipid. Kerjasama antara getah pankreas, empedu, dan getah usus halus akan memerankan proses pencernaan sebagai berikut:

1) Karbohidrat dipecah menjadi monosakarida

2) Protein menjadi asam amino

3) Lipid dipecah menjadi asam lemak, gliserol, dan gliserida

Selanjutnya hasil-hasil pencernaan tersebut diserap melalui dinding usus halus, dan masuk ke dalam pembuluh darah dan pembuluh limfe. Proses ini disebut absorpsi. Kira-kira 90% absorpsi makanan terjadi di sepanjang usus halus. Sisanya (10%) terjadi di lambung dan usus besar. Makanan-makanan yang tidak tercerna dan tidak terserap akan masuk ke usus besar.

Usus besar

Usus besar membentang dari ileum usus halus hingga anus, dengan panjang kira-kira 1,5 m, dengan diameter 6,5 cm. usus besar dibagi menjadi 4 bagian pokok yaitu sekum, kolon, rektum, dan kanal anal. Panjang sekum kira-kira 6 cm.

1) Sekum

Pada sekum terdapat tonjolan sepanjang 8 cm yang disebut appendix vermiformis atau usus buntu.

2) Kolon

Kolon dibagi menjadi 4 bagian yaitu: kolon asenden (di kanan), kolon transversum (di atas), kolon desenden (di kiri), dan kolon sigmoid (di bawah).

3) Rektum

Panjang rektum kira-kira 20 cm setelah kolon sigmoid

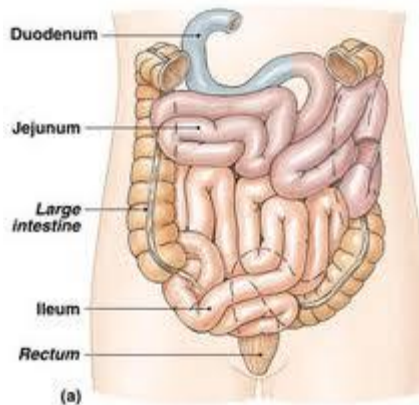
4) Kanal anal

Kanal anal merupakan terminal dari rectum sepanjang 2-3 cm. Pintu keluar dari kanal anal dinamakan anus. Pada anus terdapat sfingter internal yang dikendalikan oleh otot polos dan sfingter eksternal yang dikendalikan oleh otot lurik.

Kimus dari ileum masuk ke sekum diatur oleh sfingter ileosekal yang berkontraksi ringan sehingga proses masuknya lambat. Pada usus besar juga ada gerakan peristalsis namun lebih lemah. Gerakan lain pada usus besar adalah peristalsis massa, yaitu gelombang peristalsis yang kuat mulai dari pertengahan kolon transversum yang mendorong isi usus menuju rectum. Makanan di dalam lambung mengawali aksi reflex ini di dalam kolon. Maka, peristalsis massa biasanya terjadi 3-4 kali selama makan atau segera setelah makan.

Fase akhir pencernaan dibantu oleh aksi bakteri, bukan enzim. Mukus non enzimatis disekresikan oleh usus besar. Kimus dipersiapkan untuk eliminasi oleh aksi bakteri. Bakteri memfermentasikan sisa karbohidrat menjadi hydrogen, karbondioksida, dan gas metana. Gas-gas ini membentuk gas flatus (kentut) di dalam kolon. Bakteri juga mengubah asam amino menjadi indol, skatol, hydrogen sulfide, dan asam lemak. Beberapa indol dan skatol membuat feses menjadi berbau. Bakteri juga mendekomposisi bilirubin yang akhirnya membuat feses menjadi berwarna kuning kecoklatan. Beberapa vitamin yang dibutuhkan untuk metabolisme (vitamin B dan K) disintesis oleh bakteri.

Kimus tinggal di usus besar kira-kira 3-10 jam, sehingga memadat sebagai dampak dari proses penyerapan air. Struktur solid atau semisolid ini disebut feses. Selain air, komponen lain yang diserap di usus besar adalah elektrolit, termasuk natrium dan klorida. Peristalsis massa mendorong feses ke rectum. Selanjutnya terjadilah distensi dinding rectum yang merangsang refleksi defekasi (proses mengosongkan rectum).



Gambar 8.6 : Usus Halus dan Usus Besar

FISIOLOGI PROSES PENCERNAAN

Sistem digesti menyiapkan makanan agar dapat dikonsumsi oleh sel. Ada lima aktifitas dasar dalam pencernaan yaitu:

- 1) Ingesti
Ingesti atau makan adalah memasukkan makanan ke dalam tubuh.
- 2) Peristalsis
Peristalsis adalah perpindahan makanan di sepanjang saluran pencernaan.
- 3) Digesti
Digesti adalah pemecahan makanan melalui proses mekanik dan kimiawi.
- 4) Absorpsi
Absorpsi adalah penyerapan hasil pencernaan makanan dari saluran pencernaan ke vaskuler (pembuluh darah) dan pembuluh limfe (getah bening).
- 5) Defekasi
Defekasi adalah eliminasi (pembuangan) bahan-bahan yang tak dapat dicerna ke luar tubuh.

Pencernaan kimiawi adalah rangkaian reaksi katabolik (pemecahan) untuk memecah karbohidrat, lipid, dan protein menjadi molekul-molekul berukuran kecil, sehingga dapat melintasi dinding saluran pencernaan menuju kapiler pembuluh darah dan pembuluh limfe, yang selanjutnya akan diteruskan menuju sel-sel di berbagai bagian tubuh.

Pencernaan mekanik terdiri atas berbagai gerakan yang membantu pencernaan kimiawi. Tergolong sebagai pencernaan mekanik adalah pengunyahan makanan agar dapat ditelan. Otot polos lambung dan usus

halus mengocok makanan sehingga bercampur dengan enzim yang mengkatalisis reaksi kimiawi.

PEMERIKSAAN FISIK PERUT/ABDOMEN

Ada empat teknik untuk melakukan pemeriksaan fisik perut yaitu; inspeksi, auskultasi, palpasi dan perkusi. Terdapat empat kuadran untuk memudahkan menghafal anatomi organ dalam rongga perut yaitu; kuadran kanan atas, kuadran kiri atas, kuadran kanan bawah dan kuadran kiri bawah.

Beberapa titik utama yang harus anda hafal sebelum melakukan pemeriksaan fisik perut yaitu; area atas simpisis, area umbilikus, area prosesus xipoides dan area arcus aorta. Beberapa area ini sangat bermanfaat untuk melakukan pemeriksaan kehamilan berkaitan dengan palpasi Leopold untuk menentukan posisi janin.

Organ tubuh dibawah simpisis antara lain; kandung kemih, organ seks interna, dan perut bagian bawah. Di bawah umbilikus terdapat rongga perut yaitu usus halus, organ kandungan, dan organ seks interna. Di bawah prosesus xipoides terdapat organ lambung, pankreas, dan usus besar. Di area arcus aorta terdapat organ hati.

Beberapa kemungkinan yang dihasilkan dari pemeriksaan perut antara lain; kemungkinan adanya kehamilan, adanya tumor, nyeri perut, pembesaran hati, nyeri lambung, kolik perut, dst.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-8

Untuk melatih ketrampilan dan menguji hafalan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem pencernaan berikut adalah format tugas yang harus anda kerjakan.

Pokok Bahasan	: Anatomi fisiologi sistem pencernaan
Sub pokok bahasan	: Anatomi dan bagian-bagian dari saluran pencernaan
Semester	: I (Satu)
Tugas ke	:
1.	Tujuan tugas Setelah mengerjakan tugas ini diharapkan mahasiswa mampu menyebutkan bagian-bagian dari saluran pencernaan
2.	Uraian tugas a. Obyek garapan Anatomi sistem pencernaan

<p>b. Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan Rambu-rambu tugas ini hanya sebatas menyebutkan bagian-bagian penting dari anatomi sistem pencernaan secara langsung kepada praktikan</p> <p>c. Metode/cara pengerjaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carilah pasangan masing-masing, satu jadi praktikan yang satunya menyebutkan bagian-bagian dari anatomi sistem pencernaan • Lakukan secara bergantian • Waktunya setiap mahasiswa maksimal 10 menit <p>d. Diskripsi luaran tugas yang dikerjakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masing-masing mahasiswa menilai temannya terhadap apa yang disebutkan mengenai anatomi sistem pencernaan menggunakan bantuan checklist <p>3. Kriteria penilaian Indikator penilaian sebagai berikut :</p>						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%; text-align: center;">Nilai</th> <th style="text-align: center;">Deskripsi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Benar (10)</td> <td>Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist dengan benar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Salah (0)</td> <td>Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist secara benar</td> </tr> </tbody> </table>	Nilai	Deskripsi	Benar (10)	Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist dengan benar	Salah (0)	Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist secara benar
Nilai	Deskripsi					
Benar (10)	Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist dengan benar					
Salah (0)	Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-8 organ saluran pencernaan yang tertera dalam cheklist secara benar					

TUGAS KEDUA :

<p>Pokok Bahasan : Anatomi fisiologi sistem pencernaan Sub pokok bahasan : Fisiologis proses pencernaan Semester : I (Satu) Tugas ke :</p>
<p>1. Tujuan tugas Setelah mengerjakan tugas ini diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan fisiologis proses pencernaan.</p> <p>2. Uraian tugas</p> <p>a. Obyek garapan Fisiologi proses pencernaan</p> <p>b. Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan Tugas fisiologis ini dibagi dua tahap. Tahap pertama mahasiswa membuat paper sebanyak</p>

maksimal 3 halaman. Tahap kedua adalah hasil pekerjaan dikumpulkan ke ketua kelas atau penanggung jawab mata kuliah Biodas dalam bentuk soft copy, kemudian tugas PJMK kelas menyatukan/menggabung soft copy dari seluruh mahasiswa dalam bentuk CD kinerja (*compact disk*). Selanjutnya CD diserahkan kepada dosen narasumber untuk mendapatkan penilaian dan koreksi.

- c. Metode/cara pengerjaan
 - Setiap mahasiswa membuat paper sebanyak maksimal 3 halaman kertas A-4
 - Sifat tugas adalah tugas terstruktur di rumah (take home) dalam waktu 2 hari.
- e. Diskripsi luaran tugas yang dikerjakan
 - paper dikumpulkan dalam bentuk soft copy CD.

3. Kriteria penilaian

Indikator penilaian sebagai berikut :

Nilai	Deskripsi
Istimewa (4) = 9	Terdapat bagan alur dan penjelasan, jumlah 3 halaman
Baik (3) = 8	Terdapat bagan alur, penjelasan, jumlah > 3 halaman
Cukup (2) = 7	Hanya penjelasan, jumlah 3 halaman
Kurang (1) = 6	Hanya penjelasan, jumlah > 3 halaman

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-8

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi sistem pencernaan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan urutan dari saluran pencernaan
2. Sebutkan bagian-bagian dari lambung
3. Jelaskan fungsi dari organ hati
4. Sebutkan bagian dari usus halus
5. Jelaskan fungsi dari kandung empedu
6. Jelaskan proses pencernaan makanan

RANGKUMAN

Organ pencernaan dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu saluran gastrointestinal atau saluran pencernaan (GIT) dan struktur aksesori pencernaan.

Saluran pencernaan adalah tabung panjang di bagian ventral tubuh yang dimulai dari mulut dan berakhir pada anus, dengan panjang kira-kira 9 meter. Organ yang menyusun saluran pencernaan adalah: mulut, faring, esophagus, lambung, usus halus, dan usus besar.

Struktur aksesori pencernaan, bagian ini meliputi gigi, lidah, kelenjar saliva, hati, kandung empedu, dan pancreas. Gigi membantu memecah makanan. Kelenjar aksesori lainnya, kecuali lidah, berada di luar saluran pencernaan, berfungsi menghasilkan dan menyimpan sekresi yang membantu proses pencernaan. Sekresi dipancarkan melalui duktus menuju saluran pencernaan.

Sistem digesti menyiapkan makanan agar dapat dikonsumsi oleh sel. Ada lima aktifitas dasar dalam pencernaan yaitu: ingesti atau makan adalah memasukkan makanan ke dalam tubuh, peristalsis adalah perpindahan makanan di sepanjang saluran pencernaan, digesti adalah pemecahan makanan melalui proses mekanik dan kimiawi, absorpsi adalah penyerapan hasil pencernaan makanan dari saluran pencernaan ke vaskuler (pembuluh darah) dan pembuluh limfe (getah bening) dan defekasi adalah eliminasi (pembuangan) bahan-bahan yang tak dapat dicerna ke luar tubuh.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-8

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Berikut adalah organ saluran pencernaan, KECUALI ;
 - a. Mulut
 - b. Esophagus
 - c. Lambung
 - d. Usus halus
 - e. Kandung empedu
2. Saluran pencernaan yang berfungsi mendorong makanan ke lambung adalah :
 - a. Mulut
 - b. Faring
 - c. Laring

- d. Esophagus
- e. Epiglottis
- 3. Kandungan terbesar dari saliva (air liur) adalah :
 - a. Air
 - b. Mineral
 - c. Kalsium
 - d. Zat anorganik
 - e. Garam
- 4. Bagian lambung yang berhubungan dengan usus halus dinamakan :
 - a. Pylorus
 - b. Cardia
 - c. Cardiac fundus
 - d. Duodenum
 - e. Fundus
- 5. Di lambung, saat bayi mengkonsumsi lemak susu akan dipecah menjadi maltosa oleh enzim :
 - a. Maltase
 - b. Amylase
 - c. Pepsin
 - d. Lipase
 - e. Trypsin
- 6. Antara organ hati dengan kandung empedu ada sebuah saluran penghubung dinamakan ...
 - a. Ductus pankreaticus
 - b. Ductus hepaticus
 - c. Ductus koleductus
 - d. Duktus hepatopankreaticus
 - e. Duktus hepaticus eksternus
- 7. Penyerapan lemak di usus memerlukan garam empedu yang dihasilkan oleh
 - a. Hati
 - b. Kandung empedu
 - c. Lambung
 - d. Usus halus
 - e. Pankreas
- 8. Bagian usus halus yang secara anatomis strukturnya paling panjang :
 - a. Jejunum
 - b. Duodenum
 - c. Ileum terminalis
 - d. Ileum aksenden
 - e. Ileum

9. Di organ hati, karbohidrat akan dipecah menjadi glukosa yang selanjutnya didistribusikan ke otak dan otot melalui
 - a. Arteri hepatica
 - b. Arteri mesenterika
 - c. Vena hepatica
 - d. Vena porta
 - e. Vena mesenterika
10. Pembuangan bahan-bahan yang tidak bisa diserap oleh tubuh (usus halus) akan dikeluarkan dalam proses

 - a. Ingesti
 - b. Peristaltik
 - c. Digestif
 - d. Absorpsi
 - e. Defikasi

11. Proses penyerapan bahan-bahan hasil metabolisme makanan yang diperlukan oleh tubuh diperankan oleh organ saluran pencernaan yaitu

 - a. Hati
 - b. Colon
 - c. Usus halus
 - d. Kandung Empedu
 - e. Lambung

12. Proses pencernaan makanan, di mana bahan sisa metabolisme yang tidak digunakan tubuh akan didorong ke rectum, dinamakan proses :
 - a. Ingesti
 - b. Peristaltik
 - c. Digestif
 - d. Absorpsi
 - e. Defikasi
13. Berikut BUKAN termasuk bagian dari usus besar (kolon) :
 - a. Sekum
 - b. Kolon
 - c. Rektum
 - d. Kanal anal
 - e. Ileum terminalis
14. Bakteri di usus akan melakukan fermentasi sisa karbohidrat menjadi gas metana, hydrogen dan karbondioksida. Ketiga gas ini dikenal sebagai

 - a. Flatus
 - b. Indol
 - c. Skatol
 - d. Feces

- e. Hydrogen sulfida
- 15. Bakteri di usus juga mengubah asam amino menjadi indol dan skatol sehingga feces berbau. Yang berperan membuat feces menjadi kekuningan adalah :
 - a. Bilirubin
 - b. Garam empedu unkonjugated
 - c. Indol dan skatol
 - d. Gas metana
 - e. Hydrogen sulfida

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-8*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 13 dari 15 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 13, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Mugiasih. 2012. *Sistem Pencernaan Pada Manusia*. <http://www.blog.uad.ac.id/mugiasihpbio/files/2011/12/Saluran-Pencernaan.jpg>
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Urutan dari saluran pencernaan sebagai berikut : mulut, faring, usofagus, lambung, hati, kandung empedu, pankreas, usus halus, usus besar, rektum, anus.
2. Bagian-bagian dari lambung adalah : mulai dari atas berhubungan dengan usofagus adalah cardia, fundus/badan lambung dan pylorus yang berhubungan dengan usus halus.
3. Fungsi organ hati paling pokok adalah : pusat metabolisme makanan (karbohidrat, lemak, protein), penetralisis racun, pembentuk garam

- empedu, aktivasi vitamin D, menghasilkan antikoagulan, dan termasuk sel RES (retikuloendotelial system).
4. Bagian dari usus halus ; duodenum, jejunum, ileum
 5. Fungsi kandung empedu adalah menyimpan dan memekatkan garam empedu hinga 10 kali.
 6. Proses pencernaan makanan; ingesti, peristaltik, digestif, absorpsi dan defikasi

CHECKLIST KINERJA MAHASISWA

Kompetensi : Mampu menyebutkan nama organ sistem pencernaan
 Nama :
 Kelas : Reguler / Non Reguler * (*coret salah satu*)

No	Aspek/Kinerja yang diharapkan	Penilaian	
		Benar	Salah
1	Saluran pencernaan terdiri dari organ ; mulut, faring, esophagus, lambung, usus halus dan usus besar		
2	Struktur aksesoris saluran pencernaan terdiri dari organ ; gigi, lidah, hati, kandung empedu, pankreas		
3	Apabila mulut terbuka didalamnya terdapat; gigi sejumlah 32 buah, langit-langit (palatum), uvula, tonsil (amandel) dan lidah.		
4	Organ lambung terdiri dari 3 bagian yaitu; cardia, fundus dan pilorus		
5	Organ hati terdapat di dalam arkus aorta dan dibawah diafragma, dibagi 2 lobus yaitu lobus kanan dan lobus kiri		
6	Organ hati dihubungkan ke kandung empedu oleh duktus kistikus/ductus koleductus.		
7	Organ usus halus terdiri dari; duodenum, jejunum dan ileum		
8	Organ kolon terdiri dari; sekum, kolon, rektum dan kanal anal.		

Keterangan :

Beri tanda cek (√) pada kolom penilaian jika mahasiswa menyebutkan benar atau salah. Kalau penyebutan kurang dianggap salah.

KEGIATAN BELAJAR-9 SISTEM PERKEMIHAN

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-9

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem perkemihan yang terdiri dari; anatomi nefron, anatomi ginjal, ureter, kandung kemih, uretra dan menjelaskan proses berkemih.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-9

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-9 adalah mahasiswa mampu menyebutkan bagian-bagian dari nefron, ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra serta menjelaskan bagaimana proses berkemih.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-9

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-9 ini mahasiswa mampu mengerjakan tugas dan latihan soal berkaitan dengan anatomi fisiologis sistem perkemihan. Kriteria penilaian berikutnya mahasiswa mampu mengerjakan tugas tentang anatomi fisiologi sistem perkemihan dengan baik dan benar.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-9

1. *Mengawali penjelasan materi kegiatan belajar ini, kita review untuk mengingat kembali kesebelas sistem organ yang dulu sudah anda hafal. Nah sekarang coba siapa diantara yang hadir dalam tutorial ini bisa menyebutkan kesebelas sistem organ tadi.*
2. *Menurut anda organ apa diantara kesebelas sistem organ tadi yang memiliki fungsi sebagai organ ekskresi ?*

PENGERTIAN SISTEM URINARIA

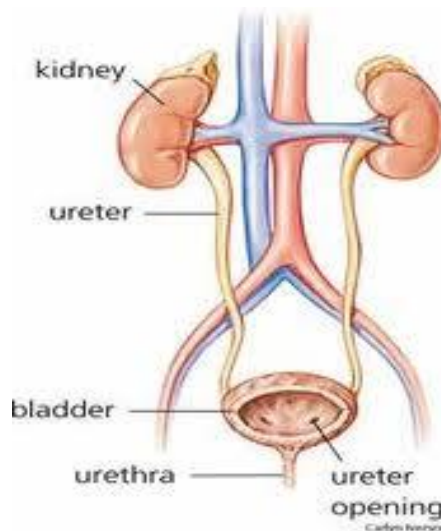
Sistem perkemihan atau sistem urinaria adalah sistem yang bekerja sebagai proses penyaringan darah/filtrasi sehingga darah bebas dari zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh (*ekskresi*) dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh (*reabsorpsi*). Zat yang tidak dipergunakan oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan dalam bentuk urine (air kemih).

Sistem urinaria dapat dikatakan sistem kerjasama tubuh yang bertujuan untuk keseimbangan internal atau homeostasis. Namun fungsi utama sistem urinaria adalah sebagai filtrasi plasma darah, ekskresi zat tidak terpakai, dan reabsorpsi zat terpakai tubuh.

Sistem urinaria terdiri dari :

- a. Ginjal, yang berfungsi mengeluarkan sekret urine
- b. Ureter, yang menyalurkan urine dari ginjal ke kandung kemih
- c. Kandung kemih, yang bekerja sebagai penampung dan,
- d. Uretra, yang berfungsi mengeluarkan urine dari kandung kemih.

Keempat sistem urinaria tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :

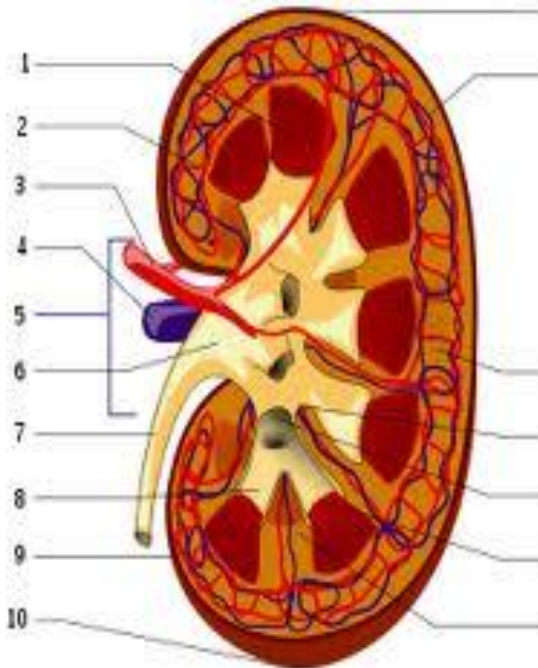


Gambar 9.1 : Sistem Urinaria

STRUKTUR ANATOMI GINJAL

Ginjal adalah alat ekskresi utama dalam tubuh manusia. Kedudukan ginjal terletak dibelakang dari cavum abdominalis (rongga perut) di belakang peritonium pada kedua sisi vertebrata lumbalis III, dan melekat langsung pada dinding abdomen/perut. Ginjal berbentuk seperti kacang

merah (kara/ercis). Sisi dalamnya atau sering dinamakan hilum menghadap ke tulang punggung sedangkan sisi uarnya berbentuk cembung. Jumlah ginjal ada dua yaitu ginjal kanan dan ginjal kiri. Ukuran ginjal sebelah kiri lebih besar dibanding dengan ginjal sebelah kanan. Ginjal memiliki ukuran panjang \pm 0-12 cm dan lebar \pm 6-8 cm dan tebal 2,5 cm dengan ukuran berat sekitar 200 gram.



1. Piramida ginjal
2. Arteri interlobuler
3. Arteri renalis
4. Vena ginjal
5. Ginjal hilus
6. Pelvis ginjal
7. Ureter
8. Tambuk kecil
9. Kapsula ginjal
10. Kapsula ginjal inferior
11. Kapsula ginjal superior
12. Vena interlobular
13. Nefron
14. Kaliks minor
15. Tambuk mayor
16. Papilla ginjal
17. Kolumna ginjal

Gambar 9.2 : Struktur Ginjal

Batas bagian atas ginjal kanan adalah organ hati, sedangkan batas atas ginjal kiri adalah organ limpa. Makna batas ginjal ini, saat kita menarik nafas maka ginjal akan bergerak ke bawah. Pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dibanding dengan ginjal perempuan.

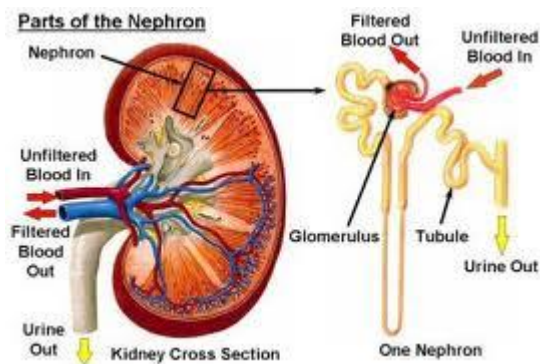
Setiap ginjal secara anatomis dibagi menjadi bagian *korteks* (di sebelah luar) yang mengandung semua kapiler glomerulus dan sebagian segmen tubulus pendek, dan bagian *medulla* di sebelah dalam tempat sebagian besar segmen tubulus berada. Perkembangan segmen-segmen tubulus dari glomerulus ke tubulus proksimal, kemudian sampai di tubulus distal, dan akhirnya hingga ke duktus pengumpul (*collecting duct*). Gabungan organ glomerulus, tubulus proksimal, tubulus distal, duktus coleduktus dinamakan *nefron*. Satu ginjal terdapat 1.000.000 nefron, kalau dua ginjal berarti ada sekitar 2.000.000 nefron. Lihat gambar letak ginjal berikut :



Gambar : Posisi Ginjal Tampak Belakang



Gambar : Posisi Ginjal Tampak Depan



Gambar 9.3 : Nefron

ANATOMI URETER

Ureter adalah saluran muskuler berbentuk silinder yang mengantarkan urine dari ginjal menuju kandung kemih (*buli-buli/vesica urinaria*). Dalam tubuh manusia terdapat dua ureter. Panjang ureter pada orang dewasa \pm 25-30 cm dengan luas penampang \pm 0,5 cm. Ureter sebagian terletak pada rongga abdomen dan sebagian terletak pada rongga pelvis.

Dinding ureter terdiri dari tiga lapisan yaitu :

a. Tunika mukosa

Adalah lapisan dari dalam keluar yang tersusun dari sel ephitelium

b. Tunika muskularis

Merupakan otot polos longgar dan saling dipisahkan oleh jaringan ikat dan anyaman serabut elastis. Otot ini membentuk tiga stratum/lapisan yaitu, stratum longitudinal, stratum sirkuler dan stratum longitudinal eksternum.

c. Tunika adventisia ; tersusun dari jaringan ikat longgar.

ANATOMI KANDUNG KEMIH/VESICA URINARIA/BULI-BULI

Kandung kemih adalah organ yang mengumpulkan urine yang diekskresikan organ ginjal melalui ureter sebelum dibuang ke luar tubuh melalui uretra. Kandung kemih merupakan kantong berongga yang terpenuhi otot-otot dan dapat digelembungkan (elastis). Kandung kemih ini secara anatomi berada di belakang simfisis pubis. Dipersilahkan saudara melihat gambar sistem urinaria di atas. Bagian kandung kemih terdiri dari 3 bagian yaitu :

a. Fundus yaitu bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah.

Bagian ini terpisah dari rektum oleh spatium rectosikale yang terdiri dari jaringan ikat duktus deferent, vesika seminalis dan prostat.

b. Korpus yaitu bagian antara verteks dan fundus

c. Verteks yaitu bagian yang maju ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikalis.

ANATOMI URETRA

Uretra adalah saluran yang berjalan dari leher kandung kemih ke lubang luar, dilapisi membran mukosa yang bersambung dengan membran yang melapisi kandung kemih. Pada laki-laki uretra berjalan berkelok-kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang pubis ke bagian penis yang panjangnya sekitar 20 cm. Uretra laki-laki terdiri dari : 1) uretra prosaria, 2) uretra membranosa dan 3) uretra kavernosa.

Uretra pada wanita terletak di belakang simfisis pubis. Panjangnya sekitar 3-4 cm. Lapisan uretra pada wanita terdiri dari tunika muskularis.

Muara uretra pada wanita terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina). Uretra wanita dikelilingi oleh sfingter uretra dan disyarafi oleh saraf *pudenda*. Secara seksualitas daerah di ujung uretra ini sangat sensitif karena ada ujung-ujung syaraf pudenda. Daerah ini disebut zona erotis uretra atau titik-U

FISIOLOGI FILTRASI PLASMA DARAH

Ginjal menerima sekitar 1000-1200 ml darah per menit (20% dari cardiac output). Jumlah cardiac output per menit sekitar 5000 ml. Laju aliran darah sebesar ini untuk menjaga agar ginjal mampu menyesuaikan komposisi darah, sehingga volume darah terjaga, memastikan keseimbangan natrium, klorida, kalium, kalsium, lemak, dan pH darah serta membuang produk-produk metabolisme seperti urea dan kreatinin.

Darah menuju ke ginjal melalui *arteri renalis* dan berakhir di arteriol aferen. Setiap arteriol aferen menjadi sebuah kapiler glomerulus yang menyalurkan darah ke nefron. Darah meninggalkan ginjal dan mengalir kembali ke vena kava inferior menuju ke atrium kanan di jantung.

Aliran darah ginjal harus tetap adekuat agar ginjal dapat bertahan serta untuk mengontrol volume plasma dan elektrolit. Perubahan aliran darah ginjal dapat meningkatkan atau menurunkan tekanan hidrostatis glomerulus yang mempengaruhi laju filtrasi glomerulus (*GFR/glomerulus filtrasi rate*).

Aliran darah ginjal dikontrol oleh mekanisme intrarenal dan ekstrarenal. Mekanisme intrarenal dikendalikan oleh arteri aferen dan eferen berupa melebar dan menyempitnya luas penampang arteri. Kemampuan mekanisme intrarenal ini disebut mekanisme *otoregulasi*. Mekanisme ekstrarenal ini dikendalikan oleh efek peningkatan dan penurunan tekanan arteri rata-rata dan efek susunan saraf simpatis. Mekanisme ketiga diatur oleh hormon yang dihasilkan oleh ginjal yaitu hormon renin, yang bekerja melalui pembentukan suatu vasokonstriktor kuat berupa angiotensin II.

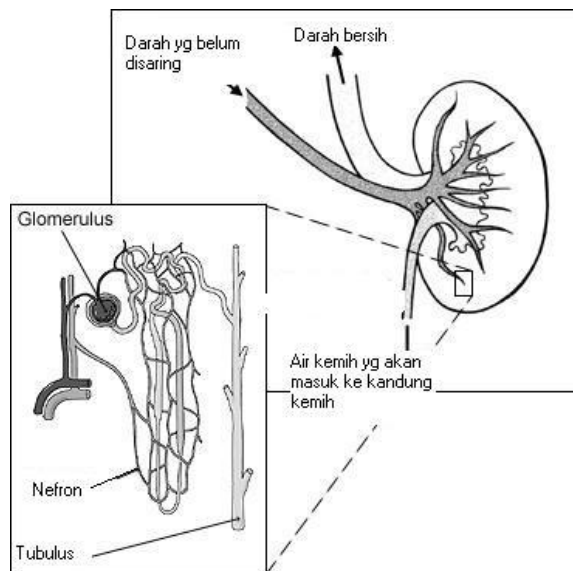
Angiotensin II (AII) adalah hormon vasokonstriktor kuat yang bekerja pada seluruh sistem vaskuler untuk meningkatkan kontraksi otot polos sehingga penurunan garis tengah pembuluh dan meningkatkan resistensi/tahanan perifer total (TPR/total perifer resistance). Peningkatan TPR ini akan meningkatkan tekanan darah sistemik. Hormon AII juga beredar dalam darah ke kelenjar adrenal untuk menghasilkan hormon mineralokortikoid berupa hormon aldosteron, yang berfungsi untuk meningkatkan reabsorpsi natrium.

MEKANISME PEMBENTUKAN URINE

Jumlah darah yang disaring oleh glomerulus per menit sekitar 1200 ml (ini disebut laju filtrasi glomerulus), dan membentuk filtrat sekitar 120-125 cc/menitnya. Setiap hari glomerulus dapat membentuk filtrat sebanyak 150-180 liter. Namun dari jumlah sebesar ini hanya sekitar 1%-nya saja atau sekitar 1500 ml yang keluar sebagai air seni. Berikut tahap pembentukan urine :

1) Proses filtrasi

Tahapan ini ada di glomerulus (bagian nefron) lihat gambar nefron di atas. Proses filtrasi glomerulus disebut dengan laju filtrasi karena dapat dihitung per menitnya. Prosesnya dimulai dari masuknya plasma darah di arteri afferent. Hampir semua cairan plasma disaring kecuali protein. Hasil penyaringan akan diteruskan ke kapsula Bowman's berupa air, natrium, klorida, sulfat, bikarbonat dan mineral lainnya. Kemudian diteruskan ke tubulus distal, lengkung henle, tubulus proksimal dan dikumpulkan di duktus kolektus. Lihat ilustrasi gambar berikut



Gambar 9.4 : Proses Filtrasi Glomerulus

2) Proses reabsorpsi

Hasil dari proses filtrasi dinamakan filtrat. Ada beberapa filtrat penting seperti; glukosa, natrium, klorida, fosfat dan bikarbonat di

serap kembali ke dalam tubuh. Proses penyerapan terjadi secara pasif akibat proses difusi.

3) Proses augmentasi (pengumpulan)

Proses ini terjadi dibagian tubulus kontortus distal sampai tubulus kolegentus (duktus pengumpul). Pada duktus colecting ini masih terjadi proses reabsorpsi natrium, clorida dan ureum sehingga terbentuknya urine. Dari duktus pengumpul ini urine akan dimasukkan ke perlvís renalis lalu dibawa ke ureter. Dari ureter urine masuk ke kandung kemih. Setelah cukup banyak sekitar 250-300 cc, terjadilah proses rangsangan syaraf pudenda yang mengakibatkan otot polos kandung kemih berkontraksi, maka terjadilah proses berkemih dan urine akan keluar melalui uretra.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-9

Untuk melatih ketrampilan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem persyarafan, ikuti petunjuk berikut ;

1. Carilah teman untuk dijadikan kelompok diskusi maksimal 4 orang
2. Setelah terbentuk kelompok pergilah ke laborat dan pinjamlah beberapa model atau manikin atau gambar sistem perkemihan
3. Secara bergantian sebutkan bagian-bagian dari ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra, teman yang lain menyimak dan membenarkan
4. Secara bergantian pula lmasing-masing mahasiswa menyampaikan ke teman-temannya bagaimana penjelasan proses berkemih.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-9

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi saluran perkemihan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan sistem organ saluran perkemihan.
2. Jelaskan bagian-bagian penting dari ginjal.
3. Sebutkan struktur pembentuk nefron
4. Jelaskan bagaimana suplay darah ke ginjal
5. Sebutkan perbedaan uretra antara laki-laki dan perempuan
6. Jelaskan fungsi dari kandung kemih
7. Jelaskan bagaimana proses pengaturan kinerja aliran darah ke ginjal
8. Jelaskan bagaimana proses berkemih.

RANGKUMAN

Sistem saluran perkemihan terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra. Ginjal memiliki ukuran panjang \pm 0-12 cm dan lebar \pm 6-8 cm dan tebal 2,5 cm dengan ukuran berat sekitar 200 gram. Setiap ginjal secara anatomis dibagi menjadi bagian *korteks* (di sebelah luar) yang mengandung semua kapiler glomerulus dan sebagian segmen tubulus pendek, dan bagian *medulla* di sebelah dalam tempat sebagian besar segmen tubulus berada.

Perkembangan segmen-segmen tubulus dari glomerulus ke tubulus proksimal, kemudian sampai di tubulus distal, dan akhirnya hingga ke duktus pengumpul (*collecting duct*). Gabungan organ glomerulus, tubulus proksimal, tubulus distal, duktus coleduktus dinamakan *nefron*. Satu ginjal terdapat 1.000.000 nefron, kalau dua ginjal berarti ada sekitar 2.000.000 nefron. Fungsi utama nefron adalah menyaring/filtrasi plasma darah yang masuk ke ginjal melalui arteri afferen dan efferen. Proses penyaringan inilah dinamakan laju filtrasi glomerulus (GFR) dalam satu menit mampu menyaring kira-kira 100-125 ml. Manakala kemampuan menyaring menurun, berefek pada kegagalan fungsi ginjal.

Ureter adalah saluran muskuler berbentuk silinder yang mengantarkan urine dari ginjal menuju kandung kemih (*buli-buli/vesica urinaria*). Dalam tubuh manusia terdapat dua ureter. Panjang ureter pada orang dewasa \pm 25-30 cm dengan luas penampang \pm 0,5 cm.

Kandung kemih adalah organ yang mengumpulkan urine yang diekskresikan organ ginjal melalui ureter sebelum dibuang ke luar tubuh melalui uretra. Kandung kemih merupakan kantong berongga yang terpenuhi otot-otot dan dapat digelembungkan (elastis).

Uretra adalah saluran yang berjalan dari leher kandung kemih ke lubang luar, dilapisi membran mukosa yang bersambung dengan membran yang melapisi kandung kemih.

Jumlah darah yang disaring oleh glomerulus per menit sekitar 1200 ml (ini disebut laju filtrasi glomerulus), dan membentuk filtrat sekitar 120-125 cc/menitnya. Setiap hari glomerulus dapat membentuk filtrat sebanyak 150-180 liter. Namun dari jumlah sebesar ini hanya sekitar 1%-nya saja atau sekitar 1500 ml yang keluar sebagai air seni. Tahap pembentukan urine dimulai dari filtrasi, reabsorpsi, augmentasi dan ekskresi.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-9

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Unit fungsional terkecil dari ginjal adalah :
 - f. Ginjal
 - g. Kapsula Bowman
 - h. Nefron
 - i. Arteri afferen
 - j. Glomerulus
2. Organ saluran perkemihan yang berfungsi menyalurkan urine dari ginjal ke kandung kemih adalah :
 - a. Uretra
 - b. Ureter
 - c. Nefron
 - d. Tubulus distal
 - e. Tubulus proksimal
3. Posisi ginjal terdapat di bagian belakang peritonium pada kedua sisi vertebrata lumbalis ke
 - a. II
 - b. III
 - c. IV
 - d. V
 - e. VI
4. Berat ginjal sekitar gram
 - a. 150
 - b. 200
 - c. 250
 - d. 250
 - e. 300
5. Berikut BUKAN termasuk struktur pembentuk nefron
 - a. Glomerulus
 - b. Tubulus proksimal
 - c. Tubulus distal
 - d. Duktus koleduktus
 - e. Korteks ginjal
6. Organ nefron yang berfungsi sebagai tempat penyaringan plasma :
 - a. Glomerulus
 - b. Tubulus
 - c. Medula ginjal
 - d. Arteri aferen

- e. Kapsula Bowman's
7. Ginjal menerima suplay darah sebesar % cardiac output
- 15
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
8. Jumlah filtrat hasil penyaringan glomerulus per menitnya adalah ... cc
- 125
 - 250
 - 275
 - 350
 - 500
9. Mekanisme hormonal yang mengatur mekanisme suplay darah ke ginjal diperankan oleh hormon
- Renin
 - Angiotensin
 - Aldosteron
 - ADH
 - Kortisol
10. Jumlah produksi urine per hari kira-kira sebesar cc
- 1000
 - 1200
 - 1500
 - 2000
 - 2500

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode : *Kunci Jawaban KB-9* Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Dunstable M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.

- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Ginjal, ureter, kandung kemih dan uretra
2. Bagian korteks terdiri dari glomerulus dan tubulus. Sedangkan bagian medula terdiri dari tubulus distal, tubulus proksimal dan duktus kolegentes. Glomerulus terdiri dari arteri aferen dan eferen serta kapsula bowmans
3. Pembentuk nefron adalah arteri aferen dan eferen serta kapsula bowman's
4. Ginjal di supaly darah sebanyak 20% CO melalui arteri renalis
5. Kinerja aliran darah ginjal diatur oleh mekanisme intrarenal, mekanisme ekstrarenal dan mekanisme hormonan
6. Proses berkemih dimulai dari filtrasi plasma oleh glomerulus, reabsorpsi bahan yang dibutuhkan tubuh, augmentasi (pengumpulan) di buli-buli dan ekskresi urine keluar melalui uretra.

KEGIATAN BELAJAR-10 SISTEM INTEGUMEN/KULIT TUBUH

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-10

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem integumen yang terdiri dari; anatomi kulit, fungsi kulit dan tanda-tanda perubahan kulit yang patologis.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-10

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-6 adalah mahasiswa mampu; menyebutkan struktur kulit, menjelaskan fungsi kulit dan menyebutkan kelainan-kelainan kulit.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-10

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-6 ini mahasiswa mampu mengerjakan tugas dan latihan soal berkaitan dengan anatomi fisiologis sistem integumen.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-10

Sebelum anda membaca dan memahami penjelasan materi kegiatan belajar berikut, alangkah baiknya anda merecall pengetahuan anda tentang penyakit kulit yang pernah anda alami sebagaimana pengalaman belajar individu pada kotak box berikut :

Pengalaman belajar individu dengan recalling memory

Tentunya anda pernah mengalami penyakit/gangguan kulit seperti; tergores, teriris, terbakar, tergigit, luka, terinfeksi, gatal, melepuh, dst. Coba anda ingat kembali memory anda kemudian tulislah di buku catatan anda gangguan kulit yang pernah anda alami disertai dengan keluhan dan gejala yang timbul.

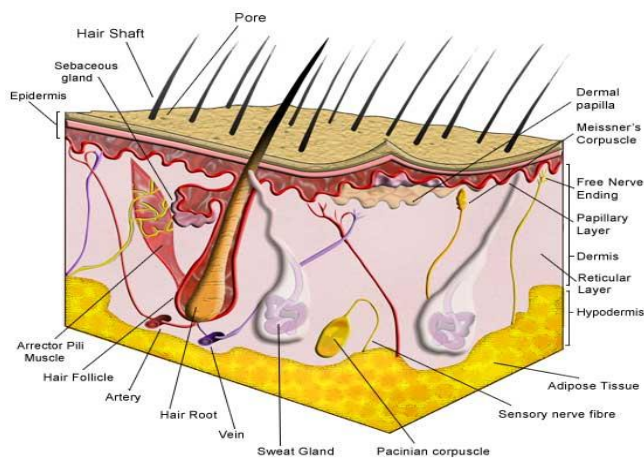
Dipersilahkan mahasiswa menyampaikan pengalamannya di depan dengan menceritakan kepada teman sekelas, tugas dosen memebrikan pembenaran, dan mahasiswa lainnya dipersilahkan untuk bertanya.

Kegiatan berikutnya setelah mahasiswa mampu merecall pengetahuan dengan benar, diharapkan mahasiswa membaca dan memahami materi kegiatan belajar ini terkait dengan sistem integumen meliputi ; struktur kulit, bagian-bagian dari kulit, fungsi kulit dan konsep patologis kelainan kulit.

STRUKTUR KULIT

Kulit merupakan pelindung tubuh, dimana setiap bagian tubuh luas dan tebalnya kulit berbeda. Luas kulit orang dewasa adalah 1,5 - 2 m², sedangkan tebalnya antara 1,5 - 5 mm, bergantung pada letak kulit, umur, jenis kelamin, suhu, dan keadaan gizi. Kulit paling tipis pada kelopak mata, penis, labium minor dan bagian medial lengan atas, sedangkan kulit tebal terdapat di telapak tangan dan kaki, punggung, bahu, dan bokong.

Selain sebagai pelindung terhadap cedera fisik, kekeringan, zat kimia, kuman penyakit, dan radiasi, kulit juga berfungsi sebagai pengindra, pengatur suhu tubuh, dan ikut mengatur peredaran darah. Pengaturan suhu dimungkinkan oleh adanya jaringan kapiler yang luas di dermis (vasodilatasi dan vasokonstriksi), serta adanya lemak subkutan dan kelenjar keringat. Keringat yang menguap di kulit akan melepaskan panas tubuh yang dibawah ke permukaan oleh kapiler. Berkeringat ini juga menyebabkan tubuh kehilangan air (*insensible water loss*), yang dapat mencapai beberapa liter sehari. Faal perasa dan peraba dijalankan oleh ujung saraf sensoris, *Vater Paccini*, *Meissner*, *Krause*, *Ruffini* yang terdapat di dermis. Lihat dan perhatikan gambar kulit berikut :



Gambar 10.1 : Struktur Kulit

BAGIAN-BAGIAN KULIT

Kulit terbagi atas tiga lapisan pokok, yaitu epidermis, dermis atau korium, dan jaringan subkutan atau subkutis.

1. Epidermis

Epidermis terbagi atas lima lapisan.

- 1) Lapisan tanduk atau *stratum korneum* yaitu lapisan kulit yang paling luar yang terdiri dari beberapa lapis sel gepeng yang mati, tidak berinti dan protoplasmanya telah berubah menjadi keratin (zat tanduk).
- 2) *Stratum lusidum* yaitu lapisan sel gepeng tanpa inti dengan protoplasma berubah menjadi eleidin (protein). Tampak jelas pada telapak tangan dan kaki.
- 3) Lapisan granular atau *stratum granulosum* yaitu 2 atau 3 lapisan sel gepeng dengan sitoplasma berbutir kasar dan terdapat inti di antaranya. Mukosa biasanya tidak memiliki lapisan ini. Tampak jelas pada telapak tangan dan kaki.
- 4) Lapisan malpighi atau *stratum spinosum*. Nama lainnya adalah pickle cell layer (lapisan akanta). Terdiri dari beberapa lapis sel berbentuk poligonal dengan besar berbeda-beda karena adanya proses mitosis. Protoplasma jernih karena mengandung banyak glikogen dan inti terletak ditengah-tengah. Makin dekat letaknya ke permukaan bentuk sel semakin gepeng. Diantara sel terdapat jembatan antar sel (intercellular bridges) terdiri dari protoplasma dan tonofibril atau keratin. Penebalan antar jembatan membentuk penebalan bulat kecil disebut nodus bizzozero. Diantara sel juga terdapat sel langerhans.
- 5) Lapisan basal atau *stratum germinativum*. Terdiri dari sel berbentuk kubus tersusun vertikal pada perbatasan dermo-epidermal, berbaris seperti pagar (palisade), mengadakan mitosis dari berbagai fungsi reproduktif dan terdiri dari :
 - f. Sel berbentuk kolumnar dengan protoplasma basofilik inti lonjong dan besar, dihubungkan satu dengan yang lain dengan jembatan antar sel.
 - g. Sel pembentuk melanin (melanosit) atau clear cell merupakan sel berwarna muda dengan sitoplasma basofilik dan inti gelap dan mengandung butiran pigmen (*melanosomes*).

Epidermis mengandung juga : Kelenjar ekrin, kelenjar apokrin, kelenjar sebaceous, rambut dan kuku. Kelenjar keringat ada dua jenis, ekrin dan apokrin. Fungsinya mengatur suhu, menyebabkan panas dilepaskan dengan cara penguapan. Kelenjar ekrin terdapat di semua daerah kulit, tetapi tidak terdapat diselaput lendir.

Seluruhnya berjumlah antara 2 sampai 5 juta yang terbanyak ditelapak tangan. Sekretnya cairan jernih kira-kira 99 persen mengandung klorida, asam laktat, nitrogen dan zat lain. Kelenjar apokrin adalah kelenjar keringat besar yang bermuara ke folikel rambut, terdapat di ketiak, daerah anogenital, papilla mamma dan areola. Kelenjar sebaceous terdapat di seluruh tubuh, kecuali di manus, plantar pedis, dan dorsum pedis. Terdapat banyak di kulit kepala, muka, kening, dan dagu. Sekretnya berupa sebum dan mengandung asam lemak, kolesterol dan zat lain.

2. Dermis

Dermis atau korium merupakan lapisan bawah epidermis dan diatas jaringan subkutan. Dermis terdiri dari jaringan ikat yang dilapisi atas terjalin rapat (*pars papillaris*), sedangkan dibagian bawah terjalin lebih lebih longgar (*pars reticularis*). Lapisan *pars reticularis* mengandung pembuluh darah, saraf, rambut, kelenjar keringat dan kelenjar sebaceous.

3. Jaringan Subkutan (*Subkutis atau Hipodermis*)

Jaringan subkutan merupakan lapisan yang langsung dibawah dermis. Batas antara jaringan subkutan dan dermis tidak tegas. Sel-sel yang terbanyak adalah liposit yang menghasilkan banyak lemak. Jaringan subkutan mengandung saraf, pembuluh darah dan limfe, kandungan rambut dan di lapisan atas jaringan subkutan terdapat kelenjar keringat. Fungsi dari jaringan subkutan adalah penyekat panas, bantalan terhadap trauma dan tempat penumpukan energi.

FISIOLOGI KULIT

Kulit mempunyai berbagai fungsi yaitu sebagai berikut :

1. Pelindung atau proteksi

Epidermis terutama lapisan tanduk berguna untuk menutupi jaringan-jaringan tubuh di sebelah dalam dan melindungi tubuh dari pengaruh-pengaruh luar seperti luka dan serangan kuman. Lapisan paling luar dari kulit ari diselubungi dengan lapisan tipis lemak, yang menjadikan kulit tahan air. Kulit dapat menahan suhu tubuh, menahan luka-luka kecil, mencegah zat kimia dan bakteri masuk ke dalam tubuh serta menghalau rangsang-rangsang fisik seperti sinar ultraviolet dari matahari.

2. Penerima rangsang

Kulit sangat peka terhadap berbagai rangsang sensorik yang berhubungan dengan sakit, suhu panas atau dingin, tekanan, rabaan, dan getaran. Kulit sebagai alat perasa dirasakan melalui ujung-ujung saraf sensasi.

3. Pengatur panas atau *thermoregulasi*
Kulit mengatur suhu tubuh melalui dilatasi dan konstruk pembuluh kapiler serta melalui respirasi yang keduanya dipengaruhi oleh saraf otonom. Tubuh yang sehat memiliki suhu tetap kira-kira 98,6 derajat Fahrenheit atau sekitar 36,5°C. Ketika terjadi perubahan pada suhu luar, darah dan kelenjar keringat kulit mengadakan penyesuaian seperlunya dalam fungsinya masing-masing. Pengatur panas adalah salah satu fungsi kulit sebagai organ antara tubuh dan lingkungan. Panas akan hilang dengan penguapan keringat.
4. Pengeluaran (ekskresi)
Kulit mengeluarkan zat-zat tertentu yaitu keringat dari kelenjar-kelenjar keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori keringat dengan membawa garam, yodium dan zat kimia lainnya. Air yang dikeluarkan melalui kulit tidak saja disalurkan melalui keringat tetapi juga melalui penguapan air *transepidermis* sebagai pembentukan keringat yang tidak disadari.
5. Penyimpanan.
Kulit dapat menyimpan lemak di dalam kelenjar lemak.
6. Penyerapan terbatas
Kulit dapat menyerap zat-zat tertentu, terutama zat-zat yang larut dalam lemak dapat diserap ke dalam kulit. Hormon yang terdapat pada krim muka dapat masuk melalui kulit dan mempengaruhi lapisan kulit pada tingkatan yang sangat tipis. Penyerapan terjadi melalui muara kandung rambut dan masuk ke dalam saluran kelenjar palit, merembes melalui dinding pembuluh darah ke dalam peredaran darah kemudian ke berbagai organ tubuh lainnya.
7. Penunjang penampilan
Fungsi yang terkait dengan kecantikan yaitu keadaan kulit yang tampak halus, putih dan bersih akan dapat menunjang penampilan Fungsi lain dari kulit yaitu kulit dapat mengekspresikan emosi seseorang seperti kulit memerah, pucat maupun kontraksi otot penegak rambut.

KONSEP PATOLOGIS KELAINAN KULIT

Pada bagian awal kegiatan belajar ini anda tadi sudah mencatat pengalaman anda tentang kelainan kulit yang pernah anda alami. Sekarang cocokkan dengan konsep patologis kelainan kulit berikut :

1. Bula
Bula adalah suatu bagian kulit yang besar dan menjadi gembung, berukuran lebih dari 1 cm dan berisi cairan, seperti melempuh pasca luka bakar.

2. Erosi
Erosi adalah daerah di tubuh yang ditandai oleh hilangnya lapisan epidermis superfisial tetapi tidak ada perdarahan.
3. Krusta
Krusta adalah akumulasi eksudat serosa (mirip serum) atau pus yang mengering di kulit, biasanya berwarna kuning keemasan.
4. Ekskoriiasi
Ekskoriiasi adalah garukan kulit, dan mungkin dapat terjadi perdarahan
5. Keloid
Keloid adalah pembentukan jaringan parut di kulit yang melebihi cedera awalnya akibat trauma, cedera atau luka tusuk. Keloid secara khas agak mengembung, merah dan padat.
6. Makula
Makula adalah daerah datar di kulit yang ditandai dengan perubahan warna.
7. Nodus
Nodus adalah suatu massa padat yang menjadi gembung yang berukuran antara 1-2 cm.
8. Papula
Papula adalah massa padat meninggi yang berukuran sampai lebih dari 1 cm, seperti tahi lalat atau toh atau kutil.
9. Pruritus
Pruritus berarti gatal pada kulit
10. Purpura
Adalah bercak besar diskolorasi keunguan di bawah kulit yang berkaitan dengan perdarahan.
11. Pustula
Pustula adalah vesikula yang berisi nanah/pus, seperti akne
12. Ulkus
Ulkus adalah hilangnya epidermis dan lapisan kulit yang lebih dalam yang dapat mengeluarkan darah dan membentuk jaringan parut.
13. Urtikaria
Urtikaria atau hives adalah plak edematosa yang terkait dengan gatal yang hebat dan terjadi akibat pelepasan histamin selama respon peradangan akibat alergi
14. Vesikula
Adalah tonjolan kecil di kulit yang berisi cairan, seperti cacar
15. Jaringan Parut
Adalah jaringan fibrosa sebagai pengganti kulit yang baru
16. Skuama
Adalah sisik epidermis seperti ketombe

17. Wheal

Adalah edema pada kulit dan bisa menimbulkan perasaan gatal

18. Petekia

Adalah bercak merah dalam yang merupakan perdarahan kecil di bawah kulit yang disebabkan karena pecahnya pembuluh kapiler.

Agar pemahaman anda lebih bagus dan mampu menghafal dengan baik beberapa kelainan kulit secara patologis, silahkan anda mencari/mengunduh di internet contoh gambar kulit yang patologis secara urut dari nomor 1-18.

Pengalaman belajar individu secara Inquiry (penemuan)

1. Unduhlah beberapa contoh gambar kelainan kulit di internet dengan cara; buka google, klik domain gambar, ketik kata kunci kelainan kulit.
2. Urutkan pencarian anda sesuai kelainan kulit pada materi di atas (materi konsep patologis kelainan kulit)
3. Setelah ketemu, hafalkan

Tugas fasilitator

Memberikan rubrik seputar gambar kelainan kulit, kemudian mahasiswa disuruh mengerjakan, menilai dan memberikan umpan balik terhadap pekerjaan mahasiswa.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-10

Untuk melatih ketrampilan dan menguji hafal anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem integumen, berikut adalah format tugas yang harus anda kerjakan.

Pokok Bahasan : Anatomi fisiologi sistem integumen Sub pokok bahasan : kelainan kulit yang ditimbulkan dari beberapa penyakit Semester : I (Satu) Tugas ke :
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tujuan tugas Setelah mengerjakan tugas ini diharapkan mahasiswa mampu menyebutkan kelainan kulit akibat suatu penyakit tertentu yang sering terjadi di masyarakat. 2. Uraian tugas <ol style="list-style-type: none"> a. Obyek garapan Jenis-jenis kelainan kulit berkaitan dengan penyakit di masyarakat

- b. Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan
Batasan penyakit berkaitan dengan penyakit menular dan penyakit tidak menular
- c. Metode/cara pengerjaan
- Bacalah beberapa buku yang berkaitan dengan penyakit menular dan penyakit tidak menular
 - Browsing di internet dengan kata kunci “ *penyakit dan kelainan kulit*”
- d. Diskripsi luaran tugas yang dikerjakan
- Kalau anda sudah menemukan salinlah hasil pencarian anda di kerta A-4 dengan ketentuan kolom 1 = no; kolom 2= nama penyakit; kolom 3 = pengertian penyakit; kolom 4 = jenis perubahan kulit; kolom 5 = gambar kelainan/perubahan kulit.
 - Pekerjaan dikumpulkan ke dosen narasumber untuk dinilai
3. Kriteria penilaian
Indikator penilaian sebagai berikut :

Nilai	Deskripsi
Istimewa (4) = 9	Mahasiswa mampu menemukan penyakit dan perubahan/kelainan kulit yang ditimbulkan sebanyak > 15 penyakit
Baik (3) = 8	Mahasiswa mampu menemukan penyakit dan perubahan/kelainan kulit yang ditimbulkan sebanyak 10-15 penyakit
Cukup (2) = 7	Mahasiswa mampu menemukan penyakit dan perubahan/kelainan kulit yang ditimbulkan sebanyak 5-10 penyakit
Kurang (1) = 6	Mahasiswa mampu menemukan penyakit dan perubahan/kelainan kulit yang ditimbulkan sebanyak < 5 penyakit

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-10

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi sistem integumen sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan struktur dari kulit.
2. Sebutkan bagian dari tiga lapisan kulit
3. Sebutkan bagian dari lapisan kulit paling luar (epidermis)
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fungsi kulit sebagai kosmetika

5. Jelaskan apa yang dimaksud fungsi kulit sebagai ekskresi
6. Jelaskan apa yang dimaksud fungsi kulit sebagai pengatur suhu tubuh
7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fungsi kulit sebagai penerima rangsangan (reseptor)

RANGKUMAN

Kulit merupakan pelindung tubuh, dimana setiap bagian tubuh luas dan tebalnya kulit berbeda. Luas kulit orang dewasa adalah 1,5 - 2 m², sedangkan tebalnya antara 1,5 - 5 mm, bergantung pada letak kulit, umur, jenis kelamin, suhu, dan keadaan gizi.

Kulit terbagi atas tiga lapisan pokok, yaitu epidermis, dermis atau korium, dan jaringan subkutan atau subkutis. Lapisan epidermis tersusun dari stratum korneum, lucium, granulosum, spinosum, germinativum.

Kulit berfungsi sebagai pelindung, pengatur suhu tubuh, penerima rangsangan (reseptor), penyimpanan, ekskresi, kosmetika dan penyerapan. Beberapa penyakit di masyarakat dapat menimbulkan kelainan kulit seperti; petekia, urtikaria, bulla, vesikula, pustula dsb.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-6

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Kulit terdiri dari tiga lapisan yaitu kulit ari, kulit jangat dan jaringan penyambung di bawah kulit. Kulit yang paling luar disebut :
 - a. Korium
 - b. Subdermis
 - c. Dermin
 - d. Epidermis
 - e. Kutis
2. Kulit merupakan jaringan tubuh yang paling besar dan melapisi seluruh bagian tubuh. Berikut yang BUKAN merupakan fungsi kulit adalah :
 - a. Penyimpanan
 - b. Eksresi
 - c. Penerima rangsang
 - d. Radiasi
 - e. Pengatur suhu

3. Kulit jangat merupakan penyambung di bawah kulit (jaringan ikat) dan berisi :
 - a. Kelenjar keringat
 - b. Jaringan lemak
 - c. Melanosit
 - d. Otot penegak rambut
 - e. Kelenjar eksokrin
4. Berikut adalah faktor yang mempengaruhi warna kulit :
 - a. Kadar protein
 - b. Kadar kolagen
 - c. Tebal tipisnya lapisan tanduk
 - d. Jumlah pigmen melanin
 - e. Kadar pH tubuh
5. Berikut kelainan kulit akibat penyakit demam berdarah (DHF)
 - a. Urtikaria
 - b. Bulla
 - c. Pustula
 - d. Petekia
 - e. Squama
6. Berikut kelainan kulit akibat terinfeksi bakteri :
 - a. Vesikula
 - b. Variola
 - c. Pustula
 - d. Bulla
 - e. Papula
7. Salah satu penyakit akibat kelainan dalam proses pembentukan pigmen kulit adalah melasma. Berikut adalah penyebab timbulnya melasma KECUALI :
 - b. Kehamilan
 - c. Pemakaian sabun
 - d. PIL kontrasepsi
 - e. Sinar matahari
 - f. Alergi
8. Bercak putih di kulit berbentuk bulat atau lonjong akibat kehilangan pigmen melanin disebut :
 1. Tinea vesikolor
 2. Vitiligo
 3. Lentigo
 4. Ephelide
 5. Tinea vulgaris
9. Kulit menjadi kering karena pengaruh :
 - a. Makanan yang banyak mengandung cairan dan lemak

- b. Sinar matahari
 - c. Kelenjar kulit yang hanya mengeluarkan keringat
 - d. Makanan yang banyak mengandung vitamin B-kompleks
 - e. Alergi sabun
10. Berikut ini adalah faktor yang memegang peranan terhadap sifat elastisitas kulit, yaitu :
- a. Plasenta
 - b. Serabut kalogen
 - c. Melanosit
 - d. Jaringan ikat
 - e. pH

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-6*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates

Kunci Jawaban Latihan :

1. Kulit merupakan pelindung tubuh, dimana setiap bagian tubuh luas dan tebalnya kulit berbeda. Luas kulit orang dewasa adalah 1,5 - 2 m², sedangkan tebalnya antara 1,5 - 5 mm, bergantung pada letak kulit, umur, jenis kelamin, suhu, dan keadaan gizi.
2. Epidermis, dermis dan sub kutan
3. Lapisan epidermis tersusun dari stratum korneum, lucium, granulosum, spinosum, germinativum.
4. Berkaitan dengan keutuhan, kebersihan, kepadatan, dan kehalusan struktur kulit
5. Berkaitan dengan proses pembuangan panas tubuh berupa proses evaporasi

6. Kulit mengatur suhu tubuh melalui dilatasi dan konstruksi pembuluh kapiler serta melalui respirasi yang keduanya dipengaruhi saraf otonom.
7. Kulit sangat peka terhadap berbagai rangsang sensorik yang berhubungan dengan sakit, suhu panas atau dingin, tekanan, rabaan, dan getaran. Kulit sebagai alat perasa dirasakan melalui ujung-ujung saraf sensasi.

KEGIATAN BELAJAR-11 KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-11

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem pancaindra yang terdiri dari; anatomi mata, fisiologi penglihatan, anatomi telinga, fisiologi pendengaran, anatomi lidah, fisiologi lidah, fisiologi pengecapan, anatomi hidung, fisiologi penciuman dan proses sensasi.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-11

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-7 adalah mahasiswa mampu :

1. Menyebutkan bagian-bagian dari organ mata secara anatomi
2. Menjelaskan fisiologis penglihatan
3. Menyebutkan bagian-bagian dari organ telinga
4. Menjelaskan fisiologis pendengaran
5. Menyebutkan bagian dari organ lidah
6. Menjelaskan fisiologis pengecapan
7. Menyebutkan bagian-bagian dari organ hidung
8. Menjelaskan fisiologis penciuman
9. Menjelaskan proses sensasi

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-11

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-7 ini mahasiswa mampu :

1. Menyebutkan bagian-bagian dari organ mata, telinga, hidung dan lidah dalam bentuk *peer rating* (penilaian oleh teman) dengan menggunakan checklist.
2. Sedangkan kemampuan menjelaskan aspek fisiologis penglihatan, pendengaran, penciuman dan pengecapan diukur dengan metode penilaian kinerja dalam bentuk presentasi materi menggunakan *power point presentation*.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-11

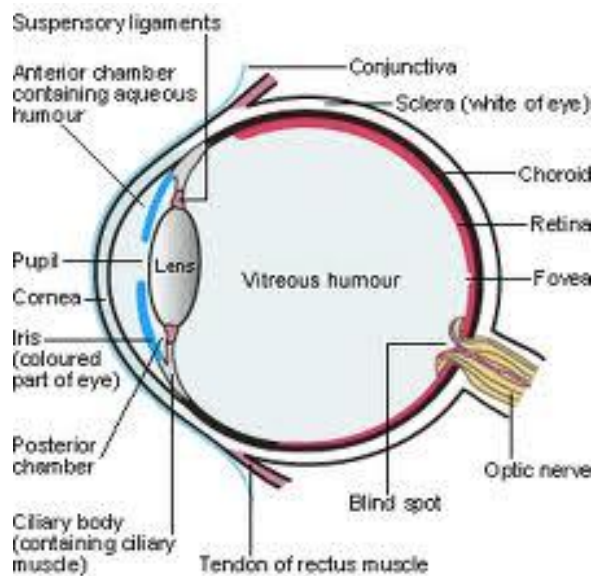
Kepentingan kita belajar sistem pancaindra adalah memahami secara benar proses sensasi terhadap obyek. Proses sensasi ini dilakukan oleh manusia menggunakan kelima sistem pancaindra meliputi : fungsi penglihatan, fungsi pendengaran, fungsi penciuman, fungsi pengecapan dan fungsi perabaan.

Materi kegiatan belajar ini mengkhususkan anda untuk paham bagaimana proses fisiologis dan patologis penglihatan, proses fisiologis dan patologis pendengaran, proses fisiologis dan patologis penciuman, proses pengecapan dan proses perabaan. Kesemuanya itu dikaitkan dengan sistem reproduksi.

ANATOMI ORGAN MATA

Perlu anda ketahui bahwa mata mempunyai reseptor khusus untuk mengenali perubahan sinar dan warna. Penyebutan organ mata bukanlah hanya bola mata saja, tetapi termasuk otot-otot penggerak bola mata, kotak mata (rongga tempat mata berada), kelopak, dan bulu mata.

Indera penglihatan yang terletak pada mata (organ visus) terdiri dari organ okuli assesoria (alat bantu mata) dan oculus (bola mata). Lihatlah gambar mata berikut :



Gambar 11.1 : Bagian-Bagian dari Organ Mata

Okuli Assesoria (Alat Bantu Mata)

Alat bantu mata terdiri dari rongga orbitas, alis dan kelopak mata, otot mata dan konjungtiva. Penjelasan sebagai berikut :

A. Kavum Orbita (Rongga orbita)

Merupakan rongga mata yang bentuknya seperti kerucut dengan puncaknya mengarah ke depan, dan ke dalam.

Dinding rongga mata dibentuk oleh tulang:

1. Os frontalis
2. Os zigomatikus
3. Os slenoidal
4. Os etmoidalis
5. Os palatum
6. Os lakrimalis

Rongga mata mempunyai beberapa celah yang menghubungkan rongga mata dengan rongga otak, rongga hidung, rongga etmoidalis dan sebagainya. Rongga bola mata ini berisi jaringan lemak, otot, fasia, saraf, pembuluh darah dan aparatus lakrimalis.

B. Alis

Dua potong kulit tebal yang melengkung ditumbuhi oleh rambut pendek yang berfungsi sebagai pelindung mata dari sinar matahari yang sangat terik dan sebagai alat kecantikan.

C. Kelopak Mata (Palpebra)

Kelopak atau palpebra terdiri dari 2 bagian yaitu kelopak mata atas dan kelopak mata bawah. Palpebra merupakan alat menutup mata yang berguna untuk melindungi bola mata terhadap trauma, trauma sinar dan pengeringan bola mata.

Kelopak mata dapat membuka diri untuk memberi jalan masuk sinar kedalam bola mata yang dibutuhkan untuk penglihatan. Pembasahan dan pelicinan seluruh permukaan bola mata terjadi karena pemerataan air mata dan sekresi berbagai kelenjar sebagai akibat gerakan buka tutup kelopak mata. Kedipan kelopak mata sekaligus menyingkirkan debu yang masuk. Kelopak mempunyai lapis kulit yang tipis pada bagian depan sedang di bagian belakang ditutupi selaput lendir tarsus yang disebut konjungtiva tarsal. Gangguan penutupan kelopak akan mengakibatkan keringnya permukaan mata sehingga terjadi keratitis et lagofthalmos.

Pada kelopak terdapat bagian-bagian :

- a. Kelenjar seperti : kelenjar sebacea, kelenjar Moll atau kelenjar keringat, kelenjar zeis pada pangkal rambut, dan kelenjar Meibom pada tarsus.
- b. Otot seperti : M. orbikularis okuli yang berjalan melingkar di dalam kelopak atas dan bawah, dan terletak di bawah kulit

kelopak. Pada dekat tepi margo palpebra terdapat otot orbikularis okuli yang disebut sebagai M. Rioland. M. orbikularis berfungsi menutup bola mata yang dipersarafi N. Facial. M. levator palpebra, yang berorigo pada anulus foramen orbita dan berinsersi pada tarsus atas dengan sebagian menembus M. orbikularis okuli menuju kulit kelopak bagian tengah. Bagian kulit tempat insersi M. levator palpebra terlihat sebagai sulkus (lipatan) palpebra. Otot ini dipersarafi oleh N-III, yang berfungsi untuk mengangkat kelopak mata atau membuka mata.

- c. Di dalam kelopak terdapat tarsus yang merupakan jaringan ikat dengan kelenjar di dalamnya atau kelenjar Meibom yang bermuara pada margo palpebra.

D. Otot Mata (Muskulus Okuli)

Gerakan mata dikontrol oleh enam otot okuler yang dipersarafi oleh saraf kranial III, IV, dan VI. Merupakan otot ekstrinsik mata terdiri dari 7 buah otot, 6 buah otot diantaranya melekat dengan os kavum orbitalis, 1 buah mengangkat kelopak mata ke atas.

- 1) Muskulus levator palpebralis superior inferior, fungsinya mengangkat kelopak mata.
- 2) Muskulus orbikularis okuli otot lingkaran mata, fungsinya untuk menutup mata
- 3) Muskulus rektus okuli inferior (otot sekitar mata) fungsinya untuk menutup mata.
- 4) Muskulus rektus okuli medial (otot sekitar mata) fungsinya menggerakkan mata dalam (bola mata)
- 5) Muskulus obliques okuli inferior, fungsinya menggerakkan bola mata ke bawah dan ke dalam.
- 6) Muskulus obliques okuli superior, fungsinya memutar mata ke atas, ke bawah dan keluar.

Muskulus rektus okuli berorigo pada anulus tendineus komunis, yang merupakan sarung fibrosus yang menyelubungi nervus optikus. Strabismus (juling) disebabkan tidak seimbangnya atau paralisa kelumpuhan fungsi dari salah satu otot mata.

E. Konjungtiva

Konjungtiva merupakan membran yang menutupi sklera dan kelopak bagian belakang. Berbagai macam obat mata dapat diserap melalui konjungtiva ini. Konjungtiva mengandung kelenjar musin yang dihasilkan oleh sel Goblet. Musin bersifat membasahi bola mata terutama kornea. Selaput ini mencegah benda-benda asing di dalam mata seperti bulu mata atau lensa kontak (*contact lens*), agar tidak tergelincir ke belakang mata. Bersama-sama dengan

kelenjar lacrimal yang memproduksi air mata, selaput ini turut menjaga agar cornea tidak kering.

Konjungtiva terdiri atas tiga bagian, yaitu :

- 1) Konjungtiva tarsal yang menutupi tarsus, konjungtiva tarsal sukar digerakkan dari tarsus.
- 2) Konjungtiva bulbi menutupi sklera dan mudah digerakkan dari sklera di bawahnya.
- 3) Konjungtiva fornices atau forniks konjungtiva yang merupakan tempat peralihan konjungtiva tarsal dengan konjungtiva bulbi. Konjungtiva bulbi dan forniks berhubungan dengan sangat longgar dengan jaringan di bawahnya sehingga bola mata mudah bergerak.

Okulus (Mata)

Bola mata terdiri atas : dinding bola mata dan isi bola mata. Dinding bola mata terdiri dari sklera dan kornea. Isi bola mata terdiri dari uvea, retina, badan kaca dan lensa.

1. Sklera

Merupakan pembungkus fibrosa pelindung mata di bagian luar, sklera berwarna putih serta bersambung dengan kornea di sebelah anterior dan dura mater nervus optikus di belakang. Permukaan luar sclera anterior dibungkus oleh sebuah lapisan tipis dari jaringan elastic halus apisklera yang mengandung banyak pembuluh darah yang memasok sclera. Sklera bagian putih bola mata yang bersama-sama dengan kornea merupakan pembungkus dan pelindung isi bola mata.

Sklera sebagai dinding bola mata merupakan jaringan yang kuat, tidak bening, tidak kenyal dan tebalnya kira-kira 1 mm. Sklera anterior ditutupi oleh 3 lapis jaringan ikat vaskular. Sklera mempunyai kekakuan tertentu sehingga mempengaruhi pengukuran tekanan bola mata.

2. Jaringan uvea merupakan jaringan vaskular.

Jaringan uvea ini terdiri atas iris, badan siliar, dan koroid. Pada iris didapatkan pupil yang oleh 3 susunan otot dapat mengatur jumlah sinar masuk ke dalam bola mata. Otot dilatator dipersarafi oleh parasimpatis, sedang sfingter iris dan otot siliar di persarafi oleh parasimpatis. Otot siliar yang terletak di badan siliar mengatur bentuk lensa untuk kebutuhan akomodasi.

IRIS adalah perpanjangan korpus siliare ke anterior. Iris terletak bersambungan dengan permukaan anterior lensa yang memisahkan kamera anterior dan kamera posterior yang berisi humor aquaes. Iris berwarna karena mengandung pigmen.

Di bagian tengah iris terdapat bagian berlubang yang disebut pupil. Iris berfungsi untuk mengendalikan banyaknya cahaya yang masuk ke dalam mata. Ukuran pupil pada prinsipnya ditentukan oleh keseimbangan antara konstriksi akibat aktivitas parasimpatis yang dihantarkan melalui nervus kranialis III dan dilatasi yang ditimbulkan oleh aktivitas simpatik.

KORPUS SILARIS secara kasar berbentuk segitiga pada potongan melintang. Membentang ke depan dari ujung anterior khoroid ke pangkal iris, terdiri dari suatu zona anterior yang berombak-ombak, pars plikata, dan zona posterior yang datar, pars plana. Musculus siliaris tersusun dari gabungan serat longitudinal, sirkuler, dan radial. Fungsi serat – serat sirkuler adalah untuk mengerutkan dan relaksasi serat – serat zonula yang beorigo di lembah – lembah diantara processus siliaris. Pembuluh – pembuluh darah yang mendarahi korpus siliare berasal dari lingkaran utama iris. Saraf sensorik iris adalah melalui saraf – saraf siliaris. Badan siliar yang terletak di belakang iris menghasilkan cairan bilik mata (akuos humor), yang dikeluarkan melalui trabekulum yang terletak pada pangkal iris di batas kornea dan sklera.

3. Retina

Lapis ketiga bola mata adalah retina yang terletak paling dalam dan mempunyai susunan lapis sebanyak 10 lapis yang merupakan lapis membran neurosensoris yang akan merubah sinar menjadi rangsangan pada saraf optik dan diteruskan ke otak.

Badan kaca mengisi rongga di dalam bola mata dan bersifat gelatin yang hanya menempel pupil saraf optik, makula dan pars plans. Bila terdapat jaringan ikat di dalam badan kaca disertai dengan tarikan pada retina, maka akan robek dan terjadi ablasi retina.

Lensa terletak di belakang pupil yang dipegang di daerah ekuatornya pada badan siliar melalui Zonula Zinn. Lensa mata mempunyai peranan pada akomodasi atau melihat dekat sehingga sinar dapat difokuskan di daerah makula lutea.

4. Lensa

Lensa adalah suatu struktur bikonveks, avaskular tak berwarna dan hampir transparan sempurna. Di belakang iris lensa digantung oleh zonula yang menghubungkan dengan korpus siliare. Di sebelah anterior terdapat humor aquaeus dan di sebelah posterior terdapat vitreus. Kapsul lensa adalah suatu membrane yang semi permeabel yang akan memperbolehkan air dan elektrolit masuk. Lensa ditahan di tempatnya oleh ligamentum yang dikenal dengan zonula (zonula Zinnii) ke badan siliare. Lensa mata berfungsi untuk membiaskan cahaya.

5. Humor Aquaeus

Humor aquaeus diproduksi oleh korpus siliare, setelah memasuki kamera posterior humor aquaeus melalui pupil dan masuk ke kamera anterior. Humor aquaeus adalah suatu cairan jernih yang mengisi kamera anterior dan posterior mata. Tekanan intraocular ditentukan oleh kecepatan pembentukan humor aquaeus.

6. Vitreus

Vitreus adalah suatu badan gelatin yang jernih dan avaskuler yang membentuk duapertiga dari volume dan berat mata. Vitreus mengisi ruangan yang dibatasi oleh lensa, retina, dan diskus optikus.

FISIOLOGIS PENGLIHATAN

Proses penglihatan diawali dari pemantulan cahaya oleh benda. Cahaya yang masuk ke mata sebelum sampai di retina mengalami pembiasan lima kali yaitu waktu melalui konjungtiva, kornea, aqueus humor, lensa, dan vitreous humor. Pembiasan terbesar terjadi di kornea.

Tahap berikutnya adalah timbulnya bayangan akibat pembiasan oleh kornea. Pada mata yang normal, bayang-bayang benda akan jatuh pada bintik kuning, yaitu bagian yang paling peka terhadap sinar. Ada dua macam sel reseptor pada retina, yaitu sel kerucut (sel konus) dan sel batang (sel basilus). Sel konus berisi pigmen lembayung dan sel batang berisi pigmen ungu. Kedua macam pigmen akan terurai bila terkena sinar, terutama pigmen ungu yang terdapat pada sel batang.

Setelah timbul bayangan akibat pembiasan kornea, selanjutnya bayangan masuk ke dalam melalui aquos humor di kamera okuli anterior. Selanjutnya cahaya ditangkap oleh pupil dan akan diatur untuk menuju ke kamera okuli posterior. Kemudian cahaya akan ditangkap oleh lensa selanjutnya akan masuk menuju retina.

Retina merupakan lapis ketiga bola mata yang paling dalam dan merupakan lapisan membran neurosensorik. Artinya bayangan yang sudah terfokus pada retina akan ditangkap oleh saraf sadar/saraf cranial ke-II (nervus optikus) yang akan merubah sinar menjadi rangsangan saraf untuk diteruskan ke otak.

