



Heru Nurcahyo

ILMU KESEHATAN JILID 1



Heru Nurcahyo



ILMU

KESEHATAN

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan

JILID 1

untuk SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Heru Nurcahyo

ILMU KESEHATAN

JILID 1

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

ILMU KESEHATAN

JILID 1

Untuk SMK

Penulis : Heru Nurcahyo

Perancang Kulit : TIM

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

NUR NURCAHYO, Heru.
a Ilmu Kesehatan Jilid 1 untuk SMK oleh Heru Nurcahyo----
Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
ix. 276 hlm
Daftar Pustaka : A1-A4
Glosarium : B1-B4
ISBN : 978-602-8320-30-6
978-602-8320-31-3

Diterbitkan oleh

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan

Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah

Departemen Pendidikan Nasional

Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK. Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

Kata Pengantar

Dalam rangka meningkatkan mutu pendidikan terutama untuk meningkatkan mutu pembelajaran dengan menyediakan sumber belajar telah ditetapkan program penyusunan buku pelajaran kejuruan pada tahun 2007 ini. Salah satu dari buku pelajaran kejuruan yang diprogramkan untuk ditulis adalah buku dengan judul "**Ilmu Kesehatan**". Buku tersebut rencananya akan digunakan untuk pegangan para Guru dan Siswa SMK di seluruh Indonesia.

Mengingat banyak dan beragamnya topik bahasan atau persoalan dalam bidang ilmu kesehatan, maka untuk menjangkau kebutuhan yang otentik dari para guru dan agar sesuai dengan kebutuhan kompetensi siswa kejuruan dipilih materi dengan topik-topik bahasan yang relevan dengan kebutuhan untuk proses belajar dan mengajar di SMK. Pada tataran kesehatan pribadi dikaji tentang struktur-fungsi dan kesehatan dari masing-masing sistem organ tubuh manusia. Pada tataran kesehatan masyarakat dibahas beberapa topik penting antara lain gizi dan makanan, kesehatan lingkungan, kesehatan kerja, kesehatan olahraga, obat dan penyalahgunaan obat.

Dengan kata lain, orang sehat adalah orang yang memiliki kondisi fisik, jiwa, dan sosial dapat berfungsi secara normal. betul-betul dapat menikmati hidupnya, sejahtera, bebas dari gangguan penyakit, emosional, intelektual, dan sosial.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut berperan serta secara aktif dan bekerja sama dalam penyusunan buku ini. Terima kasih yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Direktur Pembinaan SMK yang memberikan dana untuk penulisan buku pelajaran ini. Terima kasih kepada bapak Bambang Sutiyono yang telah berperan sebagai editor buku ini. Bapak Dr. Zarfiel Tafal, M.Ph yang telah berperan sebagai evaluator buku ini.

Akhirnya penulis berharap semoga buku pelajaran ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukan. Tentu saja buku ini masih banyak kekurangan, sehingga kesempatan masih terbuka untuk mendapatkan masukan yang relevan dari berbagai pihak. Penulis juga berharap bahwa dari semua pihak untuk memberikan saran yang akan lebih menyempurnakan buku ini di kemudian hari. Akhirnya penulis berharap semoga buku ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang memerlukan.

Penulis

Sinopsis

Setiap insan pasti sangat mengidam-idamkan tubuhnya selalu dalam kondisi sehat. Kesehatan menempati posisi penting dalam kehidupan setiap manusia karena sehat merupakan kebutuhan dasar dan hak setiap orang. Kondisi sehat merupakan salah satu faktor penentu kualitas sumber daya manusia, dan sebagai suatu syarat untuk mewujudkan perkembangan jasmani, rohani (mental), sosial, dan ekonomi yang seimbang. Oleh karena itu, wajar jika secara alami semua orang selalu berusaha agar dirinya dalam kondisi sehat.

Kesehatan pribadi dapat dicapai secara fisik, apabila seluruh aktivitas kehidupan manusia berfungsi normal dan seimbang (homeostasis) seperti: mencerna makanan, metabolisme, mengedarkan zat-zat makanan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi, melakukan pernafasan, tumbuh dan berkembang, melakukan pengeluaran sisa-sisa metabolisme melalui sistem ekskresi, melakukan gerakan melalui rangka tulang dan otot (lokomosi), peka terhadap rangsangan (iritabilitas) melalui indera, dan melakukan perkembang-biakan melalui sistem reproduksi.

pola makan yang tidak sehat

Olahraga merupakan sebagian aktivitas fisik secara teratur dan terukur untuk meningkatkan kebugaran dan derajat kesehatan.. Kesehatan olahraga memberikan pelayanan kepada masyarakat agar masyarakat terhindar dari berbagai penyakit tidak menular dan dapat meningkatkan derajat kesehatan, kebugaran serta produktifitas kerja. Jenis olahraga, manfaat olahraga, persiapan sebelum olahraga, olahraga yang baik dan yang perlu diperhatikan setelah berolahraga, yang tidak dianjurkan berolahraga. Kebugaran jasmani, komponen kebugaran jasmani, komposisi tubuh, kelenturan/fleksibilitas tubuh, kekuatan otot, daya tahan, jantung paru, daya tahan otot. faktor-faktor yang mempengaruhi kebugaran jasmani.

Kesehatan masyarakat Begitu pula kegiatan yang berkaitan dengan pemeliharaan dan peningkatan derajat kesehatan tidak dapat berjalan dengan baik. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut: tingkat pendidikan masyarakat, adat-istiadat, kepercayaan, dan perilaku (budaya). Kondisi tersebut merupakan beberapa contoh dari permasalahan yang menghambat perwujudan kesehatan masyarakat. Program pencegahan dapat dilakukan dengan melakukan vaksinasi yang benar dan teratur. Pencegahan penyakit menular melalui 3 cara:

eliminasi, memutus siklus, dan imunisasi (vaksinasi).

Kesehatan lingkungan, Fakta dalam kehidupan kita sehari-hari, menunjukkan derajat kesehatan masyarakat masih kurang mendapatkan perhatian yang memadai. Pengamatan empirik di lapangan masih sering dijumpai kondisi rumah tempat tinggal yang tidak sehat, lingkungan kotor, tempat mandi cuci dan kakus (MCK) jorok, tempat pembuangan sampah dan limbah rumah-tangga tidak tertata.

Kesehatan dan keselamatan kerja,

Penyakit tidak menular adalah jenis penyakit yang tidak menular seperti cacat fisik, gangguan mental, kanker, penyakit degeneratif, penyakit gangguan metabolisme, dan kelainan-kelainan organ tubuh lain penyakit jantung, pembuluh darah, penyakit tekanan darah tinggi, penyakit kencing manis, berat badan lebih, osteoporosis, kanker usus, depresi dan kecemasan. Penyakit menular adalah penyakit yang dapat ditularkan dari orang satu ke orang lain baik secara langsung maupun melalui perantara. Sumber penularan, cara penyakit masuk ke dalam tubuh tubuh yang sehat, infeksi, mekanisme terjadinya penyakit melibatkan berbagai faktor antara lain: agen, induk semang (hospes), dan lingkungan yang dikenal dengan penyebab majemuk suatu penyakit. Cara penularan dapat melalui saluran pernafasan, saluran makanan, saluran kelamin, dan kulit.

Meskipun demikian, dalam keadaan tidak sakit (sehat) ada beberapa gelintir orang yang kurang memperhatikan dan menghargai kesehatannya. Sebagai contoh konkrit penyalah-gunaan obat dan narkotika (Narkoba), menenggak minuman beralkohol, merokok, seks bebas dsb, semua kegiatan tersebut dapat mengganggu kesehatan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
SINOPSIS	iii
DAFTAR ISI	v
BUKU JILID 1	
Bab 1. Kesehatan	1
1 Pengertian Sehat	1
1.1. Mengapa Sehat Itu Perlu?.....	4
1.2. Ilmu Kesehatan	6
1.3. Obyek dan Bidang Kajian Ilmu Kesehatan	7
1.4. Pengembangan Ilmu Kesehatan	11
1.5. Penemuan-penemuan yang Bermanfaat Bagi Kesehatan	12
1.6. Manfaat Mempelajari Ilmu Kesehatan	13
Bab 2. Alat Pencernaan dan Makanan	11
1 Sistem Pencernaan Makanan	18
2.1. Saluran Pencernaan	19
2.2. Berbagai Kelainan dan Penyakit Saluran Pencernaan	30
2.3. Menjaga Kesehatan Saluran Pencernaan	33
2.4. Kelenjar Pencernaan	34
2.5. Proses Pencernaan Makanan	38
2.6. Metabolisme	41
Bab 3. Jantung dan Pembuluh Darah	57
3 Sistem Sirkulasi	48
3.1. Jantung	48
3.2. Pembuluh darah	58
3.3. Cairan Darah	62
3.4. Trombosit	66
3.5. Sirkulasi Limfatik	68
3.6. Sistem Kekebalan (Imunitas)	69
Bab 4. Paru-paru dan Pernafasan	95
4. Sistem Pernafasan	80
4.1. Saluran Pernafasan Manusia	81
4.2. Paru-paru	83
4.3. Mekanisme Pernafasan	87
4.4. Kelainan dan Penyakit Sistem Pernafasan Manusia	93

4.5.	Pemeliharaan Kesehatan Paru-paru.....	94
Bab 5.	Ginjal dan Ekskresi	99
5	Sistem Ekskresi	100
5.1.	Ginjal	101
5.2.	Fungsi Ginjal	109
5.3.	Mekanisme Pengaturan Kadar Air Tubuh	113
5.4.	Regulasi Kadar Ion Natrium (Sodium)	114
5.5.	Penyakit dan Ketidaknormalan Ginjal	115
Bab 6.	Syaraf dan Koordinasi	123
6.	Sistem Koordinasi	124
6.1.	Sistem Syaraf	124
6.2.	Neuron Sensoris dan Motoris	127
6.3.	Sinapsis	128
6.4.	Sel Glia	128
6.5.	Klasifikasi Sistem Syaraf	129
6.6.	Klasifikasi Sistem Syaraf	129
6.7.	Lengkung Refleks	134
6.8.	Kelelahan Syaraf	135
Bab 7.	Alat Indera dan Rangsangan	139
7.	Sistem Indera	140
7.1.	Struktur dan Fungsi Alat Indera Penglihatan (Mata) ..	140
7.2.	Mekanisme Penerimaan Rangsang Cahaya	141
7.3.	Kelainan Gangguan penglihatan	142
7.2.	Struktur & Fungsi Alat Inder Pendengaran (Telinga)	144
7.3.	Indera Keseimbangan	146
7.4.	Struktur dan Fungsi Alat Indera Pembau (Hidung)	146
7.5.	Struktur dan Fungsi Alat Indera Pengecap (Lidah)	147
7.6.	Struktur dan Fungsi Alat Indera Peraba (Kulit)	148
7.7.	Pemeliharaan Kesehatan Indera	150
7.8.	Perawatan Luka pada Kulit	150
Bab 8.	Hormon dan regulasi	153
8..	Sistem Endokrin	154
8.1.	Hipotalamus	154
8.2.	Kelenjar Pituitaria (Hipofise)	154
8.3.	Kelenjar Tiroid	159
8.4.	Kelenjar Paratiroid	161
8.5.	Kelenjar Adrenal	162
8.6.	Ovarium	164
8.7.	Pankreas	165
8.8	Saluran Pencernaan	166
8.9	Mekanisme Pengaturan Kadar Ion Kalsium	166

Bab 9. Rangka dan Otot	169
9. Sistem Rangka	170
9.1. Rangka Sumbu	172
9.2. Rangka Anggota Badan.....	174
9.3. Persendian	176
9.3. Otot	181
9.4. Pengaturan Kadarlon Kalsium dalam Darah	177
9.5. Pemeliharaan Kesehatan Rangka	178
9.6. Makanan untuk Pertumbuhan Tulang	179
9.7. Cidera, Kelainan, dan Penyakit pada Rangka	179
Bab 10. Gizi dan Kesehatan	187
10. Gizi	188
10.1. Karbohidrat	189
10.2. Lemak	189
10.3. Protein	189
10.4. Vitamain	191
10.5. Mineral	192
10.6. Serat Kasar	192
10.7. Air	194
10.8. Makanan Sehat dan Bergizi	194
10.9. Pengukuran Status Gizi	195
Bab 11. Kesehatan Reproduksi	221
11 Sistem Reproduksi	222
11.1 Sistem Reproduksi Laki-Laki	222
11.2. Sistem Reproduksi Wanita	225
11.3. Siklus Reproduksi	228
11.4. Hormon-hormon Reproduksi Wanita	235
11.5. Kehamilan dan Melahirkan	237
11.6. Tumbuh Kembang Remaja	239
11.7. Seks dan Seksualitas	241
11.8. Perilaku Seksual	242
11.9. Kesehatan Reproduksi	244
11.10 Pengaturan Kehamilan (Keluarga Berencana)	244
11.11 Koontrasepsi	245
11.12 Penyakit Menular Lewat Hubungan Seksual	247
BUKU JILID 2	
Bab 12. Olahraga dan Kesehatan	255
12. Apakah Olahraga Itu?.....	256
12.1. Jenis Olahraga	257
12.2. Cara Melakukan Olahraga	259
12.3. Manfaat Olahraga	264

Bab 13. Kesehatan Masyarakat	275
13. Batasan Pengertian Kesehatan Masyarakat	276
13.1. Sanitasi Lingkungan	282
13.2. Pemberantasan Penyakit	282
13.3. Promosi kesehatan	283
13.4. Pengembangan Rekayasa Sosial dalam rangka Pemeliharaan Kesehatan Masyarakat	290
13.5. Pencegahan dan Penanggulangan Penyakit	291
Bab 14. Kesehatan Lingkungan	299
14.1. Pengertian Kesehatan Lingkungan	300
14.2. Masalah Kesehatan Lingkungan	302
14.3. Sanitasi Lingkungan	305
14.4. Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan Hidup	334
14.5. Penyakit-Penyakit Lingkungan	335
Bab 15. Kesehatan dan Keselamatan Kerja	341
15. Batasan Kesehatan Kerja	342
15.1. Diterminan Kesehatan Kerja	344
15.2. Kemampuan Kerja	347
15.3. Faktor Fisik dalam Bekerja	345
15.4. Faktor Fisik dalam Bekerja	350
15.5. Faktor Manusia dalam Bekerja	355
15.6. Ergonomi	356
15.7. Psikologi Kerja	358
15.8. Kecelakaan Kerja	359
15.9. Tujuan Pengawasan Kesehatan Kerja & Lingkungan Kerja	362
Bab 16. Penyakit Menular dan Tidak Menular	367
16.1. Pengertian Penyakit	368
16.2. Mekanisme Terjadinya Penyakit	368
16.2. Cara Penyakit Masuk ke Dalam Tubuh	372
16.3. Pengertian dan Peranan Epidemiologi	377
16.4. Imunisasi	379
16.5. Penyakit Tidak Menular	381
16.4. Penyakit Menular	387
16.6. Pencegahan dan Penaggulangan Penyakit	392
16.9. Usaha-usaha menjauhkan diri dari penyakit- penyakit	395
16.10.. Pengobatan Penyakit	395
16.11. Penyakit-penyakit Menular	395
Bab 17. Obat, Narkotika, dan Penyalahgunaan Obat	401
17. Obat	402

17.2. Penyalahgunaan Obat	410
17.2. Minuman Keras	431
17.3. Penyalahgunaan Obat	401
17.3. Nikotin	432
17.5. Memahami Efek Ketergantungan Narkoba	499
17.6. Memahami Efek Ketergantungan Narkoba	427
17.6. Hukum dan Narkoba	431
17.7. Narkotika	417
17.8. Faktor & akibat Narkotika	430
17.9. Berbagai Alasan Memakai Narkoba	428
Lampiran A. Daftar Pustaka	
Lampiran B. Glossari	
Lampiran C. Daftar Singkatan.....	

Bab 1

Pengertian Kesehatan



Gambar 1.1. Apakah aku anak sehat ?

Pernahkah anda merasa makan terasa enak, melakukan segala kegiatan terasa bergairah dan menyenangkan? Jika pernah, maka pada saat itu anda dalam kondisi sehat. Betapa nikmatnya jika kita dalam kondisi sehat, bukan? Sebaliknya, pernahkah anda merasakan seluruh tubuh lemah, pegal-pegal, letih, dan demam sehingga kita tidak dapat melakukan segala kegiatan dengan baik.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Pengertian sehat
- Perlunya kesehatan?
- Ilmu kesehatan
- Obyek dan bidang kajian ilmu kesehatan
- Pengembangan ilmu kesehatan
- Penemuan-penemuan yang bermanfaat bagi kesehatan
- Manfaat mempelajari ilmu kesehatan

1. Pengertian Sehat

Istilah sehat dalam kehidupan sehari-hari sering dipakai untuk menyatakan bahwa sesuatu dapat bekerja secara normal. Bahkan benda mati pun seperti kendaraan bermotor atau mesin, jika dapat berfungsi secara normal, maka seringkali oleh pemiliknya dikatakan bahwa kendaraannya dalam kondisi sehat. Kebanyakan orang mengatakan sehat jika badannya merasa segar dan nyaman. Bahkan seorang dokterpun akan menyatakan pasiennya sehat manakala menurut hasil pemeriksaan yang dilakukannya mendapatkan seluruh tubuh pasien berfungsi secara normal. Namun demikian, pengertian sehat yang sebenarnya tidaklah demikian. Pengertian sehat menurut UU Pokok Kesehatan No. 9 tahun 1960, Bab I Pasal 2 adalah keadaan yang meliputi kesehatan badan (jasmani), rohani (mental), dan sosial, serta bukan hanya keadaan bebas dari penyakit, cacat, dan kelemahan. Pengertian sehat tersebut sejalan dengan pengertian sehat menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) tahun 1975 sebagai berikut: Sehat adalah suatu kondisi yang terbebas dari segala jenis penyakit, baik fisik, mental, dan sosial.

Batasan kesehatan tersebut di atas sekarang telah diperbaharui bila batasan kesehatan yang terdahulu itu hanya mencakup tiga dimensi atau aspek, yakni: *fisik*, *mental*, dan *sosial*, maka dalam Undang-Undang No. 23 Tahun 1992, kesehatan mencakup 4 aspek, yakni: *fisik* (badan), *mental* (jiwa), *sosial*, dan *ekonomi*. Batasan kesehatan tersebut diilhami oleh batasan kesehatan menurut WHO yang paling baru. Pengertian kesehatan saat ini memang lebih luas dan dinamis, dibandingkan dengan batasan sebelumnya. Hal ini berarti bahwa kesehatan seseorang tidak hanya diukur dari aspek fisik, mental, dan sosial saja, tetapi juga diukur dari produktivitasnya dalam arti mempunyai pekerjaan atau menghasilkan sesuatu secara ekonomi. Bagi yang belum memasuki dunia kerja, anak dan remaja, atau bagi yang sudah tidak bekerja (pensiun) atau usia lanjut, berlaku arti produktif secara sosial. Misalnya produktif secara sosial-ekonomi bagi siswa sekolah atau mahasiswa adalah mencapai prestasi yang baik, sedang produktif secara sosial-ekonomi bagi usia lanjut atau para pensiunan adalah mempunyai kegiatan sosial dan keagamaan yang bermanfaat, bukan saja bagi dirinya, tetapi juga bagi orang lain atau masyarakat.

Keempat dimensi kesehatan tersebut saling mempengaruhi dalam mewujudkan tingkat kesehatan seseorang, kelompok atau masyarakat. Itulah sebabnya, maka kesehatan bersifat menyeluruh mengandung keempat aspek. Perwujudan dari masing-masing aspek tersebut dalam kesehatan seseorang antara lain sebagai berikut:

1. *Kesehatan fisik* terwujud apabila seseorang tidak merasa dan mengeluh sakit atau tidak adanya keluhan dan memang secara objektif tidak tampak sakit. Semua organ tubuh berfungsi normal atau tidak mengalami gangguan.

2. *Kesehatan mental* (jiwa) mencakup 3 komponen, yakni pikiran, emosional, dan spiritual.
- *Pikiran* sehat tercermin dari cara berpikir atau jalan pikiran.
 - *Emosional* sehat tercermin dari kemampuan seseorang untuk mengekspresikan emosinya, misalnya takut, gembira, kuatir, sedih dan sebagainya.
 - *Spiritual* sehat tercermin dari cara seseorang dalam mengekspresikan rasa syukur, pujian, kepercayaan dan sebagainya terhadap sesuatu di luar alam fana ini, yakni Tuhan Yang Maha Kuasa (Allah SWT dalam agama Islam). Misalnya sehat spiritual dapat dilihat dari praktik keagamaan seseorang. Dengan perkataan lain, sehat spiritual adalah keadaan dimana seseorang menjalankan ibadah dan semua aturan-aturan agama yang dianutnya.



Gambar 1.2. Anak yang aktif dan berprestasi merupakan salah satu aspek kesehatan yang keempat adalah ekonomi dalam arti produktif

3. *Kesehatan sosial* terwujud apabila seseorang mampu berhubungan dengan orang lain atau kelompok lain secara baik, tanpa membedakan ras, suku, agama atau kepercayaan, status sosial, ekonomi, politik, dan sebagainya, serta saling toleran dan menghargai.
4. *Kesehatan* dari aspek *ekonomi* terlihat bila seseorang (dewasa) produktif, dalam arti mempunyai kegiatan yang menghasilkan sesuatu yang dapat menyokong terhadap hidupnya sendiri atau keluarganya secara finansial. Bagi mereka yang belum dewasa (siswa atau mahasiswa) dan usia lanjut (pensiunan), dengan sendirinya batasan ini tidak berlaku. Oleh sebab itu, bagi kelompok tersebut, yang berlaku adalah produktif secara sosial, yakni mempunyai kegiatan yang berguna bagi kehidupan mereka nanti, misalnya berprestasi bagi siswa atau mahasiswa, dan kegiatan sosial, keagamaan, atau pelayanan kemasyarakatan lainnya bagi usia lanjut.

1.1. Mengapa Sehat Itu Perlu?

Kesehatan bukanlah segalanya, akan tetapi tanpa kesehatan segalanya itu tiada arti. Pada dasarnya setiap orang sangat mengidam-idamkan kondisi tubuh yang sehat. Mengapa demikian? Karena kesehatan merupakan kebutuhan dasar manusia. Kesehatan berperan penting dalam kehidupan setiap manusia, karena :

- kesehatan merupakan salah satu faktor penentu kualitas sumber daya manusia.
- kesehatan sebagai suatu syarat untuk mewujudkan perkembangan jasmani, rohani (mental), dan sosial yang serasi,
- kesehatan sebagai syarat untuk melakukan aktivitas secara optimal dan pada gilirannya akan berpengaruh terhadap prestasi dan produktivitas.

Menyadari arti dan peran penting kesehatan, maka Pemerintah Republik Indonesia melalui Departemen Kesehatan turut mencanangkan program Kesehatan Bagi Semua tahun 2000 (*Health for All by the year 2000*). Tujuannya agar masyarakat Indonesia, baik di perkotaan maupun di pedesaan menjadi masyarakat yang sehat dan kuat untuk melaksanakan pembangunan nusa dan bangsa kita yang kini sedang giat-giatnya dilakukan. Hal ini merupakan rekomendasi dari konferensi kesehatan se dunia di Alma Ata, Kazhaktan, tahun 1978.

Upaya kesehatan adalah setiap kegiatan untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan yang dilakukan oleh pemerintah dan/atau masyarakat. Hal ini berarti, bahwa dalam rangka mewujudkan derajat kesehatan ini, kesehatan pribadi, kelompok, atau masyarakat harus diupayakan. Upaya mewujudkan kesehatan ini dilakukan oleh pribadi, kelompok, masyarakat, baik secara lembaga oleh pemerintah, ataupun swadaya masyarakat (LSM). Dilihat dari sifat,

upaya mewujudkan kesehatan tersebut dapat dilihat dari dua aspek, yaitu pemeliharaan kesehatan dan peningkatan kesehatan. Pemeliharaan kesehatan mencakup 2 aspek juga, yakni: preventif (pencegahan penyakit) dan promotif (peningkatan kesehatan) itu sendiri. Kesehatan perlu ditingkatkan karena kesehatan seseorang itu relatif dan mempunyai bentangan yang luas. Oleh sebab itu, upaya kesehatan promotif mengandung makna kesehatan seseorang, kelompok atau pribadi harus selalu diupayakan sampai ke tingkat kesehatan yang optimal.



▲ **Gambar 1.3.** Anak sehat berpangkal pada terbentuknya generasi muda yang sehat kuat baik fisik, mental, sosial, dan kecerdasannya

1.2. Ilmu Kesehatan

Sejak zaman purbakala manusia telah mengenal penyakit, berusaha sembuh dan menghindari dari sakit serta berusaha agar tetap sehat. Sesuai dengan perkembangan peradaban manusia saat itu, maka usaha untuk sembuh dari sakit dan agar tetap sehat dilakukan dengan berbagai cara. Oleh karena metode dan cara berbeda-beda maka berbeda-beda pula cara pengobatan dari tempat satu dengan tempat lainnya.

Ilmu kesehatan berkembang dari pengetahuan yang diketahui oleh manusia. Pengetahuan dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain: pancaindera, pikiran, dan intuisi. Bila dibandingkan antara pengetahuan dan ilmu pengetahuan terdapat perbedaan yang nyata. Pengetahuan ialah semua yang diketahui oleh manusia tanpa memperhatikan pengetahuan tersebut benar atau salah, sedangkan ilmu pengetahuan membatasi pengetahuan yang benar saja. Pengetahuan yang benar adalah pengetahuan yang telah teruji kebenarannya melalui metode ilmiah. Nah, karena manusia ingin terbebas dari penyakit, maka mereka mulai mempelajari atau mengkaji bagaimana caranya agar manusia dapat selalu hidup sehat. Dengan menggunakan kemampuan berpikir rasional atas dasar pengetahuan, menarik minat orang untuk mempelajari ilmu kesehatan yang kemudian kita kenal sebagai ahli ilmu kesehatan. Para ahli ilmu kesehatan kemudian melakukan penelitian-penelitian yang bersifat observatif maupun eksperimental melalui pengamatan dan pengukuran terhadap parameter-parameter kesehatan seperti kadar hemoglobin dalam darah, kandungan bakteri dalam air minum, kandungan vitamin dalam makanan dsb. Berdasarkan data akurat yang disertai dengan penjelasan analisis secara deskriptif maka akan diperoleh fakta-fakta yang kemudian digunakan untuk merumuskan konsep-konsep dalam ilmu kesehatan.

Bila kita bandingkan pandangan orang pada jaman dahulu dengan sekarang mengenai penyakit, ternyata cukup berbeda. Dulu orang beranggapan bahwa penyakit *lepra* misalnya, merupakan penyakit kutukan Tuhan. Mereka juga menganggap bahwa penyakit malaria disebabkan oleh udara buruk (*mala* = buruk; *aria* = udara).

Kedua contoh tersebut memberikan gambaran kepada kita bahwa karena belum berkembangnya ilmu pengetahuan, orang dahulu memandang penyakit secara kurang tepat sehingga penanggulangannya pun kurang tepat. Misalnya, untuk mencari penyembuhan terhadap suatu penyakit, banyak diantara mereka pergi ke dukun, ahli sihir, pendeta, ulama dan melakukan berbagai upaya lainnya yang umumnya untuk beberapa penyakit tertentu tidak membuahkan hasil yang memuaskan.

Dewasa ini kita saksikan, bahwa orang terus-menerus mencoba mencari dan menyelidiki sebab-sebab timbulnya suatu penyakit. Berkat kemajuan ilmu dan teknologi, khususnya di bidang teknologi

kedokteran, akhirnya orang tahu dengan tepat bahwa penyakit *lepra* disebabkan oleh kuman, bukan karena kutukan Tuhan. Begitu pula penyakit malaria bukan disebabkan oleh udara buruk tetapi disebabkan oleh kuman yang menginfeksi tubuh manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles*. Setelah diketahui bahwa penyebab penyakit malaria adalah kuman yang disebarkan oleh nyamuk *Anopheles*, maka upaya yang dilakukan manusia adalah bagaimana memberantas nyamuk *Anopheles*, dan mengusahakan penyembuhan penyakit tersebut. Kini orang sudah tahu bahwa obat penyakit malaria adalah pil kina.

Dari uraian di atas, jelaslah bahwa kemajuan yang dicapai dalam bidang kedokteran atau kesehatan tersebut tidak lepas dari kemajuan ilmu-ilmu yang mendukungnya, khususnya Biologi. Dengan menguasai cabang-cabang biologi seperti anatomi, fisiologi, histologi, mikrobiologi, zoologi dan sebagainya, para dokter sudah dapat mengusahakan penyembuhan yang tepat bagi suatu penyakit. Bahkan begitu pesatnya kemajuan yang dicapai dalam bidang kedokteran, sampai-sampai penyakit yang paling rumit pun sudah dapat ditanggulangi, misalnya tumor, kanker, penyakit jantung, penyakit saraf, ginjal, dan sebagainya. Operasi, dewasa ini bukan lagi menjadi hal yang menakutkan.

1.3. Objek dan Bidang Kajian Ilmu Kesehatan

Sesuai dengan fokus bidang kajian yang dipelajari dan hakikat masalahnya, maka ilmu kesehatan dalam perkembangannya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Ilmu kesehatan pribadi (*personal health*) yang fokus bidang kajiannya adalah orang per orang (pribadi).
2. Ilmu kesehatan masyarakat (*public health*) yang fokus bidang kajiannya adalah kelompok manusia dalam masyarakat.

Kedua sifat keilmuan ini akhirnya masing-masing berkembang menjadi cabang ilmu sendiri.

1.3.1. Ilmu kesehatan pribadi

Pada tataran perkembangan berikutnya, ilmu kesehatan pribadi berkembang menjadi cabang-cabang ilmu yang mempelajari bagian-bagian yang lebih spesifik dan detail. Ilmu kesehatan pribadi berurusan dengan masalah klinis pribadi yang mengalami gangguan kesehatan, maka profesi kedokteranlah yang lebih tepat untuk menanganinya. Pada tataran selanjutnya, perkembangan ilmu kesehatan pribadi tidak dapat terlepas dari sumbangan ilmu-ilmu dasar seperti:

1. Ilmu faal atau fisiologi adalah ilmu yang mengkaji fungsi tubuh pada keadaan normal. Fisiologi sebagai ilmu berperan menjelaskan mengapa tubuh melakukan suatu aktivitas dan bagaimana mekanisme aktivitas tersebut. Sebagai contoh:

mengapa kita perlu bernafas? Bagaimana mekanisme pengambilan gas oksigen? Bagaimana pengangkutan gas oksigen? Bagaimana akhirnya oksigen digunakan oleh tubuh? Ilmu faal berperan penting untuk memahami fenomena (gejala) yang terjadi pada kondisi tubuh normal, sebelum menjelaskan adanya anomali (penyimpangan). Sebagai contoh, untuk mempelajari timbulnya penyakit kencing manis (*diabetes melitus*) yang ditandai dengan kadar gula darah tinggi, maka harus diketahui lebih dahulu mekanisme pemeliharaan kadar gula darah secara normal.

2. Anatomi yaitu ilmu yang mempelajari tentang struktur tubuh. Anatomi berperan membantu menjelaskan suatu mekanisme dalam tubuh. Dengan demikian, fisiologi memiliki kaitan sangat erat dengan anatomi bahkan kerap kali dikaitkan menjadi satu istilah yaitu anatomi fisiologi.
3. Patologi yaitu ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berkaitan dengan timbulnya penyakit. yang berkaitan dengan ciri-ciri dan perkembangan penyakit melalui analisis perubahan fungsi atau keadaan bagian tubuh.

Pada awal perkembangannya ilmu faal mempelajari atau mengkaji aktivitas tubuh secara keseluruhan, dengan demikian bidang kajiannya sangat luas. Pada tataran berikutnya, maka ilmu faal berkembang menjadi cabang-cabang ilmu faal yang mempelajari bagian-bagian tubuh secara lebih spesifik dan mendetail. Hal ini dapat dipahami karena jika diuraikan, maka tubuh manusia terdiri dari berbagai alat-alat tubuh. Alat-alat tubuh yang memiliki peran dan fungsi yang sejenis membentuk suatu sistem organ. Sebagai contoh: jantung, cairan darah, dan pembuluh darah bersatu membentuk sistem peredaran darah.

Berdasarkan tingkatan organisasi penyusun tubuh kita, maka pada tingkat sistem organ muncul cabang-cabang ilmu faal antara lain: endokrinologi, neurologi, digesti, respirasi, sirkulasi, ekskresi, reproduksi.

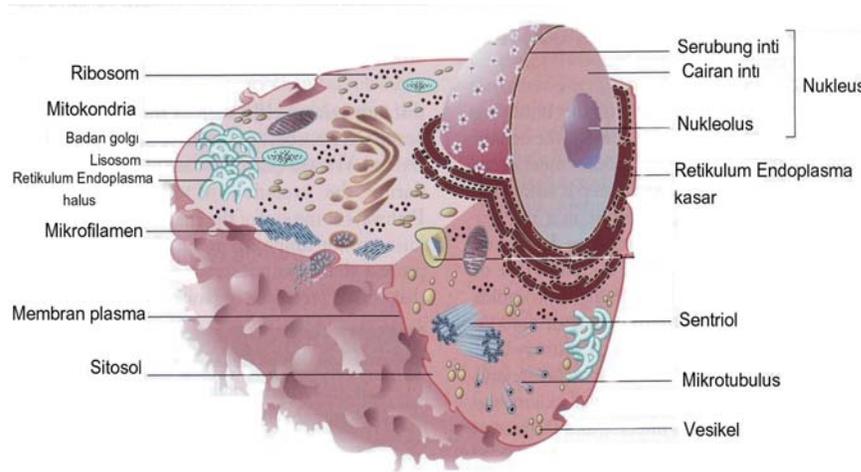
Di tingkat organ, muncul cabang-cabang ilmu faal antara lain: pulmonologi, dermatologi, kardiologi, oftalmologi, osteologi, gastroenterologi.

Alat-alat tubuh jika diuraikan lagi tersusun atas jaringan dan sel-sel. Pada hakekatnya, jika seluruh sel-sel penyusun tubuh dapat berfungsi secara normal atau dalam kondisi homeostasis, maka tubuh akan menjadi sehat.

Homeostasis

W.B. Cannon (bangsa Amerika) menamakan kondisi tubuh yang seimbang, dan serasi sebagai homeostasis. Kondisi tersebut pada hakekatnya merupakan perwujudan kondisi lingkungan internal yang stabil, dinamis, serasi dan seimbang. Oleh karena itu, aktivitas kehidupan walaupun bervariasi mempunyai satu tujuan

yaitu menuju ke kondisi lingkungan internal yang konstan (*steady internal state*) atau disebut homeostasis. Homeostasis merupakan perwujudan keseimbangan antara zat yang masuk dengan zat yang dibutuhkan dan zat yang dibuang. Untuk mencapai kondisi homeostasis diperlukan mekanisme pengaturan (regulasi) dari semua sistem dalam tubuh. Mekanisme regulasi meliputi *feedback* positif dan negatif. *Feedback* positif jika umpan balik memacu, sebaliknya *feedback* negatif jika umpan balik menghambat.



▲ **Gambar 1.4.** Skema umum sel tubuh manusia

1.3.2. Ilmu kesehatan masyarakat

Ilmu kesehatan masyarakat berkaitan dengan gangguan kesehatan pada kelompok masyarakat. Demikian halnya dengan ilmu kesehatan masyarakat, karena bidang kajian ilmu kesehatan masyarakat sangat luas, maka pada tataran berikutnya berkembang lebih spesifik menjadi cabang ilmu kesehatan seperti:

- Higiene adalah usaha perorangan agar tercapai derajat kesehatan yang setinggi-tingginya.
- Ilmu kesehatan lingkungan atau disebut sanitasi lingkungan merupakan ilmu kesehatan yang mempelajari semua faktor yang ada pada lingkungan yang berkaitan dengan kesehatan.
- Ilmu kesehatan kerja merupakan spesialisasi ilmu kesehatan masyarakat pada suatu masyarakat pekerja dan lingkungannya yang bertujuan untuk memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya, baik fisik, mental, dan sosial bagi masyarakat pekerja dan masyarakat lingkungan perusahaan tersebut melalui usaha-usaha promotif, preventif, kuratif dan rehabilitatif terhadap penyakit-penyakit atau gangguan-gangguan kesehatan akibat kerja atau lingkungan kerja.

Oleh sebab itu, sifat dari Ilmu kesehatan masyarakat lebih ditekankan pada masalah-masalah yang berkaitan dengan kelompok masyarakat yang bermukim di suatu wilayah, kesehatan lingkungan, kesehatan kerja. Oleh karena sifat ilmu kesehatan masyarakat yang berurusan dengan gangguan kesehatan pada masyarakat, di mana masyarakat mempunyai aspek yang sangat luas, maka penanganannya harus secara multisektor dan multidisiplin. Profesi dokter saja belum cukup untuk menangani masalah kesehatan masyarakat. Penanganan kesehatan masyarakat tidak cukup dengan upaya terapi para penderita saja, karena apabila setelah mereka sembuh akan kembali ke masyarakat. Oleh karena itu, terapi penderita gangguan kesehatan masyarakat tidak saja ditujukan kepada penderitanya saja, tetapi seluruh masyarakat tersebut. Masalah kesehatan masyarakat bukan menyangkut aspek kesehatan saja, melainkan aspek-aspek terkait yang lain, seperti ekonomi, sosial-budaya, pendidikan, kependudukan, dan politik. Oleh sebab itu, penanganan atau perbaikan kesehatan sebagai upaya terapi tidak hanya diarahkan kepada gangguan kesehatan saja, melainkan juga ke arah bidang-bidang yang lain. Misalnya, penyakit gizi kekurangan kalori dan protein (KKP) pada anak-anak balita, tidak cukup dengan hanya pemberian makanan tambahan saja (PMT), tetapi juga dilakukan perbaikan ekonomi keluarga, peningkatan pengetahuan, dan pola hidup sehat. Dengan demikian, bidang kajian ilmu kesehatan sangat luas. Oleh karena itu, pada buku ini akan dibahas beberapa topik penting dari ilmu kesehatan.



Gambar 1.5. Ilmu kesehatan lingkungan sebagai bagian dari kesehatan masyarakat mengembangkan lingkungan untuk kesehatan

1.4. Pengembangan Ilmu Kesehatan

Sesuai dengan perkembangan zaman, ilmu kesehatan selalu dan terus mengalami perkembangan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Kemajuan dan perkembangan ilmu kesehatan tidak dapat terlepas dari kemajuan dan dukungan ilmu-ilmu dasar seperti Biofisika, Biokimia, Mikrobiologi, Biologi molekuler, dan Genetika.

Di beberapa negara maju, ilmu kesehatan mendapatkan perhatian serius dan dikembangkan secara intensif dengan harapan dapat memberi jalan keluar untuk mengatasi berbagai permasalahan kesehatan yang dihadapi umat manusia pada saat ini maupun yang akan datang yang menyangkut:

1. Kebutuhan obat-obatan dan vaksin
2. Kebutuhan pola hidup sehat
3. Kebutuhan lingkungan hidup yang sehat
4. Penelitian untuk pengembangan ilmu kesehatan.



Gambar 1.6. Penelitian di laboratorium untuk memecahkan masalah-masalah kesehatan secara ilmiah

1.5. Penemuan-penemuan yang Bermanfaat Bagi Kesehatan

1. Penemuan vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik yang diperlukan dalam tubuh manusia dalam jumlah sangat kecil, biasanya kurang dari 0,01 gram per hari. Walaupun hanya diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi vitamin merupakan senyawa yang sangat penting (vital) bagi tubuh manusia artinya kalau vitamin tersebut tidak terdapat dalam tubuh, maka kesehatan tubuh akan terganggu. Vitamin-vitamin tersebut hanya diperoleh dari luar tubuh, karena tubuh manusia tidak dapat menghasilkan vitamin. Dengan penemuan-penemuan vitamin tersebut, maka dapat digunakan manusia untuk menjaga kesehatan melalui komposisi menu makanan yang sehat dan seimbang.

2. Penemuan antibiotik penisilin

Pada permulaan tahun 1942, ilmuwan Inggris Alexander Fleming melaporkan bahwa suatu zat yang dihasilkan oleh jamur *Penicillium notatum* yang diberi nama penisilin memiliki sifat mampu membunuh bakteri penyebab penyakit. Fleming memperhatikan satu set cawan petri lama yang ia tinggalkan. Ia menemukan bahwa koloni *Staphylococcus aureus* yang ia goreskan pada cawan petri tersebut telah hancur. Kehancuran sel bakteri terjadi pada daerah yang berdekatan dengan cendawan pencemar yang tumbuh pada cawan petri. Ia menduga bahwa suatu produk dari cendawan tersebut menyebabkan hancurnya sel stafilokokus. Produk tersebut kemudian dinamai penisilin karena cendawan pencemar tersebut dikenali sebagai *Penicillium notatum*.

3. Penemuan vaksin

Pertama kali vaksin ditemukan oleh Edward Jenner. Saat ini, vaksin terus dikembangkan dan disempurnakan dengan penerapan bioteknologi seperti diproduksi vaksin rekombinan sehingga lebih murni dan poten.

4. Penemuan antibodi monoklonal

Antibodi monoklonal dapat dihasilkan dengan metode tekno biologi. Antibodi monoklonal memiliki kelebihan antara lain: sangat peka, khas (spesifitas), dan akurat. Kontribusi antibodi monoklonal telah dapat dirasakan manfaatnya khususnya dalam penelitian dibidang kesehatan. Demikian pula penggunaan antibodi monoklonal semakin meluas baik untuk uji klinis termasuk diagnosis maupun pengobatan untuk mencapai target sel yang spesifik.

5. Produksi insulin secara rekayasa genetika

Hormon insulin dapat diproduksi secara massal dengan penerapan metode rekayasa genetika yaitu dengan menyisipkan gen-gen tertentu yang dikehendaki kedalam sel yang telah dikultur.

1.6. Manfaat Mempelajari Ilmu Kesehatan

Ilmu kesehatan sebagai ilmu pengetahuan terapan (*applied science*) yang mempelajari tentang segala sesuatu yang berkaitan dengan usaha manusia untuk selalu dalam keadaan sehat. Ilmu kesehatan pada dasarnya berbeda dengan ilmu kedokteran. Ilmu kedokteran lebih berorientasi pada penyembuhan penyakit, sementara ilmu kesehatan lebih luas mencakup juga pengobatan, pencegahan, dan pemulihan.

Banyak aspek yang harus dilakukan oleh seseorang agar dapat hidup. Setidak-tidaknya memahami bagaimana dia mengelola kehidupannya, rohani dan jasmani agar sehat dan pada gilirannya, hidupnya berkualitas. Perilaku orang yang sehat agar tetap sehat dan meningkat disebut perilaku sehat, yang mencakup perilaku-perilaku dalam mencegah atau menghindari dari penyakit dan penyebab penyakit/masalah, atau penyebab masalah kesehatan, perilaku dalam mengupayakan meningkatnya kesehatan. Contoh: makan dengan gizi seimbang, olahraga teratur, tidak merokok dan minuman keras, menghindari gigitan nyamuk, menggosok gigi setelah makan, cuci tangan pakai sabun sebelum makan dan sebagainya.

Hakekat belajar ilmu kesehatan, menurut UNESCO (Delors, 1997), mencakup 4 (empat) tingkatan atau tujuan yaitu: pilar utama yang harus dilakukan dalam semua proses pendidikan adalah:

1. Belajar untuk mengetahui (*learning to know*),
2. Belajar untuk berbuat (*learning to do*),
3. Belajar untuk menjadi (*learning to be*); dan
4. Belajar untuk hidup bersama (*learning to live together*).

Gaya hidup sehat

Salah satu perwujudan dan penerapan dari belajar ilmu kesehatan adalah terwujudnya pribadi yang memiliki pengetahuan, ketrampilan tentang kesehatan, dan terbentuknya sikap hidup yang dikenal dengan gaya hidup sehat. Banyak aspek yang harus dilakukan oleh seseorang setidak-tidaknya memahami bagaimana dia mengelola kehidupannya, rohani dan jasmani agar sehat dan pada gilirannya menyebabkan hidup yang berkualitas.

Perilaku orang yang sehat agar tetap sehat dan kesehatannya meningkat disebut perilaku sehat, yang mencakup perilaku-perilaku dalam mencegah atau menghindari dari penyakit dan penyebab penyakit/masalah, atau penyebab masalah kesehatan, serta perilaku dalam mengupayakan meningkatnya kesehatan. Sebagai contoh adalah makan dengan gizi seimbang, olahraga teratur, tidak merokok dan minuman keras, menghindari gigitan nyamuk, menggosok gigi setelah makan, cuci tangan pakai sabun sebelum makan dan sebagainya.

Menurut Becker (1979), perilaku sehat (*healthy behavior*) adalah perilaku-perilaku atau kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan memelihara dan meningkatkan kesehatan, antara lain:

- Makan dengan menu seimbang. Menu seimbang di sini adalah pola makan sehari-hari yang memenuhi kebutuhan nutrisi yang menjadi kebutuhan tubuh baik menurut jumlahnya (kuantitas) maupun jenisnya (kualitas).
- Kegiatan fisik secara teratur dan cukup. Kegiatan fisik di sini tidak harus olah raga. Bagi seseorang yang pekerjaannya memang sudah memenuhi gerakan-gerakan fisik secara rutin dan teratur, sebenarnya sudah dapat dikategorikan berolah raga. Bagi seseorang yang pekerjaannya tidak melakukan kegiatan fisik seperti manager, administrator, sekretaris dan sebagainya, memerlukan olah raga secara teratur.
- Tidak merokok dan minuman keras serta menggunakan narkoba. Merokok adalah kebiasaan yang tidak sehat, namun di Indonesia jumlah perokok cenderung meningkat. Hampir 50% pria dewasa di Indonesia adalah perokok. Sedangkan peminum minuman keras dan penggunaan narkoba meskipun masih rendah (sekitar 1,0%) tetapi makin meningkat.
- Istirahat yang cukup. Istirahat cukup bukan saja berguna untuk memelihara kesehatan fisik, tetapi juga untuk kesehatan mental. Dengan berkembangnya IPTEK dewasa ini, juga memacu orang untuk meningkatkan kehidupannya, baik di bidang sosial dan ekonomi, yang akhirnya mendorong orang bersangkutan untuk bekerja keras tanpa menghiraukan beban fisik dan mentalnya. Istirahat yang cukup adalah kebutuhan dasar manusia untuk mempertahankan kesehatannya.
- Pengendalian atau manajemen stres. Stres adalah bagian dari kehidupan setiap orang, tanpa pandang bulu. Semua orang terlepas dari tingkat sosial, ekonomi, jabatan atau kedudukan dan sebagainya, mengalami stres. Stres tidak dapat dihindari oleh siapa saja, namun yang dapat dilakukan adalah mengatasi, mengendalikan atau mengelola stres tersebut agar tidak mengakibatkan gangguan kesehatan, baik kesehatan fisik maupun kesehatan mental (rohani).
- Perilaku atau gaya hidup positif yang lain untuk kesehatan. Inti dari perilaku ini adalah tindakan atau perilaku seseorang, agar dapat terhindar dari berbagai macam penyakit dan masalah kesehatan, termasuk perilaku untuk meningkatkan kesehatan.

Kata-kata Penting

- Sehat
- Sakit
- Promotif
- Preventif
- Kuratif
- Rehabilitatif
- Gaya hidup sehat
- Upaya kesehatan
- Perilaku sehat

Rangkuman

- Kesehatan adalah keadaan yang meliputi kesehatan badan (jasmani), rohani (mental), dan sosial, serta bukan hanya keadaan yang bebas dari penyakit, cacat, dan kelemahan.
- Sehat menurut WHO mencakup 4 aspek, yakni: *fisik* (badan), *mental* (jiwa), *sosial*, dan *ekonomi*.
- Ilmu kesehatan pribadi fokus bidang kajiannya adalah orang per orang (pribadial).
- Ilmu kesehatan masyarakat fokus bidang kajiannya adalah kelompok manusia dalam masyarakat.
- Ilmu kesehatan lingkungan atau disebut sanitasi lingkungan merupakan ilmu kesehatan yang mempelajari semua faktor yang ada pada lingkungan yang berkaitan dengan perkembangan fisik dan kesehatan.
- Ilmu kesehatan kerja merupakan spesialisasi ilmu kesehatan masyarakat di dalam suatu masyarakat pekerja dan lingkungannya yang bertujuan untuk memperoleh derajat kesehatan yang setinggi-tingginya melalui usaha-usaha preventif, promotif dan kuratif.

Latihan Uji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Pengertian sehat menurut UU No. 23 Tahun
2. Sebutkan arti dan peran penting kesehatan bagi manusia
3. Apakah tujuan mempelajari mempelajari ilmu kesehatan ...
4. Fokus bidang kajian ilmu kesehatan pribadi adalah ...
5. Apakah yang dimaksud dengan upaya kuratif?
6. Apakah yang dimaksud dengan upaya rehabilitatif?
7. Apakah yang dimaksud dengan upaya preventif?
8. Apakah yang dimaksud dengan upaya promotif?
9. Fisiologi adalah ilmu yang mengkaji tentang?
10. Kardiologi ilmu yang mempelajari tentang?

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Jelaskan tujuan Pemerintah Republik Indonesia melalui Departemen Kesehatan ikut mencanangkan program kesehatan bagi semua ditahun 2000(*Health for All by the...*)!
2. Jelaskan aspek-aspek kesehatan menurut WHO
3. Jelaskan tolok ukur kesehatan dari aspek ekonomi bahgi seorang pelajar!
4. Jelaskan tentang perbedaan kesehatan pribadi (*personal health*) dan kesehatan masyarakat (*public health*)?
5. Jelaskan arti higiene!
6. Jelaskan arti sanitasi lingkungan!
7. Jelaskan arti ilmu kesehatan kerja!
8. Jelaskan hakekat belajar ilmu kesehatan menurut UNESCO!
9. Jelaskan manfaat mempelajari ilmu kesehatan bagi kita dan masyarakat!
10. Jelaskan beberapa perilaku yang tidak sesuai dengan prinsip-prinsip kesehatan!

C. Jelaskan sikap anda

1. Pada tempat anda bekerja, jika ada teman anda merokok di dalam ruang bagaimana sikap anda?
2. Dalam suatu perjamuan pesta ulang tahun teman karib anda, datang seorang yang menawari minuman keras, tindakan apakah yang anda lakukan, mengapa demikian?

Bab 2

Kesehatan Sistem Pencernaan Makanan



Gambar 2.1. Makanan yang kita makan menentukan kesehatan

Pernahkah anda tidak ada nafsu makan? Karena gigi terasa sakit atau karena adanya gangguan saluran pencernaan lainnya? Tahukah dampaknya terhadap kesehatan tubuh secara keseluruhan dari adanya gangguan saluran pencernaan makanan?

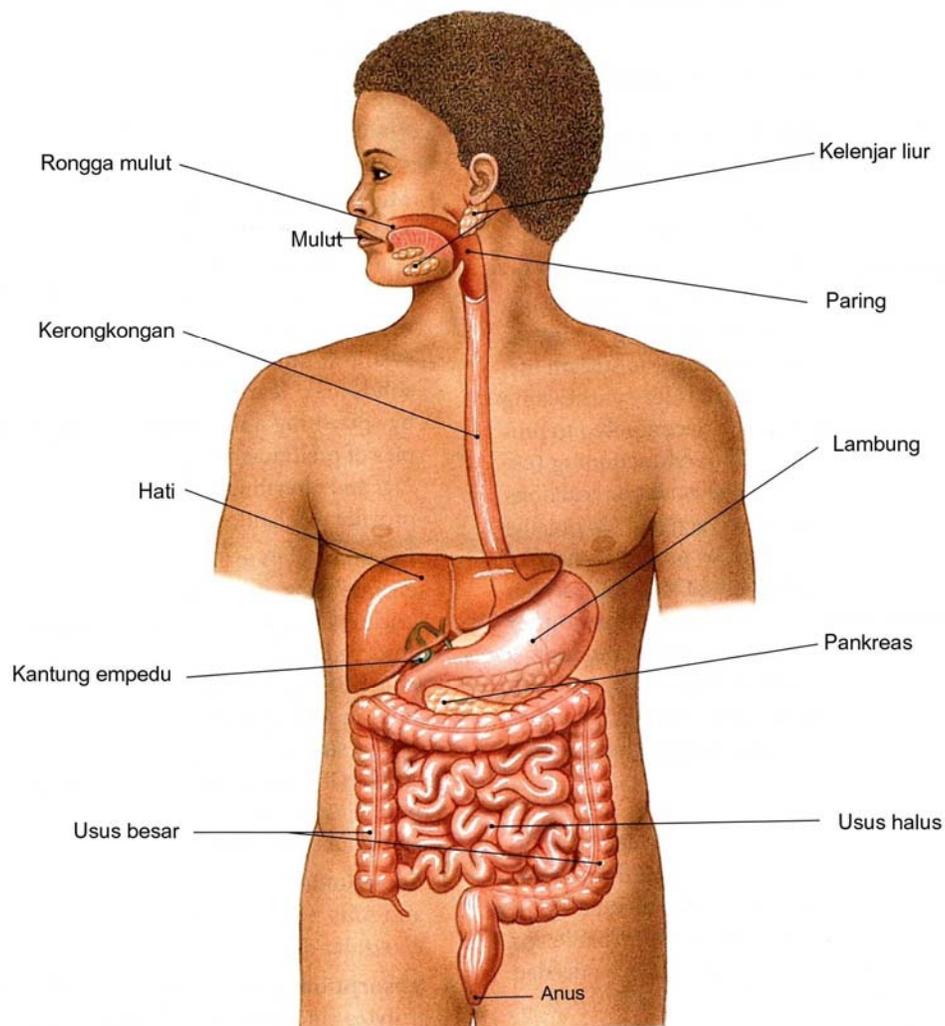
Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Struktur dan fungsi saluran pencernaan: mulut, faring, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum dan anus.
- Struktur dan fungsi kelenjar pencernaan: saliva, hati, dan pankreas.
- Kelainan saluran dan kelenjar pencernaan
- Pemeliharaan kesehatan saluran dan kelenjar pencernaan

2. Sistem Pencernaan Makanan

Sistem pencernaan tersusun atas saluran pencernaan dan kelenjar-kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan berperan sebagai alat untuk menerima, mengunyah, menghantarkan, menyimpan, mencerna, menyerap (absorpsi), dan mengeleminasi makanan. Sistem pencernaan makanan memiliki peran sebagai berikut:

1. Menghancurkan makanan yang terjadi dalam mulut hingga lambung.
2. Menyerap sari-sari makanan oleh selaput lendir usus.
3. Mengeluarkan sisa-sisa makanan melalui dubur.



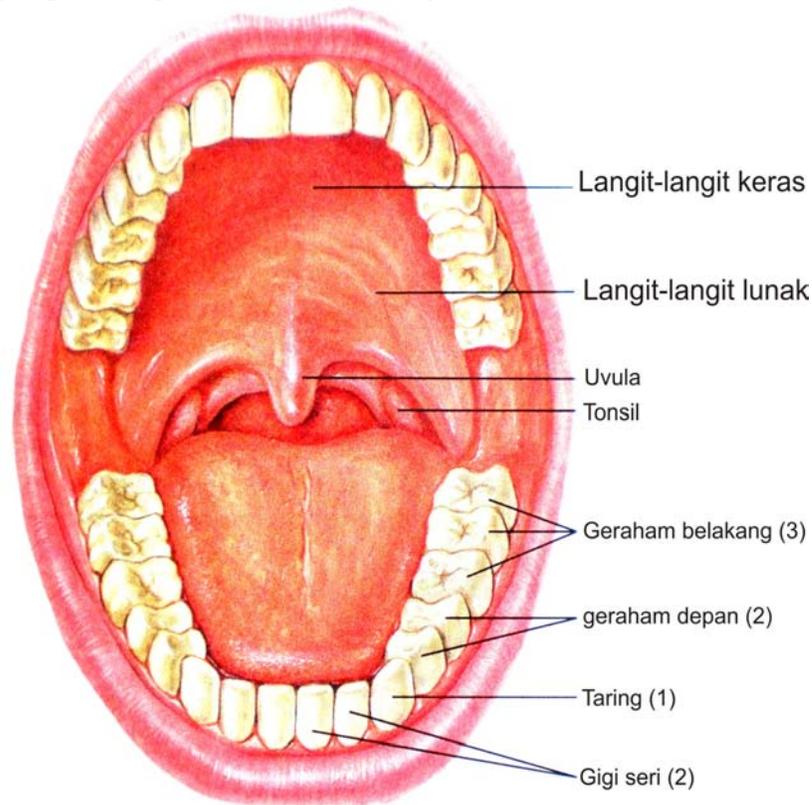
▲ **Gambar 2.2.** Saluran pencernaan dari kerongkongan sampai dengan anus, beberapa kelenjar pencernaan hati dan pankreas

2.1. Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan adalah sekumpulan alat-alat tubuh yang berfungsi menerima makanan, mencernanya menjadi nutrisi, menyerap serta mengeluarkan sisa-sisa proses tersebut. Saluran pencernaan dimulai dari mulut sampai dubur yang panjangnya mencapai kurang lebih 10 meter.

2.1.1. Mulut

Mulut atau tepatnya rongga mulut merupakan kesatuan alat-alat pencernaan yang bekerja bersama-sama dalam penerimaan, pengunyahan dan penelanan makanan. Mengapa demikian? Karena di rongga mulut terdapat alat-alat pencernaan seperti: gigi, lidah, bibir, pipi bagian dalam, dan langit-langit. Mulut merupakan tempat masuknya makanan dan air ke saluran pencernaan dan juga muara dari kelenjar ludah. Selain itu, di mulut terdapat lidah yang berfungsi merasakan lezatnya makanan.



▲ **Gambar 2.3.** Skema rongga mulut dengan susunan gigi seri, taring, geraham kecil dan geraham besar

2.1.1.1. Gigi (*Dentes*)

Gigi (geligi = jamak) merupakan alat pencernaan yang tersusun atas jaringan tulang yang sangat kuat dan tertanam pada gusi (*ginggiva*) dari tulang rahang atas dan bawah. Mulut dengan adanya geligi berfungsi untuk mengunyah makanan secara mekanis sehingga menjadi butiran-butiran makanan yang lebih kecil, sehingga memudahkan bekerjanya enzim pencernaan. Berdasarkan bentuk dan fungsinya gigi dapat dibedakan menjadi:

1. Gigi seri atau *Incisivi* (I) yang memiliki fungsi untuk menggigit dan memotong.
2. Gigi taring atau *Caninus* (C) yang memiliki fungsi untuk menyobek.
3. Gigi geraham dapat dibedakan menjadi gigi geraham kecil atau *Premolar* (P) dan gigi geraham besar atau *Molar* (M) yang memiliki fungsi mengunyah dan melumatkan makanan.



▲ **Gambar 2.4.** Skema susunan gigi

2.1.1.2. Lidah

Lidah (bahasa latin = *lingua*) tersusun atas kumpulan serabut otot lurik, yang diselaputi oleh selaput lendir dengan struktur berbeda-beda tergantung tempatnya. Pada permukaan lidah

terdapat tonjolan-tonjolan kecil yang disebut papila lidah. Beberapa bentuk papila lidah antara lain:

1. Filiformis merupakan penonjolan berbentuk seperti konus, sangat banyak dan terdapat pada seluruh permukaan lidah. Pada epitel papila jenis ini tidak mengandung puting kecap (perasa).
2. Fungiformis merupakan penonjolan dengan tangkai kecil dan permukaan yang melebar berbentuk seperti jamur. Papila ini mengandung indera perasa pada permukaan samping atas dan terdapat di sela-sela antara papila filiformis.
3. Foliatum merupakan penonjolan yang sangat padat sepanjang pinggir samping belakang lidah. Papila ini mengandung puting perasa.
4. Sirkum valatum merupakan papila yang sangat besar dengan permukaan menutupi papila lainnya. Pada bagian belakang lidah. Banyak kelenjar serosa (von Ebner) dan mukosa yang mengalirkan sekresinya ke dalam cekungan yang mengelilingi papilla ini. Puting kecap banyak disisi papila ini.



▲ **Gambar 2.5.** lidah dan bagian-bagian yang berfungsi sebagai perasa pahit, asin, manis, dan bagian reseptor pada papila lidah

2.1.1.3. Langit-langit mulut

Langit-langit (bahasa latin = *palatum*) terletak pada dinding atas (atap) rongga mulut. Langit-langit dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu langit-langit keras (*palatum durum*) yang membatasi rongga mulut dengan rongga hidung, dan langit-langit lunak (*palatum mole*) yang membatasi rongga mulut dengan faring.

2.1.1.4. Kelenjar ludah

Pada rongga mulut terdapat muara dari kelenjar-kelenjar ludah (*glandula saliva*) yang terdapat di sekitar mulut. Kelenjar ludah berdasarkan letak dan ukurannya dapat dibedakan menjadi 3 pasang, yaitu dari ukuran yang terbesar ke yang terkecil adalah:

1. Kelenjar parotid yang terletak di depan telinga dan muaranya pada sebelah atas gusi.
2. Kelenjar mandibularis (submaksilaris) yang terletak di dekat mandibula (rahang bawah) dan muaranya di bawah lidah.
3. Kelenjar sublingualis yang terletak di dasar mulut dan muaranya di bawah lidah.

Kelenjar ludah berperan menghasilkan air ludah. Air ludah tersusun atas cairan encer (*serous*) dan lendir. Air ludah mengandung enzim amilase atau disebut juga *ptyalin*. Amilase berperan mengubah pati (amilum) menjadi sakarida sederhana. Pengaturan pengeluaran air ludah melibatkan 2 macam saraf yaitu:

1. Saraf parasimpatik merangsang pengeluaran air liur oleh kelenjar ludah.
2. Saraf simpatik menghambat pengeluaran air liur oleh kelenjar ludah.

2.1.1.5. Kelainan pada mulut dan gigi

1. Sariawan adalah luka pada selaput lendir bibir atau gusi yang disebabkan kekurangan vitamin C. Selain itu, sariawan dapat pula disebabkan oleh perawatan gigi dan kebersihan mulut yang kurang seksama.
2. Plak gigi yaitu kotoran yang menempel dan mengeras pada karena kotoran yang tidak dibersihkan. Plak gigi bisa menjadi tempat bagi bakteri patogen penyebab *pneumonia*.
3. Karies gigi ialah suatu keadaan gigi menjadi lembek dan kropos, sehingga gigi menjadi lebih mudah berlubang. Adapun sebab-sebabnya dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu: (1) karena pertumbuhan gigi yang tidak sempurna, (2) perawatan gigi yang tidak sempurna.
4. Gondongan merupakan infeksi virus yang mengenai kelenjar ludah parotis.



Gambar 2.6. Peradangan pada gusi karena kurang perawatan gigi

2.1.1.6. Menjaga kesehatan gigi

1. Menyikat gigi dan selalu membersihkan sela-sela gigi setiap hari terutama setelah selesai makan.
2. Menghindari makanan atau minuman yang dapat merusak gigi. Sebagai contoh, makanan yang terlalu panas atau dingin dapat mengikis email gigi atau lapisan terluar gigi dan menyebabkan kerusakan pada gigi.
3. Menghindari makanan atau minuman yang memiliki derajat keasaman (pH) yang relatif rendah bersifat asam dan cenderung merusak gigi. Sebagai contoh, makanan atau minuman yang terlalu asam seperti jus jeruk yang sangat asam.

2.1.2. Faring

Faring (bahasa latin = *pharynx*) atau pangkal kerongkongan merupakan persilangan antara saluran pernafasan dan pencernaan. Pada manusia faring juga digunakan sebagai bagian dari alat untuk menimbulkan suara seperti bersuara, berbunyi, atau bernyanyi.

2.1.3. Kerongkongan

Kerongkongan atau esofagus(bahasa latin = *oesophagus*) merupakan saluran panjang berotot yang menghubungkan rongga mulut dengan lambung. Pada batas antara esophagus dengan lambung terdapat sfinger esofagi(*sphincter esophagii*) yang

berfungsi mengatur agar makanan yang sudah masuk ke dalam lambung tidak kembali ke esophagus. Makanan ketika melewati kerongkongan didorong dengan menggunakan gerakan otot kerongkongan yang disebut gerak peristaltik.

2.1. 4. Lambung

Lambung merupakan bagian saluran pencernaan yang melebar berbentuk seperti kantung. Lambung berfungsi untuk menampung, menyampur, dan mencerna makanan. Makanan setelah melewati kerongkongan masuk ke dalam lambung selanjutnya akan merangsang pelepasan hormon gastrin. Hormon gastrin berperan merangsang sekresi asam lambung (HCl) dan pepsinogen. Pepsinogen selanjutnya oleh asam lambung diaktifkan menjadi enzim pepsin. Dengan demikian, makanan selama berada di lambung akan dicerna secara kimiawi oleh asam lambung dan enzim pepsin.

Lambung dapat dibedakan menjadi bagian:

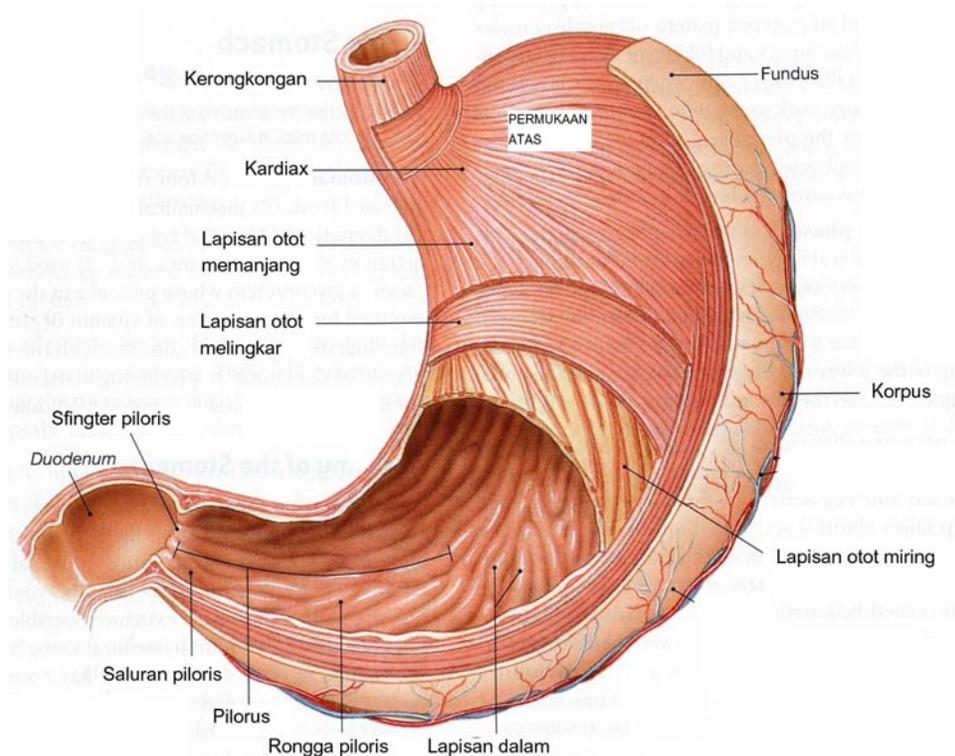
1. Kardia, bagian yang berbatasan dengan kerongkongan.
2. Fundus, bagian yang berisi gas.
3. Korpus, merupakan bagian utama yang berisi makanan setengah cair atau dalam bentuk bubur.
4. Antrum, bagian yang berfungsi untuk menampung bubur makanan (kim).
5. Pylorus, bagian yang berbatasan dengan duodenum, dibatasi oleh otot sfinger pylori (*spincter pylorii*).

Lapisan mukosa lambung bukan merupakan suatu permukaan yang rata, melainkan berlipat-lipat. Pada mukosa lambung banyak terdapat kelenjar pencernaan.

1. Pada bagian kardia dan pylorus terdapat kelenjar yang menghasilkan lendir untuk melindungi permukaan mukosa lambung dari kerja asam lambung.
2. Pada korpus terdapat kelenjar yang tersusun atas:
 - Sel parietal yang berperan menghasilkan HCl.
 - Sel peptic yang berperan menghasilkan pepsinogen.
 - Sel lendir yang berperan menghasilkan lendir

Cairan lambung mengandung berbagai senyawa berikut:

1. Lendir
2. Asam lambung (HCl) merupakan cairan bening yang bersifat sebagai asam kuat, keasaman (pH) 1-1,5.
3. Proenzim pepsinogen (belum aktif).
4. Rennin yaitu enzim yang dijumpai di lambung anak sapi (pedet) untuk menggumpalkan air susu.
5. Lipase gastrum, untuk mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.



Gambar 2.7. Skema lambung bagian luar, struktur mikroskopis mukosa lambung dan tukak lambung

Peran asam lambung (HCl) antara lain:

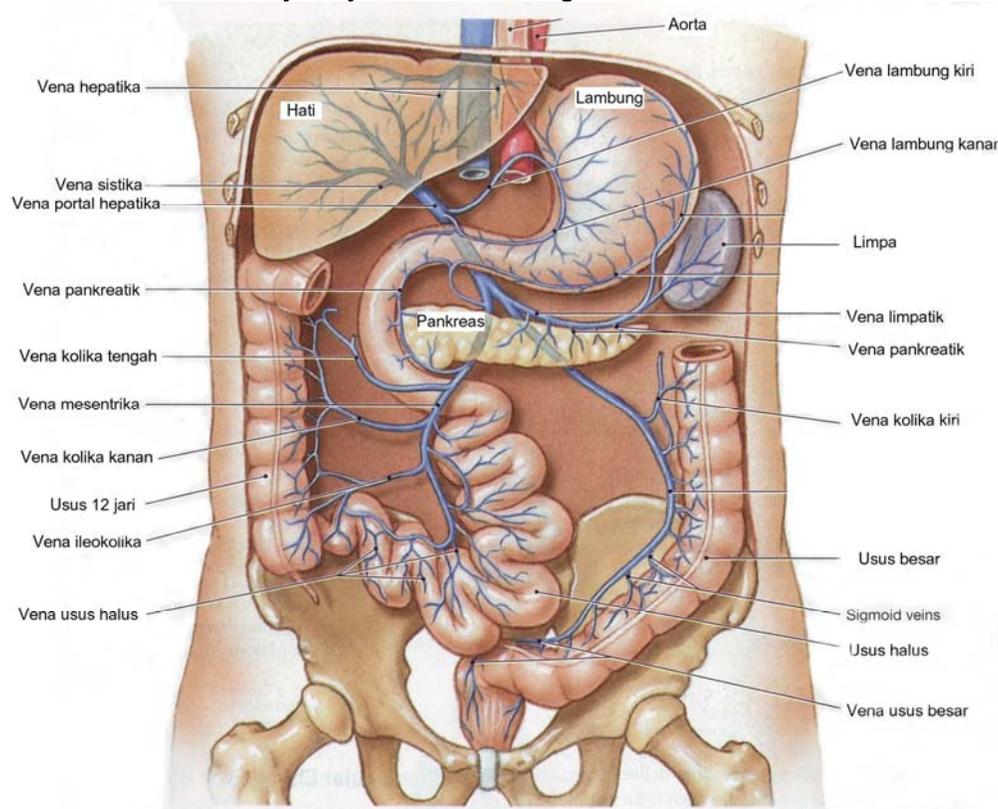
1. Mengaktifkan pepsinogen (proenzim) menjadi pepsin (enzim aktif) yang berperan memecah protein menjadi polipeptida sederhana.
2. Mendenaturasi (merusak) protein
3. Membunuh bakteri.
4. Memberi keasaman (pH) yang sesuai untuk awal pencernaan protein.
5. Merangsang pengeluaran empedu dan cairan pankreas.

Dengan demikian, pencernaan pada lambung sebatas pada protein, sangat sedikit lemak, dan karbohidrat. Di lambung terjadi absorpsi zat-zat tertentu seperti: alkohol, dan obat-obatan. Makanan setelah melewati lambung menjadi bentuk bubur makanan atau kim (*chyme*) dan dengan dorongan dari otot lambung kim didorong menuju ke usus dua belas jari (duodenum).

2.1.4.1. Kelainan lambung

1. Maag (ulser atau tukak lambung) disebabkan karena sekresi

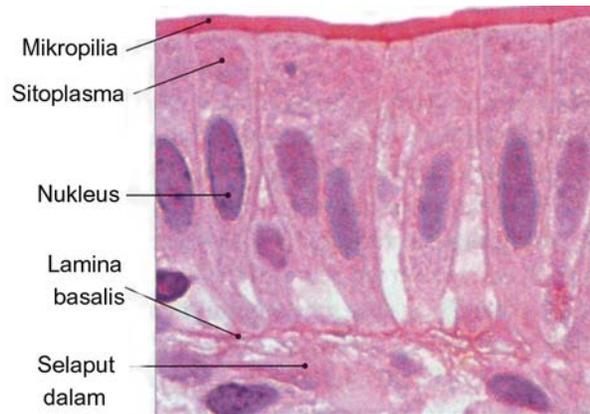
asam lambung (HCl) yang berlebihan atau infeksi bakteri. Gejala penyakit maag antara lain sebagai berikut: kembung, perih, seperti terbakar. Awalnya para ahli menduga bahwa gangguan pencernaan atau ulcer pencernaan yang tak kunjung sembuh itu akibat terlalu banyak merokok, minum alkohol, pola hidup serta pola makan yang salah. Belakangan, ternyata penyakit maag yang demikian banyak diderita oleh masyarakat dihubungkan dengan kuman *Helicobacter pylori*. Kuman ini bisa bertahan hidup karena mempunyai kemampuan mengubah situasi lingkungan yang sesuai baginya. Kuman ini tidak mempan terhadap obat-obatan maag biasa. Hasil penelitian menyatakan kuman ini berperan dalam penyakit ulcer pencernaan terutama pada lambung dan duodenum. Pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri *Helicobacter pylori* dalam pencernaan dan konsumsi obat-obatan tertentu dapat memperlemah dinding lambung dan duodenum sehingga asam lambung dapat mengiritasi organ tersebut dan akan memicu terjadinya tukak lambung.



Gambar 2.8. Letak berbagai alat-alat pencernaan dan pembuluh darah

2.1. 5. Usus halus

Usus halus dibedakan menjadi 3 bagian yaitu duodenum, jejunum, dan ileum. Pada manusia dewasa, panjang seluruh usus halus antara 2-8 meter. Duodenum merupakan tempat pencernaan makanan secara sempurna menjadi partikel-partikel sari makanan yang siap diserap oleh mukosa usus. Jejunum dan ileum merupakan tempat penyerapan sari-sari makanan.



Gambar 2.9. Gambar sel epitel berbentuk kolumner yang berperan sebagai penyerapan sari-sari makanan

2.1.5.1. Usus dua belas jari

Usus dua belas jari (*duodenum*) adalah bagian dari usus halus yang terletak setelah lambung dan menghubungkannya ke usus kosong (*jejunum*). Usus dua belas jari merupakan bagian terpendek dari usus halus. Pada mukosa duodenum terdapat kelenjar Brunneri yang berperan menghasilkan lendir.

Pada duodenum terdapat muara dari saluran empedu (duktus biliaris communis) dan saluran pankreas (duktus pankreatikus) yang menyatu menjadi duktus hepatopankreatika. Cairan empedu dari kantung empedu dikeluarkan lewat duktus koledokus. Cairan pankreas lewat saluran pankreas (duktus pankreatikus). Oleh karena itu, duodenum merupakan tempat pencernaan makanan secara sempurna menjadi partikel-partikel sari makanan yang siap diserap oleh mukosa usus.

Permukaan duodenum membentuk lipatan-lipatan yang disebut jonjot usus, diantara lipatan tersebut terdapat sel-sel Kripta Lieberkuhn yang berperan menghasilkan enzim enterokinase. Enterokinase berperan mengaktifkan tripsinogen menjadi tripsin. Sel sekretori mukosa usus halus mensekresikan cairan yang mengandung enzim pencernaan sebagai berikut:

1. Disakaridase, berperan menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida. Dibedakan menjadi maltase, laktase, dan sukrase.
2. Peptidase, berperan menghidrolisis polipeptida dan dipeptida menjadi asam amino.

3. Lipase usus, berperan menghidrolisis lemak menjadi asam lemak dan gliserol.

Pada mukosa (dinding dalam) usus halus banyak dijumpai kelenjar limfe (nodus limfatikus) untuk pertahanan tubuh yang disebut *Peyer's paths*.

2.1.5.2. Usus kosong

Usus kosong atau (*jejunum*) adalah bagian kedua dari usus halus, yang terletak di antara usus dua belas jari dan usus penyerapan (*ileum*). Pada manusia dewasa, panjang bagian usus kosong kurang lebih sekitar 1-2 meter. Permukaan dalam usus kosong berupa membran mukus dan terdapat jonjot usus (*villi*), yang memperluas permukaan dari usus. Untuk penyerapan sari-sari makanan.

2.1.5.3. Usus penyerapan

Usus penyerapan (*ileum*) adalah bagian terakhir dari usus halus. Pada manusia dewasa, panjang bagian usus penyerapan kurang lebih sekitar 2-4 meter. Ileum memiliki keasaman (pH) antara 7 dan 8 (netral atau sedikit basa) dan berfungsi menyerap vitamin B12 dan garam-garam empedu. Jejunum dan ileum merupakan tempat absorpsi zat-zat makanan. Proses penyerapan (absorpsi) zat-zat makanan meliputi difusi, osmosis, dan transpor aktif.

1. Monosakarida dan asam amino melalui mekanisme difusi fasilitasi.
2. Asam lemak melalui mekanisme difusi biasa.
3. Vitamin melalui mekanisme difusi biasa.
4. Air melalui mekanisme difusi dan osmosa.
5. Elektrolit dan mineral melalui mekanisme difusi, dan transport aktif.

2.1.6. Usus besar

Usus besar atau kolon adalah bagian usus antara usus halus dan rektum. Fungsi utama usus besar adalah menyerap air dan mineral tertentu. Kolon dapat dibedakan menjadi bagian kolon menanjak, kolon melintang, kolon menurun, kolon sigmoid, dan rektum. Bagian kolon dari usus buntu hingga pertengahan kolon melintang sering disebut dengan "kolon kanan", sedangkan bagian sisanya sering disebut dengan "kolon kiri".

Usus besar berupa kantung-kantung dengan pita (*taenia*). Usus besar merupakan tempat untuk:

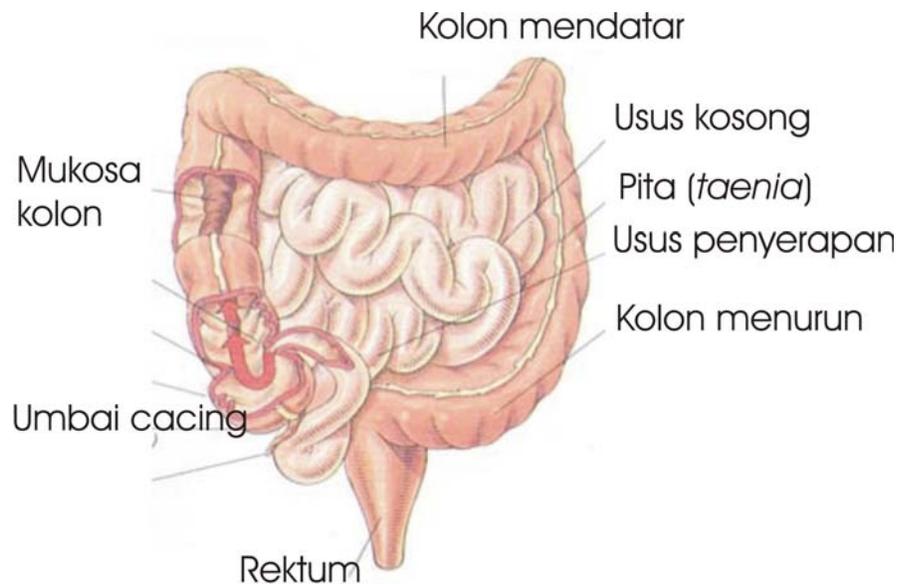
1. Penyerapan air dan mineral yang tidak terserap di usus halus.
2. Pencernaan secara mikrobiotik oleh bakteri komensal (secara alami ada dan tidak mengganggu kesehatan) (*Eschericia coli*).
3. Menghasilkan gas.

4. Sintesis vitamin K.

Usus buntu atau umbai cacing (*apendiks*) adalah organ tambahan pada usus buntu yang lebih banyak berperan dalam sistem pertahanan tubuh karena banyak mengandung nodus limfatikus. Pada orang dewasa, umbai cacing berukuran sekitar 10 cm tetapi bisa bervariasi dari 2 sampai 20 cm.

Penyakit infeksi pada umbai cacing

Apendisitis adalah peradangan pada umbai cacing akibat infeksi. Apendisitis yang parah dapat menyebabkan apendiks pecah dan membentuk nanah di dalam rongga perut atau peritonitis (infeksi selaput pembungkus rongga perut). Apendisitis disembuhkan dengan mengobati dan operasi untuk membuang umbai cacing yang rusak yang dikenal dengan istilah appendektomi.



Gambar 2.10. Skema usus besar dan rektum

2.1.7. Rektum

Rektum adalah organ terakhir dari usus besar yang berakhir di dubur. Rektum merupakan kantung yang berfungsi menampung tinja (*faeces*). Organ ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara tinja. Jika rektum telah penuh dengan tinja, maka menimbulkan rangsangan yang disebabkan adanya peregangan pada dinding rektum sehingga timbul keinginan untuk buang air besar (defekasi). Jika defekasi tidak terjadi, sering kali material akan dikembalikan ke usus besar, di mana penyerapan air akan kembali dilakukan. Jika defekasi tidak terjadi untuk periode yang lama, maka akan terjadi pengerasan tinja dan konstipasi.

2.1.8. Dubur

Dubur atau lubang bokong (Latin: *ānus*) merupakan sebuah lubang yang menghubungkan rektum dengan lingkungan luar tubuh yang terletak di bagian tengah bokong. Pada dubur terdapat otot polos yang berperan sebagai katup muskuler yang disebut sfingter ani yang berfungsi mengatur pengeluaran tinja. Terdapat dua otot sfingter anal (di sebelah dalam dan luar). Salah satu dari otot sfingter merupakan otot polos yang bekerja tanpa perintah, sedangkan lainnya merupakan otot rangka. Tinja dibuang dari tubuh melalui proses defekasi atau buang air besar (BAB), yang merupakan fungsi utama dubur.

Kesehatan dubur

Kebersihan adalah faktor yang penting untuk kesehatan di sekitar dubur. Untuk mencegah penyakit pada dubur dan dalam rangka hidup sehat dapat dilakukan dengan

- Selalu membersihkan dubur setelah defekasi. Biasanya dubur dibersihkan dengan membilasnya dengan air atau sabun atau membersihkan dengan kertas tisu toilet.
- Cedera pada otot sfingter dapat mengganggu kontrol terhadap defekasi.
- Kanker dan wasir adalah penyakit pada dubur yang sering terjadi.
- Pada bayi dapat terjadi stenosis (tidak adanya saluran) dubur, akibat kelainan kongenital (kelainan yang terjadi saat bayi dalam masa kandungan yang dibawa sejak lahir).
- Dubur juga merupakan tempat penularan penyakit seks menular (PMS).

2.2. Berbagai Kelainan dan Penyakit Saluran Pencernaan

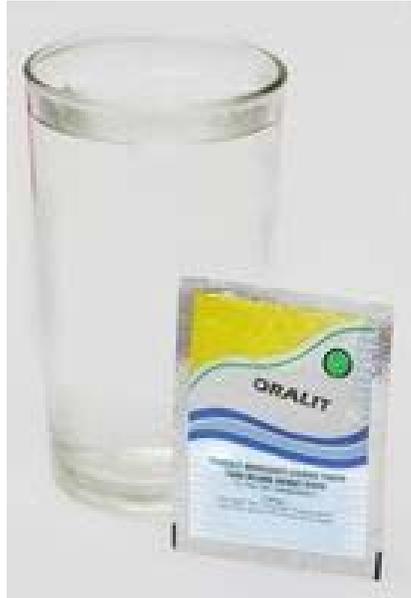
Penyakit pencernaan adalah semua penyakit yang terjadi pada saluran pencernaan. Penyakit ini merupakan golongan besar dari penyakit pada organ esofagus, lambung, duodenum bagian pertama, kedua dan ketiga, jejunum, ileum, kolon, kolon sigmoid, dan rektum.

Mencret (Diare)

Diare terjadi karena adanya rangsangan yang berlebihan pada mukosa usus sehingga gerakan otot usus meningkat dan makanan kurang terserap secara sempurna. Diare termasuk gangguan pencernaan yang paling sering muncul terutama pada anak-anak. Diare akut kalau anak mencret lebih dari 4 kali sehari. Penyebabnya bisa infeksi, bisa juga hanya karena salah makan, sebagai contoh makanan yang tidak sesuai dengan usia anak, misalnya sudah diberikan makan padat sebelum waktunya.

Faktor kebersihan juga menjadi sebab diare. Diare yang disebabkan bakteri atau salah makan adalah penyebab utama gangguan pencernaan pada anak di bawah 5 tahun (Balita). Selain itu, ada juga

diare akibat cacingan.



◀ **Gambar 2.11.**
Oralit, obat untuk mencegah dehidrasi pada saat menderita diare

Pengobatan mencret

Pengobatan diare yang paling dianjurkan adalah memberikan oralit. Tidak ada anak yang meninggal karena diare, yang ada meninggal karena dehidrasi. Jadi, yang perlu diwaspadai bukan diarenya, melainkan dehidrasinya. Selama cairan tubuhnya cukup, tak perlu khawatir. Salah satu indikator dehidrasi adalah buang air kecilnya. Selama kencingnya cukup, berarti tidak ada dehidrasi. Berikan oralit, karena sudah disesuaikan dengan cairan yang dikeluarkan melalui BAB."

Oralit mengandung glukose, natrium, kalium, dan bikarbonat untuk menggantikan cairan yang hilang lewat BAB. Sementara pada air putih, natrium dan kaliumnya turun. Anak malah bisa kejang, kembung, dan lemas kalau hanya tergantikan airnya saja.

Yang juga harus diperhatikan, jangan menyamakan komposisi oralit untuk anak dan dewasa. "Pada anak, natriumnya lebih rendah. Jadi, kalau mencretnya 2 sendok, jangan memberikan oralit segelas, mencret setengah gelas, jangan memberikan oralit tiga gelas. Jadinya malah hipernatrium, bisa-bisa anak mengalami koma. Kebutuhan cairan disesuaikan dengan oralit.

Sembelit (Konstipasi)

Konstipasi adalah kelainan pada sistem pencernaan dengan gejala mengalami pengerasan feses yang sulit untuk dibuang yang dapat menyebabkan kesakitan pada penderitanya. Konstipasi dapat disebabkan oleh pola makan, hormon, akibat samping obat-obatan, dan juga karena kelainan anatomis. Biasanya, konstipasi disebabkan

karena defekasi yang tidak teratur sehingga feses mengeras dan sulit dikeluarkan. Pengobatan konstipasi dapat dilakukan dengan mengubah pola makan, obat pencahar (laksatif), terapi serat, dan pembedahan, walaupun pilihan terakhir jarang dilakukan. Konstipasi hebat disebut juga dengan obstipasi. Gangguan pada sistem pencernaan juga bisa disebabkan karena stres. Sebab stres dapat mempengaruhi sistem saraf dalam tubuh. Sementara penanganan untuk yang susah BAB, harus dilihat dulu apa penyebabnya.

Wasir atau *hemoroid*

Wasir atau *hemoroid* adalah pelebaran pembuluh darah balik (*vena*) di dalam anyaman pembuluh darah. Keluhan pertama kali yaitu darah segar menetes setelah buang air besar (BAB). Biasanya tanpa disertai rasa nyeri dan gatal di anus. Pencegahannya adalah perlu diet tinggi serat dengan makan sayur sayuran dan buah-buahan yang bertujuan membuat volume tinjanya besar, tetapi lembek, sehingga saat BAB, karena tidak perlu mengejan dapat merangsang wasir.

Kanker usus

Kanker usus merupakan penyakit ketiga yang menjadi penyebab kematian di seluruh dunia. Penelitian sebelumnya dengan menggunakan binatang sebagai percobaan, kandungan kalsium yang banyak terdapat pada susu mampu melindungi usus dari serangan kanker. Studi pada manusia juga menunjukkan keseluruhan jumlah kalsium yang dikonsumsi sangat positif dalam mengurangi tingkat dari resiko kanker susu ini. Setiap kenaikan 1.000 miligram kalsium sehari atau lebih akan mampu mengurangi 15% resiko dari kanker usus pada wanita dan 10% pada pria. Konsumsi susu dan kalsium bisa mengurangi resiko terkena kanker usus. Keju dan yoghurt juga merupakan hasil olahan dari susu.

Pencegahan

Cara terbaik untuk mencegah dan mengurangi risiko kanker usus adalah dengan mengkonsumsi makanan yang seimbang antara buah, sayuran, dan kalori. untuk mengurai proses penimbunan lemak.

2.3. Menjaga Kesehatan Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan mesti dirawat sebaik-baiknya, karena jika terjadi kerusakan akan sangat berat dan sulit untuk memperbaikinya. Di bawah ini ada beberapa tindakan menjaga dan merawat saluran pencernaan dan cara mencegah penyakit saluran pencernaan.

1. Mencuci tangan secara cermat dengan sabun dan air sebelum menyentuh makanan.
2. Makanan sebaiknya yang higienis.
3. Makan secara teratur dan memenuhi kebutuhan gizi yang cukup dan seimbang.
4. Makan dalam suasana yang santai tidak tergesa-gesa. Tidaklah dianjurkan makan dalam keadaan tegang atau gugup.
5. Jangan asal menelan, ambil cukup waktu mengunyah sehingga tercampur dengan saliva baru kemudian menelan. Istirahat beberapa menit setelah makan untuk memberi kesempatan pencernaan melaksanakan tugasnya.
6. Makanan cukup sederhana namun mengandung segala keperluan tubuh, termasuk sayuran dan buah segar.
7. Hindari kegiatan mental atau berpikir yang berat setelah makan. Soalnya darah sebagian besar dialirkan ke perut untuk mencerna makanan sehingga waktu berpikir menjadi tidak efisien.
8. Agar lancar buang air besar dianjurkan mengkonsumsi makanan berserat setiap harinya dan hindari makanan yang menyebabkan sembelit seperti keju, roti putih, dan makanan yang rendah residunya. Makan makanan yang cukup mengandung sayuran karena sayuran banyak mengandung serat kasar. Dalam bahasa Inggris makanan seperti itu disebut *roughages*, terdiri dari sayur-sayuran yang berserat-serat, kulit buah-buahan, jagung, dan lain-lain. Dengan rajin mengkonsumsi sayur dan buah, buang air besar (BAB) menjadi lancar. Serat yang terdapat di dalam keduanya bisa mendorong tinja untuk keluar. Karena itu, anak atau orang dewasa yang kurang mengkonsumsi buah dan sayur biasanya akan mengalami kesulitan dalam buang air besar. Kalau makanan yang dikonsumsi banyak mengandung serat, maka sisa makanan relatif mampu menyerap air sehingga kotoran mengembang, volumenya bertambah dan reflek BAB terjadi setiap hari. Ini merupakan pola yang sehat karena kotoran dapat segera dibuang dari tubuh. Masa transit kotoran pun menjadi lebih singkat karena pembuangan kotoran berlangsung setiap hari. Tetapi jika konsumsi makanan miskin serat akibatnya sisa makanan yang menumpuk di rektum jadi lebih lama. Untuk membuangnya memerlukan waktu sampai volumenya cukup untuk merangsang berak. Akhirnya terjadilah sembelit dan susah buang air besar karena kotoran berhenti bahkan mengeras. Kalaupun bisa dikeluarkan biasanya akan berbentuk seperti kotoran kambing. Usus besar pun akan bekerja lebih berat. Tak jarang buang air besar harus disertai mules-mules terlebih dahulu untuk mendorong kotoran yang menumpuk itu. Kalau sampai terjadi berhari-hari tak bisa buang kotoran, dapat dibayangkan bagaimana akibatnya.
9. Jangan menahan-nahan bila mau BAB. Biasakan diri buang air

besar pada waktu-waktu yang tertentu. Pengaruh sembelit pada tubuh. Orang yang sering-sering menderita sembelit sering tidak merasa sehat badannya, pusing-pusing. Hal ini disebabkan karena ada zat-zat yang sebenarnya harus sudah dikeluarkan, diserap kembali oleh usus. Ada yang beranggapan, bahwa sembelit lama-lama dapat mengakibatkan tumor usus, apendisitis, luka-luka pada usus dan sebagainya. Hal ini belum atau tak dapat dinyatakan kebenarannya. Yang terang terdapat ialah penyerapan kembali dari zat-zat yang harusnya sudah hilang. Bila hal ini berlangsung terus menerus, tentu tubuh akan menderita.

2.4. Kelenjar Pencernaan

2.4.1. Hati (*Hepar*)

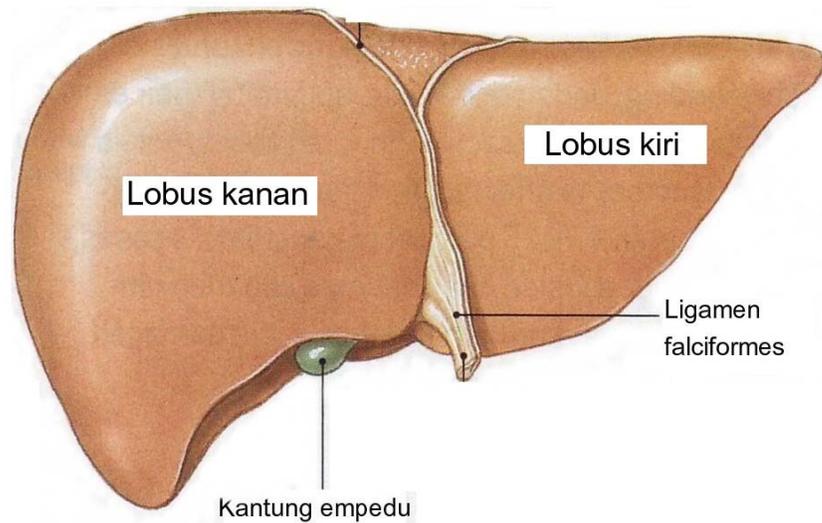
Hati merupakan organ yang memiliki beberapa fungsi sekaligus. Hati dalam istilah medis sering disebut *hepar* (bahasa Yunani). Hati memproduksi cairan empedu yang penting dalam pencernaan. Hati memainkan peran penting dalam metabolisme dan memiliki beberapa fungsi dalam tubuh termasuk penyimpanan glikogen, sintesis protein plasma, dan penetralan obat.

Hati tersusun atas kapsula dari jaringan ikat padat, menembus ke dalam hepar dan membagi hepar ke dalam lobus(kanan dan kiri). Setiap lobus hati terdiri banyak lobulus. Segitiga (*trigonum*) Kiernan merupakan bentukan segitiga yang terdapat diantara tiga lobi; padanya terdapat arteri interlobaris, vena interlobaris, duktus biliverus. Duktus biliverus tersusun atas epitelium kolumnar simplex, membrana basalis, tunika fibroelastica, pembuluh limfe, dan serabut saraf.

Lobulus hati berbentuk heksagonal, dimana sel-sel parenkim hepar tersusun secara radier (menjari) dengan vena sentralis terletak di tengah. Sel-sel ini berbentuk poligonal, sitoplasma granulir dengan tetes-tetes glikogen. Pembuluh limfe dan serabut saraf, sinusoid diantara sel-sel parenkim, dibatasi oleh sel-sel endothelium. Macrophage dan sel Kupfer vena centralis. Sel-sel hati menghasilkan getah empedu sebagai hasil dan disekresikan lewat duktus koledokus dan muaranya (spingter Oddi).

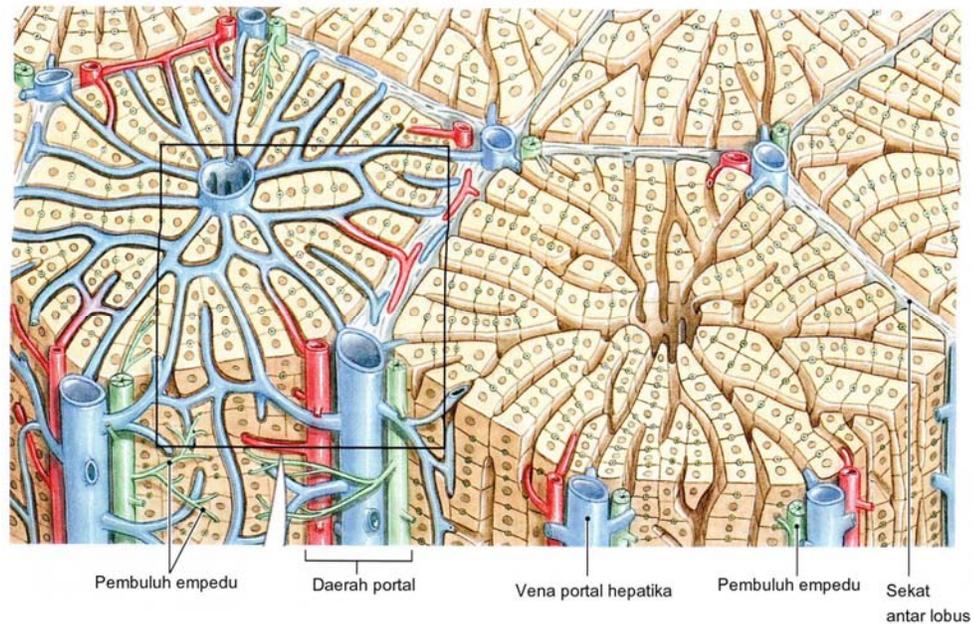
Getah atau cairan empedu mengandung pigmen empedu yang selanjutnya dikeluarkan lewat feses dan urine. Karena mengandung garam empedu dapat mengemulsifikasikan lemak makanan. Garam empedu disintesis dari kolesterol dan asam amino. Garam empedu berfungsi sebagai detergen untuk menurunkan tegangan permukaan (surfaktan) butir lemak makanan. Pigmen empedu yaitu bilirubin dan biliverdin berasal dari hemoglobin. Bilirubin selajutnya diubah menjadi urobilinogen yang dikeluarkan melalui feses dan urine. Hati mensekresikan empedu kurang lebih 200-1000 ml perhari. Garam empedu terdiri atas air, elektrolit, lendir, garam empedu, pigmen empedu, lesitin,

posfolipid, dan kolesterol. Zat-zat ini disekresikan dari lobulus hati ke dalam pembuluh empedu, selanjutnya dialirkan ke dalam duodenum. Pengaturan sekresi cairan empedu ke dalam duodenum bermula dari makanan yang mengandung lemak menuju ke duodenum, selanjutnya merangsang pengeluaran hormon kolesistokinin. Kolesistokinin selanjutnya merangsang kantung empedu berkontraksi untuk mengeluarkan cairan empedu.



▲ **Gambar 2.12.** Kelenjar hati (hepar)

Kantung empedu (*gallbladder* = Inggris) adalah organ berbentuk seperti buah pir yang dapat menyimpan sekitar 50 ml cairan empedu yang dibutuhkan tubuh untuk proses pencernaan. Pada manusia, panjang kantung empedu adalah sekitar 7-10 cm dan berwarna hijau gelap, bukan karena warna jaringannya, melainkan karena warna cairan empedu yang dikandungnya. Organ ini terhubung dengan hati dan usus dua belas jari melalui saluran empedu.



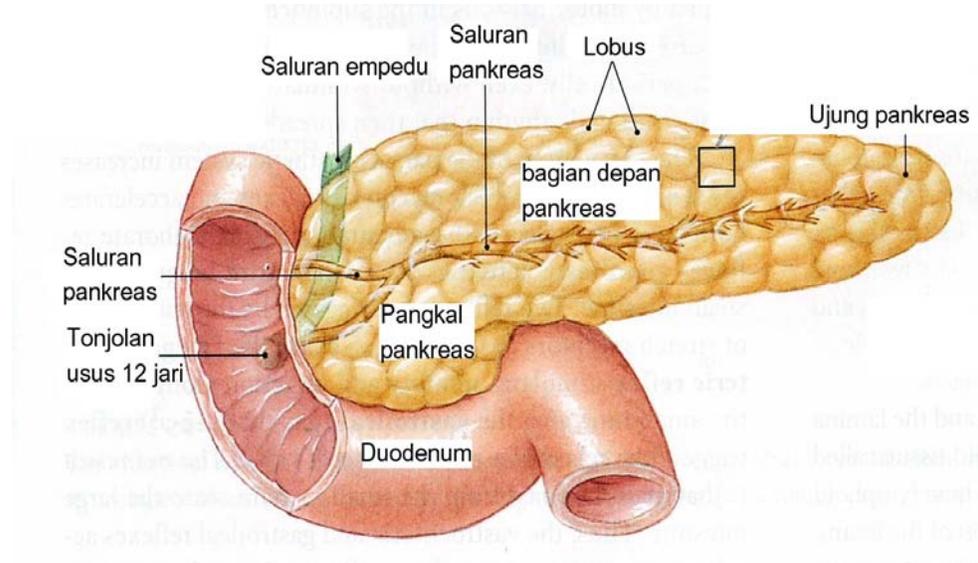
▲ **Gambar 2.13.** Skema struktur sel-sel hati yang menyusun lobulus hati

2.4.1.1. Kelainan hati

Periksalah hati secara rutin. Anda mungkin berisiko mengalami sakit hati yang serius yang terkadang tidak menampilkan gejala apapun. Kelainan hati dapat terjadi pada yang menggunakan pengobatan kolesterol, tekanan darah, dan menggabungkannya dengan alkohol atau obat pematirasa, pemakai tato dan selalu berganti-ganti pasangan seks. Pada tubuh yang sehat, hati yang merupakan organ terbesar dalam tubuh kita berfungsi sebagai penyaring pembuangan, pabrik gizi, serta pengatur sirkulasi darah pada tubuh. Sebuah tes pada hati menunjukkan apakah hati kita mengalami kerusakan akibat kelebihan zat besi, iritasi, atau penyakit hepatitis C. Anda harus melakukan tes dan periksalah secara teratur sesuai saran dokter Anda jika keluarga Anda memiliki riwayat penyakit hati atau menderita risiko *viral hepatitis* (hepatitis yang disebabkan virus). Resiko juga terdapat pada pasien yang menjalani pengobatan atau menjalani aktifitas yang telah disebutkan. Tes tersebut cukup sederhana dengan mengambil contoh darah. Jika Anda beraksi pada sebuah obat, Anda dapat menghentikannya, karena hati dapat sembuh dengan sendirinya. Tetapi jika Anda menderita *viral hepatitis*, Anda harus memeriksanya lebih lanjut untuk mencegah kerusakan hati. Jika memang Anda membutuhkan pengobatan.

2.4.2. Pankreas

Pankreas adalah organ pada sistem pencernaan yang memiliki dua fungsi utama yaitu menghasilkan enzim pencernaan serta beberapa hormon penting seperti insulin. Pankreas terletak pada bagian belakang (*posterior*) perut dan berhubungan erat dengan duodenum (usus dua belas jari). Pankreas tersusun lobus-lobus pancreas setiap lobus terdiri dari lobulus pankreatikus yang dibatasi jaringan ikat longgar. sel acinus membatasi lumen, berbentuk piramid, inti di dasar sel, myoepitheliocytus di luar acinus.



▲ **Gambar 2.14.** Skema pankreas dan saluran getah pankreas

Pankreas dapat dibedakan menjadi 2 bagian yaitu

1. Eksokrin yang tersusun oleh sel-sel pankreas yang berfungsi menghasilkan getah pankreas yang mengandung enzim-enzim pencernaan.
2. Endokrin yang tersusun oleh sel-sel Islet Langerhans yang menghasilkan hormon insulin dan glukagon.

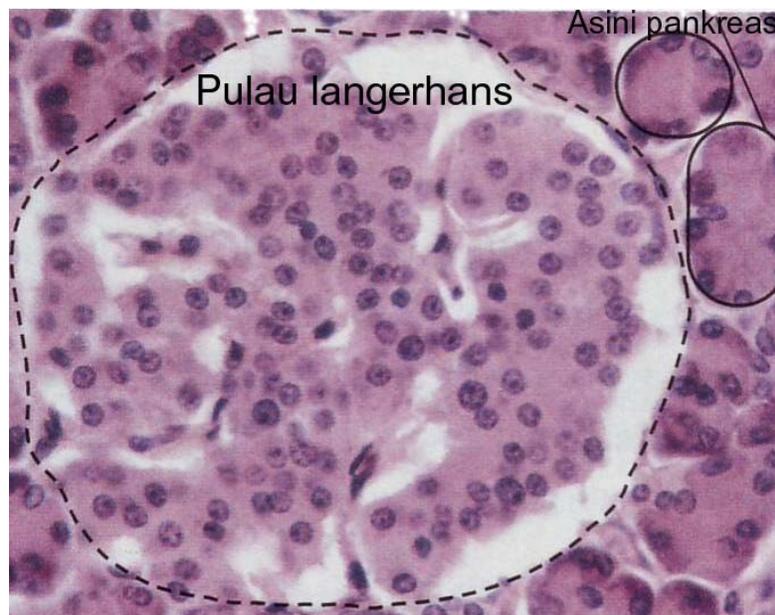
Enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh acini pancreas adalah:

1. Protease pankreas. *trypsinogen*, dan *khemotrypsinogen*.
2. Amilase pankreas untuk memecah amilum menjadi polisakarida sederhana menjadi disakarida.
3. Lipase pankreas untuk memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol

4. Bikarbonat (NaHCO_3) yang bersifat alkalis (basa) untuk menetralkan asam lambung.

Pengaturan pengeluaran getah pankreas ke dalam usus dua belas jari (duodenum) bermula dari makanan yang bersifat asam yang menuju ke duodenum, selanjutnya merangsang pengeluaran hormon sekretin oleh dinding dalam duodenal. Sekretin selanjutnya akan merangsang:

1. Asini pankreas untuk mensekresikan Pengeluaran getah pankreas yang bersifat alkalis (basa) untuk menetralkan asam lambung.
2. Pada saat yang sama sekretin merangsang Pelepasan hormon pankreosimin dari dinding dalam duodenum yang selanjutnya berperan merangsang pankreas untuk mengeluarkan enzim pencernaan.
3. Merangsang sekresi bikarbonat.
4. Menghambat gerak lambung.



▲ **Gambar 2.15.** Pulau Langerhans pancreas dan sel-sel asini pankreas

2.5. Proses Pencernaan Makanan

Pencernaan adalah proses menghancurkan makanan dari substansi yang kompleks menjadi sederhana. Ini dilaksanakan oleh enzim-enzim tertentu yang dihasilkan oleh alat pencernaan itu sendiri. Pencernaan makanan, berdasarkan proses pencernaannya dapat dibedakan menjadi 6 (enam) proses terpisah yaitu:

1. Menaruh makanan di mulut (proses injesti).

2. Pencernaan secara mekanik dengan menggunakan gigi untuk mengunyah, merobek, memotong, dan menghancurkan makanan (proses mastikasi).
3. Pencernaan dengan menambahkan kimiawi (asam, empedu, enzim, dan air) untuk memecah molekul kompleks menjadi struktur sederhana (proses pencernaan kimiawi). Secara enzimatik menggunakan enzim untuk mencerna makanan. Enzim sebagai biokatalisator berperan memecah ikatan molekul-molekul zat-zat makanan dari rantai panjang menjadi rantai pendek.
4. Penyerapan yaitu proses perpindahan nutrisi dari saluran pencernaan ke sistem sirkulasi dan limfatik melalui osmosis, transport aktif, dan difusi.
5. Pencernaan secara mikrobiotik menggunakan mikroorganisme untuk mencerna makanan.
6. Penyingkiran yaitu proses pengeluaran material yang tidak dicerna dari saluran pencernaan melalui defekasi.

Proses pencernaan sebenarnya telah dimulai sejak dari mulut. Namun sebagian besar proses pencernaan terjadi di dalam lambung dan usus. Ketika makanan dimasukkan ke dalam mulut, maka akan merangsang produksi air liur untuk melumatnya menjadi bentuk cair. Pada saat mengunyah, gigi memotong-motong makanan, maka air liur (saliva) akan membantu melumatnya. Saliva akan bertambah banyak jika sedang berselera terhadap suatu makanan. Proses di dalam mulut ini untuk mempersiapkan makanan agar mudah ditelan selanjutnya melewati kerongkongan menuju ke lambung.

Makanan di lambung akan dicerna oleh asam lambung dan enzim-enzim pencernaan menjadi lebih sempurna, dan akan disempurnakan ketika telah sampai di usus halus. Makanan selanjutnya diubah menjadi molekul yang dapat diserap usus halus ke dalam aliran darah. Selanjutnya dibawa ke hati untuk diolah dan dimanfaatkan oleh seluruh bagian tubuh. Hasil inilah yang memberikan hidup, pertumbuhan dan energi atau tenaga pada tubuh. Sisa sari makanan yang berupa ampas selanjutnya dialirkan ke usus besar. Di situ mengalami proses pembusukan menjadi lebih padat lalu didorong dan menumpuk di rektum yang akhirnya ditahan oleh otot dubur. Tergantung jenis makanan yang dikonsumsi, tenggang waktu waktu penuhnya dan volume sisa makanan tersebut sampai merangsang reflek berak. Bisa satu hari, dua hari sampai lima hari baru dikeluarkan saat buang air besar.

Hasil akhir proses pencernaan adalah terbentuknya molekul-molekul atau partikel-partikel makanan yakni: glukosa, asam lemak, dan asam amino yang siap diserap (absorpsi) oleh mukosa saluran pencernaan. Selanjutnya, partikel-partikel makanan tersebut dibawa melalui sistem sirkulasi (transportasi) untuk diedarkan dan digunakan oleh sel-sel tubuh sebagai bahan untuk proses metabolisme (assimilasi) dan hasil akhirnya digunakan sebagai sumber tenaga

(energi), zat pembangun (struktural), dan molekul-molekul fungsional (hormon, enzim) dan keperluan tubuh lainnya.

2.5.1. Pencernaan Karbohidrat (KH)

Pencernaan karbohidrat di mulut terjadi karena dengan adanya air liur yang mengandung enzim *ptyalin* (amilase) yang berperan mengubah amilum menjadi polisakarida sederhana.

Pencernaan karbohidrat di lambung dengan adanya asam lambung, lendir dan pepsin, tanpa mengalami pencernaan enzimatik.

Pencernaan karbohidrat di usus halus terutama di dalam duodenum terdapat amylase pankreas untuk memecah polisakarida sederhana menjadi disakarida. Disakarida selanjutnya akan dicerna oleh disakaridase menjadi monosakarida (glukosa, fruktosa, dan galaktosa).

Proses penyerapan (absorpsi) karbohidrat melalui mekanisme difusi difasilitasi oleh hormon insulin, terutama di duodenum dan jejunum.

2.5.2. Pencernaan lemak

Lemak makanan selama berada di dalam saluran pencernaan akan mengalami pencernaan sebagai berikut:

Lemak dicerna di mulut oleh lipase yang dihasilkan kelenjar Ebner's yang terdapat pada permukaan atas lidah yang dikenal sebagai lipase lingual (lidah). Lipase ini bekerja aktif di lambung dan mencerna lemak sekitar 20- 30%.

Di lambung lemak dicerna oleh lipase lambung (*gastric* lipase). Enzim ini kurang memiliki peranan penting kecuali pada gangguan pankreas.

Pencernaan lemak di usus halus terutama terjadi di duodenum dimana terdapat muara saluran cairan empedu yang berasal dari hati atau kantung empedu. Lemak makanan setelah diemulsifikasikan oleh garam empedu menjadi larut air (hidrofilik) sehingga demikian memungkinkan enzim lipase pankreas bekerja. Lemak makanan setelah dicerna secara enzimatik oleh lipase pankreas menjadi asam lemak dan gliserol dan berubah menjadi butiran-butiran lemak yang disebut *micelle*. *Micelle* ini kemudian menempel pada sel mukosa usus halus dan selanjutnya masuk ke dalam sel mukosa (diabsorpsi) secara difusi. Enzim lipase pankreas memegang peranan penting pada pencernaan lemak di dalam usus halus sebagai pemecah ikatan antara asam lemak dengan gliserol. pada rantai 1 dan 3 dari trigliserida sehingga dihasilkan 2 mol asam lemak dan gliserol. Kolesterol makanan dalam wujud sebagai kolesterol ester akan dihidrolisis oleh ester-kolesterol hidrolase yang terdapat dalam getah pankreas menjadi kolesterol bebas. Kolesterol juga mengalami perubahan menjadi

ester kolesterol.

Absorpsi asam lemak paling banyak terjadi di usus halus bagian atas yaitu bagian duodenum dan jejunum, dan sebagian kecil di ileum. Asam lemak setelah diserap oleh sel mukosa usus halus dengan cara difusi, kemudian di dalam sel mukosa asam lemak dan gliserol mengalami resintesis (bergabung lagi) menjadi trigliserida. Trigliserida dan ester kolesterol bersatu diselubungi oleh protein menjadi kilomikron (*chylomicron*). Protein penyusun selubung kilomikron disebut apoprotein. Selubung protein berfungsi mencegah bersatunya molekul-molekul lemak dan membentuk bulatan besar yang dapat mengganggu sirkulasi darah. Kilomikron keluar dari sel mukosa usus secara eksositosis (kebalikan dari pinositosis) kemudian diangkut lewat sistem limfatik (*duktus thoracicus* → *cysterna chili*) dan selanjutnya masuk ke dalam sirkulasi darah (*vena subclavia*). Kadar kilomikron dalam plasma darah meningkat 2 - 4 jam setelah makan. Sedangkan gliserol langsung dialirkan ke pembuluh darah.

2.5.3. Pencernaan protein

1. Di mulut protein, dicerna secara mekanis, sedangkan secara enzimatik belum.
2. Di lambung protein, dicerna secara oleh asam lambung (HCl) dan enzim pepsin. Protein setelah didenaturasi (dirusak) oleh HCl, kemudian dihidrolisis menjadi peptida sederhana.
3. Di usus halus, protein dicerna oleh cairan pankreas yang mengandung proenzim tripsinogen dan kimotripsinogen. Enzim tripsin dan kimotripsin berperan memecah polipeptida menjadi peptida sederhana. Selanjutnya peptida tersebut dipecah sehingga akhirnya menjadi asam amino peptidase (*erepsin*).

Setelah menjadi asam amino selanjutnya diserap (absorpsi) oleh lapisan mukosa usus yeyenum dan ileum. Asam amino yang berasal dari makanan (diet) dan dari pemecahan protein tubuh selanjut dibawa oleh sirkulasi darah ke dalam *amino acid pool* gudang penyimpanan asam amino yaitu darah dan cairan jaringan (inter seluler).

2.6. Metabolisme

Metabolisme adalah seluruh reaksi biokimiawi yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Metabolisme dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam proses yaitu anabolisme (penyusunan) dan katabolisme (penguraian). Metabolisme memerlukan keberadaan enzim agar prosesnya berjalan cepat. Hasil proses metabolisme berupa energi dan zat-zat lain yang diperlukan oleh tubuh. Semua bahan makanan (glukosa, asam amino, dan asam lemak) dapat dimetabolisme menjadi sumber energi. Energi antara lain berguna untuk aktivitas otot, sekresi kelenjar, memelihara membran potensial sel saraf dan

sel otot, sintesis substansi sel. Zat-zat lain yang berasal dari protein berguna untuk pertumbuhan dan reparasi jaringan tubuh.

2.6.1. Metabolisme Karbohidrat

Karbohidrat tersusun atas untaian molekul glukosa. Karbohidrat merupakan sumber utama energi dan panas tubuh. Glukosa dalam darah masuk lewat vena porta hepatica kemudian masuk ke sel hati. Selanjutnya glukosa diubah menjadi glikogen (glikogenesis). Sebaliknya, jika tubuh kekurangan glukosa, maka glikogen akan segera diubah lagi menjadi glukosa (glikogenolisis). Hal ini dapat terjadi di hati karena hati memiliki kedua enzim yang berperan dalam katabolisme maupun anabolisme karbohidrat. Glukagon berperan merangsang proses glikogenolisis dan glukoneogenesis. Insulin berperan untuk meningkatkan sintesis glikogen. Makanan yang banyak mengandung KH akan merangsang sekresi insulin dan mencegah sekresi glukagon. Insulin berfungsi mempermudah dan mempercepat masuknya glukosa ke dalam sel dengan meningkatkan afinitas molekul karier glukosa. Glukosa setelah berada di dalam sel, oleh insulin akan disimpan atau disintesis menjadi glikogen baik di hati, otot, atau jaringan lain.

Kadar glukosa darah disamping memacu pembebasan insulin oleh pankreas juga mempengaruhi glukostat yang terdapat pada basal hipotalamus yang merupakan pusat kenyang (*satiety center*). Pusat ini menghambat hipotalamus lateral yang merupakan pusat makan (*feeding center*). Pada kondisi kadar glukosa darah rendah, pusat kenyang tidak lagi menghambat pusat makan sehingga memacu pusat tersebut dan timbul keinginan untuk makan (nafsu makan), pengambilan makanan, glukosa meningkat, kembali normal.

2.6.2. Metabolisme Lemak

Unsur lemak dalam makanan (*dietary lipids*) yang memiliki peranan penting dalam fisiologi tubuh adalah trigliserida (TG), fosfolipid (PL), dan kolesterol (Kol). Trigliserida tersusun atas asam lemak (*free fatty acids*, FFA) dan gliserol. Kolesterol kebanyakan berasal dari kolesterol hewan, sedangkan kolesterol dari tumbuhan sukar diserap usus. Kolesterol dalam makanan (hewani) terutama berasal dari otak, kuning telur, hati, dan lemak hewan lainnya. Kolesterol makanan dalam wujud sebagai kolesterol ester. Asam lemak diangkut ke hati dan jaringan lemak dalam bentuk kilomikron atau dari hati ke jaringan dalam bentuk VLDL. Asam lemak juga disintesis di tempat-tempat penyimpanan (depot) lemak. Asam lemak merupakan sumber energi utama bagi berbagai organ terutama jantung dan kemungkinan juga otak. Oksidasi asam lemak akan menghasilkan tenaga, panas, CO₂, dan H₂O.

2.6.3. Metabolisme Protein

Protein tersusun atas sejumlah asam amino yang membentuk suatu untaian (polimer) dengan ikatan peptida. Selain itu, protein juga memiliki gugus amina (-NH₂) dan gugus karboksil (-COOH). Asam amino dapat dibedakan menjadi:

1. Peptida jika terdiri atas untaian pendek asam amino (2 - 10 asam amino).
2. Polipeptida jika terdiri atas 10 - 100 asam amino.
3. Protein jika terdiri atas untaian panjang lebih dari 100 asam amino.

Beberapa jenis protein antara lain:

1. Glikoprotein yaitu protein yang mengandung karbohidrat.
2. Lipoprotein yaitu protein yang mengandung lipid.

Asam amino selanjutnya digunakan untuk sintesis protein, diperoleh dari makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan (protein nabati), dan makanan dari hewan (protein hewani). Fungsi protein bagi tubuh antara lain:

- Membangun sel-sel yang rusak.
- Membentuk zat-zat pengatur seperti enzim dan hormon.
- Membentuk zat inti energi (1 gram energi kira-kira akan menghasilkan 4,1 kalori).

2.6.3.1. Gangguan metabolisme protein

Kreatin dan kreatinin

Kreatin disintesis di hati dari asam amino methionin, glisin, dan arginin. Di otot skelet, kreatin mengalami fosforilasi menjadi posfokreatin yang merupakan sumber energi penting di otot skelet. ATP yang berasal dari proses glikolisis dan fosforilasi oksidatif. ATP bereaksi dengan kreatin membentuk ADP dan sejumlah besar posfokreatin. Kreatinin dalam urin berasal dari pemecahan posfokreatin. Kreatinuria secara normal dapat terjadi pada anak-anak, wanita selama mengandung dan setelah melahirkan. Pada laki-laki sangat jarang terjadi kecuali pada kondisi kerja yang berlebihan. Kreatinuria pada laki-laki biasanya terjadi akibat kelaparan, tirotoksikosis, DM yang tidak terkontrol, dan kerusakan otot (myopati).

Asam urat

Asam urat berasal dari basa nitrogen penyusun asam nukleat (RNA dan DNA) yaitu purin dan pirimidin. Asam nukleat dalam makanan setelah di pencernaan, kemudian diabsorpsi dan sebagian besar purin dan pirimidin dimetabolisme oleh hati. Purin sebagian kecil dikeluarkan lewat urin terutama setelah diubah menjadi asam urat. Kadar asam urat normal dalam darah adalah 4 mg/dL (0,24 mmol/L). Di ginjal asam urat difiltrasi,

kemudian 98% direabsorpsi dan sisanya 2% diekskresikan. Penimbunan asam urat di persendian, ginjal, dan atau jaringan lainnya akan menimbulkan nyeri sendi atau disebut *gout*. Persendian yang biasanya terkena adalah *metatarsophalangeal* (ibu jari kaki). Ada 2 jenis *gout* yaitu:

1. *Gout* primer terjadi karena abnormalitas enzim yang menyebabkan produksi asam urat meningkat.
2. *Gout* sekunder karena penurunan ekskresi asam urat atau kenaikan produksi asam urat karena meningkatnya penghancuran sel darah putih yang banyak mengandung asam urat seperti penyakit ginjal, leukemia, dan pneumonia.

Kata-kata Penting

- Saluran pencernaan
- Kelenjar pencernaan
- Pencernaan enzimatik
- Pencernaan mekanik
- Pencernaan mikrobiotik
- Metabolisme
- Anabolisme
- Katabolisme
- Asam amino
- Karbohidrat
- Monosakarida
- Asam lemak
- Kolesterol
- Lipoprotein

Rangkuman

- Sistem pencernaan tersusun atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.
- Proses pencernaan makanan secara mekanik, enzimatik, dan mikrobiotik.
- Hasil akhir proses pencernaan adalah partikel-partikel makanan yakni: glukosa, asam lemak, dan asam amino yang siap diserap oleh mukosa saluran pencernaan.
- Partikel-partikel makanan tersebut digunakan oleh sel-sel tubuh sebagai bahan untuk sumber tenaga, zat pembangun, dan keperluan tubuh lainnya.
- Mulut dengan adanya gigi berfungsi untuk mengunyah makanan secara mekanik sehingga menjadi butiran makanan yang lebih kecil sehingga memudahkan bekerjanya enzim pencernaan.
- Lambung berperan sebagai penampung, penyimpan dan pencampur makanan dengan asam lambung dan lendir (mukus) serta pada lambung terjadi pencernaan secara enzimatik oleh pepsin. Asam lambung (HCl).

- Duodenum merupakan tempat pencernaan makanan secara sempurna menjadi sari-sari makanan
- Usus besar merupakan tempat untuk absorpsi air dan mineral yang tidak terserap di usus halus. Pencernaan secara mikrobiotik oleh bakteri komensal (*E. coli*), menghasilkan gas, dan sintesis vitamin K. Usus buntu (apendix) untuk pertahanan tubuh karena banyak mengandung nodus limfatikus.
- Rektum merupakan kantung yang berfungsi menampung feces. Setelah penuh terjadi perangsangan karena ekstensi (peregangan) dinding rektum sehingga timbul keinginan untuk berak (defikasi).
- Dubur merupakan katup muskuler (*spinchter ani*) berfungsi mengatur pengeluaran tinja.
- Hati mensekresikan empedu.
- Acini pankreas yang berfungsi menghasilkan getah pankreas yang mengandung enzim-enzim pencernaan.
- Islet Langerhans yang berfungsi menghasilkan hormon insulin dan glukagon.
- Deaminasi oksidatif adalah proses pemecahan asam amino menjadi asam keto dan ammonia menghasilkan 2 senyawa yaitu nitrogen dan nonnitrogen.
- Transaminasi adalah proses perubahan asam amino menjadi jenis asam amino lain. Proses transaminasi didahului oleh perubahan asam amino menjadi bentuk asam keto.

Latihan Uji Pemahaman

A. Lengkapi dengan jawaban yang tepat!

1. Sistem pencernaan tersusun atas ...
2. Proses pencernaan makan-an di saluran pencernaan terjadi secara ...
3. Hasil akhir proses pen-cernaan makanan adalah ...
4. Pencernaan di mulut secara enzimatik karena adanya ...
5. Lambung dalam pencerna-an makanan berperan sebagai ...
6. Bagian usus halus yang merupakan tempat pencernaan makanan secara sempurna adalah ...
7. Peran usus besar dalam pencernaan makanan adalah ...
8. Garam empedu yang disekresikan oleh hati berfungsi sebagai ...
9. Enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh acini pankreas adalah ...
10. Islet Langerhans yang berfungsi menghasilkan hormon ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Sebutkan bagian-bagian saluran dan kelenjar pencernaan dan fungsinya!
2. Jelaskan mekanisme pengaturan kadar gula darah!
3. Jelaskan tentang gangguan metabolisme protein fenilketonuria (PKU)!
4. Jelaskan tentang gout (nyeri sendi)!

5. Jelaskan tentang kreatin dan kreatinin!
6. Jelaskan tentang deaminasi oksidatif!
7. Jelaskan tentang proses transaminasi!
8. Jelaskan tentang manfaat dan fungsi asam amino!
9. Jelaskan tentang proses pencernaan protein!
10. Jelaskan tentang pemanfaatan kolesterol dalam tubuh!