Tahap akhir adalah adanya respon otak untuk menafsirkan dan menjawab dari stimulus berupa cahaya benda tadi yang menimbulkan respon perilaku manusia akibat proses melihat benda.

ANATOMI ORGAN TELINGA

Proses pendengaran secara sekilas terjadi ketika indra pendengaran menerima gelombang suara yang masuk ke struktur eksternal telinga (daun telinga), melewati telinga tengah menuju telinga dalam, dan menstimulasi sel reseptor spesifik di telinga dalam yang

mencetuskan potensial aksi, yang selanjutnya dibawa ke otak. Potensial aksi ini dibawa oleh saraf koklear (saraf kranial ke-VIII). Ke korteks pendengaran untuk diinterpretasi sebagai suatu stimulus suara.

Oleh karena itu proses pendengaran sangat berkaitan erat dengan anatomi telinga. Berikut akan dipaparkan materi kegiatan belajar tentang anatomi organ telinga, baca dan perhatikan gambar yang ada agar anda lebih mudah menghafalnya. Organ telinga dibagi menjadi tiga bagian yaitu; telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Berikut penjelasannya.

Telinga Luar

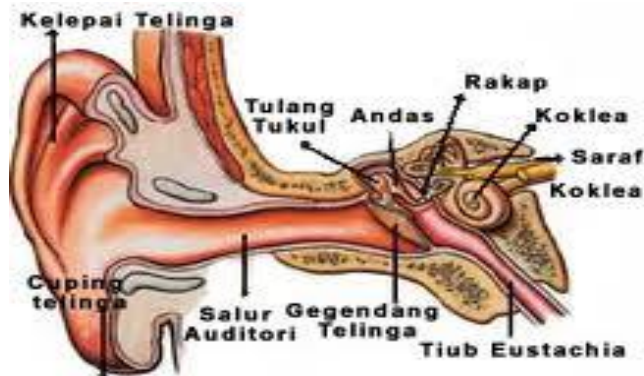
Telingan luar terdiri dari atas aurikula (tulang rawan bagian luar) dan saluran telinga luar. Aurikula mengumpulkan gelombang suara dan memproyeksikannya ke dalam saluran luar. Saluran telinga luar adalah liang tempat lewatnya gelombang suara ke telinga tengah. Organ yang memisahkan antara telinga luar dan telinga tengah adalah membrana timpani (gendang telinga).

Telinga Tengah

Telinga tengah dimulai dari membran timpani, apabila ada suara masuk, membran timpani akan terdorong ke dalam atau melengkung ke arah telinga tengah sehingga bergetar. Frekuensi getaran tergantung frekuensi gelombang suara. Telinga tengah memiliki tiga tonjolan (prosesus), yaitu maleus, inkus dan stapes. Getaran suara pada membran timpani akan ditingkatkan frekuensinya oleh tulang-tulang tadi selanjutnya menuju jendela oval. Telinga tengah dihubungkan ke hidung dan tenggorokan melalui tuba eustachius.

Telinga Dalam

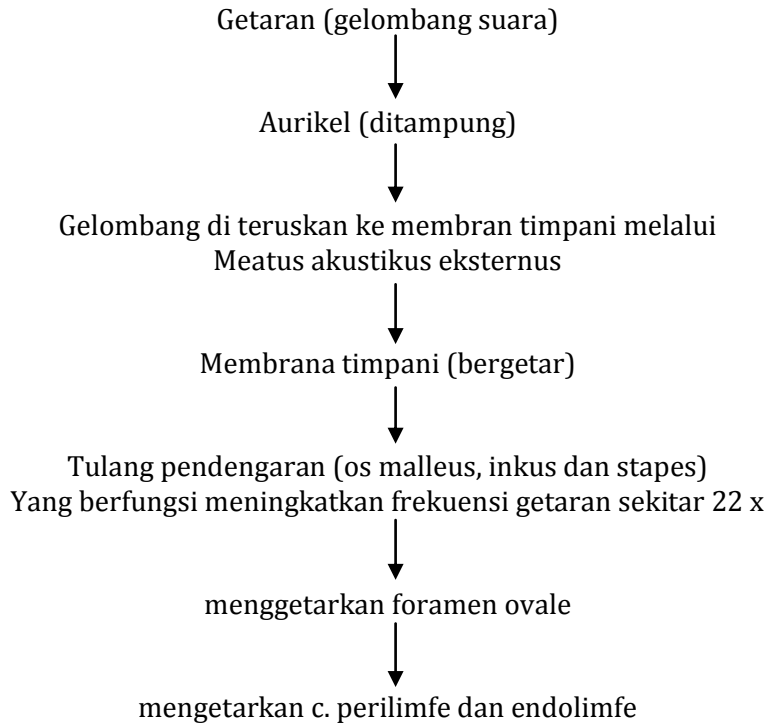
Telinga dalam adalah organ yang kompleks terdiri dari ; labirin tulang dan labirin membranosa, antara labirin tersebut dipisahkan oleh cairan perilimfe, sedangkan pada labirin membranosa di sisi oleh cairan kental dinamakan endolimfe. Di dalam labirin terdapat organ; koklea, vestibulum dan saluran semisirkular. Koklea mengubah getaran dalam bentuk gelombang menjadi potensial aksi. Vestibulum dan saluran semisirkular menjaga keseimbangan.

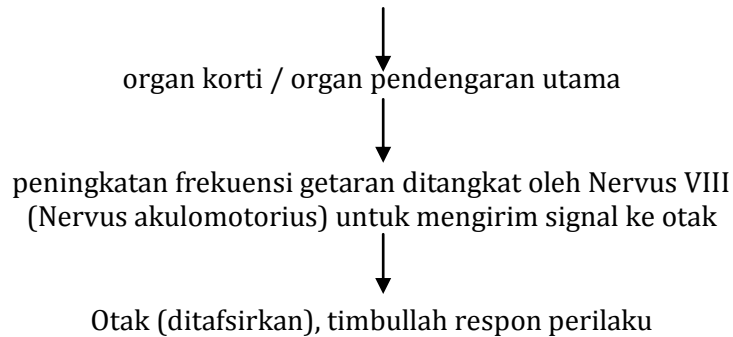


Gambar 11.3 : Anatomi Telingan

FISIOLOGI PENDENGARAN

Untuk memudahkan anda memahami proses pendengaran, berikut bagan sederhana yang menerangkan bagaimana proses pendengaran tersebut terjadi. Terdapat empat kata kunci dari bagan berikut yaitu; stimulus getaran/gelombang, anatomi telinga, saraf cranial dan otak. Berikut penjelasannya :



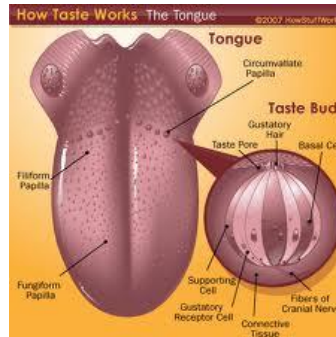


Penjelasan:

- Benda yang bergetar akan menimbulkan suara, yang juga merupakan suatu gelombang yang dapat merambat
- Selanjutnya gelombang suara ini dikumpulkan (ditampung) oleh aurikel
- Dari aurikel gelombang yang dilanjutkan ke meatus akustikus eksternus menuju membrane timpani
- Membrana timpani bergetar sehingga gelombang dilipatgandakan
- Getaran membrane timpani diperbesar oleh gaya ungkit os malleus, os inkus dan os stapes
- Selanjutnya os stapes menggetarkan foramen ovale
- Foramen ovale membrane selanjutnya menggetarkan cairan perilimfe di skala vestibuli. Dari sini gelombang ada yang diteruskan sehingga menggetarkan cairan perilimfe di skala timpani. Sebagian lagi gelombang berbelok sehingga menggetarkan (mendorong) cairan endolimfe dan membrane basal yang akhirnya juga menggetarkan cairan perilimfe di skala timpani. Getaran cairan perilimfe dari segala bagian akan membuat cairan endolimfe bergetar dengan optimal karena cairan endolimfe berada di tengah-tengah cairan perilimfe (lihat gambar)
- Gelombang diteruskan ke organ korti sebagai reseptor indera pendengaran yang akan diteruskan ke otak oleh N. VIII.
- Setelah sampai di otak maka impuls pendengaran ditafsirkan.

INDRA PENGECAPAN

Reseptor untuk pengecapan disebut papil pengecap (*taste buds*). Letak dari papil pengecap ini ada di lidah. Depolarisasi papil pengecap menyebabkan rangsangan pada saraf kranial ke V, VII, IX dan X. Saraf ini mengirim stimulus ke korteks pengecapan di lobus parietalis. Reseptor pengecapan akan berespon terhadap rasa manis, pahit, asam dan asin.



Gambar 11.4 : Indra Pengecapan

INDRA PENCIUMAN

Indra penciuman dihasilkan oleh sel reseptor yang disebut sel olfaktorius, yang melapisi membran mukosa hidung. Sel olfaktorius mengandung silia yang mengalami depolarisasi apabila diikat oleh zat kimia tertentu yang sesuai dengan bau spesifik di udara. Depolarisasi ini menyebabkan potensial aksi di neuron saraf olfaktorius (saraf kranial I) yang berakhir di bulbus olfaktorius lobus frontalis, selanjutnya potensial aksi diteruskan ke reseptor penciuman di sistem limbik otak baru di lakukan interpretasi.

SENTUHAN

Sensasi taktil mencakup pengenalan sentuhan, tekanan, dan getaran oleh tubuh. Masing-masing sensasi tersebut tampak diperantarai oleh reseptor yang hanya berbeda lokasinya saja. Reseptor sentuhan ada pada kulit, reseptor tekanan terletak pada jaringan, dan getaran merupakan rangsangan yang frekuensinya sering sehingga merangsang reseptor sentuhan dan reseptor tekanan.



Gambar 11.5 : Indra Penciuman

SISTEM INDERA (SENSASI)

Sensasi adalah kesadaran terhadap kondisi lingkungan eksternal maupun internal tubuh. Sedangkan persepsi adalah registrasi (pencatatan) terhadap stimulus sensori.

Ada 4 syarat agar sensori dapat terjadi, yaitu:

1. Terdapat stimulus atau rangsangan berupa perubahan lingkungan sehingga menimbulkan respon pertama dari sistem saraf
2. Reseptor atau organ sensori (indera) membawa dan mengubah stimulus menjadi impuls saraf
3. Impuls dikonduksikan dari reseptor atau organ indera menuju otak.
4. Otak menerjemahkan impuls menjadi suatu sensasi.

Stimulus (rangsangan)

Stimulus dapat berupa berbagai macam energi antara lain: panas, cahaya, mekanik, kimiawi dan sebagainya.

Reseptor

Berdasarkan lokasinya terdapat beberapa macam reseptor antara lain :

- Eksteroseptor di dekat permukaan tubuh yang sensitive terhadap stimulus dari luar tubuh dan meneruskan sensasi pendengaran, bau, rasa, sentuh, tekanan, suhu, dan nyeri.
- Viseroseptor (enteroseptor) di organ visera dan pembuluh darah yang melayani informasi dari lingkungan dalam tubuh. Ini berhubungan dengan sensasi nyeri, tekanan, letih, lapar, haus dan mual.
- Proprioseptor di otot, tendo, sendi dan telinga dalam yang memberi informasi tentang posisi dan gerak tubuh. Ini berhubungan dengan ketegangan otot, posisi dan ketegangan sendi serta keseimbangan.

Berdasarkan stimulus yang terdeteksi ada beberapa macam reseptor yaitu:

- Mekanoreseptor yang sensitive terhadap sentuhan, tekanan, getaran, propriosepsi, pendengaran, keseimbangan dan tekanan darah
- Thermoreseptor yang sensitive terhadap perubahan suhu (hangat dan dingin)
- Nosisseptor yang sensitive terhadap rangsang nyeri (kerusakan fisik dan kimiawi jaringan)
- Elektromagnetik reseptor (fotoreseptor) yang sensitive terhadap rangsang cahaya (pada retina)
- Kemoreseptor mendeteksi rasa di mulut, bau di hidung, bahan kimia dalam cairan tubuh misalnya oksigen, karbondioksida, air dan glukosa.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-11

Untuk melatih ketrampilan dan menguji hafal anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem pancaindra, berikut adalah format tugas yang harus anda kerjakan.

Pokok Bahasan : Anatomi fisiologi sistem pancaindra Sub pokok bahasan : anatomi penglihatan, pendengaran, penciuman dan raba Semester : I (Satu) Tugas ke :							
1.	Tujuan tugas Setelah mengerjakan tugas ini diharapkan mahasiswa mampu menyebutkan bagian-bagian dari mata, telinga, hidung dan lidah.						
2.	Uraian tugas <ol style="list-style-type: none"> Obyek garapan Anatomi sistem pancaindra Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan Rambu-rambu tugas ini hanya sebatas menyebutkan bagian-bagian penting dari anatomi sistem pancaindra secara langsung kepada praktikan Metode/cara pengerjaan <ul style="list-style-type: none"> Carilah pasangan masing-masing, satu jadi praktikan yang satunya menyebutkan bagian-bagian dari anatomi sistem pancaindra Lakukan secara bergantian Waktunya setiap mahasiswa maksimal 15 menit Diskripsi luaran tugas yang dikerjakan <ul style="list-style-type: none"> Masing-masing mahasiswa menilai temannya apa yang disebutkan mengenai anatomi sistem pancaindra menggunakan bantuan checklist 						
3.	Kriteria penilaian Indikator penilaian sebagai berikut :						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nilai</th> <th style="text-align: center;">Deskripsi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Benar (10)</td> <td>Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist dengan benar</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Salah (0)</td> <td>Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist secara benar</td> </tr> </tbody> </table>		Nilai	Deskripsi	Benar (10)	Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist dengan benar	Salah (0)	Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist secara benar
Nilai	Deskripsi						
Benar (10)	Mahasiswa mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist dengan benar						
Salah (0)	Mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara verbal ke-21 organ pancaindra yang tertera dalam cheklist secara benar						

TUGAS KEDUA :

<p>Pokok Bahasan : Anatomi fisiologi sistem pancaindra Sub pokok bahasan : fisiologis penglihatan, pendengaran, penciuman dan raba Semester : I (Satu) Tugas ke :</p>
<p>1. Tujuan tugas Setelah mengerjakan tugas ini diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan fisiologis penglihatan, pendengaran, pengecapan dan penciuman di depan kelas dengan bantuan <i>power point presentation</i> masing-masing kelompok diwakili seorang mahasiswa. Sifat tugas : Kelompok (small group discution) Waktu presentasi : 10 menit, waktu persiapan membuat materi : 30 menit</p> <p>2. Uraian tugas</p> <p>d. Obyek garapan Fisiologi sistem pancaindra</p> <p>e. Yang harus dikerjakan dan batasan-batasan Tugas fisiologis ini dibagi dua tahap.</p> <p>Tahap pertama mendiskusikan untuk membuat materi presentasi dengan topik fisiologis penglihatan, pendengaran, penciuman dan pengecapan paling banyak 4 <i>slide power point presentasion</i>.</p> <p>Tahap kedua adalah mempresentasikan di depan kelas untuk masing-masing kelompok.</p> <p>f. Metode/cara pengerjaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carilah kelompok maksimal 6 orang • Kerjakan tugas di kelas, atau perpustakaan, atau tempat lain waktu maksimal 30 menit <p>e. Diskripsi luaran tugas yang dikerjakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masing-masing kelompok mampu mempresentasikan hasil diskusinya maksimal 10 menit. <p>3. Kriteria penilaian Indikator penilaian sebagai berikut :</p>

Nilai	Deskripsi
Istimewa (4) = 9	Mahasiswa mampu mempresentasikan dengan waktu maksimal 10 menit, materi presentasi dikategorikan baik; warna, pilihan font, ilustrasi dan hyperlink.
Baik (3) = 8	Mahasiswa mampu mempresentasikan dengan waktu maksimal 10 menit, materi presentasi dikategorikan sedang; warna, pilihan font, ilustrasi dan hyperlink.
Cukup (2) = 7	Mahasiswa mampu mempresentasikan dengan waktu lebih 10 menit, materi presentasi dikategorikan sedang; warna, pilihan font, ilustrasi dan hyperlink.
Kurang (1) = 6	Mahasiswa mampu mempresentasikan dengan waktu lebih 10 menit, materi presentasi dikategorikan jelek; warna, pilihan font, ilustrasi dan hyperlink.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-11

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi sistem integumen sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan kelima sistem pancaindra
2. Sebutkan fungsi pancaindra
3. Sebutkan bagian-bagian penting dari telinga
4. Sebutkan tiga tulang telinga yang mampu meningkatkan getaran suara
5. Jelaskan fungsi otak untuk fisiologis pendengaran dan penglihatan
6. Sebutkan jenis saraf sadar yang berfungsi memberikan stimulus rangsangan sensasi pancaindra ke otak

RANGKUMAN

Sistem pancaindra terdiri dari mata, telinga, hidung, lidah dan kulit. Masing-masing organ berfungsi untuk melakukan sensasi terhadap obyek. Sensasi adalah kesadaran terhadap kondisi lingkungan eksternal maupun internal tubuh. Sedangkan persepsi adalah registrasi (pencatatan) terhadap stimulus sensori.

Ada 4 syarat agar sensori dapat terjadi, yaitu: terdapat stimulus atau rangsangan berupa perubahan lingkungan sehingga menimbulkan respon pertama dari sistem saraf, reseptor atau organ sensori (indera) membawa dan mengubah stimulus menjadi impuls saraf, impuls dikonduksikan dari reseptor atau organ indera menuju otak, kemudian otak menerjemahkan impuls menjadi suatu sensasi.

Indera pengelihatan yang terletak pada mata (organ visus) terdiri dari organ okuli assesoria (alat bantu mata) dan oculus (bola mata). Organ telinga terbagi tiga besar yaitu telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam. Organ pengecapan diperankan oleh lidah, karena lidah memiliki reseptor pengecapan terhadap rasa manis, pahit, sam dan asin. Organ penciuman diperankan oleh hidung, karena hidung memiliki sel olfaktorius yang berespon terhadap rangsangan bau spesifik di udara.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-11

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Bagian bola mata yang berwarna putih dan bersambung ke kornea adalah :
 - a. Pupil
 - b. Sklera
 - c. Retina
 - d. Kornea
 - e. Iris
2. Pembiasan cahaya setelah masuk ke kornea diperankan oleh :
 - a. Lensa
 - b. Sklera
 - c. Retina
 - d. Kornea
 - e. Iris

3. Berikut BUKAN termasuk alat bantu mata:
 - a. Rongga mata
 - b. Kelopak mata
 - c. Konjungtiva
 - d. Alis
 - e. Iris
4. Saraf sadar yang berperan meneruskan cahaya menuju otak adalah :
 - a. N II
 - b. N III
 - c. N IV
 - d. N VIII
 - e. N IX
5. Prosesus maleus, inkus dan stapes terdapat di organ telinga bagian ..
 - a. Luar
 - b. Tengah
 - c. Dalam
 - d. Media lateral
 - e. Medial
6. Telinga tengah dihubungkan ke hidung dan tenggorokan melalui sebuah saluran yang dinamakan ..
 - a. Saluran semisirkular
 - b. Saluran oval
 - c. Tuba eustachius
 - d. Koklea
 - e. Vestibulum
7. Organ telinga yang memisahkan antara telinga luar dan telinga tengah adalah :
 - a. Labirin
 - b. Labirin membranosa
 - c. Vestibulum
 - d. Membrana timpani
 - e. Jendela oval
8. Reseptor indra penciuman diperankan oleh sel ..
 - a. Olfaktorius
 - b. Trigemini
 - c. Audikularis
 - d. Aurikularis
 - e. Okulomotorius
9. Organ otak yang berfungsi merespon potensial aksi pembauan yang dibawa oleh reseptor sel olfaktorius adalah :
 - a. Sistem limbik
 - b. Medula oblongata

- c. Hipotalamus
 - d. Talamus
 - e. Serebelum
10. Stimulus sentuhan, tekanan, getaran, pendengaran, dan keseimbangan akan diterima oleh reseptor yang dikategorikan reseptor :
- a. Mekanoreseptor
 - b. Termoreseptor
 - c. Nosisseptor
 - d. Fotoreseptor
 - e. Kemoreseptor

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-7*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzner W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates

Kunci Jawaban Latihan :

- 1. Mata, telinga, lidah, kulit dan hidung
- 2. Sensasi obyek
- 3. Telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam
- 4. Os maleus, os inkus dan os stapes
- 5. Menerima stimulus dari saraf cranial, menafsirkan stimulus dan menjawab stimulus menjasi respon perilaku
- 6. N II, N V, VIII, N V, N VII, N IX dan N X

CHECKLIST KINERJA MAHASISWA

Kompetensi : Mampu menyebutkan bagian dan nama organ sistem pancaindra

Nama :

Kelas : Reguler / Non Reguler * (*coret salah satu*)

No	Aspek/Kinerja yang diharapkan	Penilaian	
		Benar	Salah
	Anatomi Organ Mata		
1	Indera penglihatan terdiri dari organ okuli aksesori dan oculus		
2	Organ okuli aksesori terdiri dari rongga orbita, alis, kelopak mata, otot mata dan konjungtiva		
	Otot yang berperan menggerakkan mata: a. Musculus rektus superior b. Musculus rektus inferior c. Musculus rektus lateral d. Musculus rektus medial e. Musculus obliquus superior f. Musculus obliquus inferior		
3	Kelopak mata terdiri dari kelopak mata bawah dan kelopak mata atas		
4	Konjungtiva terdiri dari; konjungtiva palpebra, konjungtiva bulbi		
5	Organ oculus terdiri dari dinding bola mata dan isi bola mata		
6	Dinding bola mata terdiri dari sklera berwarna putih dan kornea berwarna hitam kecoklatan		
7	Isi bola mata terdiri dari organ uvea, lensa, pupil, retina, aqueous humor, vitreous humor		
8	Uvea terdiri dari iris, badan siliar dan koroid		
	Anatomi Organ Telinga		
9	Organ telinga terdiri dari telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam		
10	Organ telinga luar terdiri dari; aurikula dan meatus acustikus eksternus		
11	Organ telinga tengah terdiri dari; membran timpani		
12	Di area telinga tengah terdapat 3 prosesus yaitu; os maleus, os stapes dan os inkus untuk meningkatkan frekuensi getaran suara		

13	Telinga tengah berhubungan dengan saluran hidung dan tenggorokan oleh tuba eustachius		
14	Organ telinga dalam terdiri dari; labirin dan cairan endolimfe dan perilimfe		
15	Di dalam labirin terdapat organ; koklea, vestibulum dan saluran semisirkular		
16	Koklea berfungsi merubah getaran suara menjadi potensial aksi		
17	Vestibulum dan saluran semisirkular menjaga kesetimbangan tubuh		
	Reseptor Pengecapan (<i>taste buds</i>)		
18	Ujung lidah reseptor rasa manis		
19	Lidah depan samping reseptor rasa asam		
20	Lidah belakang samping reseptor rasa asin		
21	Pangkal lidah reseptor rasa pahit		

Keterangan :

Beri tanda cek (√) pada kolom penilaian jika mahasiswa menyebutkan benar atau salah. Kalau penyebutan kurang dianggap salah.

KEGIATAN BELAJAR-12 SISTEM REPRODUKSI

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-12

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem reproduksi yang terdiri dari; anatomi organ seks pria, karakteristik seks sekunder pria, proses seksual pada pria, anatomi organ seks wanita, anatomi panggul, karakteristik seks sekunder wanita, proses seksual pada wanita, siklus haid, fisiologis pubertas dan menopause.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-12

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-10 adalah mahasiswa mampu : menyebutkan organ seks pria, menjelaskan karakteristik seks sekunder pada pria, menjelaskan proses seksual pada pria, menyebutkan organ seks wanita, menyebutkan bagian-bagian dari panggul, menjelaskan karakteristik seks sekunder pada wanita, menjelaskan proses seksual pada wanita, menjelaskan siklus haid, dan menjelaskan fisiologis pubertas dan menopause.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-12

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-12 ini ada beberapa metode yang digunakan untuk penilaian kinerja mahasiswa yaitu :

Kompetensi/Tujuan Pembelajaran	Metode Penilaian Kinerja	Keterangan
1. Menyebutkan organ seks pria	Penilaian oleh teman (<i>peer rating</i>)	Individual
2. Menyebutkan organ seks wanita		
3. Menyebutkan bagian-bagian dari panggul		

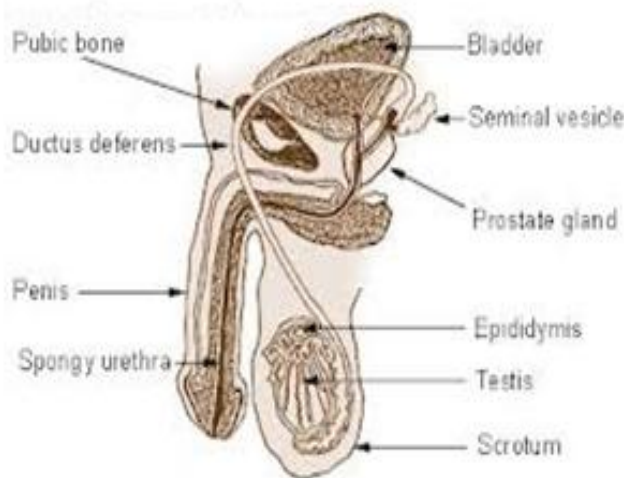
4.	Menjelaskan karakteristik seks sekunder pria	Kuiz	Individual
5.	Menjelaskan karakteristik seks sekunder wanita		
6.	Menjelaskan proses seksual pada pria	Penilaian essay	Individual
7.	Menjelaskan proses seksual pada wanita		
8.	Menjelaskan siklus haid	Paper	Individual
9.	Menjelaskan fisiologis pubertas dan menopause		

MATERI KEGIATAN BELAJAR-12

ANATOMI ORGAN SEKS PRIA

Peran reproduksi pria adalah membentuk dan mengeluarkan sperma agar seorang wanita menjadi hamil. Untuk melaksanakan fungsi ini maka pria dilengkapi dengan organ-organ seksual internal dan eksternal.

Struktur organ seksual internal dan eksternal terdiri dari; testis, tubulus yang membawa sperma keluar testis, bermacam-macam kelenjar dan penis. Lihat gambar 12.1 berikut :

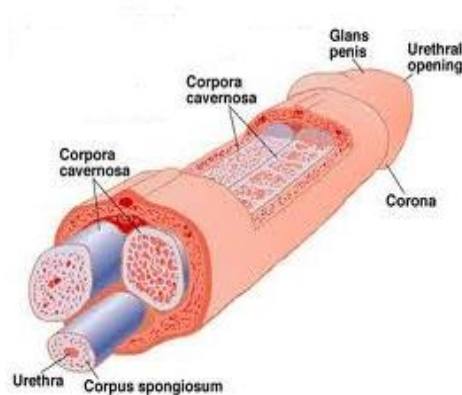


Gambar 12.1 : Organ Seks Pria

Penis

Penis adalah organ seksual eksternal pada pria. Ada dua fungsi dari penis yaitu sebagai saluran sperma saat ejakulasi dan saluran air seni saat berkemih.

Bagian-bagian dari penis antara lain; 1) akar dari penis (*radix*), dan 2) tubuh penis (*korpus*). Struktur klitoris penis manusia terdiri dari tiga kolom jaringan: dua corpora cavernosa terletak bersebelahan pada sisi dorsal dan satu korpus spongiosum terletak di sisi ventral. Ujung penis dinamakan glans penis. Pada kondisi pria belum di sunat gland penis ditutup oleh kulup atau preputium, lipatan kulit yang longgar pada orang dewasa dapat menarik kembali untuk menyingkap jaringan. Daerah di bawah penis, di mana kulup terpasang, disebut frenum, atau frenulum. Dasar bulat dari kelenjar disebut korona. Raphe perineum adalah garis terlihat di sepanjang bagian bawah penis. Lihat struktur penis berikut ini



Gambar 12.2 ; Struktur internal penis

Testis

Testis adalah gonad pria. Testis terbentuk selama gestasi sebagai respons terhadap sintesis androgen oleh mudigah laki-laki. Androgen primer adalah testosteron yang sintesisnya dimulai pada usia kehamilan 8 minggu.

Selama masa gestasi dini, testis janin terletak di dalam rongga perut. Baru pada usia gestasi sekitar 6 bulan (24 minggu kehamilan), testis mulai turun dari rongga perut melalui kanalis inguinalis ke dalam kantong eksterna yang disebut *skrotum*.

Pembuluh darah, saraf dan korda penunjang juga ikut turun dari rongga abdomen secara bersamaan. Setelah turun rongga menutup, dan skrotum terletak di sebelah dorsal penis. Karena letaknya di luar maka

suhu skrotum lebih rendah daripada suhu tubuh, yang memungkinkan proses spermatogenesis lebih optimum. Proses spermatogenesis adalah proses pembentukan sperma.

Tubulus Seminiferus

Setiap testis terisi oleh ratusan tubulus panjang bergelung-gelung yang disebut *tubulus seminiferus*. Sperma yang belum matang terbentuk dari sel tunas yang ada di tubulus ini. Tubulus seminiferus terbentuk dari dua sel yaitu; *sel sertolini* dan *sel interstisium Leydig* yang mengelilingi bagian luar tubulus. Sperma yang matur mendapat makanan dari *sel sertolini*. *Sel Leydig* mengeluarkan hormon testosteron selama masa gestasi dan pubertas. Testosteron sangat penting untuk pematangan sperma dan kelangsungan hidup sel sertolini.

Epididimis, Vas Deferens, dan uretra

Dari tubulus seminiferus, sperma berjalan ke tubulus panjang yang disebut epididimis dan selanjutnya menuju *vas deferens*. Selanjutnya vas deferens masuk ke rongga peritoneum dan melebar untuk membentuk suatu rongga yang disebut ampula, yang mirip kelenjar berkelok-kelok yang disebut *vesika seminalis*.

Pada ampula, vas deferens membentuk *duktus ejakulatorius*, duktus ini melewati prostat dan bergabung dengan uretra interna dibawah kandung kemih. Uretra interna memasuki penis membentuk uretra.

Sperma di tempat epididimis masih belum matur dan tidak mampu membuahi sel telur. Setelah berjalan melalui vas deferens (memakan waktu sekitar 2 minggu) sperma menjadi matur dan mampu membuahi. Sperma yang matur disimpan di dalam vas deferens dan ampula dan bertahan hidup sampai sebulan lebih.

Vesika Seminalis

Pada perangsangan seksual, vesika seminalis mengeluarkan suatu zat mirip mukus yang mengandung *gula, prostaglandin dan fibrinogen* ke dalam duktus ejakulatorius. Sperma menggunakan gula untuk energi, dan prostaglandin digunakan untuk menembus serviks wanita. Disamping itu prostaglandin menyebabkan kontraksi saluran genitalia wanita, yang mendorong sperma dalam perjalanannya menuju sel telur.

Prostat

Prostat adalah kelenjar berbentuk seperti buah kenari yang terletak tepat di bawah kandung kemih. Sewaktu perangsangan seksual, prostat mengeluarkan cairan encer seperti susu yang mengandung berbagai enzim dan ion ke dalam duktus ejakulatorius. Cairan prostat

bersifat *basa*, dan digunakan sebagai penetralisir saat sperma berada di vagina karena cairan vagina bersifat asam.

KARAKTERISTIK SEKS SEKUNDER PRIA

Karakteristik seks sekunder pria dibawah kendali hormon androgen terutama testosterone yang dihasilkan sel leydig. Karakteristik seks sekunder pria antara lain :

1. Peningkatan massa otot
2. Peningkatan pertumbuhan dan kekuatan tulang
3. Pertumbuhan pola rambut di wajah, ketiak dan pubis
4. Peningkatan laju metabolisme
5. Proliferasi dan pengaktifan kelenjar sebacea di ikulit yang menghasilkan zat berminyak yang disebut sebum, hal ini menyebabkan jerawat
6. Suara menjadi berat
7. Kebotakan pada pria

PROSES SEKSUAL PADA PRIA

Setelah anda mampu menyebutkan beberapa organ seks pria, selanjutnya adalah bagaimana proses seksual pada pria yang sebagian besar fungsinya diperankan oleh organ seks ini.

Proses seksual pada pria terjadi karena adanya manipulasi fisik terhadap penis atau khayalan mengenai seks. Stimulus ini akan merangsang saraf parasimpatis dan simpatis yang menyebabkan rangsangan seksual. Terdapat 4 tahap proses seksual pada pria yaitu; *ereksi, emisi, ejakulasi dan resolusi*.

Ereksi

Penis akan mengeras dan memanjang selama rangsnagan seksual. Ereksi terjadi akibat pengaktifan serabut saraf parasimpatis ke penis yang menyebabkan vasodilatasi dan peningkatan aliran darah. Proses pengisian darah di dalam rongga penis mengakibatkan penis menjadi besar. Rangsangan parasimpatis menyebabkan kelenjar yang melapisi utera mengeluarkan mukus, dan selanjutnya mukus ini membasahi glans penis, yang meningkatkan kepuasan penetrasi penis masuk ke vagina. Selama proses ini denyut jantung dan pernapasan meningkat.

Emisi

Sewaktu kenikmatan seksual mencapai puncak titik kritis, pengaktifan saraf simpatis ke penis menyebabkan kontraksi vas deferens dan ampula. Kejadian ini menyebabkan sperma terdorong keluar dari vas deferens dan ampula menuju duktus ejakulatorius. Di sisi lain rangsangan saraf

simpatis ke prostat dan vesika seminalis menyebabkan pengeluaran sekresi prostat dan sekresi vesika seminalis dan sperma keluar dan kombinasi ketiganya disebut semen.

Ejakulasi

Adanya semen di dalam uretra bagian dalam, timbul perasaan penuh. Serabut saraf sensorik berjalan menuju korda spinalis menimbulkan rangsangan saraf simpatis dan kontraksi otot polos duktus, sehingga neuron otot motorik penis berkontraksi. Puncak respon adalah irama gelombang kenikmatan, karena sperma terdorong keluar secara kuat melalui uretra. Emisi dan ejakulasi membentuk *orgasme*.

Resolusi

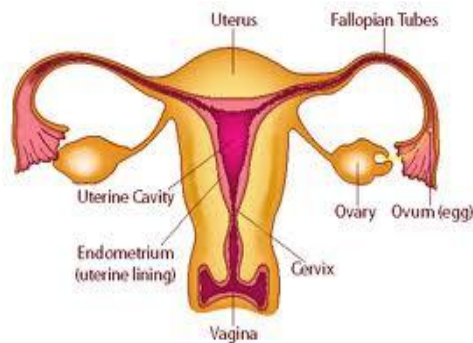
Setelah mengalami orgasme, pria memperlihatkan kebalikan rangsang seksual, termasuk menurunnya ereksi serta kembalinya pola denyut jantung dan pernapasan ke posisi normal.

ANATOMI ORGAN SEKS WANITA

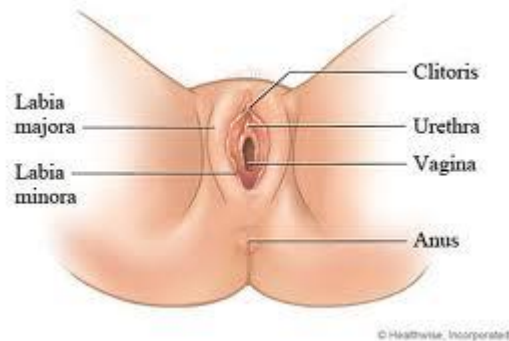
Peran reproduksi wanita mencakup pembentukan dan pengeluaran ovum (telur) setiap bulan. Struktur reproduksi interna yang memungkinkan peran reproduksi adalah organ; ovarium, tuba fallopi, uterus dan vagina.

Payudara disebut sebagai organ reproduksi aksesoris, sedangkan klitoris adalah jaringan erektil yang terletak di bagian depan genetalia eksterna wanita. Peran klitoris ini sangat penting untuk memberikan kenikmatan seks pada wanita saat hubungan intim.

Genetalia eksterna terdiri dari; mons pubis, labia mayora dan minora. Lubang uretra terletak antara vagina dan klitoris. Anatomi reproduksi wanita sebagaimana gambar 10.3 berikut :



Gambar 12.3 : Organ reproduksi internal wanita



Gambar 12.3 : Organ reproduksi eksterna wanita

Ovarium

Wanita dilahirkan dengan dua ovarium yang terletak secara bilateral di rongga abdomen bawah di samping uretra. Ovarium adalah gonad bagi wanita dan mengandung sel-sel seks wanita yaitu ovum. Pada saat lahir, bayi wanita memiliki sekitar 2 juta ovum, turun dari jumlah maksimum sekitar 7 juta yang ada pada usia kehamilan 7 minggu. Ovum mengalami serangkaian pembelahan mitosis. Pada saat wanita berusia 11-16 tahun jumlah ovum tinggal 300.000.

Folikel

Di ovarium, setiap ovum dikelilingi oleh sel-sel penunjang yang disebut granulosa. Sebuah ovum ditambah sel-sel granulosa yang mengelilingi disebut folikel. Pada masa kanak-kanak, folikel-folikel imatur yang terdiri dari ovum dan dikelilingi oleh selapis sel granulosa disebut folikel primordial. Apabila folikel primordial membesar disebut folikel primer. Di setiap bulan selama masa subur, satu folikel berespons terhadap rangsangan hormonal dengan mengadakan ovulasi yaitu pelepasan sebuah ovum yang sudah matang.

Tuba Fallopi

Tuba fallopi juga disebut tuga uterina atau *oviduct*, adalah jalur yang dibentuk oleh otot-otot polos yang terbuka di salah satu sisi ke korpus uterus dan di sisi lain ke rongga peritonium. Lubang yang mengarah ke rongga peritonium memiliki tonjolan yang disebut fimbriae yang mengelilingi ovarium. Fimbriae ini diseliputi oleh silia. Kegunaan silia adalah menarik ovum ke arah tuba fallopi.

Setelah di tuba fallopi, ovum berjalan singkat untuk masuk ke ampulla. Proses pembuahan biasanya terjadi di ampulla tuba fallopi. Selanjutnya dari ampulla ovum menuju uterus dalam waktu 3-4 hari.

Apabila ada proses pembuahan oleh sperma, maka sel telur yang dibuahi dinamakan zigot.

Uterus

Uterus adalah suatu organ berongga yang terdiri dari atas tiga lapisan; yaitu *endometrium* di bagian dalam, sebuah lapisan otot polos (*miometrium*) dibagian tengah dan *perimetrium* di bagian luar.

Uterus pada wanita yang tidak hamil berbentuk seperti buah pir dan ukurannya sekitar sekepalan tangan wanita. Uterus terdiri dari korpus/badan dan serviks/leher. Bagian atas korpus uterus disebut fundus. Tuba fallopi adalah perpanjangan dari fundus. Serviks adalah bagian bawah uterus dan satu-satunya bagian yang diikat oleh ligamentum ke rongga abdomen. Serviks menonjol ke arah vagina. Saluran di tengah serviks dinamakan kanalis servikalis, yang memungkinkan sperma yang berada di vagina masuk ke uterus dan tuba fallopi. Pintu masuk kanalis servikalis ke dalam uterus disebut os interna, sedangkan yang masuk ke dalam vagina disebut os eksterna. Bayi baru lahir keluar dari uterus saat persalinan melalui kanalis servikalis.