Bab 3

Kesehatan Jantung & Pembuluh Darah



Gambar 3.1. Agar jantung tetap sehat, perlu dipelihara dengan olahraga teratur dan terukur

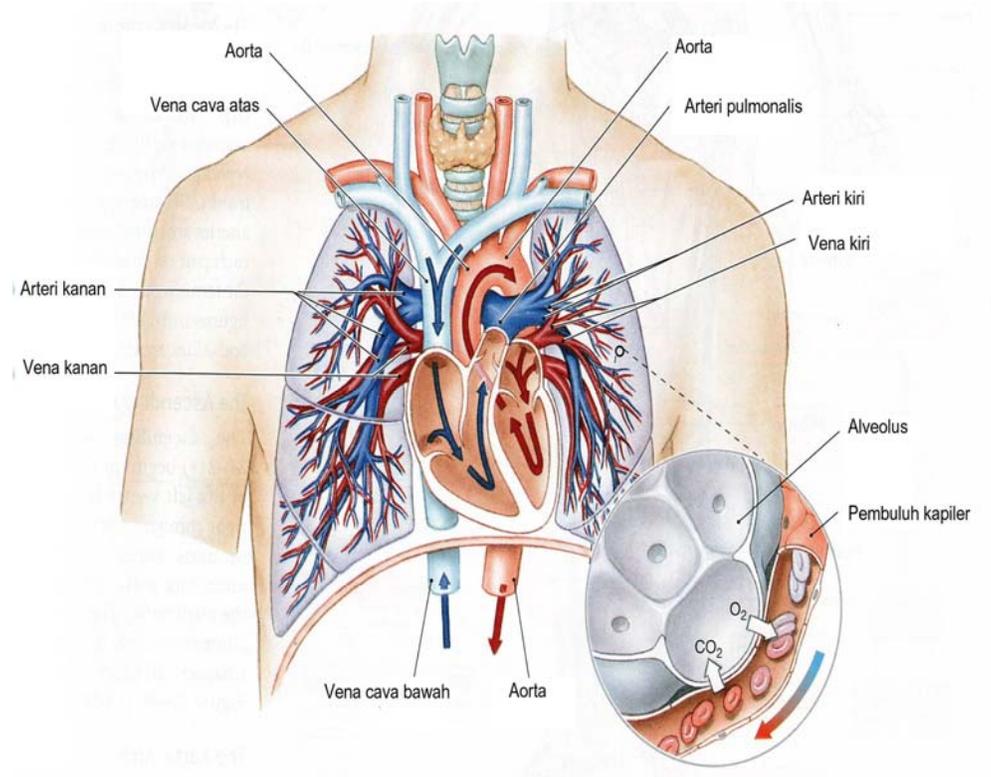
Pernakah denyut jantung anda terasa berdebar-debar atau berdetak kuat dan cepat? Coba ingat, pada saat anda sedang bagaimana? Mengapa demikian? Karena Jantung harus terus-menerus berdetak memompa cairan darah agar dapat mengalir ke seluruh bagian tubuh membawa semua zat-zat yang diperlukan oleh tubuh. Nah pada saat tubuh membutuhkan pasokan zat-zat lebih banyak, maka jantung bekerja lebih cepat.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Struktur dan fungsi sistem sirkulasi: jantung, pembuluh darah, sel darah merah (*eritrosit*), sel darah putih (*leukosit*), keping-keping darah (*trombosit*).
- Cara pemeliharaan kesehatan jantung dan pembuluh darah
- Sistem kekebalan tubuh manusia

3. SISTEM SIRKULASI

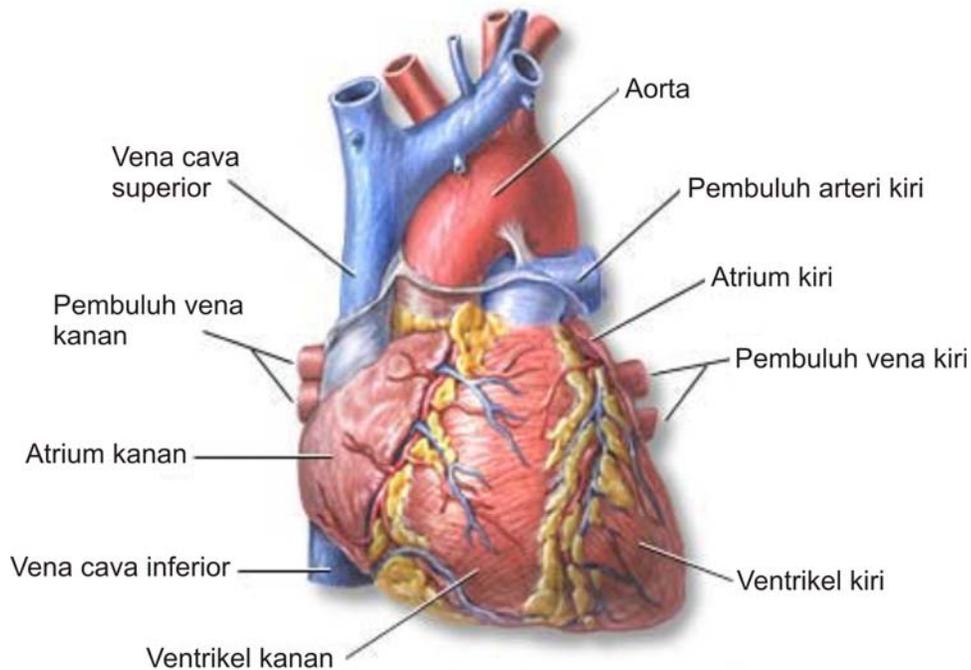
Sistem sirkulasi atau sistem kardiovaskular adalah suatu sistem yang tersusun atas alat-alat tubuh yang berfungsi memindahkan atau mengedarkan zat ke dan dari sel. Sistem ini juga menolong stabilisasi suhu dan keasaman (pH) tubuh (bagian dari homeostasis).



Gambar 3.2. Letak jantung, pembuluh darah besar dan paru-paru di dalam rongga dada

3.1. Jantung

Jantung atau (*cardia* = bahasa Yunani), atau *heart* (bahasa Inggris) adalah organ berbentuk kerucut, berotot kuat dan dalamnya berongga. Ukuran jantung manusia kurang lebih sebesar kepalan tangan seorang laki-laki dewasa. Berat jantung orang dewasa kurang lebih 300 gram. Jantung terletak di dalam rongga dada (*cavum thorac*) dengan posisi agak ke bawah dan sedikit ke arah sebelah kiri. Puncak jantung (*apex cordis*) letaknya miring ke sebelah kiri. Jantung terjaga di tempatnya karena pembuluh-pembuluh darah besar jantung yang seakan menggantung jantung di rongga dada.



▲ **Gambar 3.3.** Permukaan luar jantung dan pembuluh darah

3.1.1. Struktur Anatomi Jantung

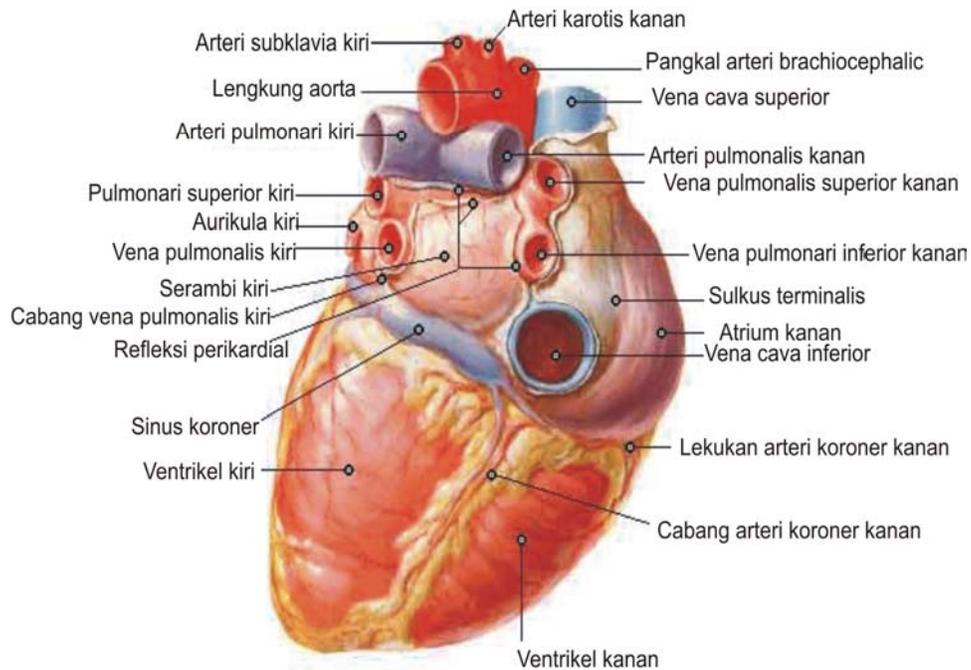
Selaput jantung

Jantung diselubungi oleh selaput yang disebut perikardium. Lapisan pembungkus jantung sebelah dalam menempel sangat erat kepada jantung, sedangkan lapisan sebelah luar lebih longgar dan berair, untuk menghindari gesekan antara organ dalam tubuh yang terjadi karena gerakan memompa jantung.

Otot jantung

Agar jantung berfungsi sebagai pemompa yang efisien, maka otot-otot jantung, rongga atas dan rongga bawah harus berkontraksi secara bergantian. Jantung sudah mulai berdenyut pada saat di dalam kandungan dan tidak akan pernah berhenti sampai menghembuskan napas terakhir. Jantung adalah organ yang paling mengagumkan karena dengan tanpa henti memompa darah yang mengandung oksigen dan nutrisi dalam darah ke seluruh tubuh. Jantung berdetak 100 ribu kali per hari atau memompa sekitar 2000 galon darah per hari.

Jantung ternyata merupakan otot dalam tubuh yang paling keras bekerja, dan yang terkuat. Dinding jantung tersusun atas 3 lapisan, dari dalam terdiri dari:



▲ **Gambar 3.4.** Permukaan luar jantung manusia tampak belakang dan pembuluh darah

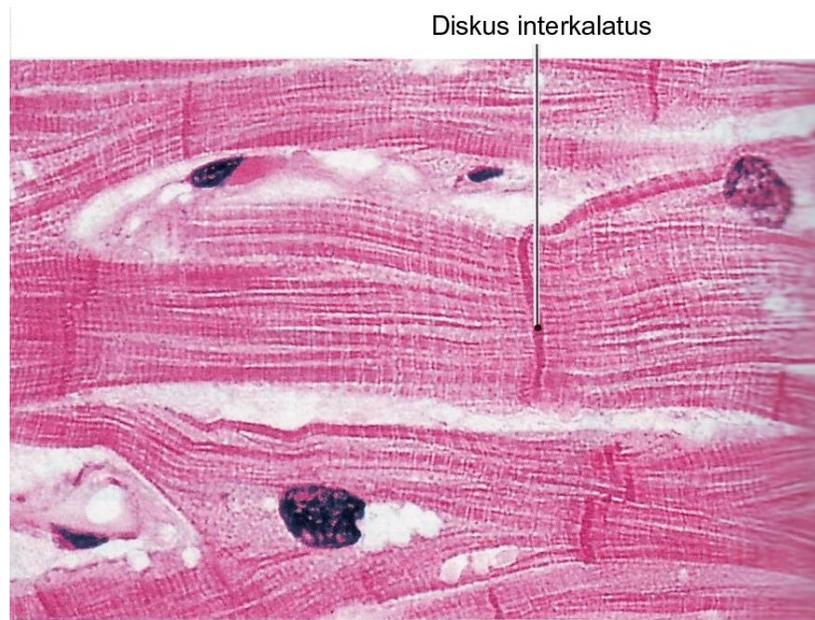
1. *Endokardium* merupakan lapisan jantung paling dalam merupakan lapisan endotel yang berlanjut ke pembuluh darah arteri dan vena.
2. *Miokardium* merupakan bagian jantung yang berotot tersusun atas otot jantung (*myocard*). Otot-otot jantung tersebut berkontraksi dan memompa darah melalui pembuluh arteri.
3. *Epikardium* atau disebut perikardium visceralis merupakan bagian jantung yang paling luar tersusun atas jaringan ikat.

Ruangan jantung

Jantung manusia terbagi menjadi 4 ruangan yaitu serambi kanan dan kiri, dan bilik kanan dan kiri.

1. Antara serambi kanan dan kiri dipisahkan oleh septum interatrioler (dinding antar serambi).
2. Antara bilik kanan dan kiri dipisahkan oleh septum interventrikuler (dinding antar bilik).
3. Antara serambi kiri dengan bilik kiri dibatasi oleh katup bikuspidalis (mitralis).
4. Antara serambi kanan dan bilik kiri dibatasi oleh katup trikuspidalis.

5. Antara bilik kiri dengan aorta dibatasi oleh katup semilunaris aortae.
6. Antara bilik kanan dengan arteri pulmonalis dibatasi katup semilunaris pulmoner.



Gambar 3.5. Struktur mikroskopis sel otot jantung

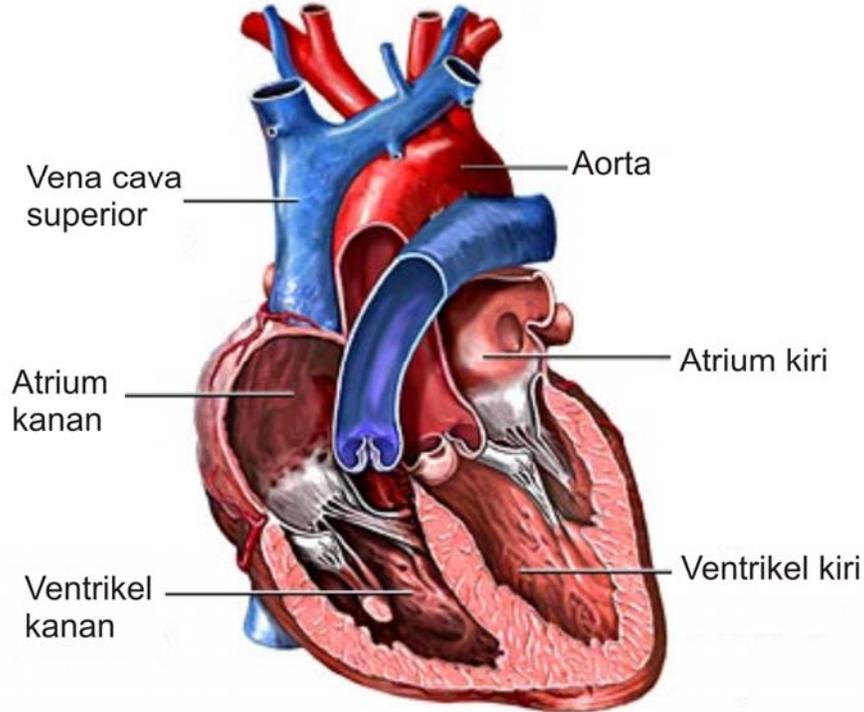
Bilik jantung

Bilik jantung merupakan bagian jantung yang memiliki kemampuan memompa darah, sedangkan serambi sebagai penerima darah secara pasif. Oleh karena fungsi tersebut, maka secara struktural otot bilik jantung lebih tebal (kuat) dibanding otot serambi. Demikian juga, otot bilik kanan dan kiri berbeda tebalnya karena tugasnya yang berbeda. bilik kiri memiliki otot lebih tebal dibanding otot bilik kanan karena berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh, sedangkan bilik kanan berfungsi memompa darah ke paru-paru. Namun demikian, bilik kanan memiliki ruangan yang lebih besar dibanding bilik kiri.

Katup jantung

Katup jantung berfungsi menjaga tekanan darah dan menjaga agar darah tidak mengalir kembali ke tempat semula. Valvula mitralis dan trikuspidalis membuka karena adanya darah yang masuk dari vena sistemik (*vena cava superior* dan *vena cava inferior*) dan vena pulmonalis, menutup jika bilik berkontraksi, tetapi valvula semilunaris membuka dan sebaliknya. Ujung valvula dihubungkan

oleh *chordae tendineae* ke dinding Bilik yaitu pada *musculus papillaris* (m = *musculus*. otot).



Gambar 3.6. Gambar permukaan dalam jantung, tampak dinding atrium, ventrikel, katup antara serambi dan ventrikel dan pembuluh darah

Terdapat 4 buah katup di dalam jantung. Yaitu *mitral*, *trikuspid*, *aortik*, dan *pulmonik* (sering juga disebut dengan *pulmomer*). Katup-katup tersebut berfungsi untuk mengatur jalannya aliran darah menuju ke arah yang benar. Tiap katup mempunyai penutup yang disebut *leaflets* atau *cusps*. Katup mitral mempunyai 2 buah *leaflets*, yang lainnya memiliki 3 buah *leaflets*.

Bagian kanan dan kiri jantung bekerja secara bersamaan membuat suatu pola yang bersambung secara terus menerus yang membuat darah akan terus mengalir menuju jantung paru-paru dan bagian tubuh lainnya.

- Darah memasuki jantung melalui 2 pembuluh balik besar (vena cava) *inferior* dan *superior* yang membawa oksigen kosong dari tubuh menuju ke bagian kanan *serambi*.
- Ketika *serambi* berkontraksi, darah mengalir dari bagian kanan *serambi* menuju bagian kanan *ventrikel* melalui katup *trikuspid*.

- Ketika bilik penuh, maka katup *triskupid* akan menutup untuk mencegah darah mengalir kembali ke bagian atria ketika *ventrikel* berkontraksi.
- Ketika bilik berkontraksi, darah akan mengalir keluar melalui katup *pulmonik* menuju arteri dan paru-paru yang mana pada bagian ini darah akan mendapatkan oksigen.
- Bagian *vena pulmonary* akan mengosongkan darah yang telah mengandung oksigen dari paru-paru menuju ke bagian kiri *serambi*
- Ketika *serambi* berkontraksi, darah akan mengalir menuju bagian *ventrikel* sebelah kiri melalui katup *mitral*.
- Ketika *ventrikel* penuh maka katup *mitral* akan tertutup untuk mencegah darah mengalir kembali ke *serambi* ketika *ventrikel* berkontraksi.
- Ketika *ventricle* berkontraksi maka darah akan meninggalkan jantung melalui katup *aortik* menuju ke seluruh tubuh.

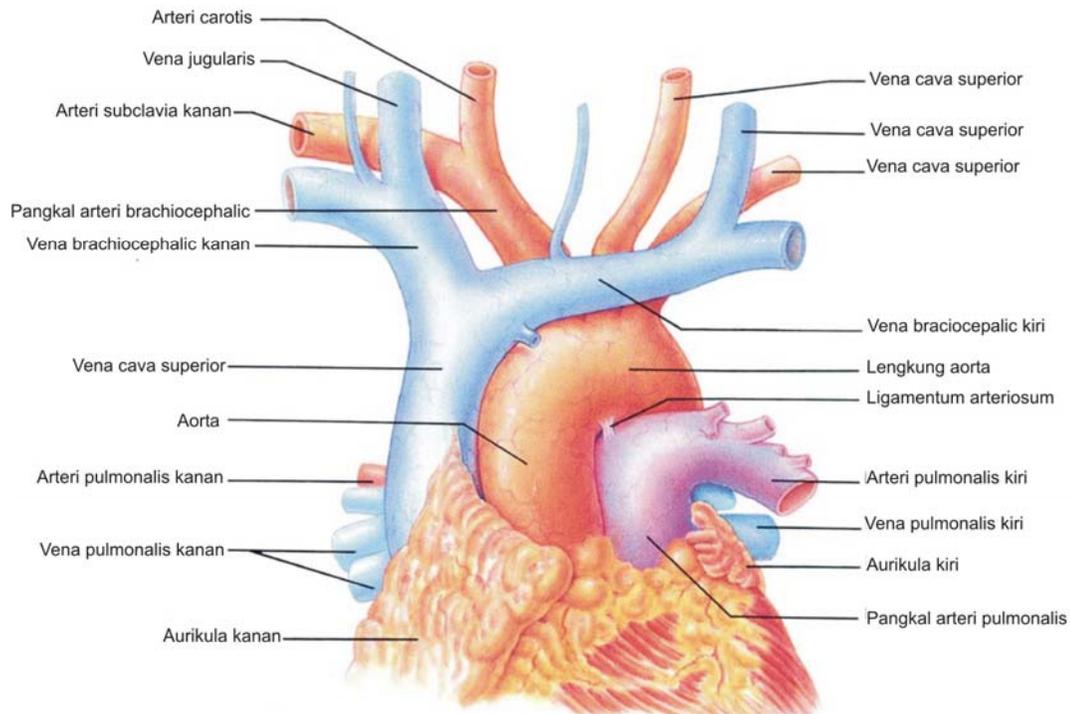
3.1.4. Suplai Darah Jantung

Jantung menerima darah dari 2 pembuluh darah utama yaitu:

1. Pembuluh balik besar (*Vena cava*) yang membawa darah masuk ke serambi kanan. *Venae cavae* ada 2 buah yaitu: (1) *Vena cava superior* berfungsi membawa darah kurang oksigen (*deoxygenated*) dari kepala dan lengan, dan (2) *vena cava inferior* berfungsi membawa darah *deoxygenated* tersebut dari badan dan kaki.
2. Vena pulmonalis ada 4 buah yang membawa darah kaya oksigen (*oxygenated*) dari paru-paru menuju ke bilik kiri.
3. Ternyata di samping jantung memompa darah ke seluruh otot-otot dalam tubuh, jantungpun mengirim darah ke dinding otot jantung melalui jaringan arteri-arteri yang dibentuk oleh dua pembuluh darah koroner utama yaitu pembuluh darah koroner kanan dan pembuluh darah koroner kiri.

Jantung memompa darah melalui 2 pembuluh darah utama yaitu:

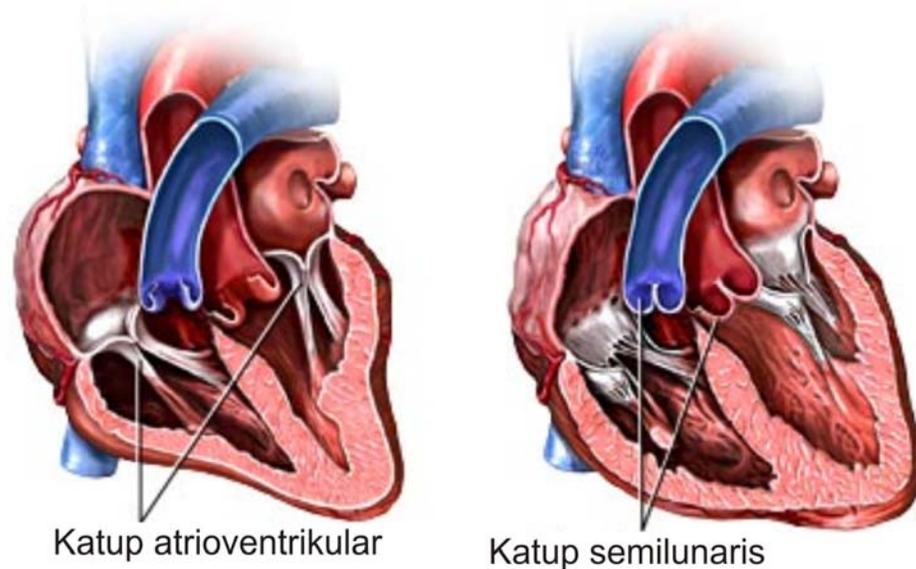
1. Arteri pulmonalis yang batangnya (trunkus) berasal dari Bilik kanan kemudian bercabang 2 menjadi kanan dan kiri yang menuju ke paru-paru kanan dan kiri.
2. Aorta yang batangnya berasal dari Bilik kiri kemudian bercabang 2 menjadi aorta abdominalis yang menuju badan dan kaki dan arteri jugularis yang menuju ke kepala.



▲ **Gambar 3.7.** Skema pembuluh darah utama yang berasal dari dan menuju ke jantung

3.1.2. Cara Kerja Jantung

Pada saat berdenyut, setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah (disebut diastol). Selanjutnya jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung (disebut sistol). Kedua serambi mengendur dan berkontraksi secara bersamaan, dan kedua bilik juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan. Darah yang mengandung sedikit oksigen dan mengandung banyak karbondioksida dari seluruh tubuh mengalir melalui dua pembuluh balik besar (vena kava) menuju ke dalam serambi kanan. Setelah serambi kanan terisi darah, dia akan mendorong darah ke dalam bilik kanan. Darah dari bilik kanan akan dipompa melalui katup pulmoner ke dalam arteri pulmonalis, menuju ke paru-paru. Darah akan mengalir melalui pembuluh yang sangat kecil (kapiler) yang mengelilingi kantong udara di paru-paru, menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida yang selanjutnya dihembuskan. Darah yang kaya akan oksigen (darah bersih) mengalir di dalam vena pulmonalis menuju ke serambi kiri. Peredaran darah di antara bagian kanan jantung, paru-paru dan serambi kiri disebut sirkulasi pulmoner.



▲ **Gambar 3.8.** Skema jantung ketika ventrikel sedang berkontraksi (sistole) dan dilatasi (diastole)

3.1.3. Sistem Konduksi Jantung

Sistem konduksi jantung berfungsi menghantarkan impuls dari pemacu (*pace maker*) ke seluruh otot jantung sehingga terjadi kontraksi yang ritmis dan terus menerus. Sistem konduksi jantung tersusun atas:

1. Nodus sinoatrialis (NSA) yang terletak pada dinding serambi kanan, sebagai *pace maker* (asal mula denyut jantung) ditemukan oleh Keith dan Flack.
2. Nodus atrioventrikularis (NAV) yang terletak di dekat sekat atrioventrikuler.
3. Berkas artioventrikularis (HIS), yang bercabang-cabang membentuk serabut Purkinje. Ditemukan oleh Wilhelm His (Jerman) dan E. Purkinje (Swedia).

Otot jantung mempunyai kemampuan berkontraksi secara mandiri (autostimulasi) dan tidak tergantung dari impuls saraf. Sel-sel otot jantung yang telah diisolasi dapat berdenyut dengan iramanya sendiri. Pada otot jantung, sel-sel ini sangat erat berhubungan dan terjadi pertukaran informasi dengan adanya *gap junction* pada diskus interkalaris. Bagian parasimpatis dan simpatis sistem autonom mempersarafi jantung membentuk pleksus-pleksus yang

tersebar luas pada basis jantung. Di daerah-daerah yang dekat dengan simpul sinoatrial dan atrioventrikuler, terdapat sel-sel saraf ganglion dan serabut-serabut saraf. Saraf-saraf ini mempengaruhi irama jantung, dimana perangsangan bagian parasimpatis (nervus vagus) menimbulkan perlambatan denyut jantung, sedangkan perangsangan saraf simpatis mempercepat irama *pace maker*. Darah dalam serambi kiri akan didorong menuju bilik kiri, yang selanjutnya akan memompa darah bersih ini melewati katup aorta masuk ke dalam aorta (arteri terbesar dalam tubuh). Darah kaya oksigen ini disediakan untuk seluruh tubuh, kecuali paru-paru. Laju denyut-denyut jantung atau kerja pompa ini dikendalikan secara alami oleh suatu "pengatur irama". Ini terdiri dari sekelompok secara khusus, disebut *nodus sinoatrialis*, yang terletak didalam dinding serambi kanan. Sebuah *impuls* listrik yang ditransmisikan dari *nodus sinoatrialis* ke kedua serambi membuat keduanya berkontraksi secara serentak. Arus listrik ini selanjutnya diteruskan ke dinding-dinding bilik, yang pada gilirannya membuat bilik-bilik berkontraksi secara serentak.

Persyarafan jantung

Persyarafan jantung tersusun atas sistem yang menimbulkan dan menghantarkan impuls pada jantung. Jantung diinervasi (disarafi) oleh saraf otonom yang terdiri atas saraf simpatis (epinefrin) dan parasimpatis (norepinefrin).

1. Simpatis berperan meningkatkan frekuensi denyut jantung dan kekuatan kontraksi jantung. Dengan demikian, rangsangan saraf simpatis akan berakibat meningkatnya kekuatan dan frekuensi denyut jantung.
2. Parasimpatis (norepinefrin) berperan sebaliknya, rangsangan saraf parasimpatis akan menurunkan kekuatan dan frekuensi denyut jantung.

Periode kontraksi ini disebut *sistol (systole)*. Selanjutnya periode ini diikuti dengan sebuah periode relaksasi pendek, kira-kira 0,4 detik, yang disebut *diastol (diastole)*, sebelum *impuls* berikutnya datang. *Nodus sinoatrialis* menghasilkan antara 60 hingga 72 *impuls* seperti ini setiap menit ketika jantung sedang santai. Produksi *impuls-impuls* ini juga dikendalikan oleh suatu bagian sistem saraf yang disebut sistem saraf otonom, yang bekerja diluar keinginan kita. Sistem listrik melekat (*built-in*) inilah yang menghasilkan kontraksi-kontraksi otot jantung berirama yang disebut denyut jantung.

3.1.5. Fungsi Jantung

Jantung berfungsi sebagai pompa yang berperan memompa cairan darah sebagai pelarut zat-zat yang diedarkan dapat mengalir melalui pembuluh darah (*vasa*) menuju ke seluruh jaringan tubuh dan membawa sisa-sisa metabolisme dari jaringan ke jantung. Zat-

zat sari makanan dari usus halus, oksigen dari paru. Ketika berdetak, jantung memompa darah melalui pembuluh-pembuluh darah ke seluruh tubuh. Pembuluh-pembuluh ini sangat elastis dan bisa membawa darah ke setiap ujung organ tubuh kita. Pekerjaan jantung adalah mensuplai darah, oksigen dan zat-zat makanan ke seluruh tubuh, termasuk otak, organ dan otot. Jantung merupakan bagian dari suatu sistem peredaran darah (sirkulasi darah). Darah sangat penting karena berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru dan nutrisi ke setiap jaringan tubuh, juga membawa sisa-sisa seperti karbon dioksida keluar dari jaringan-jaringan tubuh. Pada saat beristirahat, jantung berdetak 100.000 kali dan memompakan 8000 liter darah sehari. Jikalau mengadakan kegiatan olahraga ringan, otot-otot tubuh akan memerlukan empat kali lebih banyak jumlah darah daripada sewaktu istirahat. Bila melakukan olahraga berat, otot-otot tubuh akan memerlukan 15-20 kali lebih banyak darah. Ternyata lebih banyak darah yang dibutuhkan menyebabkan fungsi jantung akan lebih baik. Bagaimana hal ini bisa terjadi? Setiap kali satu otot jantung berkontraksi, terpompa keluar menuju urat nadi sejumlah darah yang terdapat dalam serat-serat penting tersebut. Bila darah ini masuk kembali ke dalam jantung, akan dipompakan menuju pembuluh darah paru yang terdapat dalam paru-paru dimana akan diperoleh oksigen dalam jumlah banyak. Bersama zat makanan yang diperoleh dari usus kecil, darah tersebut akan dipompakan kembali untuk peredaran darah secara umum. Akibat pompa dari jantung akan terjadi denyut nadi (pulsus) dan tekanan darah.

3.1.6. Denyut nadi

Jantung sebagai pompa darah selalu berkontraksi secara terus-menerus (kontinyu) dan ritmis. Manifestasi kontraksi jantung tersebut dapat dirasakan pada hampir seluruh pembuluh arteri berupa denyut nadi (pulsus). Pulsus dapat dirasakan melalui pembuluh darah superfisial seperti: arteri radialis.

Tekanan darah

Tekanan darah merujuk kepada tekanan yang dialami darah pada pembuluh arteri ketika darah di pompa oleh jantung ke seluruh tubuh manusia. Tekanan darah dibuat dengan mengambil dua ukuran dan biasanya diukur seperti berikut - 120 /80 mmHg. Angka di atas (120) menunjukkan tekanan pembuluh arteri akibat jantung berdenyut disebut tekanan sistole. Angka bawah (80) menunjukkan tekanan saat jantung mengendur di antara pemompaan, dan disebut tekanan diastole. Saat yang paling baik untuk mengukur tekanan darah adalah saat Anda istirahat dan dalam keadaan duduk atau berbaring. Tekanan darah dalam kehidupan seseorang bervariasi secara alami. Bayi dan anak-anak secara normal memiliki

tekanan darah yang jauh lebih rendah daripada dewasa. Tekanan darah juga dipengaruhi oleh aktivitas fisik, dimana akan lebih tinggi pada saat melakukan aktivitas dan lebih rendah ketika beristirahat. Tekanan darah dalam satu hari juga berbeda; paling tinggi di waktu pagi hari dan paling rendah pada saat tidur malam hari. Bila tekanan darah diketahui lebih tinggi dari biasanya secara berkelanjutan, orang itu dikatakan mengalami masalah darah tinggi. Penderita darah tinggi mesti sekurang-kurangnya mempunyai tiga bacaan tekanan darah yang melebihi 140/90 mmHg saat istirahat.



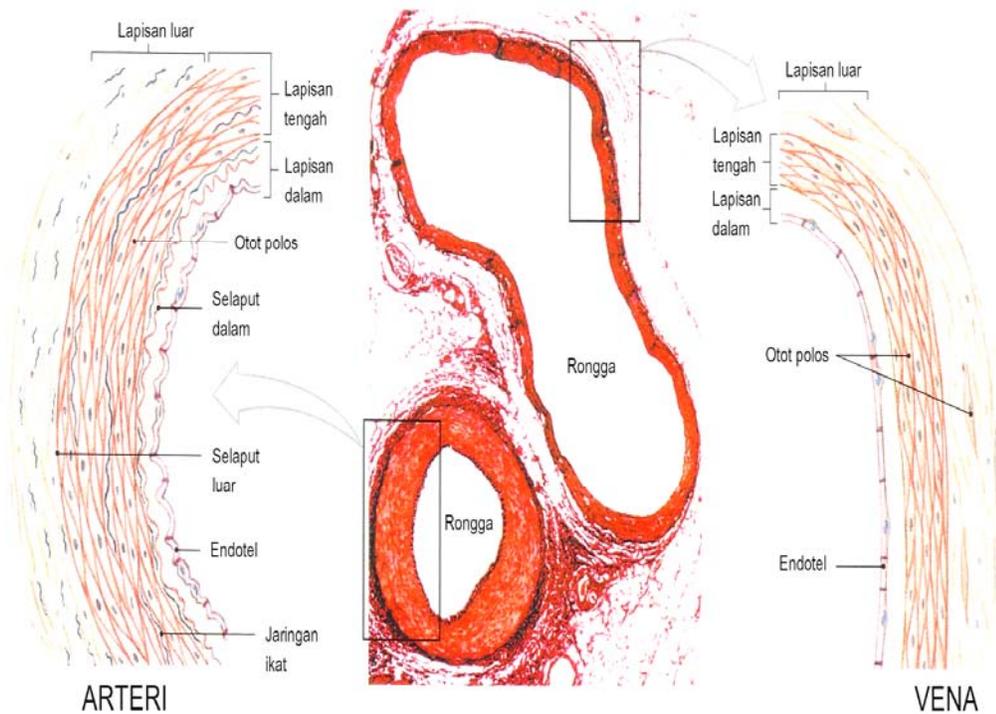
◀ **Gambar 3.9.** Tekanan darah menunjukkan keadaan di mana tekanan yang dikenakan oleh darah pada pembuluh arteri ketika darah dipompa oleh jantung ke seluruh anggota tubuh

3.2. Pembuluh darah

Pembuluh darah dapat dikategorikan berdasarkan ukurannya sebagai berikut:

1. Aorta tersusun atas: lapisan endothel, otot polos, dan jaringan ikat.
2. Pembuluh nadi besar (arteri) berfungsi mengangkut oksigen melalui darah dari jantung ke seluruh jaringan tubuh, akan semakin mengecil ketika darah melewati pembuluh menuju organ lainnya.

3. Pembuluh nadi kecil (Arteriola), tersusun atas: lapisan endothel, dan otot polos. Arteriola sebagai pembuluh darah resistan berfungsi mengatur aliran darah dari arteri ke kapiler.

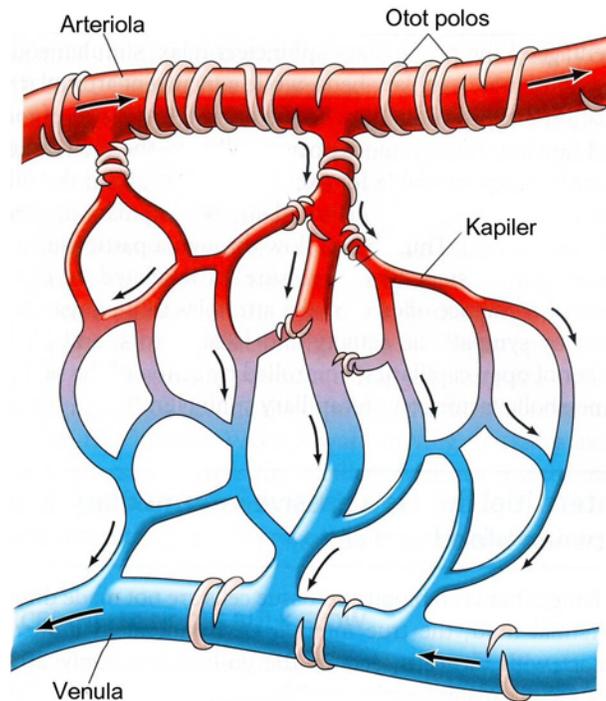


▲ **Gambar 3.10.** Struktur penampang melintang arteri dan pembuluh balik (vena)

4. Kapiler tersusun atas: lapisan endothel. Pertukaran zat-zat yang terlarut dalam cairan darah ke jaringan tubuh dan sebaliknya terjadi melalui kapiler. Pembuluh kapiler : bentuknya kecil dan tipis, menghubungkan pembuluh arteri dan pembuluh vena. Lapisan dindingnya yang tipis memudahkan untuk dilewati oleh oksigen, nutrisi, karbon dioksida serta bahan sisa lainnya dari dan ke organ sel lainnya.
5. Venula, vena tersusun atas endothel dengan sel pipih selapis, sub-endothelium tersusun atas jaringan ikat tipis langsung berhubungan dengan tunica adventitia. Pembuluh vena : fungsinya menyalurkan aliran darah yang berisi bahan sisa kembali ke jantung jantung untuk dipecahkan dan dikeluarkan dari tubuh. Pembuluh vena semakin membesar ketika mendekati jantung. Bagian atas vena (*superior*) membawa darah dari tangan dan kepala menuju jantung, sedangkan bagian bawah vena (*inferior*) membawa darah dari bagian perut

dan kaki menuju jantung. Tunica media tidak ada. Tunica adventitia tersusun atas jaringan ikat longgar dengan serabut kolagen yang membentuk berkas-berkas longitudinal, sel fibroblast tampak diantaranya. sel-sel otot polos tampak pula. Pembuluh vena memiliki keistimewaan yaitu adanya katup-katup terutama pada vena di daerah ekstremitas (anggota badan) yang terdiri atas 2 lapisan semilunaris yang menonjol ke dalam lumen. Hubungan antara arteriola dan venula disebut anastomose arteriovenula (pembuluh darah *shunt*).

6. Vena cava, jaringan pembuluh-pembuluh darah ini sangat luas, jika dibentangkan panjangnya bisa mencapai lebih dari 60 ribu mil. Cukup untuk mengelilingi bumi lebih kali 2 kali!



◀ **Gambar 3.11.**
Anyaman pembuluh darah kapiler

3.1.5. Penyumbatan Pembuluh Darah

Penyumbatan pembuluh darah disebabkan gumpalan darah yang terbentuk oleh adanya fibrin. Penebalan dan pengerasan pembuluh darah yang dikenal dalam istilah kedokteran sebagai *arteriosclerosis*. Penyempitan pembuluh darah tersebut dapat disebabkan oleh banyak hal, dan beberapa diantaranya sama sekali tidak dapat dihindarkan manusia, misalnya, keturunan, usia, hormon, luka pembuluh darah, fungsi hati dan infeksi. Tetapi ada beberapa penyebabnya yang dapat dihindarkan, misalnya

makanan berkolesterol tinggi, serum lipid, tekanan darah tinggi, ketegangan, tubuh yang terlalu gemuk, merokok dan kurangnya aktifitas tubuh. Penyempitan pembuluh darah koroner menyebabkan penyakit jantung yang terkenal ialah yang disebut dengan “thrombosis koroner”.

Bagaimana penyakit ini bisa terjadi? Ternyata di samping jantung memompa darah ke seluruh otot-otot dalam tubuh, jantungpun mengirim darah ke dinding otot jantung melalui jaringan arteri-arteri yang dibentuk oleh dua pembuluh darah koroner utama yaitu pembuluh darah koroner kanan dan pembuluh darah koroner kiri. Lapisan paling dalam dari suatu arteri yang disebut “intima” dapat menebal oleh sebab usia, sama seperti karat yang dapat timbul dalam pipa besi yang tua.

Mudah dimengerti bahwa bila timbul penyempitan pembuluh darah akibat arteriosklerosis, akan mengurangi darah melalui pembuluh darah tersebut. Hal ini dapat menyebabkan iritasi pada intima yang mengakibatkan luka, yang disebut athermata. Luka ini cenderung untuk membentuk penggumpalan darah yang disebut thrombus, yang dapat menyumbat pembuluh darah jantung yang sempit. Apabila hal ini terjadi, jantung akan kembali lemah ataupun darah dapat berhenti bekerja secara mendadak. Kemudian timbullah serangan jantung, atau thrombosis koroner, sebagai akibat daripada penyumbatan salah satu pembuluh darah koroner oleh sebuah gumpalan darah tersebut. Tidak heran Anda sering mendengar seseorang yang meninggal secara mendadak pada saat melakukan kegiatannya sehari-hari.

Bagaimana serangan penyakit jantung tersebut dapat dihindarkan atau paling sedikit dikurangi? Ternyata, apakah penyempitan pembuluh darah tersebut disebabkan oleh faktor yang dapat dihindarkan atau tidak, olahraga atau gerak badan dapat mengurangi Anda dari risiko mendapatkan penyakit jantung. Mengapa? Penelitian ilmiah menunjukkan bahwa olahraga menyebabkan terbukanya lebih banyak pembuluh darah. Bahkan bila kita berolahraga dalam waktu yang lama, saluran darah tambahan dapat terbentuk di dalam jantung. Pembuluh darah koroner akan berkembang ukurannya, dan di sekitar tempat dimana terjadi penyumbatan akan bertumbuh jalanan pembuluh baru untuk mengalirkan darah. Aliran darah baru tersebut jantung tetap mendapatkan oksigen hingga warnanya tetap merah jambu. Untuk timbulnya pengaliran pembuluh darah yang baru tersebut, diperlukan waktu dan kesabaran. Olahraga yang dimulai dengan sederhana, makin lama makin banyak, memungkinkan hal tersebut dapat terjadi. Satu hal penting yang perlu diingat ialah, olahraga tidak membuka arteri yang tersumbat, tetapi sekedar membuka jalan pembuluh darah baru disekitar penyumbatan tersebut. Hanyalah dengan memilih makanan dengan hati-hati seseorang

dapat membuka penyumbatan pembuluh darah tersebut, atau dengan pembedahan. Sebab itu untuk memelihara jantung yang baik, diperlukan dua hal yang penting, yaitu memilih makanan yang tepat dan gerak badan yang teratur.

3.3. Cairan Darah

Darah merupakan cairan tidak tembus cahaya (*opaque*), agak kental, berwarna merah terang (*oxygenated*) dan merah gelap (*deoxygenated*), berat jenisnya berkisar antara 1,06, pH bersifat sedikit alkalis (7,2). Apabila disentrifus (*centrifuge*) dengan kecepatan putaran tertentu, maka akan terpisah menjadi 2 bagian utama yaitu:

1. bagian kuning jernih yang disebut plasma, dan
2. bagian yang berwarna merah gelap disebut benda-benda darah yang terdiri dari: sel darah merah (SDM), sel darah putih (SDP), dan keping darah (*platelets, thrombocytes*).

3.3.1. Plasma darah

Plasma darah berfungsi sebagai pelarut nutrisi, limbah metabolisme, sekresi internal, dan gas. Plasma darah manusia sebagian besar berupa air dan di dalamnya terlarut zat-zat seperti; protein plasma (albumin, fibrinogen, dan globulin), senyawa organik, nutrisi (glukosa, asam lemak, dan kolesterol), vitamin, mineral, garam anorganik terutama sodium klorida (NaCl), limbah metabolisme, dan gas.

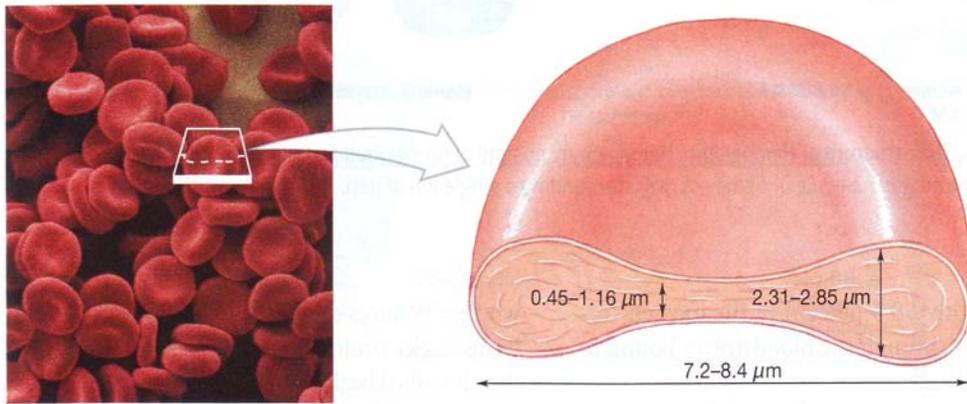
Perbandingan antara plasma 53 % dan benda-benda darah pada kondisi normal bervariasi pada laki-laki sekitar 47% dan pada perempuan 45 %. Pada kondisi tertentu persentase darah mengalami penurunan atau sebaliknya peningkatan. Nilai *hematokrit* merupakan perbandingan antara jumlah benda-benda darah dengan plasma darah. Nilai *hematokrit* merupakan salah satu indikator parameter fungsi fisiologis hewan maupun manusia. Pada kondisi tertentu nilai *hematokrit* dapat mengalami penurunan atau sebaliknya peningkatan. *Hematokrit* mengukur persentase elemen dan cairan darah. Untuk mendeteksi kondisi *polycythemia*, anemia, dehidrasi atau hidrasi.

3.3.2. Sel Darah Merah (*Erythrocyte*)

Sel darah merah (SDM) atau eritrosit pada manusia normal jumlahnya berkisar antara 5 – 5,5 juta permm³ pada laki-laki, dan berkisar 4,5 - 5 juta permm³ pada perempuan. Pada kondisi tertentu jumlah SDM mengalami penurunan atau sebaliknya peningkatan.

Eritrosit berasal dari eritron yang merupakan diferensiasi stem sel (dalam sumsum tulang). Pembentukan eritrosit diregulasi oleh hormon eritropoetin.

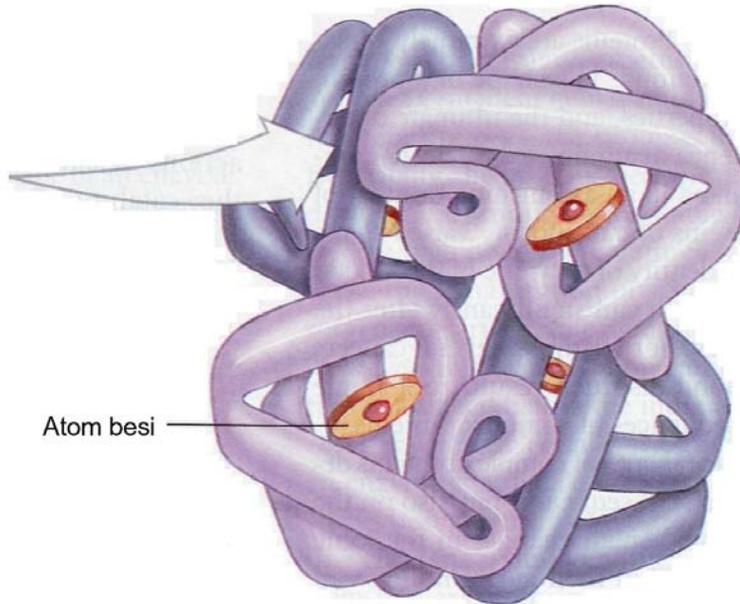
Hemoglobin (Hb) adalah molekul fungsional yang terdapat di dalam sitoplasma eritrosit (sel darah merah) dan hampir mengisi 34% ruang dalam sel darah merah. Fungsi utama Hb adalah untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru.



▲ **Gambar 3.12.** Sel darah merah (eritrosit), potongan melintang eritrosit

Hemoglobin tersusun atas protein globin dan feroproporfirin (heme) yang berikatan secara nonkovalen. Protein globin Hb A (dewasa) terdiri atas 80 lebih asam amino dan setiap subunit terdiri atas 7 segmen helik yang ditandai A-H. Heme pada molekul Hb merupakan atom Fe, dan setiap molekul Hb memiliki 4 atom Fe dalam bentuk Fe^{+2} (*ferro*) yang berperan mengikat oksigen secara reversibel. Dengan demikian, setiap molekul Hb teroksigenasi atau disebut HbO_2 (oksiHb) mengandung 4 mol oksigen.

Molekul pembawa oksigen pada vertebrata ialah hemoglobin dan mioglobin. Hemoglobin berasal dari kata "hemo/heme" dan "globin" dalam bahasa Yunani, dimana hemo sendiri berarti "darah" sedangkan globin adalah protein yang terdiri atas 4 unit polipeptida atau 4 subunit protein yang mencakup keluarga dari hemoglobin dan mioglobin.



▲ **Gambar 3.13.** Struktur molekul hemoglobin (Hb)

3.3.2.2. Kadar Hb

Kadar Hb darah pada kondisi normal bervariasi pada manusia sekitar 13 - 15 gr/dL (pada laki-laki) dan 12 - 14 gr/dL (pada perempuan). Pada kondisi tertentu kadar Hb seseorang mengalami penurunan atau sebaliknya peningkatan.

Hemoglobin memiliki fungsi sebagai berikut:

1. Transport oksigen, setiap molekul Hb yang telah teroksigenasi disebut HbO_2 (oksihemoglobin) mengandung 4 mol oksigen.
2. Transport karbondioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru yaitu sekitar 15% dari total CO_2 . Hb berikatan dengan CO_2 pada gugus aminanya membentuk karbamino-hemoglobin.
3. Buffer darah karena setiap mol Hb melepaskan oksigen yaitu pada jaringan, maka mol Hb akan mengikat 2 mol proton (H^+).

3.3. Sel Darah Putih (*Leucocyte*)

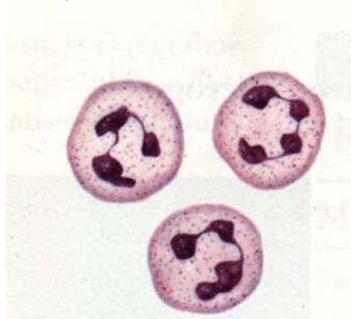
Sel darah putih (SDP) atau leukosit (*leukocyte*) berasal dari myeloblast (*stem cell*). Pembentukan SDP di dalam sumsum tulang. Jumlah leukosit pada orang dewasa normal berkisar antara 5000-9000 per mm^3 . Jenis-jenis SDP berdasarkan bentuk intinya dapat dibedakan menjadi SDP granulosit dan agranulosit. SDP granulosit karena memiliki butiran (granula) di dalam sitoplasmanya. SDP granulosit dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu:

1. Neutrofil adalah jenis SDP granulosit yang memiliki granula kecil-kecil berwarna merah muda. SDP granulosit meningkat jumlahnya pada saat tubuh mengalami penyakit infeksi bakteri.



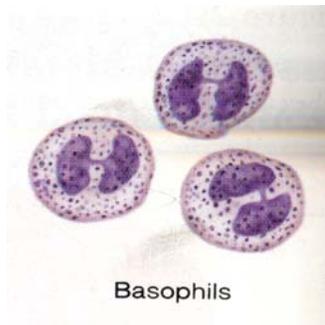
▲ **Gambar 3.14.** Sel darah putih jenis bersegmen (Neutrofil)

2. Eosinofil adalah jenis SDP granulosit yang memiliki granula berwarna kemerahan. SDP granulosit jumlahnya meningkat pada penyakit infeksi karena parasit.



▲ **Gambar 3.15.** Sel darah putih jenis bersegmen (Eosinofil)

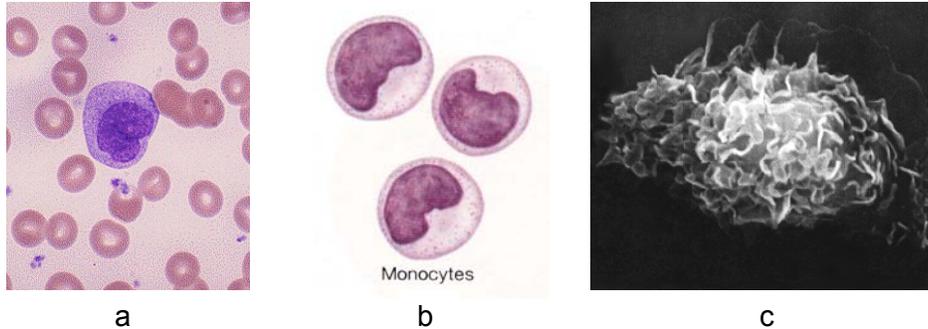
3. Basofil adalah jenis SDP granulosit yang memiliki granula berwarna ungu dan biru. SDP granulosit jumlahnya meningkat pada reaksi alergi.



Gambar 3.16. Sel darah putih jenis bersegmen (Basofil)

Sel darah putih agranulosit karena tidak memiliki granula di dalam sitoplasmanya. SDP agranulosit dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

1. Monosit adalah jenis SDP agranulosit yang memiliki nukleus tunggal, besar, motil, tercat biru, berfungsi sebagai pagositik.



Gambar 3.17. Sel darah putih jenis tak bergranula (Monosit): a. Foto sel monosit sesungguhnya di sekitarnya sel darah merah, b. Gambar skematis monosit, c. Foto elektron mikroskopis

2. Limfosit: nukleus tunggal, besar, nonmotil, bulat, tercat biru, berfungsi memproduksi antibodi.

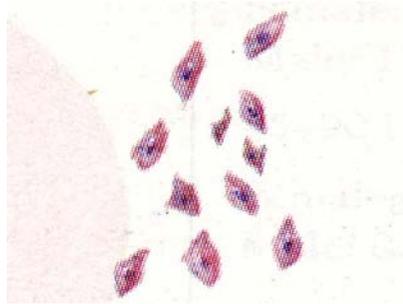


▲ Gambar 3.18. Sel darah putih jenis tak bergranula (Limfosit)

3.4. Trombosit (Keping Pembeku Darah)

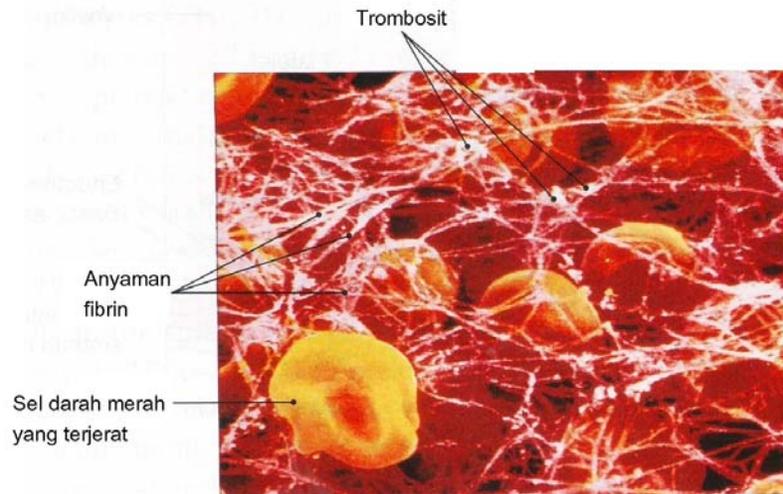
Salah satu komponen elemen darah adalah trombosit atau keping-keping darah yang memiliki peran dalam proses penjendalan (koagulasi) darah. Proses koagulasi darah dimaksudkan agar apabila terjadi kerusakan pembuluh darah, maka tidak terjadi kehilangan darah yang sebanyak-banyaknya. Pada kondisi tertentu seperti: hemofilia dapat terjadi kelainan atau gangguan koagulasi darah sehingga darah sukar menjeda dan akibatnya tubuh dapat kehilangan darah. Trombosit berasal dari stem sel di sumsum tulang

yaitu megakariosit yang berkembang menjadi trombosit. Platelet kecil, mudah pecah, pembekuan darah 250.000 tercat biru.



▲ **Gambar 3.19.** Keping-keping sel darah (Thrombosit)

Teori koagulasi darah menurut Morowitz (1904). Pada peristiwa perdarahan, maka jaringan yang robek (rusak) akan menyebabkan trombosit yang melaluinya pecah dan membebaskan tromboplastin. Tromboplastin dan ion Ca kemudian mengaktifkan protrombin menjadi thrombin, dan thrombin akan mempengaruhi perubahan fibrinogen menjadi benang-benang fibrin sehingga menutup jaringan yang rusak.



Gambar 3.20. Gambaran mikroskopis bentuk benang fibrin pada pempjendalan darah

Tindakan-tindakan apabila Timbul Pendarahan

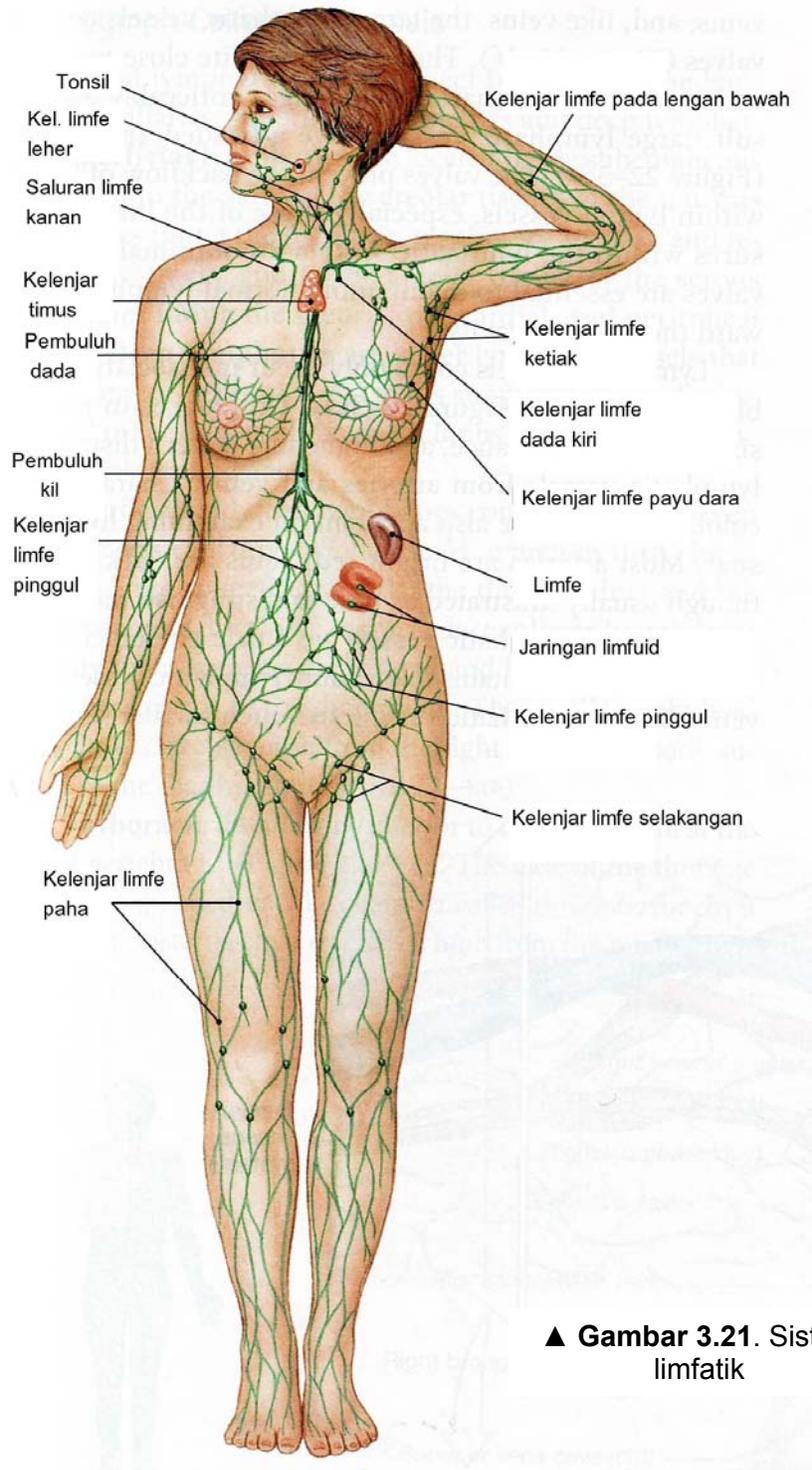
Bila seseorang mendapat luka pada kulit, maka darah akan mengalir ke luar. Perdarahan ini dapat banyak, dapat pula sedikit. Hal ini bergantung pada tempat luka itu, pada dalamnya dan pembuluh-pembuluh darah mana yang kena. Perdarahan dapat dihentikan dengan:

1. Memberi tekanan dengan kassa yang steril pada tempat luka tersebut (bila lukanya kecil dan bersih). Bila perdarahannya agak banyak, tekanlah pada tempat-tempat tertentu, sehingga menekan pada pembuluh nadi.
2. Setelah perdarahan berhenti, berilah penderita teh panas atau kopi panas sebagai minuman penyegar.
3. Bila banyak darah yang keluar, hingga penderita tampaknya pucat lemah, kesadarannya mulai merendah, nadinya cepat dan lemah, lekas-lekaslah bawa penderita ke rumah sakit. Mungkin ia memerlukan transfusi.

3.5. Sirkulasi Limfatik

Sirkulasi limfatik memegang peranan penting dalam transport antarsel. Fungsi sirkulasi limfatik mengumpulkan cairan dari ruang-ruang jaringan (antarsel, interseluler) dan mengembalikan ke aliran darah dan akhirnya ke jantung. Cairan tersebut berwarna bening yang disebut cairan limfe (getah bening). Aliran limfe terjadi karena gerakan otot dan pengaruh gerakan thorak saat bernafas. Protein yang terlepas dari pembuluh darah kembali ke jantung lewat pembuluh limfe. Sistem limfatik berperan penting dalam memelihara volume darah dengan menjaga tekanan hidrostatik darah, transport lemak.

Saluran limfe merupakan saluran berdinding tipis yang tersusun atas endotelium, berkatup, dan hanya terdiri atas satu aliran saja yang bergabung membentuk duktus thoracicus dan duktus limfatikus dekster, kemudian saluran limfe bermuara ke *vena jugularis interna* dan vena subklavia sinistra dan vena jugularis interna dekstra. Saluran limfe terdapat hampir pada semua organ kecuali pada saraf dan sumsum tulang. Nodus limfatikus merupakan jendolan pada saluran limfe yang berfungsi untuk memproduksi limfosit, filter penyakit infeksi. Lympha bagian dari sistem limfatik dan sirkulasi, memproduksi limfosit dan menghancurkan eritrosit.



▲ **Gambar 3.21.** Sistem limfatik

3.6. Sistem Kekebalan (Imunitas)

Manusia dan hewan Vertebrata lainnya memiliki sistem pertahanan tubuh yang berperan untuk melindungi dirinya dari serangan agen-agen penyebab penyakit. Sistem pertahanan tersebut dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

1. Pertahanan nonspesifik yang memiliki sifat alami (*innate*) artinya sudah ada sejak organisme itu lahir dan berlaku bagi semua agen infeksi.
2. Pertahanan spesifik atau disebut juga pertahanan perolehan (*acquired*) karena pertahanan ini diperoleh setelah adanya rangsangan oleh benda asing (agen infeksi). Pertahanan spesifik merupakan tanggungjawab dari klon-klon sel limfosit B yang masing-masing spesifik terhadap antigen. Adanya interaksi antara antigen dengan klon limfosit B akan merangsang sel tersebut untuk berdiferensiasi dan berproliferasi sehingga didapatkan sel yang mempunyai ekspresi klonal untuk menghasilkan antibodi.

Ilmu yang mempelajari sistem kekebalan tubuh (imunitas) disebut imunologi.

3.6.1. Antigen

Antigen adalah semua benda asing yang masuk ke dalam tubuh (menginfeksi) suatu organism. Sebagai contoh antigen adalah: protein asing, virus, Protozoa, bakteri, jamur, cacing, dsb. Perlu dibedakan antara antigen dengan imunogen karena tidak semua antigen dapat bersifat imunogen. Imunogen adalah semua benda asing apabila berada dalam tubuh organisme akan merangsang timbulnya respon imun (reaksi kekebalan). Setiap imunogen memiliki bagian yang karakteristik yang merupakan penentu antigen atau yang disebut *antigen determinant* (epitope). Antigen determinan merupakan molekul glikoprotein yang menempel pada membran sel dan berperan sebagai penentu terbentuknya molekul imunoglobulin (antibodi).

Antibodi

Sejak lama telah dikenal teknik pembuatan antibodi secara konvensional yaitu dengan memasukkan antigen ke tubuh hewan percobaan seperti; tikus, mencit, kelinci, kuda. Antigen akan merangsang pembentukan antibodi yang sering dikenal dengan istilah vaksinasi (immunisasi). Antibodi yang dihasilkan secara konvensional mempunyai sifat poliklonal yakni mempunyai beberapa sifat yang disebabkan antigen (vaksin) yang digunakan belum dimurnikan, sehingga kurang spesifik untuk tujuan tertentu seperti riset dan terapi. Dengan berkembangnya teknologi dan pengetahuan tentang molekul imunoglobulin, maka kini dikenal teknik hibridoma yaitu teknik untuk menggabungkan dua macam sel eukariot untuk tujuan menghasilkan antibodi monoklonal dalam jumlah banyak dan tidak terbatas oleh waktu.

3.6.2. Antibodi

Antibodi adalah protein yang dapat ditemukan pada plasma darah dan digunakan oleh sistem kekebalan tubuh untuk mengidentifikasi dan menetralkan benda asing seperti bakteri dan virus. Mereka terbuat dari sedikit struktur dasar yang disebut *rantai*. Tiap antibodi memiliki dua rantai berat besar dan dua rantai ringan. Antibodi diproduksi oleh tipe sel darah yang disebut sel limfosit B. Terdapat beberapa tipe antibody yang berbeda dari rantai berat antibodi, dan beberapa tipe antibodi yang berbeda, yang dimasukkan ke dalam isotype yang berbeda berdasarkan pada tiap rantai berat mereka masuk. Lima isotype antibodi yang berbeda diketahui berada pada tubuh mamalia, yang memainkan peran yang berbeda dan menolong mengarahkan respon imun yang tepat untuk tiap tipe benda asing yang berbeda yang ditemui. Antibodi (immunoglobulin) adalah molekul glikoprotein yang tersusun atas asam amino dan karbohidrat. Secara sederhana molekul Immunoglobulin dapat digambarkan menyerupai huruf Y dengan engsel (*hinge*). Molekul immunoglobulin dapat dipecah oleh enzim papain atau pepsin (protease) menjadi 2 bagian yakni Fab (*fragment antigen binding*) yaitu bagian yang menentukan spesifitas antibodi karena berfungsi untuk mengikat antigen, dan Fc (*fragment crystalizable*) yang menentukan aktivitas biologisnya dan yang akan berikatan dengan komplemen, sebagai contoh immunoglobulin G mempunyai kemampuan menembus membran plasenta.

Molekul immunoglobulin berdasarkan ukuran molekulnya dapat dibedakan menjadi 5 kelas yakni kelas immunoglobulin G, A, M, D, dan E, dan masing-masing kelas masih dapat dibedakan menjadi subkelas-subkelas. Tiap kelas Ig memiliki karakteristik tersendiri misalnya berat molekul, komposisi asam amino, dan strukturnya.

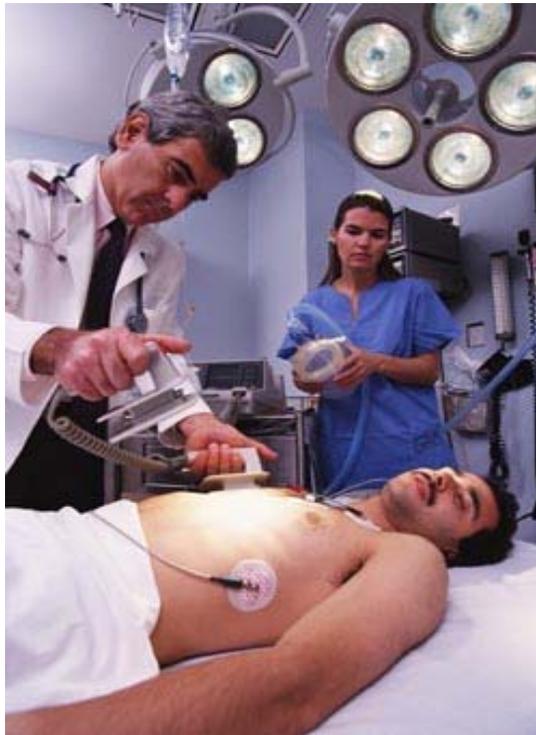
3.6.3. Mekanisme pembentukan antibodi

Pembentukan antibodi menurut teori Seleksi Klonal (*clonal selection theory*) yang dikemukakan oleh Jerne & Burnet (1978): bahwa pada setiap organisme terdapat berjuta-juta prekursor limfosit, kurang lebih ada sekitar 10^8 - 10^{12} jenis sel limfosit B. Dengan adanya antigen yang masuk ke dalam tubuh suatu organisme, maka akan merangsang interaksi antara antigen determinan (epitope) dengan sel limfosit B yang sesuai yang kemudian akan memacu diferensiasi dan proliferasi dari sel tersebut menjadi sel plasma yang memiliki kemampuan menghasilkan antibodi (immunoglobulin). Antibodi yang dihasilkan oleh sel plasma ini disekresikan langsung ke cairan tubuh, oleh karena itu disebut sebagai kekebalan humoral. Selain itu, limfosit

B akan berdiferensiasi menjadi sel memori yang mampu menyimpan ingatan terhadap antigen sejenis.

3.1.7. Kelainan dan Gangguan Jantung dan Pembuluh Darah

Penyakit jantung adalah sebuah kondisi yang menyebabkan jantung tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik. Penyakit yang mengenai jantung biasa disebut sebagai penyakit kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular merupakan penyebab utama kematian di negara-negara maju maupun berkembang. Masalah pada jantung dibagi menjadi dua bagian, yaitu penyakit jantung dan serangan jantung (stroke). Di seluruh dunia, jumlah penderita penyakit ini terus bertambah. Ketiga kategori penyakit ini tidak lepas dari gaya hidup yang kurang sehat yang banyak dilakukan seiring dengan berubahnya pola hidup. Hal-hal tersebut antara lain:



◀ **Gambar 3.22.**
Penanganan pasien penderita gangguan jantung

1. Penyakit lemah jantung

Otot jantung yang lemah. Ini adalah kelainan bawaan sejak lahir. Otot jantung yang lemah membuat penderita tak dapat melakukan aktifitas yang berlebihan, karena pemaksaan kinerja jantung yang berlebihan akan menimbulkan rasa sakit di bagian dada, dan kadangkala dapat menyebabkan tubuh menjadi nampak kebiru-biruan. Penderita lemah otot jantung ini mudah pingsan.

Adanya celah antara serambi kanan dan serambi kiri, oleh karena tidak sempurnanya pembentukan lapisan yang memisahkan antara kedua serambi saat penderita masih di dalam kandungan. Hal ini menyebabkan darah bersih dan darah kotor tercampur. Penyakit ini juga membuat penderita tidak dapat melakukan aktifitas yang berat, karena aktifitas yang berat hampir dapat dipastikan akan membuat tubuh penderita menjadi biru dan sesak nafas, walaupun tidak menyebabkan rasa sakit di dada. Ada pula variasi dari penyakit ini, yakni penderitanya benar-benar hanya memiliki satu buah serambi.

2. Penyakit jantung koroner (PJK)

Penyakit jantung koroner disebut "*thrombosis koroner*". Di Indonesia, menurut statistik kesehatan, PJK menduduki urutan ketiga sebagai penyebab kematian. Dengan semakin meningkatnya pendapatan penduduk, penderita PJK diramalkan juga semakin meningkat. Pada tahun 1974, dilaporkan ada sekitar 140,000 penderita PJK, dan pada tahun tersebut ada 18,000,000 penduduk Indonesia di atas usia 45 tahun yang berada dalam keadaan bahaya. Untuk itu, kewaspadaan perlu terus kita tingkatkan bila kita ingin menghindari penyakit jantung sebagai penyebab utama kematian di Indonesia. Melihat penyakit jantung adalah pembunuh nomor satu di dunia, atau pembunuh nomor tiga di Indonesia, adalah penting bagi kita untuk mengetahui penyebab serta penanggulangan penyakit jantung. Sekarang ini betapa sering kita mendengar seseorang yang sedang menonton sepakbola, tiba-tiba mendapat serangan jantung, dan menghembuskan napas yang penghabisan dalam perjalanan ke rumah sakit. Atau pernahkah kita mendengar seorang yang sedang main bulutangkis, tiba-tiba terjatuh, dan tidak pernah bangun kembali? Bagaimanakah penyakit serangan jantung ini dapat dihindarkan? Apakah benar olahraga dapat menghindari penyakit jantung? Untuk itu kita akan melihat apakah yang menjadi faktor primer dan sekunder mengapa seorang mempunyai risiko untuk mendapatkan penyakit jantung.

Tanda-tanda peringatan dini

Serangan jantung adalah puncak bencana dari sebuah proses kerusakan yang berlangsung lama, yang sering melibatkan kejutan-kejutan emosional, kekacauan *fisiologis* dan kelelahan mental. Tanda-tanda peringatan dini begitu *subyektif* dan begitu tersamar, sehingga bahkan dokter yang terlatih untuk mendiagnosa segala sesuatu secara *obyektif* masih bisa mengabaikannya.

1. Rasa sakit yang tidak jelas, atau rasa tidak nyaman yang samar, bahkan rasa sesak di bagian tengah dada. Kadang,

serangan jantung hanya menimbulkan rasa tidak nyaman yang ringan sekali sehingga sering disalahartikan sebagai gangguan pencernaan, atau bahkan lepas dari perhatian sama sekali. Serangan jantung mungkin menghadirkan rasa nyeri paling buruk yang pernah dialami-rasa sesak yang luar biasa atau rasa terjepit pada dada, tenggorokan atau perut. Bisa juga mengucurkan keringat panas atau dingin, kaki terasa sakit sekali dan rasa ketakutan bahwa ajal sudah mendekat. Juga mungkin merasa lebih nyaman bila duduk dibanding bila berbaring dan mungkin nafas begitu sesak sehingga tidak bisa santai. Rasa mual dan pusing bahkan sampai muntah, bahkan yang lebih parah yaitu ketika sampai *kolaps* dan pingsan. Nyeri.

2. Sesak nafas merupakan gejala yang biasa ditemukan pada gagal jantung. Sesak merupakan akibat dari masuknya cairan ke dalam rongga udara di paru-paru.
3. Kelelahan atau kepenatan. Jika jantung tidak efektif memompa, maka aliran darah ke otot selama melakukan aktivitas akan berkurang, menyebabkan penderita merasa lemah dan lelah. Gejala ini seringkali bersifat ringan. Untuk mengatasinya, penderita biasanya mengurangi aktivitasnya secara bertahap atau mengira gejala ini sebagai bagian dari penuaan.
4. Jantung berdebar-debar.
5. Pusing & pingsan. Penurunan aliran darah karena denyut atau irama jantung yang abnormal atau karena kemampuan memompa yang buruk, bisa menyebabkan pusing dan pingsan.
6. Gejala khas yang dirasakan adalah *Angina Pectoris*. Angina Pectoris adalah suatu gejala klinis yang termanifestasi dengan nyeri dada (yang sifatnya subjektif) seperti tertekan atau merasa dadanya diperas-peras. Bisa juga merasakan seperti ditusuk-tusuk, bahkan ada yang merasa seperti terbakar. Hal ini timbul pada saat seseorang melakukan aktivitas fisik yang berlebih, misalnya sedang berolahraga, marah besar, ataupun emosi lainnya. Sifat nyeri biasanya berlokasi di belakang tulang dada tapi bisa juga di sebelah kiri atau sebelah kanan dengan penjaran ke tangan kiri biasanya ke jari kelingking, jari manis, dan jari telunjuk. Nyeri ini bisa menjalar ke bahu, leher, bahkan ada yang ke punggung atau bawah mulut. Rasanya seperti pegal-pegal atau kesemutan. Perasaan tidak enak di dada disertai dengan kepala terasa ringan seperti mau jatuh, berkeringat dingin, mual atau muntah, dan sesak napas.
7. Khas dari *Angina Pectoris* adalah begitu kegiatan fisik atau emosi sudah berhenti/ reda, maka dengan sendirinya sakit itu menghilang. Hal ini biasanya berlangsung hanya 2 hari. Hal ini

biasanya berlangsung hanya 2 hingga 3 menit saja atau kurang dari 15 menit. Ini terjadi karena otot-otot jantung yang pada saat aktivitas meningkat memerlukan lebih banyak oksigen dan makanan, tidak mampu disuplai karena adanya sumbatan pada pembuluh darah koronernya.

8. Sayangnya, menurut seorang dokter ahli jantung, tidak semua penderita PJK mengalami gejala yang khas ini. Seringkali PJK datang tiba-tiba berupa serangan jantung yang lebih hebat yang disebut *Infark Miokard* (kematian otot jantung). Ini terjadi karena aliran darah ke otot jantung sangat berkurang. Kekurangan suplai makanan dan oksigen dalam waktu yang lama menyebabkan sel-sel otot jantung menderita luka yang tidak dapat sembuh lagi, yang berakhir pada kematian sel-sel otot jantung tersebut. Kegagalan jantung atau kematian penderita dapat terjadi tergantung dari banyaknya otot jantung yang rusak. Gejala *Infark miokard* ini lebih hebat lagi yaitu berupa nyeri dada yang lebih hebat, disertai keringat dingin, mual, bisa terjadi penurunan kesadaran (mau pingsan) hingga kematian.
9. Namun ada bentuk yang lebih berbahaya lagi yaitu yang mempunyai gejala sedikit atau minimal seperti gejala masuk angin saja, badan tidak enak disertai sesak napas, yang dapat disertai dengan muntah. Tanpa diketahui sebenarnya penderita sudah mengalami serangan jantung tapi tidak terdeteksi.

2.3. Pemeliharaan kesehatan jantung dan pembuluh darah

Bagaimana serangan penyakit jantung tersebut dapat dihindarkan atau paling sedikit dikurangi? Apakah penyempitan pembuluh darah disebabkan oleh faktor yang dapat dihindarkan atau tidak? Faktor-faktor pemicu serangan jantung ialah:

1. Merokok
2. Mengonsumsi makanan berkolesterol tinggi
3. Kurang gerak, malas berolahraga
4. Stres
5. Kurang istirahat.

Penanggulangan

Tidak ada penanggulangan yang lebih baik untuk mencegah penyakit dan serangan jantung, kecuali berikut ini:

1. Gaya hidup sehat seperti: bangun lebih pagi, tidur tidak terlalu larut malam, menghindari rokok dan minuman beralkohol.
2. Pola makanan yang sehat (memperbanyak makan makanan berserat dan bersayur, serta tidak terlalu banyak makan makanan berlemak dan berkolesterol tinggi).
3. Olah raga yang teratur dan tidak berlebihan.

4. Untuk benar-benar mengurangi risiko penyakit jantung, maka seseorang harus benar-benar berhenti merokok.
5. Konsumsi suplemen vitamin C dapat mengurangi risiko penyakit jantung.
6. Penelitian menunjukkan, mengurangi konsumsi garam dapat mengurangi risiko penyakit Jantung. Konsumsi garam dapat meningkatkan tekanan darah. Pada percobaan diet rendah garam menunjukkan risiko penyakit jantung hingga 25% dan risiko serangan jantung hingga 20%.
7. Olahraga atau gerak badan dapat mengurangi risiko mendapatkan penyakit jantung. Mengapa? Penelitian ilmiah menunjukkan bahwa olahraga menyebabkan terbukanya lebih banyak pembuluh darah. Bahkan bila kita berolahraga dalam waktu yang lama, saluran darah tambahan dapat terbentuk di dalam jantung. Pembuluh darah koroner akan berkembang ukurannya, dan di sekitar tempat dimana terjadi penyumbatan akan bertumbuh jaringan pembuluh baru untuk mengalirkan darah. Aliran darah baru tersebut jantung tetap mendapatkan oksigen hingga warnanya tetap merah jambu.

Kata-kata Penting

- Jantung
- Darah
- Pembuluh darah
- Hemoglobin
- Eritrosit
- Leukosit
- Trombosit
- Antigen
- Antibodi
- Sistem limfa

Rangkuman

- Sistem peredaran darah secara garis besar tersusun atas: jantung sebagai pompa, pembuluh darah sebagai saluran, dan cairan darah sebagai zat yang diedarkan.
- Pembuluh darah dapat dikategorikan berdasarkan ukurannya sebagai berikut: aorta, arteri, arteriola, kapiler, venula, vena, dan vena cava.
- Cairan darah dapat dipisahkan menjadi 2 bagian utama yaitu: (1) bagian kuning jernih yang disebut plasma, dan (2) bagian yang berwarna merah gelap disebut benda-benda darah.
- Benda-benda darah terdiri dari: sel darah merah (SDM), sel darah putih (SDP), dan keping darah (*platelets, thrombocytes*).
- Hemoglobin (Hb) adalah molekul fungsional yang terdapat di

dalam sitoplasma eritrosit. Fungsi utama Hb adalah untuk mengangkut oksigen dari pulmo ke jaringan.

- Sel darah putih berdasarkan bentuk intinya dapat dibedakan menjadi granulosit dan agranulosit. Granulosit dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu: neutrofil, eosinofil, dan basofil. Agranulosit dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu: monosit: dan limfosit.
- Teori koagulasi darah menurut Morowitz, pada peristiwa perdarahan, maka jaringan yang robek akan menyebabkan trombosit pecah dan membebaskan tromboplastin.
- Sirkulasi limfatik berperan mengumpulkan cairan dari ruang-ruang jaringan dan mengembalikan ke aliran darah. Cairan tersebut berwarna bening yang disebut cairan limfe (getah bening). Sistem limfatik berperan penting dalam memelihara volume darah dengan menjaga tekanan hidrostatis darah, transport lemak.

Latihan Uji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Jantung manusia terbagi menjadi 4 ruangan secara jelas yaitu ...
2. Katup jantung yang membatasi antara serambi dengan bilik kiri disebut ...
3. Rangsangan saraf simpatis pada jantung berakibat ...
4. Fungsi utama hemoglobin (Hb) adalah ...
5. Berdasarkan bentuk intinya, sel darah putih dapat dibedakan menjadi ...
6. Protein hemoglobin terdapat di dalam
7. Bagian cairan darah yang merupakan korpuskuler adalah
8. Gangguan proses pembekuan darah dapat disebabkan oleh
9. Bagian jantung yang memiliki struktur otot paling tebal karena fungsinya memompa darah ke seluruh tubuh adalah ...
10. Sirkulasi darah yang member seluruh kebutuhan nutrisi dan zat-zat lain ke otot jantung adalah ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Sebutkan secara urut berdasarkan ukuran pembuluh darah dari yang besar ke kecil ...
2. Jelaskan komposisi cairan darah!
3. Jelaskan fungsi masing-masing sel darah putih granulosit dan agranulosit!
4. Jelaskan mekanisme penjedaan darah menurut teori koagulasi darah menurut Morowitz ...
5. Jelaskan peran pembuluh darah kapiler ...
6. Jelaskan terjadinya kelainan pembuluh darah aterosklerosis dan akibat yang ditimbulkan ...
7. Gangguan proses pembekuan darah dapat disebabkan oleh karena kekurangan
8. Jelaskan peranan sirkulasi limfatik !

9. Jelaskan mekanisme pembentukan antibodi menurut teori Seleksi Klonal!
10. Jelaskan mengenai cara pemeliharaan kesehatan jantung dan pembuluh darah secara benar!

Lampiran:

Tabel 3.1. Jenis, jumlah, struktur, dan fungsi butir-butir sel darah

Jenis sel	Jumlah	Struktur	Fungsi
Erithrosit	5 jt. (pa) 4,5 jt. (pi)	tidak berinti, sirkuler, bikonkav, orange,	transport oksigen
Leukosit	5.000- 9.000		
1. Granulosit			
1) Neutrofil	65-75%	inti berlobus yang di hubungkan dengan benang sitoplasma granular, granula tercat lemah	Amoeboid, dapat meninggalkan pembuluh darah dan masuk jaringan melindungi dari infeksi bakteri
2) Eosinofil	2-5%	granula sedikit, tercat merah (eosin)	respon radang
3) Basofil	0,5%	granula besar, tercat biru	belum diketahui
2. Agranulosit			
1) Lymphosit	20-25%	nukleus tunggal, bulat, besar, tercat biru	nonmotil, untuk memproduksi antibody
2) Monosit	2-6%	nukleus tunggal, besar, tercat biru, sitoplasma banyak	motil, fagositik
Trombosit	250.000	kecil, mudah pecah, tercat biru	pembekuan darah

Bab 4

Kesehatan Sistem Pernafasan



▲ **Gambar 4.1.** Kesehatan paru-paru dapat terganggu karena rokok

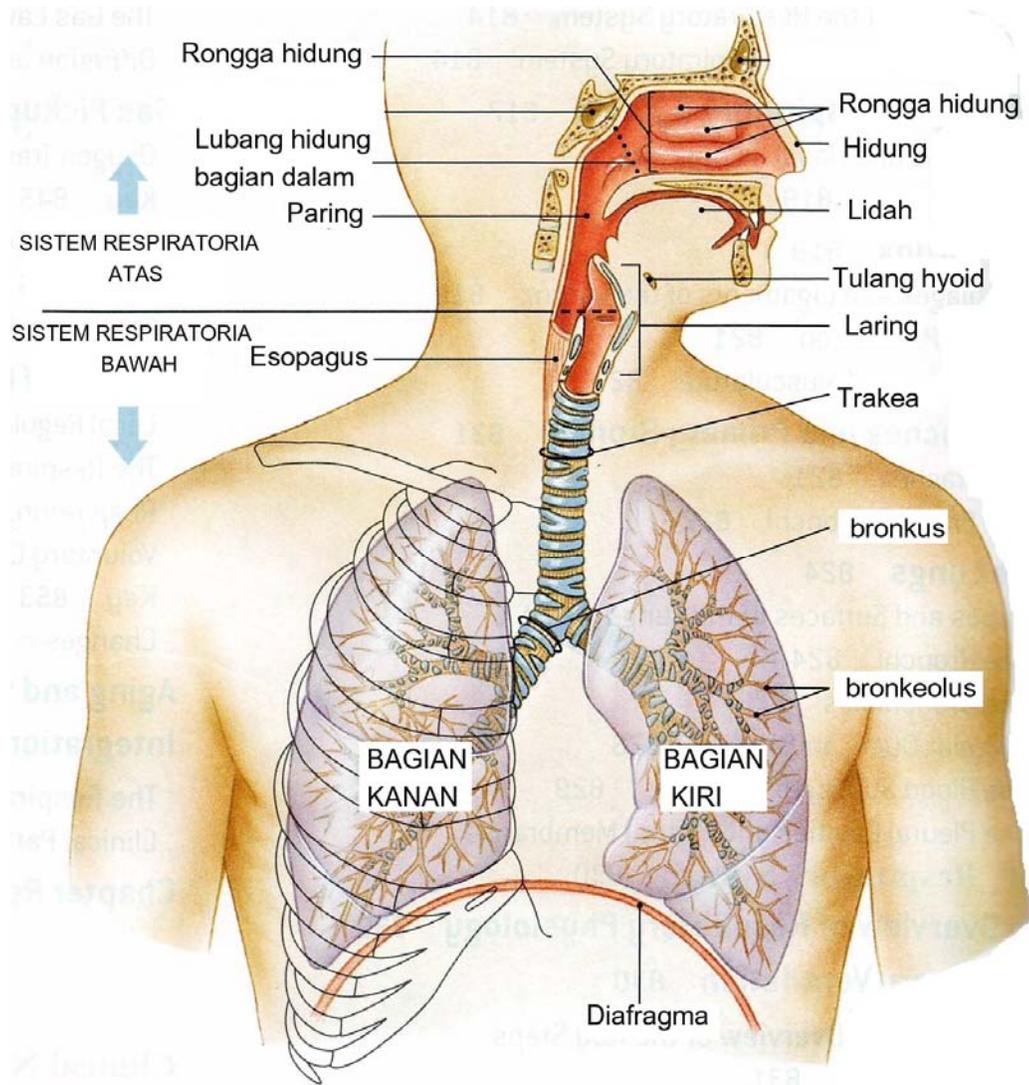
Pernahkah anda merasa kesulitan bernafas? Sampai berapa lamakah anda dapat bertahan dalam kesulitan bernafas? Kita dapat bertahan tidak bernafas untuk beberapa menit. Mengapa demikian? Karena bernafas mengambil oksigen untuk metabolisme seluler dan mengeluarkan CO₂ sebagai sisa metabolisme yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Sistem pernafasan: hidung, faring, trakhea, paru-paru
- Tahapan pernafasan
- Frekuensi pernafasan
- Transpor karbondioksida
- Pengukuran udara pernafasan
- Kelainan dan Penyakit Sistem Pernafasan

4. Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan tersusun atas saluran pernafasan dan paru-paru sebagai tempat pertukaran udara pernafasan. Pernafasan merupakan proses untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengubah sumber energi menjadi energi dan membuang CO₂ sebagai sisa metabolisme.



▲ Gambar 4.2. Sistem pernafasan

Komposisi udara pernafasan

Komposisi udara pernafasan yang berasal dari udara atmosfer adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Kandungan gas dalam udara pernafasan

No	Jenis Gas	Kandungan (%)
1	Oksigen (O ₂)	21
2	Karbondioksida (CO ₂)	0,04
3	Nitrogen (N ₂)	79
4	Uap air (H ₂ O) dan gas lainnya	Sisanya

4.1. Saluran Pernafasan Manusia

Pernafasan pada manusia memerlukan saluran pernafasan dan paru-paru. Saluran Pernafasan berfungsi sebagai saluran udara yang masuk menuju paru-paru dan keluar dari paru-paru. Paru-paru sebagai tempat pertukaran udara pernafasan yaitu oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂).

Saluran udara pernafasan tersusun atas: lubang hidung, rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkeolus. Lubang hidung sampai bronchiolus disebut pars konduktoria karena fungsinya sebagai saluran udara respirasi. Secara lebih rinci bagian-bagian saluran pernafasan dan fungsinya adalah sebagai berikut:

4.1.1. Hidung

Lubang hidung merupakan tempat pertama yang dilalui udara pernafasan pada saat memasuki tubuh kita. Pada lubang hidung sebelah luar terdapat rambut yang berfungsi untuk menyaring dan mencegah masuknya benda-benda yang berukuran besar ke dalam saluran pernafasan yang lebih dalam. Rongga hidung memiliki permukaan dalam yang diselaputi oleh selaput lendir sehingga permukaannya selalu basah. Sel-sel penyusun lapisan selaput lendir memiliki rambut getar (silia) yang berfungsi untuk mengeluarkan benda-benda yang berukuran kecil (partikel kotoran) yang masuk bersama udara pernafasan. Dengan demikian, rongga hidung dan selaput lendir berperan untuk menyaring udara pernafasan, dan mengatur udara pernafasan agar suhu dan kelembabannya sesuai dengan tubuh manusia. Coba perhatikan, adakah kumpulan kotoran yang terdapat pada rongga hidungmu yang warnanya agak gelap dan agak kering (bahasa jawa=upil).

Jika partikel kotoran sampai masuk ke tenggorokan, maka akan dikeluarkan dalam bentuk dahak dan biasanya keluar pada pagi hari setelah bangun tidur. Hidung merupakan tempat pertama yang dilalui udara dari luar. Didalam rongga hidung terdapat rambut dan selaput lendir yang berguna untuk menyaring udara, dan mengatur kelembaban udara. Rongga hidung berfungsi untuk menyesuaikan udara atmosfer agar temperatur dan kelembabannya sesuai bagi tubuh hewan, juga untuk menjaga kebersihan dan kelancaran udara yang masuk. Lapisan mukosa saluran respirasi memiliki epitelium yang spesifik karena selalu basah dan bersilia yang berguna untuk menangkap (menjerat) dan mengeluarkan partikel kotoran yang masuk bersama udara pernafasan.

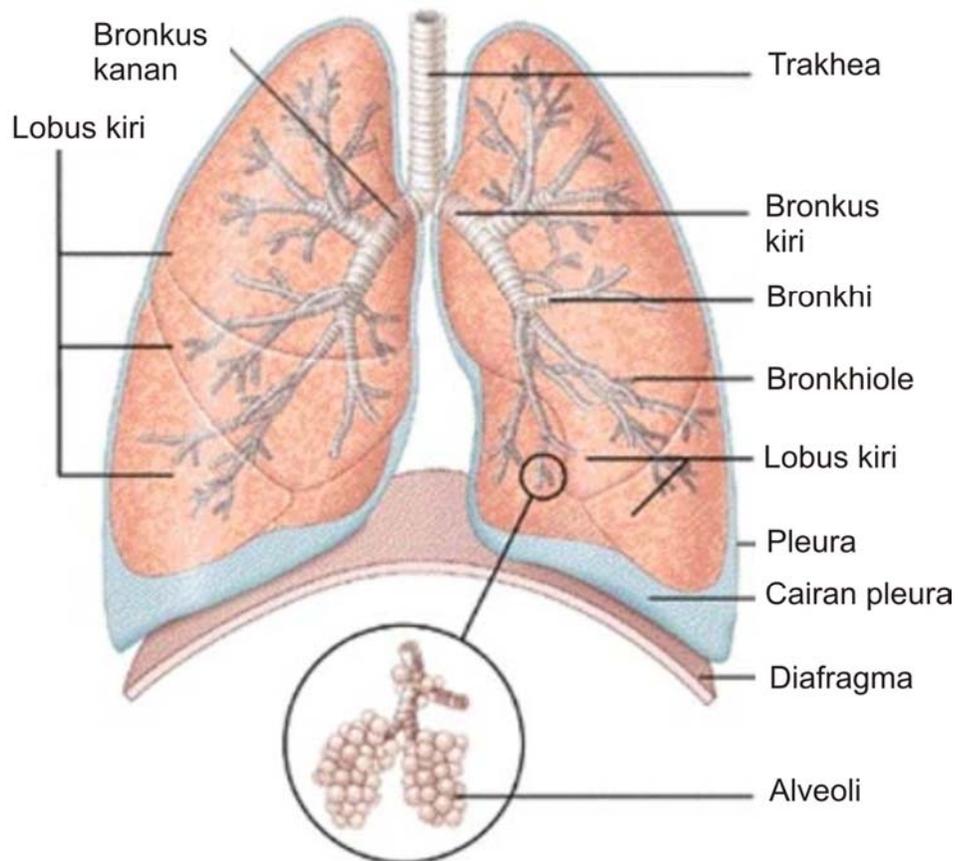
4.1.2. Laring

Faring (pangkal tenggorok) merupakan persimpangan antara saluran makanan dan udara pernafasan. Faring memiliki lubang yang disebut glotis dan memiliki penutup yang disebut epiglotis. Epiglotis berfungsi sebagai katup yang akan menutup faring manakala sedang menelan makanan sehingga makanan dari rongga mulut masuk ke kerongkongan. Sebaliknya, epiglotis akan selalu terbuka jika sedang tidak menelan sehingga udara pernafasan dapat langsung melewati faring menuju ke tenggorokan. Pada faring terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada udara yang melaluinya, misalnya pada waktu kita bicara. Setelah masuk hidung, udara masuk ke faring. Faring adalah hulu kerongkongan. Faring merupakan persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dengan rongga hidung yang disebut anak tekak, yang menutup apabila sedang menelan makanan. Pangkal tenggorokan disebut laring. Pada pangkal tenggorokan terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada udara yang melaluinya, misalnya pada waktu kita bicara. Faring memiliki lubang yang disebut glotis sedangkan penutupnya disebut epiglotis, tulang rawan (*cartilago*) terdapat pada faring. Pada laring terdapat pita suara, berlanjut ke trakhea.

4.1.3. Trakhea

Trakhea (batang tenggorok) merupakan saluran seperti pipa yang tersusun atas tulang rawan yang berbentuk seperti huruf C. Seperti halnya pada rongga hidung, lapisan paling dalam trakea diselaputi oleh selaput lendir dan sel-sel yang memiliki rambut getar. Trakhea

terletak di daerah leher, menghubungkan faring dengan paru-paru. Sebelum masuk ke paru-paru, trakhea bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus kiri dan kanan. Selanjutnya, setiap bronkus menuju ke paru-paru dan di dalam paru-paru keduanya membentuk cabang-cabang lebih kecil lagi yang disebut bronkeolus. Akhirnya, bronkeolus bercabang-cabang lagi menjadi cabang lebih kecil dan halus yang ujung-ujungnya membentuk suatu kantung yang disebut *alveolus*.

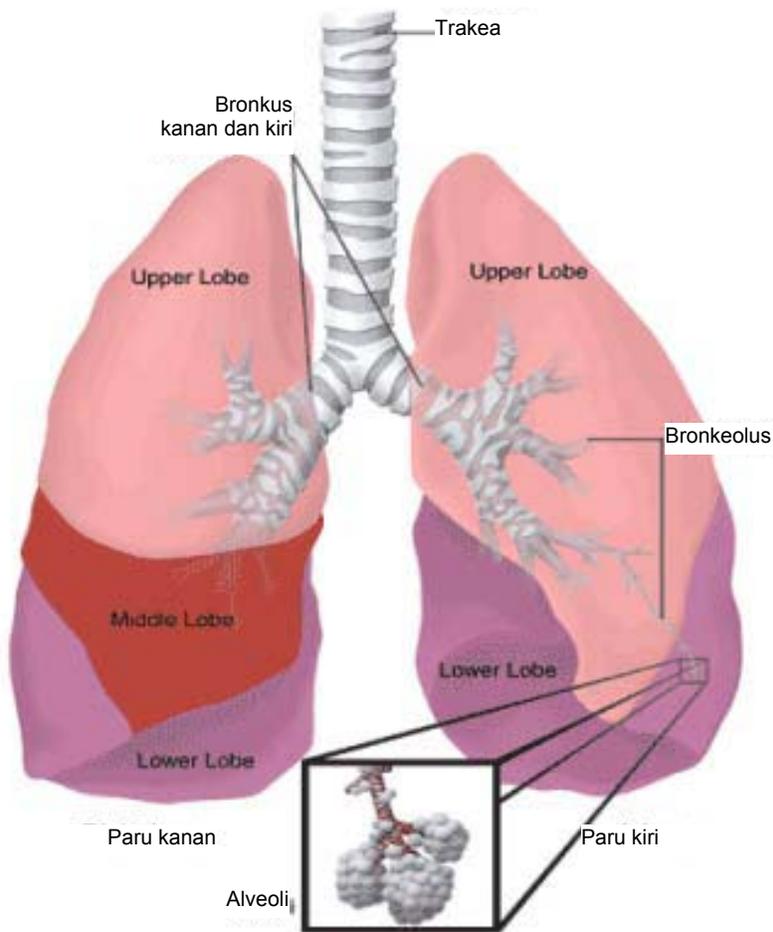


▲ **Gambar 4.3.** Saluran pernafasan dan alveoli paru-paru

4.2. Paru-paru

Paru-paru, terletak di dalam rongga dada tepat di atas diafragma. Diafragma adalah sekat berotot yang membatasi rongga dada dan rongga perut. Paru-paru terdiri dari 2 bagian, kiri dan kanan, yang terletak di rongga dada. Sedangkan jantung terletak hampir di tengah

rongga dada, di antara kedua paru-paru, dengan posisi yang lebih ke kiri sedikit. Paru-paru kanan tersusun atas 3 gelambir, sedangkan paru-paru kiri 2 gelambir.



▲ **Gambar 4.4.** Saluran pernafasan dan paru-paru kanan 3 gelambir, sedangkan paru-paru kiri 2 gelambir.

Paru-paru dibungkus oleh selaput paru-paru yang disebut pleura. Di depannya terdapat batang tenggorok dan saluran pernafasan (bronchi). Oleh sebab jantung agak mengambil tempat ke kiri, bagian paru-paru sebelah kiri lebih kecil sedikit dari paru-paru kanan. Dengan demikian dapat dimengerti paru-paru kiri hanya terdiri dari 2 bagian (lobus), sedangkan paru-paru kanan 3 bagian.

4.2.1. Alveolus

Paru-paru tersusun atas berjuta-juta alveolus yang memiliki fungsi penting dalam pertukaran gas pernafasan. Alveolus dikelilingi oleh banyak pembuluh darah kecil yang disebut pembuluh kapiler alveoli. Nah, pada alveolus inilah oksigen yang terdapat dalam udara pernafasan berpindah dari kantung alveoli ke aliran darah dan selanjutnya berikatan dengan hemoglobin yang terdapat pada sel darah merah. Sebaliknya, karbondioksida yang terdapat dalam darah akan berpindah ke alveolus.

Pada bagian tengah dada, batang tenggorokan menyediakan tiga saluran pernafasan untuk paru-paru kanan (satu saluran pernafasan untuk setiap bagian) dan dua untuk paru-paru kiri. Ketiga saluran pernafasan ini segera terbagi atas saluran yang lebih kecil, saluran yang kecil tersebut terbagi lagi dalam saluran yang lebih kecil dan seterusnya, hingga sampai saluran yang terkecil dari "pohon saluran pernafasan" (*bronchial tree*), yang jumlahnya, sekitar 1 miliar unit. Ujung percabangan pernafasan ini disebut "kantung udara" di mana terjadi pertukaran oksigen dan karbondioksida.

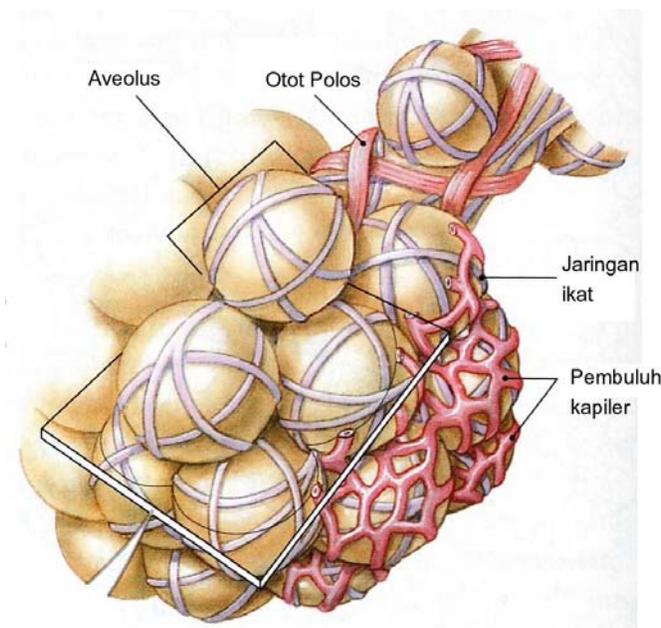
Paru-paru memiliki dua sumber darah yaitu arteri paru-paru yang membawa darah dari sebelah kanan jantung, dan arteri saluran pernafasan yang menemani saluran pernafasan dalam berbagi cabang saluran pernafasan. Mengapa perlu dua sumber penyalur darah? Ternyata arteri paru-paru yang datang dari sebelah kanan jantung membawa darah dengan oksigen yang telah dipindahkan dari jaringan yang telah dilaluinya. Darah ini tidak akan dapat menyegarkan jaringan paru-paru. Sebab itu saluran pernafasan dan paru-paru harus memiliki penyaluran darah segarnya sendiri melalui jalan aorta.

Seperti semua arteri yang lain, arteri yang membawa darah dari sebelah kanan jantung ke paru-paru bercabang sampai menjadi pembuluh darah kapiler. Di dalam paru-paru, kantong oksigen dan pembuluh darah kapiler ini terletak berdampingan sedemikian rupa hingga hanya satu lapis sel yang tipis yang memisahkan udara dari darah. Lapisan sel ini demikian tipis sehingga oksigen dapat melewatinya dengan bebas dari udara ke darah, dan karbondioksida dari darah ke udara.

Paru-paru, terletak di rongga dada tepat diatas diafragma. Diafragma adalah sekat rongga badan yang membatasi rongga dada dan rongga perut. Paru-paru kanan mempunyai 3 gelambir, sedangkan kiri mempunyai 2 gelambir. Paru-paru dibungkus oleh

dua lapis selaput paru-paru disebut pleura. Dibagian dalam paru-paru terdapat gelembung halus yang merupakan perluasan permukaan paru-paru disebut alveolus. Paru-paru pada hewan vertebrata umumnya dan Mammalia khususnya terdiri atas 2 bagian yaitu paru-paru kanan dan kiri. Sel-sel alveolus secara struktural merupakan penyusun paru-paru yang memiliki peran penting dalam pertukaran udara atmosfer ke kapiler alveolus. Pengamatan struktur anatomi makroskopis paru-paru Mammalia (kambing) merupakan dasar untuk memahami fungsi fisiologis paru-paru.

Secara struktural paru-paru tersusun atas sel-sel alveolus yang berperan penting untuk pertukaran udara dari atmosfer ke kapiler alveoli dan sel parenkim. Sel alveolus paru-paru sangat tipis dengan ketebalan $\pm 0,2 - 0,5 \mu\text{m}$ dan tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk kantung-kantung alveolus. Seluruh sel alveoli paru-paru jika direntang lebarnya mencapai 180 m^2 .



◀ **Gambar 4.5.**
Struktur kantung-kantung alveoli

Pertukaran gas dari kantung alveoli ke dalam kapiler darah melalui membran respirasi yang tersusun atas:

1. Dinding alveolus,
2. Membrana basalis, dan
3. Endothel kapiler alveolus.

Di dalam alveoli terdapat cairan yang disebut surfaktan. Surfaktan mengandung *dipalmitoil lecithin (phospholipoprotein)* yang dihasilkan oleh sel alveoler dan berfungsi untuk menjaga tegangan permukaan alveoli dan mempertipis membran respirasi sehingga difusi gas menjadi lebih efisien.

4.3. Mekanisme Pernafasan

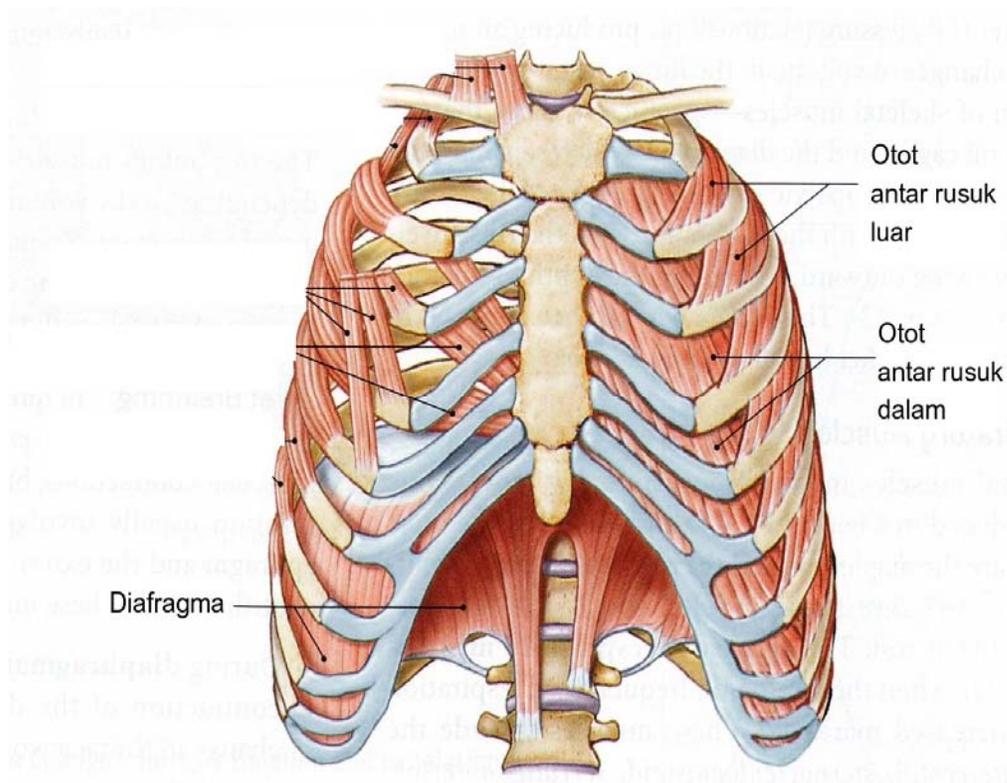
Bagaimana caranya agar udara dapat masuk di paru-paru? Paru-paru tidak mempunyai jalan untuk menarik udara melalui hidung. Tetapi udara dapat dibawa masuk ke dalam paru-paru melalui kegiatan otot tertentu. Otot-otot ini menambah ukuran dada setiap seorang bernapas. Sementara ukuran dada seseorang bertambah, paru-paru bertambah luas; dan udara akan segera mengisi ruangan yang telah tersedia. Dengan demikian saat otot menjadi rileks, dada kembali kepada ukurannya semula, dan udara dipaksakan untuk keluar melalui jalan masuknya.

Otot yang menambah ukuran dada (otot pernafasan) adalah diafragma, otot yang terletak di antara tulang iga dan otot tertentu di leher. Otot-otot inilah yang digunakan pada saat memasukkan udara ke dalam paru-paru. Diafragma adalah otot yang berbentuk kubah (*dome*) terletak pada tingkatan bawah dari tulang iga, yang memisahkan dada dari abdomen (perut). Jantung dan paru-paru terletak di atas diafragma, sedangkan hati, perut, dan limfa kecil dan organ abdomen lainnya terletak dibawah diafragma. Bila diafragma berkontraksi, ia akan menarik ke bawah menentang organ yang ada di abdomen. Ini akan menyebabkan paru-paru menjadi lebih luas. Otot antara tulang iga juga akan berkontraksi pada saat yang sama dengan kontraksinya diafragma, sebab itu menolong untuk lebih memperluas paru-paru.

Otot yang berada di dinding abdomen bila berkontraksi akan menghasilkan akibat yang berlawanan dari apa yang dilakukan oleh diafragma dan otot diantara tulang iga. Bila otot di dinding abdomen berkon-traksi, organ-organ abdomen dan diafragma akan merapat ke atas. Ini akan menyebabkan udara terdorong ke atas untuk meninggalkan paru-paru dengan cepat. Bilamana hal ini tidak terjadi akan mengakibatkan timbulnya suatu tekanan di dalam dada.

Sama seperti seluruh otot dalam tubuh manusia, aksi dari otot pernafasan dikontrol oleh urat saraf. Sebagaimana Anda ketahui, Anda dapat bernapas lebih cepat, lebih dalam atau menahan napas untuk sementara. Hal ini disebabkan oleh saraf pengontrol sadar

yang Anda miliki dan otot yang berhubungan dengan pernafasan. Akan tetapi umumnya proses pernafasan dikontrol secara otomatis oleh saraf pusat yang berada di sebelah bawah dari otak. Saraf pusat ini mengirimkan getaran saraf ke otot-otot pernafasan hingga mereka dapat berkontraksi dan mengendor-kan secara bergantian. Pusat syaraf tersebut bahkan dapat mengontrol seberapa cepat dan seberapa dalam Anda bernapas. Ketika Anda berolahraga, saraf pusat Pernafasan mengirimkan getaran-nya dengan irama yang lebih cepat daripada saat Anda beristirahat.

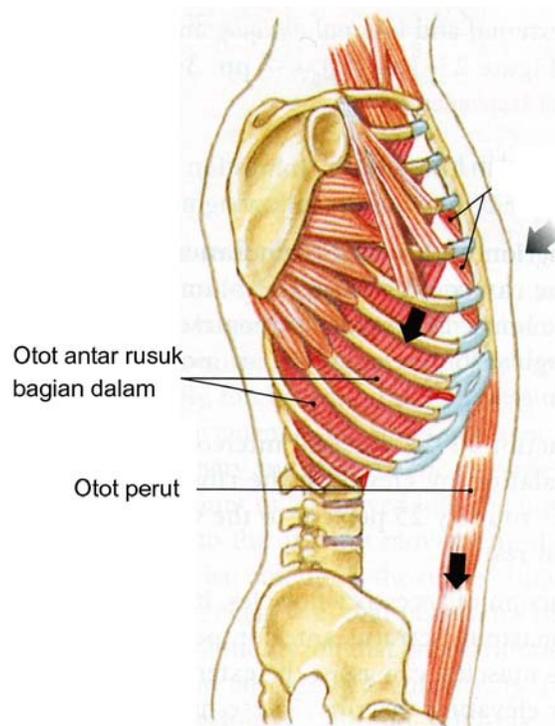


▲ **Gambar 4.6.** Otot-otot pernafasan

4.3.1. Proses Masuk dan Keluarnya Udara Pernafasan

Proses pertukaran gas dari atmosfer ke paru-paru dan sebaliknya terjadi karena adanya pergerakan tulang-tulang rusuk dan otot difragma yang diatur oleh pusat pernafasan yang terdapat di otak. Pada mulanya, otot-otot antar tulang rusuk menegang (kontraksi) sehingga menarik tulang rusuk ke atas dan pada saat yang

bersamaan otot diafragma juga menegang sehingga diafragma menjadi datar. Akibatnya, rongga dada membesar, paru-paru mengembang, tekanan udara dalam kantung-kantung paru-paru turun menjadi lebih rendah daripada tekanan udara atmosfer sehingga udara mengalir masuk ke paru-paru. Peristiwa masuknya udara pernafasan ke paru-paru disebut inspirasi. Setelah inspirasi, otot-otot antar tulang rusuk mengendor (relaksasi) sehingga tulang rusuk kembali pada posisi semula dan pada saat yang bersamaan otot diafragma juga mengendor sehingga diafragma melengkung ke rongga dada. Akibatnya, rongga dada menyempit, paru-paru terdesak mengecil sehingga tekanan udara dalam paru-paru naik lebih tinggi dari tekanan udara atmosfer dan akibatnya udara mengalir keluar dari paru-paru. Proses menghembuskan udara pernafasan dari paru-paru disebut ekspirasi.



▲ **Gambar 4.7.** Mekanisme pernafasan inspirasi dan ekspirasi

4.3.2. Tahapan Respirasi

Proses inspirasi dan ekspirasi disebut pernafasan luar. Mengapa demikian? Karena proses tersebut hanya merupakan pertukaran gas di alveolus paru-paru, sedangkan oksigen digunakan untuk pembakaran di jaringan tubuh. Oleh karena itu, pernafasan pada manusia dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) tahapan yaitu:

1. Respirasi luar merupakan pertukaran gas dari atmosfer ke paru-paru dan sebaliknya. Masuknya udara dari atmosfer ke paru-paru disebut inspirasi dan proses sebaliknya disebut ekspirasi. Perpindahan gas dari suatu tempat ke tempat lain dapat terjadi jika ada perbedaan tekanan udara. Pada inspirasi otot diafragma kontraksi (menjadi datar), demikian juga otot intercostalis sehingga mengangkat tulang rusuk akibatnya volume rongga dada semakin membesar dan tekanan udaranya turun. Penurunan tekanan rongga dada yakni lebih rendah 1 atm dibanding tekanan udara luar (atmosfer) tersebut akan mengakibatkan udara mengalir dari luar ke paru-paru. Setelah berkontraksi maka otot diafragma dan antar iga (intercostalis) akan relaksasi sehingga posisi tulang rusuk dan diafragma akan kembali seperti semula, akibatnya volume rongga dada mengecil dan tekanannya meningkat dengan demikian udara akan keluar dari paru-paru ke atmosfer atau disebut ekspirasi. Perpindahan gas O_2 dari alveolus ke kapiler alveoli melalui membran respirasi yang terjadi secara difusi. Oleh karena itu proses tersebut tergantung pada: tekanan parsial gas, permeabilitas epitel (membran respirasi), luas permukaan membran respirasi, kecepatan sirkulasi darah di kapiler paru-paru.
2. Transport gas Oksigen (O_2) dari kapiler paru-paru diangkut ke jaringan menggunakan hemoglobin (Hb) yang terdapat di dalam sel darah merah. Perpindahan oksigen dari alveolus paru-paru ke kapiler paru-paru terjadi secara difusi, oleh karena itu tergantung pada tekanan oksigen parsial pada darah arteriil yaitu 100 mmHg dan tekanan CO_2 yaitu 40 mmHg. Pada tekanan tersebut 96 % Hb tersaturasi dengan oksigen menjadi HbO_2 . Pada jaringan tekanan oksigen 35 mmHg dan tekanan CO_2 50 mmHg, maka sebagai konsekuensinya oksigen akan berdifusi dari eritrosit ke sel/jaringan melalui cairan plasma dan kemudian cairan interstitial. Sementara CO_2 juga berdifusi dari jaringan ke eritrosit. Darah vena memiliki tekanan CO_2 46

mmHg, sedangkan tekanan oksigennya 40 mmHg. Pada olahraga (latihan) tekanan O_2 di jaringan turun sedang tekanan CO_2 meningkat, hal ini akan menaikkan kebutuhan oksigen.

3. Respirasi seluler atau interna adalah pemanfaatan oksigen untuk oksidasi seluler di dalam mitokondria sehingga dihasilkan energi (ATP), panas, air, dan CO_2 .

4.3.3. Frekuensi Pernafasan

Pada umumnya manusia melakukan Pernafasan antar 15-18 kali (inspirasi dan ekspirasi). Cepat atau lambatnya manusia bernapas dipengaruhi oleh beberapa faktor baik dari dalam maupun dari luar., antara lain:

1. Umur, umumnya makin bertambah umur seseorang, irama Pernafasannya semakin lambat. Hal ini berkaitan makin berkurangnya kebutuhan energi.
2. Jenis kelamin, laki-laki umumnya beraktivitas lebih banyak dan bekerja lebih keras daripada perempuan. Hal ini akan mengakibatkan semakin tingginya kebutuhan energi, sehingga membutuhkan banyak oksigen untuk meningkatkan laju metabolisme tubuh.
3. Suhu tubuh, semakin rendah suhu semakin cepat Pernafasan, sebaliknya semakin tinggi suhu semakin lambat Pernafasan. Tetapi hal yang demikian tidak berlangsung secara linier.
4. Posisi tubuh, hal ini menentukan sedikit banyak otot dan organ tubuh yang bekerja. Hal ini berarti menentukan kebutuhan energi untuk mendukungnya.
5. Aktivitas tubuh, semakin banyak organ tubuh yang bekerja dan semakin berat kerja organ tersebut, semakin tinggi kebutuhan energi yang diperlukan, sehingga laju metabolisme dan irama Pernafasan semakin cepat.

4.3.4. Oksigen digunakan untuk apa?

Untuk apa oksigen (O_2)? Oksigen digunakan oleh tubuh untuk pembakaran (oksidasi) zat-zat makanan terutama glukosa menjadi sumber tenaga, air, CO_2 , dan panas. Apakah manfaat dari hasil pembakaran?

1. Energi digunakan oleh tubuh untuk melakukan kegiatan tubuh agar tetap dapat hidup.
2. Karbondioksida bersifat sangat beracun dan dianggap sebagai limbah oleh karenanya harus dikeluarkan dari dalam tubuh.

3. Air dapat digunakan oleh tubuh atau jika berlebihan dapat dikeluarkan. Cobalah hembuskan nafas pada sebuah permukaan cermin, apakah yang dapat anda amati?

Panas yang dihasilkan dari pembakaran digunakan agar proses-proses kehidupan di dalam tubuh berjalan normal. Sebagai petunjuk jika proses tubuh tidak normal, maka suhu tubuh akan terasa dingin. Hal ini biasa terjadi pada orang pingsan.

4.3.5. Pengangkutan gas karbondioksida

Proses pengangkutan gas karbondioksida dari jaringan ke paru-paru melalui 3 cara yaitu:

1. Transpor karbondioksida lewat plasma sebagai H_2CO_3 . CO_2 memiliki sifat lebih mudah larut dalam air dibanding dengan O_2 sehingga dapat diangkut lewat plasma sebagai H_2CO_3 . Darah venosa mengandung CO_2 sekitar 50 mL/dL artinya setiap 100 mL darah mengangkut 50 mL CO_2 dari jaringan ke pulmo. Karbondioksida di dalam darah berada pada berbagai kondisi. Bikarbonat di dalam eritrosit dan plasma merupakan bagian terbanyak. Karbondioksida berdifusi dari jaringan ke dalam plasma darah akan bereaksi dengan H_2O membentuk H_2CO_3 . H_2CO_3 berfungsi menurunkan pH dalam eritrosit.
2. Sebagai karbaminohemoglobin. Pada jaringan tekanan CO_2 tinggi dan tekanan O_2 rendah sehingga HbO_2 mengalami disosiasi menjadi $\text{Hb} + \text{O}_2$. Oksigen berdifusi ke cairan interstitial dan CO_2 memasuki sitoplasma eritrosit. Sebagian kecil CO_2 berikatan dengan Hb membentuk karbamino hemoglobin (karbamiHb).
3. Sebagai HCO_3^- . CO_2 akan bereaksi dengan H_2O yang terdapat dalam plasma darah dengan pengaruh enzim karbonik anhidrase membentuk H_2CO_3 yang secara spontan akan mengalami disosiasi menjadi ion H^+ (proton) dan HCO_3^- . Dengan demikian, darah venosa mengandung HCO_3^- 60%, karbamiHb 32%, dan sisanya sebagai H_2CO_3 dalam eritrosit.

4.3.6. Pengukuran Udara Pernafasan

Banyaknya udara yang keluar masuk paru-paru pada pernafasan normal dapat diukur dengan spirometer.

1. Kapasitas vital adalah banyaknya udara yang dapat dikeluarkan dari paru-paru setelah ambil nafas sedalam mungkin.

2. *Death space* (udara mati) adalah jumlah udara yang berada dalam saluran pernafasan antara hidung dan paru-paru, volumenya kurang lebih 150 ml.
3. Udara tidal adalah volume udara yang keluar masuk paru-paru dalam satu kali respirasi (ekspirasi atau inspirasi). Volume pada laki 500 ml, wanita 380 ml.
4. Kapasitas inspirasi adalah banyaknya udara yang dapat dihirup pada inspirasi maksimal, volumenya pada laki-laki 3800 ml, pada wanita 2400 ml.
5. Volume cadangan inspirasi adalah banyaknya udara yang dapat dihirup setelah inspirasi maksimal, volumenya pada laki-laki 1000 ml, pada wanita 700 ml.
6. Volume cadangan ekspirasi adalah banyaknya udara yang dapat dikeluarkan setelah ekspirasi normal, volumenya pada laki-laki 1000 ml, wanita 700 ml.

4.4. Kelainan dan Penyakit Sistem Pernafasan Manusia

Struktur maupun fungsi sistem pernafasan manusia dapat mengalami gangguan atau serangan penyakit. Antara lain:

1. Asma, merupakan penyakit penyumbatan saluran Pernafasan yang disebabkan alergi terhadap rambut, bulu atau kotoran.
2. TBC, penyakit paru-paru yang diakibatkan oleh serangan bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Difusi oksigen akan terganggu karena adanya bintil-bintil atau peradangan pada dinding alveolus. Tuberkolosis atau TBC adalah infeksi karena bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang dapat merusak paru-paru tapi dapat juga mengenai sistem saraf sentral (meningitis, sistem lymphatic, sistem sirkulasi (miliary TB), sistem genitourinary, tulang dan sendi. Indonesia berada dalam peringkat ketiga terburuk di dunia untuk jumlah penderita TBC. Setiap tahun muncul 500 ribu kasus baru dan lebih dari 140 ribu lainnya meninggal. Tanggal 24 Maret diperingati dunia sebagai "Hari TBC". Pada 24 Maret 1882 tersebut, Robert Koch di Berlin, Jerman, mempresentasikan hasil penyebab tuberkulosa yang ditemukannya.
3. Macam-macam peradangan pada sistem Pernafasan, seperti: bronchitis, laringitis, faringitis, pleuritis, sinusitis.
4. Asfiksi, gangguan Pernafasan pada waktu pengangkutan dan penggunaan oksigen oleh jaringan, akibat tenggelam, pneumonia dan keracunan.

5. Asidosis, kenaikan kadar asam karbonat dan asam bikarbonat dalam darah.
6. Difteri, penyumbatan oleh lendir pada rongga faring yang dihasilkan oleh infeksi kuman difteri.
7. Pneumonia, infeksi yang disebabkan oleh virus atau bakteri pada alveolus yang menyebabkan terjadinya radang paru-paru.