Vagina

Vagina adalah saluran berotot yang dilapisi oleh sel-sel penghasil mukus. Lapisan otot memiliki vaskularisasi tinggi. Kemampuan vaskularisasi ini sangat penting berkaitan dengan mekanisme seksual pada wanita. Otot vagina dipersarafi oleh saraf *motorik pudendus*. Dalam keadaan normal vagina adalah kolaps dan akan melebar saat selama hubungan kelamin untuk mengakomodasi penis dan selama proses persalinan.

Payudara Wanita

Payudara adalah kelenjar mamalia. Di bawah pengaruh hormon yang sesuai, payudara mampu mengeluarkan susu setelah kelahiran bayi. Ada dua hormon yang berpengaruh terhadap kelenjar payudara saat hamil yaitu, hormon oksitosin untuk ejeksi air susu, dan hormon prolaktin untuk memproduksi air susu. Kedua hormon ini sekresinya sangat tergantung emosional ibu. Payudara terletak di bagian anterior atas dada dan terdiri atas 15 sampai 30 lobus jaringan kelenjar. Setiap lobus mengalirkan isinya ke duktus laktiferus (susu) yang bermuara ke ujung puting.

Klitoris

Klitoris adalah organ seksual wanita yang berada di ujung sebelah atas antara kedua labia minora atau bibir vaginadalam. Klitoris terdiri

dari satu daerah bulat atau kepala, disebut kelenjar, dan bagian yang lebih panjang, disebut batang, yang memiliki bentuk-bentuk cekungan. Jaringan dari bibir bagian dalam biasanya menutupi batang klitoris, yang membentuk tudung atau kulit khatan untuk melindunginya. Satu-satunya bagian dari klitoris yang dapat dilihat langsung adalah kelenjarnya, yang terlihat seperti kancing kecil berkilat. Ukuran dan bentuknya berbeda-beda pada setiap wanita. Klitoris dapat dilihat dengan mendorong kulit selubung klitoris ke belakang. Di area klitoris terdapat banyak ujung-ujung syaraf.

Banyaknya ujung saraf dalam klitoris menyebabkannya menjadi sangat sensitif terhadap sentuhan atau tekanan langsung atau tidak langsung. Rangsangan pada daerah klitoris dapat menjadi nikmat, bahkan memberikan pemilikinya kenikmatan seksual. Klitoris tidak ada hubungannya dengan kehamilan, menstruasi, atau kencing.

KARAKTERISTIK SEKS SEKUNDER WANITA

Karakteristik seks sekunder wanita dibawah kendali hormon estrogen dan progesteron dalam kadar yang lebih sedikit.

1. Payudara bertambah besar
2. Tumbuhnya rambut kemaluan, dan ini tergantung pada hormon androgen kelenjar adrenal, bila hormon tinggi, maka tumbuhnya rambut lebih lebat
3. Pertumbuhan tulang dan penutupan lempeng epifisis.

SIKLUS HAID

Daur haid (siklus menstruasi) adalah pematangan dan pelepasan sebuah ovum yang terjadi secara siklik. Siklus ini terdiri atas pertumbuhan folikel, ovulasi ovum, dan perubahan-perubahan khas di lapisan endometrium uterus.

Sebagai titik acuan, hari pertama daur haid adalah hari pertama haid (perdarahan). Lama setiap siklus haid adalah sekitar 28 hari. Terdapat dua fase berbeda pada daur haid; fase folikuler dan fase luteal. Kedua fase dipisahkan oleh ovulasi.

Selama fase folikuler, folikel mengambang dan mengeluarkan hormon estrogen. Hormon estrogen mengakibatkan endometrium tumbuh dan berkembang. Selama fase luteal, progesteron dihasilkan oleh sel-sel folikel yang masih ada dan lapisan uterus menjadi sangat terovaskularisasi dan sekretorik. Hormon-hormon hipotalamus, hipofisis anterior dan ovarium bekerja sama dalam suatu keseimbangan yang rumit untuk mengontrol siklus haid ini, dinamakan jalur HPO-Axis (hipotalamus-pituitary-ovarium).

Fase Folikuler

Pembentukan folikel sangat tergantung pada keberadaan hormon FSH dan LH dari hipofisis anterior. FSH mulai meningkat pada hari pertama setelah haid dimulai. Kadar LH memperlihatkan peningkatan yang sedang. Di bawah pengaruh FSH, dan sedikit LH, 6-12 folikel primer mulai berkembang selama minggu pertama siklus haid.

Pada permulaan minggu kedua, pertumbuhan salah satu folikel mendominasi dan yang lain mulai menurun yang dikenal dengan istilah atresia. Sel-sel granulosa folikel yang dominan tersebut merespon terhadap FSH dan LH dengan mengeluarkan estrogen.

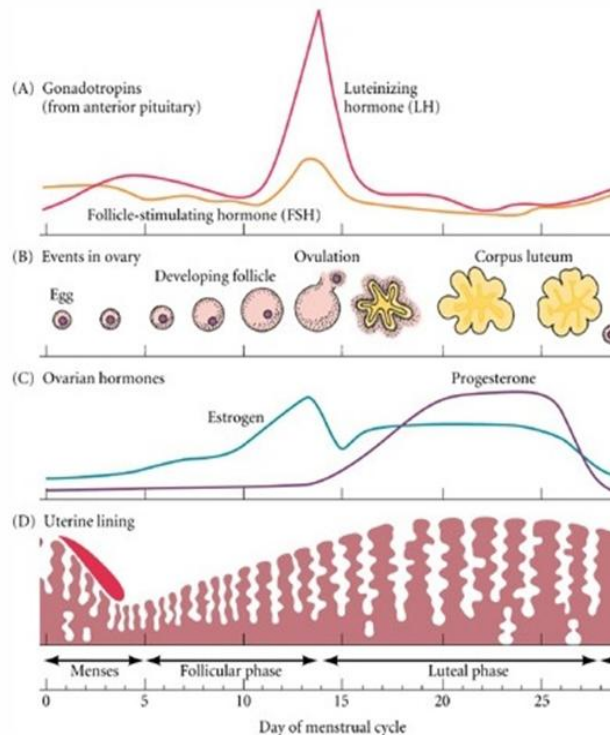
Golongan kedua sel-sel folikel yang disebut sel teka, tumbuh mengelilingi lapisan granulosa. Tingginya estrogen menyebabkan peningkatan reseptor FSH di folikel. Menjelang akhir minggu kedua siklus haid, ovum menyelesaikan pembelahan miosisnya yang pertama. Akibat pembelahan ini satu sel anak menjadi ovum matang, yang berisi 46 kromosom (23 pasang).

Ovulasi

Pada sekitar hari ke-12 siklus haid, terjadi peningkatan drastis pelepasan hormon LH oleh hipofisis anterior sekitar 10 x lipat. Demikian juga hormon FSH juga meningkat. Peningkatan hormon LH mencetuskan pertumbuhan akhir yang mencolok dari folikel, yang mulai membengkak karena akumulasi sekresi. Maka saat ini hormon LH mulai mengubah sel-sel teka dari sel penghasil estrogen menjadi sel penghasil progesteron.

Pada hari ke-13 kadar estrogen menurun dan kadar progesteron mulai meningkat.

Pada hari ke-14, folikel yang terus membengkak mulai mengeluarkan sekresi dan kemudian pecah, yang melepaskan ovum ke dalam rongga abdomen. Sebagian sel granulosa ikut dilepaskan dan sel ini terus membungkus ovum, inilah disebut masa subur atau masa terjadinya ovulasi.



Gambar 12.4 : Siklus haid 28 hari

Stadium Luteal

Setelah ovulasi, sisa sel granulosa dan sel teka membesar dan mengalami proses luteinisasi, berubah menjadi sel-sel kekuningan yang mengandung lemak. Sel yang tertinggal ini disebut korpus luteum. Selanjutnya korpus luteum mengeluarkan progesteron yang bekerja secara negative kepada hipotalamus agar hormon FSH dan LH diturunkan sekresinya. Dalam 10 hari kadar FSH dan LH sangat rendah, manakala tidak ada pembuahan ovum, maka korpus luteum mengalami degenerasi. Seiring dengan proses degenerasi, maka kadar progesteron dan estrogen turun dan mencapai titik rendah pada hari ke-28 dari siklus haid. Tidak adanya progesteron mencetuskan adanya peluruhan endometrium atau disebut haid/menstruasi.

PERUBAHAN UTERUS SELAMA SIKLUS HAID

Selama stadium folikuler siklus haid, estrogen menyebabkan proliferasi (reproduksi dan pertumbuhan) sel-sel endometrium dan otot polos uterus, untuk mempersiapkan uterus manakala ada pembuahan.

Setelah ovulasi, efek progesteron pada uterus menjadi dominan. Sel endometrium yang telah berproliferasi sebelumnya mengeluarkan cairan kaya glikogen dan berbagai enzim. Otot polos uterus menjadi sangat terovaskularisasi dan membengkak untuk menerima hasil pembuahan. Sekersi mukus serviks karena pengaruh estrogen menjadi kental bahkan dapat menutup lubang serviks yang mencegah naiknya sperma yang mengganggu pembuahan.

Apabila tidak terjadi pembuahan, kadar estrogen dan estrogen turun menjelang akhir siklus haid, menyebabkan pembuluh darah vasokonstriksi sehingga sel muterus kekurangan oksigen dan makanan. Hal ini menyebabkan lapisan uterus mengalami disintegrasi dan mulailah darah haid keluar. Dalam 2-3 hari masa menstruasi, hormon FSH dan LH mulai disekresi lagi sehingga mencetuskan fase folikuler proses ini berlangsung sedemikian terus menerus. Lihat gambar 11.4 di atas.

RESPONS SEKSUAL WANITA

Respon seksual wanita terdiri dari; rangsangan, orgasme dan resolusi. Respon ini melibatkan katahanan fisik, aspek psikologis dan pengaruh lingkungan.

Rangsangan

Respon ini terjadi apabila ada manipulasi/rangsangan secara fisik pada genetalia (klitoris) atau adanya khayalan seks. Kedua stimulus ini akan membangkitkan saraf parasimpatis, sehingga menimbulkan dilatasi pembuluh darah sehingga terjadi pembengkakan jaringan erektil di vagina dan klitoris. Sel penghasil mukus di vagina akhirnya mengeluarkan mukus sehingga vagina mengalami lubrikasi.

Orgasme

Sewaktu gairah seks mencapai puncak, maka otot-otot vagina dan daerah perineum (belakang vagina) berkontraksi secara ritmis. Otot polos uterus dan tuba fallopi juga tampak mengalami potensial aksi karena kontraksi. Kontraksi ini disertai perasaan nikmat yang intens dan sangat subyektif. Kontraksi vagina dan uterus ikut mendorong sperma menuju tuba fallopi.

Resolusi

Setelah orgasme, terjadi fase resolusi ditandai dengan penurunan aliran darah genetalia, dan kembalinya kecepatan denyut jantung dan respirasi ke normal.

ANATOMI PANGGUL WANITA

Setiap wanita mempunyai anatomi panggul yang unik dan berbeda satu sama lain. Panggul terdiri atas bagian keras panggul (dibentuk oleh tulang) dan bagian lunak panggul (dibentuk otot, jaringan dan ligamen). Fungsi bagian keras panggul wanita adalah sebagai berikut:

1. Panggul besar untuk menyangga isi abdomen
 2. Panggul kecil untuk membentuk jalan lahir dan tempat alat genitalia
- Sedangkan fungsi bagian lunak panggul wanita adalah sebagai berikut:

1. Membentuk lapisan dalam jalan lahir
2. Menyangga alat genitalia agar tetap dalam posisi normal saat hamil maupun nifas
3. Saat persalinan, berperan dalam proses kelahiran dari kala uri

Ruang panggul terbagi menjadi dua yaitu:

1. Panggul besar (*pelvis mayor*)
2. Panggul kecil (*pelvis minor*)

Panggul besar (*pelvis mayor*). Panggul besar adalah bagian panggul yang terletak di atas linea terminalis (*false pelvis*). Panggul besar berfungsi mendukung isi perut dan menggambarkan keadaan panggul kecil. Panggul kecil (*pelvis minor*). Panggul kecil adalah bagian panggul yang terletak di bawah linea terminalis (*true pelvis*). Panggul kecil ini merupakan wadah alat kandungan dan menentukan bentuk jalan lahir serta penting dalam persalinan. Panggul terdiri dari bagian yang keras dibentuk oleh tulang dan bagian yang lunak dibentuk oleh otot-otot dan ligamen.

BAGIAN PANGGUL YANG KERAS (Pelvis Mayor)

Bagian keras dari panggul wanita terbentuk oleh tulang panggul. Tulang panggul merupakan sebuah corong, bagian atas yang lebar disebut panggul besar, sedangkan bagian bawah untuk menentukan bentuk jalan lahir.

Tulang panggul terdiri atas ; *Tulang pangkal paha (os coccae)*, *tulang kelangkang (os sacrum)* dan *tulang tungging (os coxygis)*

Tulang Pangkal Paha (*Os Coccae*)

Tulang pangkal paha ada 2 buah. Tulang pangkal paha terdiri dari 3 buah tulang yang berhubungan dengan yang lainnya pada acetabulum. Tulang tersebut adalah tulang usus (*os ilium*), tulang duduk (*os ischium*) dan tulang kemaluan (*os pubis*).

Tulang usus (os ilium)

Tulang usus merupakan tulang terbesar panggul yang membentuk bagian atas dan belakang panggul. Batas atas yang tebal disebut *crista illiaca*. Ujung depan maupun belakang dari *crista illiaca* menonjol disebut *spina iliaca anterior superior* dan *spina iliaca posterior superior*. Tonjolan tulang di bawah *spina illiaca anterior superior* disebut *spina illiaca anterior inferior* dan sebelah bawah *spina illiaca posterior superior* terdapat *spina illiaca posterior inferior*. Di bawah *spina illiaca posterior inferior* terdapat tekuk atau cekungan yang disebut *incisura ischiadica major*. Garis yang membatasi panggul besar dan panggul kecil disebut *linea inominata* atau *linea terminalis*.

Tulang duduk (os ischium)

Tulang duduk terletak di sebelah bawah tulang usus, pinggir belakangnya berduri disebut *spina ischiadica*. Di bawah *spina ischiadica* terdapat *incisura ischiadica minor*. Bagian pinggir bawah tulang duduk sangat tebal, yang dapat mendukung berat badan pada saat duduk, disebut *tuber ischiadicum*. *Tuber ischiadicum* merupakan ukuran melintang dari pintu atas panggul.

Tulang kemaluan (os pubis)

Tulang kemaluan terletak di sebelah bawah dan depan dari tulang usus yang disebut dengan tulang duduk. Tulang ini membatasi sebuah lubang yang terdapat dalam tulang panggul, lubang ini disebut *foramen obturatorium*. *Ramus superior ossis pubis* merupakan tulang kemaluan yang berhubungan dengan tulang usus. Sedang yang berhubungan dengan tulang duduk disebut *ramus inferior ossis pubis*. *Ramus inferior* kiri dan kanan membentuk arkus pubis. Arkus pubis normal akan membentuk sudut 90-100 derajat.

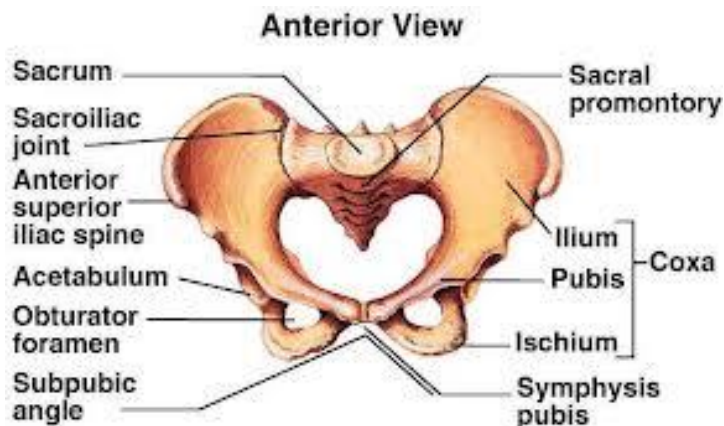
Tulang Kelangkang (Os Sacrum)

Tulang kelangkang ada 1 buah. Tulang kelangkang merupakan tulang yang berbentuk segitiga yang melebar di atas dan meruncing ke bawah. Tulang kelangkang terletak di sebelah belakang antara kedua tulang pangkal paha. Tulang kelangkang terdiri dari 5 ruas tulang senyawa. Kiri dan kanan dari garis tampak 5 buah lubang yang disebut *foramen sacralia anterior*. *Crista sacralis* merupakan deretan cuat-cuat duri yang terdapat di garis tengah tulang kelangkang. Bagian atas dari sakrum yang berhubungan dengan 5 ruas tulang pinggang dan menonjol ke depan disebut *promontorium*. Jarak antara *promontorium* dan pinggir atas simfisis merupakan ukuran muka belakang dari pintu atas panggul. Ke samping tulang kelangkang berhubungan dengan tulang pangkal paha

melalui *articulatio sacro iliaca*. Ke bawah tulang kelangkang berhubungan dengan tulang tungging.

Tulang Tungging (*Os Coxigis*)

Tulang tungging ada 1 buah. Tulang tungging berbentuk segitiga dan terdiri dari 3-5 ruas, tulang yang bersatu. Pada saat persalinan, ujung tulang tungging dapat ditolak sedikit ke belakang, sehingga ukuran pintu bawah panggul bertambah besar.



Gambar 12.5 : Tulang panggul

Bagian Panggul Yang Lunak

Bagian panggul yang lunak terdiri dari otot-otot dan ligamen yang meliputi dinding panggul sebelah dalam dan yang menutupi panggul sebelah bawah. Bagian yang membentuk dasar panggul disebut diafragma pelvis.

Diafragma pelvis terdiri dari:

1. Pars Muskularis
2. Pars Membranosa
3. Regio Perineum

Pars Muskularis

Pars muskularis yaitu muskulus levator ani. Muskulus levator ani terletak agak ke belakang dan merupakan suatu sekat yang ditembus oleh rektum. Muskulus levator ani kiri dan kanan terdiri dari 3 bagian yaitu:

- Muskulus pubokogsigis dari os pubis ke septum anokogsigeum
- Muskulus illio kogsigeus dari arkus tendineus muskulus levator ani ke os kogsigis dan septum anokogsigeum
- Musculus ischio coccygis dari spina ischiadika ke pinggir os sacrum dan os coccygis

Pars Membranosa

Pars membranosa yaitu diafragma urogenital. Antara muskulus pubio kogsigeus kiri kanan terdapat celah berbentuk segitiga yang disebut hiatus urigenitalis yang tertutup oleh sekat yang disebut diafragma urogenitalis. Sekat ini menutupi pintu bawah panggul disebelah depan dan ditembus oleh uretra dan vagina.

Regio Perineum

Regio perineum merupakan bagian permukaan dari pintu bawah panggul. Daerah ini terbagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- Regio analis disebelah belakang – Pada regio analis terdapat muskulus spinter eksternus yang mengelilingi anus dan liang senggama bagian bawah
- Regio urogenitalis – Pada regio urogenitalis terdapat muskulus ischiokavernosus dan muskulus transversus perinei superfisialis

Ligamen-ligamen yang penting adalah ligamen sacro illiaka, ligamen sacro spinosum dan ligamen sacro tuberosum.

BAGIAN PANGGUL KECIL (*PELVIS MINOR*)

Perlu diingat bahwa :

Panggul kecil merupakan tempat alat reproduksi wanita dan membentuk jalan lahir. Panggul kecil mempunyai 4 bidang dengan ukuran yaitu:

1. *Pintu atas panggul*
2. *Bidang luas panggul*
3. *Bidang sempit panggul*
4. *Pintu bawah panggul*

Pintu Atas Panggul

Pintu atas panggul merupakan batas dari panggul kecil yang bentuknya bulat oval. Batas dari pintu atas panggul antara lain: promontorium, sayap os sakrum, linea inominata, ramus superior ossis pubis dan pinggir atas simpisis. Ukuran yang dapat ditentukan oleh pintu atas panggul adalah sebagai berikut:

- Ukuran muka belakang (diameter antero posterior, conjugata vera) – *Conjugata vera* mempunyai ukuran normal 11 cm dan bukan merupakan ukuran terpendek antara promontorium dan simpisis. Ukuran terpendek adalah *conjugata obstetrica*, dari promontorium dan simpisis. Pada seorang wanita yang memiliki panggul sempit, conjugata vera dapat diperhitungkan dengan

mengurangi konjugata diagonalis 1,5-2 cm. Konjugata vera (CV)= CD-1,5 cm.

- Ukuran melintang (*diameter transversa*) – Ukuran normal dari diameter transversa adalah 12,5-13,5 cm. Diameter transversa merupakan ukuran terbesar antara linea inominata diambil tegak lurus pada conjugata vera.
- Ukuran serong (*obliqua*) - *Obliqua* merupakan ukuran panggul yang diambil garis dari artikulasio sakralliaka ke tuberkulum pubikum dari belahan yang bertentangan. Ukuran normal 13 cm.

Bidang Luas Panggul

Bidang luas panggul merupakan bidang dengan ukuran terbesar. Bidang ini terbentang antara pertengahan simpisis, pertengahan acetabulum, dan pertemuan antara ruas kedua dan ketiga tulang kelangkang. Ukuran muka 11,75 cm dan ukuran melintang 12,5 cm.

Bidang Sempit Panggul

Bidang sempit panggul merupakan bidang panggul dengan ukuran yang terkecil. Bidang ini terdapat setinggi bawah simpisis, kedua spina iskhiadika. Ukuran muka belakang 11,5 cm, ukuran melintang 12,5 cm, diameter sagitalis posterior adalah dari sakrum ke pertengahan antar spina iskhiadika 5 cm.

Pintu Bawah Panggul

Pintu bawah panggul terdiri dari dua segitiga dengan dasar yang sama. Segitiga depan dasarnya *tuber ossis ischiadica* dengan dibatasi *arcus pubis*. Segitiga belakang dasarnya tuber ossis ischiadica dengan dibatasi oleh ligamentum sacrotuberosum kanan dan kiri.

Pintu bawah panggul mempunyai 3 ukuran:

- Ukuran muka belakang dari pinggir bawah simpisis ke ujung sakrum, normal 11,5 cm.
- Ukuran melintang, antara ujung sakrum ke pertengahan ukuran melintang, normal 10,5 cm.
- Diameter sagitalis, dari ujung sakrum ke pertengahan ukuran melintang dengan ukuran normal 7,5 cm.

UKURAN-UKURAN PANGGUL

Ukuran panggul kecil dapat diperiksa secara klinis dengan melakukan pemeriksaan dalam ataupun dengan rontgenologi. Ukuran-ukuran panggul luar antara lain:

1. Distantia spinarum
2. Distantia kristarum

3. Konjugata eksterna (*boudeloque*)

4. Ukuran lingkar panggul

Distantia Spinarum

Jarak antara spina iliaka anterior kiri dan kanan, ukuran normal 23-26 cm.

Distantia Kristarum

Jarak yang terjauh antara krista iliaka kanan dan kiri, ukuran 26-29 cm.

Konjugata Eksterna (boudeloque)

Jarak antara pinggir atas simpisis dan ujung *processus spinosus* tulang lumbal V, ukuran 18-20 cm.

Ukuran Lingkar Panggul

Dari pinggir atas simpisis ke pertengahan antara spina iliaka anterior superior dan trochanter mayor sepihak dan kembali melalui tempat yang sama, di pihak lainnya ukuran 80-90 cm.

Inclinatio Pelvis

Inclinatio pelvis adalah sudut antara PAP dengan bidang sejajar pada wanita berdiri. Sudut ini sebesar 55 derajat. Besar dan kecilnya dapat mempengaruhi proses persalinan.

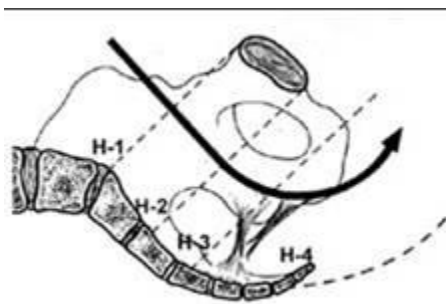
Sumbu Panggul

Sumbu panggul adalah garis yang menghubungkan pusat-pusat dari beberapa bidang di dalam panggul berupa garis lurus di bagian atas sampai suatu titik sedikit di atas spina ischiadica dan kemudian melengkung ke depan di daerah PBP.

Bidang Hodge

Bidang hodge adalah bidang khayal untuk menentukan seberapa jauh bagian depan anak turun ke dalam rongga panggul. Bidang hodge terbagi menjadi:

1. Hodge I : sama dengan PAP
2. Hodge II : sejajar hodge I melalui pinggir bawah simpisis
3. Hodge III : sejajar hodge I melalui spina ischiadica
4. Hodge IV : sejajar hodge I melalui ujung os coccygis



Gambar 12.6: Bidang Hodge

BENTUK PANGGUL

Klasifikasi menurut Caldwell dan Molloy, bentuk panggul terbagi menjadi empat yaitu:

1. Panggul gynecoid
2. Panggul android
3. Panggul anthropoid
4. Panggul platypeloid

Panggul Gynecoid

Panggul yang paling ideal. Diameter anteroposterior sama dengan diameter transversa bulat. Jenis ini ditemukan pada 45% wanita.

Panggul Android

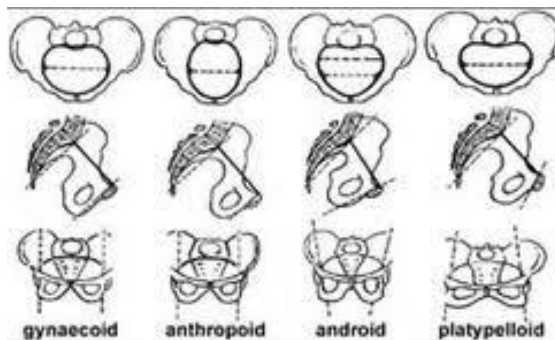
Bentuk pintu atas panggul hampir segitiga. Umumnya pada panggul pria. Panjang diameter transversa dekat dengan sakrum. Pada wanita ditemukan 15%.

Panggul Anthropoid

Bentuk pintu atas panggul agak lonjong seperti telur. Panjang diameter anteroposterior lebih besar daripada diameter transversa. Jenis ini ditemukan 35% pada wanita.

Panggul Platypeloid

Merupakan panggul picak. Diameter transversa lebih besar daripada diameter anteroposterior, menyempit arah muka belakang. Jenis ini ditemukan pada 5% wanita.



Gambar 12.7 : Jenis Panggul

PUBERTAS

Pubertas adalah permulaan pematangan seksual. Anak perempuan lebih awal masa pubertasnya dibanding dengan anak laki-laki. Pada anak perempuan pubertas pada kisaran umur 8-14 tahun, sedangkan pada

anak laki-laki pada usia 10-16 tahun. Pubertas dikendalikan oleh hipotalamus yang mengeluarkan hormon GnRH.

MENOPAUSE

Pada saat seorang wanita menjelang usia 50 tahun, ovum tinggal beberapa ribu saja bahkan sampai dibawah 1000, maka si wanita mengalami masa menopause. Proses menopause terjadi manakala ovarium tidak lagi berespons terhadap hormon LH dan FSH yang membentuk estrogen dan progesteron. Maka penurunan hormon estrogen diduga sebagai penyebab wanita mengalami masa menopause.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-12

Untuk melatih ketrampilan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem reproduksi, ikuti petunjuk berikut ;

- 1) Carilah teman untuk dijadikan kelompok diskusi maksimal 4 orang
- 2) Setelah terbentuk kelompok pergilah ke laborat dan pinjamlah beberapa model atau manikin atau gambar sistem reproduksi (organ seks pria dan wanita)
- 3) Secara bergantian sebutkan bagian-bagian dari organ seks pria internal dan eksternal. Setelah selesai sebutkan pula organ-organ seks wanita internal dan eksternal.
- 4) Dari ke-4 anggota kelompok, buatlah saling berpasangan. Kemudian secara bergantian untuk menemukan letak spina iliaca dan krista iliaca di tulang panggul masing-masing. Setelah yakin benar, lakukan hal serupa kepada tulang panggul teman pasangannya, bila keliru teman yang dijadikan praktikan membetulkan letaknya. Setelah yakin betul, barulah anda mengambil jangka panggul, mulailah anda mengukur ukuran panggul luar (distansia spinarum, distansia kristarum dan distansia boudeloque) Lihat materi KB-10/17.
- 5) Buatlah essay secara individual tentang proses seksual pria dan wanita disertai dengan masalah seksual yang sering dialami oleh pria dan wanita dan cara pencegahannya. Essay paling banyak 4 halaman kertas A-4 diketik dengan font arial ukuran font 12.
- 6) Buatlah paper sebanyak 6 halaman secara individual untuk menjelaskan tentang topik : 1) proses fisiologis haid, gangguan-gangguan seputar haid, pencegahan keluhan haid dan 2) topik pubertas dan menopause pada wanita. Paper diketik font arial ukuran font 12.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-12

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi saluran perkemihan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan bagian-bagian dari organ seks pria eksterna
2. Sebutkan jenis-jenis organ seks pria interna
3. Sebutkan karakteristik seks sekunder pria
4. Sebutkan jenis-jenis organ seks wanita interna
5. Sebutkan jenis-jenis organ seks wanita eksterna
6. Sebutkan karakteristik seks sekunder wanita
7. Sebutkan macam-macam ukuran panggul luar wanita
8. Sebutkan bentuk panggul wanita
9. Jelaskan fisiologis siklus haid
10. Jelaskan fisiologis seksual pria
11. Jelaskan fisiologis seksual wanita
12. Jelaskan bagaimana proses menopause

RANGKUMAN

Organ sistem reproduksi terdiri dari organ seks pria dan organ seks wanita. Organ seks pria dan wanita dibagi dua yaitu bagian dalam dan bagian luar. Organ seks pria bagian luar dinamakan penis dan skrotum, sedangkan bagian dalam terdiri dari testis, tubulus seminiferus, epidermis, vas deferens, vesika seminalis, ampula, uretra dan prostat. Organ seks wanita bagian luar (genetalia eksterna) terdiri dari; mons pubis, labia mayora dan minora. Organ seks wanita bagian dalam (genetalia interna) terdiri dari; ovarium, tuba fallopi, uterus dan vagina. Sedangkan payudara disebut organ reproduksi aksesori, dan klitoris disebut organ erektil. Fungsi organ seks pria adalah mengeluarkan sperma untuk proses pembuahan. Sedangkan fungsi organ seks wanita adalah untuk mengeluarkan sel telur (ovum).

Fungsi dari organ sistem reproduksi pria diatur oleh hormon LH dan testosteron, sedangkan sistem reproduksi wanita diatur oleh hormon FSH, LH, estrogen dan progesteron. Fungsi hormon LH pada pria untuk proses spermatogenesis, sedangkan fungsi hormon FSH dan LH pada wanita untuk proses pematangan sel telur. Fungsi hormon estrogen berfungsi untuk mempersiapkan dinding uterus untuk ditempati hasil pembuahan. Fungsi progesteron yang dihasilkan oleh korpus luteum adalah menipiskan dinding endometrium saat tidak terjadi pembuahan, proses ini dikenal dengan istilah menstruasi (haid).

Organ sistem reproduksi terdiri dari organ seks pria dan organ seks wanita. Organ seks pria dan wanita dibagi dua yaitu bagian dalam dan bagian luar. Organ seks pria bagian luar dinamakan penis dan skrotum, sedangkan bagian dalam terdiri dari testis, tubulus seminiferus, epididymis, vas deferens, vesika seminalis, ampulla, uretra dan prostat. Organ seks wanita bagian luar (genitalia eksterna) terdiri dari; mons pubis, labia mayora dan minora. Organ seks wanita bagian dalam (genitalia interna) terdiri dari; ovarium, tuba fallopi, uterus dan vagina. Sedangkan payudara disebut organ reproduksi aksesori, dan klitoris disebut organ erektil. Fungsi organ seks pria adalah mengeluarkan sperma untuk proses pembuahan. Sedangkan fungsi organ seks wanita adalah untuk mengeluarkan sel telur (ovum).

Fungsi dari organ sistem reproduksi pria diatur oleh hormon LH dan testosteron, sedangkan sistem reproduksi wanita diatur oleh hormon FSH, LH, estrogen dan progesteron. Fungsi hormon LH pada pria untuk proses spermatogenesis, sedangkan fungsi hormon FSH dan LH pada wanita untuk proses pematangan sel telur. Fungsi hormon estrogen berfungsi untuk mempersiapkan dinding uterus untuk ditempati hasil pembuahan. Fungsi progesteron yang dihasilkan oleh korpus luteum adalah menipiskan dinding endometrium saat tidak terjadi pembuahan, proses ini dikenal dengan istilah menstruasi (haid).

Terdapat empat tahap proses seksual pada pria yaitu; rangsangan, ereksi, emisi, ejakulasi dan resolusi. Perpaduan antara tahap emisi dan ejakulasi dinamakan orgasme pada pria. Sedangkan proses seksual pada wanita terdiri dari tahap; rangsangan, orgasme dan resolusi

Karakteristik seks sekunder pada pria karena pengaruh hormon androgen terutama testosteron antara lain; peningkatan massa otot, pertumbuhan tulang, pertumbuhan pola rambut, peningkatan laju metabolisme, pengaktifan kelenjar keringat, perubahan suara dan kebotakan. Sedangkan karakteristik seks sekunder pada wanita antara lain; pertumbuhan payudara, keluarnya rambut kemaluan, pertumbuhan tulang. Untuk proses persalinan sangat dipengaruhi oleh ukuran panggul. Ruang panggul terdiri dari panggul besar dan kecil. Tulang panggul terdiri dari tulang panggul keras dan tulang panggul lunak. Kelancaran proses persalinan sangat ditentukan oleh ruang panggul kecil. Panggul kecil ini memiliki empat bidang yaitu; PAP, bidang luas panggul, bidang sempit panggul dan PBP (pintu bawah panggul). Ruang panggul kecil bisa diprediksi dari ukuran panggul luar, yang lazim adalah ukuran distansia spinarum (23-26 cm), distansia kristarum (26-29 cm) dan distansia boudeloque (18-20 cm).

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-12

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Berikut termasuk organ reproduksi pria eksterna yaitu :
 - a. Testis
 - b. Tubulus seminiferus
 - c. Ampula
 - d. Vas deferens
 - e. Penis
2. Sintesis hormon androgen dimulai sejak masa usia kehamilan minggu
 - a. 6
 - b. 7
 - c. 8
 - d. 9
 - e. 10
3. Proses pematangan sel sperma mendapatkan nutrisi dari
 - a. Sel Leydig
 - b. Sel interstisium Leydig
 - c. Ampula
 - d. Tubulus seminiferus
 - e. Sel Sertoloni
4. Zat kimia hasil sintesis vesika seminalis yang berperan untuk membantu sperma menembus kanalis servikalis wanita adalah :
 - a. Prostaglandin
 - b. ATP
 - c. Prostasimin
 - d. Fosfat kinase
 - e. Fibrinogen kinase
5. Struktur eksterna penis bagian ujung dinamakan ;
 - a. Preputium
 - b. Prepusium
 - c. Scrotum
 - d. Corpus penis
 - e. Glands penis
6. Berikut BUKAN termasuk organ genitalia eksterna wanita :
 - a. Vagina
 - b. Labia mayora
 - c. Klitoris
 - d. Uterus

- e. Labia minora
7. Organ gonad pada wanita diperankan oleh
 - a. Uterus
 - b. Vagina
 - c. Klitoris
 - d. Ovarium
 - e. Tuba fallopi
8. Dinding uterus yang tersusun dari otot polos disebut :
 - a. Endometrium
 - b. Miometrium
 - c. Perimetrium
 - d. Perikardium
 - e. Endometriometrium
9. Otot vagina dipersyarafi oleh saraf :
 - a. Saraf simpatis
 - b. Saraf parasimpatis
 - c. Saraf sensorik pudendus
 - d. Saraf motorik pudendus
 - e. Nervus vaginalis eksternus
10. Berikut termasuk organ reproduksi aksesori pada wanita :
 - a. Vagina
 - b. Payudara
 - c. Mons pubis
 - d. Labia mayora dan minora
 - e. Klitoris
11. Hormon FSH dan LH untuk pematangan folikel disintesis oleh kelenjar :
 - a. Hipotalamus
 - b. Hipofisis posterior
 - c. Hipofisis anterior
 - d. Ovarium
 - e. Korpus luteum
12. Pada hari ke-12 siklus haid, terjadi peningkatan hormon LH yang merangsang disekresinya hormon
 - a. Estrogen
 - b. Progesteron
 - c. Testosteron
 - d. HcG
 - e. Godatotropin hormone
13. Berikut TIDAK termasuk bagian dari bidang panggul kecil (pelvis minor) yaitu :
 - a. Pintu atas panggul
 - b. Bidang luas panggul
 - c. Bidang sempit panggul

- d. Pintu bawah panggul
 - e. Bidang oblique panggul
14. Ukuran panggul untuk distansia spinarum adalah cm
- a. 18-20
 - b. 20-23
 - c. 23-26
 - d. 26-29
 - e. 29-31
15. Menopause pada wanita terjadi karena menurunnya kadar hormon ..
- a. Estrogen
 - b. Progesteron
 - c. Somatotropin
 - d. FSH dan LH
 - e. FSH, LH, Estrogen dan progesteron

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-12*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 13 dari 15 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 13, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC, p:1-9.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM. *Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Penis dan skrotum
2. Testis, tubulus seminiverus, vas deferens, epidedermis, vesika seminalis, ampula
3. Pertumbuhan rambut, pertumbuhan tulang, penambahan suara jadi berat, proliferasi kelenjar keringat, kebotakan.
4. Vagina, uterus, tuba fallopi, ovarium

5. Monds pubis, vagina, labia mayora dan minora
6. Pertambahan besar payudara, pinggul, pertambahan suara, tumbuhnya rambut kemaluan
7. Distansia spinarum, distansia kristarum, distansia boudeloque
8. Bentuk panggul ginekoid, android, anthropoid, dan platypeloid
9. Fase folikuler, fase ovulasi dan fase luteal
10. Tahap rangsangan, ereksi, emisi, ejakulasi dan resolusi
11. Tahap rangsangan, orgasme dan resolusi
12. Penurunan hormon estrogen

KEGIATAN BELAJAR-13 SISTEM HORMONAL

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-13

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem hormonal dengan pokok bahasan atau kegiatan belajar meliputi : organ endokrin, kerja hormon secara umum, klasifikasi hormon, hormon hipotalamus dan hipofisis, hormon gonadotropin, hormon kehamilan dan persalinan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-13

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-13 adalah mahasiswa mampu :

- 1) Menyebutkan jenis organ endokrin
- 2) Menjelaskan prinsip umum kerja hormon dalam mempengaruhi sel secara fisiologis
- 3) Menyebutkan klasifikasi hormon
- 4) Menjelaskan jenis dan kerja hormon hipotalamus dan hipofisis
- 5) Menjelaskan jenis dan kerja hormon gonad
- 6) Menjelaskan jenis dan kerja hormon yang mempertahankan kehamilan dan yang mempengaruhi proses persalinan.

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-13

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-13 ini ada beberapa metode yang digunakan untuk penilaian kinerja mahasiswa yaitu :

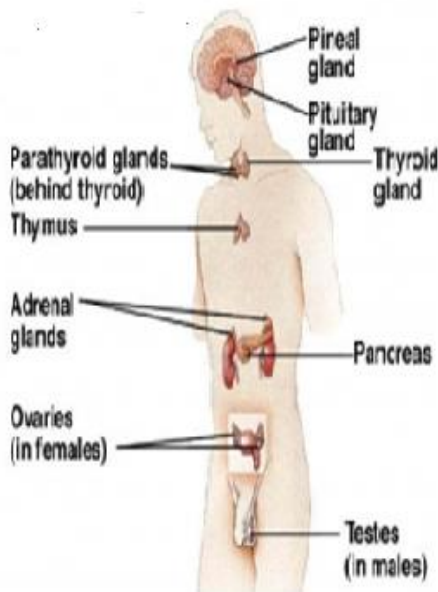
Kompetensi/Tujuan Pembelajaran	Metode Penilaian Kinerja	Keterangan
1. Menyebutkan organ endokrin	<i>Small group</i>	Kelompok kecil 6 mhs
2. Menyebutkan klasifikasi hormon	<i>discussion</i>	
3. Menjelaskan kerja hormon di		

tingkat sel		
4. Menjelaskan kerja hormon hipotalamus dan hipofisis	Tanya-jawab	Individual
5. Menjelaskan kerja hormon gonad		
6. Menjelaskan jenis dan kerja hormon yang memperahankan kehamilan dan yang mempenagruhi proses persalinan	<i>Post test dalam bentuk soal esay</i>	Individual

MATERI KEGIATAN BELAJAR-13

ORGAN ENDOKRIN

Organ endokrin atau disebut dengan kelenjar endokrin adalah kelenjar yang memproduksi hormon untuk mengatur sistem organ secara fisiologis. Organ endokrin dimaksud antara lain; hipotalamus, hipofisis, paratiroid, tiroid, kelenjar adrenal, pankreas, ovarium dan testis. Lihat gambar 13.1 berikut :

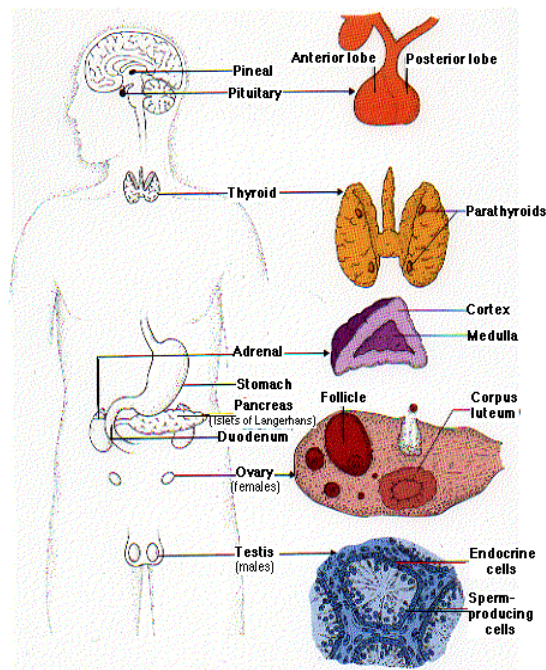


Gambar 13.1 : Organ Endokrin

Secara anatomis letak masing-masing kelenjar endokrin sebagai berikut :

1. Kelenjar hipofisis atau kelenjar pituitary terletak di dasar cerebrum dibawah hipotalamus

2. Kelenjar tiroid atau kelenjar gondok terletak di bagian bawah leher dekat jakun
3. Kelenjar paratiroid terletak di bagian bawah kelenjar tiroid
4. Kelenjar pankreas atau kelenjar pulau langerhans terletak di dekat lambung
5. Kelenjar gonad atau kelenjar kelamin, kalau pria terletak di testis dalam scrotum, kalau wanita terletak di dalam ovarium
6. Kelenjar adrenal atau anak ginjal/suprarenalis terletak di atas ginjal
7. Kelenjar timus terdapat di daerah dada



Gambar 13.2 : Organ Endokrin

Hipotalamus

Hipotalamus disebut juga dengan *master endocrine glands*, berada di sistem limbik (perbatasan). Peran hipotalamus adalah pusat perilaku, pusat pengatur suhu, osmolalitas cairan, pusat dorongan untuk makan dan minum, pengatur berat badan dan pusat dorongan seks, pusat pengatur emosional dan rasa senang (Guyton, 1996).

Hipofisis

Hipofisis disebut juga dengan *master of glands*, karena menghasilkan berbagai hormon yang berfungsi mengatur kerja kelenjar endokrin yang lain. Hipofisis terletak di bawah hipotalamus berbentuk lonjong sebesar

biji kacang kapri. Hipofisis terdiri dari dua lobus yaitu hipofisis posterior (neurohipofisis) menghasilkan hormon oksitosin dan ADH, dan hipofisis anterior (adenhipofisis) menghasilkan hormon prolaktin, TSH, ACTH, LH, FSH dan GH.

Thymus

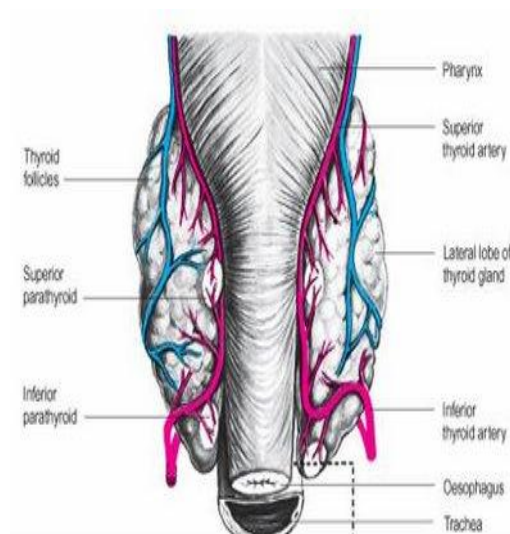
Kelenjar ini terletak di rongga dada bagian mediastinum superior, terbagi menjadi dua lobus yaitu lobus kanan dan kiri. Kelenjar timus sangat nampak pada masa bayi sampai pubertas, menghasilkan hormon timosin untuk pematangan limfosit T (Sel-T) sebagai pemicu limfosit B yang membentuk antibodi.

Tiroid

Kelenjar tiroid atau kelenjar gondok terletak di bagian bawah leher dekat jakun. Memproduksi hormon triiodotironin dan tiroksin untuk mencegah terjadinya pembesaran tiroid (gondok).

Paratiroid

Kelenjar paratiroid berjumlah 4 buah terletak dipermukaan posterior kelenjar tiroid. Mensekresi paratiroid hormon (PTH) bermanfaat meningkatkan kadar Ca dalam darah dan meningkatkan reabsorpsi Ca di ginjal sehingga kadar Ca dalam urine rendah. Hormon PTH juga berfungsi untuk mengaktifkan vitamin D.



Gambar 13.3 : Organ Paratiroid

Adrenal

Ditemukan oleh Bartholomeo Eustachius (1963), Adrenal berbobot 6-10 gram. Kelenjar ini mulai terbentuk pada usia kehamilan 2 bulan. Pada orang dewasa 90% terdiri dari korteks, dan 10% medulla. Terletak dibagian atas kedua ginjal atau posisi posteriomedial, berbentuk piramida dan panjangnya berkisar 4-6 cm, tebal 1 cm (Guyton, 1996).

Adrenal kortek terdiri dari 3 zona yaitu 1) glomerulusa, 2) fasciculata dan 3) reticularis. Zona glomerulusa mensekresi hormon aldosteron, dan serabut syarafnya mengandung katekolamin. Zona fasciculata dan reticularis mensekresi hormon kortison (hormon stress) dan hormon androgen. Sedangkan adrenal medulla menghasilkan epineprin dan norepineprin.

Ovarium

Ovarium termasuk organ genitalia interna dari wanita. Bentuk ovarium adalah avoid. Jumlah ovarium dua buah yaitu satu di kanan dan satu di kiri uterus yang terikat ligamentum ovarian. Fungsi ada dua, sebagai fungsi eksokrin yaitu menghasilkan ovum dan sebagai fungsi endokrin menghasilkan hormon estrogen progesterone.

Testis

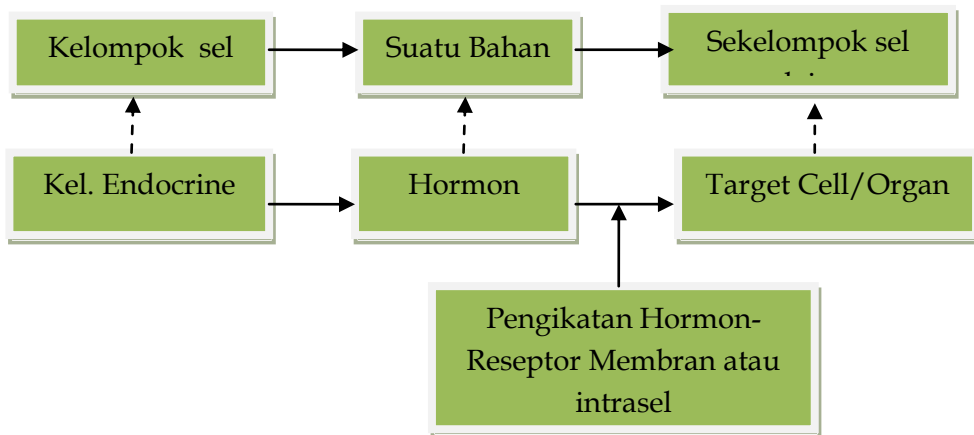
Testis berbentuk avoid dan terletak di dalam scrotum, digantung oleh veniculus spermaticus. Fungsi testis dan dua, sebagai fungsi eksokrin yaitu menghasilkan sperma. Sebagai fungsi endokrin menghasilkan testostosterone.

Kedua fungsi ini diperankan oleh sel 1) spermatogonia di dalam tubulus seminiferus, 2) sel leydig menghasilkan testostosterone sebagai akibat respon terhadap LH, 3) sel sertolini untuk maturasi sel benih. Spermatogenesis dirangsang oleh hormon FSH dan LH yang diproduksi oleh hipofisis anterior.

KERJA HORMON

Kerja hormon pada tingkat sel dimulai dengan pengikatan hormon dan reseptor spesifik. Hormon dapat diklasifikasikan berdasarkan lokasi reseptor dan sifat sinyal atau *messenger* kedua yang digunakan untuk memperantai kerja hormon di dalam sel. Regulasi hormon ini berguna untuk fungsi kehidupan sehari-hari seperti aktivitas makan, keadaan senang dan susah, pertumbuhan badan, dan konsumsi gula dan garam.

Hormon adalah suatu bahan kimia yang disekresi oleh satu atau sekelompok sel ke dalam cairan tubuh yang menyebabkan timbulnya efek fisiologis pada sel lain dari tubuh.



Fungsi hormon untuk mengontrol tingkat aktifitas dari jaringan target dengan jalan mengubah reaksi kimia dalam sel dan mengubah permeabilitas membran sel terhadap bahan yang spesifik. Macam-macam hormon digolongkan dalam 4 besar yaitu *hormon polipeptida*, *hormon steroid*, *hormon amine* dan *hormon asam lemak*.

Tabel 13.1 Tabel dari jaringan, hormon, target dan aksi

Jaringan	Hormon	Target	Aksi
Hipotalamus	Memerintah Atau menghambat hormon	Hipofisis anterior Hipofisis posterior	Stimulasi atau menghambat hormon spesifik dari hipofisis
Hipofisis anterior	TSH	Tiroid	Stimulasi sekresi dan sintesa tirosin
	Prolaktin	Kelenjar payudara	Stimulasi sintesis ASI
	ACTH	Kortek adrenal	Stimulasi sintesis seks steroid, mineralocorticoid dan glukokorticoid
	GH	Banyak sel	Stimulus pertumbuhan seluruh tubuh
	LH	Ovarium	Stimulasi sintesis Ovulasi, sintesis

	FSH	Testis	estrogen dan progesterone Stimulasi sintesis testosterone
		Ovarium	Stimulasi pertumbuhan folikel ovarium
		Testis	Stimulasi produksi sperma
Hipofisis posterior	Oksitosin	Kelenjar payudara	Pengeluaran ASI
	ADH	Ginjal	Meningkatkan penyerapan air
Tiroid	Tiroksin	Banyak sel	Meningkatkan BMR
	Kalsitonin	Tulang	Stimulasi pemasukan kalsium tulang
Paratiroid	Hormon paratiroid	Tulang	Stimulasi pengeluaran kalsium ke dalam darah
		Saluran pencernaan	Stimulasi kalsium ke dalam darah
Medula adrenal	Epineprin	Sistem sirkulasi	Meningkatkan irama jantung, tekanan darah, dan kadar gula darah.

MEKANISME KERJA HORMON

Mekanisme kerja hormon melalui dua cara yaitu: 1) melalui cyclic AMP dan 2) mengaktifasi gen dari sel dengan cara pembentukan protein yang spesifik. Hormon dihasilkan oleh sel produksi hormon (kelenjar endokrin), berdifusi masuk kedalam sirkulasi darah dan menuju organ sasaran dengan bantuan reseptor spesifik.

Respon jaringan terhadap adanya efek hormon tergantung pada : 1) kecepatan sintesis dan sekresi hormon, 2) jarak antara sintesis dan

organ sasaran, 3) pengangkut hormon dalam darah (kadar protein darah), 4) perubahan dari hormon non aktif menjadi aktif dan 5) degradasi hormon, 6) reseptor hormon.

Hormon sebelum menunjukkan aktivitasnya harus berikatan dengan reseptor. Namun demikian ikatan hormon dan reseptor tidak selalu menunjukkan aktivitas (hasil). Keberadaan reseptor tergantung pada aktivitas hormon-reseptor, jumlah reseptor, kualitas reseptor, lokalisasi reseptor dan sintesis pasca reseptor. Letak reseptor bisa berada pada membran sel atau dalam intrasel.

Reseptor *di intrasel*, mediator intraselnya adalah kompleks hormon-reseptor. Golongan hormon yang menggunakan kompleks hormon-reseptor sebagai second messengernya adalah hormon estrogen, progesteron, glukokortikoid (kortison), mineralokortikoid (aldosteron), hormon androgen, hormon tiroid. Sedangkan reseptor di *membran sel*, biasanya berifat lipofobik atau hidrofilik, mediator intraselnya sebagai second mesenger adalah C-AMP, C-GMP, Ca⁺⁺.

Kerja hormon pada tingkat sel dimulai dengan pengikatan hormon dengan reseptor spesifiknya. Hormon dapat diklasifikasikan berdasarkan lokasi reseptor dan sifat sinyal atau messenger kedua yang digunakan untuk memperantarai kerja hormon di dalam sel.

Hormon terdapat dengan konsentrasi yang sangat rendah di dalam cairan ekstrasel, yaitu berkisar antara 10⁻¹⁵ sampai 10⁻⁹ mol/L. Konsentrasi ini jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan konsentrasi banyak biomolekul dengan struktur serupa seperti sterol, asam amino, peptida, protein dimana konsentrasi dalam sirkulasi sekitar 10⁻⁵ - 10⁻³ mol/L. Hormon memulai efektifitas biologisnya melalui pengikatan dengan reseptor yang spesifik dan karena setiap sistem pengontrolan yang efektif harus memiliki pula sarana untuk mengehentikan suatu respons, kerja yang ditimbulkan oleh hormon umumnya akan berhenti ketika efektor tersebut terlepas dari reseptor.

Sel target (target organ) ditentukan berdasarkan kemampuannya untuk mengikat secara selektif hormon tertentu lewat reseptor spesifik. Interaksi hormon-reseptor ditentukan oleh ciri sebagai berikut : 1) radioaktivitas tidak boleh mengubah aktivitas organ target, 2) pengikatan harus bersifat spesifik, 3) pengikatan harus terjadi disekitar konsentrasi yang menimbulkan respons biologis.

Klasifikasi hormon

Hormon dapat diklasifikasikan menurut lokasi kimia, sifat kelarutan, lokasi reseptor dan sifat sinyal yang digunakan untuk memperantarai kerja hormon di dalam sel. Klasifikasi hormon berdasarkan mekanisme kerjanya.

1. Hormon yang terikat pada reseptor intrasel (kelompok I)
 - Androgen
 - Kalsitrol
 - Estrogen
 - Glukokortikoid
 - Mineralokortikoid
 - Progestin
 - Hormon tiroid (T₃ dan T₄)
2. Hormon yang terikat pada reseptor membran sel (kelompok II)
 - 2.1 Second messenger adalah cAMP
 - Katekolamin
 - Adenokortikotropik (ACTH)
 - Angiotensin II
 - Hormon antidiuretik (ADH)
 - Kalsitonin
 - Chorionic gonadotropin, human (hCG)
 - Cortikotropik-releasing hormon (CRH)
 - Follicle stimulating hormon (FSH)
 - Glukagon
 - Lipotropin (LPH)
 - Luteinizing hormon (LH)
 - Melanocyte stimulating hormone (MSH)
 - Paratiroid hormon
 - Somatostatin
 - Thyroid stimulating hormone (TSH)
 - 2.2 Second messenger adalah cGMP
 - Nitrogen oksida
 - 2.3 Second messenger adalah Ca²⁺
 - Asetilkolin
 - Vasopresin
 - Kolesistokinin
 - Gastrin
 - Gonadotropin-releasing hormone (GnRH)
 - Oksitosin
 - Substansi P
 - 2.4 Second messenger adalah kinase atau lintasan fosfat
 - Chorionic somatomammotropin (CS)
 - Epidermal growth hormone
 - Eritropoietin
 - Fibroblast growth hormone (FGF)
 - Growth hormone (GH)

- Insulin
- Prolaktin

HORMON HIPOFISIS DAN HIPOTALAMUS

Hipofisis anterior

Hormon hipofisis anterior sejak lama sudah dibicarakan, hormon hipofisis anterior ini dikategorikan menjadi tiga yaitu : 1) kelompok hormon pertumbuhan – prolaktin – korionik somatomotropin, 2) kelompok hormon glikoprotein, dan 3) famili peptida proopiomelanokortin.

(1) Hormon pertumbuhan (GH)

Sintesis	Hormon ini disintesis oleh sel somatotrop. Sel paling banyak jumlahnya di dalam hipofisis. Konsentrasi hormon ini di dalam hipofisis 5-15 mg/g
Reseptor	Sitokin-hematopoetin (berupa protein)
Kerja fisiologis	Hormon ini esensial bagi pertumbuhan pasca natal dan metabolisme normal karbohidrat, lipid, nitrogen serta mineral.
Patofisiologi	Kekurangan dan kelebihan hormon ini bersifat patologis.

Kegunaan hormon pertumbuhan

1. Sintesis protein

Hormon pertumbuhan akan meningkatkan transportasi asam amino ke dalam sel otot dan juga meningkatkan sintesis protein lewat mekanisme yang terpisah dari efek pengangkutan.

2. Metabolisme karbohidrat

Hormon pertumbuhan umumnya melawan efek insulin. Hiperglikemia sesudah pemberian hormone pertumbuhan merupakan kombinasi akibat penurunan pemakaian glukosa di jaringan perifer dengan peningkatan produksi glukosa di hati melalui proses glukoneogenesis. Di hati hormone pertumbuhan akan meningkatkan jumlah glikogen hati, dan peristiwa ini terjadi akibat aktivasi proses glukoneogenesis dari asam amino. Pemberian hormone pertumbuhan dalam jangka lama dapat mengakibatkan diabetes mellitus.

3. Metabolisme lipid

Hormon pertumbuhan mendorong pelepasan asam lemak bebas dan gliserol dari jaringan adipose, meningkatkan kadar asam lemak bebas yang beredar di dalam darah, dan menyebabkan peningkatan oksidasi asam lemak bebas di hati. Pada defisiensi insulin dapat meningkatkan ketogenesis.

4. **Metabolisme mineral**
Hormon pertumbuhan meningkatkan keseimbangan positif kalsium, magnesium serta fosfat dan menimbulkan retensi natrium dan kalium serta klorida.
5. **Efek mirip prolaktin**
Hormon pertumbuhan mengikat reseptor laktogenik dan dengan demikian memiliki banyak sifat prolaktin, seperti stimulasi kelenjar mammae, laktogenesis.

(2) *Prolaktin*

Sintesis	Hormon ini disekresi oleh laktotrop yang merupakan sel asidofilik pada hipofisis anterior. Jumlah sel ini akan meningkat saat kehamilan.
Reseptor	Sama dengan reseptor hormon GH
Kerja fisiologis	Mengawali dan mempertahankan proses laktasi
Patofisiologi	Kekurangan hormon ini air susu tidak bisa diproduksi secara cukup

(3) *Hormon Gonadotropin (FSH, LH dan hCG)*

Kelompok hormon ini bertanggung jawab atas proses gametogenesis dan steroidogenesis di dalam kelenjar gonad. Masing-masing hormon ini merupakan glikoprotein dengan massa molekul sekitar 25 kDa.

1) *Follicle -stimulating hormone (FSH)*

FSH terikat dengan reseptor spesifik pada membrane plasma sel targetnya, yakni sel folikel di ovarium dan sel sertoli di testis. Peristiwa ini akan mengaktifkan enzim adenil siklase dan meningkatkan produksi cAMP.

2) *Luteinizing hormone (LH)*

LH- terikat pada reseptor membrane plasma yang spesifik dan menstimulasi produksi progesterone oleh sel korpus luteum dan produksi testosterone oleh sel leydig. Sinyal intrasel yang diberikan oleh kerja LH adalah cAMP. Nukleotida ini meniru kerja LH yang mencakup peningkatan konversi asetat menjadi precursor untuk sintesis kolesterol, dan peningkatan konversi

kolesterol menjadi pregnenolon, yakni suatu tahap yang diperlukan dalam pembentukan progesterone dan testosterone.

3) *Human chorionic gonadotropin (hCG)*

hCG merupakan glikoprotein yang disintesis di sel sinsitiotrofoblas plasenta. Hormon ini mempunyai struktur dimmer alfa-beta yang khas bagi golongan ini paling menyerupai LH. Kadar hCG meningkat di dalam darah dan urine segera setelah implantasi ovum yang sudah dibuahi, dengan demikian ditemukannya hCG merupakan petunjuk dasar bagi banyak tes kehamilan.

(4) *Thyroid –Stimulating Hormone (Tsh)*

TSH merupakan glikoprotein yang mempunyai struktur dimmer alfa-beta dengan masa molekul sekitar 30 kDa. TSH terikat oleh reseptor membrane plasma dan mengaktifkan enzim adenil siklase. Peningkatan kadar cAMP bertanggung jawab atas kerja TSH pada biosintesis hormone tiroid.

(5) *Adrenokortikotopik Hormon (ACTH)*

ACTH merupakan suatu polipeptida rantai tunggal yang terdiri atas 39 asam amino, mengatur pertumbuhan dan fungsi korteks adrenal. 24 buah asam amino dengan ujung terminal-amino diperlukan untuk aktivitas biologic yang penuh dan selalu tidak pernah berubah antar berbagai spesies, sementara 15 asam amino dengan ujung terminal-karboksil terdapat dalam jumlah yang cukup bervariasi. ACTH meningkatkan pertumbuhan korteks adrenal dengan meningkatkan sintesis protein dan RNA. ACTH terikat pada reseptor membrane plasma. Dalam waktu beberapa detik setelah terjadi interaksi ini, kadar cAMP intrasel meningkat secara nyata. Analog cAMP meniru kerja ACTH tetapi unsure kalsium juga terlibat.

Hipofisis Posterior

(1) *Oksitosin*

<p>Pengaturan sekresi</p>	<p>Impuls neural yang terbentuk dari rangsangan papilla mammae merupakan stimulus primer bagi pelepasan oksitosin. Distensi vagina dan uterus merupakan stimulus sekunder. Prolaktin dilepaskan oleh banyak stimulus yang melepaskan oksitosin, dan fragmen oksitosin pernah dikemukakan sedbagai factor pelepas prolaktin. Estrogen merangsang produksi oksitosin serta</p>
---------------------------	--

	neurofislin I dan progesterone menghambat produksi senyawa ini.
Mekanisme kerja	<p>Hormon ini menyebabkan kontraksi otot polos uterus sehingga digunakan dalam dosis farmakologik untuk menginduksi persalinan pada manusia.</p> <p>Fungsi fisiologi :</p> <p>Merangsang kontraksi sel mioepitel yang mengelilingi alveoli mammae. Fungsi ini meningkatkan gerakan ASI dalam duktus alveolaris dan memungkinkan terjadinya ejskasi ASI. Reseptor membrane untuk oksitosin ditemukan baik dalam jaringan uterus maupun mammae. Jumlah reseptor ini bertambah oleh pengaruh estrogen dan berkurang oleh pengaruh progesterone. Kenaikan kadar estrogen yang terjadi bersamaan dengan penurunan kadar progesterone dan terlihat sesaat sebelum persalinan mungkin bisa menjelaskan awal laktasi sebelum persalinan. Derivat progesterone lazim digunakan untuk menghambat laktasi post partum. Oksitosin serta neurofislin I tampaknya dihasilkan oleh ovarium dan di dalam organ ini oksitosin mungkin menghambat steroidogenesis.</p> <p>Gugus kimia yang penting bagi kerja oksitosin mencakup gugus amino primer pada sistein dengan ujung terminal-amino, gugus fenolik pada tirosin, gugus tiga karboksiamida pada asparagin, glutamine serta glisinamida dan ikatan disulfide.</p>

(2) ADH

Pengaturan sekresi	<p>Impuls saraf yang memicu pelepasan ADH diaktifkan oleh sejumlah stimulus yang berlainan. Peningkatan osmolalitas plasma merupakan stimulus fisiologik yang primer. Peristiwa ini diperantai oleh <i>osmoreseptor</i> yang terletak di hipotalamus dan <i>baroreseptor</i> yang terletak di jantung serta sistem vaskuler lainnya.</p> <p>Stimulus lainnya adalah stress emosional serta stress fisik dan preparat farmakologik yang</p>
--------------------	--

	mengandung asetilkolin, nikotin, serta morfin. Epineprin dan preparat yang memperbesar volume plasma akan menghambat sekresi ADH, sebagaimana halnya dengan etanol.
Mekanisme kerja	Sel target ADH adalah tubulus kontortus distal dan tubulus koligentes. Reseptor ADH adalah berkaitan dengan adenil siklase dan cAMP yang menimbulkan berbagai efek di tubulus ginjal. Abnormalitas sekresi dan kerja ADH menyebabkan diabetes insipidus yang ditandai dengan volume urine yang banyak dan encer.

Hormon Plasenta Mempertahankan Kehamilan

Blastosit yang telah berimplantasi membentuk trofoblast, dan selanjutnya trofoblast tersebut tersusun menjadi plasenta. Plasenta menyediakan hubungan nutrisi antara embrio dan sirkulasi darah maternal, serta memproduksi sejumlah hormon.

1) hCG

Fungsi primer hCG adalah mendukung korpus luteum sampai plasenta menghasilkan progesterone dalam jumlah yang cukup untuk mendukung kehamilan. Keberadaan hCG dapat dideteksi dalam waktu beberapa hari setelah implantasi, dan ini sebagai dasar test kehamilan. Puncak kadar hCG pada pertengahan trimester pertama setelah itu turun berangsur-angsur.

2) Progesterin

Korpus luteum merupakan sumber utama progesterone bagi kehamilan 6-8 minggu pertama, dan kemudian plasenta mengambil alih fungsi ini. Korpus luteum akan terus berfungsi, tetapi pada stadium lanjut kehamilan, plasenta akan membuat progesterone 30-40 kali lebih banyak daripada jumlah yang dibuat oleh korpus luteum. Plasenta tidak mensintesis kolesterol, sehingga keberadaan kolesterol tergantung pasokan maternal.

3) Estrogen

Konsentrasi estradiol, estron dan estriol dalam plasma akan meningkat secara bertahap selama kehamilan. Pengukuran kadar estriol di dalam urine digunakan untuk mencatat fungsi proses maternal-fetal.

4) Laktogen plasenta

Plasenta membuat suatu hormone yang dinamakan laktogen plasenta. Hormon ini juga disebut somatomammotropin atau hormone pertumbuhan plasenta, karena hormone ini memiliki sifat biologic campuran prolaktin dan hormone pertumbuhan. Fungsi

laktogen plasenta sampai sekarang masih dalam kajian ilmu kedokteran.

Faktor Pemicu Persalinan Tidak Diketahui

Kehamilan berlangsung dengan jumlah hari yang sudah ditentukan untuk masing-masing spesies, tetapi factor yang menjadi penyebab berakhirnya kehamilan masih belum diketahui. Pengaruh hormonal memang dicurigai tetapi masih belum terbukti. Estrogen dan progesterone dicurigai mengingat kedua hormone ini mempengaruhi kontraktilitas uterus. Disamping kedua hormone tersebut ternyata katekolamin juga ikut berperan dalam induksi persalinan. Oksitosin diduga juga merangsang kontraktilitas uterus tetapi tidak akan memulai suatu persalinan. Di dalam uterus terdapat reseptor oksitosin 100 x lebih banyak pada kehamilan aterm dibanding pada awal kehamilan. Jumlah reseptor oksitosin ini diperbesar dengan sekresi estrogen. Begitu persalinan dimulai, serviks akan membuka sehingga memulai refleksi hantaran saraf yang menstimuli pelepasan oksitosin dan kontraksi uterus terjadi. Faktor kedua selain hormonal yang membantu persalinan adalah factor mekanik dan gaya.

Estrogen dan Progesteron Merangsang Perkembangan Payudara

Hormon seks perempuan memulai proses ini, mengingat estrogen bertanggung jawab atas pertumbuhan duktus dan progestin merangsang proliferasi alveolus. Pada masa pubertas kelenjar ini mulai membesar seiring dengan penambahan jaringan adipose tetapi kelenjar mammae sangat cepat perkembangannya selama proses kehamilan karena dipicu oleh estradiol dan progesterone.

Pada saat kehamilan kadar progesterone justru menghambat produksi dan sekresi ASI. Laktasi dimulai saat hormone progesterone ini menurun tiba-tiba setelah persalinan. Pada kehamilan produksi ASI sangat tergantung pada prolaktin. Kadar prolaktin akan turun tiba-tiba saat setelah persalinan (periode post partum awal) tetapi akan meningkat lagi setelah ada rangsangan pengisapan puting yang menjamin laktasi berkelanjutan. Bila isapan puting berkurang ditambah konsumsi hormone androgen maka proses laktasi akan berhenti.

Pengisapan puting oleh bayi atau karena rangsangan emosional ibu melihat bayi menangis, akan memberikan stimulus ke medulla spinalis menuju ke otak (hipotalamus) mengakibatkan hipofisis posterior mensekresi oksitosin. Oksitosin merangsang kontraksi sel mioepitel yang mengelilingi duktus alveolaris sehingga menyempitkan ASI keluar dari dalam kelenjar.

Di sisi lain manakala ibu mengalami stres yang berlebihan, maka rangsangan stres akan mensekresi hormon kortisol (hormon stres). Akibat sekresi hormon kortisol akan mempengaruhi hipofisis untuk mengeluarkan hormon ACTH. Hormon ini akan mempengaruhi korteks adrenal sehingga terjadi penurunan hormon prolaktin dan oksitosin. Sehingga rangsangan emosional akan menurunkan produksi air susu. Stres juga menurunkan pengeluaran hormon oksitosin.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-13

Untuk melatih ketrampilan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem hormon yang berkaitan dengan proses kehamilan dan persalinan, ikuti petunjuk berikut ;

1. Carilah kelompok maksimal terdiri dari 4 mahasiswa
2. Buatlah paper sebanyak 6 halaman secara kelompok untuk menjelaskan tentang topik bagaimana kerja hormon gnatotropin dalam proses dan mempertahankan kehamilan dan persalinan.
3. Paper diketik font arial ukuran font 12.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-13

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi saluran perkemihan sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan organ endokrin
2. Sebutkan jenis hormon yang dikeluarkan oleh masing-masing organ endokrin
3. Jelaskan bagaimana kerja hormon
4. Sebutkan beberapa hormon yang berperan mempertahankan kehamilan dan pemicu proses persalinan.

RANGKUMAN

Organ endokrin terdiri dari hipotalamus, hipofisis anterior dan posterior, thymus, tiroid, paratiroid, pankreas, adrenal, ovarium dan testis. Hormon hipotalamus berfungsi sebagai perintah dan penghambat pelepasan hormon hipofisis.

Hipofisis anterior memproduksi hormon FSH, LH, ACTH, TSH, GH dan prolaktin, hipofisis posterior memproduksi hormon oksitosin dan ADH. Kelenjar pankreas mensintesis hormon insulin. Adrenal kortek memproduksi hormon glukokortikoid dan medula memproduksi hormon mineralokortikoid. Ovarium memproduksi hormon estrogen dan progesteron sedangkan testis memproduksi hormon testosteron.

Kerja hormon di tingkat sel dimulai dari beredarkan hormon di pembuluh darah, kemudian berikatan dengan reseptor intra sel atau membran sel terjadilah kompleks hormon-reseptor, baru mempengaruhi target cell secara fisiologis.

Selama proses kehamilan ada beberapa hormon yang mempertahankannya yaitu; hCG, progesterin, estrogen dan laktogen plasenta. Kedua hormon estrogen dan progesteron diduga sebagai pemicu proses persalinan berlangsung.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-13

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Organ endokrin berikut disebut master of glands
 - a. Hipotalamus
 - b. Hipofisis
 - c. Adrenal kortek
 - d. Ovarium
 - e. Testis
2. Organ endokrin berikut memproduksi hormon GH :
 - a. Hipotalamus
 - b. Hipofisis anterior
 - c. Hipofisis posterior
 - d. Tiroid
 - e. Paratiroid
3. Organ endokrin yang terletak di bawah lambung adalah :

a. Paratiroid	d. Adrenal
b. Thymus	e. Ovarium

- c. Pankreas
4. Aksi dari hormon prolaktin adalah :
 - a. Ejeksi ASI
 - b. Stimulasi sintesis ASI
 - c. Mempertahankan kehamilan
 - d. Pembesaran payudara saat kehamilan
 - e. Stimulasi produksi ovum
5. Stimulasi pertumbuhan folikel di ovarium adalah fungsi dari hormon
 - a. LH
 - b. GH
 - c. TSH
 - d. FSH
 - e. ACTH
6. Hormon yang mengalami peningkatan setelah terjadi implantasi hasil pembuahan adalah :
 - a. Estrogen
 - b. Progestin
 - c. Laktogen plasenta
 - d. hCG
 - e. Progesteron
7. Sekresi kelenjar adrenal dirangsang oleh hormon
 - a. Kortisol
 - b. ADH
 - c. Glukagon
 - d. ACTH
 - e. Epineprin
8. Hormon yang berfungsi menginduksi uterus saat proses persalinan adalah :
 - a. Estrogen
 - b. Prolaktin
 - c. Progesteron
 - d. Oksitosin
 - e. Kortisol
9. Target organ dari dilepasnya hormon ADH adalah :
 - a. Tubulus kontortus distal dan tubulus koligentes
 - b. Glomerulus
 - c. Korteks ginjal untuk memproduksi hormon adrenalin
 - d. Hipofisis posterior sehingga oksitosin dikeluarkan
 - e. Piramida ginjal dan pelvis mayor untuk ekskresi urine
10. Target organs dari hormon Oksitosin adalah :
 - a. Kelenjar payudara dan uterus
 - b. Ovarium
 - c. Testis
 - d. Banyak sel
 - e. Sistem sirkulasi

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

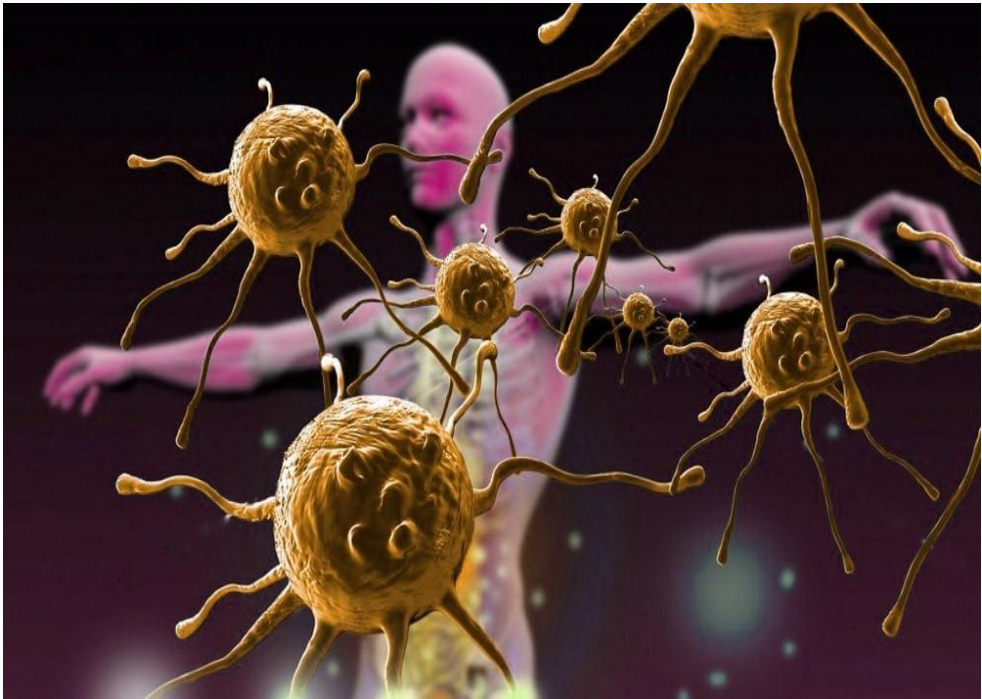
Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-13*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Murray Rober K., et al, 2000. *Harper's Biochemistry*. 2nd edition, Appleton & Lange, Toronto
- Guyton & Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Sholeh M, 2001. *Sholat Tahajud Manfaat Praktis ditinjau dari Ilmu Kedokteran*. Forum Studi Himanda, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

- Hipotalamus, hipofisis, tiroid, paratiroid, timus, pankreas, adrenal, ovarium dan testis
- Hipotalamus ; GnRH, TrH, GHRH dsb
Hipofisis anterior : FSH, LH, ACTH, GH, prolaktin
Hipofisis posterior ; oksitosin dan ADH
Timus : timosin
Tiroid : T3 dan T4
Adrenal korteks : glukokortikoid
Adrenal medula : mineralokortikoid
Ovarium : estrogen dan progestin
Testis ; Testosteron
- Kerja hormon adalah mempengaruhi organ lainnya secara fisiologis setelah terjadi ikatan hormon-reseptor.
- hCG, estrogen, progestin dan laktogen plasenta



KEGIATAN BELAJAR-14 SISTEM KEKEBALAN TUBUH IMUNOLOGIK

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-14

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang anatomi fisiologi sistem imun tubuh dengan pokok bahasan atau kegiatan belajar meliputi : organ limfoid, penggolongan sistem imun, antigen dan antibodi, fungsi sistem imun tubuh, proses fagositosis dan imunisasi.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-14

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-14 adalah mahasiswa mampu :

- 1) Menyebutkan jenis organ limfoid.
- 2) Menyebutkan penggolongan sistem imun tubuh
- 3) Menjelaskan perbedaan antigen dan antibodi
- 4) Menjelaskan fungsi sistem imun bagi tubuh
- 5) Menjelaskan proses fagositosis
- 6) Menyebutkan jenis-jenis imunisasi
- 7) Menjelaskan proses pembentukan kekebalan tubuh dari vaksin

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-14

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-14 ini ada beberapa metode yang digunakan untuk penilaian kinerja mahasiswa yaitu :

Kompetensi/Tujuan Pembelajaran	Metode Penilaian Kinerja	Keterangan
1) Menyebutkan jenis organ limfoid 2) Menyebutkan penggolongan sistem imun tubuh 3) Menjelaskan perbedaan antigen dan antibodi	<i>Posttest</i> dengan soal formatif sejumlah 15 soal	Individual

4) Menjelaskan fungsi sistem imun	Tanya-jawab	Individual
5) Menjelaskan proses fagositosis		
6) Menyebutkan jenis-jenis pemberian imunisasi, waktu pemberian dan efek pemberian	Penilaian essay	Individual

MATERI KEGIATAN BELAJAR-14

ORGAN LIMFOID

Limfosit terdapat sebagai sel yang berada di dalam darah, limfe, jaringan pengikat dan epitel, terutama dalam lamina propria tractus respiratorius dan tractus digestivus, limfosit terlihat bersama dengan plasmasit dan makrofag sebagai kumpulan yang padat dalam jaringan pengikat longgar. Apabila jaringan penyusunnya terdiri atas sel-sel limfosit saja maka jaringan tersebut disebut jaringan limfoid, sedangkan organ limfoid adalah jaringan limfoid yang membentuk bangunan sendiri. Jadi, jaringan dan organ limfoid adalah jaringan yang mengandung terutama limfosit, terlepas apakah terdapat bersama dengan plasmasit dan makrofag atau tidak.