4.5. Pemeliharaan Kesehatan Paru-paru

1. Olah Raga Mempertinggi Vitalitas Paru-Paru

Vitalitas dari paru-paru dapat dipertinggi dengan olah raga. Volume Oksigen Maksimum (VO_2 max). Orang-orang yang mempunyai daya tahan tinggi oleh sebab melakukan olahraga, ternyata paru-paru mereka mempunyai kesanggupan untuk menampung $1 \frac{1}{2}$ lebih banyak udara dari pada orang biasa. Pengukuran banyaknya udara atau oksigen disebut VO_2 max. V berarti volume, O_2 berarti Oksigen, max berarti maksimum, dengan demikian VO_2 max berarti volume oksigen yang dapat digunakan tubuh pada saat bekerja sekeras mungkin. Sebagai contoh, pada saat kita lari menaiki bukit, maka kita akan menggunakan lebih banyak oksigen pada saat menaiki bukit ke dua dibandingkan dengan bukit pertama. Demikian juga bukit ke tiga, kita akan menggunakan lebih banyak oksigen dari pada bukit ke dua. Tetapi pada satu titik tertentu, kita akan tiba pada tingkatan di mana konsumsi oksigen maksimum, maksimum kuasa aerobik, atau VO_2 max tadi. Faktor ini memberikan indikasi bagaimana kedayagunaan tubuh menggunakan oksigen pada saat melakukan pekerjaan, misalnya sewaktu olahraga, otot harus menghasilkan energi, satu proses dimana oksigen memegang peranan penting. Lebih banyak oksigen digunakan berarti lebih besar kapasitas untuk menghasilkan energi dan kerja yang berarti daya tahan Anda lebih besar. Mereka yang mempunyai VO_2 max yang tinggi dapat melakukan lebih banyak pekerjaan sebelum menjadi lelah, dibandingkan dengan mereka yang mempunyai VO_2 max yang rendah. Lebih sehat dan lebih tinggi kesegaran jasmani Anda, lebih banyak oksigen yang tubuh Anda dapat proseskan. Sementara Anda berlatih, paru-paru Anda akan dapat mengambil lebih banyak oksigen, yang berarti peredaran darah yang lebih baik, dan sel otot Anda bisa mendapatkan lebih banyak oksigen dari pembuluh darah kapiler. Dengan demikian, mereka yang mempunyai VO_2 tinggi adalah orang yang mempunyai kesegaran jasmani, sedang yang mempunyai VO_2 yang rendah, tidak mempunyai kesegaran jasmani. VO_2 diukur dalam bentuk jumlah

milliliter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan dalam setiap menit. Sebagai contoh, mahasiswa rata-rata mempunyai VO_2 max antara 40-50, sedangkan mahasiswi antara 35-45. Untuk atlet yang mempunyai daya tahan tinggi, rata-rata VO_2 -nya 75, dan atlet wanita sekitar 65; yang berarti jumlah milliliter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan per menit. Untuk pengukuran VO_2 max, diperlukan peralatan untuk mengukur di laboratorium. Umumnya dapat dilaksanakan tes kapasitas aerobik, misalnya "step test" (tes melangkah), atau lari untuk 2,4 km. Seseorang setelah lari 2,4 km sangat erat hubungannya dengan ukuran langsung dari VO_2 max seseorang.

Faktor penentu VO_2 Max

Apakah yang menentukan VO_2 max seseorang? Terdapat 5 faktor yang menentukan VO_2 max seseorang, yaitu:

1. Jenis Kelamin. Setelah masa pubertas, wanita dalam usianya yang sama dengan pria umumnya mempunyai konsumsi oksigen maksimal yang lebih rendah dari pria.
2. Usia. Setelah usia 20-an, VO_2 max menurun dengan perlahan-lahan. Dalam usia 55 tahun, VO_2 lebih kurang 27% lebih rendah dari usia 25 tahun. Dengan sendirinya hal ini berbeda dari satu dengan orang yang lain. Mereka yang mempunyai banyak kegiatan VO_2 max akan menurun dengan lebih perlahan.
3. Keturunan. Seseorang mungkin saja mempunyai potensi yang lebih besar dari orang lain untuk mengkonsumsi oksigen yang lebih tinggi, dan mempunyai suplai pembuluh darah kapiler yang lebih baik terhadap otot-otot, mempunyai kapasitas paru-paru yang lebih besar, dapat mensuplai hemoglobin dan sel darah merah yang lebih banyak dan jantung yang lebih kuat. Dilaporkan bahwa konsumsi oksigen maksimum untuk mereka yang kembar identik sangat sama.
4. Komposisi Tubuh. Walaupun VO_2 max dinyatakan dalam berapa milliliter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan, perbedaan komposisi seseorang menyebabkan konsumsi yang berbeda. Misalnya tubuh mereka yang mempunyai lemak dengan persentasi yang tinggi, mempunyai VO_2 max yang lebih rendah. Bila tubuh Anda berotot kuat, VO_2 max Anda lebih tinggi. Sebab itu, jikalau Anda dapat mengurangi lemak dalam tubuh, VO_2 max dapat bertambah tanpa tambahan latihan.

5. Latihan atau olahraga dapat memperbaiki VO_2 max. Dengan latihan daya tahan yang sistematis akan memperbaiki VO_2 max dari 5% sampai 25%. Penelitian menunjukkan bahwa laki-laki usia 65-74 tahun dapat meningkatkan VO_2 maksimumnya sekitar 18% setelah berolahraga dengan teratur dalam waktu 6 bulan.

Kata-kata Penting

- Saluran pernafasan
- Trakea
- Bronkheolus
- Alveoli
- Pleura
- Inspirasi
- Ekspirasi
- Hemoglobin
- Oksigen
- Karbondioksida
- Oksihemoglobin
- Respirasi seluler
- Udara tidal
- Kapasitas vital
- VO_2 max
- Asma
- Tuberkulosis
- Aspiksia

Rangkuman

- Saluran pernafasan tersusun atas: lubang hidung, rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkeolus.
- Paru-paru terdiri dari 2 bagian, kiri dan kanan, yang terletak di rongga dada. Paru-paru kanan tersusun atas 3 gelambir, sedangkan paru-paru kiri 2 gelambir. Paru-paru tersusun atas berjuta-juta alveolus yang memiliki fungsi penting dalam pertukaran gas pernafasan. Alveoli tempat pertukaran oksigen yang terdapat dalam udara pernafasan dengan karbondioskida yang terdapat dalam darah.
- Semua makhluk hidup melakukan Pernafasan (respirasi) untuk memenuhi kebutuhan oksigen (O_2) dan membuang gas hidrat-arang (CO_2).
- Paru-paru, tersusun atas berjuta-juta alveolus yang memiliki fungsi penting dalam pertukaran gas pernafasan.

- Proses pertukaran udara pernafasan terjadi karena adanya pergerakan tulang-tulang rusuk dan otot diafragma yang mengakibatkan rongga dada membesar, paru-paru mengembang, tekanan udara dalam kantung-kantung paru-paru turun menjadi lebih rendah daripada tekanan udara atmosfer sehingga udara mengalir masuk ke paru-paru.
- Oksigen digunakan oleh tubuh untuk pembakaran (oksidasi) zat-zat makanan terutama glukosa menjadi sumber tenaga, air, CO₂, dan panas.
- Alat Pernafasan manusia dapat mengalami kelainan atau serangan penyakit, seperti: asma, tuberculosis (TBC), infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), difteri, dan pneumonia.

Latihan Uji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Proses pernafasan pada tubuh manusia melewati organ-organ ...
2. Udara pernafasan ketika melewati rongga hidung mengalami ...
3. Otot-otot pernafasan yang berkontraksi pada waktu ekspirasi adalah ...
4. Pada saat inspirasi posisi diafragma adalah ...
5. Pernafasan luar adalah pertukaran oksigen dan karbondioksida yang terjadi di bagian ...
6. Komposisi udara pernafasan yang paling banyak adalah ...
7. Udara yang masuk atau keluar waktu kita bernapas normal disebut udara ...
8. Komposisi udara yang akan masuk paru-paru kurang lebih Penyempitan saluran Pernafasan terutama pada bagian bronkeolus menyebabkan....
9. Orang yang menderita asma karena mengalami penyempitan saluran pernafasan pada bagian ...
10. Penyakit pada paru-paru yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium tuberculosis* disebut ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Sebutkan secara urut dari ujung depan ke belakang susunan saluran pernafasan.
2. Jelaskan peran selaput lendir hidung ketika udara pernafasan yang menuju ke paru-paru melewatinya!
3. Jelaskan mengenai proses pertukaran udara pernafasan ke dalam paru-paru dan sebaliknya!
4. Jelaskan fungsi kantung-kantung alveoli paru-paru dalam pertukaran udara pernafasan!
5. Jelaskan manfaat oksigen bagi tubuh kita!
6. Jelaskan mekanisme pengangkutan gas karbondioksida dari jaringan ke paru-paru!
7. Jelaskan tentang penyebab penyakit pneumonia, gejala, dan bagian alat pernafasan yang mengalami kerusakan!
8. Jelaskan tentang kapasitas vital paru-paru seseorang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya!
9. Jelaskan mengapa seorang atlet renang dapat bertahan cukup lama di dalam air selama berenang!
10. Jelaskan mengapa jika aktivitas tubuh semakin meningkat, maka frekuensi pernafasan juga semakin cepat!

Bab 5

Kesehatan Sistem Pengeluaran



▲ Gambar 5.1. Kesehatan ginjal perlu dipelihara dengan cukup minum air sehat

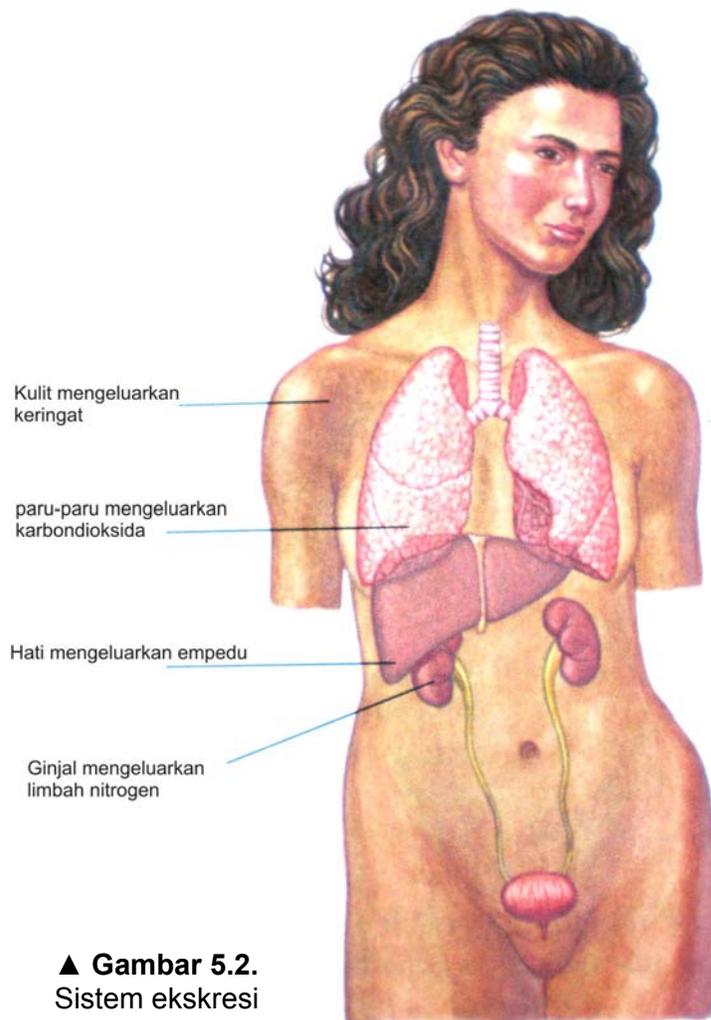
Pernahkah anda merasa sangat haus? Mengapa jika kurang minum terasa haus? Ini terjadi karena air dikeluarkan dari tubuh oleh ginjal dalam bentuk air kencing, dikeluarkan oleh kulit dalam bentuk air keringat, dan dikeluarkan oleh paru-paru dalam bentuk uap air, sehingga kadar air dalam cairan tubuh berkurang akibatnya cairan tubuh menjadi lebih kental. Hal ini akan merangsang sel-sel yang peka terhadap kekurangan air sehingga timbul rasa haus.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Struktur dan fungsi ginjal
- Unit struktural dan fungsional ginjal
- Mekanisme pembentukan air kencing
- Mekanisme pengaturan kadar air tubuh
- Mekanisme pengaturan kadar ion natrium tubuh
- Kelainan dan gangguan ginjal
- Pemeliharaan kesehatan ginjal

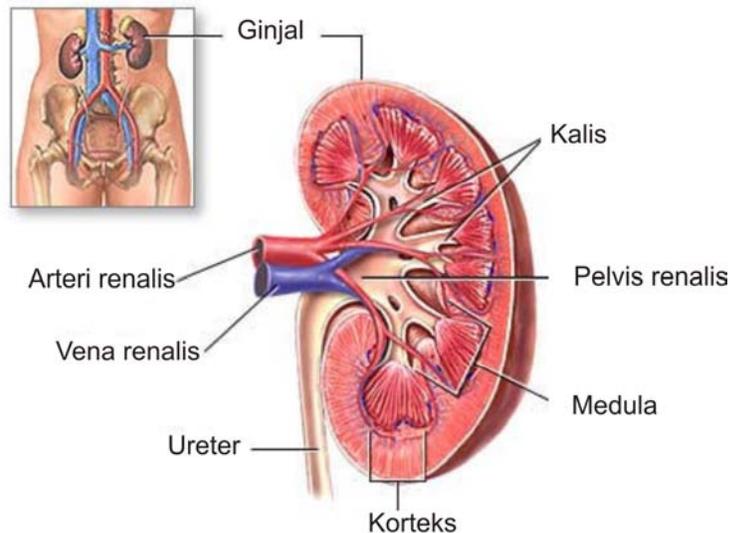
5. Sistem Ekskresi

Ginjal merupakan alat untuk menyaring darah sehingga zat-zat sisa-sisa metabolisme yang bersifat racun dan tak berguna dapat dikeluarkan dari dalam tubuh melalui air kencing. Zat-zat tersebut harus dikeluarkan karena dapat mengganggu kesehatan. Selain itu, ginjal juga berperan menjaga keseimbangan air dalam tubuh atau menjaga tekanan osmotik cairan tubuh sehingga perannya sangat penting dalam menjaga kondisi tubuh agar tetap seimbang dan dinamis (homeostasis) atau terciptanya kondisi sehat. Kencing tampak berbuih, berwarna kuning dan berbau, merupakan hasil penyaringan cairan darah yang dilakukan oleh ginjal.



5.1. Ginjal

Di dalam tubuh kita terdapat sepasang ginjal yang terletak di bawah hati dan limpa, di sebelah kanan dan kiri tulang belakang bagian punggung tepatnya di sekitar tulang belakang torakalis (T) nomer 12 hingga lumbalis (L) nomer 3. Kedua ginjal terletak di belakang selaput yang melapisi perut yang disebut *peritoneum*. Ginjal kanan biasanya terletak sedikit di bawah ginjal kiri karena terdesak oleh hati. Oleh karena letaknya tersebut, maka jika terdapat gangguan ginjal atau sakit ginjal gejalanya akan dirasakan pada pinggang sehingga orang awam umumnya mengatakan sakit pinggang.

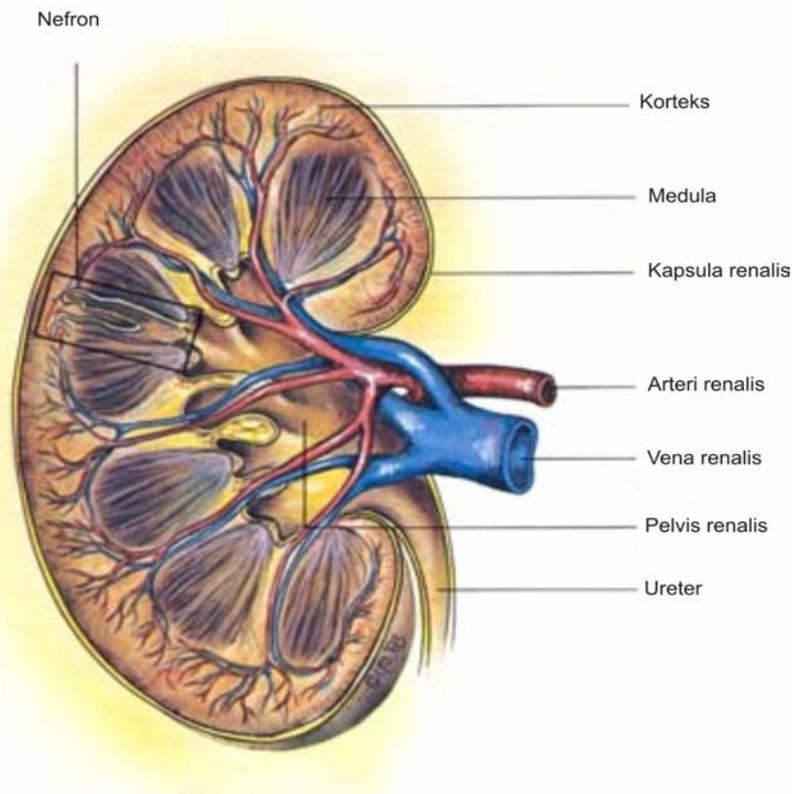


▲ **Gambar 5.3.** Skema penampang dalam ginjal

Ginjal seorang dewasa memiliki ukuran kurang lebih sebagai berikut Panjang 11 cm, tebal 5 cm, dan berat 150 gram. Ginjal manusia memiliki bentuk seperti biji kacang dengan lekukan yang menghadap ke dalam disebut hilus. Hilus merupakan tempat masuk arteri dan saraf, juga keluarnya vena dan ureter (Gambar 5.2). Ginjal diselubungi oleh jaringan ikat tipis yang disebut kapsula renal (kapsul ginjal). Pada lapisan tersebut menempel lapisan lemak yang berfungsi membantu menempelnya ginjal pada dinding rongga perut dan meredam benturan. Di atas ginjal terdapat kelenjar adrenal atau disebut juga kelenjar suprarenal (supra = di atas, ren = ginjal).

5.1.1. Struktur anatomi ginjal

Jika sebuah ginjal dipotong membelah pada bagian tengah, maka dapat dibedakan menjadi bagian luar yang disebut korteks, dan bagian dalam yang disebut medula. Bagian korteks berwarna coklat tua sedangkan medulla coklat agak terang. Korteks ginjal tersusun atas nefron: dalam medula, tubulus koligens. Struktur yang berbeda morfologi, fisiologi dan asal embriologi dari nefron paling menyolok. Lobulus ginjal terdiri dari satu susunan medula (medulla ray) dengan jaringan korteks yang mengelilinginya. Tiap lobulus ginjal memiliki duktus koligens dan semua unit filtrasi ginjal bermuara kedalam duktus ini. Pada manusia dewasa lobus-lobus dan lobulus-lobulus ginjal tidak selalu terikat dengan nyata.



Gambar 5.4. Skema suplai darah ginjal

Pada bagian medula terdapat bentukan seperti piramid yang disebut *piramida renalis* yang merupakan kumpulan saluran pengumpul air kemih yang bersatu membentuk *pelvis renalis*. Medula ginjal terdiri dari 10-18 struktur yang berbentuk kerucut (*piramida renalis*). Piramid medula yang dasar dan pinggir-pinggir berada pada zona korteks dan puncaknya menonjol yang disebut papila ginjal. Kaliks-kaliks bersatu membentuk pelvis ginjal yang merupakan bagian atas uteter yang melebar. Permukaan papila ginjal ditembus oleh 10-12 lubang-lubang muara duktus koligens membentuk area cribrosa (daerah kibrosa). Dasar piramid medula tersusun atas parallel 400-500 tubulus-tubulus panjang secara paralel (*medullary rays*), menembus korteks. Tiap *medulla rays* terdiri dari duktus koligens yang lurus dikelilingi oleh banyak tubulus nefron sejajar yang merupakan unit filtrasi ginjal.

5.1.2. Sirkulasi darah yang menuju dan berasal dari ginjal

Ginjal sebagai alat untuk menyaring darah, maka ginjal merupakan alat tubuh yang mempunyai pembuluh darah yang sangat banyak. Darah yang menuju ke ginjal berasal dari *aorta abdominalis* (pembuluh arteri besar perut) yang kemudian bercabang menjadi *arteri renalis* (pembuluh darah ginjal) kemudian masuk ke dalam ginjal melalui bagian cekungan ginjal (*hilus renalis*). Arteri renalis sebelum memasuki ginjal biasanya bercabang menjadi 2 (dua) yaitu satu pada bagian anterior (depan) ginjal dan lainnya pada posterior (belakang). Setelah masuk ke dalam ginjal, *arteri renalis bercabang menjadi arteri interlobaris, arteri arcuata, arteri interlobularis, arteriole aferen, glomerulus, arteriole eferen, kapiler peritubuler (juxta glomerulare), vena interlobularis, vena arcuata, vena interlobularis, vena renalis.*

Dalam medula ditemukan *venulae rectae*, yaitu tempat darah mengalir kembali ke vena-vena arkuata. Pembuluh ini mengandung darah yang telah difiltrasi di dalam glomeruli, yang memegang peranan yang penting dalam mempertahankan osmolaritas jaringan interstitial medulla yang tinggi.

Kapiler-kapiler korteks bagian luar dan kapsul ginjal bersatu membentuk vena-vena stelata yang bermuara ke dalam vena-vena interlobularis. Vena-vena mengikuti perjalanan yang sama seperti arteri. Darah dari vena-vena interlobularis mengalir ke dalam vena-vena arkuata, dan dari sini ke vena-vena interlobaris. Vena-vena

interlobaris membentuk vena renalis dimana darah kemudian meninggalkan ginjal.

Arteriol aferen

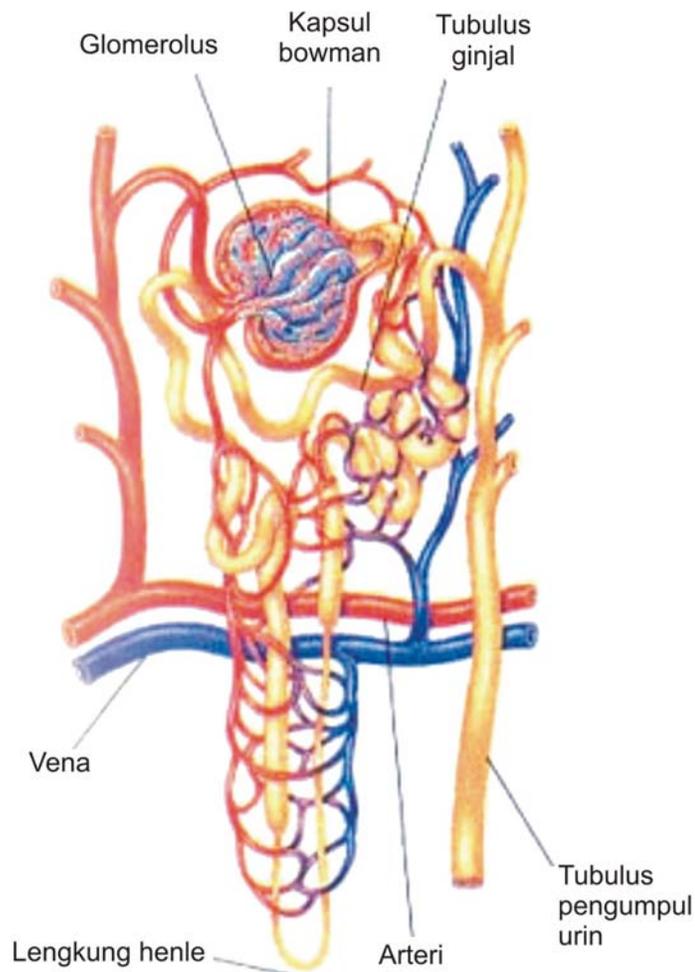
Dinding arteriol eferen banyak mengandung otot polos yang mampu mengubah garis tengah lumen, sedangkan lumen arteriol aferen tetap konstan pada garis tengahnya, karena sel otot polos yang mengelilinginya berperan dalam sekresi daripada peranan kontraksi. Glomerulus adalah kapiler darah. Glomeruli mengandung kapiler-kapiler arteri

5.1.3. Unit Struktural dan Fungsional Ginjal

Unit struktural dan fungsional dasar dari ginjal dalam pembentukan urine adalah nefron (*nephron*). Nefron dapat dibedakan menjadi nefron vaskuler dan nefron epitel. Nefron pembuluh yaitu *arteriole aferen*, *glomerulus*, *arteriole eferen*, dan kapiler peritubuler. *Nephron epitel* yaitu kapsula Bowman, *tubulus convolatus proksimal*, *loop of Henle*, *tubulus convolatus distal*, dan *tubulus collectivus*. Setiap satu buah ginjal normal manusia dewasa dapat mengandung 1-4 juta unit nefron. Setiap 1 unit nefron terdiri atas corpuskula renalis, tubulus kontortus proksimal, bagian tipis dan tebal lengkung Henle serta tubulus kontortus distal. Unsur-unsur nefron tertanam pada lamina basalis yang dilanjutkan dengan sejumlah kecil jaringan penyambung organ. Sebuah nefron terdiri dari sebuah komponen penyaring yang disebut korpuskula (atau badan Malphigi) dan saluran-saluran (*tubulus*).

1. Glomerulus

Glomerulus merupakan anyaman pembuluh darah kapiler, yang merupakan cabang dari arteriol aferen. Setelah memasuki badan ginjal (korpus ginjal) korpuskula renalis, arteriol aferen biasanya bercabang menjadi 2-5 cabang utama yang masing-masing bercabang lagi menjadi jala-jala kapiler. Tekanan hidrostatis darah arteri yang terdapat dalam kapiler-kapiler ini. glomerulus diatur oleh arteriol eferen



Gambar 5.5. Gambaran nefron sebagai struktur fungsional ginjal

2. Kapsula Bowman

Berkas kapiler glomerulus dikelilingi oleh kapsula Bowman. Glomerulus berfungsi sebagai penyaring darah. Kapsula Bowman merupakan epitel ber dinding ganda. Lapisan luar kapsula Bowman terdiri atas epitel selapis gepeng, dan lapisan dalam tersusun atas sel-sel khusus yang disebut podosit (sel kaki) yang letaknya meliputi kapiler glomerulus. Antara kedua lapisan tersebut terbentuk rongga kapsul Bowman. Sel-sel podosit, membrana basalis, dan sel-sel endotel kapiler membentuk lapisan (membran) filtrasi yang berlubang-lubang yang memisahkan darah yang

terdapat dalam kapiler dengan ruang kapsuler. Sel-sel endotel kapiler glomerulus mempunyai pori-pori sel lebih besar dan lebih banyak daripada kapiler-kapiler pada organ lain. Hasil filtrasi cairan darah pada glomerulus atau disebut cairan ultrafiltrat (urin primer) selanjutnya ditampung pada rongga kapsul.

3. Korpuskula ginjal

Kesatuan antara glomerulus dengan kapsula Bowman membentuk korpuskula renalis (disebut juga badan Malphigi). Korpuskula renalis berlanjut menjadi tubulus kontortus proksimal. Setiap korpuskula mengandung gulungan kapiler darah yang disebut glomerulus yang berada dalam kapsula Bowman. Setiap glomerulus mendapat aliran darah dari arteri *afere*n. Dinding kapiler dari glomerulus memiliki pori-pori untuk filtrasi atau penyaringan.

4. Tubulus convulatus proksimal (TCP)

Tubulus convulatus proksimal merupakan saluran panjang yang berkelok-kelok mulai pada korpuskula renalis berlanjut menjadi lengkung Henle (*loop of Henle*). Tubulus kontortus proksimal (TKP) biasa ditemukan pada potongan melintang korteks. TKP dibatasi oleh epitel kubus selapis dengan apeks sel menghadap lumen tubulus memiliki banyak mikrovili membentuk *brush border*. Permukaan mikrovili *brush border* berperan membantu reabsorpsi berbagai zat yang terdapat dalam cairan ultrafiltrat. Pada reabsorpsi, sitoplasma apical sel mempunyai banyak kanakuli berasal dari dasar mikrovili. Di dekat kanakuli terdapat vesikel kecil sebagai akibat selama pinositosis. Bertambahnya permukaan membran sel pada basis sel melalui mana pompa natrium adalah sifat-sifat sel yang ikut dalam transport ion.

5. Loop of Henle

Lengkung Henle merupakan saluran panjang berbentuk seperti huruf U dapat dibedakan menjadi segmen tipis dan segmen tebal. Lengkung Henle memiliki lubang lebih lebar daripada TKD karena dinding LH terdiri dari sel-sel gepeng dengan inti menonjol ke dalam lumen. Bagian tipis lengkung Henle merupakan kelanjutan dari tubulus kontortus proksimal, sebagian besar berjalan turun (*descenden*) dan bagian tebal berjalan ke atas (*ascenden*). Bagian tipis menyerupai kapiler darah sehingga sukar dibedakan.

Lengkung Henle tebal strukturnya sama dengan tubulus kontortus distal. Bagian descenden lengkung Henle bersifat permeabel terhadap air dan ion-ion, sehingga memungkinkan pergerakan bebas air, Na^+ dan Cl^- . Sedangkan bagian ascenden tidak permeabel terhadap air dan sangat aktif mentranspor klorida ke cairan interstitial. Bertanggungjawab langsung pada hipertonisitas cairan interstitial daerah medula sebagai akibat kehilangan natrium dan klorida. Oleh karena itu, cairan dalam tubulus yang mencapai tubulus kontortus distal adalah hipotonik.

Vasarekta atau Pembuluh lurus daerah medulla terletak sedemikian rupa sehingga sirkulasi darah tidak mengganggu tingkat osmotik yang ditimbulkan oleh pompa klorida Lengkung Henle dan membentuk "*countercurrent exchange system*". Arteriol-arteriol dan vena-vena lurus merupakan pembuluh yang sangat tipis dengan dinding yang mirip seperti dinding kapiler. Tiap-tiap pembuluh lurus satu arteri dan satu vena membentuk lengkung yang cabang-cabangnya berjalan di pinggir-pinggirnya. Fungsi lengkung Henle adalah mengatur tingkat osmotik darah dan hipertonik/hipotonik urin.

Bila berjalan melalui arteriol lurus ke arah bagian dalam medulla, darah kehilangan air dan mendapatkan natrium karena dalam medulla cairan interstitial lambat laun menjadi lebih hipertonik. Bila darah kembali dengan arah yang berlawanan sekali lagi ia berhubungan dengan gradient yang sama, tetapi sekarang gradiennya berkurang dan kehilangan natrium dan mendapatkan air. Air yang hilang pada pembuluh descenden diperoleh kembali oleh pembuluh ascenden, dan natrium yang masuk ke pembuluh descenden dikembalikan oleh pembuluh ascenden.

Fungsi perubahan osmotik dalam pembuluh lurus adalah untuk mempertahankan gradient osmotik yang tetap terdapat dalam medulla ginjal. Pergerakan air dan natrium ini adalah secara pasif, berlangsung tanpa menggunakan energi.

Segmen nefron ini bertanggung jawab pada pembentukan urin akhir yang hipertonik. Dan hanya binatang dengan lengkung Henle dalam ginjalnya mampu menghasilkan urin hipertonik.

6. Tubulus convulatus distal (TCD)

Tubulus kontortus distal yang merupakan nefron terminal. Di tubulus kontortus distal, terjadi pertukaran ion. Bila aldosteron bekerja, natrium direabsorpsi dan ion kalium diekskresi oleh

tubulus kontortus proksimal yang merupakan tempat mekanisme pengawasan garam total dan air. Tubulus distal juga mengsekresi ion hidrogen dan ion ammonium ke dalam urine tubulus. Aktivitas ini penting untuk mempertahankan keseimbangan asam basa darah. berperan nyata untuk pemekatan urin. Urin yang meninggalkan tubulus kontortus distal hampir selalu isotonis.

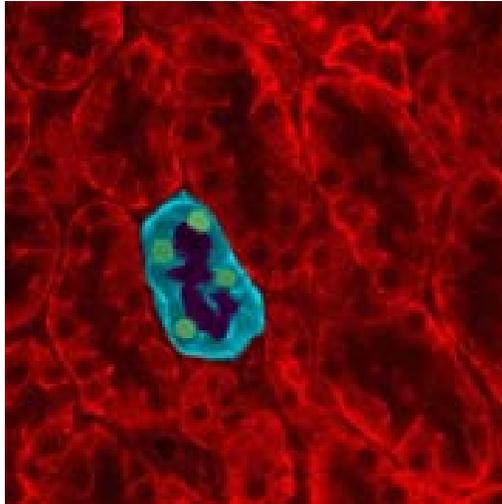
7. Aparatus jukstaglomerulus

Dekat dengan badan ginjal, tunika media arteriol aferen mengalami modifikasi dan terdiri atas sel-sel yang mempunyai bentuk seperti sel-sel epiteloid, bukan otot polos seperti lazimnya arteriol. Terdapat sel-sel yang dinamakan sel jukstaglomerulus yang mempunyai inti seperti rokok dan sitoplasmanya berwarna gelap yang dipenuhi dengan granula. Sel-sel jukstaglomerulus berfungsi menghasilkan enzim renin. Renin berperan mengubah protein plasma yang dinamakan angiotensinogen menjadi angiotensin I. Zat ini sebagai akibat kerja '*converting enzyme*' yang diduga terdapat dalam paru-paru, bila kehilangan dua asam amino berubah menjadi okta peptide yang dinamakan angiotensin II. Efek fisiologi utama dari angiotensin II adalah meningkatkan sekresi hormon aldosteron oleh korteks adrenal. Defisiensi natrium merangsang pengeluaran renin yang akan mempercepat sekresi aldosteron. Akibatnya reabsorpsi ion natrium yang dapat menghambat ekskresi renin. Kelebihan natrium dalam darah akan menekan sekresi renin yang mengakibatkan penghambatan pembentukan aldosteron yang akan meningkatkan konsentrasi natrium urin. Jadi apparatus jukstaglomerulus mempunyai peranan homeostatic dalam mengawasi keseimbangan ion Natrium (Na).

8. Tubulus koligens (tubulus collectivus)

Urin berjalan dari tubulus kontortus distal ke tubulus koligens yang apabila bersatu membentuk saluran lurus yang lebih besar yang disebut duktus papilaris Bellini. Tubulus koligens merupakan unsur utama medulla berjalan lurus. Tubulus koligens yang lebih kecil dibatasi oleh epitel kubis, sedangkan garis tengah duktus koligens terdiri atas sel-sel berwarna muda. Tubulus yang besar dengan tubulus koligens yang lebih kecil yang berasal masing-masing medullary ray ternyata saling mengadakan hubungan tegak lurus mulai pada tubulus distal tetapi yang penting pada tubulus koligens adalah mekanisme yang tergantung pada hormon antidiuretik

(ADH) untuk pemekatan atau pengenceran terakhir urin. Dinding tubulus distal dan tubulus koligens sangat mudah ditembus air bila terdapat ADH dalam jumlah besar.



◀ **Gambar 5.6.**
Fotomikroskopi tubulus ginjal, warna biru menunjukkan satu tubulus ginjal

Tubulus ginjal merupakan lanjutan dari kapsula Bowman. Bagian yang mengalirkan filtrat dari kapsula Bowman disebut tubulus konvulus proksimal. Bagian selanjutnya adalah lengkung Henle yang bermuara pada tubulus konvulus distal.

Lengkung Henle diberi nama berdasar penemunya yaitu Friedrich Gustav Jakob Henle di awal tahun 1860-an. Lengkung Henle menjaga tingkat osmotik dalam pertukaran lawan arus yang digunakan untuk filtrasi. Sel yang melapisi tubulus memiliki banyak mitokondria yang menghasilkan ATP dan memungkinkan terjadinya transpor aktif untuk menyerap kembali glukosa, asam amino, dan berbagai ion mineral. Sebagian besar air (97.7%) dalam filtrat masuk ke dalam tubulus konvulasi dan tubulus kolektivus melalui osmosis.

Cairan mengalir dari tubulus konvulus distal ke dalam sistem pengumpul yang terdiri dari:

- tubulus penghubung
- tubulus kolektivus kortikal
- tubulus kolektivus medularis

Tempat lengkung Henle bersinggungan dengan arteri aferen disebut aparatus juxtaglomerular. mengandung macula densa dan

sel juxtaglomerular. Sel juxtaglomerular adalah tempat terjadinya sintesis dan sekresi renin.

Cairan menjadi makin kental di sepanjang tubulus dan saluran untuk membentuk urin, yang kemudian dibawa ke kandung kemih melewati ureter.

5.2. Fungsi Ginjal

Ginjal memiliki 2 (dua) fungsi utama yaitu:

1. Menyaring sisa-sisa metabolisme dari cairan darah dan mengeluarkannya dalam bentuk air kemih.
2. Menjaga keseimbangan air dan ion-ion mineral dalam darah agar tekanan osmotik cairan tubuh tetap seimbang.

Selain itu ginjal juga memiliki beberapa fungsi tambahan lain sebagai berikut:

1. Menghasilkan hormon *erythropoetin* yang berperan dalam membantu pembuatan sel darah merah.
2. Mengaktifkan vitamin D untuk memelihara kadar kalsium darah dan kesehatan tulang.

Sesuai dengan fungsinya, maka di dalam ginjal terjadi proses-proses sebagai berikut:

1. Ekskresi

Ekskresi adalah proses penyaringan dan pembuangan zat-zat sisa-sisa metabolisme yang tidak berguna bagi tubuh dan bersifat racun. Oleh karena itu, ginjal disebut sebagai alat ekskresi. Ekskresi zat-zat sisa-sisa metabolisme oleh ginjal melalui proses pembentukan air kemih yang meliputi: filtrasi, penyerapan kembali (reabsorpsi), dan sekresi.

2. Filtrasi

Sangat penting untuk dipahami bahwa fungsi ginjal adalah menyaring cairan darah sehingga zat-zat yang tidak diperlukan oleh tubuh dapat dibuang seperti misalnya sisa metabolisme. Darah disaring melalui dinding epitelium tipis yang berpori dari glomerulus dan kapsula Bowman karena adanya tekanan dari darah yang mendorong plasma darah. Filtrasi berlangsung di dalam glomerulus, dimana urin primer atau *ultra filtrate* plasma darah dibentuk. Pada dasarnya, ginjal berfungsi menyaring atau membersihkan darah. Aliran darah ke ginjal sekitar 1,2 liter/menit atau 1.700 liter/hari. Darah tersebut disaring menjadi cairan filtrat sebanyak 120 ml/menit

atau 170 liter/hari ke tubulus. Cairan filtrat kemudian diproses di dalam tubulus hingga akhirnya keluar dari kedua ginjal menjadi urine sebanyak 1-2 liter/hari. Di antara darah dalam glomerulus dan ruangan berisi cairan dalam kapsula Bowman terdapat tiga lapisan:

1. kapiler selapis sel endotelium pada glomerulus
2. lapisan kaya protein sebagai membran
3. selapis sel epitel melapisi dinding kapsula Bowman (*podosit*)

Dengan bantuan tekanan, cairan dalam darah didorong keluar dari glomerulus, melewati ketiga lapisan tersebut dan masuk ke dalam ruangan dalam kapsula Bowman dalam bentuk filtrat glomerular.

Filtrat plasma darah tidak mengandung sel darah ataupun molekul protein yang besar. Protein dalam bentuk molekul kecil dapat ditemukan dalam filtrat ini. Darah manusia melewati ginjal sebanyak 350 kali setiap hari dengan laju 1,2 liter per menit, menghasilkan 125 cc filtrat glomerular per menitnya. Laju penyaringan glomerular ini digunakan untuk tes diagnosa fungsi ginjal.

Filtrat yang dihasilkan akan masuk ke dalam tubulus ginjal. Darah yang telah tersaring akan meninggalkan ginjal lewat arteri *eferen*. Kedua ginjal menghasilkan sekitar 125 ml filtrat per menit. 125 ml diabsorpsi dan yang 1 ml dikeluarkan ke dalam kaliks sebagai urin. Setiap 24 jam dibentuk sekitar 1500 ml urin.

Aliran darah dalam kedua ginjal pada orang dewasa jumlahnya sekitar 1,2 – 1,3 liter per menit, yang berarti bahwa darah yang beredar dalam tubuh melalui ginjal setiap 4 – 5 menit.

1. Nefron, terutama tubulus kontortus proksimal, mereabsorpsi zat-zat dalam filter, yang berguna bagi metabolisme tubuh sehingga mempertahankan homeostatis lingkungan internal. Juga memindahkan hasil-hasil sisa dari darah ke lumen tubulus, dikeluarkan dalam urin. Tubulus koligens mengabsorpsi air, sehingga membantu pemekatan urin. Dengan cara ini, organisme menguasai keseimbangan air, cairan intersel dan osmotik.
2. Tekanan hidrostatik glomerulus lebih tinggi daripada tekanan hidrostatik pada kapiler-kapiler lain. Tekanan ini sekitar 75 mmHg. Filtrasi glomerulus dibentuk akibat tekanan hidrostatik darah dimana gaya-gaya yang melawan tekanan hidrostatik yaitu: tekanan osmotik koloid plasma (30 mm Hg).

Nefron berfungsi sebagai regulator air dan zat terlarut (terutama elektrolit) dalam tubuh dengan cara menyaring darah, kemudian mereabsorpsi cairan dan molekul yang masih diperlukan tubuh. Molekul dan sisa cairan lainnya akan dibuang. Reabsorpsi dan

pembuangan dilakukan menggunakan mekanisme pertukaran lawan arus dan kotranspor. Hasil akhir yang kemudian diekskresikan disebut urin.

Ginjal mempertahankan keasaman (pH) plasma darah pada kisaran 7,4 melalui pertukaran ion hidronium dan hidroksil. Akibatnya, urin yang dihasilkan dapat bersifat asam pada pH 5 atau alkalis pada pH 8.

Kadar ion natrium dikendalikan melalui sebuah proses homeostasis yang melibatkan aldosteron untuk meningkatkan penyerapan ion natrium pada tubulus konvolusi.

Kenaikan atau penurunan tekanan osmotik darah karena kelebihan atau kekurangan air akan segera dideteksi oleh hipotalamus yang akan memberi sinyal pada kelenjar pituitari dengan umpan balik negatif. Kelenjar pituitari mensekresi hormon antidiuretik (*vasopresin*) untuk menekan sekresi air sehingga terjadi perubahan tingkat absorpsi air pada tubulus ginjal. Akibatnya konsentrasi cairan jaringan akan kembali menjadi 98%.

Ginjal mengatur susunan kimia melalui filtrasi, absorpsi aktif, absorpsi pasif, dan sekresi. Filtrasi berlangsung dalam glomerulus, dimana *ultra filtrate* plasma darah dibentuk. Pasa tubuh nefron, terutama tubulus kontortus proksimal, mereabsorpsi zat-zat dalam filter, yang berguna bagi metabolisme tubuh. Sehingga mempertahankan homeostatis lingkungan internal. Juga memindahkan hasil-hasil sisa dari darah ke lumen tubulus, dikeluarkan dalam urin. Tubulus koligen mengabsorpsi air, sehingga membantu pemekatan urin. Dengan cara ini, organisme menguasai keseimbangan air, cairan interstel dan osmotik.

Kedua ginjal menghasilkan sekitar 125 ml filtrat per menit. 125 ml diabsorpsi dan yang 1 ml dikeluarkan ke dalam kaliks sebagai urin. Setiap 24 jam dibentuk sekitar 1500 ml urin.

Aliran darah dalam kedua ginjal pada orang dewasa jumlahnya sekitar 1,2 – 1,3 l per menit, yang berarti bahwa darah yang beredar dalam tubuh melalui ginjal setiap 4 – 5 menit.

Glomeruli mengandung kapiler-kapiler arteri yang tekanan hidrostatiknya lebih tinggi daripada tekanan hidrostatik pada kapiler-kapiler lain. Tekanan ini sekitar 75 mm Hg. Filtrasi glomerulus dibentuk akibat tekanan hidrostatik darah dimana gaya-gaya yang melawan tekanan hidrostatik yaitu:

1. tekanan osmotik koloid plasma (30 mm Hg)

2. tekanan cairan yang terdapat dalam bagian tubulus nefron (10 mm Hg)
3. tekanan interstitial didalam parenkin ginjal (10 mm Hg), yang bekerja pada kapsul bowman yang diteruskan ke cairan kapsuler.

Tekanan hidrostatis adalah 75 mm Hg dan jumlah total gaya-gaya yang melawannya adalah 50 mm Hg. Gaya filtrasi yang dihasilkan kira-kira 25 mm Hg.

5.3. Mekanisme Pengaturan Kadar Air Tubuh

Pengaturan kadar air tubuh (osmoregulasi) melibatkan sel-sel osmoreseptor dan baroreseptor yaitu sel-sel sensoris yang berperan memonitor perubahan konsentrasi ion natrium atau volume air (tekanan osmotik) darah. Sel-sel baroreseptor tersebut terletak didalam dinding sinus karotid dan berperan memberikan informasi ke tempat spesifik di otak (hipotalamus). Apabila tekanan osmose darah meningkat akan memacu sekresi hormon vasopresin atau ADH (*antidiuretic hormone*) dari hipofisa posterior yang berperan meningkatkan reabsorpsi air pada tubulus kolektivus ginjal, sebaliknya jika tekanan osmose darah menurun akan menekan sekresi ADH sehingga banyak kencing. ADH bekerja merangsang sel tubulus kolektivus ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air. Vasopresin juga menyebabkan kontriksi otot polos pembuluh darah sehingga mengakibatkan tekanan darah meningkat untuk kembali ke normal.

Regulasi tekanan osmotik cairan tubuh (osmoregulasi) yaitu pengaturan kadar air untuk terciptanya tekanan osmosis darah yang seimbang (isotonis). Mekanisme osmoregulasi terjadi jika tekanan osmose darah meningkat, maka akan memacu sekresi ADH (*antidiuretic hormone*) yang berperan meningkatkan reabsorpsi air pada tubulus kontortus distal ginjal sehingga air banyak diserap kembali (reabsorpsi) dan tekanan kembali normal.

Jika tubuh kekurangan air dan tidak segera diganti, maka akan mengakibatkan dehidrasi. Hiperosmolalitas dan hipovolemia dideteksi oleh sel osmoreseptor dan baroreseptor yaitu sel sensoris yang berperan memonitor perubahan konsentrasi ion natrium atau volume air (tekanan osmotik) dalam darah. Baroreseptor tersebut terletak dalam dinding sinus karotid berperan memberikan informasi ke tempat spesifik di otak. Pengolahan informasi tersebut dalam hipotalamus menghasilkan pembebasan hormon vasopresin dari

neuron kelenjar pituitaria posterior. ADH bekerja merangsang sel tubulus kolektivi ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air. Vasopresin juga menyebabkan kontraksi otot polos pembuluh darah sehingga mengakibatkan tekanan darah meningkat untuk kembali ke normal.

5.4. Regulasi kadar ion natrium (sodium)

Ion Natrium (sodium) merupakan elektrolit utama dalam tubuh secara terus-menerus dikeluarkan lewat urin dan perkeringatan. Pengaturan kadar ion Natrium melibatkan sel-sel korteks adrenal (hormon aldosteron) dan sel-sel tubulus ginjal. Ion Natrium (Sodium) merupakan ion utama yang menyusun elektrolit tubuh. Natrium secara terus menerus dikeluarkan lewat urin dan keringat. Sel khusus yang terdapat pada dinding pembuluh darah ginjal berperan sebagai osmoreseptor berperan memantau kadar ion natrium dalam darah. Jika kadar natrium turun (osmolaritas menurun), maka sel tersebut mengeluarkan enzim renin yang mengubah angiotensinogen menjadi angetensin I kemudian angiotensin II. Angiotensin II sebagai hormon berperan merangsang sel korteks adrenal untuk mensintesis dan mensekresikan aldosteron. Aldosteron merangsang sel-sel tubulus ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi natrium dalam urin sehingga kadar natrium darah kembali seimbang (normal).

Peran ginjal sangat penting dalam menjaga suasana lingkungan internal agar tetap sesuai untuk kelangsungan proses fisiologis di dalam sel atau yang disebut homeostasis (W.B. Cannon). Pada tubuh manusia, sel-sel yang menyusun jaringan berada dalam suatu lingkungan yang disebut lingkungan internal. Claude Bernard (bangsa Perancis) menamakan lingkungan internal tersebut dengan istilah *milieu interieur*. Lingkungan internal tersebut tidak lain adalah ruang antarsel. Ruang antarsel bukan merupakan suatu ruangan kosong, melainkan ruangan yang dipenuhi dengan cairan, demikian juga ruang dalam sel (sitoplasma).

Menurut Ganong (1991), komposisi tubuh kita sebagian besar merupakan cairan yaitu kurang lebih 60%. Cairan tubuh, berdasarkan keberadaannya (letak) dapat dibedakan menjadi cairan ekstraseluler (CES) 20 %, dan intraseluler (CIS) 40%. Cairan ekstraseluler dapat dibedakan menjadi cairan interseluler (jaringan) 75%, dan cairan plasma dan limfe 25%. Sebagai contoh, seseorang dengan berat badan 50 Kg, maka cairan tubuh total sekitar 30 L. 20

L CIS, 10 L CES, 7,5 cairan jaringan dan 2,5 L cairan plasma dan limfe.

Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai kedalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik, ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam. Beberapa gas tertentu dapat berfungsi sebagai elektrolit pada kondisi tertentu misalnya pada suhu tinggi atau tekanan rendah. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam kuat.

5.5. Penyakit dan ketidaknormalan ginjal

Penyebab penyakit ginjal antara lain, yaitu:

1. Penyakit umum, seperti kencing manis, hipertensi, kolesterol tinggi, paru atau TBC, sifilis, malaria, hepatitis, pre-eklampsia, muntaber, perdarahan, dan luka bakar. Hal-hal tersebut dapat menyebabkan gangguan pada ginjal.
2. Penyakit lokal pada ginjal, seperti penyakit pada saringan (glomerulus) atau *glomerulonephritis*, infeksi kuman, adanya kista di ginjal, benturan, terpukul, kanker *malignancy*, dan sumbatan batu ginjal atau tumor.

Gejala penyakit ginjal dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Gejala akut, seperti mata bengkak, nyeri pinggang yang hebat, rasa sakit ketika buang air kecil, demam, dan sering buang air kecil.
2. Gejala kronis, seperti lemas, tidak nafsu makan, mual, muntah, bengkak, buang air kecil berkurang, gatal, sesak napas, dan anemia.

Penanganan pasien dengan penyakit ginjal dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Periksa, diagnosa atau pengenalan dini terhadap gagal ginjal.
2. Kontrol atau monitor progresivitas gagal ginjal.

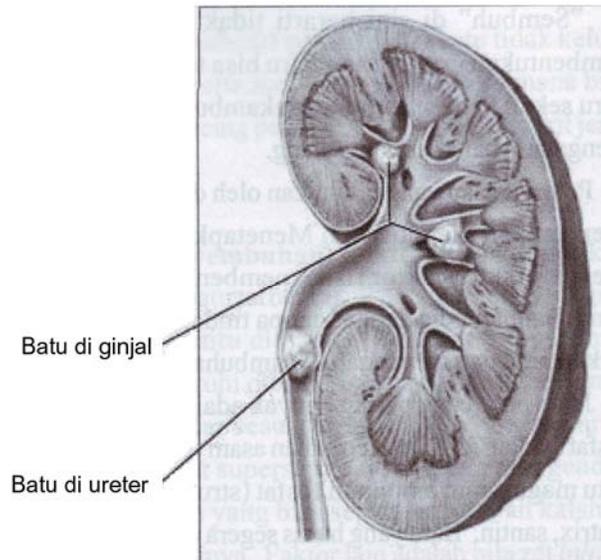
Deteksi dan koreksi terhadap penyebab gagal ginjal yang masih dapat disembuhkan.

1. Batu Ginjal

Batu ginjal di dalam saluran kemih (*kalkulus uriner*) adalah massa keras seperti batu yang terbentuk di sepanjang saluran kemih dan

bisa menyebabkan nyeri, perdarahan, penyumbatan aliran kemih atau infeksi.

Batu ini bisa terbentuk di dalam ginjal (batu ginjal) maupun di dalam kandung kemih (batu kandung kemih). Proses pembentukan batu ini disebut *urolitiasis (lithiasis renalis, nefrolitiasis)*.



▲ **Gambar 5.7.** Letak batu ginjal pada saluran ginjal

Penyebab

Terbentuknya batu bisa terjadi karena air kemih jenuh dengan garam-garam yang dapat membentuk batu atau karena air kemih kekurangan penghambat pembentukan batu yang normal. Sekitar 80% batu terdiri dari kalsium, sisanya mengandung berbagai bahan, termasuk asam urat, sistin dan mineral struvit. Batu struvit (campuran dari magnesium, amonium dan fosfat) juga disebut "batu infeksi" karena batu ini hanya terbentuk di dalam air kemih yang terinfeksi. Ukuran batu bervariasi, mulai dari yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sampai yang sebesar 2,5 sentimeter atau lebih. Batu yang besar disebut "*kalkulus staghorn*". Batu ini bisa mengisi hampir keseluruhan *pelvis renalis* dan *kalises renalis*.

Gejala

Batu ginjal, terutama yang ukuran kecil, bisa tidak menimbulkan gejala. Gejala batu ginjal tergantung pada letak batu tersebut.

- Batu di dalam kandung kemih bisa menyebabkan nyeri di perut bagian bawah.
- Batu yang menyumbat ureter, *pelvis renalis* maupun *tubulus renalis* bisa menyebabkan nyeri punggung atau *kolik renalis* (nyeri kolik yang hebat).

Kolik renalis ditandai dengan nyeri hebat yang hilang-timbul, biasanya di daerah antara tulang rusuk dan tulang pinggang, yang menjalar ke perut, daerah kemaluan dan paha sebelah dalam. Gejala lainnya adalah mual dan muntah, perut menggelembung, demam, menggigil dan darah di dalam air kemih. Penderita mungkin menjadi sering berkemih, terutama ketika batu melewati ureter. Batu bisa menyebabkan infeksi saluran kemih. Jika batu menyumbat aliran kemih, bakteri akan terperangkap di dalam air kemih yang terkumpul di atas penyumbatan, sehingga terjadilah infeksi. Jika penyumbatan ini berlangsung lama, air kemih akan mengalir balik ke saluran di dalam ginjal, menyebabkan penekanan yang akan menggelembungkan ginjal (*hidronefrosis*) dan pada akhirnya bisa terjadi kerusakan ginjal.

Diagnosis

Batu yang tidak menimbulkan gejala, mungkin akan diketahui secara tidak sengaja pada pemeriksaan analisa air kemih rutin (*urinalisis*).

Batu yang menyebabkan nyeri biasanya didiagnosis berdasarkan gejala *kolik renalis*, disertai dengan adanya nyeri tekan di punggung dan selangkangan atau nyeri di daerah kemaluan tanpa penyebab yang jelas.

Analisis air kemih mikroskopik bisa menunjukkan adanya darah, nanah atau kristal batu yang kecil. Biasanya tidak perlu dilakukan pemeriksaan lainnya, kecuali jika nyeri menetap lebih dari beberapa jam atau diagnosis belum pasti.

Pemeriksaan tambahan yang bisa membantu menegakkan diagnosis adalah pengumpulan air kemih 24 jam dan pengambilan contoh darah untuk menilai kadar kalsium, sistin, asam urat dan bahan lainnya yang bisa menyebabkan terjadinya batu.

Rontgen perut bisa menunjukkan adanya batu kalsium dan batu struvit. Pemeriksaan lainnya yang mungkin perlu dilakukan adalah *urografi intravena* dan *urografi retrograd*.

Pencegahan

Minum banyak cairan akan meningkatkan pengeluaran dan pembentukan air kemih sehingga dapat membantu membuang beberapa batu; jika batu telah terbuang, maka tidak perlu lagi dilakukan pengobatan.

Kolik renalis bisa dikurangi dengan obat pereda nyeri golongan narkotik. Batu di dalam pelvis renalis atau bagian ureter paling atas yang berukuran 1 sentimeter atau kurang seringkali bisa dipecahkan oleh gelombang ultrasonik (*extracorporeal shock wave lithotripsy, ESWL*). Pecahan batu selanjutnya akan dibuang dalam air kemih. Kadang sebuah batu diangkat melalui suatu sayatan kecil di kulit, yang diikuti dengan pengobatan ultrasonik. Batu kecil di dalam ureter bagian bawah bisa diangkat dengan endoskopi yang dimasukkan melalui uretra dan masuk ke dalam kandung kemih. Batu asam urat kadang akan larut secara bertahap pada suasana air kemih yang basa (misalnya dengan memberikan kalium sitrat), tetapi batu lainnya tidak dapat diatasi dengan cara ini. Batu asam urat yang lebih besar, yang menyebabkan penyumbatan, perlu diangkat melalui pembedahan. Tindakan pencegahan pembentukan batu tergantung kepada komposisi batu yang ditemukan pada penderita. Batu tersebut dianalisa dan dilakukan pengukuran kadar bahan yang bisa menyebabkan terjadinya batu di dalam air kemih.

Batu kalsium

Sebagian besar penderita batu kalsium mengalami hiperkalsiuria, dimana kadar kalsium di dalam air kemih sangat tinggi.

Obat *diuretik thiazid* (misalnya *trichlormetazid*) akan mengurangi pembentukan batu yang baru. Dianjurkan untuk minum banyak air putih (8-10 gelas/hari). Diet rendah kalsium dan mengkonsumsi *natrium selulosa fosfat*.

Untuk meningkatkan kadar sitrat (zat penghambat pembentukan batu kalsium) di dalam air kemih, diberikan kalium sitrat. Kadar oksalat yang tinggi dalam air kemih, yang menyokong terbentuknya batu kalsium, merupakan akibat dari mengkonsumsi makanan yang kaya oksalat (misalnya bayam, coklat, kacang-kacangan, merica dan teh). Oleh karena itu sebaiknya asupan makanan tersebut dikurangi. Kadang batu kalsium terbentuk akibat penyakit lain, seperti *hiperparatiroidisme*, *sarkoidosis*, keracunan vitamin D, *asidosis tubulus renalis* atau kanker. Pada kasus ini sebaiknya dilakukan pengobatan terhadap penyakit-penyakit tersebut.

Batu asam urat

Dianjurkan untuk mengurangi makan daging, ikan dan unggas, karena makanan tersebut menyebabkan meningkatnya kadar asam urat di dalam air kemih. Untuk mengurangi pembentukan asam urat bisa diberikan *allopurinol*. Batu asam urat terbentuk jika keasaman air kemih bertambah, karena itu untuk menciptakan suasana air kemih yang alkalis (basa), bisa diberikan kalium sitrat. Dan sangat dianjurkan untuk banyak minum air putih.

Pencegahan

Penyakit ginjal dapat menjadi penyakit yang bersifat kronis dan mematikan. Oleh sebab itu, lebih baik menemukan gejalanya sejak dini dan segera mengatasinya sehingga tidak menjadi penyakit yang berkepanjangan serta menimbulkan kerugian yang lebih besar.

Dialisis dan transplantasi ginjal

Umumnya, seseorang dapat hidup normal dengan hanya satu ginjal. Bila kedua ginjal tidak berfungsi normal, maka seseorang perlu mendapatkan suatu Terapi Pengganti Ginjal (TPG). TPG ini dapat dilakukan baik bersifat sementara waktu maupun terus-menerus. TPG terdiri atas tiga, yaitu:

1. Hemodialisis (Cuci Darah). Prinsip dasar dari hemodialisis adalah membersihkan darah dengan menggunakan Ginjal Buatan.
2. Peritoneal Dialisis (Cuci Rongga Perut) Sedangkan Peritoneal dialisis menggunakan Selaput rongga perut (peritoneum) sebagai saringan antara darah dan cairan dialisa.
3. Cangkok ginjal (transplantasi). Transplantasi ginjal sekarang ini lumayan umum. Transplantasi ginjal dapat dilakukan secara "*cadaveric*" (dari seseorang yang telah meninggal) atau dari donor yang masih hidup (biasanya anggota keluarga). Ada beberapa keuntungan untuk transplantasi dari donor yang masih hidup, termasuk kecocokan lebih bagus, donor dapat dites secara menyeluruh sebelum transplantasi dan ginjal tersebut cenderung memiliki jangka hidup yang lebih panjang.



Gambar 5.8. Pasien cuci darah karena kerusakan ginjal akut

Kata-kata Penting

- Korteks ginjal
- Medulla ginjal
- Badan Malphigi
- Nefron
- Batu ginjal
- Cuci darah
- Nefritis

Rangkuman

- Ekskresi adalah proses pengeluaran zat-zat yang berlebihan dari dalam tubuh karena dapat mengganggu terciptanya homeostasis.
- Ekskresi lewat ginjal berfungsi untuk mengeluarkan sisa-sisa metabolisme dan menjaga tekanan osmotik cairan tubuh.
- Unit struktural dan fungsional ginjal dalam pembentukan urine adalah nefron (*nephron*). Nefron dapat dibedakan menjadi nefron vaskuler dan nefron epitel. Nefron pembuluh yaitu *arteriole aferen*, *glomerulus*, *arteriole eferen*, dan kapiler peritubuler.
- Mekanisme pengaturan kadar air tubuh melibatkan sel-sel osmoreseptor dan baroreseptor yaitu sel-sel sensoris yang berperan memonitor perubahan konsentrasi ion natrium atau volume air (tekanan osmotik) darah. Pengolahan informasi tersebut dalam hipotalamus menghasilkan pembebasan hormon vasopresin dari neuron kelenjar pituitaria posterior. ADH bekerja merangsang sel tubulus kolektivi ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air.
- Keseimbangan Ion Natrium (Sodium), jika kadar natrium turun (osmolaritas menurun), maka sel tersebut mengeluarkan enzim renin yang berperan mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I kemudian angiotensin II. Angiotensin II sebagai hormon berperan merangsang sel korteks adrenal untuk mensintesis dan mensekresikan aldosteron. Aldosteron merangsang sel-sel tubulus ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi natrium dalam urin sehingga kadar natrium darah kembali seimbang (normal).

A. Lengkapi dengan jawaban yang tepat!

1. Kondisi lingkungan interna yang seimbang dan dinamis oleh W.B. Cannon disebut ...
2. Komposisi tubuh kita sebagian besar atau kurang lebih 60% berupa ...
3. Bagian cekungan ginjal yang merupakan tempat masuk-nya bundel saraf, arteri renalis, dan keluaranya vena renalis, dan ureter disebut ...
4. Suplai darah yang menuju ke ginjal berasal dari *aorta abdominalis* yang kemudian bercabang menjadi ...
5. Unit struktural dan fungsional ginjal dalam pembentukan urine adalah ...
6. Anyaman pembuluh darah kapiler yang merupakan cabang dari arteriol aferen disebut
7. Filtrasi darah dalam proses pembentukan urin terjadi pada bagian

-
8. Sel khusus yang menempel pada kapiler glomerulus dan berfungsi untuk filtrasi darah adalah ...
 9. Sel-sel tubulus yang berperan mereabsorpsi cairan ultra filtrat banyak terdapat di ...
 10. Sel-sel yang berperan menghasilkan enzim renin adalah ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Jelaskan keterkaitan sistem ekskresi dengan terciptanya kondisi homeostasis!
2. Jelaskan proses pembentukan urin!
3. Jelaskan proses filtrasi glomeruler!
4. Jelaskan peran sel-sel tubulus kontortus distal ginjal dalam absorpsi air!
5. Jelaskan peran ADH (*antidiuretic hormone*) dalam pengaturan reabsorpsi air!
6. Jelaskan peran hormon aldosteron dalam pengaturan reabsorpsi ion natrium!
7. Sebutkan bagian-bagian ginjal dan fungsinya !
8. Gambarkan secara urut nefron ginjal!
9. Gambarkan distribusi cairan tubuh manusia
10. Jelaskan peran sel-sel jukstaglomerulus dalam pengaturan keseimbangan air dalam tubuh!

Bab 6

Kesehatan Sistem Saraf



▲ **Gambar 6.1.** Koordinasi yang baik perlu dijaga dengan olahraga

Perhatikan ketika petenis sedang bermain tenis, mereka berlari kesana-kemari mengejar dan memukul bola tenis, kemudian berhenti sedemikian rupa tetapi mereka tidak terjatuh. Mengapa demikian? Karena mereka memiliki sistem koordinasi yang diperankan oleh syaraf dan hormon yang bekerja dengan baik sehingga mereka dapat berolahraga atau melakukan kegiatan lainnya dengan menyenangkan.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Sistem koordinasi
- Sistem syaraf
- Neuron sensoris dan motoris
- Sinapsis
- Klasifikasi sistem syaraf
- Sistem syaraf pusat (SSP)
- Lengkung refleks
- Kelelahan syaraf

6. Sistem Koordinasi

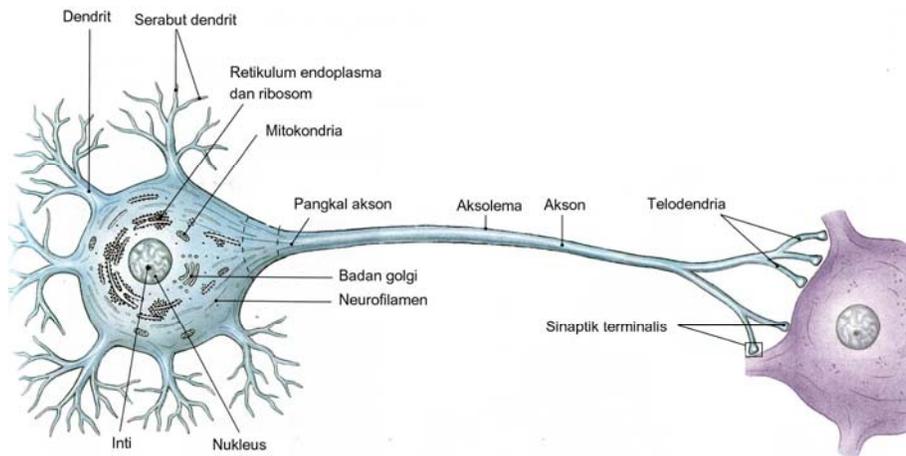
Sistem koordinasi (sistem kontrol) tersusun atas sistem syaraf (*nervous system*) dan sistem endokrin. Perbedaan antara sistem syaraf dengan sistem endokrin adalah pada sistem syaraf reaksi pengaruhnya sangat cepat tetapi daerah jangkauannya terbatas (lokal), sedangkan sistem endokrin pengaruhnya lambat tetapi meliputi seluruh tubuh (luas). Sistem syaraf merupakan gabungan dari berbagai syaraf dalam tubuh yang berperan di dalam koordinasi berperan mengkoordinir fungsi organ tubuh untuk mempertahankan kondisi homeostasis.

6.1. Sistem Syaraf

Sistem syaraf tersusun atas sel-sel syaraf (*neuron*) dan sel-sel penyokong yang disebut sel glia. Neuron seperti halnya sel biasa memiliki membran sel, sitoplasma, *organela*, nukleus, dan bagian yang spesifik berupa *neurofilamen* yaitu bangunan (struktur) seperti benang memanjang sepanjang akson.

1. Membran sel syaraf bersifat semipermeabel yang berfungsi mengatur keluar-masuknya zat-zat dari luar sel syaraf ke dalam sel syaraf atau sebaliknya.
2. Sitoplasma merupakan cairan di dalam sel syaraf yang mengandung berbagai zat yang diperlukan sel syaraf serta ion-ion tertentu terutama ion K^+ (kalium) dan ion Cl^- (klorid) sehingga muatan listrik di dalam sitoplasma lebih bermuatan negatif dibanding muatan listrik luar sel (sekelilingnya). Dengan demikian, pada kondisi istirahat (tanpa ada rangsangan) atau disebut polarisasi (*resting potensial*) muatan listrik antara dalam sel dan luar sel berbeda sekitar -30 s/d -90 mv (*milivolt*).
3. Organela sel syaraf seperti halnya organel sel lainnya. Organel yang terpenting mitokondria untuk sintesis neurotransmitter.
4. Neurofilamen berperan membentuk sel syaraf menjadi bangunan yang memanjang.

Secara morfologis neuron dapat dibedakan menjadi badan sel syaraf (somata), dendrit, akson, dan tombol ujung syaraf (*terminal botton*). Bentuk neuron bervariasi tergantung peran dan fungsinya. Beberapa jenis neuron yang dapat disebutkan sebagai contoh adalah: neuron sensoris, neuron motoris, interneuron, sel Purkinje (yang menyusun serebelum atau otak kecil), sel piramidal (yang menyusun area motoris korteks serebri atau otak besar), sel bipolar (yang menyusun retina mata).



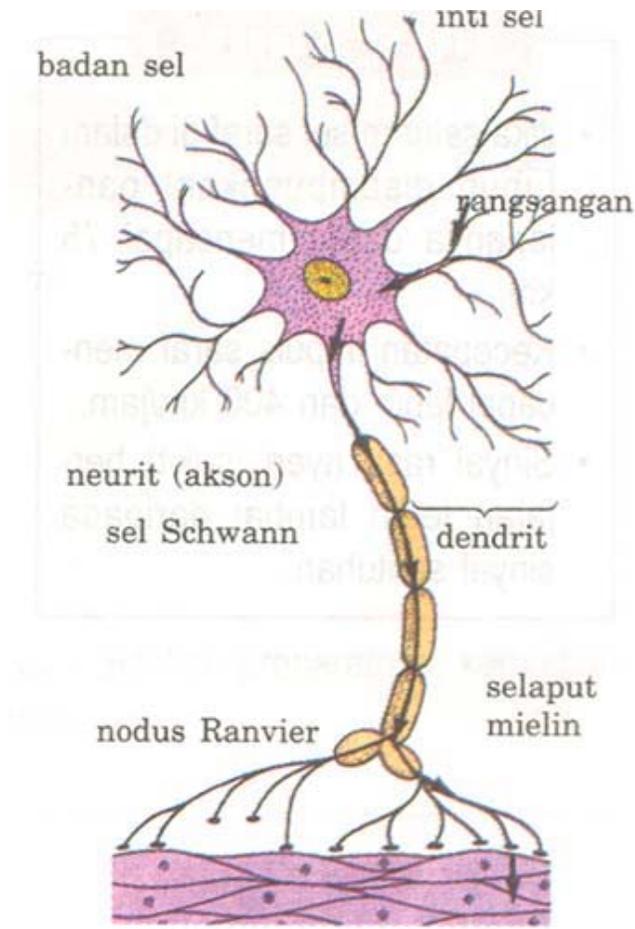
Gambar 6.2. Sel syaraf dengan bagian yang memanjang yang disebut akson

1. Somata merupakan bagian neuron yang berperan sebagai pengatur aktifitas sel syaraf karena pada somata terdapat nukleus dan organel. Pada bagian-bagian tertentu dari sistem syaraf, soma bergerombol membentuk suatu kelompok soma yang disebut *ganglion* (jika di luar SSP) atau disebut nukleus (jika di dalam SSP).
2. Dendrit merupakan bagian neuron yang memiliki percabangan banyak (seperti pohon), lebih pendek, tidak memiliki *akson hillock*, dan jarang yang bermielin.
3. Akson merupakan bagian dari neuron yang berupa serabut panjang, kebanyakan memiliki selubung mielin (*myelin*), memiliki *akson hillock*. Ujung akson membentuk suatu tombol ujung syaraf (*terminal botton*) yang berperan menghubungkan sel tersebut dengan sel lainnya seperti: sel syaraf lainnya (melalui suatu sinapsis), sel otot (melalui suatu *neuro-muscular junction*(antar hubungan syaraf-otot), atau sel kelenjar.

Berdasarkan fungsi konduksinya, neuron dapat dibedakan menjadi neuron sensoris, neuron motoris, dan *interneuron* (antar neuron).

1. Neuron sensoris (afere) berperan menyalurkan impuls (aksi potensial yang dijalarkan) dari reseptor menuju ke syaraf pusat. Kebanyakan neuron sensoris memiliki soma di luar SSP.
2. Neuron motoris (eferen) berperan menyalurkan impuls dari syaraf pusat menuju ke efektor. Neuron motoris memiliki soma di

medulla spinalis (atau sumsum tulang belakang).
Interneuron (atau neuron antara) berperan menghubungkan neuron satu dengan neuron lainnya.



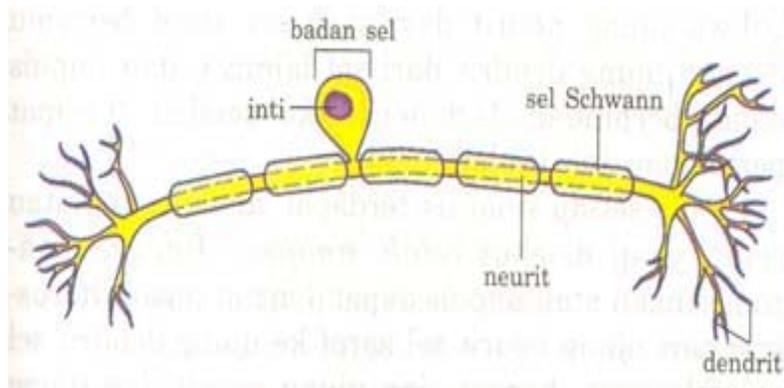
Gambar 6.3. Bagian-bagian sel syaraf

6.2.1. Neuron Sensoris dan Motoris

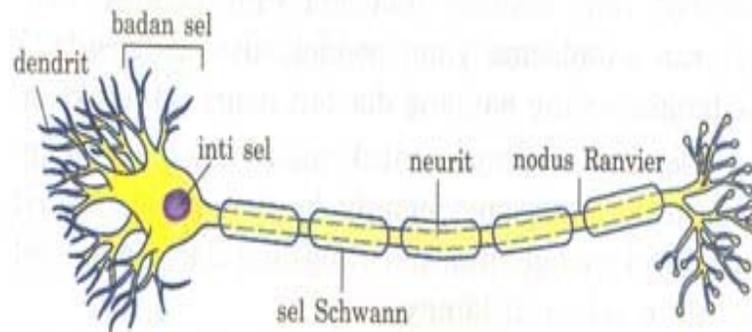
Sesuai dengan Hukum Bell Magendie, neuron sensoris menyalurkan impuls ke SSP, sedangkan neuron motoris menyalurkan impuls dari SSP. Neuron sensoris menuju medulla spinalis melewati sisi atas (*dorsal*) dan neuron motoris meninggalkan medulla spinalis lewat sisi bawah (*ventral*). Neuron berdasarkan ada tidaknya selubung myelin dapat dibedakan menjadi neuron tanpa myelin dan neuron bermielin. Myelin adalah selubung yang tersusun atas lemak yang dihasilkan oleh sel

Schawn.

Neuron merupakan sel eksitabel (dapat menyalurkan muatan listrik) apabila ada rangsangan yang mengenainya. Adanya rangsangan yang adekuat (mencukupi berdasarkan *hukum all or none*) akan menyebabkan perubahan membran sel syaraf yang berakibat terjadinya pertukaran ion dari luar ke dalam sel sehingga ion natrium (natrium) masuk ke dalam sel dan sebaliknya ion potasium (kalium) keluar dari sel sehingga menimbulkan perubahan beda potensial pada sel syaraf tersebut yang dikenal sebagai depolarisasi. Pada keadaan terdepolarisasi muatan listrik di dalam sel menjadi meningkat sampai 15 mv. Impuls adalah proses perpindahan muatan listrik sepanjang sel syaraf. Pada neuron bermyelin penjalaran impuls meloncat dari satu nodus Ranvier satu ke nodus Ranvier berikutnya yang disebut *saltator*.



Gambar 6.4. Sel syaraf sensori



Gambar 6.5. Sel syaraf motoris

6.2.2. Sinapsis

Sherrington mengatakan bahwa hubungan antara neuron satu dengan lainnya melalui suatu sambungan yang disebut sinapsis. Sinapsis secara struktural tersusun atas *membran presinaptik*, celah sinapsis, dan membran postsinaptik. Penjalaran impuls melalui celah sinapsis memerlukan suatu zat kimia yang disebut *neurotransmitter*. Sel presinaptik membebaskan *quanta* (paket) *transmitter* yang kemudian transmitter tersebut berdifusi menembus membran presinaptik ke dalam celah sinapsis dan kemudian menuju ke reseptor yang terdapat pada membran postsinaptik. Pada sinapsis dapat terjadi percepatan penjalaran impuls (eksitasi) atau dapat juga terjadi sebaliknya penghambatan penjalaran impuls (inhibisi). Setelah terjadi penjalaran impuls selanjutnya neurotransmitter tersebut diserap kembali oleh membran presinaptik. Hal ini sesuai dengan Hukum Dale yang mengatakan bahwa setiap neuron mensintesis, menyimpan, dan menggunakan hanya satu jenis neurotransmitter pada sinapsis aksonnya. Jenis neuro-transmitter sangat menentukan jenis rangsangan atau respon perilaku. Kekurangan atau kelebihan neurotransmitter tertentu akan menyebabkan gangguan seperti pada penyakit Parkinson, chorea, dan lainnya. Beberapa jenis neurotransmitter antara lain Asetilkolin (ACh), Nor-epinefrin (NE) atau noradrenalin (NA), Epinefrin (adrenalin).

6.2.3. Sel Glia

Sel *glia* merupakan sel penyokong struktur sistem syaraf dan berperan memberi nutrisi pada sel syaraf. Sel glia setiap saat dapat membelah dan membentuk sel baru sepanjang hidup. Kanker pada sistem syaraf biasanya mengenai sel glia. Jenis-jenis sel glia:

1. *Oligodendrocytes* di SSP
2. Sel Schwann pada SST berfungsi untuk membentuk selubung mielin
3. *Microglia* dan *astroglia* merupakan bagian yang membentuk BBB (*Blood Brain Barrier*) berperan membuang limbah (ekskresi) dari syaraf pusat.

6.6. Klasifikasi Sistem Syaraf

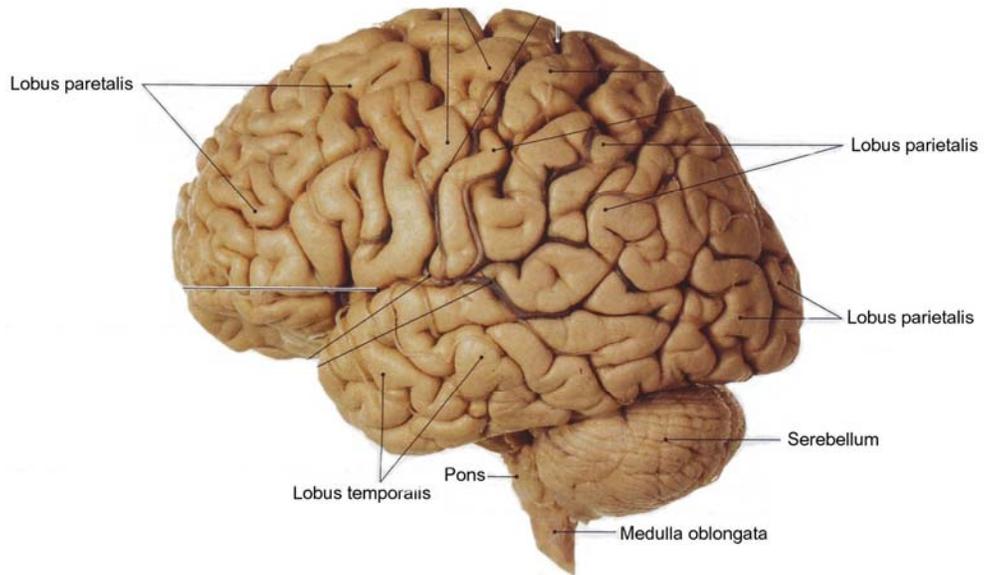
Sistem syaraf berdasarkan letak dan kedudukannya dapat dibedakan menjadi: CNS (*central nervous system*) atau SSP (Sistem Syaraf Pusat) dan PNS (*peripheral nervous system*) atau SST (Sistem Syaraf Tepi).

6.6.1. Sistem Syaraf Pusat (SSP)

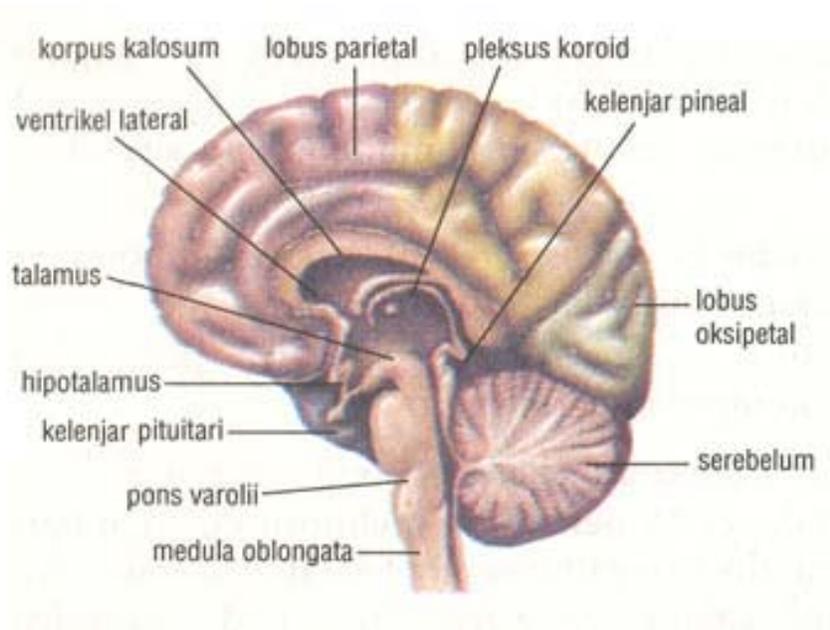
SSP terdiri atas otak dan medulla spinalis. Pada SSP terdapat cairan cerebrospinal yang terletak pada ventrikel otak dan kanalis medialis (sentralis). Cairan *cerebrospinal* berasal dari filtrasi darah oleh *plexus choroideus* (anyaman pembuluh darah). Cairan cerebrospinal berfungsi memberi nutrisi sel-sel otak dan medulla spinal. SSP dilindungi oleh suatu selubung kuat yang disebut *meninges*. Meninges tersusun atas 3 lapisan dari luar ke dalam sebagai berikut: *dura mater*, *arachnoid*, dan *pia mater*.

Otak

Otak tersusun atas berjuta-juta sel syaraf dan sel pendukung yang disebut sel glia (neuroglia). Sel syaraf otak terletak pada bagian tepi (kortek) sehingga membentuk lapisan berwarna kelabu yang disebut *gray matter* (*substansia grisea* atau benda abu-abu), sedangkan sel penyokong terletak didalam membentuk substansi putih yang disebut *white matter* (*substansia alba* atau benda putih). Neuron yang terdapat pada otak kebanyakan dari jenis interneuron dan motoris. Neuron motoris otak menuju ke (menginervasi) sel syaraf lainnya, sel kelenjar, atau otot skelet. Otak terdiri atas 3 bagian utama yaitu otak depan (*forebrain*), otak tengah (*midbrain*), dan otak belakang (*hindbrain*). Otak depan meliputi: thalamus, kelenjar pituitaria, korteks cerebri, bulbus olfactorius, dan sistem *lymbic* (yang meliputi hipotalamus dan hippocampus). Korteks cerebri tersusun atas 4 lobus yaitu *lobus occipitalis*, *parietalis*, *frontalis*, dan *temporalis*. Korteks cerebri bertanggung jawab terhadap proses pengolahan informasi sensoris dan motoris. Otak belakang meliputi: medulla oblongata, pons varolli, dan cerebellum. Otak tengah meliputi tectum, tegmentum (terdapat banyak nuklei), *colliculus superior*, dan *colliculus inferior*.



▲ **Gambar 6.6.** Otak tampak dari luar



▲ **Gambar 6.7.** Penampang bagian dalam otak

Medulla spinalis

Neuron yang menyusun medulla spinalis terdapat pada bagian tengah membentuk substansia grisea, sedangkan sel penyokong terdapat pada bagian tepi yang membentuk substansia alba. Berdasarkan arah konduksinya, neuron dapat dibedakan menjadi *neuron ascendens* dan *descendens*. Neuron ascendens bersifat afferen artinya menyalurkan impuls menuju ke otak. Neuron descendens menyalurkan impuls dari otak ke efektor. Setiap segmen medulla spinalis terdapat neuron sensoris dan motoris yang menginervasi kulit, otot, dan atau organ dalam (*viscera*). Segmen yang sama yang disebut dermatom.

6.6.2. Sistem Syaraf Tepi (SST)

SST terdiri dari syaraf kranial, syaraf spinal, dan syaraf otonom (simpatis dan parasimpatis).

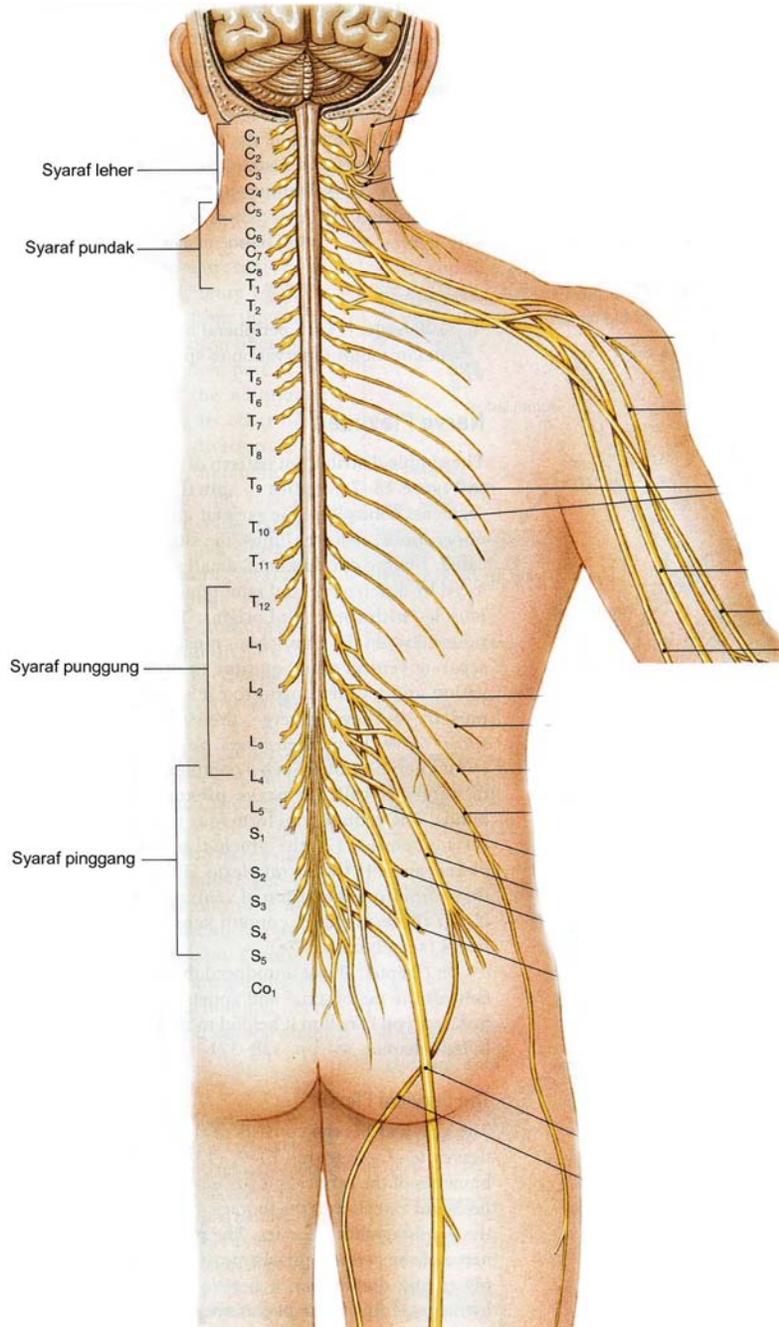
Syaraf kranial

Syaraf kranial merupakan serabut syaraf yang berasal dari otak. Berperan menyalurkan informasi sensoris dari reseptor yang ada di kepala ke otak, dan menyalurkan respons menuju ke efektor. Peran sensoris dan motoris otak dikontrol oleh nuklei yang kebanyakan terletak pada otak belakang dan otak depan. Ada 12 pasang serabut syaraf kranial yaitu:

1. Syaraf pertama (olfactorius): ke organ pembau
2. Syaraf kedua (opticus): ke organ penglihatan
3. Syaraf ketiga (occulomotorius): rangsang dari otot mata
4. Syaraf keempat (trochlearis): rangsang dari otot mata
5. Syaraf kelima (trigeminus): rangsang (sentuhan, nyeri, panas) dari wajah, hidung dan mulut
6. Syaraf keenam (abducens): rangsang dari otot mata
7. Syaraf ketujuh (facialis): rangsang dari wajah
8. Syaraf kedelapan (Accusticus): organ pendengaran dan keseimbangan
9. Syaraf kesembilan (Glosopharyngeus): rangsang dari pangkal lidah dan tenggorokan
10. Syaraf kesepuluh (Vagus): rangsang dari jantung, paru, saluran pencernaan
11. Syaraf kesebelas (Accesorius): tidak memiliki sensoris, memiliki motoris
12. Syaraf keduabelas (Hypoglosal): rangsang dari otot lidah

Syaraf spinal

Syaraf spinal merupakan serabut syaraf yang berasal dari medulla spinalis.



▲ **Gambar 6.8.** Syaraf spinal yang berasal dari sumsum tulang belakang

Syaraf spinal terdiri atas 31 segmen. Berdasarkan letaknya dapat dibedakan menjadi:

1. Syaraf-syaraf leher terdiri atas 8 segmen
2. Syaraf-syaraf dada terdiri atas 12 segmen
3. Syaraf-syaraf punggung terdiri atas 5 segmen
4. Syaraf-syaraf pinggul terdiri atas 5 segmen
5. Syaraf-syaraf ekor terdiri atas 1 segmen

Sistem syaraf otonom

Sistem syaraf otonom merupakan kelompok syaraf yang mempunyai aktivitas otomatis (diluar pengaruh kesadaran), misalnya: denyut jantung, tekanan darah, kecepatan respirasi, kecepatan pencernaan, perkeringatan. Sistem syaraf otonom dibedakan menjadi sistem syaraf simpatis dan parasimpatis.

1. Sistem syaraf simpatis

Sistem syaraf simpatis berasosiasi dengan medulla spinalis khususnya pada segmen *cervicalis*, *thoracalis*, dan *lumbalis*. Sistem syaraf simpatis memiliki ganglia yang terletak di samping dekat vertebrae yang membentuk suatu untai yang disebut trunkus sympatikus. Impuls dari SSP dijalarkan melalui ganglia simpatis menuju sel target. Sistem syaraf simpatis menyiapkan tubuh untuk kegiatan berani atau lari (*fight or flight*). Simpatis berperan meningkatkan frekuensi denyut jantung, frekuensi nafas, dan menurunkan aktifitas pencernaan.

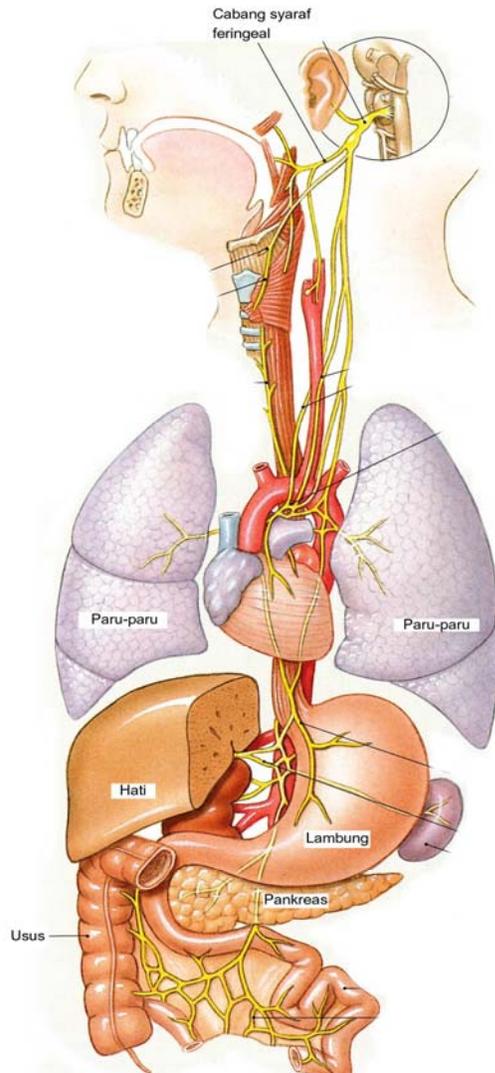
2. Sistem syaraf parasimpatis

Syaraf parasimpatis berasal dari nervi kranialis (N X) dan syaraf spinal segmen sakralis. Parasimpatis memiliki ganglia berada di dekat atau di dalam organ yang diinervasi. Dengan demikian serabut syaraf postganglionernya di dekat atau di dalam organ yang diinervasi. Parasimpatis tidak berkaitan satu dengan yang lain. Biasanya setiap organ diinervasi oleh kedua syaraf tersebut dengan pengaruh yang berlawanan (*opposite*) yang mana pengaruh simpatis memacu sedangkan parasimpatis menghambat. Kecuali organ berikut: kelenjar keringat, adrenal, otot pembuluh darah, dan otot erektor filli (rambut) hanya diinervasi oleh simpatis. Berdirinya bulu ("*goosflesh*") dikontrol oleh syaraf simpatis. Parasimpatis berperan menurunkan frekuensi dan kekuatan denyut jantung, meningkatkan aktifitas pencernaan,

dan tidak berfungsi darurat.

Berdasarkan pengaruh yang ditimbulkan, simpatis bersifat katabolistik (memecah), sedangkan parasimpatis bersifat anabolistik (menyimpan).

Berdasarkan jenis neuro-transmitternya, syaraf simpatis berupa nor-adrenalin (norepinefrin) sehingga disebut syaraf adrenergik, sedangkan syaraf parasimpatis berupa *acetylcholine* sehingga disebut syaraf kolinergik.



▲ **Gambar 6.9.** Sistem syaraf otonom pada manusia

6.7. Lengkung Refleks

Refleks merupakan fenomena stimulus-respons yang dapat terjadi

tanpa disadari. Lengkung refleks (*reflex arc*) merupakan unit fungsional tersederhana dari fungsi sistem nervosum. Lengkung refleks terdiri atas beberapa komponen yaitu reseptor (penerima rangsang), neuron sensoris, neuron motoris, dan efektor (otot). Jenis dan macam reseptor syaraf banyak sekali sebagai contoh: pada kulit (panas, dingin, sentuh, nyeri), pada persendian (pacini), pada tendo (alat Golgi), dan pada otot skelet (*muscle spindle*).

Berdasarkan banyaknya sambungan neuron (sinapsis), maka dapat dibedakan mejadi refleks monosinaptik, disinaptik, dan polisinsaptik. Refleks monosinaptik jika hanya ada 1 sambungan neuron, disinaptik jika terdiri dari 2 sambungan neuron, dan disebut polisinsaptik jika terdiri dari lebih dari 2 sambungan neuron.

Berdasarkan daerah kerjanya dapat dibedakan menjadi refleks somatis dan visceral. Refleks somatis jika mengenai anggota badan dan kulit. Refleks visceral jika mengenai organ-organ tubuh bagian dalam (*viscera*). Refleks somatis kebanyakan merupakan lengkung refleks monosinaptik yang berfungsi untuk menghindari dari keadaan bahaya (emergensi), misalnya terkena api, benda tajam dsb. Sedangkan refleks visceral biasanya merupakan lengkung refleks polisinsaptik. Refleks menghindari memiliki reseptor dan efektor pada tempat yang sama misalnya serabut otot (*muscle spindle*).

6.8. Kelelahan Syaraf

Lelah dan jemu ialah suatu istilah yang sering dipakai sehari-hari dalam pengertian yang bermacam-macam. Ada lelah jasmani, ada lelah rohani. Dengan singkat dapat dikatakan, bahwa lelah ialah suatu keadaan di mana kapasitas kerja tubuh mengalami penurunan. Leleh jasmani disebabkan karena timbunan zat-zat sampah (antara lain zat asam susu) sebagai hasil dari oksidasi dalam jaringan-jaringan tubuh. Untuk menghilangkan rasa lelah ini diperlukan waktu dan istirahat. Leleh yang sangat hanya dapat dihilangkan dengan tidur tetapi leleh yang sedang-sedang dapat dihilangkan cukup dengan istirahat saja. Seseorang yang terus-menerus tiap hari bekerja amat keras tanpa diimbangi dengan istirahat dan tidur yang cukup dan nilai makanan yang baik, lambat laun akan binasa. Ingatlah selalu! Antara kerja, istirahat dan nilai makanan harus ada keseimbangan yang baik. Orang yang bekerja keras memerlukan istirahat dan tidur yang lebih lama dari biasa dan memerlukan nilai makanan yang baik sekali.

Kata-kata Penting

- Neuron
- Sel glia
- Syaraf sensoris
- Syaraf motoris
- Sel Schwan
- Nodus Ranvier
- Impuls
- Lengkung refleks
- Reseptor
- Efektor
- Otonom
- Simpatis
- Parasimpatis
- Neurotransmitter
- Asetilkolin

Rangkuman

- Sistem koordinasi berperan mengkoordinir fungsi organ tubuh untuk mempertahankan kondisi homeostasis.
- Sistem koordinasi (sistem kontrol) tersusun atas sistem syaraf (*nervous system*) dan sistem endokrin.
- Sistem syaraf tersusun atas sel-sel syaraf (neuron) dan sel-sel penyokong yang disebut sel glia.
- Berdasarkan fungsi konduk-sinya, neuron dapat dibedakan menjadi neuron sensoris, neuron motoris, dan interneuron.
- Hubungan antara neuron satu dengan lainnya melalui suatu sambungan yang disebut sinapsis. Sinapsis secara struktural tersusun atas membran presinaptik, celah sinapsis, dan membran postsinaptik.
- Penjalaran impuls melalui celah sinapsis memerlukan suatu zat kimia yang disebut neurotransmitter.
- Sel glia merupakan sel penyokong struktur sistem syaraf dan berperan memberi nutrisi pada sel syaraf.
- Sistem syaraf berdasarkan letak dan kedudukannya dapat dibedakan menjadi: CNS (*central nervous system*) atau SSP (Sistem Syaraf Pusat) dan PNS (*peripheral nervous system*) atau SST (Sistem Syaraf Tepi).
- Sistem syaraf otonom merupakan kelompok syaraf yang

mempunyai aktivitas otomatis (diluar pengaruh kesadaran). Sistem syaraf otonom dibedakan menjadi sistem syaraf simpatis dan parasimpatis.

- Lengkung refleks (*reflex arc*) merupakan unit fungsional tersederhana dari fungsi sistem nervosum. Lengkung refleks terdiri atas beberapa komponen yaitu: reseptor (penerima rangsang), neuron sensoris, neuron motoris, dan efektor (otot).

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Sistem koordinasi (sistem kontrol) tersusun atas ...
2. Sistem syaraf tersusun atas sel-sel syaraf (neuron) dan sel-sel penyokong yang disebut ...
3. Neuron seperti halnya sel biasa, perbedaan yang spesifik neuron memiliki ...
4. Bagian neuron yang berperan sebagai pengatur aktifitas sel syaraf adalah ...
5. Bagian dari neuron yang berupa serabut panjang adalah ...
6. Ujung akson membentuk suatu tombol ujung syaraf (*terminal botton*) yang berperan menghubungkan sel tersebut dengan sel syaraf lainnya disebut ...
7. Berdasarkan fungsi konduksi-nya, neuron yang berperan menyalurkan impuls (aksi potensial yang diyalurkan) dari reseptor menuju ke syaraf pusat disebut ...
8. Sinapsis secara struktural tersusun atas ...
9. Sistem syaraf berdasarkan letak dan kedudukannya dapat dibedakan menjadi ...
10. Syaraf kranial ke X (Syaraf Vagus) merupakan serabut syaraf yang berperan menyalurkan informasi ke ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Sebutkan secara urut pengelompokan sistem syaraf berdasarkan letak dan kedudukannya!
2. Jelaskan cara penyaluran impuls ketika melalui celah sinapsis!
3. Jelaskan 4 jenis fungsi rangka tulang!
4. Apa manfaat makan sayuran dan buah-buahan bagi kesehatan syaraf?
5. Jelaskan mengapa pada penderita lumpuh akibat cedera tulang belakang?
6. Bagaimana cara yang benar memelihara kesehatan syaraf?
7. Jelaskan yang dimaksud dengan lengkung refleks?

8. Secara struktural, sistem nervosum tersusun atas bagian fungsional
9. Sebutkan bagian-bagian jenis-jenis syaraf kranial dan fungsinya!
10. Jelaskan peran sistem syaraf otonom dalam pengaturan fungsi alat-alat peredaran darah terutama jantung!

Bab 7

Kesehatan Alat Indera



▲ Gambar 7.1. Mata sebagai indera penglihatan

Indera membuat segalanya indah! Warna-warni bunga dapat kita nikmati karena kita memiliki indera penglihatan yang normal. Pada penderita gangguan penglihatan buta warna, maka yang nampak hanya warna hijau atau bahkan abu-abu, apalagi pada orang buta tidak dapat menikmati warna sama sekali. Selain itu, dengan telinga kita dapat mendengarkan berbagai irama musik. Oleh karena itu, mari kita pelihara dan jaga kesehatan indera kita agar tetap berfungsi secara optimal.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Sistem indera
- Struktur dan fungsi alat indera penglihatan (mata)
- Struktur dan fungsi alat indera pendengaran (telinga)
- Indera keseimbangan
- Struktur dan fungsi alat indera pembau (hidung)
- Struktur dan fungsi alat indera pengecap (lidah)
- Struktur dan fungsi alat indera peraba (kulit)
- Pemeliharaan kesehatan indera
- Penyakit, kelainan alat indera, dan kebiasaan buruk

7. Sistem Indera

Indera merupakan kumpulan organ-organ sensoris yang berperan menerima informasi (rangsangan) dari lingkungan luar dan dalam tubuh menuju ke sistem saraf pusat (SSP). Kemampuan menerima rangsang tersebut karena pada indera terdapat reseptor. Reseptor sebagai alat yang berfungsi mengubah rangsang fisik (raba, cahaya, suara) dan kimia (rasa, gas, pH) menjadi potensial membran (impuls). Secara struktural reseptor merupakan:

1. Penonjolan dendrit dengan ujung bebas atau berkapsul.
2. Sel-sel sensoris khusus, seperti puting pengecap, organ Corti, dsb.
3. Modifikasi neuron, pada mata dan hidung.

7.1. Struktur dan Fungsi Alat Indera Penglihatan (Mata)

Bola mata terletak di dalam kantung mata. Bola mata dapat bergerak karena digerakkan oleh beberapa otot mata sehingga bola mata dapat bergerak ke kanan, kiri, atas, bawah, dan melingkar. Bola mata dilindungi oleh penutup yang dapat membuka dan menutup disebut kelopak mata.

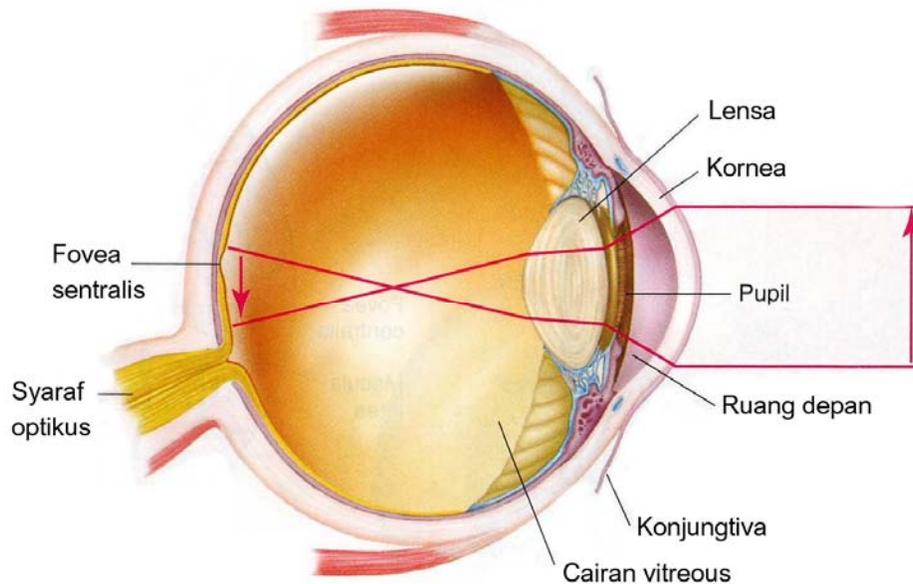
Bola mata terdiri dari bagian-bagian penting dan memiliki fungsi masing-masing sebagai berikut:

1. Kornea disebut juga selaput bening merupakan bagian yang terletak paling depan. Kornea berfungsi untuk pembiasan sinar cahaya.
2. *Iris* disebut juga selaput pelangi merupakan bagian mata yang dapat mengkerut. Iris berfungsi untuk mengatur cahaya yang masuk ke mata. Iris akan mengkerut sehingga pupil membesar pada keadaan kurang cahaya sehingga cahaya yang masuk lebih banyak. Sebaliknya iris akan mengendor sehingga pupil mengecil pada keadaan terang akibatnya cahaya yang masuk agak berkurang. Iris seseorang dapat berwarna biru, hitam, atau coklat, hal ini berkaitan dengan keturunan.
3. Pupil merupakan lubang yang terbentuk atau dikelilingi oleh iris. Jika iris mengkerut akan menyebabkan pupil membesar, dan sebaliknya. Pupil berfungsi untuk lewat masuk sinar cahaya ke dalam mata.
4. Lensa merupakan bagian mata yang dapat menggebung atau menipis. Lensa berfungsi untuk menyatukan (memfokuskan) arah sinar cahaya. Lensa mata berbentuk cembung. Kecembungan lensa mata dapat diatur oleh otot lensa. Jika melihat benda jauh

lensa mata akan menipis, dan sebaliknya lensa mata akan menebal. Menebal dan menipisnya lensa disebut akomodasi.

5. Retina disebut juga selaput jala merupakan lapisan sebelah dalam mata yang banyak mengandung reseptor penglihatan. Retina berfungsi untuk menerima rangsang cahaya.
6. Bintik buta merupakan bagian mata yang tidak memiliki sel-sel penerima rangsang cahaya yaitu sel batang dan sel konus.
7. Saraf penglihatan untuk menyalurkan rangsangan dari indera pendengaran ke otak.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, mata dapat berperan sebagai indera penglihatan karena mata tersusun atas bagian-bagian yang dapat meneruskan dan dapat menerima rangsang sinar cahaya. Penerima rangsang berperan mengubah rangsang fisik yaitu sinar cahaya menjadi aliran listrik pada serabut syaraf kemudian diteruskan ke otak untuk dipahami.



Gambar 7.2. Anatomi bola mata

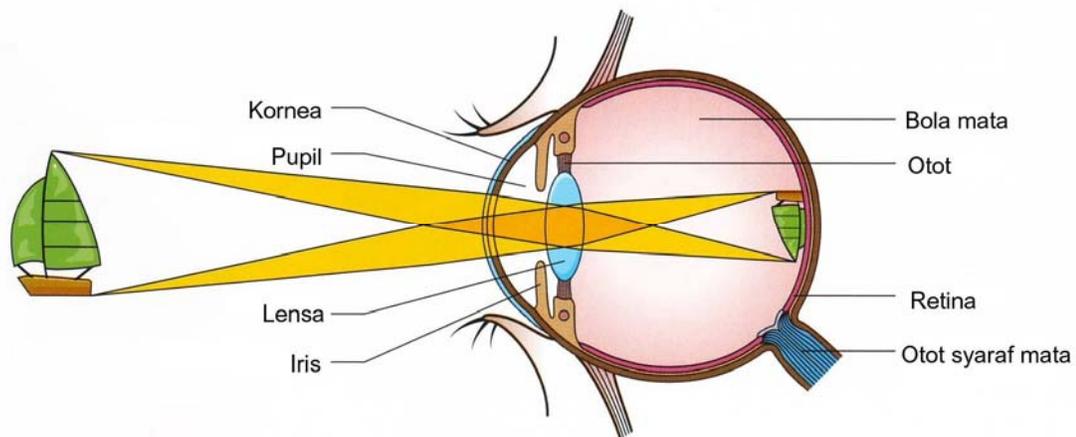
7.2. Mekanisme penerimaan rangsang cahaya

Sinar cahaya yang mengenai mata akan diteruskan melewati bagian-bagian mata dari depan ke belakang secara urut sebagai berikut: kornea, pupil, lensa, dan retina. Pada retina, rangsang cahaya diterima oleh reseptor cahaya. Reseptor cahaya dapat dibedakan

menjadi 2 macam yaitu sel batang dan sel konus. Sel konus berfungsi untuk melihat pada keadaan terang sedangkan sel batang untuk melihat pada keadaan gelap. Rangsang cahaya oleh reseptor kemudian diubah menjadi impuls syaraf yang kemudian dijalarkan melalui saraf penglihatan (optikus) menuju ke otak untuk diterjemahkan.

Apabila lensa mata dapat memfokuskan sinar cahaya yang masuk mata tepat pada selaput jala (retina), maka disebut mata normal atau emetrop. Akan tetapi, jika mata tidak mampu memfokuskan bayangan tepat pada retina akan menimbulkan gangguan penglihatan.

Mata bergerak pada saat membaca, perlu pembiasaan membaca agar kemampuan membaca cepat dan ingat. Dapat direkam dengan alat perekam listrik sehingga dapat diketahui kecepatan membaca seseorang. Kemampuan membaca Anak Sekolah Dasar Indonesia belum membanggakan, mari kita bangun dan bangkit untuk sejajar dengan anak-anak di negara maju. Dengan membaca.

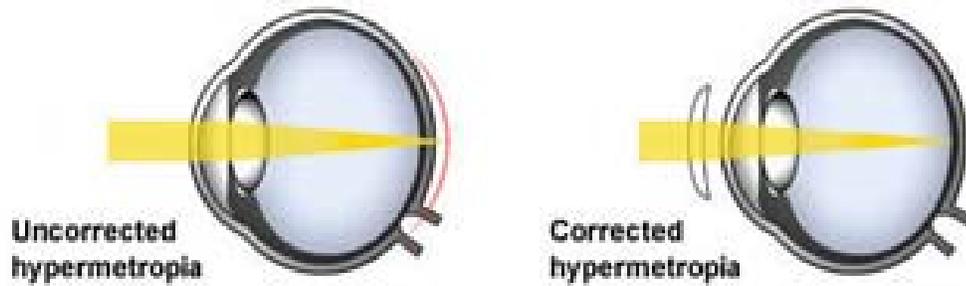


Gambar 7.3. Diagram jatuhnya bayangan benda pada saat dilihat dengan mata

7.3. Kelainan/Gangguan penglihatan

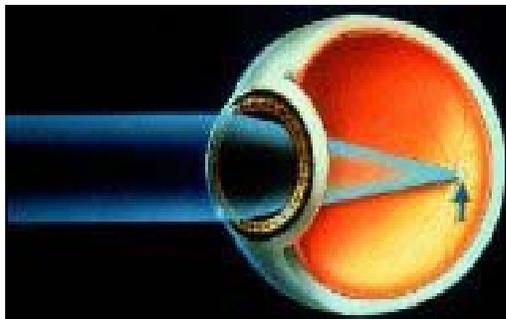
1. Mata hipermetrop (rabun dekat), merupakan cacat mata yang disebabkan oleh lensa mata terlalu pipih atau bola mata terlalu pendek sehingga penderita tidak dapat melihat benda dalam jarak dekat dengan jelas (terlihat kabur) karena bayangan jatuh di belakang retina. Penderita hipermetrop dapat dibantu dengan kaca mata yang menggunakan lensa cembung (positif) karena lensa cembung dapat memperpendek jatuhnya bayangan,

sehingga bayangan jatuh tepat pada retina.



Gambar 7.4. Mata hipermetrop

2. Mata miop (rabun jauh), merupakan cacat mata yang disebabkan oleh lensa mata terlalu cembung atau bola mata terlalu panjang sehingga penderita tidak dapat melihat benda dalam jarak jauh dengan jelas (terlihat kabur) karena bayangan jatuh di depan retina. Kelainan ini dapat dikoreksi dengan menggunakan lensa negatif atau cekung sehingga bayangan dapat tepat jatuh pada retina.
3. Mata presbiop, merupakan cacat mata yang disebabkan lensa kehilangan elastisitasnya, karena bertambahnya usia seseorang sehingga lensa mata kurang dapat berakomodasi. Cacat mata presbiop pada umumnya terdapat pada orang-orang yang lanjut usia (tua). Pada umumnya mereka dapat melihat jelas bila obyeknya jauh, sedangkan untuk melihat obyek yang dekat perlu bantuan kaca mata dengan lensa cembung (positif).

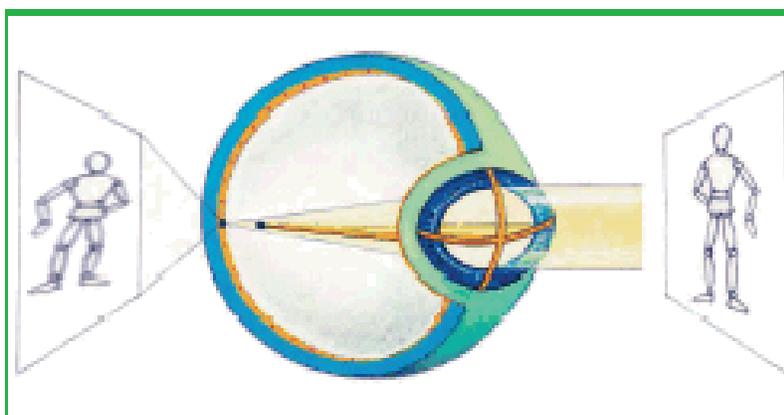


Gambar 7.5. Mata miop

4. Mata astigmat, karena kornea mata tidak rata sehingga cahaya sejajar yang masuk mata tidak dapat difokuskan pada satu titik.

Astigmat teratur dan tidak teratur. Astigmat teratur dapat dikoreksi dengan lensa silindris, sedangkan astigmat tidak teratur tidak dapat dikoreksi.

5. Buta warna, merupakan penyakit keturunan. Mata normal memiliki 3 macam sel konus yang bekerja dengan baik disebut mata trikromat. Bila satu macam atau lebih sel konus tidak berfungsi, maka menyebabkan buta warna. Buta warna dikromat, bila memiliki 2 sel konus. Dengan demikian, buta warna merah (*protanopia*), hijau (*deutanopia*), biru (*tritanopia*). Mata monokromat jika hanya memiliki satu macam sel konus yang normal. Hanya dapat membedakan warna hitam dan putih.
6. Rabun senja karena kekurangan vitamin A.



Gambar 7.6. Mata astigmat

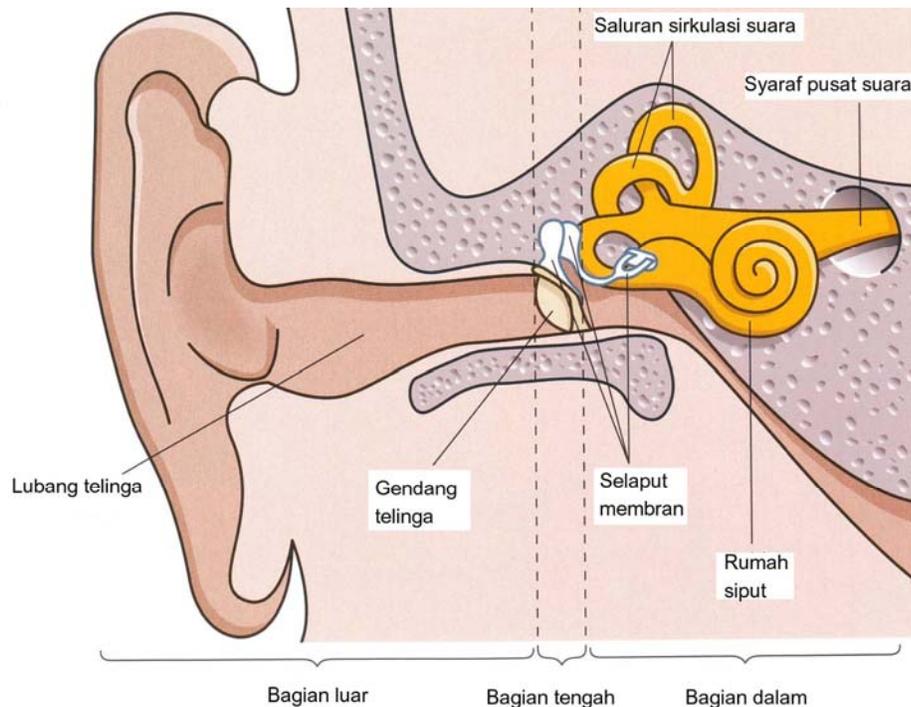
7.2. Struktur dan Fungsi Alat Indera Pendengaran (Telinga)

Mari kita pelajari telinga kita! Perhatikan telingamu lewat kaca cermin atau telinga temanmu! Telinga kita dari luar tampak sebagai daun telinga dan lubang telinga. Nah sekarang perhatikan gambar skema telinga kita (gambar 7.7). Jika dipelajari dengan lebih cermat, maka telinga dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) bagian yaitu:

1. Telinga luar, merupakan saluran dari lubang luar menuju ke gendang telinga (membrana timpani).
2. Telinga tengah, merupakan ruangan yang dibatasi oleh gendang telinga dan selaput dari saluran telinga dalam (rumah siput). Pada telinga tengah terdapat 3 (tiga) buah tulang pendengaran. Tulang pendengaran terdiri dari tulang martil (berbentuk seperti martil), landasan (berbentuk seperti landasan), dan sanggurdi

(berbentuk seperti pancatan kaki pelana penunggang kuda). Telinga tengah dihubungkan ke rongga faring oleh sebuah saluran yang disebut saluran Eustachius (nama penemunya). Dengan demikian, secara normal tekanan udara di ruang telinga tengah sama dengan tekanan udara atmosfer. Lubang tersebut pada keadaan normal selalu tertutup, dan membuka pada saat menguap, menelan, atau “ngolet”.

3. Telinga dalam (labirin) terdiri atas serangkaian saluran dan kantung yang berisi cairan yang terletak di dalam rongga-rongga tulang tengkorak yang disebut rumah siput dan saluran setengah lingkaran. Di dalam rumah siput terdapat pelebaran yang di dalamnya terdapat reseptor pendengaran dan di dalam saluran setengah lingkaran terdapat reseptor keseimbangan.



Gambar 7.7. Skema Bagian-bagian telinga

Bagaimana telinga dapat mendengar bunyi?

Suara atau bunyi dari sumbernya diterima oleh daun telinga, diteruskan lewat lubang telinga dan selanjutnya menggetarkan gendang telinga. Getaran pada gendang telinga menggetarkan

tulang pendengaran dan getaran akan diperkeras sampai beberapa kali. Selanjutnya getaran tulang akan menggetarkan cairan yang terdapat pada rumah siput dan akhirnya diterima oleh reseptor indera pendengaran. Reseptor menerima rangsang suara diteruskan ke syaraf pendengaran menuju ke otak untuk diterjemahkan. Selain lewat udara getaran suara juga dapat dijalarkan lewat tulang tengkorak menggetarkan gendang telinga.

Gangguan pendengaran atau tuli

Gangguan pendengaran dapat berupa kurang pendengaran maupun tuli yang disebabkan karena.

1. Adanya gangguan hantaran suara pada liang telinga, sebagai contoh karena infeksi yang menyebabkan kerusakan gendang telinga, curek (gumpalan kotoran pada lubang telinga), pengapuran tulang telinga.
2. Adanya kerusakan pada reseptor akibat penggunaan obat-obatan tertentu yang merusak reseptor.
3. Otosklerosis yaitu kelainan pada tulang pendengaran stapes menjadi melekat pada telinga dalam sehingga tidak dapat menyalurkan suara dengan baik.
4. Adanya kerusakan pada saraf pendengaran karena kelainan bawaan sejak dalam kandungan.

Telinga berfungsi sebagai indera untuk menerima rangsang berupa suara (bunyi) yang merupakan getaran udara dalam skala frekuensi 20 – 20.000 Hz (Hertz; getaran per detik).

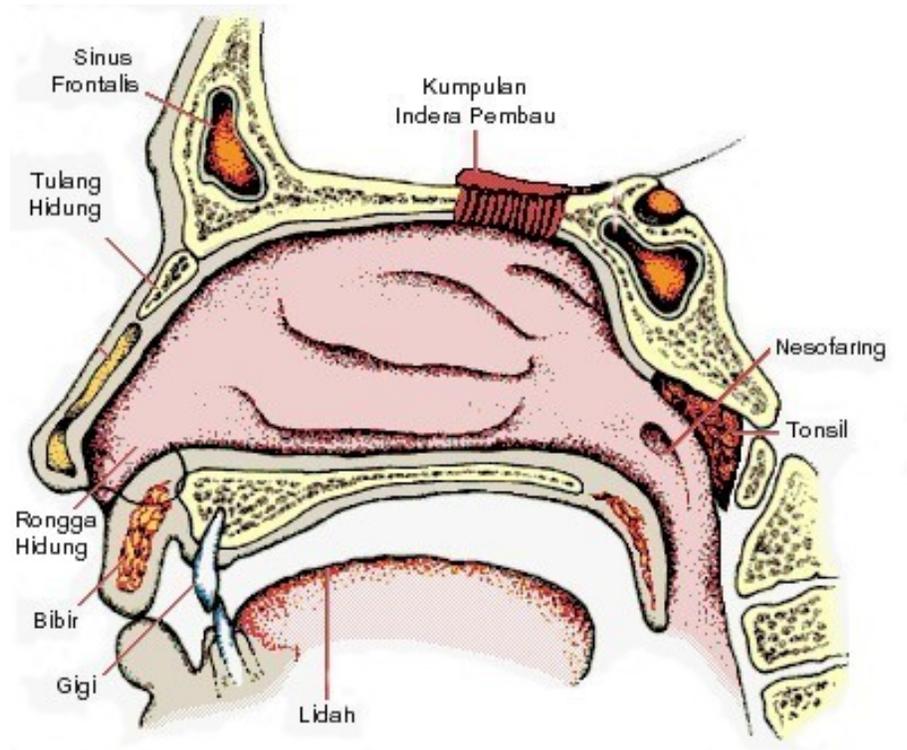
7.3. Indera Keseimbangan

Alat keseimbangan berbentuk tiga buah saluran setengah lingkaran dan 2 buah kantung kecil disebut sakula dan utrikula. Saluran tersebut berisi cairan yang dapat menggerakkan reseptor keseimbangan yang terdapat pada kantung sakula dan utrikula.

7.4. Struktur dan Fungsi Alat Indera Pembau (Hidung)

Hidung terdiri atas bagian-bagian berikut: lubang hidung dan rongga hidung. Rongga hidung memiliki permukaan yang selalu basah yang disebut selaput lendir. Pada selaput lendir rongga hidung sebelah atas terdapat indera pembau. Indera pembau pada setiap ujungnya memiliki rambut getar berjumlah 5 untuk menerima rangsang bau-bauan yang biasanya berupa gas atau uap. Apabila bau dari suatu zat masuk melalui lubang hidung kemudian mengenai indera

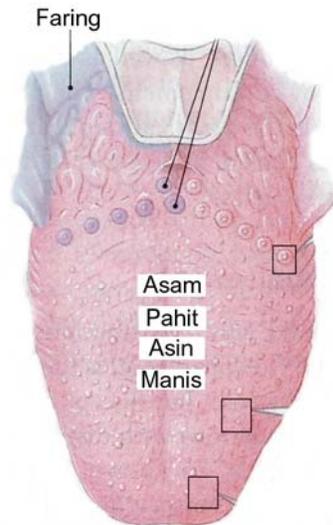
pembau, maka akan menimbulkan rangsangan yang kemudian diteruskan ke saraf pembau ke otak untuk diterjemahkan. Dalam hal tertentu indera pembau bekerjasama dengan indera pengecap untuk menimbulkan kesan tertentu. Pada saat sakit flu (pilek atau selesma), selaput lendir tertutupi oleh lendir tebal sehingga kepekaan indera menjadi berkurang akibatnya kurang nafsu makan.



Gambar 7.8. Skema indera Hidung (pembau)

7.5. Struktur dan Fungsi Alat Indera Pengecap (Lidah)

Mari kita pelajari lidah kita! Perhatikan lidahmu lewat kaca cermin atau lidah temanmu! Lidah terletak di dalam rongga mulut. Lidah dapat digerakan karena tersusun atas otot-otot yang dapat diperintah (otot lurik). Permukaan lidah bagian atas diselaputi oleh selaput yang banyak memiliki tonjolan-tonjolan kecil yang disebut puting pengecap (papilla). Pada bagian samping dari puting pengecap terdapat indera pengecap. Terutama pada puting yang netuknya seperti jamur, bawah kecil atas membesar.



Gambar 7.9. Skema alat indera pengecap



Gambar 7.10. Fotomikroskopi reseptor pengecap yang terdapat pada samping papilla lidah

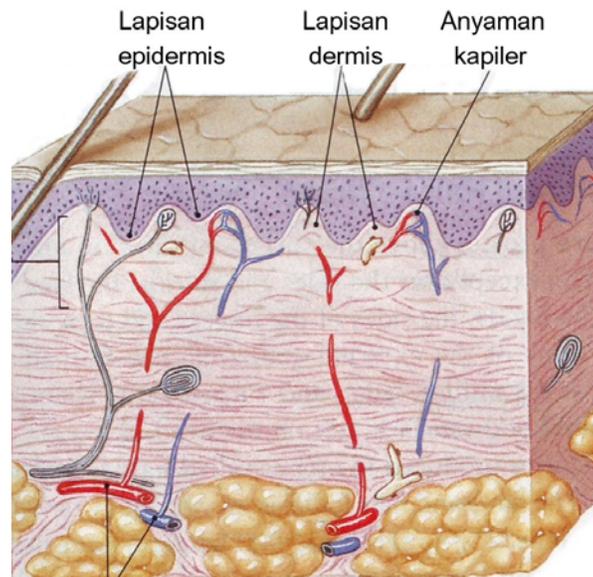
7.6. Struktur dan Fungsi Alat Indera Peraba (Kulit)

Mari kita pelajari kulit kita! Perhatikan kulitmu atau kulit temanmu! Kulit berwarna coklat sawo matang, kuning, atau hitam karena ada pigmen melanin. Perhatikan gambar skema kulit! Kulit tersusun atas beberapa lapisan yaitu lapisan kulit luar dan dalam (ari). Pada lapisan kulit terdapat indera perasa. Kelenjar keringat. Kulit memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

1. Reseptor rangsang sentuhan dari lingkungan sekitar
2. Selain itu juga berfungsi untuk:
3. Mencegah penguapan air dari dalam tubuh
4. Perlindungan dari sinar ultra violet (UV) karena mengandung pigmen hitam yang disebut melanin
5. pengaturan suhu tubuh karena memiliki pembuluh darah kulit *arteriovenosa shunt* (hubungan arteri vena secara langsung)
6. Ekskresi limbah metabolisme melalui kelenjar keringat

Reseptor pada kulit

Pada lapisan dalam kulit terdapat berbagai jenis penerima rangsang (reseptor). Letak reseptor pada kulit tersebar dan tidak merata antara bagian satu dengan lainnya.