Berdasarkan atas fungsinya, jaringan limfoid terbagi menjadi dua yaitu jaringan limfoid primer dan jaringan limfoid sekunder.

Jaringan limfoid primer berfungsi sebagai tempat diferensiasi limfosit yang berasal dari jaringan myeloid. Terdapat dua jaringan limfoid primer, yaitu kelenjar thymus yang merupakan diferensiasi limfosit T dan sumsum tulang yang merupakan diferensiasi limfosit B. Pada aves, limfosit B berdiferensiasi dalam bursa fabricius. Jaringan limfoid primer mengandung banyak sel-sel limfoid diantara sedikit sel makrofag dalam anyaman sel stelat yang berfungsi sebagai stroma dan jarang ditemukan serabut retikuler.

Jaringan limfoid sekunder berfungsi sebagai tempat menampung sel-sel limfosit yang telah mengalami diferensiasi dalam jaringan sentral menjadi sel-sel yang imunokompeten yang berfungsi sebagai komponen imunitas tubuh. Dalam jaringan limfoid sekunder, sebagai stroma terdapat sel retikuler yang berasal dari mesenkim dengan banyak serabut-serabut retikuler. Jaringan limfoid yang terdapat dalam tubuh sebagian besar tergolong dalam jaringan ini, contohnya nodus lymphaticus, limfa dan tonsilla

Organ Limfoid terdiri dari :

1. Thymus
2. Nodus lymphaticus
3. Lien (limpa)
4. Tonsil

Thymus

Thymus merupakan organ yang terletak dalam mediastinum di depan pembuluh darah besar yang meninggalkan jantung. Thymus merupakan satu-satunya organ limfoid primer pada mamalia yang tampak dan merupakan jaringan limfoid pertama pada embrio sesudah mendapat sel induk dari saccus vitellinus. Limfosit yang terbentuk mengalami proliferasi tetapi sebagian akan mengalami kematian, yang hidup akan masuk ke dalam peredaran darah sampai ke organ limfoid sekunder dan mengalami diferensiasi menjadi limfosit T. Limfosit ini akan mampu mengadakan reaksi imunologis humoral.

Nodus Lymphaticus

Nodus lymphaticus merupakan organ kecil yang terletak berderet-deret sepanjang pembuluh limfe. Jaringan parenkimnya merupakan kumpulan yang mampu mengenal antigen yang masuk dan memberi reaksi imunologis secara spesifik. Organ ini berbentuk seperti ginjal atau oval dengan ukuran 1-2,5 mm. Bagian yang melekok ke dalam disebut hillus, yang merupakan tempat keluar masuknya pembuluh darah. Pembuluh limfe aferen masuk melalui permukaan konveks dan pembuluh limfe eferen keluar melalui hillus. Nodus lymphaticus tersebar pada *ekstrimitas, leher, ruang retroperitoneal di pelvis dan abdomen dan daerah mediastinum*.

Lien

Lien merupakan organ limfoid yang terletak di rongga perut di sebelah kiri atas di bawah diafragma dan sebagian besar dibungkus oleh peritoneum. Lien merupakan organ penyaring yang kompleks yaitu dengan membersihkan darah terhadap bahan-bahan asing dan sel-sel mati disamping sebagai pertahanan imunologis terhadap antigen. Lien berfungsi pula untuk *degradasi hemoglobin, metabolisme Fe, tempat persediaan trombosit, dan tempat limfosit T dan B*.

Tonsilla

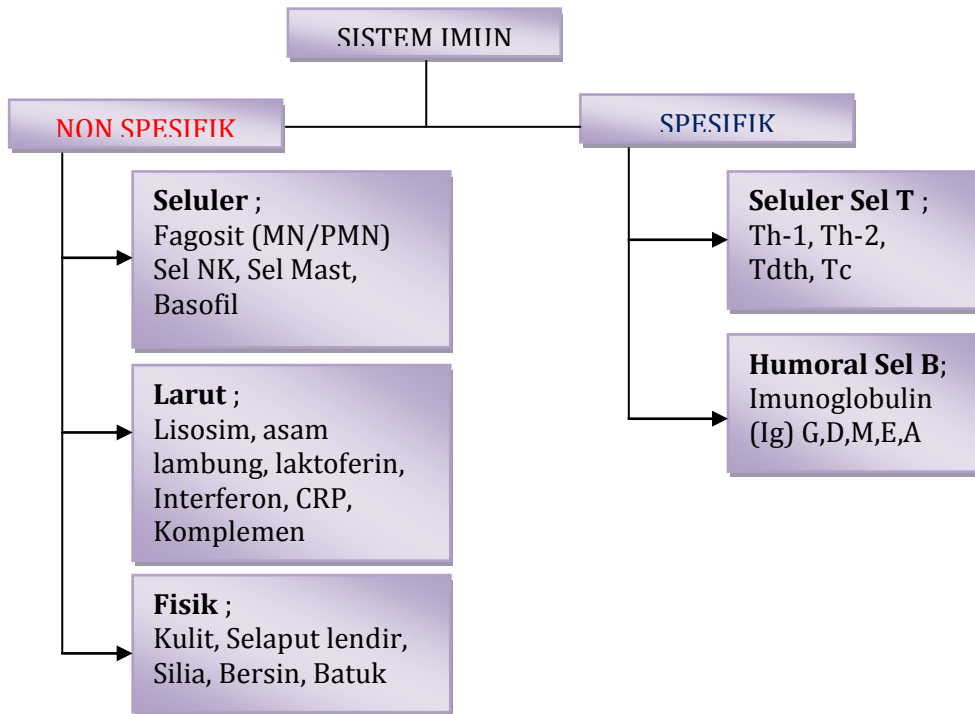
Lubang penghubung antara cavum oris dan pharynx disebut faucia. Di daerah ini membran mukosa tractus digestivus banyak mengandung kumpulan jaringan limfoid dan terdapat infiltrasi kecil-kecil diseluruh bagian di daerah tersebut. Selain itu ditemukan juga organ limfoid dengan batas-batas nyata. Rangkaian organ limfoid ini (*cincin Waldeyer*) meliputi, tonsila lingualis, tonsila palatina dan tonsila paringaelis

PENGGOLONGAN SISTEM IMUN TUBUH

Imunitas adalah resistensi terhadap penyakit terutama penyakit infeksi. Gabungan sel, molekul dan jaringan yang berperan dalam resistensi terhadap infeksi disebut system imun dan reaksi yang dikoordinasi sel-sel dan molekul-molekul terhadap mikroba dan bahan lainnya disebut respons imun. Sistem imun diperlukan tubuh untuk mempertahankan keutuhannya terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan berbagai bahan dalam lingkungan hidup.

Mikroba dapat hidup ekstraseluler, melepas enzim dan menggunakan makanan yang banyak mengandung gizi yang diperlukannya. Mikroba lain menginfeksi sel penjamu dan berkembang biak intraseluler dengan menggunakan sumber energi sel penjamu. Baik mikroba ekstraseluler maupun intraseluler dapat menginfeksi subyek lain, menimbulkan penyakit dan kematian, tetapi banyak juga yang tidak berbahaya bahkan berguna bagi penjamu.

Pertahanan imun terdiri atas sistem alamiah atau nonspesifik (*natutal / innate /native*) dan di dapat atau spesifik (*adaptive/acquired*). Dalam model ini selanjutnya disebut sistem imun nonspesifik dan sistem imun spesifik. Perhatikan gambaran sistem imun berikut :



Tentunya anda juga ingin mengetahui apakah ada perbedaan diantara kedua sistem imun tersebut. Berikut disajikan tabel perbedaan kedua sistem imun itu, setelah anda memahami dan menghafal dengan benar jenis sistem imun spesifik dan non spesifik.

Tabel 14.1
Perbedaan sifat-sifat system imun nonspesifik dan spesifik

Sifat	Non spesifik	Spesifik
Resistensi	Tidak berubah oleh infeksi	Membaik oleh infeksi berulang karena ada sifat <i>memori</i>
Spesifisitas	Umumnya efektif terhadap semua mikroba	Spesifik untuk mikroba yang sudah mensensitasi sebelum-nya
Sel yang penting	Sel Fagosit (mononuclear dan polimorfonuclear), Sel NK, sel mast, eosinofil	Th, Tdth, Tc, Ts dan sel B
Molekul yang penting	Lisozim, komplemen, protein fase akut, interferon, CRP, kolektin, Molekul adhesi	Antibodi, sitokin, mediator, molekul adhesi

Materi berikut menerangkan bagaimana kerja masing-masing komponen yang ada di dalam sistem imun non spesifik maupun sistem imun spesifik. Bacalah dan pahami keterangannya, bila ada kesulitan belajar silahkan anda bertanya kepada dosen narasumber baik lewat *e-mail* atau langsung bertanya saat diskusi di kelas maupun di laboratorium.

SISTEM IMUN NON SPESIFIK

Mekanisme fisiologi imunitas non spesifik berupa komponen normal tubuh yang selalu ditemukan pada individu sehat dan siap mencegah mikroba masuk tubuh dan dengan cepat menyingkirkan mikroba tersebut. Disebut non spesifik karena mekanismenya tidak menunjukkan **spesifisitas** terhadap bahan asing dan mampu melindungi tubuh terhadap banyak patogen potensial. Sistem tersebut merupakan **pertahanan terdepan** dalam menghadapi serangan berbagai mikroba dan dapat memberikan respons langsung.

1) Pertahanan fisik

Dalam sistem pertahanan fisik atau mekanik, kulit, selaput lebidir, silia saluran napas, batuk dan bersin, merupakan garis pertahanan

terdepan terhadap infeksi. Keratinosit dan lapisan epidermis kulit sehat, dan epitel mukosa yang utuh tidak dapat ditembus kebanyakan mikroba. Kulit yang rusak akibat luka bakar dan selaput lendir yang rusak akibat **asap rokok** akan meningkatkan resiko infeksi. Tekanan oksigen yang tinggi di paru-paru bagian atas membantu hidup kuman aerob seperti tuberculosi.

2) **Pertahanan biokimia**

Kebanyakan mikroba tidak dapat menembus kulit yang sehat, namun beberapa dapat masuk tubuh melalui kelenjar sebaceous dan folikel rambut. pH asam keringat dan sekresi sebaceous berbagai asam lemak yang dilepas kulit mempunyai efek denaturasi protein membran sel sehingga dapat mencegah infeksi yang terjadi melalui kulit.

Udara yang kita hirup, kulit dan saluran pencernaan banyak mengandung mikroba, biasanya berupa bakteri dan virus terkadang juga jamur dan parasit. Sekresi kulit yang bakterisidal, asam lambung, mukosa dan silia di saluran napas membantu menurunkan jumlah mikroba yang masuk tubuh, sedang epitel yang sehat biasanya dapat mencegah mikroba masuk ke dalam tubuh. Dalam darah dan sekresi tubuh, enzim lisozim membunuh banyak bakteri dengan mengubah dinding selnya. Ig A juga merupakan pertahanan permukaan mukosa.

Pertahanan mikroba pada organ mata berupa: *enzim lisozim dan IgA*

Pertahanan mikroba pada saluran napas : *mukosa dan cilia*

Pertahanan mikroba pada organ kulit : *asam lemak dan pH kulit*

Pertahanan mikroba pada organ lambung : *asam lambung*

Pertahanan mikroba pada organ usus : *peptide antibacterial*

Pertahanan mikroba pada organ perkemihan : *pH urine yang asam*

Bagaimana kerja kulit dalam merespon adanya mikroba yang menembus permukaan kulit “ Bakteri yang bersifat simbiotik atau komensial yang ditemukan pada kulit menempati daerah terbatas pada kulit dan menggunakan hanya sedikit nutrient, sehingga kolonisasi oleh mikroorganisme pathogen sulit terjadi. Bila mikroba pathogen menempel pada kulit, maka kulit merupakan sawar / penahan fisik efektif terhadap pertumbuhan bakteri yang pada dasarnya dikerjakan oleh keasaman kulit (pH asam) dari asam laktat yang terkandung dalam sel sebum yang dilepas kelenjar keringat. Sekret dipermukaan mukosa yang mengandung enzim destruksi seperti lisozim mampu menghancurkan dinding sel bakteri ”.

Lisozim dalam keringat, ludah, air mata dan air susu ibu melindungi tubuh terhadap kuman gram-positif, karena dapat menghancurkan lapisan **peptidoglikan** pada dinding bakteri. ASI mengandung **laktooksidase dan neuraminik** yang mempunyai sifat antibacterial terhadap *Esercia coli* dan Stafilokokus.

Air liur juga mengandung enzim laktooksidase dan immunoglobulin (Ig A) yang merusak dinding bakteri. Asam hidroklorida dalam lambung, enzim proteolitik, antibodi dan empedu dalam usus halus banyak menciptakan lingkungan saluran cerna yang dapat membunuh mikroba. pH yang asam pada vagina, spermin dalam semen dan jaringan lain dapat mencegah tumbuhnya bakteri gram-positif. Pembilasan oleh urine dapat mengeliminasi kuman pathogen. Laktoferin dan transferin dalam serum mengikat besi yang merupakan metabolit esensial untuk hidup beberapa jenis mikroba seperti *Pseudomonas*. Mukus yang kental melindungi sel epitel mukosa, dan dapat menangkap bakteri dan bahan lainnya yang selanjutnya dikeluarkan oleh gerakan cilia. *Pada perokok, asam rokok, polutan, alcohol merupakan predictor sehingga memudahkan terjadinya infeksi oportunistik.*

3) Pertahanan humoral

(1) Komplemen

Berbagai bahan dalam sirkulasi darah seperti komplemen, interferon, CRP dan kolektin berperan dalam pertahanan humoral. Serum normal dapat membunuh dan menghancurkan beberapa bakteri gram-negatif. Hal ini karena adanya kerjasama antara antibodi dengan komplemen. Komplemen dapat rusak karena pemanasan pada 60°C selama 30 menit.

Komplemen dan antibodi dapat menghancurkan membrane lapisan liposakarida (LPS) dinding sel. Diduga komplemen mempunyai sifat esterase yang berperan pada lisis tersebut. Bila lapisan LPS menjadi lemah, lisozim, mukopeptida dalam serum dapat masuk menembus membrane bakteri dan mengancurkan lapisan mukopeptida. Membrane *attack complex* (MAC) dari system komplemen dapat membentuk lubang-lubang kecil dalam sel membrane bakteri sehingga bahan sitoplasma yang mengandung bahan-bahan vital keluar sel dan menimbulkan kematian mikroba. Komplemen terdiri dari atas sejumlah besar protein yang bila diaktifkan akan memberikan proteksi terhadap infeksi dan berperan dalam merespon inflamasi/peradangan. Komplemen dapat diaktifkan secara langsung oleh mikroba atau produknya (jalur alternative dalam imunitas nonspesifik) atau oleh antibodi (jalur klasik dalam imunitas spesifik). Komplemen berperan sebagai opsonin yang

meningkatkan fagositosis, sebagai faktor kemotaktik dan juga menimbulkan destruksi/lisis bakteri dan parasit.

Fungsi komplemen :

- (1) komplemen dapat menghancurkan sel membrane banyak bakteri
- (2) komplemen dapat berfungsi sebagai factor kemotaktik yang mengerahkan makrofag ke tempat bakteri
- (3) komplemen dapat diikat pada permukaan bakteri yang memudahkan makrofag untuk mengenal (opsonisasi) dan memakannya.

(2) Interferon

Interferon (IFN) adalah sitokin berupa glikoprotein yang diproduksi makrofag yang diaktifkan, *natural killer cell* (Sel NK) dan berbagai sel tubuh yang mengandung nucleus dan di lepas sebagai respons terhadap infeksi virus. Interferon mempunyai sifat antivirus dan dapat menginduksi sel-sel disekitarnya yang terinfeksi virus menjadi resisten terhadap virus. Disamping itu interferon dapat mengaktifkan sel NK. Sel yang terinfeksi oleh virus akan menjadi ganas dan perubahan pada permukaan sel akan dihancurkan oleh sel NK. Dengan demikian penyebaran virus dapat dicegah.

Ringkasan :

- (1) sel NK membunuh sel terinfeksi virus intraseluler, sehingga dapat menyingkirkan reservoir infeksi.
- (2) Sel NK memberikan respons terhadap interleukin 12 (IL-12) yang diproduksi makrofag dan melepas IFN- γ yang mengaktifkan makrofag untuk membunuh mikroba yang sudah dimakannya.

Produksi interferon diinduksi oleh infeksi virus atau suntikan polinukleotida sintetik. IFN dapat dibagi menjadi 2 tipe yaitu tipe I dan tipe II. Tipe I terdiri atas IFN- α yang disekresi makrofag dan leukosit lain, IFN- β disekresi fibroblast. IFN tipe II adalah **IFN- γ yang disebut juga IFN-imun**, disekresi oleh sel-T setelah dirangsang oleh antigen spesifik. IFN juga meningkatkan aktivitas sel-T, makrofag, ekspresi *major histocompatibility complex* (MHC) dan efek sitolitik sel NK, MHC berfungsi untuk meningkatkan peptide dalam presentasi ke sel-T.

(3) C-reaktive protein (CRP)

CRP merupakan salah satu protein fase akut termasuk golongan protein yang kadarnya dalam darah meningkat pada infeksi akut sebagai respons imunitas non-spesifik. CRP dapat meningkat 100 x atau lebih dan berperan pada imunitas nonspesifik yang dengan

bantuan Ca^{++} dapat mengikat berbagai molekul antara lain fosforikolin yang ditemukan pada permukaan bakteri/jamur.

Faktor antimikroba non antibodi dalam plasma :

Komplemen	Aktivitas biologi
C3a	Anafilaktosdin, melepas histamine dari sel mast, menimbulkan kontraksi otot polos
C4a	Seperti C3a, tetapi 100 x lebih aktif
C5a	Seperti C3a, juga sangat aktif menginduksi kemotaksis dan degranulasi neutrofil
C3b	Opsonisasi
Fibronektin	Glikoprotein yang meningkatkan adhesi sel, berfungsi sebagai opsonin
IFN	Protein yang menginduksi produksi protein antivirus
Transferin	Protein yang mengikat besi, yang mencegah mikroba memperoleh makanan
Lisozim	Mukopeptidase yang menghidrolisa peptidoglikan dinding sel bakteri; hilangnya struktur sehingga sel mudah lisis
CRP	Sebagai opsonin, mengikat komponen dinding bakteri terutama fosforilkolin, pada streptokokus pneumonia juga mengaktifkan komplemen.

(4) Kolektin

Kolektin adalah protein yang berfungsi sebagai opsonin yang dapat mengikat hidrat arang pada permukaan kuman. Kompleks yang terbentuk diikat reseptor fagosit untuk dimakan, selanjutnya komplemen juga dapat diaktifkan.

4) Pertahanan seluler

(1) Fagosit

Meskipun berbagai sel dalam tubuh dapat melakukan fagositosis, tetapi sel utama yang berperan dalam pertahanan non-spesifik adalah *sel mononuclear (monosit dan makrofag)* serta *sel polimorfonuklear atau granulosit*. Makrofag juga berperan sebagai sel penyaji antigen (*antigen presenting cell /APC*). Kedua sel tersebut tergolong fagosit dan berasal dari sel asal hemopoietik. Granulosit hidup pendek, mengandung granul yang berisikan enzim hidrolitik. Beberapa granul berisikan pula laktoferin yang bersifat bakterisidal.

Fagositosis yang efektif pada invasi kuman dini akan dapat mencegah timbulnya infeksi. Dalam kerjanya, sel fagosit juga berinteraksi dengan komplemen dan sistem imun spesifik lain. Penghancuran kuman terjadi dalam beberapa tingkat sebagai berikut, **kemotaksis, menangkap, opsonisasi (diselimuti), memakan /fagositosis, membunuh dan mencerna.**

Kemotaksis adalah gerakan fagosit ke tempat infeksi sebagai respons terhadap berbagai faktor seperti produk bakteri dan faktor biokimiawi yang dilepas pada aktivasi komplemen. Jaringan yang rusak atau mati dapat melepas faktor kemotaksis. Sel PMN bergerak cepat dan sudah ada 2-4 jam setelah terpapar infeksi, sedang monosit bergerak lebih lambat dan memerlukan waktu 7-8 jam untuk sampai di tempat tujuan/lokal infeksi.

Antibodi seperti halnya komplemen (C3b) dapat meningkatkan fagositosis (opsonisasi). Opsonin adalah molekul besar yang diikat dipermukaan mikroba dan dapat dikenal oleh reseptor permukaan neutrofil dan makrofag, sehingga meningkatkan efisiensi fagositosis. Contoh opsonin adalah IgG.

Destruksi mikroba intraseluler terjadi oleh karena di dalam sel fagosit, monosit dan polimorfonuklear, terdapat berbagai bahan antimikroba seperti lisosom, hydrogen peroksida (H_2O_2) dan mieloperoksida. *Tingkat akhir fagositosis adalah pencernaan protein, polisakarida, lipid dan asam nukleat di dalam sel oleh enzim lisosom. Sel PMN lebih sering ditemukan pada infeksi akut, sedangkan monosit pada inflamasi kronik.*

Fagosit mononuclear

Sel monosit

Fagosit mononuclear berasal dari sel pregranulosa dalam sumsum tulang. Sesudah berproliferasi dan matang, sel tersebut masuk peredaran darah.

Fungsi monosit sebagai berikut :

Monosit tidak saja menyerang mikroba dan sel kanker dan berperan sebagai APC, tetapi juga memproduksi sitokin dan mengarahkan pertahanan sebagai respons terhadap infeksi. IL-1, IL-6 dan TNF- α menginduksi panas dan produksi protein fase akut di hati, memodulasi produksi seng (Zn) dan tembaga menginduksi produksi hormone kortikotropik adrenal dalam otak dan mempengaruhi metabolisme.

Sel makrofag

Sel-sel monosit yang di produksi dalam sumsum tulang akan masuk ke pembuluh darah. Setelah 24 jam, sel monosit akan bermigrasi dari

peredaran darah ke tujuan di berbagai jaringan untuk berdiferensiasi menjadi makrofag. Makrofag bukan stadium akhir karena sel itu masih dapat membelah diri membentuk protein dan dapat bertahan hidup berbulan-bulan.

Fagosit polimorfonuklear

Lama sel imun nonspesifik dalam darah

	Darah	Jaringan
Neutrofil	10 jam	1-2 hari
Eosinofil	2 hari	4-10 hari
Monosit/makrofag	1 hari	4-12 hari s.d bulanan

(2) Makrofag

Monosit ditemukan dalam sirkulasi, tetapi dalam jumlah yang lebih sedikit dibanding neutrofil. Monosit berintegrasi ke jaringan dan di sana berdiferensiasi menjadi makrofag yang seterusnya hidup dalam jaringan sebagai makrofag residen. *Sel Kupffer* adalah makrofag dalam jaringan hati, histiosit dalam jaringan ikat, makrofag alveolar dalam paru-paru, *sel glia* di otak dan *sel langerhans* di kulit. Makrofag dapat hidup lama, mempunyai beberapa granul dan melepas berbagai bahan, antara lain lisozim, komplemen, interferon dan sitokin yang semuanya memberikan kontribusi dalam pertahanan nonspesifik dan spesifik.

Istilah *reticulo endothelial system* (RES) adalah istilah lama yang merupakan sebutan kolektif semua sel fagosit yang dapat hidup lama di seluruh jaringan tubuh. Sekarang sistem tersebut disebut system fagosit makrofag.

(3) Sel NK

Limfosit terdiri atas sel B, sel T (Th,CTL) dan sel *natural killer* (sel NK). Yang akhir dalam golongan limfosit ketiga sesudah sel T dan sel B. Jumlahnya sekitar 5-15% dari limfosit dalam sirkulasi dan 45% dari limfosit dalam jaringan. Sel tersebut berfungsi dalam imunitas nonspesifik terhadap virus dan sel tumor. Secara morfologi sel NK adalah limfosit yang bergranula sangat besar (*large granular lymphocyte* /LGL). Ciri-cirinya memiliki banyak sekali sitoplasma (limfosit T dan B hanya sedikit mengandung sitoplasma), granul sitoplasma azurofilik, pseudopodia dan nucleus eksentris oleh karena itu sel **NK sering disebut LGL.**

(4) Sel mast dan Basofil

Sel basofil, sel mast dan trombosit dahulu disebut sel mediator. Sekarang ternyata berbagai sel imun juga melepas berbagai mediator sehingga istilah sel mediator untuk sel-sel tersebut tidak tepat. Jumlah sel basofil yang ditemukan dalam sirkulasi darah

sangat sedikit yaitu < 0,5% dari seluruh sel darah putih. Sel basofil melepaskan mediator inflamasi. Sel mast adalah sel yang struktur dan proliferasinya serupa dengan basofil, bedanya adalah sel mast hanya ditemukan dalam jaringan yang berhubungan dengan pembuluh darah. Baik sel mast maupun basofil melepaskan bahan yang memiliki aktifitas biologik antara lain *meningkatkan permeabilitas vaskuler dan respons inflamasi serta mengerutkan otot polos bronkus*. Granula dalam kedua sel ini mengandung histamine, heparin, leukotrin dan *eosinophile chemotactic factor* (ECF). Degranulasi dipacu oleh antara lain ikatan antara antigen dan IgE pada permukaan sel. Peningkatan IgE ditemukan pada reaksi **alergi**. Sel mast berperan dalam reaksi alergi dan juga dalam pertahanan penjamu, jumlahnya menurun pada imunodefisiensi. Sel mast berperan dalam infeksi parasit dalam usus dan invasi bakteri.

Mediator yang dilepas basofil dan sel mast antara lain :

- Golongan amin; histamine dan serotonin
- Protease netral ; tripase, protease kemotropik
- Protoglikan ; heparin, kondroitin sulfat
- Asam hidrolase ; beta-heksosaminidase
- Produk asam arakhidonat
- Leukotrin : LTC₄, LTD₄, LTE₄
- Platelet activating factore (PAF)
- Interleukin; IL-1,IL-3,IL-4,IL-5,IL-6
- Factor inflamasi ; TGF-β, TNF-α
- Interferon gama (IFN-γ)

Ada dua macam sel mast yaitu sel mast jaringan dan sel mast mukosa. Sel mast jaringan ditemukan sekitar pembuluh darah dan mengandung histamine dan heparin. Pelepasan mediator tersebut dihambat oleh kromoglikat yang mencegah lepasnya kalsium ke dalam sel. Sel mast mukosa ditemukan di saluran pencernaan dan saluran napas. Proliferasinya dipacu oleh IL-3 dan IL-4 dan ditingkatkan oleh infeksi parasit.

2. SISTEM IMUN SPESIFIK

Berbeda dengan sistem imun nonspesifik, sistem imun spesifik mempunyai kemampuan untuk mengenal benda yang di anggap asing bagi dirinya. Benda asing yang pertama kali muncul dalam badan segera dikenal oleh sistem imun spesifik sehingga terjadi sensitisasi sel-sel sistem imun tersebut. Benda asing yang sama, bila terpajan ulang akan dikenal lebih cepat, kemudian dihancurkan olehnya.

Oleh karena sistem tersebut hanya dapat menyingkirkan benda asing yang sudah dikenal sebelumnya, maka sistem itu disebut SPESIFIK. Untuk menghancurkan benda asing yang berbahaya bagi tubuh,

sistem imun spesifik dapat bekerja tanpa bantuan sistem imun nonspesifik. Pada umumnya terjalin kerja sama antara **antibodi-komplemen-fagosit** dan antara **sel T-makrofag**. Pada imunitas humoral, sel B melepas antibodi untuk menyingkirkan mikroba ekstraseluler. Pada imunitas seluler, sel T akan mengaktifkan makrofag untuk menghancurkan mikroba atau mengaktifkan sel T untuk membunuh sel I terinfeksi.

(1) Sistem imun spesifik humoral

Pemeran utama dalam sistem imun spesifik humoral adalah limfosit B atau sel B. Humor berarti cairan tubuh. Sel B berasal dari sel multipoten di sumsum tulang. Pada unggas, sel yang disebut bursa cell atau sel B akan bermigrasi dan berdiferensiasi menjadi sel B yang matang dalam alat yang disebut bursa fabricius yang terletak pada kloaka. Pada manusia diferensiasi tersebut terjadi dalam sumsum tulang.

Bila sel B dirangsang oleh benda asing, sel tersebut akan berproliferasi, berdiferensiasi dan berkembang menjadi sel plasma yang membentuk antibodi. Antibodi yang dilepas dapat ditemukan di dalam serum. Fungsi utama antibodi ini adalah pertahanan terhadap infeksi ekstraseluler, virus dan bakteri serta menetralkan toksinnya.

(2) Sistem imun spesifik seluler

Limfosit T atau sel T berperan pada sistem imun spesifik seluler. Sel tersebut juga berasal dari sel asal yang sama seperti sel B. Pada orang dewasa, sel T dibentuk di dalam sumsum tulang tetapi proliferasi dan diferensiasi terjadi di dalam kelenjar timus atau pengaruh berbagai faktor asal timus. 90-95% sel timus tersebut mati dan hanya 5% menjadi matang dan meninggalkan timus untuk masuk ke dalam sirkulasi.

Faktor timus yang disebut timosin dapat ditemukan dalam peredaran darah sebagai hormon asli (*true hormone*) dan dapat mempengaruhi diferensiasi sel T di perifer. Sel T terdiri dari beberapa subset dengan fungsi yang berlainan yaitu sel *Th1*, *Th2*, *T delayed type hypersensitivity/Tdth*, *cytotoxic T lymphocyte /CTL* atau *Tc*, *Ts* (*supresor*) atau *Tr* (*regulator*) atau *Th3*. Fungsi utama sistem imun spesifik seluler adalah pertahanan terhadap bakteri yang hidup intraseluler, virus, jamur, parasit dan keganasan. Yang berperan dalam imunitas seluler adalah *CD4+* yang mengaktifkan sel *Th1* yang selanjutnya mengaktifkan makrofag untuk menghancurkan mikroba dan sel *CD8+* yang membunuh sel terinfeksi. Perbedaan imunitas spesifik humoral dan seluler sebagaimana tabel berikut.

Tabel 14.2 : Perbedaan karakteristik imun

Imunitas humoral		Imunitas seluler	
		Ekstraseluler	Intraseluler
Mikroba	Mikroba ekstraseluler	Fagositosis oleh makrofag	Mikroba intraseluler (virus) berkembang biak dalam sel terinfeksi
Respons limfosit	Sel B	Th	CTL
Mekanisme efektor dan fungsi	Antibodi mencegah infeksi dan menyingkirkan mikroba ekstraseluler	Makrofag yang diaktifkan membunuh mikroba yang dimakan	CTL membunuh sel terinfeksi dan menyingkirkan sumber infeksi

(3) Sel T

Fungsi sel T umumnya berperan pada inflamasi, aktivasi makrofag dalam fagositosis, aktivasi dan proliferasi sel B dalam produksi antibodi. Sel T juga berperan dalam pengenalan dan penghancuran sel yang terinfeksi virus

Tabel 14.3 : Fungsi heterogen sel T

Subtipe	Simbol	Ag	Sel sasaran	Fungsi
Sitotoksik	Tc	CD8	Tumor, terinfeksi virus atau sel dengan permukaan baru	Membunuh sel
Helper	Th	CD4	Sel B, sel T	Sekresi IL
Inducer	Th	CD4	Prekur sel B, T, dan makrofag	Sekresi IL
Supresor DTH	Ts Tdth	CD8 CD4	B, Th, Tc, sel langerhans	Menekan tumbuh sel, melepas MAF dan limfokin lain
Memori	Tm	CD4	Sel B, sel T	Anamnesis

MAF = *macrophage activating factor*

MIF = *macrophage inhibiting factor*

Subset sel T

Sel T terdiri dari atas sel CD_4^+ , CD_8^+ dan sel NK. Sel T naif yang terpajang dengan antigen yang diikat MHC yang dipresentasikan APC atau dirangsang sitokin spesifik, akan berkembang menjadi subset sel T berupa CD_4^+ , CD_8^+

Sel T naif

Adalah sel limfosit yang belum matang, belum berdiferensiasi, belum pernah terpajang dengan antigen dan menunjukkan molekul permukaan $CD45RA$. Sel ditemukan dalam organ limfoid perifer. Sel naif yang terpajang dengan antigen akan berkembang menjadi sel Th_0 yang selanjutnya berkembang menjadi efektor Th_1 dan Th_2 . Sel Th_0 memproduksi $IL-2$, $IL-4$ dan IFN .

(4) Sel B

Aktivasi sel B diawali dengan pengenalan spesifik oleh reseptor permukaan. Antigen dan perangsang lain termasuk Th merangsang proliferasi dan diferensiasi klon sel B spesifik. Dalam perkembangannya, sel B mula-mula memproduksi IgM atau isotope Ig lain (seperti IgG), menjadi matang atau menetap sebagai sel memori.

Pematangan sel B terjadi dalam berbagai tahap. Fase-fase pematangan sel B berhubungan dengan Ig yang diproduksi.

(5) Kerja sama antara system imun nonspesifik dan spesifik

Sistem imun nonspesifik dan sistem imun spesifik berinteraksi dalam menghadapi infeksi. Sistem imun nonspesifik bekerja dengan cepat dan sering diperlukan untuk merangsang sistem imun spesifik. Mikroba ekstraseluler mengaktifkan komplemen melalui jalur lektin. Kompleks antigen-antibodi mengaktifkan komplemen melalui jalur klasik. Virus ekstraseluler merangsang sel yang diinfeksi untuk melepas IFN yang mengarahkan dan mengaktifkan sel NK. Selanjutnya sel ini bermigrasi ke kelenjar getah bening dan mempresentasikan antigen yang dimakannya ke sel T. Sel T yang diaktifkan bermigrasi ke tempat infeksi dan memberikan bantuan ke sel NK dan makrofag.

ANTIGEN

Antigen yang disebut juga dengan imunogen adalah bahan yang dapat merangsang respons imun atau bahan yang dapat bereaksi dengan antibodi yang sudah ada tanpa memperhatikan kemampuannya untuk merangsang produksi antibodi. Secara fungsional antigen dibagi menjadi **imunogen dan haptan**. Beda antara imunogen dan haptan terletak pada

besar molekul, kompleks yang terdiri dari molekul kecil disebut hapten sedangkan yang besar disebut imunogen.

Respons sel B terhadap hapten yang memerlukan protein pembawa (karier) untuk dapat dipresentasikan ke sel Th. **Epitop** atau determinan antigen adalah bagian dari antigen yang dapat membuat kontak fisik dengan reseptor antibodi, menginduksi pembentukan antibodi; dapat diikat spesifik oleh bagian dari antibodi atau oleh reseptor antibodi. Makromolekul dapat memiliki berbagai epitop yang masing-masing merangsang produksi antibodi spesifik yang berbeda. **Paratop** adalah bagian dari antibodi yang mengikat epitop. Respons imun dapat terjadi terhadap semua golongan bahan kimia seperti hidrat arang, protein dan asam nukleat. Glikolipid dan lipoprotein dapat juga sebagai imunogenik. Superantigen adalah molekul yang sangat poten terhadap mitogen sel T. Contoh superantigen adalah racun / toksin. Superantigen dapat memacu pelepasan sejumlah besar sitokin seperti IL-1 dan TNF yang berperan dalam syok anafilatik.

ANTIBODI

Bila darah dibiarkan membeku akan meninggalkan serum yang mengandung berbagai bahan larut tanpa sel. Bahan larut tersebut mengandung molekul antibodi yang digolongkan dalam protein yang disebut globulin dan sekarang dikenal sebagai **immunoglobulin**. Dua ciri utama immunoglobulin adalah *spesifisitas dan aktivitas biologinya*.

Imunoglobulin (Ig) dibentuk oleh sel plasma yang berasal dari proliferasi sel B yang terjadi setelah kontak dengan antigen. Semua molekul immunoglobulin mempunyai 4 rantai polipeptida dasar yang terdiri atas 2 rantai berat (*heavy chain*) dan 2 rantai ringan (*light chain*) yang identik serta dihubungkan satu sama lain oleh ikatan disulfide.

Imunoglobulin G (IgG)

IgG merupakan komponen utama immunoglobulin serum, dengan berat molekul 160.000 dalton. Kadar dalam serum sekitar 13 mg/ml, merupakan 75% dari semua immunoglobulin. IgG ditemukan dalam cairan serebrovaskuler dan urine. IgG dapat menembus plasenta masuk ke janin dan berperan dalam imunitas bayi sampai umur 6-9 bulan. IgG+komplemen bekerja sebagai opsonin dan memudahkan dalam proses fagositosis pada pemusnahan antigen. IgG merupakan immunoglobulin terbanyak dalam darah terdiri dari ; IgG1, IgG2, IgG3 dan IgG4.