Gambar 7.11. Skema kulit

Pada kulit punggung tangan memiliki reseptor lebih banyak daripada telapak tangan. Jenis-jenis reseptor pada kulit antara lain sebagai berikut:

1. Reseptor untuk menerima rangsang tekanan.
2. Reseptor untuk menerima rangsang panas.
3. Reseptor untuk menerima rangsang nyeri.
4. Reseptor untuk menerima rangsang sentuhan.
5. Reseptor untuk menerima rangsang dingin.

Uji kepekaan indera pembau. Tutup mata dengan mengukakan kain,

kemudian dekatkanlah kopi bubuk, bunga melati kemudian suruh menyebutkan.

7.7. Pemeliharaan Kesehatan Indera

1. Menjaga kesehatan mata: pada saat membaca gunakan penerangan yang memadai, makan makanan yang mengandung vitamin A, jarak baca jangan terlalu dekat buku atau dengan tiduran melihat TV, jangan terlalu dekat yang dianjurkan dan aman 5 meter. Jika depan komputer sebaiknya menggunakan kaca pelindung atau mengendarai sepeda motor menggunakan kaca helm.
2. Menjaga kesehatan telinga: jangan mendengarkan musik yang melebihi ambang batas karena dapat merusak indera pendengaran, jangan bermain petasan, jangan memukul bagian telinga dan berteriak di dekat telinga, bersihkan telinga secara rutin untuk menghilangkan kotoran oleh orang tuamu jangan menggunakan benda keras ke dalam lubang telinga karena dapat berbahaya. Telinga menghasilkan kotoran sendiri dari kelenjar minyak di kulit.
3. Pakailah helm, untuk melindungi kepala karena kepala merupakan bagian tubuh yang paling banyak terdapat alat indera yang peka dan mudah rusak jika terbentur.
4. Berolahraga secara teratur karena dapat menambah tenaga listrik pada otak dan syaraf. Hal ini akan memberikan keseimbangan yang lebih baik antara susunan saraf sadar dan tak sadar, dan dapat mempertajam kepekaan indera.

7.8. Perawatan luka pada kulit

Luka pada kulit memungkinkan bakteri-bakteri masuk ke dalam tubuh. Bila pada luka terdapat kotoran-kotoran, jangan sekali-kali mencuci luka itu dengan sembarangan air. Cobalah membersihkan luka itu dengan desinfektansia yang lunak (rivanol, larutan peroksida, dan lain-lainnya), atau air garam. Kalau tidak ada, dapat pula dibersihkan dengan air matang. Membersihkannya dimulai dari tepi luka. Setelah itu tutuplah luka dengan kasa yang steril. Luka yang kecil dan tak dalam dapat diobati dengan cara mengoles-olesi larutan iodium (jodium-tinctuur) atau mercurochrom pada luka itu. Bila lukanya agak besar dan dalam serta kotor, dapat diperlukan pertolongan seorang dokter, mengingat bahaya-bahaya yang mungkin timbul (tetanus, infeksi, dan lain-lain).

Kata-kata penting

- Reseptor
- Kornea
- Retina
- Sel rambut
- Rumah siput
- Papilla lidah

Rangkuman

- Indera adalah alat-alat tubuh yang berfungsi menerima rangsang, karena pada alat indera terdapat penerima rangsang (reseptor).
- Mata sebagai indera penglihatan karena mata tersusun atas bagian-bagian yang dapat meneruskan dan dapat menerima rangsang sinar cahaya.
- Reseptor cahaya dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu sel batang dan sel konus.
- Mata normal atau emetrop apabila lensa mata dapat memfokuskan sinar cahaya yang masuk mata tepat pada selaput jala (retina).
- Telinga sebagai indera pendengaran karena telinga tersusun atas bagian-bagian yang dapat meneruskan dan dapat menerima rangsang gelombang bunyi (suara).
- Telinga terdiri atas 3 (tiga) bagian yaitu: telinga luar, tengah, dan dalam.
- Indera keseimbangan berbentuk tiga buah saluran setengah lingkaran dan 2 buah kantung kecil disebut sakula dan utrikula yang terdapat di telinga dalam.
- Hidung sebagai indera pembau karena pada selaput lendir rongga hidung sebelah atas terdapat penerima rangsang bau-bauan yang berupa biasanya uap atau gas.
- Lidah sebagai indera pengecap karena pada permukaan lidah bagian atas terdapat banyak memiliki tonjolan-tonjolan kecil yang disebut puting pengecap (papilla) yang pada bagian sampingnya terdapat indera pengecap.
- Kulit sebagai indera peraba karena pada lapisan kulit sebelah dalam terdapat indera peraba yang dapat menerima rangsang tekanan, panas, nyeri, sentuhan, dingin.

Latihan untuk Menguji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

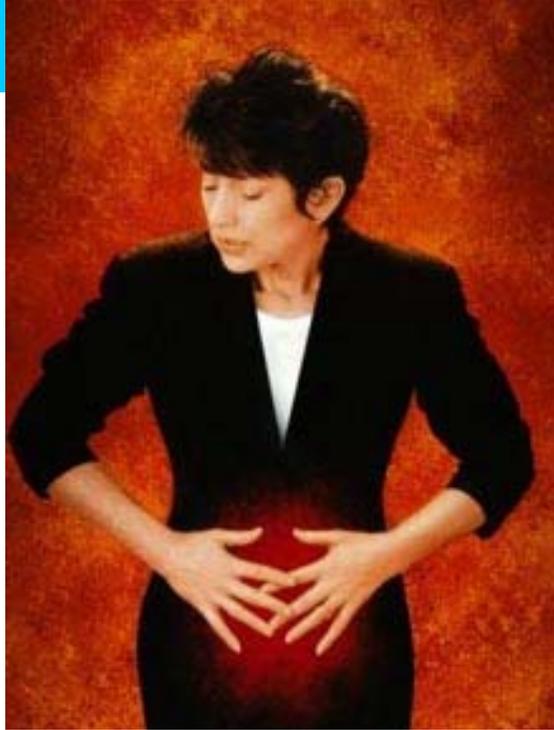
1. Sebutkan secara urut dari depan ke belakang bagian-bagian mata yang dilalui oleh rangsang cahaya!
2. Bagian mata yang berfungsi untuk pembiasan cahaya adalah ...
3. Kelainan penglihatan yang paling sering terjadi pada anak-anak disebut ...
4. Kelainan penglihatan yang biasanya diderita orang tua disebut ...
5. Cahaya yang masuk ke dalam mata dikumpulkan (difokuskan) oleh ...
6. Penerima rangsang suara terdapat pada bagian telinga ...
7. Penerima rangsang rasa manis banyak terdapat pada lidah bagian ...
8. Sebutkan 4 jenis penerima rangsang yang terdapat pada kulit!
9. Penerima rangsang pada kulit paling banyak terdapat pada lapisan ...
10. Vitamin yang diperlukan untuk menjaga kesehatan mata adalah ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Apakah yang kamu ketahui tentang bintik buta, jelaskan?
2. Jelaskan perbedaan antara iris dan pupil!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan donor mata?
4. Jelaskan peranan otak dalam penerimaan rangsang oleh alat indra!
5. Jelaskan mengapa telinga dapat mendengarkan suara!
6. Jelaskan tentang indera keseimbangan!
7. Jelaskan mengapa pada saat sakit flu dapat menyebabkan nafsu makan berkurang?
8. Jelaskan yang dimaksud dengan astigmat dan bagaimana cara mengatasinya?
9. Bagaimana cara yang benar memelihara kesehatan mata kita?
10. Jelaskan tentang kelainan mata rabun senja dan bagaimana cara mengatasinya?

Bab 8

Kesehatan Kelenjar Endokrin



▲ **Gambar 8.1.** Hormon berperan mengatur fungsi organ-organ tubuh agar selalu sehat (homeostasis)

Pernahkah anda melihat seseorang yang menderita penyakit pembesaran kelenjar tiroid (gondok)? Tahukah anda mengapa demikian? Karena tubuh kekurangan memproduksi hormon tiroksin sehingga kelenjar gondok membesar.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Sistem endokrin
- Hipotalamus
- Kelenjar pituitaria (hipofise)
- Kelenjar tiroid
- Kelenjar paratiroid
- Kelenjar adrenal
- Ovarium
- Pankreas

8. Sistem Endokrin

Sistem endokrin terdiri atas berbagai jenis kelenjar endokrin atau disebut juga kelenjar buntu (*ductless gland*). Beberapa contoh kelenjar endokrin antara lain, hipotalamus, hipofise, tiroid, paratiroid, pankreas, mukosa usus halus, adrenal, ginjal, dan gonade. Kelenjar endokrin adalah kelenjar yang berfungsi mensintesis substansi kimia yang langsung disekresikan ke dalam sirkulasi darah yang akan mempengaruhi kinerja organ target yang disebut hormon.

Tahun 1902, Bayliss dan Starling pertama kali menemukan substansi yang berasal dari cairan mukosa usus yang apabila disuntikkan secara intravena akan menyebabkan sekresi getah pankreas meningkat. Substansi tersebut kemudian dikenal sebagai hormon secretin. Huxley (1935) menyatakan bahwa peran hormon adalah sebagai molekul pembawa informasi. Berdasarkan cara kerjanya dapat dibedakan menjadi hemokrin, parakrin, dan autokrin. Hemokrin jika hormon disekresikan ke sirkulasi darah kemudian mempengaruhi sel target di tempat lain. Parakrin jika hormon disekresikan kemudian mempengaruhi sel tetangga di dekatnya. Autokrin jika hormon disekresikan kemudian mempengaruhi sel itu sendiri. Neuroendokrin (neurohormon) adalah hormon yang dihasilkan oleh sel syaraf seperti asetilkolin, norepinefrin (NE), serotonin yang disekresikan ke dalam sirkulasi kemudian mempengaruhi organ lainnya. *Neurotransmitter* adalah neurohormon yang bekerja pada sinapsis (antar sel).

8.1. Hipotalamus

Hipotalamus berperan mensintesis dan mensekresikan hormon-hormon berikut:

1. *Gonadotropin releasing hormone* (GnRH) yang berperan memacu sekresi *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH).
2. *Thyrotropin releasing hormone* (TRH) yang berperan merangsang sekresi *thyroid stimulating hormone* (TSH).
3. *Corticotropin releasing hormone* (CRH) yang berperan merangsang sekresi ACTH.
4. *Prolactin inhibiting factor* (PIF) yang berperan menghambat sekresi prolaktin.

8.2. Kelenjar Pituitaria (hipofise)

Terletak di dasar otak menggantung dengan hipotalamus, tepatnya

di atas langit-langit mulut. Terdiri atas 3 bagian yaitu bagian depan (*adenohipofise*), tengah (*intermedia*), dan belakang (*neurohipofise*). Kelenjar pituitaria disebut juga *master gland* karena berperan mengatur aktifitas dan fungsi kelenjar endokrin lainnya.

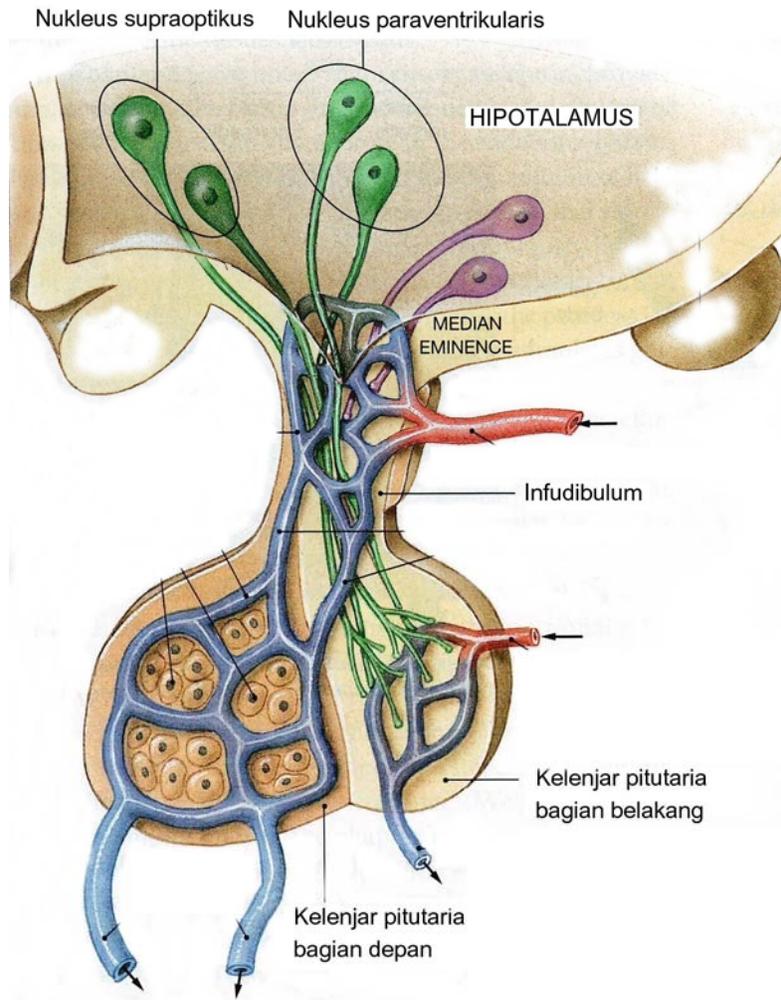
8.2.1. Pituitaria Anterior

Pituitaria anterior tersusun atas sel kelenjar yang secara histologis dapat dibedakan menjadi 3 tipe sel yaitu sel alfa, beta (*basofil*), dan kromopob. Fungsi pituitaria dikontrol oleh *releasing* dan *inhibiting factor* dari hipotalamus. Hormon-hormon yang dihasilkan oleh pituitaria anterior adalah:

1. Somatotropin (STH), atau *growth hormone* (GH). Somatotropin berperan merangsang sintesis somatomedin oleh hati. Somatotropin memiliki reseptor pada semua jaringan tubuh. Somatotropin berperan memacu pertumbuhan semua organ tubuh sehingga dapat tumbuh secara proporsional. Kelebihan produksi somatotropin pada masa pertumbuhan (anak-anak), akan menimbulkan pertumbuhan yang melebihi normal yang disebut tumbuh raksasa (*gigantisme*). Apabila kelebihan produksi somatotropin terjadi pada saat telah dewasa, maka akan menyebabkan pertumbuhan menyamping dari tulang rangka yang disebut akromegali. Sebaliknya, kekurangan produksi somatotropin akan menyebabkan pertumbuhan terhambat atau kekerdilan yang disebut *dwarf*. Sebagai contoh penderita *dwarf* adalah pemain sirkus. Oleh karena, somatotropin tidak begitu penting untuk pertumbuhan syaraf, maka pada penderita *dwarf* tidak mengalami retardasi mental.
2. *Thyroid stimulating hormone* (TSH), atau *thyrotrophic hormone*. TSH berperan merangsang pertumbuhan dan fungsi kelenjar tiroid (terletak di daerah leher) untuk mensekresikan hormon tiroksin. Sintesis dan sekresi TSH diatur oleh TRH (dahulu dikenal sebagai TSH-RF, *thyroid stimulating hormone releasing factor*) dari hipotalamus. Kadar tiroksin darah akan memberikan umpan-balik negatif (*negatif feedback*) ke pituitaria dan hipotalamus.
3. *Adrenocorticotrophic hormone* (ACTH) berperan merangsang steroidogenesis di dalam kortek adrenal.
4. PRL (Prolaktin) berperan merangsang pertumbuhan kelenjar susu dan sintesis progesteron oleh korpus luteum pada beberapa spesies hewan. Sekresi PRL dihambat oleh PIF

(dahulu dikenal sebagai PRL-IF, *Prolactin Inhibiting Factor*) yang dihasilkan oleh hipotalamus.

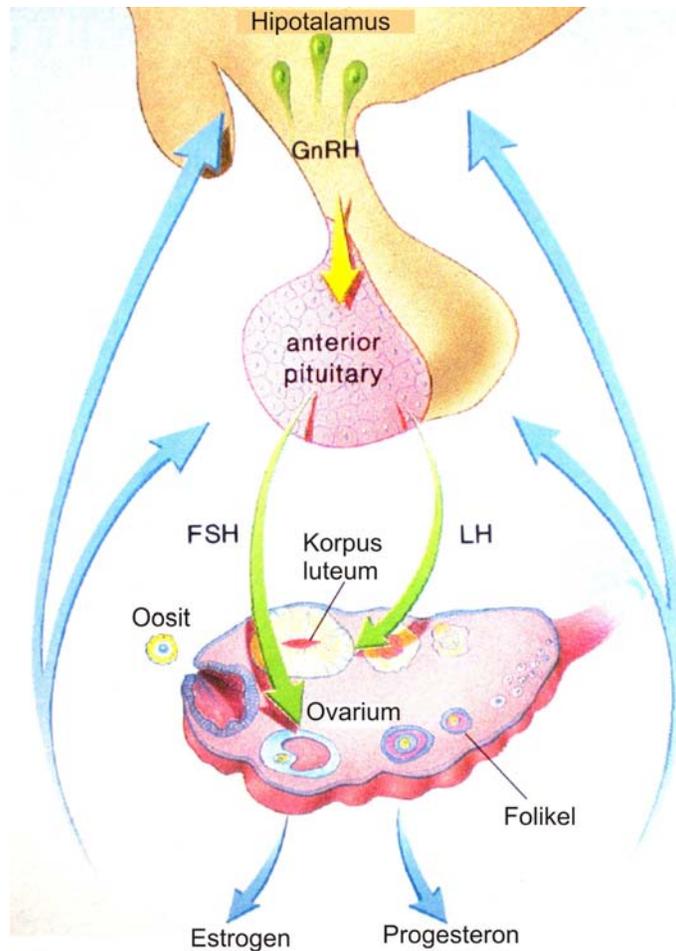
5. *Gonadotropin hormone* (GnH) berperan mengontrol fungsi gonade (ovarium dan testis). Hormon gonadotropin dapat dibedakan menjadi 3 yaitu FSH (*Follicle Stimulating Hormone*), LH (*Luteinizing Hormone*), dan PRL (Prolaktin).



Gambar 8.2. Kelenjar hipotalamus dan pituitaria

- 1) *Follicle Stimulating Hormone* (FSH). Pada wanita, FSH berperan merangsang perkembangan follikel khususnya pada fase proliferasi yang ditandai dengan pertumbuhan follikel

- primer menjadi follikel Graaf, sintesis estrogen, dan pembentukan reseptor LH pada folikel ovarium. Pada laki-laki, FSH berperan merangsang testis untuk meningkatkan spermatogenesis. Sekresi FSH dirangsang oleh GnRH (dahulu dikenal sebagai FSH-RF, *Follicle Stimulating Hormone-Releasing Factor*) yang dihasilkan oleh hipotalamus.
- 2) LH. Pada wanita, LH berperan merangsang ovulasi, perkembangan (diferensiasi) sel granulosa menjadi sel luteal (korus luteum), dan produksi progesteron. Pada laki-laki, LH berperan merangsang testis untuk mensintesis testosteron. Sekresi LH dirangsang oleh GnRH (dahulu dikenal sebagai LH-RF, *Luteinizing Hormone-Releasing Factor*) yang dihasilkan oleh hipotalamus.



Gambar 8.3. Skema hubungan pengaruh dan mempengaruhi antara hipotalamus, pituitaria, dan ovarium

8.2.2. Pituitaria posterior

Pituitaria posterior tersusun atas jaringan syaraf (neuron) yang berasal dari kumpulan sel-sel syaraf yang berasal di sekitar hipotalamus. Hormon yang dihasilkan oleh sel-sel pituitaria posterior adalah ADH dan oksitosin.

1. ADH (*antidiuretic hormone*) atau vasopresin.

ADH merupakan hormon peptida yang tersusun atas 9 asam amino. ADH berfungsi mengatur reabsorpsi air pada tubulus kolektivus ginjal, dan vasokonstriksi (penyempitan) pembuluh darah oleh karena itu disebut juga vasopresin. Mekanisme ADH dalam meregulasi keseimbangan air tubuh adalah sbb.: Pada kondisi tubuh kekurangan air dan tidak segera diganti, maka akan mengakibatkan dehidrasi, hiperosmolalitas, dan hipovolemia yang akan dideteksi oleh sel-sel osmoreseptor dan baroreseptor yaitu sel sensoris yang berperan memonitor perubahan konsentrasi ion sodium atau volume air (tekanan osmotik) dalam darah. Sel-sel baroreseptor tersebut terletak dalam dinding sinus karotid berperan memberikan informasi ke tempat spesifik di otak (hipotalamus). Selanjutnya hipotalamus merangsang pembebasan hormon vasopresin dari kelenjar pituitaria posterior. ADH bekerja merangsang sel tubulus kolektivi ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi air. Vasopresin juga menyebabkan kontriksi otot polos pembuluh darah sehingga mengakibatkan tekanan darah meningkat untuk kembali ke normal. Kelebihan ADH dapat menyebabkan hipertensi karena vasokonstriksi pembuluh darah. Kekurangan ADH menyebabkan penyakit diabetes insipidus dengan gejala sebagai berikut: rasa haus berlebihan, banyak urin (encer), dan dehidrasi. Oksitosin memiliki peranan penting sebagai berikut:

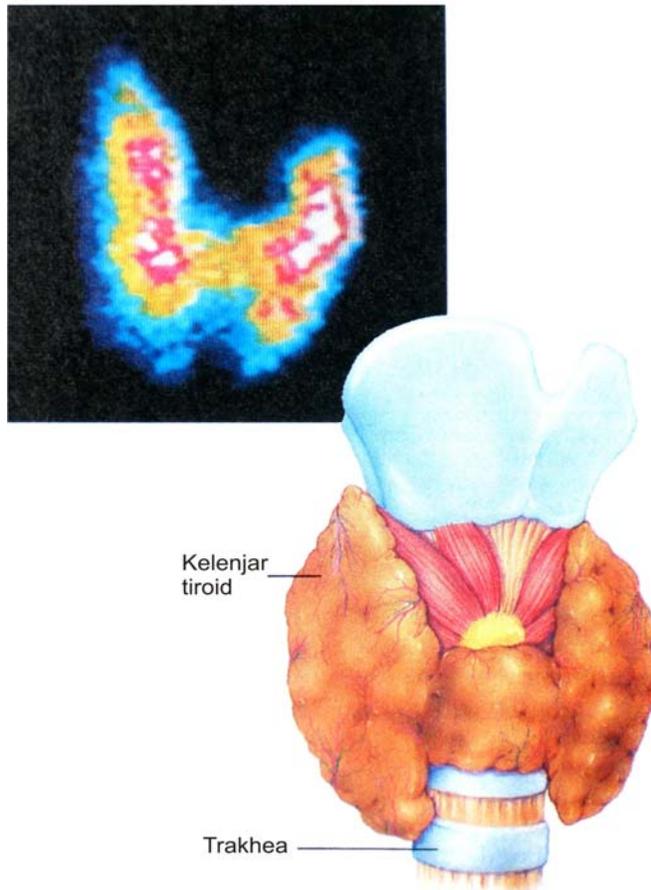
1. Kontraksi otot myometrium (uterus) pada saat partus (melahirkan).
2. Memacu kontraksi otot myoepitel kelenjar susu sehingga menyebabkan keluarnya air susu (*milk ejection*) pada saat laktasi.

8.2.3. Pituitaria Intermedia

Melanocyte stimulating hormone (MSH) berperan merangsang pembentukan melanin di kulit (melanogenesis) oleh melanosit.

8.3. Kelenjar Tiroid

Kelenjar tiroid (terletak di daerah leher) berfungsi untuk mensintesis dan mensekresikan hormon tiroksin. Sintesis dan sekresi tiroksin diatur oleh TSH dari pituitaria anterior. Kadar tiroksin darah memberikan umpan-balik negatif (*negatif feedback*) ke pituitaria dan hipotalamus. Tiroksin adalah hormon yang tersusun atas asam amino yang mengandung 4 atom iod yang disebut *tetraiodo tironin* (T_4) dan yang mengandung 3 atom iod disebut *triiodo tironin* (T_3). Oleh karena itu, sintesis tiroksin memerlukan suplai iodium dalam diet. Apabila kekurangan iodium dalam diet, maka akan menyebabkan sintesis dan sekresi tiroksin terganggu sehingga kadar tiroksin rendah (hipotiroid).



Gambar 8.4. Kelenjar gondok (tiroid)

Pada kondisi hipotiroid ditandai dengan pembengkakan kelenjar tiroid yang disebut goiter (gondok). Oleh karena itu, penyakit ini sering disebut Goiter akibat kekurangan iodium (GAKI). Goiter terjadi karena hiperaktifitas kelenjar tiroid karena dipacu untuk memenuhi kebutuhan tiroksin dalam tubuh. Tiroksin berperan merangsang pertumbuhan, metabolisme pada semua sel khususnya untuk mengubah sumber energi menjadi energi dan panas dengan cara meningkatkan kecepatan metabolisme (*metabolic rate*) dan penggunaan oksigen. Oleh karena itu, apabila produksi tiroksin rendah akan mengakibatkan laju metabolisme tubuh menjadi turun sehingga pada penderita kekurangan hormon ini akan menyebabkan pertumbuhan terhambat (kekerdilan) yang disertai dengan retardasi mental (kemunduran mental) yang disebut kretin. Jika kekurangan hormon tiroksin terjadi pada orang tua akan menimbulkan penyakit myxoedema dengan gejala sbb.: suhu tubuh rendah, denyut jantung lemah, telmi (*telat mikir*), kulit kasar dan *mbesisik*. Hal ini dapat dicegah dengan memberi tiroksin secara peroral atau penggunaan garam beriodium. Kelenjar tiroid ini bersifat unik, karena dapat menyimpan hormon yang dihasilkan dalam bentuk koloid dalam vesikula kecil yang disebut tiroglobulin. Tiroglobulin diurai oleh enzim yang dihasilkan oleh tiroksin.

Mekanisme regulasi keseimbangan temperatur tubuh oleh tiroksin adalah sbb. Pada kondisi suhu tubuh turun (dingin atau kehilangan panas) akan merangsang neuron hipotalamus membebaskan neurohormon yang bersifat meningkatkan aktifitas metabolik dan produksi panas tubuh. Sel syaraf hipotalamus membebaskan hormon yang merangsang pembebasan TSH dari pituitaria anterior ke dalam sirkulasi darah untuk merangsang kerja dan fungsi kelenjar tiroid untuk mensintesis dan mensekresikan hormon tiroksin (T_4 atau T_3) yang berperan merangsang metabolisme pada berbagai sel tubuh sehingga dihasilkan panas tubuh. Neurohormon yang dibebaskan oleh hipotalamus juga mengaktifkan sistem syaraf simpatis dan kelenjar adrenal sehingga dibebaskan epinefrin yang menyebabkan pembebasan glukosa dari hati sehingga setelah dimetabolisme akan menghasilkan panas tubuh. Epinefrin juga menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah perifer sehingga mencegah kehilangan panas lewat kulit. Mekanisme tersebut merupakan contoh mekanisme sistem neuroendokrin.

8.4. Kelenjar Paratiroid

Kelenjar paratiroid merupakan salah satu kelenjar endokrin yang tidak dikontrol langsung oleh hormon pituitaria. Kelenjar paratiroid terletak menempel pada ujung atas dan bawah kelenjar tiroid, jumlahnya ada 4 buah. Kelenjar paratiroid menghasilkan hormon parathormon (PTH). PTH berperan meningkatkan kadar kalsium darah dan menurunkan kadar pospat darah.

Mekanisme pengaturan kadar kalsium darah oleh PTH, Kalsitonin, dan vitamin D adalah sbb. Pada kondisi kadar kalsium darah turun akan merangsang sel kelenjar paratiroid mensekresikan hormon parathormon yang bekerja 1) membebaskan simpanan kalsium dari tulang, 2) meningkatkan absorpsi kalsium dari usus, dan 3) meningkatkan reabsorpsi kalsium dari urin oleh ginjal. Absorpsi kalsium dari usus sebenarnya merupakan peran dari vitamin D, sedangkan PTH berperan mengaktifkan provitamin D (*25-hydroxycholecalciferol*) menjadi vitamin D (*1,25-dihydroxycholecalciferol*) oleh sel-sel ginjal. Dengan demikian, peran utama hormon parathormon adalah meningkatkan kadar kalsium darah sehingga kembali normal yaitu sekitar 10 mg/dl darah. Sebaliknya, pada kondisi kadar kalsium darah meningkat (misalnya setelah makan), maka sel parafolikuler kelenjar tiroid membebaskan hormon kalsitonin yang bekerja antagonis dengan parathormon yaitu menyimpan kalsium (deposisi) ke dalam tulang, mencegah absorpsi kalsium oleh usus, dan mencegah reabsorpsi kalsium oleh ginjal sehingga kadar kalsium darah kembali normal. Dengan demikian, peran utama hormon kalsitonin atau tirokalsitonin adalah menurunkan kadar kalsium darah sehingga kadar kalsium darah kembali normal.

Kekurangan parathormon menyebabkan kadar kalsium darah turun, sehingga terjadi gejala kejang (tetani konvulsi), dan jika tidak segera ditolong akan menyebabkan kematian.

Kekurangan vitamin D pada usia pertumbuhan menyebabkan *rickets* yaitu penyakit yang ditandai kekeroposan tulang sehingga mudah patah dan bentuknya menyimpang. Kekurangan vitamin D dapat disebabkan oleh berbagai faktor antara lain: kurang ekspos dengan sinar matahari sehingga gangguan sintesis provitamin D di kulit, hati, dan ginjal.

Osteoporesis (pengeroposan tulang) diduga gangguan sintesis vitamin D karena faktor ketuaan (*aging*), atau pengaruh estrogen

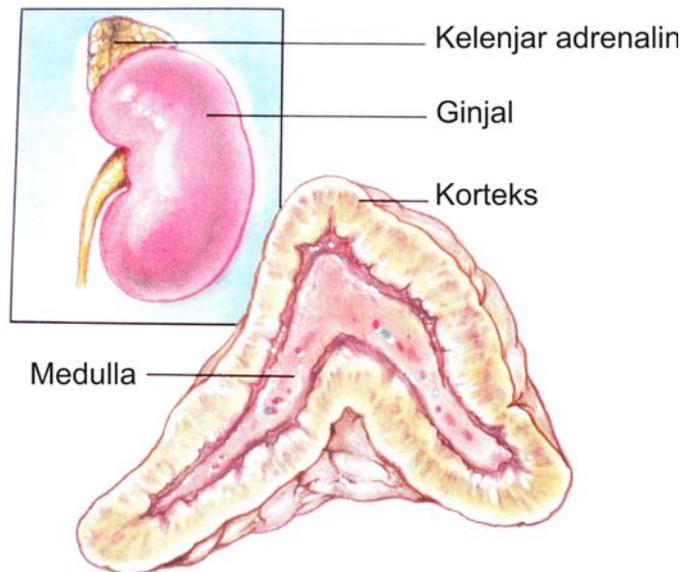
secara langsung maupun tak langsung terhadap tulang sehingga banyak kehilangan kalsium.

8.5. Kelenjar Adrenal

Kelenjar adrenal terletak di atas ginjal sehingga disebut juga kelenjar suprarenalis. Kelenjar adrenal terdiri atas bagian korteks dan medulla. Sel kromafin medulla adrenal berperan mensintesis dan mensekresikan hormon katekolamin (adrenalin dan noradrenalin). Adrenalin disebut juga epinefrin (E), noradrenalin disebut juga norepinefrin (NE). Katekolamin bersifat meningkatkan aktifitas sistem syaraf simpatis. Sekresi hormon adrenalin merupakan respon terhadap rangsangan syaraf melalui neuron praeganglionik syaraf simpatis sebagai respon terhadap turunnya kadar glukosa darah. Epinefrin berperan meningkatkan kadar glukosa darah dan asam laktat dengan cara merangsang glikogenolisis di sel hati dan otot sehingga terjadi hiperglikemik. Noradrenalin secara umum efeknya sama dengan E. Dengan demikian, adrenalin bekerja seperti glukagon dalam hal metabolisme karbohidrat.

Korteks adrenal tersusun atas 3 lapisan dari luar ke dalam sebagai berikut:

1. Zona glomerulosa
2. Zona fasciculata
3. Zona reticularis



Gambar 8.5. Kelenjar anak ginjal (adrenal)

Zona glomerulosa berperan menghasilkan hormon aldosteron yang berfungsi memfasilitasi reabsorpsi ion natrium (Na^{+1}) oleh tubulus ginjal. Sodium merupakan ion utama yang menyusun elektrolit tubuh dan secara terus menerus dikeluarkan lewat urin dan perkeringatan. Mekanisme regulasi kadar ion sodium dalam darah adalah sbb.: Sel khusus yang terdapat pada dinding pembuluh darah ginjal (*juxtaglomerular cells*) berperan sebagai osmoreseptor untuk memantau kadar ion sodium dalam darah. Jika kadar sodium dalam darah turun (osmolaritas menurun), maka sel tersebut mengeluarkan enzim renin yang berperan mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I. Angiotensin I kemudian diubah menjadi angiotensin II oleh *converting enzyme*. Angiotensin II merupakan hormon yang berperan merangsang sel korteks adrenal untuk mensintesis dan mensekresikan hormon aldosteron. Aldosteron berperan merangsang sel-sel tubulus distalis ginjal untuk meningkatkan reabsorpsi ion sodium dalam urin sehingga kadar sodium dalam darah kembali seimbang (normal). Kelebihan aldosteron akan menyebabkan meningkatnya retensi (penimbunan) ion natrium dan air, dan kehilangan ion kalium (K^{+1}).

Zona fasciculata dan reticularis menghasilkan kortikosteroid (kortikoid, atau kortisol, atau hidrokortison). Kortisol berperan untuk:

1. Meningkatkan pemanfaatan protein menjadi sumber energi dan panas
2. Antialergi
3. Antiinflamasi (antiradang)
4. Retensi ion Na.
5. Kelebihan kortisol menyebabkan metabolisme protein meningkat sehingga metabolisme karbohidrat menurun.

Kelebihan ACTH menyebabkan Cushing's disease, dengan gejala retensi air dan ion Na^{+1} meningkat sehingga terjadi edema (pembengkakan jaringan yang berisi air), tekanan darah meningkat.

Hipofungsi kelenjar adrenal menyebabkan Addison's disease dengan gejala antara lain; tekanan darah menurun, berat badan hilang, otot lemah, dan muntah-muntah. Penyalahgunaan kortikosteroid sebagai doping.

8.6. Ovarium

Ovarium berperan mensintesis dan mensekresikan hormon estrogen (E_2) dan progesteron (P). Estrogen disintesis dan disekresikan oleh

folikel ovarium. Estrogen bersifat sebagai endokrin, parakrin, atau autokrin. Estrogen berasal dari kolesterol. Estrogen ada 3 macam yaitu: 17β -estradiol, estrone, dan estriol, yang paling banyak dijumpai adalah 17β -estradiol. Estrogen berperan sebagai *feedback positif* yaitu memacu proliferasi sel granulosa, meningkatkan jumlah reseptor FSH pada sel granulosa, dan berperan sebagai *feedback negatif* yaitu menurunkan sekresi FSH-RH dari hipotalamus dan FSH dari pituitaria, serta memelihara sifat kelamin sekunder.

Progesteron disintesis dan disekresikan oleh korpus luteum dirangsang oleh LH pada siklus menstruasi normal, sedangkan pada saat ada kehamilan sintesis dan sekresi progesteron oleh korpus luteum juga dirangsang oleh *chorionic gonadotropin* (CG) yang dihasilkan plasenta. Fungsi utama hormon progesteron adalah mengatur panjang pendeknya siklus estrus, menyiapkan uterus untuk implantasi, pertumbuhan kelenjar susu, dan sifat keibuan. Disamping itu, korpus luteum juga menghasilkan hormon relaksin yang berperan melebarkan (relaksasi) simpisis pubis (tulang panggul) dan servik uteri.

Aplikasi pemanfaatan hormon E_2 dan P dalam kehidupan sehari-hari antara lain untuk: kontrasepsi oral pil (estrogen, atau kombinasi estrogen dan progestin), injeksi (estrogen), implan (progesteron).

8.7. Pankreas

Pulau Langerhans pankreas merupakan bagian pankreas yang bersifat sebagai kelenjar endokrin, sedangkan bagian asinar bersifat sebagai kelenjar eksokrin. Sel β (beta) pulau Langerhans pankreas berperan menghasilkan hormon insulin. Insulin merupakan faktor hipoglikemik artinya sebagai faktor yang menyebabkan penurunan kadar glukosa darah. Pada kondisi glukosa darah meningkat (misalnya saat setelah makan yang lebih banyak mengandung unsur karbohidrat), maka akan merangsang sekresi insulin dan mencegah sekresi glukagon. Insulin bekerja meningkatkan afinitas molekul karier didalam membran sel dengan glukosa sehingga mempermudah dan mempercepat masuknya glukosa ke dalam sel. Setelah glukosa berada di dalam sitoplasma, selanjutnya jika tidak dimanfaatkan sebagai sumber energi, oleh insulin akan disintesis menjadi glikogen (cadangan glukosa) di dalam beebagai sel hati, otot, atau jaringan lain. Sel α (alfa) pulau Langerhans pankreas menghasilkan hormon glukagon. Glukagon bekerja sebagai faktor

hiperglikemik artinya sebagai faktor yang menyebabkan meningkatnya kadar glukosa darah, karena glukagon berperan merangsang proses glikogenolisis dan glukoneogenesis. Glukagon bersifat lebih poten daripada epinefrin (adrenalin). Penurunan kadar glukosa darah dikenali oleh sel α pankreas berperan menghasilkan hormon glukagon. Hormon glukagon berperan merangsang pembebasan glukosa dari glikogen (terutama di sel hati) sehingga kadar gula darah kembali normal.

Disamping memacu pembebasan insulin oleh pankreas, kadar glukosa darah juga mempengaruhi perilaku makan. Mekanisme pengaturan (kontrol) perilaku makan adalah sebagai berikut: kadar glukosa darah mempengaruhi glukostat yaitu pusat kenyang (*satiety center*). yang terdapat pada basal hipotalamus. Pusat ini menghambat hipotalamus lateral yang merupakan pusat makan (*feeding center*). Pada kondisi kadar glukosa darah rendah, pusat kenyang tidak lagi menghambat pusat makan sehingga memacu pusat tersebut dan timbul keinginan untuk makan (nafsu makan). Akibat dari pengambilan makanan, maka kadar glukosa darah meningkat dan kembali normal.

Kelainan gangguan sintesis dan sekresi insulin menyebabkan penyakit diabetes mellitus (DM) atau kencing manis. Pada penderita DM ditandai dengan gejala meningkatnya kadar glukosa darah. Gejala lain yang mengikuti antara lain terdapat glukosa dalam urin (glukosuria), rasa haus dan banyak minum (polidipsia), lapar dan banyak makan (polifagia), volume air kencing meningkat (poliuria), luka sukar sembuh, dan impotensi.

8.8. Saluran Pencernaan

Mukosa usus halus menghasilkan hormon sekretin dan kolesistokinin (CCK). Hormon sekretin disintesis dan disekresikan oleh mukosa usus halus (terutama jejunum) ke dalam sirkulasi darah ketika makanan yang sangat bersifat asam memasuki usus halus. Hormon sekretin apabila disuntikkan secara intravena akan meningkatkan sekresi bikarbonat oleh pankreas dan saluran empedu.

Hormon kolesistokinin disintesis dan disekresikan oleh mukosa usus halus bagian depan (terutama duodenum) memiliki peran merangsang motilitas kantung empedu. Kolesistokinin dibebaskan ketika makanan yang mengandung lemak memasuki duodenum. Kolesistokinin berperan merangsang sel asinar pankreas untuk mengeluarkan enzim-enzim pencernaan dan kontraksi kantung

empedu untuk mengeluarkan getah empedu ke lumen usus halus. Menurut kamus kedokteran Dorland's bahwa kole (*chole*, latin) adalah sesuatu yang memiliki kaitan dengan empedu (Arey *et al.*, 1961;271). Gastrin dihasilkan oleh mukosa gastrium (lambung) berperan merangsang sekresi asam lambung (HCL).

8.9. Mekanisme Pengaturan Kadar Ion Kalsium

Kalsium merupakan ion penting dalam tubuh untuk kontraksi otot dan disimpan dalam tulang. Regulasi kadar ion kalsium melibatkan sel-sel kelenjar paratiroid, usus, dan ginjal. Jika kadar kalsium darah turun sel, maka kelenjar paratiroid akan mensekresikan hormon parathormon yang bekerja (1) membebaskan simpanan kalsium dari tulang, (2) meningkatkan absorpsi kalsium dari usus, dan (3) meningkatkan reabsorpsi kalsium dari cairan ultrafiltrat oleh tubulus ginjal sehingga kadar kalsium darah kembali normal.

Kata-kata Penting

- Neuron
- Sensoris
- motoris

Rangkuman

- Sistem endokrin terdiri atas berbagai macam kelenjar endokrin atau disebut juga kelenjar buntu.
- Hipotalamus mensintesis dan mensekresikan hormon-hormon *Gonadotropin releasing hormone* (GnRH), *Thyrotropin Releasing hormone* (TRH), *Cortico-tropin releasing hormone* (CRH), *Prolactin inhibiting factor* (PIF).
- Pituitaria posterior tersusun atas jaringan syaraf (neuron) yang berasal dari nuklei supraoptikus (kumpulan sel-sel syaraf) menghasilkan hormon ADH dan oksitosin.
- Pituitaria Intermedia menghasilkan hormon *Melanocyte stimulating hormone* (MSH).
- Pituitaria anterior menghasilkan hormon-hormon Somatotropin (STH), *Thyroid stimulating hormone* (TSH), *Adrenocorticotrophic hormone* (ACTH), *Gonadotropin hormone* (GnH) dan PRL (Prolaktin).
- Kelenjar tiroid berfungsi mensintesis dan mensekresikan hormon tiroksin.

- Kelenjar paratiroid menghasilkan hormon parathormon (PTH) yang berperan meningkatkan kadar kalsium darah dan menurunkan kadar pospat darah.
- Kelenjar adrenal terdiri atas bagian kortek dan medulla. Sel kromafin medulla adrenal berperan mensintesis dan mensekresikan hormon katekolamin (adrenalin dan noradrenalin). Korteks adrenal tersusun zona glomerulosa yang berperan menghasilkan hormon aldosteron yang berfungsi memfasilitasi reabsorpsi ion natrium (Na^{+1}) oleh tubulus ginjal, dan zona fasciculata dan reticularis menghasilkan kortikosteroid (kortikoid, atau kortisol, atau hidrokortison).
- Ovarium berperan mensintesis dan mensekresikan hormon estrogen (E_2) dan progesteron (P). Estrogen disintesis dan disekresikan oleh folikel ovarium. Progesteron disintesis dan disekresikan oleh korpus luteum.
- Pulau Langerhans pankreas terdiri atas sel β (beta) dan sel α (alfa). Sel α menghasilkan glukagon sebagai faktor hiperglikemik dan sel β menghasilkan insulin bekerja sebagai faktor hipoglikemik.
- Mukosa usus halus menghasilkan hormon sekretin dan kolesistokinin (CCK). Hormon sekretin meningkatkan sekresi bikarbonat oleh pankreas dan saluran empedu. Hormon kolesistokinin merangsang motilitas kantung empedu.
- Gastrin dihasilkan oleh mukosa gastrium (lambung) berperan merangsang sekresi asam lambung (HCL).

Latihan untuk Menguji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawab-an yang tepat!

1. Sebutkan kelenjar-kelenjar endokrin ...
2. Sebutkan hormon-hormon yang disintesis oleh hipotalamus
3. Sebutkan 3 bagian kelenjar pituitaria ...
4. Hormon yang dihasilkan oleh sel-sel pituitaria posterior adalah
5. Hormon yang memacu kontraksi otot myoepitel kelenjar susu sehingga menyebabkan keluarnya air susu (*milk ejection*) adalah ...
6. *Melanocyte stimulating hormone* (MSH) dihasilkan oleh ...
7. Kelebihan produksi somato-tropin pada masa pertumbuhan (anak-anak) menimbulkan kelainan per-tumbuhan yang disebut
8. *Thyroid stimulating hormone* (TSH) berperan merangsang pertumbuhan dan fungsi kelenjar tiroid dan sekresi hormon ...
9. Hormon yang berperan merangsang steroidogenesis di dalam

kortek adrenal adalah ...

10. Hormon gonadotropin dapat dibedakan menjadi ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Jelaskan fungsi FSH dan LH pada wanita!
2. Jelaskan fungsi PRL (Prolaktin) pada wanita!
3. Jelaskan mengapa terjadi pembengkakan kelenjar tiroid yang disebut goiter (gondok)!
4. Jelaskan mengapa jika kekurangan hormon tiroksin akan menyebabkan pertumbuhan terhambat (kerdil) yang disertai dengan kemunduran mental atau disebut kretin!
5. Jelaskan fungsi kelenjar paratiroid dan peran hormon yang dihasilkan!
6. Jelaskan fungsi hormon aldosteron dalam pengaturan kadar natrium darah!
7. Jelaskan peran hormon estrogen (E_2) dan progesteron (P)!
8. Jelaskan pemanfaatan hormon estrogen (E_2) dan progesteron (P) dalam pengaturan kehamilan!
9. Jelaskan peran sel β (beta) pulau Langerhans pankreas dalam kadar glukosa darah!
10. Sebutkan gejala-gejala pen-derita kencing manis!

Bab 9

Kesehatan Rangka Tulang & Otot



▲ Gambar 9.1. Patah tulang kaki

Pada saat seseorang menderita patah tulang kaki, maka kekuatan kaki untuk menopang berat badan menjadi berkurang sehingga harus dibantu dengan alat bantu jalan. Oleh karena itu, agar tubuh kita tetap tegak dan dapat bergerak secara leluasa, maka rangka tulang dan otot harus saling kerjasama.

Pada bab ini akan kita pelajari tentang:

- Rangka Sumbu
- Rangka Anggota Badan
- Sendi Mati
- Sendi Gerak
- Kesehatan Rangka
- Pemeliharaan Rangka
- Makanan untuk Pertumbuhan Tulang

Penyakit dan Kelainan Tulang

9. Sistem Rangka

Rangka tulang manusia mempunyai beberapa peranan sebagai berikut:

1. Menegakkan atau menyangga badan.
2. Tempat melekatnya otot-otot rangka (lurik) sehingga tulang dapat digunakan untuk melakukan gerakan tubuh seperti: berlari, melompat, menari dsb.
3. Melindungi alat-alat tubuh yang penting seperti: otak, jantung, sumsum tulang belakang.
4. Memberi bentuk badan.

Selain peran di atas, rangka tulang manusia juga mempunyai beberapa peran sebagai berikut:

1. Tempat pembuatan sel-sel darah.
2. Tempat penyimpanan garam mineral.

Nah, sekarang mari kita pelajari rangka tangan! rabalah tulang penyusun tanganmu masing-masing. Ada berapakah tulang yang menyusun tanganmu? Bandingkan dengan gambar rangka di sebelah ini. Nah, ternyata rangka tangan tersusun atas rangkaian tulang-tulang yang jumlahnya banyak, bentuk dan ukurannya juga beragam. Berdasarkan hasil penghitungan, rangka tangan tersusun atas 27 buah tulang, dan setiap jari tersusun atas 3 ruas tulang.

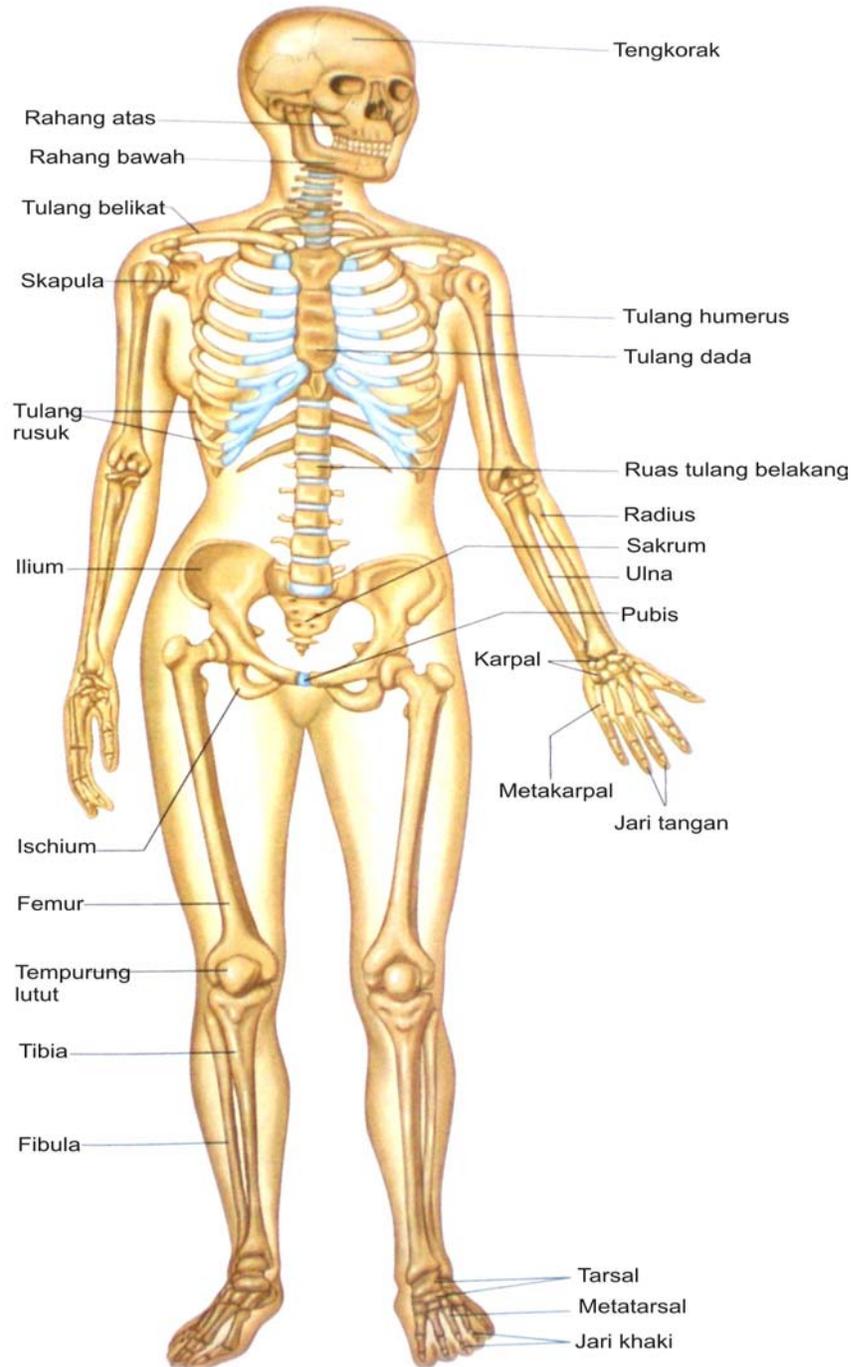
Bagaimana bentuk tulang-tulang rangka tangan? Ada yang panjang dan pendek, bukan? Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi 4 macam yaitu:

1. Tulang panjang atau tulang pipa, yaitu tulang yang memiliki ukuran panjang lebih besar daripada lebar/tebalnya. Sebagai contoh: tulang lengan, hasta, pengumpil, selangka, paha, kering dan betis.
2. Tulang pendek, yaitu tulang yang memiliki panjang kurang lebih sama dengan lebar/tebalnya. Sebagai contoh: tulang ruas jari tangan dan kaki.
3. Tulang pipih, yaitu tulang yang berbentuk lebar dan pipih. Sebagai contoh: tulang belikat, tengkorak, duduk dan usus.
4. Tulang tidak beraturan, yaitu tulang-tulang yang tidak dapat dimasukkan ke dalam 3 golongan di atas. Sebagai contoh: ruas tulang belakang.

Mengapa tulang memiliki bentuk yang berbeda-beda? Karena bentuk tulang berkaitan erat dengan fungsinya. Sebagai contoh:

1. Agar dapat melakukan gerakan yang luwes, maka tulang rangka tangan berbentuk panjang dan pendek.

2. Agar dapat berfungsi melindungi otak, maka tulang tengkorak berbentuk pipih dan kuat.



▲ **Gambar 9.2.** Rangka tulang

Berdasarkan bahan-bahan penyusunnya, tulang dibedakan menjadi:

1. Tulang keras jika bahan penyusun utamanya terdiri atas serabut-serabut tulang dan garam-garam kalsium posfat. Sebagai contoh: paha, lengan, betis, pengumpil.
2. Tulang rawan (lunak) jika bahan penyusun utamanya terdiri atas serabut-serabut tulang rawan tanpa garam-garam kalsium posfat. Sebagai contoh: tulang hidung, batang tenggorokan, dan daun telinga.

Selain bahan di atas, tulang tersusun atas sel-sel tulang (osteosit), pembuluh darah, dan saraf sehingga tulang dapat tumbuh, memperbaiki diri dan merasakan sakit apabila cedera (retak atau patah tulang).

Berdasarkan letak dan peranannya, rangka tulang manusia dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Rangka sumbu yaitu rangkaian tulang yang menyusun sumbu panjang tubuh.
2. Rangka anggota badan yaitu rangkaian tulang yang menyusun anggota gerak atas dan bawah.

9.1. Rangka Sumbu

Rangka sumbu yaitu rangkaian tulang yang menyusun sumbu panjang tubuh. Rangka sumbu tersusun dari tulang-tulang berikut ini: tengkorak, tulang-tulang belakang, tulang dada, dan tulang-tulang rusuk.

Tulang-tulang tengkorak

Tulang tengkorak kepala manusia tersusun atas 8 buah tulang berbentuk pipih. Tulang satu dengan lainnya saling berhubungan dalam bentuk sendi mati sehingga membentuk tempurung kepala yang kokoh. Tulang tengkorak membentuk rongga kepala yang di dalamnya terdapat otak, mata, indera pendengaran dan alat-alat penting lainnya. Dengan demikian, tulang tengkorak berfungsi melindungi otak, mata, dan indera-indera yang terdapat dalam kepala. Oleh karena itu, anjuran memakai helm pada saat sedang mengendarai sepeda motor atau kegiatan yang dapat menyebabkan cedera kepala adalah tepat untuk melindungi otak jika terjadi sesuatu yang tidak diharapkan.

Tulang belakang

Tulang belakang merupakan deretan tulang-tulang yang tersusun memanjang terdiri atas 33 buah ruas tulang belakang. Berdasarkan letaknya dapat dibedakan menjadi:

1. Tulang belakang bagian leher berjumlah 7 buah ruas. Ruas tulang leher yang paling atas disebut tulang atlas yang membentuk persendian dengan tulang kepala dalam bentuk sendi putar.
2. Tulang belakang bagian dada berjumlah 12 buah ruas tulang.
3. Tulang belakang bagian punggung berjumlah 5 buah ruas tulang.
4. Tulang belakang bagian pinggul berjumlah 5 buah ruas tulang yang nampak menjadi satu kesatuan.
5. Tulang belakang bagian ekor berjumlah 4 buah ruas tulang.



◀ **Gambar 9.3.** Rangka sumbu bagian tulang punggung

Tulang-tulang rangka dada

Rangka dada terdiri atas tulang-tulang belakang bagian punggung, tulang dada, dan tulang rusuk. Tulang belakang dengan tulang dada dihubungkan oleh tulang rusuk sehingga membentuk rongga dada. Berdasarkan perlekatannya dengan tulang dada, tulang rusuk dapat dibedakan menjadi:

1. Tulang rusuk sejati yaitu tulang rusuk yang ujungnya membentuk persendian dengan tulang belakang dan tulang dada, berjumlah 7 pasang.
2. Tulang rusuk semu yaitu tulang rusuk yang ujungnya dihubungkan dengan tulang dada oleh tulang rawan, berjumlah 3 pasang.
3. Tulang rusuk menggantung yaitu tulang rusuk yang ujungnya membentuk persendian dengan tulang belakang dan ujung lainnya lepas, berjumlah 2 pasang.

Rangka dada membentuk rongga dada dan berperan melindungi alat-alat yang terdapat dalam rongga dada seperti: jantung dan paru-paru. Pada saat pengambilan udara pernafasan tulang rusuk bergerak, dengan demikian tulang rusuk kita bergerak paling sedikit 15 kali per menit.

9.2. Rangka Anggota Badan

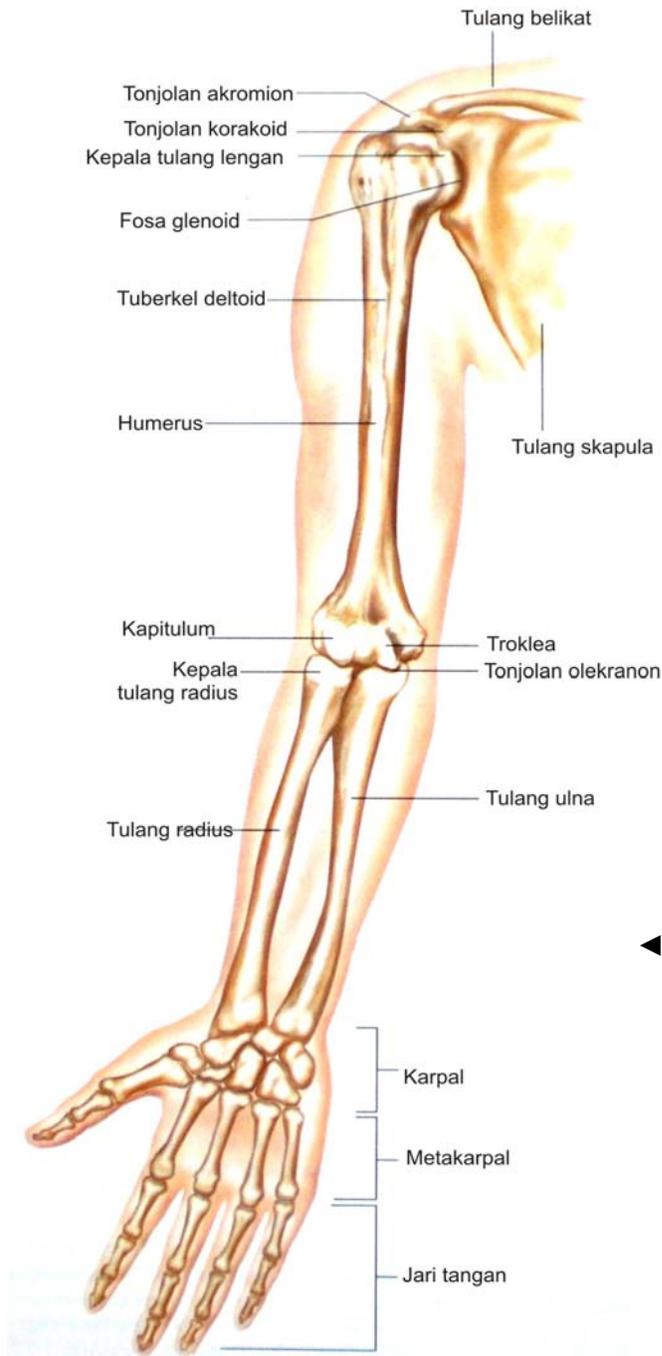
Rangka anggota badan yaitu rangkaian tulang yang menyusun anggota gerak atas dan anggota gerak bawah.

Tulang-tulang anggota gerak atas (lengan)

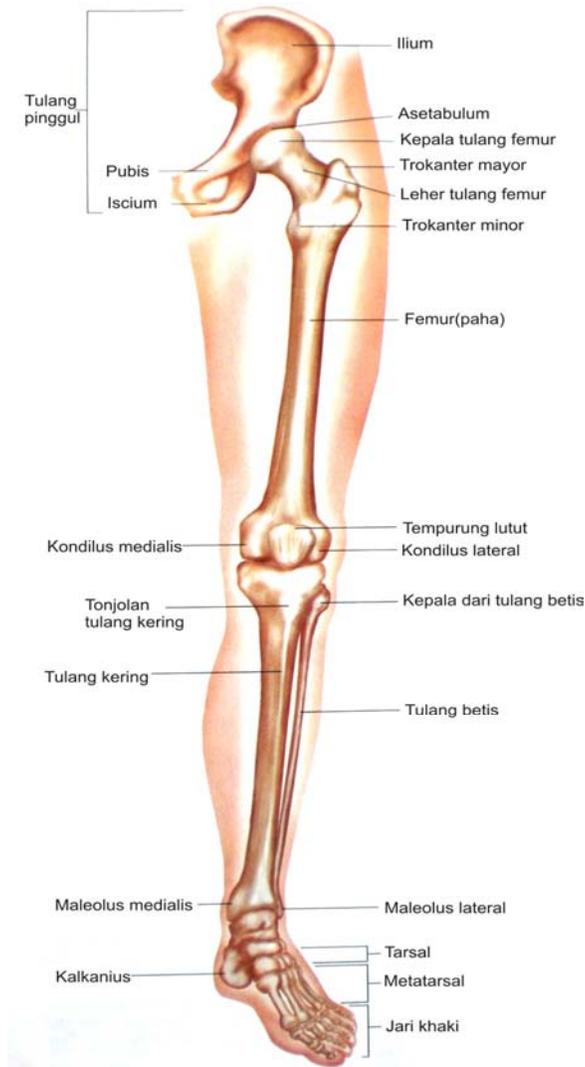
Anggota gerak atas tersusun atas tulang-tulang penyusun rangka gelang bahu dan rangka tangan. Rangka gelang bahu tersusun atas tulang-tulang selangka dan belikat. Rangka tangan tersusun atas tulang-tulang lengan, hasta dan pengumpil, pergelangan tangan, telapak tangan dan jari tangan.

Tulang-tulang anggota gerak bawah (kaki)

Rangka anggota gerak bawah tersusun atas tulang-tulang penyusun rangka gelang pinggul dan rangka kaki. Rangka gelang pinggul tersusun atas tulang usus, tulang kelangka, tulang kemaluan, dan tulang duduk. Rangka gelang pinggul berfungsi melindungi alat kelamin dan usus. Rangka kaki tersusun atas tulang-tulang paha, tempurung, betis dan kering, pergelangan kaki, tumit, telapak kaki dan jari-jari kaki.



◀ **Gambar 9.4.**
 Rangka anggota gerak atas (tangan)



◀ **Gambar 9.5.**
Rangka
anggota gerak
bawah (kaki)

9.3. Persendian

Tulang-tulang rangka satu dengan yang lain saling berhubungan. Hubungan antara tulang yang satu dengan yang lain disebut sendi. Berdasarkan gerakan antar tulang dapat dibedakan menjadi: sendi mati dan gerak.

9.3.1. Sendi Mati

Sendi mati adalah hubungan antar tulang manakala tulang penyusun sendi tidak dapat digerakkan, sebagai contoh pertautan antara tulang-tulang tengkorak kepala. Sendi mati menyebabkan

hubungan antar tulang menjadi kuat dan biasanya berfungsi melindungi alat-alat tubuh yang sangat penting.