Imunoglobulin A (IgA)

Berat molekul IgA adalah 165.000 dalton ditemukan dalam serum dengan jumlah sedikit tetapi kadarnya dalam cairan sekresi saluran

napas dan saluran cerna, saluran kemih, air mata, keringat, ludah, dan ASI sangat tinggi. IgA dalam serum dapat mengaglutinasikan kuman, mengganggu motilitas sehingga memudahkan fagositosis (opsonisasi) oleh sel PMN. Immunoglobulin dalam cairan lambung terdiri dari 80% IgA, 13% IgM dan 7% IgG yang semuanya berperan dalam imunitas. IgA terdiri dari IgA1(93%) dan IgA2 (7%).

Imunoglobulin M (IgM)

Nama M berasal dari macroglobulin dan berat molekul IgM adalah 900.000 dalton. IgM merupakan imunoglobulin predominan yang diproduksi oleh janin. Kadar meningkat dalam umbilicus pertanda adanya infeksi sebelum lahir. Bayi baru lahir hanya mengandung IgM 10% dari kadar IgM dewasa, karena IgM ibu dapat menembus plasenta. Janin usia 12 minggu sudah mulai membentuk IgM bila sel-Bnya dirangsang oleh infeksi intrauteri seperti TORCH. Kadar IgM anak sama dengan dewasa bila ia sudah berumur 1 tahun. Kebanyakan antibodi alamiah seperti isoglobulin, golongan darah AB adalah IgM.

Imunoglobulin D (IgD)

Dalam serum IgD sangat rendah Hal ini karena IgD tidak dilepas sel plasma dan sangat rentan terhadap degradasi proses proteolitik.

Imunoglobulin E (IgE)

Imunoglobulin ini sangat tinggi pada penyakit alergi seperti asma, rhinitis alergi dan dermatitis. IgE mempunyai berat molekul 200.000 dalton IgE mudah diikat sel mast, basofil dan eosinofil. Pada infeksi cacing kadar IgE juga sangat tinggi.

FUNGSI IMUN BAGI TUBUH

Yang dimaksud dengan sistem ketahanan tubuh imunologik adalah semua mekanisme yang digunakan tubuh untuk menjaga keutuhan tubuh sebagai perlindungan terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan oleh berbagai bahan dalam lingkungan hidup. Sistem ketahanan tubuh imunologik juga dapat didefinisikan sebagai suatu sistem kompleks dalam tubuh yang berupa jaringan organ dan sel yang fungsinya melindungi tubuh terhadap masuknya kuman, bakteri, virus, parasit dan atau benda asing yang dianggap asing (*non-self*).

Respons ketahanan tubuh imunologik terjadi bila ada benda asing masuk ke dalam tubuh. Menurut Belanti (1995) respons ketahanan tubuh mencakup semua mekanisme yang membantu individu untuk mengenal berbagai benda asing yang ada di lingkungannya, untuk menetralkan, menghilangkan atau memetabolisasi benda asing tersebut

denganb menghindari kerusakan pada jaringan itu sendiri. Respons ketahanan tubuh dapat bersifat respons ketahanan tubuh non-spesifik (RKT-nonspesifik) dan respon ketahanan tubuh spesifik (RKT-spesifik).

Respons ketahanan tubuh mempunyai tiga fungsi yaitu: 1) fungsi ketahanan, 2) fungsi homeostasis, dan 3) fungsi pengawasan. *Fungsi ketahanan* merupakan upaya melawan segala aktivitas benda asing dengan kemampuan tubuh untuk menyebarkan ketahanan tubuh ke seluruh tubuh tanpa merusak jaringan. *Fungsi homeostasis* merupakan mekanisme untuk memenuhi segala kebutuhan umum dari organisme multiseluler yang selalu menghendaki uniformitas setiap jenis sel tubuh. *Fungsi pengawasan* adalah memantau pengenalan jenis abnormal yang secara tetap selalu timbul dalam individu, baik secara spontan atau disebabkan oleh pengaruh virus atau zat kimia.

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI SISTEM IMUN NON SPESIFIK

Berbagai faktor yang disebut determinan berpengaruh terhadap sistem imun **nonspesifik** yaitu :

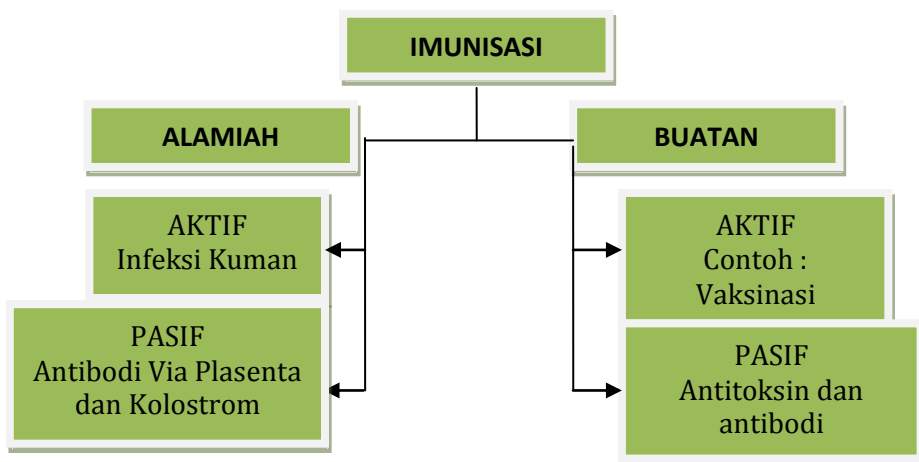
1. **Spesies**, diantara berbagai spesies ada perbedaan kerentanan yang jelas terhadap mikroba dimana manusia sangat rentan terhadap mikroba.
2. **Keturunan dan usia**, infeksi sering terjadi pada anak usia balita dan usia lanjut dibanding dewasa.
3. **Hormon**, sebelum pubertas, sistem imun pada pria dan wanita adalah sama. Sistem imun berkembang tanpa pengaruh hormone seks. Androgen yang dilepas pria bersifat immunosupresif. Pada wanita respon imu terintegrasi dengan system endokrin yang tujuannya agar janin dalam kandungan tidak ditolak selama hamil. Plasenta melepas sitokin Th2 yang mencegah respon sel Th1 berupa penolakan janin yang mengandung antigen asal ayah. Disamping itu selama hamil juga terjadi penurunan aktivitas sel Th1 atas pengaruh estrogen. Estrogen adalah hormone steroid seks yang disekresi ovarium dan dilepas dalam kadar yang tinggi selama dan pertengahan siklus haid dan menetap selama hamil. Estrogen memiliki berbagai efek fisiologis yang berhubungan dengan reproduksi misalnya mempertahankan uterus dan menyiapkan sekresi air susu ibu. Estrogen juga mencegah aktivasi sel T pada wanita sehat. Jumlah sel T berfluktuasi pada wanita sehat selama siklus haid. Janin mendapat sel-sel memori asal ibu hingga mampu memproduksi imunoglobulin sendiri. Kebanyakan wanita hamil membuat antigen terhadap antigen MHC ayah, namun biasanya tidak menimbulkan efek buruk terhadap janin.

Wanita mengalami lebih sedikit infeksi selama hidupnya dibanding pria. Hal ini diduga disebabkan oleh efek relative androgen. Meskipun terjadi penghambatan sel T episodic, wanita tidak menunjukkan infeksi yang lebih sering dibanding pria juga selama hamil. Hal ini menunjukkan peran besar imunoglobulin terhadap infeksi. Wanita menunjukkan resiko lebih tinggi terhadap penyakit autoimun, sedikitnya sampai menopause, diduga karena faktor estrogen yang merangsang antibodi. Hal ini tidak terjadi pada pria karena hormone androgen bersifat immunosupresif.

4. **Suhu**, mikroba tidak dapat hidup pada suhu 37°C. Kelangsungan hidup mikroba sangat tergantung pada suhu.
5. **Nutrisi**, nutrisi yang buruk menurunkan resistensi terhadap infeksi.
6. **Stres**, stress dapat menimbulkan gangguan respon imun nonspesifik berupa proliferasi limfosit atas pengaruh mitogen, aktivasi makrofag memacu timbulnya sel Tc antigen spesifik, perubahan keseimbangan Th1/Th2, sekresi sitokin dan ekspresi reseptor sitokin.

IMUNISASI

Imunisasi atau vaksinasi adalah prosedur untuk meningkatkan derajat imunitas, memberikan imunitas protektif dengan menginduksi respons memori terhadap patogen tertentu dengan menggunakan preparat antigen nonvirulen/nontoksik. Imunitas seluler (sel T, makrofag) yang diinduksi vaksinasi adalah esensial untuk mencegah dan eradikasi bakteri, protozoa, virus dan jamur intraseluler. Oleh karena itu vaksinasi harus diarahkan untuk menginduksi baik sistem imun humoral maupun seluler, respons CD₄ atau CD₈, respons Th1 atau Th2 sesuai dengan yang diperlukan.



Gambar 14.5 : terjadinya imunitas spesifik

Imunogenitas adalah bahan yang menginduksi respons imun. Respons imun ditandai dengan induksi sel B untuk memproduksi Ig dan aktivasi sel T yang melepas *sitokin*. **Antigenitas** adalah kemampuan suatu bahan (antigen) untuk menginduksi respons imun yang dapat bereaksi dengan reseptor antigen tersebut yang diproduksi sel B (antibody) dan reseptor antigen pada permukaan sel T.

Vaksin yang sering digunakan terdiri dari antigen multiple yang masing-masing dapat memiliki antigenitas spesifik atau epitop. Mengingat antigen permukaan merupakan komponen mikroba pertama yang berinteraksi dengan penjamu, antigen eksternal biasanya merupakan antigen yang digunakan dalam vaksinasi. Dalam hal ini respon humoral dan seluler yang diinduksi vaksin menghasilkan produk yang menginaktivkan potensi patogenik mikroba. Antigen harus merupakan bahan-bahan asing untuk penjamu yang derajat antigenitasnya tergantung jarak filogenetik. Serum kuda lebih imunogenik disbanding serum kerbau. Protein merupakan imunogen poten karena dibentuk oleh 20 asam amino atau lebih yang dapat merupakan epitop khusus.

TUGAS KEGIATAN BELAJAR-14

Untuk melatih ketrampilan anda mengenai anatomi dan fisiologi sistem imun tubuh, ikuti petunjuk berikut ;

- 1) Carilah kelompok maksimal terdiri dari 4 mahasiswa
- 2) Buatlah paper sebanyak 6 halaman secara kelompok untuk menjelaskan tentang topik : 1) Bagaimana seseorang yang habis sakit di dalam tubuhnya terdapat antibodi terhadap antigen penyebab penyakit. 2) Bagaimana proses terbentuknya antibodi dari pemberian vaksin imunisasi. Paper diketik font arial ukuran font 12.

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-14

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang anatomi dan fisiologi sistem ketahanan tubuh imunologik sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan organ limfoid pembentuk imun tubuh
2. Sebutkan apa yang berperan dalam sistem imun nonspesifik
3. Sebutkan apa yang berperan dalam sistem imun spesifik
4. Jelaskan bagaimana proses fagositosis
5. Jelaskan perbedaan antigen dan antibodi
6. Jelaskan perbedaan limfosit T dan limfosit B
7. Jelaskan proses pembentukan antibodi
8. Sebutkan jenis-jenis imunoglobulin

RANGKUMAN

Organ Limfoid terdiri dari :thymus, nodus lymphaticus, lien (limpa) dan tonsil. Sistem imun terdiri dari dua yaitu non spesifik dan spesifik. Sistem imun non spesifik diperankan oleh lisosom, asam lambung, laktoferin, interferon, CRP, sel fagosit, sel NK, sel mast, kulit, selaput lendir, silia, bersin, batuk. Sistem imun spesifik diperankan oleh limfosit T (Sel Th) dan limfosit B (imunoglobulin G,D,M,A,E).

Pembentukan imunoglobulin tidak lepas dari adanya antigen. Antigen atau imunogen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun atau bahan yang dapat bereaksi dengan antibodi yang sudah ada tanpa memperhatikan kemampuan untuk merangsang produksi antibodi.

Antibodi adalah protein yang memiliki aktivitas biologis dan spesifik dalam melawan antigen. Antibodi tersebut diperankan oleh imunoglobulin. Terdapat lima imunoglobulin utama yaitu Ig D, G, M, D, dan E.

Sistem imun tubuh berfungsi sebagai ketahanan terhadap berbagai mikroorganisme yang menyerang tubuh. Respon ketahanan tubuh mempunyai fungsi 1) sebagai fungsi ketahanan, 2) fungsi pengawasan dan 3) fungsi homeostasis.

Pemberian imunisasi atau vaksinasi adalah prosedur memberikan antigen yang dibekukan, dilemahkan dengan cara pemberian suntikan vaksin secara intramuskuler maupun intracutan. Antigen yang ada di dalam vaksin diarahkan untuk menginduksi sistem imun humoral dan seluler, sehingga CD4 dan sel Th mampu berespon terhadap antigen yang dibekukan dan dilemahkan tersebut sehingga terbentuk imunoglobulin (antibodi).

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-14

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Imunitas adalah :
 - a. Proses melawan kuman
 - b. Resistensi terhadap penyakit utamanya infeksi
 - c. Proses masuknya antigen ke dalam tubuh
 - d. Respon tubuh terhadap antibodi
 - e. Proses pembentukan antibodi

2. Berikut termasuk sistem imun tubuh spesifik ;
 - a. Immunoglobulin
 - b. Selaput lendir
 - c. Kulit
 - d. Asam lambung
 - e. Proses fagositosis
3. Pertahanan tubuh terhadap antigen yang masuk ke saluran pernapasan :
 - a. Proses fagositosis MN
 - b. Proses fagositosis PMN
 - c. Bersin dan batuk
 - d. Asam lambung
 - e. Laktoferin
4. Pertahanan mikroba yang ada di saluran perkemihan diperankan oleh
 - f. Prostaglandin
 - a. Lisosim
 - b. Peptida antibacterial
 - c. Sitokin
 - d. pH urine
5. Immunoglobulin yang paling banyak berada di mukosa mulut adalah :
 - a. IgA
 - b. IgD
 - c. IgE
 - d. IgM
 - e. IgG
6. Sel utama sistem pertahanan tubuh non spesifik terhadap antigen mikroba adalah :
 - a. Monosit dan makrofag
 - b. Eosinofil
 - c. Neutrofil
 - d. Basofil
 - e. Sel mast
7. Proses fagositosis, dimana terjadi pergerakan sel fagosit ke tempat infeksi sebagai respon terhadap faktor antigen bakteri dinamakan
 - a. Opsonisasi
 - b. Proses menyelimuti antigen
 - c. APC
 - d. Kemotaksis
 - e. Fagositosis
8. Fagosit mononuclear yang masih berada di dalam pembuluh darah dinamakan :

- a. Makrofag
 - b. Monosit
 - c. Limfosit
 - d. Sel fagosit
 - e. APC
9. Monosit berintegrasi ke jaringan dan berdiferensiasi menjadi :
- a. Monosit
 - b. Neutrofil
 - c. Eosinofil
 - d. Basofil
 - e. Makrofag
10. Pemeran utama sistem imun spesifik adalah :
- a. Limfosit T
 - b. Limfosit B
 - c. Limfosit T dan limfosit B
 - d. Immunoglobulin
 - e. Sel T makrofag
11. Bahan yang dapat merangsang sistem imun disebut :
- a. Immunogen
 - b. Epitop
 - c. Paratop
 - d. Superantigen
 - e. Hapten
12. Immunoglobulin yang dapat menembus plasenta :
- a. IgA
 - b. IgG
 - c. IgD
 - d. IgM
 - e. IgE
13. Pemberian vaksin imunisasi termasuk pemberian kekebalan secara :
- a. Aktif alamiah
 - b. Aktif buatan
 - c. Pasif alamiah
 - d. Pasif buatan
 - e. Buatan
14. Immunoglobulin yang sangat tinggi terhadap alergi :
- a. IgA
 - b. IgG
 - c. IgD
 - d. IgM
 - e. IgE

15. Berikut TIDAK termasuk determinan sistem imun non spesifik ;
- Spesies
 - Hormon
 - Usia
 - Stress
 - Jenis kelamin

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-14*. Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 13 dari 15 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 13, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Baratawidjaja, KG, 1996. *Imunologi Dasar*. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Sholeh M, 2001. *Sholat Tahajud Manfaat Praktis ditinjau dari Ilmu Kedokteran*. Forum Studi Himanda, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.

Kunci Jawaban Latihan :

- Thymus, pembuluh limfe, tonsil, limpa
- Kulit, zat terlarut dan fagosit seluler
- Limfosit T dan limfosit B
- Kemotaksis, opsonisasi, fagosit
- Antigen adalah bahan yang dapat merangsang sistem imun, antibodi adalah protein sebagai zat ketahanan tubuh terhadap respon antigen
- Limfosit T dapat merangsang limfosit B
- Antigen, dikenali APC, kemudian APC mengeluarkan epitop dan MCHC, kemudian limfosit T berperan mengeluarkan sitokin berupa interleukin kemudian sel Th terbentuk terjadilah imunoglobulin
- Imunoglobulin A, G, M, D dan E

KEGIATAN BELAJAR-15 GENETIKA

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-15

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang genetika meliputi apa itu gen, kromosom dan DNA, bagaimana proses reproduksi sel, mitosis, meiosis, genotipe dan fenotipe, prediksi hasil genetika.

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-15

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-15 adalah mahasiswa mampu menjelaskan proses terjadinya pewarisan atau genetika

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-15

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-15 ini mahasiswa mampu menjawab pertanyaan fasilitator tentang proses genetika di akhir kegiatan belajar.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-15

GENETIKA

Genetika adalah ilmu yang mempelajari tentang gen. Perlu diketahui bahwa gen adalah serangkaian asam deoksiribonukleat (DNA). Beberapa gen dikemas menjadi satu menjadi kromosom dan diwariskan ke anak.

GEN

Terdapat sekitar 25,000 gen dalam genom manusia, dan setiap gen berisi ratusan sampai ribuan pasangan basa DNA. Di dalam satu gen DNA meliputi bagian koding dan non koding. Bagian koding membawa informasi yang diperlukan untuk membuat protein yang sering kali berupa enzim. Fungsi non koding belum diketahui secara pasti.

Gen adalah bagian kromosom atau salah satu kesatuan kimia (DNA) dalam kromosom, yaitu dalam lokus yang mengendalikan ciri genetis suatu makhluk hidup. Gen diwariskan oleh satu individu kepada keturunannya melalui suatu proses reproduksi. Dengan demikian, informasi yang menjaga keutuhan bentuk dan fungsi kehidupan suatu organisme dapat terjaga. Gen terdapat berpasangan dalam satu lokus pada kromosom homolog. masing-masing gen dalam pasangan itu disebut alel. Kedua alel dapat membawa ciri sifat yang sama atau berbeda, misalnya sifat tangkai panjang dan tangkai pendek.

Pengertian gen (*gene*) itu sendiri adalah unit dasar dari hereditas, yang terletak pada kromosom (*chromosome*), yaitu suatu struktur yang bentuknya seperti tongkat dan terletak ditengah-tengah (*nucleus*) setiap sel tubuh. GEN merupakan “substansi hereditas” yang terletak di dalam kromosom, yang memilik sifat-sifat: Sebagai materi tersendiri yang terdapat dalam kromosom, Mengandung informasi genetika dan Dapat menduplikasikan diri pada peristiwa pembelahan sel.

KROMOSOM

Kromosom terbentuk dari molekul DNA, yang diperumit oleh protein yang disebut histon. Kromosom mengandung cetak biru genetik dari seorang individu. Semua sel somatik mengandung 23 pasang kromosom yang dalam setiap pasangannya terdiri atas 2 kromosom masing-masing dari orang tua, sehingga jumlah totalnya menjadi 46 kromosom. Setiap sel seks manusia, sel telur dan sperma mengandung 23 kromosom tunggal.

Kromosom adalah suatu struktur makromolekul yang berisi DNA di mana informasi genetik dalam sel disimpan. Kata kromosom berasal dari kata khroma yang berarti warna dan soma yang berarti badan. Kromosom terdiri atas dua bagian, yaitu sentromer / kinetokor yang merupakan pusat kromosom berbentuk bulat dan lengan kromosom yang mengandung kromonema & gen berjumlah dua buah (sepasang).

Kromosom adalah pembawa gen yang terdapat di dalam inti sel (nukleus). Kromosom terdiri dari DNA, RNA (asam ribo nukleat) dan protein. Kromosom homolog ($2n$) adalah kromosom yang terdapat berpasangan dan memiliki struktur dan komposisi yang sama. sel yang memiliki $2n$ kromosom (kromosom homolog) disebut sel diploid. Bila tidak berpasangan kromosom diberi simbol n kromosom. Sel dengan n kromosom adalah sel haploid, misalnya sel kelamin jantan saja atau sel kelamin betina saja.

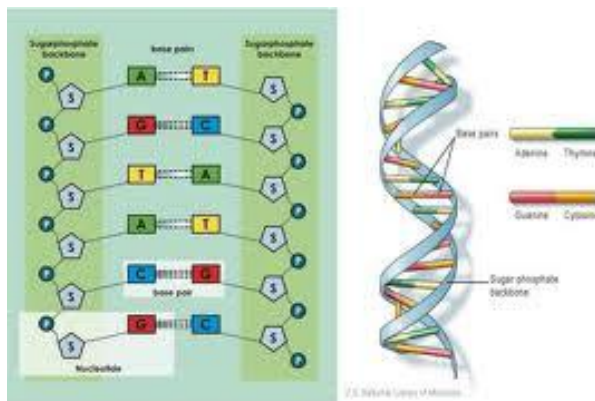
GENETIKA SEBAGAI BAHASA

Genetika sebagai bahasa didasarkan pada molekul DNA. Kosakata untuk menciptakan bahasa adalah gen. Tata bahasa yang berupa aturan mengenai susunan informasi didasarkan pada asam amino. Alfabetnya berasal dari basa nitrogen (*adenin, guanin, sitosin dan timin*) yang ada di DNA. Kata merupakan kodon pembentuk asam amino dari tiga huruf yang berasal dari sandi/kode basa nitrogen.

STRUKTUR DNA DAN RNA

Watson, Crick, Franklin dan Wilkins mengungkapkan struktur Biokimia DNA sejak tahun 1953. DNA terdiri atas dua untai molekul gula fosfat yang disatukan untuk membentuk rantai yang panjang. Untaian ini disebut nukleotida. DNA adalah nukleotida yang memiliki tiga komponen yaitu: gula deoksiribosa, sebuah gugus fosfat dan sebuah basa nitrogen.

Terdapat empat basa nitrogen yaitu; timin dan sitosin yang memiliki struktur cincin tunggal, serta adenin dan guanin yang memiliki struktur cincin ganda. DNA merupakan untai helik yang disatukan oleh ikatan hidrogen antara basanya. Adenin dan timin berpasangan dengan dua ikatan hidrogen.



Gambar 15.1: Struktur DNA

HUBUNGAN GEN, KROMOSOM DAN DNA

Bagian utama sebuah sel adalah nukleus, di dalam nukleus terdapat benang-benang halus yang disebut kromatin. Pada saat sel akan mulai membelah diri, benang-benang halus tersebut menebal, memendek dan mudah menyerap warna membentuk kromosom. Kromosom adalah struktur padat yang terdiri dari dua komponen molekul, yaitu DNA dan protein. Secara struktural perubahan DNA dan protein menjadi kromosom diawali pada saat profase. Molekul DNA akan berikatan

dengan protein histon dan nonhiston membentuk sejumlah nukleosom. Unit-unit nukleosom bergabung memadat membentuk benang yang lebih padat dan terpilin menjadi lipatan-lipatan solenoid. Lipatan solenoid tersusun padat menjadi benang-benang kromatin. Benang-benang kromatin akan tersusun memadat membentuk lengan kromatin. Selanjutnya kromatin akan mengganda membentuk kromosom.

REPRODUKSI SEL

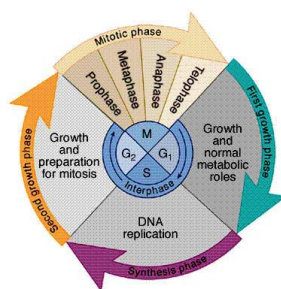
Semua sel bereproduksi selama perkembangan embrionik, sehingga terjadi pertumbuhan embrio dan diferensiasi (spesialisasi) sel yang membentuk jaringan dan organ. Sel-sel yang bereproduksi seumur hidup adalah sel-sel di sumsum tulang, kulit, dan saluran cerna. Sel-sel hati dan ginjal akan bereproduksi apabila diperlukan untuk mengganti sel yang hilang atau rusak. Sel khusus atau stem sel bereproduksi tanpa batas. Sel syaraf, sel otot, sel otot janutng biasanya tidak bereproduksi seumur hidup apabila rusak akhirnya sel tersebut mati.

SIKLUS PEMBELAHAN SEL

Siklus sel merupakan serangkaian tahap perkembangan sel sepanjang hidup. Selama embriogenesis, semua sel melewati semua tahapan siklus sel, seperti halnya sel dewasa yang terus bereproduksi. Kecepatan pertumbuhan sel tergantung pada faktor pertumbuhan, hormonal, dan zat kimiawi yang terpapar pada sel tersebut. Sel yang sudah tidak bereproduksi setelah embriogenesis dalam posisi istirahat. Siklus sel terdiri dari dua fase yaitu fase *interfase* dan *mitosis*.

Interfase

Dalam keadaan tidak aktif membelah, sel dikatakan berada pada tahap interfase. Terdapat tiga tahap pada fase interfase ini yaitu: G₁, S, dan G₂. Tahap keempat, G₀, adalah tahap istirahat khusus. Arti dari G adalah gap yaitu waktu yang digunakan untuk memeriksa dan meninjau kembali langkah berikutnya.



Gambar 15.2 : Siklus Sel

G1 adalah tahap persiapan untuk replikasi DNA dengan mensintesis protein baru. S adalah tahap terjadinya replikasi DNA sesungguhnya. G2 adalah tahap ketiga sebelum pembelahan sel, pada tahap ini sel kembali mensintesis protein. M adalah tahapan mitosis atau pembelahan. Mitosis terdiri dari fase propase, metafase, anafase dan telofase.

Mitosis

Propase

Propase adalah tahap struktur protein yang terdapat di sitoplasma sel mulai bergerak ke sisi atau kutub yang berlawanan di dalam sel. Hal ini menyebabkan membran inti meregang dan terbelah, sehingga kromosom terletak di dalam sitoplasma dan tidak lagi di dalam inti sel.

Metafase

Adalah tahap kromosom yang secara jelas tampak menjadi dua set pasangan

Anafase

Adalah tahap pemisahan kromosom yang berpasangan tadi. Satu pasang menuju salah satu kutub sentriol dan pasangan lainnya menuju kutub sentriol yang lain.

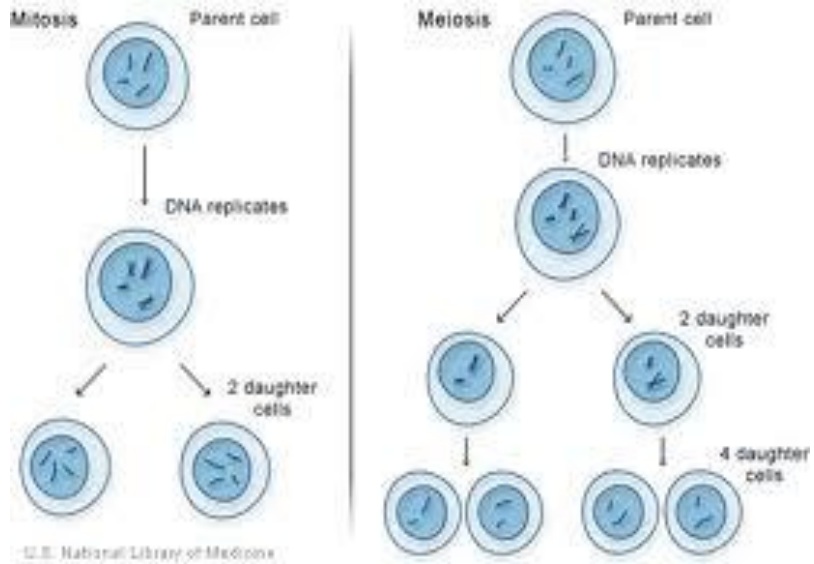
Telofase

Adalah terbelahnya sel di tengahnya dan terbentuk membran inti baru di kedua sel baru yang membungkus ke-23 pasang kromosom sehingga total menjadi 46 yang terdapat di masing-masing sel.

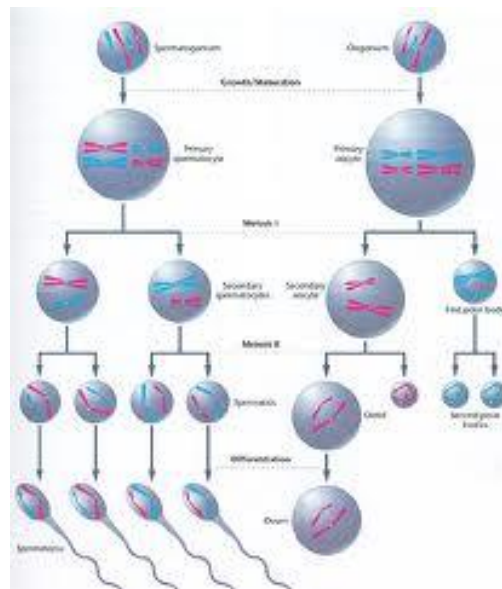
Miosis

Miosis adalah proses sel benih ada ovarium (oosit primer) atau testis (spermatozoid primer) menghasilkan sel telur dan sel sperma yang matang. Miosis melibatkan replikasi DNA dalam sel benih yang diikuti dua kali pembelahan. Terbentuk empat sel anak yang masing-masing memiliki 23 (tunggal) kromosom. Pada pria keempat sel tadi hidup dan berkembang menjadi sperma. Sedangkan pada wanita hanya satu sel saja yang matang dan lainnya menjadi kutub dan tidak berfungsi.

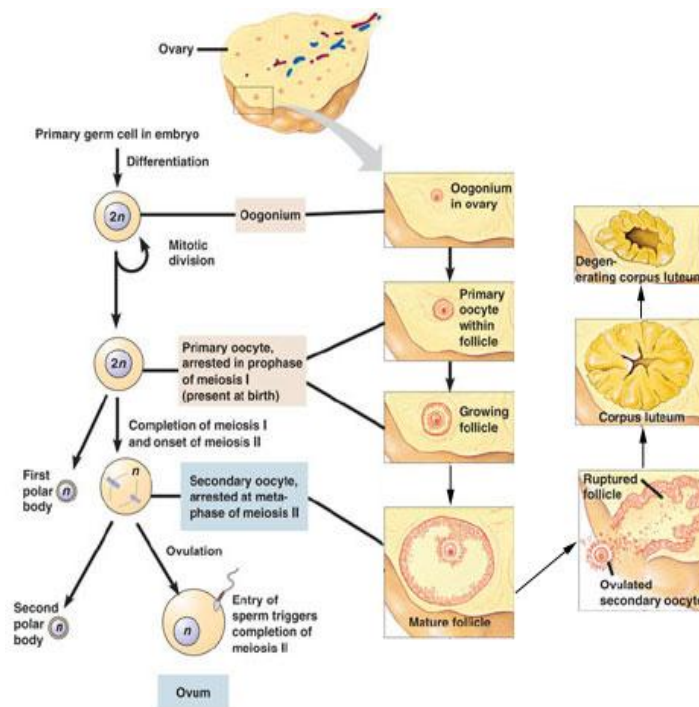
Pada saat pembuahan (fertilisasi) terjadi penyatuan 23 kromosom dari sperma dan 23 kromosom dari sel telur sehingga menjadi 23 total pasangan kromosom (46 kromosom = 23 pasangan).



Gambar 15.3 : Miosis



Gambar 15.4: Spermatogenesis



Gambar 15.5 : Oogenesis

GENOTIPE DAN VENOTIPE

Informasi genetik yang dibawa dalam kromosom sel anak disebut genotip. Gambaran fisik dari informasi genetik tersebut, tinggi atau pendek, gelap atau terang, disebut fenotip.

Sebuah pewarisan gen terjadi manakala sebagian dari sifat fenotip, misalnya warna kornea mata ditentukan oleh sebuah gen. Sebuah gen yang menentukan sebuah sifat spesifik disebut alel. Untuk setiap sifat pada gen tunggal memiliki dua alel pengontrol. Satu alel dari kromosom ibu dan satu alel dari kromosom bapak.

Apabila seorang memiliki dua alel identik, misalnya dua alel yang mengkode warna kornea mata, maka orang tersebut dikatakan memiliki sifat homozigot untuk sifat tersebut. Apabila orang memiliki alel berlainan yang mengkode sifat, misalnya yang satu warna kornea biru dan yang satu warna kornea coklat, maka orang ini memiliki sifat heterozigot.

Fenotip orang yang memiliki alel heterozigot sangat tergantung pada alel mana yang dominan. Bila alel keduanya sama-sama dominan (kodominan) maka orang tersebut akan mengekspresikan kedua alel

yang dominan tersebut misalnya kode antigen A dan B menjadi golongan darah AB.

Sebagian besar karakteristik fenotip dipengaruhi oleh beberapa gen. Tinggi badan, kecerdasan dan karakter kepribadian adalah contoh sifat multifaktorial.

AUTOSOM DAN KROMOSOM SEKS

Setiap gen memiliki lokasi tertentu di kromosom spesifik yang disebut lokus. Setiap kromosom memiliki sekitar 1000-2000 gen yang berbeda. Masing-masing memiliki lokasi dan fungsi sendiri-sendiri. 23 pasang kromosom yang membentuk genom manusia terdiri dari, 22 pasang kromosom dapat ditemukan di kedua jenis kelamin; kromosom ini disebut autosom dan mengandung gen autosom, sedangkan yang satu pasang disebut kromosom seks (kromosom jenis kelamin); pasangan ini bersifat homolog pada wanita yaitu (XX), tetapi pada pria susunan (XY) terdiri dari sepasang kromosom non homolog. Pewarisan ditentukan dominan oleh kromosom Y.

PREDIKSI HASIL GENETIKA

Prediksi genetika memperkirakan kemungkinan ovum yang berisi kombinasi spesifik gen dibuahi oleh sperma dengan kombinasi spesifik gen. Perjanjiannya adalah memperlihatkan gen dominan dengan huruf besar. Potensi genetik dijelaskan sebagai genotip; bagaimana potensi tersebut diekspresikan disebut fenotip. Berikut contoh sifat dominan dan resesif.

Tabel 14.1 : Contoh sifat resesif dan dominan

Sifat Dominan	Sifat Resesif
<ul style="list-style-type: none"> • Warna kornea • Rambut keriting • Warna rambut • Penglihatan dekat atau jauh • Pigmen kulit • Pendengaran • Nyeri kepala migren • Antigen A atau B • Antigen Rhesus 	<ul style="list-style-type: none"> • Warna kornea biru • Rambut lurus • Semua warna lain • Penglihatan normal • Albino • Tuli • Normal • Tidak ada Antigen A/B • Tidak ada antigen Rh

Contoh :

Persilangan antara pria homozigot dengan mata coklat dengan (dua gen dominan mata coklat (BB)) dengan ibu homozigot dengan mata biru (membawa dua gen resesif untuk warna biru (bb) ; maka semua keturunan akan heterozigot membawa satu gen resesif dan satu gen dominan. Semua anak akan memiliki fenotif warna mata coklat

		Orang Tua Satu	
		B	B
Orang Tua Dua	b	Bb Coklat	Bb Coklat
	b	Bb Coklat	Bb Coklat

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-15

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang genetika sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Apa bedanya DNA, gen, kromosom, genotipe dan fenotipe
2. Jelaskan perbedaan mitosis dan miosis
3. Jelaskan perbedaan kromosom seks dan kromosom autosom

RANGKUMAN

Genetika adalah ilmu yang mempelajari tentang gen. Di dalam inti sel terdapat gen, pembawa gen yang terdapat di dalam inti sel (nucleus) dinamakan kromosom. Beberapa gen dikemas menjadi satu menjadi kromosom dan diwariskan ke anak. Serangkaian gen di dalam inti sel membentuk DNA.

Semua sel bereproduksi selama perkembangan embriotik, sehingga terjadi pertumbuhan embrio dan diferensia sel yang membentuk jaringan dan organ. Siklus sel terdiri dari dua fase yaitu fase interfase dan mitosis.

Fase interfase dalam siklus sel maksudnya adalah sel tidak dalam keadaan membelah (mengalami pembelahan). Terdapat tiga fase interfase yaitu fase G1, S dan G2. Fase G1 adalah tahap persiapan untuk replikasi DNA dengan mensintesis protein baru. Fase S adalah fase replikasi RNA, dan fase G2 adalah fase pembelahan sel. Selanjutnya siklus sel mengalami fase M atau tahapan mitosis atau membelah. Mitosis ada 4 fase yaitu; propase, metafase, anafase, dan telofase.

Miosis adalah proses bagaimana oosit primer dan spermatosit primer menjadi sel ovum dan sel sperma. Miosis melibatkan replikasi DNA dalam sel benih yang di ikuti dua kali pembelahan. Pada proses pembuahan (fertilisasi) terjadi penyatuan 23 kromosom dari sel sperma dan 23 kromosom dari sel telur sehingga menjadi 23 pasang kromosom (46 kromosom). Kedua 23 pasang kromosom tadi terdiri dari 22 pasang kromosom autosom dan sepasang kromosom seks / kromosom jenis kelamin bisa (XX) homolog (perempuan) atau (XY) non homolog (laki-laki).

Prediksi genetika memperkirakan kemungkinan ovum yang berisi kombinasi spesifik gen dibuahi oleh sperma dengan kombinasi spesifik gen. Perjanjiannya adalah memperlihatkan gen dominan dengan huruf besar dan gen resesif dengan huruf kecil. Potensi genetik dijelaskan sebagai genotip, bagaimana potensi itu diekspresikan disebut fenotip. Pewarisan ditentukan dominan oleh kromosom Y.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-15

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Struktur kimia yang tersusun dari gula ribosa, basa nitrogen dan gugus fosfat dinamakan :
 - a. Gen
 - b. Kromosom
 - c. DNA
 - d. RNA
 - e. Protein
2. Berikut sel yang bereproduksi seumur hidup yaitu :
 - a. Sel-sel di sumsum tulang
 - b. Sel saluran pencernaan
 - c. Sel darah
 - d. Sel hati
 - e. Sel syaraf
3. Siklus sel terdiri dari dua fase yaitu :
 - a. Mitosis dan miosis
 - b. Propase dan metafase
 - c. Interfase dan mitosis

- d. Interfase dan miosis
- e. Telofase dan anafase
4. Kode M pada siklus sel artinya adalah :
 - a. Sel dalam keadaan istirahat dari membelah
 - b. Sel mengalami replikasi RNA
 - c. Sel mengalami replikasi DNA
 - d. Sel mulai mensintesis protein
 - e. Sel mengalami pembelahan
5. Proses pembentukan oosit primer dan spermatosit primer menjadi sel ovum dan sperma disebut proses
 - a. Mitosis
 - b. Miosis
 - c. Propase
 - d. Metafase
 - e. Telofase
6. Pada saat terjadi proses pembuahan terjadi penyatuan kromosom dari sel sperma dan sel ovum sejumlah
 - f. 23 pasang kromosom autosom
 - g. 46 pasang
 - h. 23 pasang kromosom autosom dan sepasang kromosom seks
 - i. 22 pasang kromosom autosom
 - j. 22 pasang kromosom autosom dan sepasang kromosom seks
7. Pewarisan genetik ditentukan secara dominan oleh kromosom seks yaitu kromosom
 - a. XX
 - b. XY
 - c. X saja
 - d. Y saja
 - e. Bisa X, bisa Y
8. Berikut termasuk sifat dominan yang diwariskan :
 - a. Warna kornea
 - b. Rambut lurus
 - c. Tuli
 - d. Buta warna
 - e. Penglihatan normal
9. Informasi genetik yang dibawa dalam kromosom sel anak dinamakan:
 - a. Genotipe
 - b. Fenotipe
 - c. Allele
 - d. Sifat homozigot
 - e. Sifat heterozigot

10. Sebuah gen yang menentukan sebuah sifat spesifik dinamakan
- Allele
 - Genotipe
 - Fenotipe
 - Gen autosom
 - Gen homolog

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-15* Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 8 dari 10 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 8, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih Bahasa, Brahm U Pendit. *Anatomi& Fisiologi untuk Bidan*, EGC, Jakarta.
- Arti,2001. Pengertian Gen. www.untukku.com.
- Bio, 2012. Hubungan Gen dengan Kromosom. www.bioclub.com.
- Bowo, 2010. Kromosom. www.bowo.staff.fkip.uns.ac.id
- Desrizal, 2012. Pengertian DNA, Gen dan Kromosom. www.genetic.com.

Kunci Jawaban Latihan :

- DNA adalah asam nukleotida yang mengandung basa nitrogen, gula ribosa dan gugus fosfat. Pengertian gen (*gene*) itu sendiri adalah unit dasar dari hereditas, yang terletak pada kromosom (*chromosome*), yaitu suatu struktur yang bentuknya seperti tongkat dan terletak ditengah-tengah (*nucleus*) setiap sel tubuh Gen adalah serangkaian DNA. Kromosom adalah pembawa gen yang terdapat di dalam inti sel (nukleus). Informasi genetik yang ada di dalam kromosom dinamakan genotip. Sedangkan gambaran/bentuk fisik dari genotip disebut fenotip.
- Mitosis adalah pembelahan sel yang terdiri dari empat fase; propase, metafase, anafase dan telofase. Sedangkan miosis adalah pembentukan sel ovum dan sel sperma.
- Kromosom seks adalah (XX dan XY) sedangkan kromosom autosom terdiri dari 22 pasang gen autosom.

KEGIATAN BELAJAR-16 PROSES GAMETOGENESIS

DESKRIPSI MATERI KEGIATAN BELAJAR-16

Materi kegiatan belajar ini berfokus pada penjelasan tentang proses pembentukan sel sperma dan sel ovum atau dikenal dengan istilah spermatogenesis dan oogenesis

CAPAIAN PEMBELAJARAN KEGIATAN BELAJAR-16

Kemampuan akhir mahasiswa yang diharapkan setelah mengikuti kegiatan belajar-16 adalah mahasiswa mampu menjelaskan proses pembentukan sel sperma dan sel ovum

KRITERIA PENILAIAN KEGIATAN BELAJAR-16

Untuk mengukur keberhasilan dari proses kegiatan belajar ke-16 ini mahasiswa mampu menjawab pertanyaan fasilitator tentang proses pembentukan sel sperma dan sel ovum di akhir kegiatan belajar.

MATERI KEGIATAN BELAJAR-16

SPERMATOGENESIS

Pengalaman belajar mengingat hafalan :

Pada modul kegiatan belajar tentang anatomi fisiologi sistem reproduksi, anda sudah hafal betul anatomi organ seks pria dan organ seks wanita. Nah kalau anda lupa, silahkan modul belajarnya dibuka kembali, dan dibaca ulang. Salah satu organ seks interna pria adalah testis dan salah satu organ seksinterna wanita adalah ovarium. Kedua organ seks interna inilah yang berkaitan dengan proses spermatogenesis dan oogenesis.

Spermatogenesis adalah proses gametogenesis pada pria dengan cara pembelahan meiosis dan mitosis. Spermatogenesis pada sperma biasa terjadi di epididimis. Setiap satu spermatogonium akan menghasilkan empat sperma matang. Sedangkan tempat menyimpan sperma sementara, terletak di vas deferens.

Bagaimana tahapan-tahapan dalam Spermatogenesis ?

1. *Spermatogonium*

Spermatogonium merupakan tahap pertama pada spermatogenesis yang dihasilkan oleh testis. Spermatogonium terbentuk dari 46 kromosom dan 2N kromatid.

2. *Spermatosit primer*

Spermatosit primer merupakan mitosis dari spermatogonium. Pada tahap ini tidak terjadi pembelahan. Spermatosit primer terbentuk dari 46 kromosom dan 4N kromatid.

3. *Spermatosit sekunder*

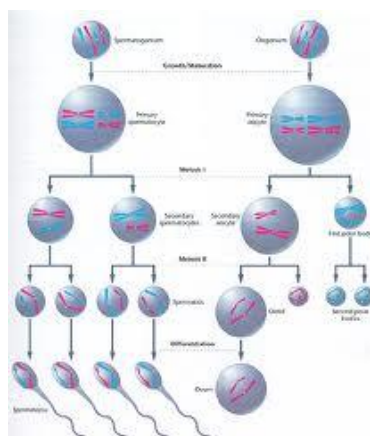
Spermatosit sekunder merupakan meiosis dari spermatosit primer. Pada tahap ini terjadi pembelahan secara meiosis. Spermatosit sekunder terbentuk dari 23 kromosom dan 2N kromatid.

4. *Spermatid*

Spermatid merupakan meiosis dari spermatosit sekunder. Pada tahap ini terjadi pembelahan secara meiosis yang kedua. Spermatid terbentuk dari 23 kromosom dan 1N kromatid.

5. *Sperma*

Sperma merupakan diferensiasi atau pematangan dari spermatid. Pada tahap ini terjadi diferensiasi. Sperma terbentuk dari 23 kromosom dan 1N kromatid dan merupakan tahap sperma yang telah matang dan siap dikeluarkan.



Gambar 16.1 : Proses Spermatogenesis

OOGENESIS

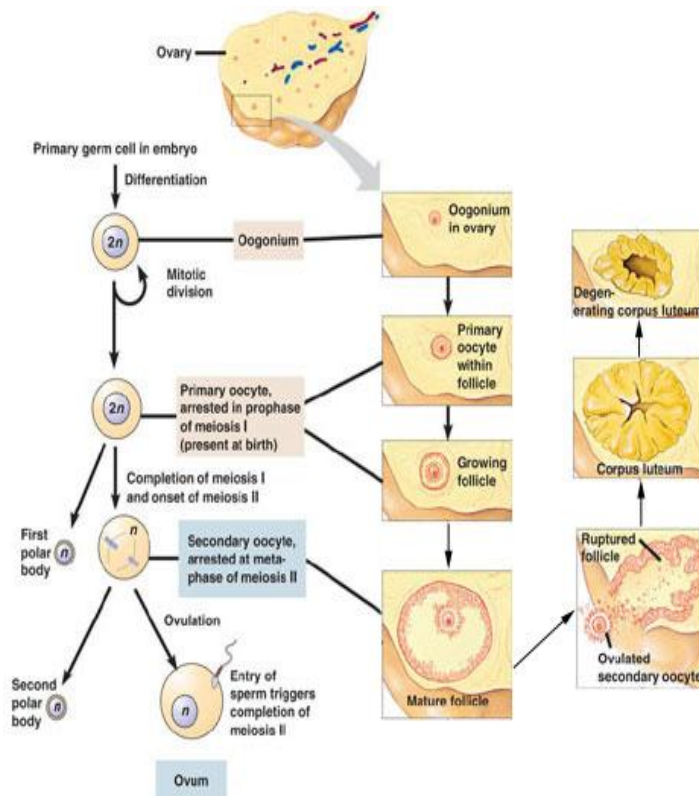
Oogenesis adalah pembentukan ovum. Mekanisme oogenesis sangat berbeda dengan spermatogenesis, walaupun memiliki persamaan dalam pembentukan meiosis. Diantara kelahiran dan masa pubertas, sel-sel telur dalam hal ini oosit membesar, dan folikel di sekitarnya tumbuh. Selanjutnya oosit primer mereplikasi DNA dan memasuki profase I meiosis dan tidak berkembang lebih lanjut jika tidak diaktifkan oleh hormon FSH (*Follicle stimulating hormone*).

Di dalam ovarium janin sudah terkandung sel pemula atau oogonium. Oogonium akan berkembang menjadi oosit primer. Saat bayi dilahirkan oosit primer dalam fase profase pada pembelahan meiosis. Oosit primer kemudian mengalami masa istirahat hingga masa pubertas.

Pada masa pubertas terjadilah oogenesis. Oosit primer membelah secara meiosis, menghasilkan 2 sel yang berbeda ukurannya. Sel yang lebih kecil, yaitu badan polar pertama membelah lebih lambat, membentuk 2 badan polar. Sel yang lebih besar yaitu oosit sekunder, melakukan pembelahan meiosis kedua yang menghasilkan ovum tunggal dan badan polar kedua. Ovum berukuran lebih besar dari badan polar kedua.

Pengaruh Hormon dalam Oogenesis. Kelenjar hipofisis menghasilkan hormon FSH yang merangsang pertumbuhan sel-sel folikel di sekeliling ovum. Ovum yang matang diselubungi oleh sel-sel folikel yang disebut Folikel Graaf, Folikel Graaf menghasilkan hormon estrogen. Hormon estrogen merangsang kelenjar hipofisis untuk mensekresikan hormon LH, hormon LH merangsang terjadinya ovulasi. Selanjutnya folikel yang sudah kosong dirangsang oleh LH untuk menjadi badan kuning atau korpus luteum. Korpus luteum kemudian menghasilkan hormon progesteron yang berfungsi menghambat sekresi DSH dan LH. Kemudian korpus luteum mengecil dan hilang, sehingga akturnya tidak membentuk progesteron lagi, akibatnya FSH mulai terbentuk kembali, proses oogenesis mulai kembali.

Oogenesis dengan spermatogenesis berbeda dalam tiga hal penting. *Pertama*, selama pembelahan meiosis dalam oogenesis, sitokinesis bersifat tidak sama. Sitoplasma hampir dimonopoli oleh satu sel anak, yaitu oosit primer. Sel yang sempurna dengan sitoplasma tersebut seterusnya akan berkembang menjadi ovum, sementara sel yang lebih kecil yang disebut sebagai badan polar (polosit) akan mengalami degenerasi. *Kedua*, saat seorang wanita dilahirkan, ovarium telah mengandung semua sel yang akan berkembang menjadi telur. *Ketiga*, proses oogenesis memiliki siklus hidup yang panjang melalui periode istirahat.



Gambar 16.2 : Proses Oogenesis

PEMBUAHAN

Pembuahan adalah serangkaian proses yang berpuncak pada penyatuan gamet pria, sperma dan gamet wanita, oosit, untuk membentuk zigot diploid. Satu sel secara progresif mengalami pembelahan menjadi enam milyar sel (6×10^{12}), kemudian membentuk individu yang unik dalam waktu kurang lebih 38 minggu.

Bagaimana Awal Terjadinya Proses Pembuahan
Ternyata diawali dari proses Koitus.

APA ITU KOITUS

Koitus pada manusia rata-rata berlangsung selama kurang lebih 4 menit. Johnson (1998) menjelaskan 4 fase respons seksual pada manusia yaitu :

E	Fase Eksitasi atau fase ketegangan seksual
P	Fase datar/plateau saat gairah memuncak, bila rangsangan turun, maka gairah seksual juga turun
O	Fase Orgasme yaitu kenikmatan seks yang antiklimaks
R	Fase resolusi yaitu fase pengembalian irama jantung dan pernapasan menuju normal

Proses koitus pada pria untuk terjadinya suatu pembuahan sangat tergantung pada kemampuan penis untuk ereksi, kemampuan ejakulasi dan kualitas sperma (Jumlah, Bentuk Sperma dan Pergerakan Sperma)

PROSES EREKSI PADA KELAMIN PRIA

Ereksi merupakan perubahan pada pembuluh darah dimana tergantung dari derajat keseimbangan antara *inflow arteri* dan *outflow vena*. Ketika *inflow arteri* rendah dan *outflow vena* dalam keadaan seimbang, penis dalam kondisi lemas. Ketika peningkatan *inflow* dan *outflow* turun, terjadi tumesen.

Dalam keadaan lemas, sistem saraf simpatetik dominan menjaga arteriol dan otot polos kavernosa tetap berkontraksi. Aliran darah ke penis tetap rendah. Ereksi terjadi dibawah pengaruh stimulasi parasimpatis dimana arteriole berdilatasi dan otot polos trabekula relaksasi. Lue dkk, tahun 1980- an, telah mengidentifikasi 8 fase ereksi :

1. Fase 0 : Fase flaccid
Penis flaccid dibawah pengaruh saraf simpatis. Arteri *inflow* rendah (dibawah 15 cm/detik) dan otot polos trabekula berkontraksi. Sinusoid kosong dan gas darah sama dengan darah vena.
2. Fase 1 : Fase pengisian
Stimulasi saraf parasimpatis menyebabkan dilatasi arteri dengan arteri *flow* meningkat drastis lebih dari 30 cm / detik. Relaksasi trabekula menyebabkan pengisian sinusoid tanpa peningkatan secara signifikan tekanan intrakavernosa.
3. Fase 2 : Fase tumesen
Tekanan intrakevernososa mulai meningkat. Tekanan meningkat diatas tekanan diastolik tekanan darah, *flow* arteri terus meningkat hanya selama fase sistolik. Sinusoid membesar dan beberapa

menekan pleksus vena subtunika. Penis memanjang dan membesar ke kapasitas maksimal.

4. Fase 3 : Fase ereksi penuh
Tekanan intrakavernosa terus meningkat sekitar 90 % tekanan darah sistolik. Aliran darah arteri ke dalam penis menurun tetapi masih lebih besar dari selama fase flaccid. Pembesaran tekanan sinusoid pada pleksus vena subtunika mengurangi aliran ke vena eminen. Pada saat ini gas darah sama dengan gas darah arteri.
5. Fase 4 : Fase ereksi rigid
Dibawah pengaruh saraf pudenda, kontraksi otot ischiokavernosa, memeras krura dan meningkatkan tekanan intrakavernosa diatas tekanan darah sistolik. Penis menjadi kaku dan tegak. Otot ischiokavernosa dapat berkontraksi volunter atau dibawah pengaruh reflek bulbokavernosa (yang maintain kekakuan selama penetrasi). Arteri inflow tidak dapat masuk lagi dan vena eminen menutup sempurna. Ketika otot rangka menjadi lelah terjadi penurunan tekanan intrakavernosa kembali ke level fase ereksi penuh, mengikuti sirkulasi kembali ke jaringan kavernosa.
6. Fase 5 : Fase detumesen awal
Sedikit peningkatan tekanan intrakevernos, mungkin diinduksi oleh stimulasi simpatetik yang menutup outflow vena.
7. Fase 6 : Fase detumesen lambat
Kontraksi otot polos trabekula, arteri helisina berkontriksi dan tekanan intrakavernosa menurun, terjadi penurunan tekanan vena subtunika dan peningkatan outflow vena.
8. Fase 7 : Fase detumesen cepat
Stimulasi simpatetik menurun secara cepat arteri inflow dan tekanan intrakavernosa, dengan peningkatan outflow dalam vena dan detumesen cepat.

KWALITAS SPERMA

Bila setelah setahun menikah dan berhubungan intim secara teratur belum dikarunia anak maka dikategorikan infertilitas. Kapasitas reproduksi pria telah dibuktikan menurun pada tidak kurang dari 50% pasangan infertil. Faktor-faktor penyebab untuk agar memudahkan dalam diagnosis dan penanganan pasien. Dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu : pre-testikular, testikular dan post-testikular.

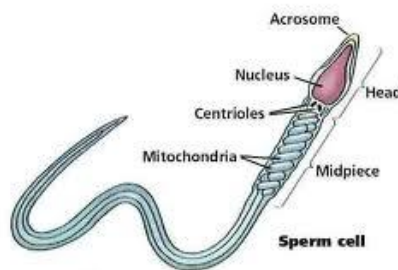
Evaluasi pihak pria harus dilakukan pada setiap pasangan yang datang berkonsultasi untuk infertilitas, dan harus dilakukan pada awal pemeriksaan pasangan. Perlu wawancara riwayat penyakit agar informasi yang diperoleh dapat memberikan masukan untuk diagnosis pada seperempat kasus-kasus infertilitas, Hal ini juga membantu dalam

menentukan prognosis, dan akan mempengaruhi penentuan penatalaksanaan.

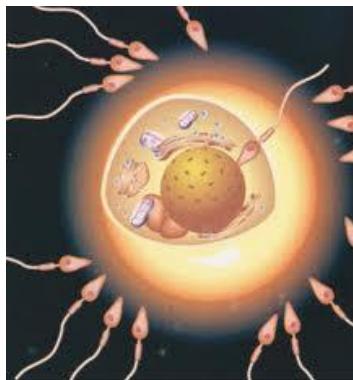
Mani encer tidak dapat dipakai sebagai indikator, perlu pemeriksaan sperma. Diagnosis laboratoris *oligozoospermia* dibuat jika konsentrasi sperma kurang dari 20 juta/ml, *asthenozoospermia* dibuat jika motilitas rendah (kurang dari 25% spermatozoa dengan gerak kedepan cepat lurus), *teratozoospermia* dibuat jika konsentrasi dan motilitas sperma normal, tetapi morfologi rendah (kurang dari 30% spermatozoa normal) atau *azoospermia* dibuat jika konsentrasi sperma = 0.

KOMPOSISIS EJAKULAT

Sekali orgasme kelamin pria mengeluarkan ejakulat dengan komposisi sebagai berikut : jumlah 40-250 juta sperma, cairan prostat terdiri dari 30% (asam sitrat, fosfatase, ion magnesium dan zink, Cairan seminalis (60%) terdiri dari fruktosa (sumber energi untuk sperma, dan alkalin, pH antara 7-8.3 dan volume normal sekali ejakulasi sebanyak 2-6 cc.



Gambar 16.3 ; Sperma



Gambar 16.4 : Fertilisasi

PROSES ORGASME PADA WANITA

Wanita memperlihatkan respons serupa dalam koitus dengan respons pada pria. Stimulasi taktil pada regio perineum dan glans klitoris serta rangsangan psikologis akan memicu respons. Korpus klitoris dan labia mengalami pembengkakan vaskuler. Peningkatan aliran darah ke vagina mengakibatkan pembengkakan vagina dan uterus terangkat yang mengangkat ostium serviks sehingga timbul efek tenting.

Orgasme pada wanita terjadi saat vagina berkontraksi dan uterus terangkat dan meningkat nintensitasnya. Respon seksual pada wanita cenderung lebih panjang dari pada respon seksual pada pria.

Efek fisiologis sistemik terjadi, baik pada pria maupun wanita berupa peningkatan kecepatan denyut jantung dan tekanan darah, disertai oleh vasodilatasi perifer.

FERTILISASI DAN KEHAMILAN

Peristiwa fertilisasi terjadi di saat spermatozoa membuahi ovum di tuba fallopii, terjadilah zigot, zigot membelah secara mitosis menjadi dua, empat, delapan, enam belas dan seterusnya. Pada saat 32 sel disebut morula, di dalam morula terdapat rongga yang disebut blastosol yang berisi cairan yang dikeluarkan oleh tuba fallopii, bentuk ini kemudian disebut blastosit. Lapisan terluar blastosit disebut trofoblas merupakan dinding blastosit yang berfungsi untuk menyerap makanan dan merupakan calon tembuni atau ari-ari (plasenta), sedangkan masa di dalamnya disebut simpul embrio (embrionik knot) merupakan calon janin. Blastosit ini bergerak menuju uterus untuk mengadakan implantasi (perlekatan dengan dinding uterus).

Pada hari ke-4 atau ke-5 sesudah ovulasi, blastosit sampai di rongga uterus, hormon progesteron merangsang pertumbuhan uterus, dindingnya tebal, lunak, banyak mengandung pembuluh darah, serta mengeluarkan sekret seperti air susu (uterin milk) sebagai makanan embrio.

Enam hari setelah fertilisasi, trofoblas menempel pada dinding uterus (melakukan implantasi) dan melepaskan hormon korionik gonadotropin. Hormon ini melindungi kehamilan dengan cara menstimulasi produksi hormon estrogen dan progesteron sehingga mencegah terjadinya menstruasi. Trofoblas kemudian menebal beberapa lapis, permukaannya berjonjot dengan tujuan memperluas daerah penyerapan makanan. Embrio telah kuat menempel setelah hari ke-12 dari fertilisasi.

1. Pembuatan Lapisan Lembaga

Setelah hari ke-12, tampak dua lapisan jaringan di sebelah luar disebut ektoderm, di sebelah dalam endoderm. Endoderm tumbuh ke dalam blastosol membentuk bulatan penuh. Dengan demikian terbentuklah usus primitif dan kemudian terbentuk pula kantung kuning telur (Yolk Sac) yang membungkus kuning telur. Pada manusia, kantung ini tidak berguna, maka tidak berkembang, tetapi kantung ini sangat berguna pada hewan ovipar (bertelur), karena kantung ini berisi persediaan makanan bagi embrio.

Di antara lapisan ektoderm dan endoderm terbentuk lapisan mesoderm. Ketiga lapisan tersebut merupakan lapisan lembaga (Germ Layer). Semua bagian tubuh manusia akan dibentuk oleh ketiga lapisan tersebut. Ektoderm akan membentuk epidermis kulit dan sistem saraf, endoderm membentuk saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan, mesoderm membentuk antara lain rangka, otot, sistem peredaran darah, sistem ekskresi dan sistem reproduksi.

2. Membran (Lapisan Embrio)

Terdapat 4 macam membran embrio, yaitu :

a) Kantung Kuning Telur (Yolk Sac)

Kantung kuning telur merupakan pelebaran endodermis berisi persediaan makanan bagi hewan ovipar, pada manusia hanya terdapat sedikit dan tidak berguna.

b) Amnion

Amnion merupakan kantung yang berisi cairan tempat embrio mengapung, gunanya melindungi janin dari tekanan atau benturan.

c) Alantois

Pada alantois berfungsi sebagai organ respirasi dan pembuangan sisa metabolisme. Pada mammalia dan manusia, alantois merupakan kantung kecil dan masuk ke dalam jaringan tangkai badan, yaitu bagian yang akan berkembang menjadi tali pusat.

d) Korion

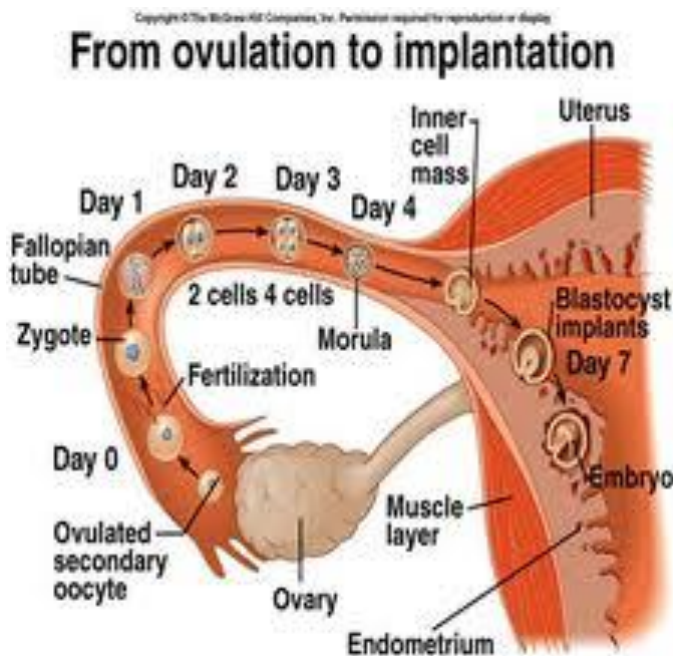
Korion adalah dinding berjonjot yang terdiri dari mesoderm dan trofoblas. Jonjot korion menghilang pada hari ke-28, kecuali pada bagian tangkai badan, pada tangkai badan jonjot trofoblas masuk ke dalam daerah dinding uterus membentuk ari-ari (plasenta). Setelah semua membran dan plasenta terbentuk maka embrio disebut janin/fetus.

3. Plasenta atau Ari-Ari

Plasenta atau ari-ari berbentuk seperti cakram dengan garis tengah 20 cm, dan tebal 2,5 cm. Ukuran ini dicapai pada waktu bayi akan lahir

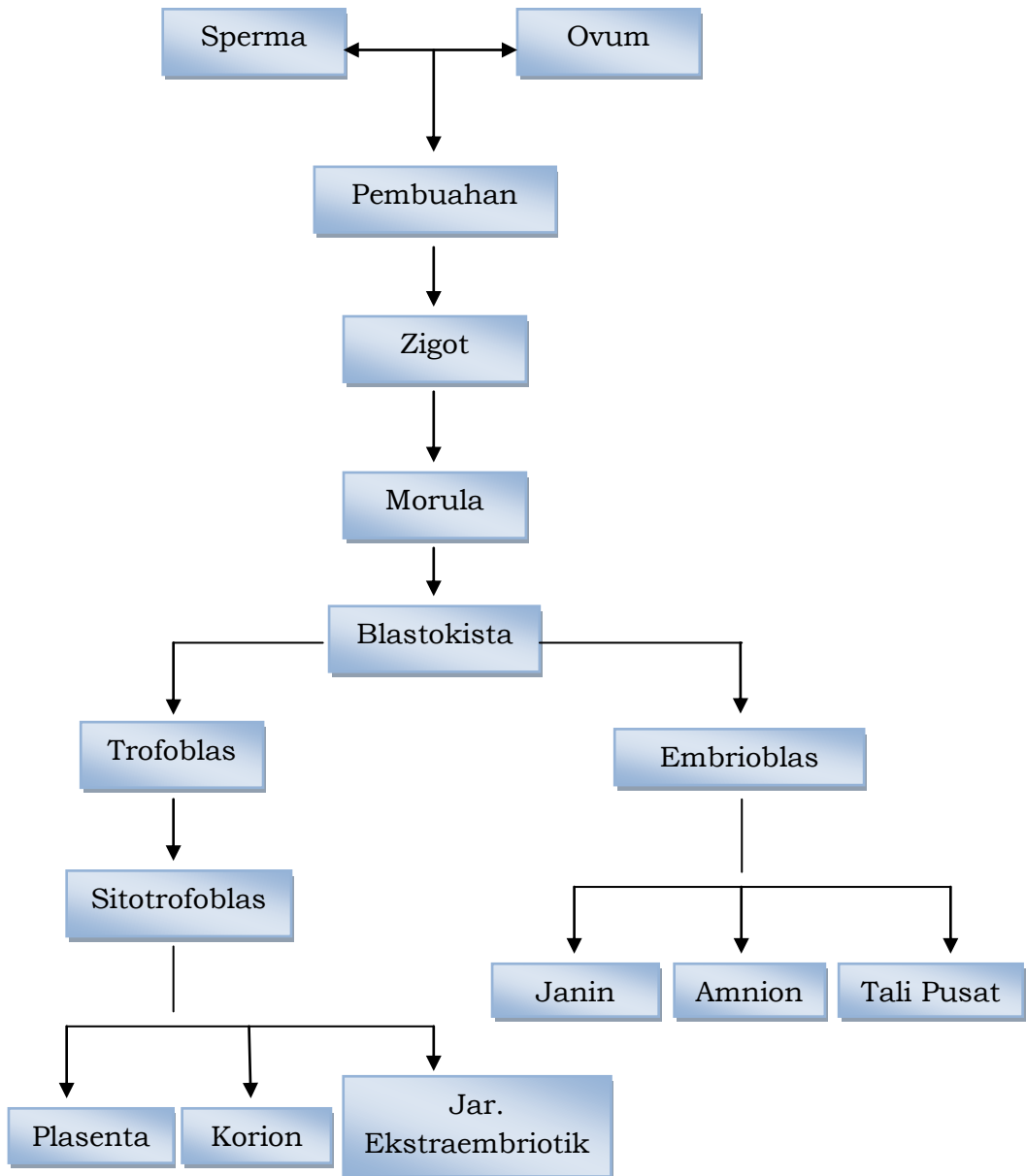
tetapi pada waktu hari 28 setelah fertilisasi, plasenta berukuran kurang dari 1 mm. Plasenta berperan dalam pertukaran gas, makanan dan zat sisa antara ibu dan fetus. Pada sistem hubungan plasenta, darah ibu tidak pernah berhubungan dengan darah janin, meskipun begitu virus dan bakteri dapat melalui penghalang (barier) berupa jaringan ikat dan masuk ke dalam darah janin.

Catatan : Makin tua kandungan, jumlah estrogen di dalam darah makin banyak, progesteron makin sedikit. Hal ini berhubungan dengan sifat estrogen yang merangsang uterus untuk berkontraksi, sedangkan progesteron mencegah kontraksi uterus. Hormon oksitosin yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis juga berperan dalam merangsang kontraksi uterus menjelang persalinan. Progesteron dan estrogen juga merangsang pertumbuhan kelenjar air susu, tetapi setelah kelahiran hormon prolaktin yang dihasilkan kelenjar hipofisislah yang merangsang produksi air susu.



Gambar 16.4 : Perkembangan sebelum implantasi

Berikut gambar jalur pembelahan sel terjadinya zigot :



Gambar 16.6 : Bagan Pembelahan Sel

LATIHAN KEGIATAN BELAJAR-16

Latihan berikut untuk mengukur apakah pemahaman materi anda tentang proses gametogenesis sudah baik atau perlu membaca/belajar ulang :

1. Sebutkan organ seks pria dan wanita yang berkaitan dengan spermatogenesis dan oogenesis
2. Jelaskan proses spermatogenesis
3. Jelaskan proses oogenesis
4. Jelaskan proses pembentukan zygot

RANGKUMAN

Terdapat dua organ penting berkaitan dengan spermatogenesis dan oogenesis yaitu, testis pada pria dan ovarium pada wanita.

Spermatogenesis adalah proses pembentukan sel sperma melalui meiosis dan mitosis. Proses pembentukan sel sperma di dalam epididemis dengan tahap awal yaitu pembentukan spermatogonium, kemudian membentuk 46 kromosom dan 4N kromatid yang disebut spermatosit primer, kemudian terjadi meiosis kromosom menjadi 23 kromosom dan 2N kromatid yang disebut spermatosit sekunder, kemudian pembelahan meiosis kedua menjadi spermatid setelah matang dinamakan sperma.

Oogenesis adalah pembentukan ovum. Mekanismenya dipengaruhi oleh hormon FSH yang diproduksi oleh hipofisis anterior. Awal pembelahan adalah terbentuknya oogonium dan selanjutnya berkembang menjadi oosit primer. Oosit primer selanjutnya membelah secara meiosis pada masa pubertas menjadi oosit sekunder. Karena pengaruh hormon FSH maka merangsang pertumbuhan sel folikel di sekeliling ovum. Ovum yang dikelilingi folikel disebut folikel de graaf, yang selanjutnya folikel de graaf menghasilkan estrogen. Selanjutnya estrogen merangsang hipofisis anterior untuk memproduksi LH, hormon inilah yang merangsang ovulasi. Saat folikel kosong kemudian menjadi corpus luteum yang mensekresi hormon progesteron yang berfungsi menghambat hormon FSH dan LH.

TES FORMATIF KEGIATAN BELAJAR-13

Petunjuk :

Jawablah pertanyaan berikut dengan memilih satu jawaban yang paling benar dengan memberi tanda silang pada option jawaban yang benar.

Soal :

1. Tahap pertama proses spermatogenesis adalah pembentukan
 - a. Spermatogonium
 - b. Spermatid primer
 - c. Spermatid sekunder
 - d. Sperma non matur
 - e. Sperma
2. Proses spermatogenesis yang prosesnya menghasilkan miosis 23 kromosom dan 1 N kromatid dinamakan :
 - a. Spermatogonium
 - b. Spermatid primer
 - c. Spermatid sekunder
 - d. Spermatid
 - e. Spermatozoa
3. Oogenesis berlangsung di organ :
 - a. Testis
 - b. Epididemis
 - c. Uterus
 - d. Ovarium
 - e. Tuba fallopi
4. Proses Oogenesis dirangsang oleh hormon
 - a. LH
 - b. ACTH
 - c. Estrogen
 - d. Progesteron
 - e. FSH
5. Jumlah sperma yang kurang dari 20 juta/ml dinamakan
 - a. Oligozoospermia
 - b. Asthenozoospermia
 - c. Teratozoospermia
 - d. Azoospermia
 - e. oligoasthenospermia
6. Berikut TIDAK termasuk kualitas sperma yang baik yaitu :
 - a. Jumlah sekali ejakulasi 40-250 juta
 - b. Volume 2-6 cc
 - c. pH antara 7-8.3
 - d. Cairan prostat terdiri dari 30%
 - e. Air terdiri dari 60%
7. Berikut BUKAN termasuk faktor yang menyebabkan seseorang mudah untuk terjadinya pembuahan :
 - a. Kualitas sperma azoospermia
 - b. Siklus haid teratur

- c. Volume ejakulat 40-250 juta/ml dan pH sedikit basa
 - d. Bentuk sperma normal
 - e. Lendir vagina dalam kondisi asam
8. Plasenta dibentuk dari jaringan
- a. Trofoblast
 - b. Embrioblast
 - c. Amnion
 - d. Korion
 - e. Morula

UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT KEGIATAN BELAJAR-16

Tugas anda setelah mengerjakan soal formatif ini adalah mencocokkan dengan kunci jawaban yang ada di bagian belakang modul dengan kode :*Kunci Jawaban KB-16* Anda dinyatakan tuntas belajar manakala anda menjawab benar 6 dari 8 soal yang ada. Bila nilai anda kurang dari 6, dipersilahkan anda membaca dengan teliti materi yang anda belum pahami dengan melihat jawaban anda yang salah.

REFERENSI

- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Dunstall M, Coad J, 2001. Alih Bahasa, Brahm U Pendit. *Anatomi& Fisiologi untuk Bidan*, EGC, Jakarta.

Kunci Jawaban Latihan :

1. Organ seks internal pria yang berkaitan dengan spermatogenesis adalah epididemis dan testis. Organ seks internal wanita yang berkaitan dengan oogenesis adalah ovarium
2. Tahapan spermatogenesis dimulai dari adanya spermatogonium---- spermatisit primer ----- spermatisit sekunder ----- spermatid ---- sperma
3. Tahapan oogenesis dimulai dari oosit primer----- stimulus oleh hormon FSH----- saat pubertas menjadi oosit sekunder----- ovum tunggal----ovum.
4. Pembentukan zygot dimulai dari adanya pembuahan (konsepsi) ---- zigot ---- morula ----- blastokista ----- trofoblas dan embrioblas---- trofoblas cikal bakal dari plasenta dan korion----- embrioblas cikal bakal dari janin, amnion dan tali pusat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arti,2001. Pengertian Gen. www.untukku.com.
- Baratawidjaja, KG, 1996. *Imunologi Dasar*. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Basmajian J.V., Slonecker C.E., 1993. *Grant's Method of Anatomy*, Jilid 1, Edisi XI, Williams and Wilkins.
- Bio, 2012. Hubungan Gen dengan Kromosom. www.bioclub.com.
- Bowo, 2010. Kromosom. www.bowo.staff.fkip.uns.ac.id
- Corwin Elizabeth J, 2008. Alih bahasa Nike Budhi Subekti. *Buku Saku Patofisiologi*, ed.3. EGC, Jakarta
- Coad, Jane (2001). *Anatomy and physiology for midwives*. London: Mosby.
- Cohen BJ, Wood BL (2000). *Memmier's The Human Body in Health and Disease, 9th Ed*. Philadelphia: Lipincott Williams and Wilkins
- Dunstall M, Coad J,2001.Alih bahasa Brahm U Pendit. *Anatomi&Fisiologi untuk Bidan*. Jakarta, EGC
- Desrizal, 2012. Pengertian DNA, Gen dan Kromosom. www.genetic.com
- Guyton&Hall, 2002. Alih bahasa Irawati Setiawan. *Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, EGC.
- Kahle W, Leonhardt H, Platzer W, 1995. Penerjemah Syamsir HM.*Atlas Berwarna dan Teks Anatomi Manusia*. Jakarta, Hipocrates
- Landau, BR. (1980). *Essential human anatomy and physiology*, 2 nd edition. Illinois: ScottForesman and Company Glenview.
- Lauralee Sherwood (2001). *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Alih Bahasa dr Brahm U Pendit. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Martini, FH et al. (2001). *Fundamentals of anatomy and physiology*, 5 nd edition. New Jersey:Prentice Hall.

- Mugiasih. 2012. *Sistem Pencernaan Pada Manusia*. <http://www.blog.uad.ac.id/mugiasihpbio/files/2011/12/Saluran-Pencernaan.jpg>
- Murray Rober K., et al, 2000. *Harper's Biochemistry*. 2nd edition, Appleton & Lange, Toronto
- Noback Harles R (1996). *The Human Nervus System Structure and Function*. Williams & Wilkins
- Pearce E., 1998. *Anatomy and Physiology for Nurses*, Evelyn Pearce. PT Gramedia, Jakarta.
- Sanders, T. & Scanlon, V.C. (2007). *Essential of anatomy and physiology* London: Churchill Livingstone
- Silverthorn, C. Andrew (2001). *Human Physiology and Integrated Approach*. Second Edition. New Jersey: Prentice Hall
- Setianto Budhi, 2004. *Dasar medic untuk pengembangan EKG dan manfaatnya bagi dunia kedokteran di Indonesia*. Makalah, seminar kedokteran, FKUI, Jakarta.
- Sholeh M, 2001. *Sholat Tahajud Manfaat Praktis ditinjau dari Ilmu Kedokteran*. Forum Studi Himanda, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Roger Watson. (2002). *Anatomi dan Fisiologi untuk Perawat*. Alih Bahasa Sitti Sabariyah. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Tortora G.J., 1986. *Principles of Human Anatomy*, Edisi IV, Harper and Row Publisher, New York.
- Verralls, Sylvia (1997). *Anatomi dan fisiologi terapan dalam kebidanan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Modul Ajar ini berisi enam belas kegiatan belajar yang disusun dengan menekankan pada sekuensi atau urutan yang sistematis. Bahasa yang dipakai sangat mudah karena diseting untuk mahasiswa program Diploma. Ke-enam belas kegiatan belajar tersebut adalah:

1. Struktur dan fungsi sel
2. Keseimbangan cairan dan elektrolit
3. Proses peradangan
4. Sistem muskuloskeletal/pergerakan
5. Sistem kardiovaskuler/sirkulasi
6. Sistem pernapasan
7. Sistem persyarafan
8. Sistem pencernaan
9. Sistem perkemihan
10. Sistem integumen/kulit
11. Sistem panca indra
12. Sistem reproduksi
13. Sistem hormonal
14. Sistem ketahanan tubuh imunologi
15. Genetika
16. Gametogenesis



Penerbit
Prodi Kebidanan Magetan
Poltekkes Kemenkes Surabaya

ISBN 978-623-92343-4-8