9.3.2. Sendi Gerak

Sendi gerak adalah hubungan antar tulang yang dapat digerakkan. Menurut arah gerakan tulang, maka sendi gerak dapat dibedakan lagi menjadi:

1. Sendi kaku adalah hubungan antar tulang yang gerakannya sangat terbatas (kaku), sebagai contoh: sendi antara ruas-ruas tulang belakang.
2. Sendi geser manakala tulang penyusun sendi gerakannya menggeser, sebagai contoh adalah sendi antar tulang telapak tangan.
3. Sendi engsel manakala tulang penyusun sendi dapat digerakkan ke satu arah, seperti engsel jendela atau pintu, sebagai contoh: sendi siku, sendi lutut, ruas jari tangan, dan ruas jari kaki.
4. Sendi pelana manakala tulang penyusun sendi dapat digerakkan ke dua arah, seperti pelana kuda, sebagai contoh: sendi antara tulang telapak tangan dengan pangkal ibu jari.
5. Sendi putar manakala tulang penyusun sendi dapat digerakkan ke dua arah, seperti tuas, sebagai contoh adalah sendi antara tulang atlas dengan pangkal tulang tengkorak.
6. Sendi peluru manakala tulang penyusun sendi dapat digerakkan ke segala arah, sebagai contoh: antara tulang gelang bahu dengan tulang lengan atas, dan tulang gelang pinggul dengan tulang pangkal paha.

Sendi gerak pada umumnya tersusun atas komponen berikut ini:

1. Bantalan tulang rawan
2. Cairan sendi (sinovial)
3. Selaput sendi (sinovial)
4. Pembungkus sendi yang menghubungkan tulang satu dengan tulang lainnya.

9.4. Pengaturan Kadar Ion Kalsium dalam Darah

Kalsium (Potasium) merupakan mineral yang dibutuhkan oleh setiap sel tubuh untuk berbagai keperluan. Kalsium terutama diperlukan untuk proses-proses pembekuan darah, sekresi seluler, dan kontraksi otot. Jika kadar kalsium darah turun sel dari kelenjar paratiroid mensekresikan hormon parathormon yang bekerja (1)

membebaskan simpanan kalsium dari tulang, (2) meningkatkan absorpsi kalsium dari usus, dan (3) meningkatkan reabsorpsi kalsium dari urin oleh ginjal. Sehingga kadar kalsium darah kembali normal. Kekurangan parathormon menyebabkan kadar kalsium darah turun, sehingga terjadi gejala kejang (tetani konvulsi), dan bahkan kematian. Sebaliknya jika kadar kalsium darah meningkat (setelah makan) sel parafolikuler kelenjar tiroid membebaskan kalsitonin yang bekerja menyimpan kalsium (deposisi) ke dalam tulang, mencegah absorpsi kalsium oleh usus dan reabsorpsi kalsium oleh ginjal sehingga kadar kalsium darah kembali normal. Regulasi kadar ion kalsium. Jika kadar kalsium darah turun sel dari kelenjar paratiroid mensekresikan hormon parathormon yang bekerja (1) membebaskan simpanan kalsium dari tulang, (2) meningkatkan absorpsi kalsium dari usus, dan (3) meningkatkan reabsorpsi kalsium dari urin oleh ginjal. Sehingga kadar kalsium darah kembali normal. Sel-sel kelenjar tiroid dan sel-sel tulang. usus dan ginjal.

9.5. Pemeliharaan Kesehatan Rangka

1. Menjaga sikap duduk, tidur, dan berdiri. Sikap duduk pada saat belajar di rumah atau mengikuti pelajaran di sekolah dapat mempengaruhi bentuk tulang belakang. Sikap duduk yang baik adalah sikap yang memelihara tulang punggung tetap tegak. Kebiasaan sikap duduk yang tidak baik dapat menyebabkan tulang punggung melengkung ke belakang (bungkuk), tulang punggung melengkung ke depan (ndengkek), atau tulang punggung melengkung ke samping (ndeyek). Demikian juga sikap ketika berdiri atau tidur dapat mempengaruhi bentuk tulang punggung terutama pada usia anak-anak.
2. Olahraga secara teratur dan terukur. Teratur artinya dilakukan secara rutin, dan terukur artinya sesuai dengan kekuatan tubuh kita masing-masing. Olahraga dapat menguatkan tulang dan otot penyusun rangka tubuh. Olahraga akan menghindarkan dari kehilangan mineral tulang, sehingga akan terhindar dari penyakit osteoporosis. Berolahraga di bawah sinar matahari pagi membantu tubuh menghasilkan banyak vitamin D yang berguna untuk penyerapan kalsium. Dengan demikian, olahraga dapat memperkuat tulang rangka.



Gambar 9.6. Kaplet kalsium untuk menguatkan tulang

9.6. Makanan untuk Pertumbuhan Tulang

Tulang manusia terus-menerus mengalami pertumbuhan dan penulangan hingga umur 20 tahun. Tulang yang paling banyak mengalami pertumbuhan adalah tulang panjang seperti: tulang paha, tulang kering, dan tulang betis. Tulang memiliki bagian yang selalu mengalami pertumbuhan yang disebut cakra epifisis. Pada orang dewasa, cakra epifisis telah menjadi tulang semua sehingga tidak tumbuh. Pertumbuhan tulang dan penulangan memerlukan zat kapur, posfor, dan vitamin D.

1. Zat kapur dan posfor banyak terdapat pada susu dan biji kacang-kacangan.
2. Bakal vitamin D banyak terdapat pada minyak ikan, telur, dan hati. Sinar matahari berperan mengubah bakal vitamin D menjadi vitamin D dalam tubuh. Vitamin D penting untuk penyerapan kalsium dalam usus. Kekurangan vitamin D pada masa pertumbuhan tulang dapat mengakibatkan kelainan tulang yang disebut rakhitis. Gejala utama penyakit rakhitis adalah tulang kaki melengkung membentuk seperti O atau X.

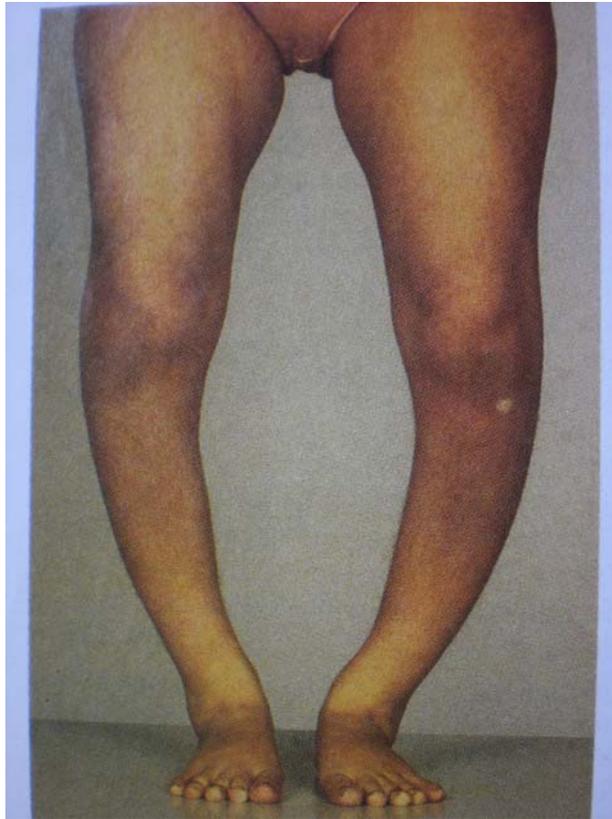
9.7. Cidera, Kelainan, dan Penyakit pada Rangka

9.7.1. Cidera pada sendi dan tulang

1. Terkilir dapat terjadi karena gerakan yang mendadak atau dipaksakan sehingga pembungkus sendi teregang atau robek dan mengakibatkan pembengkakan di sekitar sendi. Biasanya terjadi pada saat olahraga atau bekerja tetapi kurang pemanasan dan terlalu dipaksakan.
2. Retak tulang dapat terjadi karena benturan ringan sehingga tulang retak dan tetap pada posisi semula.
3. Patah tulang dapat terjadi karena benturan keras pada tulang sehingga patah menjadi dua atau lebih bagian yang satu lepas dari yang lain. Berdasarkan bentuknya, patah tulang dapat dibedakan menjadi patah tulang tertutup jika tulang tetap berada dalam kulit, dan patah tulang terbuka jika tulang keluar menembus kulit. Pada kondisi patah tulang terbuka, penderita harus segera ditangani dan dirawat dengan baik karena dapat terjadi infeksi yang dapat berakibat fatal. Tulang panjang adalah tulang yang paling sering patah. Sebagai contoh: tulang selangka, lengan, dan paha.

9.7.2. Penyakit pada sendi dan tulang

1. Keropos tulang (osteopore-sis) karena kekurangan mineral penyusun tulang sehingga jika tidak hati-hati tulang mudah patah. Penyakit keropos tulang berkaitan dengan penurunan kadar hormon wanita, sehingga penyakit ini sering terjadi pada wanita yang telah lanjut usia.
2. Rakhitis adalah penyakit akibat kekurangan vitamin D. Penyakit rakhitis pada masa pertumbuhan tulang dapat mengakibatkan tulang kaki menjadi lunak sehingga melengkung dan biasanya membentuk seperti huruf O atau X.
3. Penyakit radang sendi, akibat adanya peradangan pada persendian terutama sendi-sendi yang aktif bergerak sehingga sendi terasa sakit dan sulit digerakkan. Sendi yang terkena biasanya adalah lutut, siku, pergelangan kaki dan tangan. Ditandai dengan rasa nyeri yang hebat, disertai bengkak dan kemerahan. Ada factor keturunan.
4. Rematik, tulang menyatu hingga sulit bergerak, dapat terjadi pada semua usia.



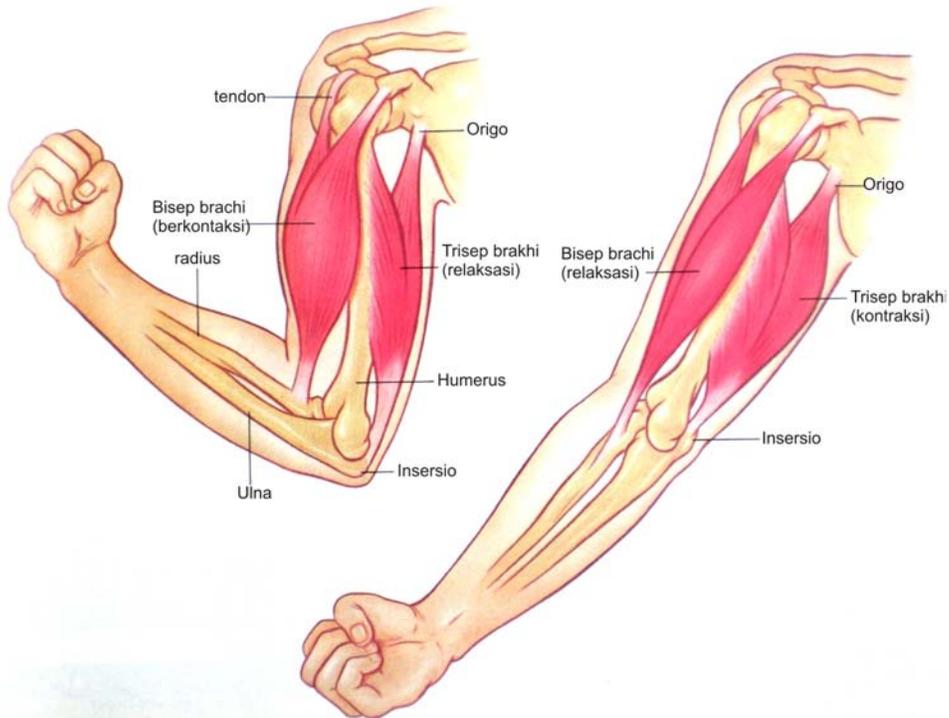
Gambar 9.7. Kelainan tulang rakhitis

9.3. Otot

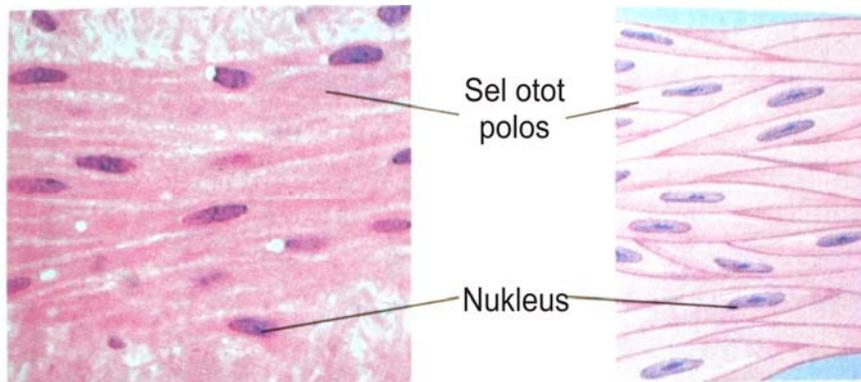
Otot manusia memegang peranan penting sehingga manusia dapat bergerak. Tanpa otot, manusia tidak dapat bergerak. Anda pernah melihat mereka yang bernasib malang, jatuh, lumpuh dan tidak bisa berjalan? Apa yang terjadi dengan otot kakinya? Terjadi penciutan yang disebut atrofi, hingga sering tinggal “kulit bungkus tulang”, dan ia tidak akan dapat berjalan lagi.

Otot manusia terdiri dari kumpulan serat yang berukuran rambut. Berapa banyak serat otot Anda miliki? Penelitian menunjukkan bahwa tubuh manusia memiliki lebih dari 6.000.000.000 serat otot dalam tubuh yang berhubungan dengan tulang. Tulang dan otot inilah yang mendukung tubuh Anda yang menyebabkan Anda dapat bergerak. Kesatuan ini disebut sistem otot dan kerangka, yang terdiri lebih dari 200 tulang dan sekitar 600 macam otot yang beraneka ragam. Serat yang membentuk otot itulah yang berkontraksi untuk mengecilkan atau merelaksasikan maupun memperpanjang otot.

Sesuatu yang luar biasa ialah setiap serat ini cukup tepat guna untuk mendukung sesuatu yang beratnya 1000 kali lebih berat dari dirinya sendiri.



▲ **Gambar 9.8.** Otot lengan atas



▲ **Gambar 9.9.** Sel-sel penyusun otot polos

Tidak semua serat otot dalam keadaan aktif pada saat yang sama. Umumnya pada suatu saat, hanya sepertiga dari serat otot yang bekerja, sedangkan sisanya beristirahat. Dalam keadaan normal, serat otot Anda bekerja dengan bergantian. Cara ini yang memberikan daya tahan dan daya guna dari pekerjaan serat otot tersebut. Tetapi jikalau seorang dalam keadaan tegang, hampir semua serat ototnya harus bergerak inilah yang menyebabkan timbulnya kelelahan dini, dan serat otot tidak dapat berfungsi dengan baik, bahkan menyebabkan perasaan sakit.

Otot yang sehat adalah otot yang dalam keadaan relaksasi yang menguatkan. Ini berarti otot tersebut dalam keadaan sebagian berkontraksi walaupun dalam keadaan istirahat. Saat ini otot tersebut memperoleh kekuatan dari darah, glukosa, dan oksigen; dan siap untuk bereaksi kapan saja menerima perintah terlembut sekalipun yang datang dari otak atau refleks spinal. Dalam keadaan relaks, otot yang sehat bagaikan senjata yang terisi peluru, siap untuk ditembakkan.

Otot Anda akan menjadi tegang bila Anda menghadapi stres. Stres tersebut bisa dalam bentuk fisik maupun emosi. Fisik Anda akan mengalami kesusahan bila Anda meminta otot Anda untuk melakukan pekerjaan yang melebihi kekuatannya, misalnya mengangkat barang yang sangat berat. Ini gampang terjadi bila Anda melakukan kegiatan berat secara tiba-tiba dengan tidak mengadakan pemanasan lebih dulu.

Bila Anda mengadakan “pemanasan”, darah akan mengalir menuju otot Anda, membawa lebih banyak zat pembakar dan oksigen. Kegiatan yang dibuat berangsur-angsur ini akan mengurangi terjadinya stres kemudian. Umumnya lebih tua Anda, lebih penting “pemanasan” tersebut, walaupun problema tubuh akan dapat juga timbul bila Anda menuntut otot yang sudah cape dan letih untuk melakukan pekerjaan berat.

Ketegangan emosi pada otot terjadi bila otot Anda dipenuhi dengan perasaan yang tidak dapat ditanggulangi, seperti kedukaan, frustrasi yang terus menerus, marah yang tersembunyi, dendam dan perasaan bersalah. Semua perasaan tersebut menghasilkan ketegangan di berbagai kumpulan otot bahkan kelelahan emosi.

Ketegangan otot, apakah disebabkan alasan fisik atau emosi, akan membawa Anda pada berbagai problema. Bila stres otot yang berlebihan tidak dihilangkan, Anda dapat mengalami spasmus otot.

Seorang yang menderita spasmus otot yang akut dapat menyebabkan kepincangan untuk sementara waktu.

Ketegangan otot juga menyebabkan berbagai sakit kepala, sakit punggung, kaku leher, beberapa macam artritis, dan beratus gejala atau gejala komplikasi lainnya. Bila semua gejala-gejala ini digabungkan menjadi satu, semuanya melebihi 50% dari segala keluhan sakit yang diderita manusia.

Ketegangan otot dan stres dapat memeraskan darah keluar dari pembuluh darah kecil dan kapiler, dan mengakibatkan tekanan darah tinggi. Seorang yang mengangkat barang berat dalam jangka waktu lama akan mengalami hal yang sama. Gerak badan yang hanya menaikkan ketegangan ini yang dilakukan dengan berlebihan akan menyebabkan berkurangnya darah masuk ke dalam endokardium (lapisan dalam dari jantung) dan membawa kepada serangan jantung yang tidak memberikan gejala.

Bagaimana cara mengurangi ketegangan otot? Ternyata olahraga atau gerak badan yang teratur adalah jawabnya. Dasar fisiologinya sangat sederhana, yaitu diperlukan waktu untuk menghasilkan otot yang rileks. Setiap pengobatan mengurangi ketegangan otot akan memberikan penyembuhan kepada banyak penderita dan kesakitan. Nah pengobatan yang terbaik untuk hal tersebut ialah program olahraga / gerak badan yang teratur. Dengan olahraga yang teratur, berbagai macam penyakit yang tidak perlu timbul dapat dihindarkan. Anda dapat mengucapkan selamat tinggal kepada sakit kepala, artritis, sakit punggung, kaku leher dan sebagainya. Sebagai gantinya Anda akan mempunyai badan yang kuat, sehat, serta wajah yang cerah dan bergairah.

Kata-kata Penting

- Rangka sumbu
- Rangka anggota gerak
- Tulang keras
- Tulang rawan
- Tulang lunak
- Sendi mati
- Sendi gerak
- Otot polos
- Otot lurik
- Otot jantung

Rangkuman

- Tulang-tulang yang menyusun tubuh terangkai membentuk rangka tulang.
- Rangka tulang manusia dapat dibedakan menjadi rangka sumbu dan rangka anggota badan.
- Rangka sumbu tersusun dari tulang-tulang tengkorak, tulang-tulang belakang, tulang-tulang dada, dan tulang-tulang rusuk.
- Rangka tulang manusia berfungsi menegakkan dan membentuk badan, melindungi alat-alat tubuh, tempat melekatnya otot-otot rangka (lurik), sebagai alat gerak pasif, tempat pembuatan sel-sel darah, dan tempat penyimpanan garam mineral.

Latihan untuk Menguji Pemahaman

A. Lengkapilah dengan jawab-an yang tepat!

1. Rangka tubuh dapat dibedakan menjadi rangka ... dan
2. Tulang leher yang terletak paling atas disebut tulang ...
3. Rangka anggota badan atas (tangan) tersusun atas...
4. Setiap jari tangan tersusun atas ... ruas tulang
5. Berdasarkan bentuknya, tulang belikat termasuk jenis tulang ...
6. Persendian antara ibu jari dengan telapak tangan disebut sendi ...
7. Berikan contoh bahan makanan yang banyak mengandung kalsium dan posfor adalah ...
8. Kekurangan mineral kalsium dapat menyebabkan tulang keropos yang disebut ...
9. Vitamin yang diperlukan untuk pertumbuhan tulang adalah ...
10. Kelainan bentuk tulang belakang membengkok ke samping disebut

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Sebutkan secara urut dari atas ke bawah bagian-bagian susunan tulang belakang!
2. Jelaskan perbedaan antara sendi putar dengan sendi peluru, berikan contohnya masing-masing!
3. Jelaskan yang dimaksud dengan sendi mati dan berikan contohnya?
4. Sebutkan fungsi rangka gelang pinggul?
5. Jelaskan 4 jenis fungsi rangka tulang!
6. Apa manfaat makan sayuran dan buah-buahan bagi kesehatan rangka tulang tubuh kita?
7. Jelaskan mengapa patah tulang dapat pulih kembali?

8. Bagaimana cara yang benar memelihara kesehatan rangka tulang kita?
9. Jelaskan yang dimaksud dengan osteoporosis?
10. Mengapa kita perlu mendapatkan sinar matahari pada pagi hari?

Bab 10

Kesehatan Gizi Makanan



▲ **Gambar 10.1.** Apel mengandung berbagai jenis zat gizi, salah satu diantaranya adalah vitamin C

Pernahkah kamu mengalami gusi berdarah (sariawan)? Sariawan timbul karena tubuh kita kekurangan asupan vitamin C. Vitamin C banyak terkandung dalam buah-buahan. Vitamin C dan zat-zat gizi lainnya sangat diperlukan oleh sel-sel tubuh untuk menjaga kesehatan.

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Gizi dalam bahan makanan
- Makanan sehat dan sempurna (Cukup Dan Seimbang)
- Pengukuran status gizi
- Kelompok rentan gizi
- Gizi dan peranannya
- Gizi dan kesehatan
- Penyakit yang berkaitan dengan status gizi

10. Gizi

Gizi adalah zat-zat yang terkandung dalam suatu jenis makanan tertentu. Ilmu yang mempelajari atau mengkaji masalah makanan yang dikaitkan dengan kesehatan disebut ilmu gizi. Konsumsi gizi makanan pada seseorang dapat menentukan tercapainya tingkat kesehatan, atau sering disebut status gizi. Apabila tubuh berada dalam tingkat kesehatan optimum, di mana jaringan jenuh oleh semua zat gizi, maka disebut status gizi optimum. Dalam kondisi demikian tubuh terbebas dari penyakit dan mempunyai daya tahan yang setinggi-tingginya. Apabila konsumsi gizi makanan seseorang tidak seimbang dengan kebutuhan tubuhnya, maka akan terjadi kesalahan akibat gizi (*malnutrition*). Malnutrisi ini mencakup kelebihan gizi disebut gizi lebih (*overnutrition*), dan kekurangan gizi atau gizi kurang (*undernutrition*).

Secara kimiawi, komposisi tubuh manusia tersusun atas: air, gas, garam, dan senyawa organik. Jika dilihat dari unsur kimia yang menyusunnya, maka tubuh kita mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), sulfur (S), dan fosfat (P). Dalam kehidupan manusia sehari-hari, orang tidak terlepas dari makanan, karena makanan adalah salah satu persyaratan pokok untuk hidup, di samping udara (oksigen). Empat fungsi pokok makanan bagi kehidupan manusia adalah:

1. Memelihara proses tubuh dalam pertumbuhan/perkembangan serta mengganti jaringan tubuh yang rusak.
2. Memperoleh energi guna melakukan kegiatan sehari-hari.
3. Mengatur metabolisme dan mengatur berbagai keseimbangan air, mineral dan cairan tubuh yang lain.
4. Berperan di dalam mekanisme pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit.

Agar makanan dapat bermanfaat bagi kesehatan tubuh, maka makanan yang kita makan sehari-hari tidak hanya sekedar makanan. Dalam perkembangan selanjutnya ilmu gizi mulai dari pengadaan, pemilihan, pengolahan, sampai dengan penyajian makanan tersebut. Dari batasan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa ilmu gizi itu mencakup dua komponen penting yaitu makanan dan kesehatan. Untuk mencapai kesehatan yang optimal diperlukan makanan bukan sekedar makanan, tetapi makanan yang mengandung gizi atau zat-zat gizi. Zat-zat makanan yang diperlukan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan ini dikelompokkan menjadi 5 macam, yakni protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral.

10.1. Karbohidrat

Karbohidrat yang dapat dibedakan menjadi; glikogen ($C_6H_{10}O_5$)_m, pati (amilum, *starch*), dan molekul sangat panjang (selulose). Karbohidrat, berdasarkan gugus penyusun gulanya dapat dibedakan menjadi monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Fungsi karbohidrat adalah sebagai salah satu pembentuk energi yang paling murah, karena pada umumnya sumber karbohidrat ini berasal dari tumbuh-tumbuhan (beras, jagung, singkong, dan sebagainya) yang merupakan makanan pokok.

10.2. Lemak

Lemak dapat dibedakan menjadi; trigliserida, asam lemak, gliserol, fosfolipid (PL), dan kolesterol. Lemak, berasal dari minyak goreng, daging, margarin, dan sebagainya. Fungsi pokok lemak bagi tubuh ialah: Menghasilkan kalori terbesar dalam tubuh manusia (1 gram lemak menghasilkan sekitar 9,3 kalori). Sebagai pelarut vitamin: A, D, E, dan K. Sebagai pelindung terhadap bagian-bagian tubuh tertentu, dan pelindung bagian tubuh pada temperatur rendah.

10.3. Protein

Protein dapat dibedakan menjadi; protein kompleks (polipeptida) dan sederhana (asam amino), dan asam nukleat (DNA dan RNA). Asam amino adalah sembarang senyawa organik yang memiliki gugus fungsional karboksil ($-COOH$) dan amina (biasanya $-NH_2$). Dalam biokimia seringkali pengertiannya dipersempit: keduanya terikat pada satu atom karbon (C) yang sama (disebut atom C "alfa" atau α). Gugus karboksil memberikan sifat asam dan gugus amina memberikan sifat basa. Dalam bentuk larutan, asam amino bersifat amfoterik: cenderung menjadi asam pada larutan basa dan menjadi basa pada larutan asam. Perilaku ini terjadi karena asam amino mampu menjadi *zwitter-ion*.

Asam amino termasuk golongan senyawa yang paling banyak dipelajari karena salah satu fungsinya sangat penting dalam organisme, yaitu sebagai penyusun protein. Struktur asam amino dengan gugus amina di sebelah kiri dan gugus karboksil di sebelah kanan. Struktur asam amino secara umum adalah satu atom C yang mengikat empat gugus: gugus amina (NH_2), gugus karboksil ($COOH$), atom hidrogen (H), dan satu gugus sisa (R, dari *residue*) atau disebut juga gugus atau rantai samping yang

membedakan satu asam amino dengan asam amino lainnya. asam amino berfungsi sebagai:

1. Penyusun protein, termasuk enzim.
2. Kerangka dasar sejumlah senyawa penting dalam metabolisme (terutama vitamin, hormon dan asam nukleat).
3. Pengikat ion logam penting yang diperlukan dalam dalam reaksi enzimatik (kofaktor).



Gambar 10.2. Telur sebagai bahan makanan sumber protein hewani

Asam amino esensial

Asam amino diperlukan oleh makhluk hidup sebagai penyusun protein atau sebagai kerangka molekul-molekul penting. Asam amino disebut esensial bagi suatu spesies organisme apabila spesies tersebut memerlukannya tetapi tidak mampu memproduksi sendiri atau selalu kekurangan asam amino yang bersangkutan. Untuk memenuhi kebutuhan ini, spesies itu harus memasoknya dari luar (lewat makanan). Istilah "asam amino esensial" berlaku hanya bagi organisme heterotrof. Bagi manusia, ada delapan (ada yang menyebut sembilan) asam amino esensial yang harus dipenuhi dari diet sehari-hari, yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan, dan valin. Histidin dan arginin disebut sebagai "setengah esensial" karena tubuh manusia dewasa sehat mampu memenuhi kebutuhannya. Asam amino karnitin juga bersifat

"setengah esensial" dan sering diberikan untuk kepentingan pengobatan.



Gambar 10.3. Kacang tanah sebagai bahan makanan sumber protein nabati

10.4. Vitamin

Vitamin dapat dibedakan menjadi kelompok vitamin yang larut lemak dan larut air. Vitamin yang larut air adalah vitamin B dan C, dan vitamin yang larut lemak adalah vitamin A, D, E, dan K. Fungsi masing-masing vitamin adalah sebagai berikut:

- Vitamin A berfungsi bagi pertumbuhan sel-sel epitel, dan sebagai pengatur kepekaan rangsang sinar pada saraf dan mata.
- Vitamin B1 berfungsi untuk metabolisme karbohidrat, keseimbangan air dalam tubuh, dan penyerapan zat lemak oleh usus.
- Vitamin B2 berfungsi dalam pemindahan rangsang sinar ke saraf mata, dan enzim berfungsi dalam proses oksidasi dalam sel-sel.
- Vitamin B6 berfungsi dalam pembuatan sel-sel darah, dan dalam proses pertumbuhan serta pekerjaan urat saraf.
- Vitamin C, berfungsi sebagai aktivator macam-macam enzim perombak protein dan lemak, dalam oksidasi dan dehidrasi dalam sel, penting dalam pembentukan trombosit.
- Vitamin D, berfungsi mengatur kadar kapur dan fosfor dalam bersama-sama kelenjar anak gondok (paratiroid), memperbesar penyerapan zat kapur dan fosfor dari usus, dan mempengaruhi kerja kelenjar endokrin.

- Vitamin E, berfungsi mencegah pendarahan bagi wanita hamil serta mencegah keguguran dan diperlukan pada saat sel sedang membelah.
- Vitamin K, berfungsi dalam pembentukan protrombin, yang berarti penting dalam proses pembekuan darah.

10.5. Mineral

Mineral seperti; zat besi, kalium, kalsium, magnesi-um, natrium. Mineral, terdiri dari zat kapur (Ca), posfor (P), zat besi (Fe), zat fluor (F), natrium (Na), dan Chlor (Cl), kalium (K), dan Iodium (I). Secara umum fungsi mineral adalah sebagai bagian dari zat yang aktif dalam metabolisme atau sebagai bagian penting dari struktur sel dan jaringan sebagai kofaktor suatu enzim.



Gambar 10.4. Buah segar merupakan bahan makanan yang banyak mengandung mineral

10.6. Serat Kasar

Serat kasar (bahasa Inggris = *crude fiber*) berasal dari selulosa dan lignin yang terdapat pada sel tanaman. Makan makanan yang cukup mengandung sayuran karena sayuran banyak mengandung serat kasar. Dalam bahasa Inggris makanan seperti itu disebut *roughages*, terdiri dari sayur-sayuran yang berserat-serat, kulit buah-buahan, jagung, dan lain-lain. Sayur dan buah memegang peranan yang penting dalam tubuh manusia. Sayur merupakan sumber serat, vitamin, dan mineral. Juga mengandung zat yang

bukan gizi tapi sangat dibutuhkan bagi kesehatan tubuh manusia. Karena itu, mengonsumsi sayur dan buah sangat penting. Kebiasaan mengonsumsi buah dan sayur ini perlu dibiasakan sejak kecil. Dengan rajin mengonsumsi sayur dan buah, buang air besar (BAB) menjadi lancar. Serat yang terdapat di dalam keduanya bisa mendorong tinja untuk keluar. Karena itu, anak atau orang dewasa yang kurang mengonsumsi buah dan sayur biasanya akan mengalami kesulitan dalam buang air besar. Kalau makanan yang dikonsumsi banyak mengandung serat, maka sisa makanan relatif mampu menyerap air sehingga kotoran mengembang, volumenya bertambah dan reflek BAB terjadi setiap hari. Ini merupakan pola yang sehat karena kotoran dapat segera dibuang dari tubuh. Masa transit kotoran pun menjadi lebih singkat karena pembuangan kotoran berlangsung setiap hari. Tetapi jika konsumsi makanan miskin serat akibatnya sisa makanan yang menumpuk di rectum jadi lebih lama. Untuk membuangnya memerlukan waktu sampai volumenya cukup untuk merangsang berak. Akhirnya terjadilah sembelit dan susah buang air besar karena kotoran berhenti bahkan mengeras. Walaupun bisa dikeluarkan biasanya akan berbentuk seperti kotoran kambing. Usus besar pun akan bekerja lebih berat. Tak jarang buang air besar harus disertai mules-mules terlebih dahulu untuk mendorong kotoran yang menumpuk itu. Kalau sampai terjadi berhari-hari tak bisa buang kotoran, dapat dibayangkan bagaimana akibatnya.



▲ **Gambar 10.5.** Sayuran selain bergizi juga banyak mengandung serat kasar

10.7. Air

Air dapat dibedakan menjadi air yang didapat secara langsung dari air minum atau air yang berasal dari makanan dan yang diproduksi oleh sel tubuh pada proses pembakaran seluler.



◀ **Gambar 10.6.**
Air minum dari air sumur yang telah direbus baik untuk menjaga kesehatan

10.8. Makanan Sehat dan Bergizi

Pengaturan pola makan yang baik tidak hanya dapat menyehatkan badan, namun juga dapat memperpanjang harapan hidup. Berbagai penelitian menunjukkan terjadinya penurunan risiko terjadinya penyakit jantung, kanker, diabetes, osteoporosis, bahkan Alzheimer serta Parkinson. Sebaliknya, pola makan yang salah dapat menjadi pencetus utama dari penyakit mengerikan di atas. Secara sederhana, yang terbaik adalah dengan pola makan seimbang, empat sehat lima sempurna.

Ketika kita tidak mengonsumsi makanan atau minuman bergizi, kita dapat mengalami pengeroposan tulang (kekurangan vitamin),

gusi berdarah (kekurangan vitamin C) atau bahkan gangguan pengangkutan oksigen di darah ke setiap sel (kekurangan zat besi). Jadi ketika kita bicara mengenai gizi atau nutrisi, kita bicara mengenai mengapa kita makan, apa yang kita makan, dan bagaimana makanan tersebut mempengaruhi tubuh dan kesehatan kita. Makanan sehat yang apabila dimakan secara teratur akan dapat mencegah/menunda selama mungkin berbagai penyakit degeneratif akibat proses penuaan tubuh.

10.9. Pengukuran Status Gizi

Seperti telah diuraikan sebelumnya, bahwa di antara kelompok umur yang mudah terkena penyakit-penyakit kekurangan gizi adalah kelompok bayi dan anak balita. Oleh sebab itu, indikator yang paling baik untuk mengukur status gizi masyarakat adalah melalui status gizi balita (bayi dan anak balita). Selama ini telah banyak dihasilkan berbagai pengukuran status gizi tersebut, dan masing-masing ahli mempunyai argumentasi sendiri dalam mengembangkan pengukuran tersebut.

Di bawah ini akan diuraikan 4 macam cara pengukuran yang sering dipergunakan di bidang gizi masyarakat serta klasifikasinya:

1. Berat badan per umur

Berdasarkan klasifikasi dari Universitas Harvard, keadaan gizi anak diklasifikasikan menjadi 4 tingkat, yakni:

- Gizi baik apabila berat badan bayi/anak menurut umurnya lebih dari 80% standard Harvard
- Gizi kurang apabila berat badan bayi/anak menurut umur berada di antara 60%-80% standard Harvard
- Gizi buruk apabila berat badan bayi/anak menurut umurnya 60% atau kurang dari standard Harvard

2. Tinggi badan per umur

Pengukuran status gizi bayi dan anak balita berdasarkan tinggi badan menurut umur, juga menggunakan modifikasi standard Harvard, dengan klasifikasinya adalah sebagai berikut:

- Gizi baik apabila panjang/tinggi badan bayi/anak menurut umurnya lebih dari 80% standard Harvard.
- Gizi kurang apabila panjang/tinggi badan bayi/anak menurut umurnya berada di antara 70,1% - 80% dari standard Harvard.

- Gizi buruk apabila panjang/tinggi badan bayi/anak menurut umurnya 70% atau kurang dari standard Harvard.

3. Berat badan menurut tinggi

Pengukuran berat badan menurut tinggi badan ini diperoleh dengan mengkombinasikan berat badan dan tinggi badan per umur menurut standard Harvard. Klasifikasi hasil pengukuran berat badan menurut tinggi badan adalah sebagai berikut:

- Gizi baik apabila berat badan bayi/anak menurut panjang-tingginya lebih dari 90% dari standard Harvard.
- Gizi kurang apabila berat bayi/anak menurut panjang-tingginya berada di antara 70,1% - 90% dari standard Harvard.
- Gizi buruk apabila berat bayi/anak menurut panjang-tingginya 70% atau kurang dari standard Harvard.

4. Lingkar lengan atas (LLA) menurut umur

Klasifikasi hasil pengukuran status gizi bayi/anak berdasarkan lingkar lengan atas menggunakan klasifikasi hasil pengukuran sebagai berikut:

- Gizi baik, apabila LLA bayi/anak menurut umurnya lebih dari 85% standard Wolanski.
- Gizi kurang, apabila LLA bayi/anak menurut umurnya berada di antara 70,1% - 85% standard Wolanski.
- Gizi buruk, apabila LLA bayi/anak menurut umurnya 70% atau kurang dari standard Wolanski.

5. Indeks Massa Tubuh

Untuk mengetahui apakah berat badan kita sudah cukup ideal. Kegemukan atau terlalu kurus; kita dapat menggunakan perhitungan indeks massa tubuh (*Body Mass Index/BMI*) dengan formula sebagai berikut:

$$BMI = \frac{\text{berat badan (kg)}}{\text{tinggi badan (m)} \times \text{tinggi badan (m)}}$$

Beberapa penyakit seperti penyakit jantung, diabetes dan tekanan darah tinggi seringkali berhubungan dengan berat badan yang berlebih. Berdasarkan berbagai penelitian di lembaga kesehatan,

nilai BMI lebih dari 30 meningkatkan resiko kematian karena penyakit, sekitar 50 sampai 150%.

Para ahli kesehatan menyarankan orang-orang yang berlebihan berat badan, namun tidak memiliki faktor resiko kesehatan yang berbahaya (seperti kolesterol tinggi atau tekanan darah tinggi) untuk mulai melakukan aktivitas fisik, seperti olah raga lebih banyak untuk mencegah bertambahnya berat badan. Orang-orang yang kelebihan berat badan dan disertai factor resiko, seperti kolesterol dan tekanan darah tinggi, perlu secara aktif menurunkan berat badan, dengan mengontrol diet dan olah raga. Ada baiknya program tersebut dikonsultasikan dulu dengan dokter atau para ahli kesehatan.

10.11. Kelompok Rentan Gizi

Kelompok rentan gizi adalah suatu kelompok di dalam masyarakat yang paling mudah menderita gangguan kesehatannya atau rentan karena kekurangan gizi. Biasanya kelompok rentan gizi ini berhubungan dengan proses kehidupan manusia, oleh sebab itu, kelompok ini terdiri dari kelompok umur tertentu dalam siklus kehidupan manusia. Pada kelompok-kelompok umur tersebut berada pada suatu siklus pertumbuhan atau perkembangan yang memerlukan zat-zat gizi dalam jumlah yang lebih besar dari kelompok umur yang lain. Oleh sebab itu, apabila kekurangan zat gizi akan terjadi gangguan gizi atau kesehatannya. Kelompok-kelompok rentan gizi ini terdiri dari:

10.12. Kelompok bayi

Di dalam siklus kehidupan manusia, bayi berada di dalam masa pertumbuhan dan perkembangan yang paling pesat. Bayi yang dilahirkan dengan sehat, pada umur 6 bulan akan mencapai pertumbuhan atau berat badan 2 kali lipat dari berat badan pada waktu dilahirkan. Untuk pertumbuhan bayi dengan baik zat-zat gizi yang sangat dibutuhkan ialah:

1. Protein, dibutuhkan 3-4 gram/kilogram berat badan.
2. Calsium (Ca)
3. Vitamin D, tetapi karena Indonesia berada di daerah tropis, maka hal ini tidak begitu menjadi masalah.
4. Vitamin A dan K yang harus diberikan sejak post natal.
5. Fe (zat besi) diperlukan, karena di dalam proses kelahiran sebagian Fe ikut terbuang.

Secara alamiah sebenarnya zat-zat gizi tersebut sudah terkandung di dalam air susu ibu (ASI). Oleh sebab itu, apabila gizi makan ibu cukup baik, dan anak diberi ASI pada umur sampai 4 bulan, zat-zat gizi tersebut sudah dapat mencukupi. Pemberian ASI saja tanpa makanan tambahan lain sampai pada umur 4 bulan ini disebut pemberian ASI eksklusif.

Di samping itu, ASI juga mempunyai keunggulan, yakni mengandung immunoglobulin yang memberi daya tahan tubuh pada bayi, yang berasal dari tubuh ibu. Immunoglobulin ini dapat bertahan pada anak sampai dengan bayi berumur 6 bulan. Peralihan ASI kepada makanan tambahan (PMT) harus dilakukan sesuai dengan kondisi anatomi dan fungsional alat pencernaan bayi. Setelah masa pemberian ASI eksklusif berakhir, maka mulai umur 4 bulan bayi diberi makanan tambahan, itu pun makanan yang sangat halus. Kemudian mulai umur 9 bulan sudah dapat diberikan makanan tambahan yang lunak, sampai dengan umur 18 bulan. ASI tetap diteruskan, dan mulai berumur 18 bulan dapat diberikan makanan tambahan agak keras (semi solid), sampai dengan umur 2 tahun. Akhirnya pada umur 2 tahun ASI dihentikan (anak disapih), dan sudah dapat diberi makanan seperti makanan anak-anak pada umumnya. Mengenai jumlah makanan tambahan pun juga makin lama makin ditingkatkan, sesuai dengan kebutuhan kalori yang diperlukan bayi/anak untuk tumbuh dan berkembang.



◀ **Gambar 10.7.** Air susu ibu (ASI) merupakan makanan penting bagi kesehatan, pertumbuhan, dan perkembangan bayi

Tabel 1. Peralihan ASI ke Makanan dan Kebutuhan Kalori

Umur Anak	PMT	Kebutuhan Kalori
0-4 bulan	ASI saja	300 kalori
4-9 bulan	Makanan halus	800 kalori
9-12 bulan	Makanan lembut	900 kalori
12-18 bulan	Makanan lunak	1100 kalori
18-24 bulan	Makanan semi keras	1300 kalori
24 bulan (2 tahun)	Makanan anak-anak dan disapih	

10.4.2. Kelompok anak balita

Anak balita juga merupakan kelompok umur yang rawan gizi dan rawan penyakit. Kelompok ini yang merupakan kelompok umur yang paling menderita akibat gizi (KKP), dan jumlahnya dalam populasi besar. Beberapa kondisi atau anggapan yang menyebabkan anak balita ini rawan gizi dan rawan kesehatan antara lain sebagai berikut:

1. Anak balita baru berada dalam masa transisi dari makanan bayi ke makanan orang dewasa.
2. Biasanya anak balita ini sudah mempunyai adik, atau ibunya sudah bekerja penuh, sehingga perhatian ibu sudah berkurang.
3. Anak balita sudah mulai main di tanah, dan sudah dapat main di luar rumahnya sendiri, sehingga lebih terpapar dengan lingkungan yang kotor dan kondisi yang memungkinkan untuk terinfeksi dengan berbagai macam penyakit.
4. Anak balita belum dapat mengurus dirinya sendiri, termasuk dalam memilih makanan. Di pihak lain ibunya sudah tidak begitu memperhatikan lagi makanan anak balita, karena dianggap sudah dapat makan sendiri. Dengan adanya Posyandu (Pos Pelayanan Terpadu) yang sasaran utamanya adalah anak balita adalah sangat tepat untuk meningkatkan gizi dan kesehatan anak balita.

10.4.3. Kelompok anak sekolah

Pada umumnya kelompok umur ini mempunyai kesehatan yang lebih baik dibandingkan dengan kesehatan anak balita. Masalah-masalah yang timbul pada kelompok ini antara lain: berat badan

rendah, defisiensi Fe (kurang darah), dan defisiensi vitamin E. Masalah ini timbul karena pada umur-umur ini anak sangat aktif bermain dan banyak kegiatan, baik di sekolah maupun di lingkungan rumah tangganya. Di pihak lain anak kelompok ini kadang-kadang nafsu makan mereka menurun, sehingga konsumsi makanan tidak seimbang dengan kalori yang diperlukan. Program UKS (Usaha Kesehatan Sekolah) adalah sangat tepat untuk membina dan meningkatkan gizi dan kesehatan kelompok ini. Di samping anak sekolah adalah kelompok yang sudah terorganisasi sehingga mudah untuk dijangkau oleh program, juga karena kelompok ini merupakan kelompok yang mudah menerima upaya pendidikan. Ahli pendidikan berpendapat bahwa kelompok umur ini sangat sensitif untuk menerima pendidikan, termasuk pendidikan gizi.

10.4.4. Kelompok Remaja

Pertumbuhan anak remaja pada umur ini juga sangat pesat, kemudian juga kegiatan-kegiatan jasmani termasuk olah raga juga pada kondisi puncaknya. Oleh sebab itu, apabila konsumsi makanan tidak seimbang dengan kebutuhan kalori untuk pertumbuhan dan kegiatan-kegiatannya, maka akan terjadi defisiensi yang akhirnya dapat menghambat pertumbuhannya. Pada anak remaja putri mulai terjadi *menarche* (awal menstruasi), yang berarti mulai terjadi pembuangan Fe. Oleh sebab itu, kalau konsumsi makanan khususnya Fe, maka akan terjadi kekurangan Fe (anemia).

Upaya untuk membina kesehatan dan gizi kelompok ini juga dapat dilakukan melalui sekolah (UKS), karena kelompok ini pada umumnya berada di bangku sekolah menengah pertama maupun atas (SLP atau SLA). Di samping itu, pembinaan melalui organisasi-organisasi kemasyarakatan misalnya: Karang Taruna, Remaja/Pemuda Geeja, Remaja Masjid, dan sebagainya juga tepat. Karena kelompok pada remaja ini sudah mulai tertarik untuk berorganisasi, atau senang berorganisasi.

10.4.5. Kelompok Ibu Hamil

Ibu hamil sebenarnya juga berhubungan dengan proses pertumbuhan, yaitu pertumbuhan janin yang dikandungnya dan pertumbuhan berbagai organ tubuhnya sebagai pendukung proses kehamilan tersebut, misalnya kelenjar mammae. Untuk

mendukung berbagai proses pertumbuhan ini, maka kebutuhan makanan sebagai sumber energi juga meningkat. Kebutuhan kalori tambahan bagi ibu hamil sekitar 300-500 kalori per hari. Demikian pula kebutuhan protein meningkat dengan 10 gram sehari. Peningkatan metabolisme berbagai zat gizi pada ibu hamil juga memerlukan peningkatan suplai vitamin, terutama thiamin, riboflavin, vitamin A dan D. Kebutuhan berbagai mineral, khususnya Fe dan Calcium juga meningkat. Apabila kebutuhan kalori, protein, vitamin dan mineral yang meningkat ini tidak dapat dipenuhi melalui konsumsi makanan oleh ibu hamil, akan terjadi kekurangan gizi. Kekurangan gizi pada ibu hamil dapat berakibat:

1. Berat badan bayi pada waktu lahir rendah atau sering disebut berat badan bayi rendah (BBLR).
2. Kelahiran prematur (lahir belum cukup umur kehamilan)
3. Lahir dengan berbagai kesulitan, dan lahir mati
4. Kelompok Ibu Menyusui. Air susu ibu (ASI) adalah makanan utama bayi, oleh sebab itu, untuk menjamin kecukupan ASI bagi bayi, makanan ibu yang sedang menyusui harus diperhatikan. Sekresi ASI rata-rata 800-850 mililiter per hari, dan mengandung kalori 60-65 kalori, 1,0-1,2 gram, dan lemak 2,5-3,5 gram setiap 100 mililiter. Zat-zat ini diambil dari tubuh ibu, dan harus digantikan dengan suplai makanan ibu sehari-hari. Untuk itu, ibu yang sedang menyusui memerlukan tambahan 800 kalori sehari dan tambahan protein 25 gram sehari, di atas kebutuhan bila ibu tidak menyusui.
5. Dalam batas-batas tertentu kebutuhan bayi akan zat-zat gizi ini diambil dari tubuh ibunya, tanpa menghiraukan apakah ibunya mempunyai persediaan cukup atau tidak. Apabila konsumsi makanan ibu tidak mencukupi, zat-zat di dalam ASI akan terpengaruh. Khusus untuk protein, meskipun konsumsi ibu tidak mencukupi, ASI akan tetap memberikan jatah yang diperlukan oleh anaknya dengan mengambil jaringan ibunya, akibatnya ibunya menjadi kurus. Bila konsumsi Ca ibu yang berkurang, Ca akan diambil Ca jaringan ibunya, sehingga memberikan osteoporosis dan kerusakan gigi (caries dentis).
6. Kelompok Usia Lanjut (Usila). Meskipun usila ini sudah tidak mengalami penurunan fungsinya, maka sering terjadi gangguan gizi. Contohnya: pada usila beberapa gigi-geligi, bahkan semuanya tanggal, sehingga terjadi kesulitan dalam mengunyah makanan. Oleh sebab itu, apabila makanan tidak

diolah sedemikian rupa sehingga tidak memerlukan pengunyahan, maka akan terjadi gangguan dalam pencernaan dan penyerapan oleh usus.

10.5. Pembinaan Keluarga Mandiri Sadar Gizi

Kriteria Keluarga mandiri sadar gizi (Kadarzi).

1. Biasa makan beraneka ragam makanan.
2. Selalu memantau kesehatan dan pertumbuhan anggota keluarganya (menimbang berat badan), khususnya balita dan ibu hamil.
3. Biasa menggunakan garam beryodium
4. Memberi dukungan kepada ibu melahirkan agar memberikan ASI saja pada bayi sampai umur 4 bulan.
5. Biasa makan pagi.

Keluarga dikatakan kadarzi, bila dapat melaksanakan seluruh perilaku tersebut. Jika salah satu perilaku belum dilaksanakan, maka keluarga tersebut belum kadarzi.

Hal-hal yang perlu disampaikan agar keluarga biasa makan beraneka ragam makanan adalah:

1. Pengertian aneka ragam makanan yaitu: Makan 2-3 kali sehari yang terdiri dari 4 macam kelompok bahan makanan. Dari tiap kelompok bahan makanan dan jenis yang dikonsumsi, maka makin banyak jenisnya makin baik. Adapun 4 kelompok bahan makanan tersebut adalah:
 - a. Makanan pokok, sebagai sumber zat tenaga: beras, jagung, ubi, singkong, mie, dan lain-lain.
 - b. Lauk pauk, sebagai sumber zat pembangun: ikan, telur, ayam, daging, tempe, kacang-kacangan, tahu, dll.
 - c. Sayuran dan buah-buahan, sebagai sumber zat pengatur: bayam, kangkung, wortel, buncis, kacang panjang, sawi, daun singkong, daun katuk, pepaya, pisang, jeruk, semangka, nanas dan lain-lain.
2. Manfaat makan aneka ragam makanan, yaitu: Untuk melengkapi zat-zat gizi yang diperlukan oleh tubuh agar dapat melakukan pekerjaan sehari-hari dan terhindar dari penyakit kekurangan gizi.
3. Akibat tidak makan aneka ragam makanan, yaitu: tubuh akan menderita kekurangan zat gizi tertentu dan lebih mudah terserang penyakit, khususnya pada balita akan menyebabkan pertumbuhan dan kecerdasan terganggu.

4. Tindakan yang perlu dilakukan bila keluarga belum makan aneka ragam makanan, yaitu:
 - a. Jelaskan tentang pentingnya makan aneka ragam makanan pada kesehatan, pertumbuhan dan kecerdasan.
 - b. Memanfaatkan pekarangan di sekitar rumah dengan menanam tanaman, beternak ayam, bebek, ikan dan lain-lain agar dimakan oleh anggota keluarga dan hasil pekarangan juga dapat dijual untuk menambah penghasilan keluarga.
 - c. Mengupayakan bantuan dari sektor pertanian, untuk mengusahakan penggunaan lahan pertanian secara gotong royong bagi keluarga yang tidak mempunyai pekarangan.
 - d. Anjurkan ibu untuk masak aneka ragam dengan menu yang disukai oleh anggota keluarga. Nikmatilah aneka ragam makanan yang tersedia.

10.5. Penyakit-penyakit Gizi

Konsumsi gizi makanan pada seseorang dapat menentukan tercapainya tingkat kesehatan, atau sering disebut status gizi. Apabila tubuh berada dalam tingkat kesehatan optimum, di mana jaringan jenuh oleh semua zat gizi, maka disebut status gizi optimum. Dalam kondisi demikian tubuh terbebas dari penyakit dan mempunyai daya tahan yang setinggi-tingginya. Apabila konsumsi gizi makanan pada seseorang tidak seimbang dengan kebutuhan tubuh, maka akan terjadi kesalahan akibat gizi (*malnutrition*). Malnutrisi ini mencakup kelebihan gizi disebut gizi lebih (*overnutrition*), dan kekurangan gizi atau gizi kurang (*undernutrition*).

10.5.1. Beberapa penyebab gizi buruk

Pada tahun 1988, UNICEF, salah satu badan organisasi PBB yang khusus bergerak dibidang kesejahteraan anak telah mengembangkan kerangka konsep perbaikan gizi. Dalam kerangka tersebut ditunjukkan bahwa masalah gizi kurang dapat disebabkan oleh:

1. Penyebab langsung: Makanan dan penyakit dapat secara langsung menyebabkan gizi kurang. Timbulnya gizi kurang tidak hanya dikarenakan asupan makanan yang kurang, tetapi juga penyakit. Anak yang mendapat cukup makanan tetapi sering menderita sakit, pada akhirnya dapat menderita gizi kurang. Demikian pula pada anak yang tidak

memperoleh cukup makan, maka daya tahan tubuhnya akan melemah dan akan mudah terserang penyakit.

2. Penyebab tidak langsung: Ada 3 penyebab tidak langsung yang menyebabkan gizi kurang yaitu:
 - 1) Ketahanan pangan keluarga yang kurang memadai. Setiap keluarga diharapkan mampu untuk memenuhi kebutuhan pangan seluruh anggota keluarganya dalam jumlah yang cukup baik jumlah maupun mutu gizinya.
 - 2) Pola pengasuhan anak kurang memadai. Setiap keluarga dan masyarakat diharapkan dapat menyediakan waktu, perhatian, dan dukungan terhadap anak agar dapat tumbuh kembang dengan baik baik fisik, mental dan sosial.
 - 3) Pelayanan kesehatan dan lingkungan kurang memadai. Sistem pelayanan kesehatan yang ada diharapkan dapat menjamin penyediaan air bersih dan sarana pelayanan kesehatan dasar yang terjangkau oleh setiap keluarga yang membutuhkan.

Ketiga faktor tersebut berkaitan dengan tingkat pendidikan, pengetahuan dan ketrampilan keluarga. Makin tinggi tingkat pendidikan, pengetahuan dan ketrampilan, makin baik tingkat ketahanan pangan keluarga, makin baik pola pengasuhan maka akan makin banyak keluarga yang memanfaatkan pelayanan kesehatan.

10.5.1. Penyakit kurang kalori dan protein (KKP)

Penyakit ini terjadi karena ketidakseimbangan antara konsumsi kalori atau karbohidrat dan protein dengan kebutuhan energi, sehingga menyebabkan terjadinya defisiensi atau defisit energi dan protein. Pada umumnya penyakit ini terjadi pada anak balita, karena pada umur tersebut anak mengalami pertumbuhan yang pesat. Apabila konsumsi makanan tidak seimbang dengan kebutuhan kalori, maka akan terjadi defisiensi tersebut (kurang kalori dan protein). Penyakit ini dibagi dalam tingkat-tingkat, yakni:

1. KKP ringan, kalau berat badan anak mencapai antara 84%-95% dari berat badan menurut standar Harvard.
2. KKP sedang, kalau berat badan anak hanya mencapai 84%-60% dari berat badan menurut standar Harvard.

3. KKP berat (gizi buruk), kalau berat badan anak kurang dari 60% dari berat badan menurut standar Harvard.

Beberapa ahli hanya membedakan adanya dua macam KKP saja, yakni: KKP ringan atau gizi kurang dan KKP berat (gizi buruk) atau lebih sering disebut marasmus (*kwashiorkor*). Anak atau penderita marasmus ini tampak sangat kurus, berat badan kurang dari 60% dari berat badan ideal menurut umur, muka berkerut seperti orang tua, apatis terhadap sekitarnya, rambut kepala halus, jarang, dan berwarna kemerahan. Penyakit KKP pada orang dewasa memberikan tanda-tanda klinis sebagai berikut: Pembengkakan jaringan (*oedema*) atau *honger oedema* (HO) atau juga disebut penyakit kurang makan, kelaparan atau busung lapar. Oedema pada penderita biasanya tampak pada daerah kaki.

10.4.2. Penyakit kegemukan (*obesitas*)

Penyakit ini terjadi ketidakseimbangan antara konsumsi kalori dan kebutuhan energi, yakni konsumsi kalori terlalu berlebih dibandingkan dengan kebutuhan atau pemakaian energi. Kelebihan energi di dalam tubuh ini disimpan dalam bentuk lemak. Pada keadaan normal, jaringan lemak ini ditimbun di tempat-tempat tertentu di antaranya dalam jaringan subkutan, dan di dalam jaringan tirai usus. Seseorang dikatakan menderita obesitas apabila berat badannya pada laki-laki melebihi 15% dan pada wanita melebihi 20% dari berat badan ideal menurut umurnya. Pada orang yang menderita obesitas ini organ-organ tubuhnya dipaksa untuk bekerja lebih berat, karena harus membawa kelebihan berat badan. Oleh sebab itu, pada umumnya lebih cepat gerah, capai, dan mempunyai kecenderungan untuk membuat kekeliruan dalam bekerja. Akibat dari penyakit obesitas ini, para penderitanya cenderung menderita penyakit-penyakit: kardiovaskuler, hipertensi, dan diabetes melitus. Berat badan ideal pada orang dewasa menurut rumus Dubois adalah:

$$B \text{ (kg)} = (T \text{ cm} - 100) + 10\%$$

Keterangan:

B = Berat badan ideal

T = Tinggi badan

Oleh bagian gizi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, dilakukan koreksi sebagai berikut:

$$B \text{ (kg)} = \{(Tcm - 100) - 10\% \} + 10\%$$

Contoh: Si Ali (dewasa) diukur tinggi badannya 160 meter, maka berat badan ideal Ali adalah antara 54 kilogram dengan 66 kilogram (paling rendah 54 kg, paling tinggi 66 kg). Apabila orang dewasa yang tingginya 160 cm, dengan berat badan di bawah 54 kg, maka ia kurang gizi, dan bila lebih dari 66 kg, ia termasuk obesitas (kegemukan).



◀ **Gambar 10.8.**
Kelebihan
berat badan

Penyebab kegemukan

Untuk diketahui dengan jelas bahwa kegemukan disebabkan makanan terlalu banyak. Mengapa seseorang makan terlalu banyak? Masalah keturunan dapat menjadi salah satu penyebabnya. Sebab itu bayi yang baru lahir dari kedua orang

tua yang kegemukan mempunyai kemungkinan 90 persen untuk kegemukan juga. Sering organ pencernaan mereka lebih berdayaguna daripada orang biasa, hingga sedikit makanan saja sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuhnya, karena kelebihan zat makanan menyebabkan penumpukan lemak.

Kerugian kegemukan

Mari kita lihat hal yang merugikan anda bila anda kegemukan. Ringkasnya adalah sebagai berikut:

1. Beban psikologis
2. Menambah tekanan darah
3. Menambah hiperkolesterolemia
4. Menambah kemungkinan diabetes
5. Menambah risiko kanker
6. Menambah risiko kematian
7. Menambah risiko penyakit pembuluh jantung koroner.

Berat normal Anda

Berat normal, sesuai dengan laporan dari Organisasi Kesehatan Sedunia (WHO), tergantung kepada tinggi dan potongan tubuh dan jenis kelamin anda.

Berat Normal Untuk Pria Dan Wanita (sesuai dengan tinggi dan potongan tubuh, diatas 25 tahun)

Pria

Tinggi Badan (cm)	Ukuran Kecil (kg)	Ukuran Sedang (kg)	Ukuran Besar (kg)
155-157	51-54	54-59	57-64
158-160	52-56	55-60	59-65
161-163	54-57	56-62	60-67
164-165	55-59	58-63	61-69
166-168	56-60	59-65	63-71
169-170	58-62	61-67	64-73
171-173	60-64	63-69	67-75
174-176	62-66	64-71	68-77
177-178	64-68	66-73	70-79
179-180	65-70	68-75	72-81
181-183	67-72	70-77	74-83
184-186	69-73	72-79	76-86

Wanita

Tinggi (cm)	Ukuran Kecil (kg)	Ukuran Sedang (kg)	Ukuran Besar (kg)
145-147	42-44	44-49	47-54
148-150	43-46	44-50	48-55
151-152	44-47	46-51	49-57
153-155	45-49	47-53	51-58
156-157	46-50	49-54	52-59
158-160	48-51	50-55	54-61
161-163	49-53	51-57	55-63
164-165	50-54	53-59	57-64
166-168	52-56	54-61	60-66
169-170	54-58	56-63	60-68
171-173	55-59	58-65	64-72
174-175	57-61	60-67	64-72
176-178	59-64	62-68	66-74
179-180	61-65	64-70	68-76

Sumber: R. Selinus-World health Organisation publication

10.4.3. Anemia (penyakit kurang darah)

Penyakit anemia terjadi karena konsumsi zat besi (Fe) pada tubuh tidak seimbang atau kurang dari kebutuhan tubuh. Zat besi merupakan mikroelemen yang esensial bagi tubuh, yang sangat diperlukan dalam pembentukan darah, yakni dalam hemoglobin (Hb). Di samping itu, Fe juga diperlukan untuk pembentukan koenzim yaitu senyawa penggiat enzim. Zat besi (Fe) lebih mudah diserap oleh usus halus dalam bentuk Ferro. Penyerapan ini mempunyai mekanisme autoregulasi yang diatur oleh kadar Ferritin yang terdapat dalam sel-sel mukosa usus. Dalam kondisi Fe yang baik, hanya sekitar 10% saja dari Fe yang terdapat di dalam makanan diserap ke dalam mukosa usus. Ekskresi Fe dilakukan melalui kulit, di dalam bagian-bagian tubuh yang jumlahnya sangat kecil sekali. Sedangkan pada wanita ekskresi Fe lebih banyak melalui darah menstruasi. Oleh sebab itu, kebutuhan Fe pada wanita dewasa, lebih banyak dibandingkan dengan pada pria. Pada wanita hamil kebutuhan Fe meningkat karena bayi yang dikandung juga memerlukan Fe. Defisiensi Fe atau anemia besi di Indonesia jumlahnya besar sehingga sudah menjadi masalah kesehatan masyarakat.

Program penanggulangan anemia besi, khususnya untuk ibu hamil sudah dilakukan melalui pemberian Fe secara cuma-cuma melalui Puskesmas atau Posyandu.

10.4.5. Defisiensi vitamin A (*zerophthalmia*)

Penyakit ini disebabkan karena kekurangan konsumsi vitamin A di dalam tubuh. Gejala-gejala penyakit ini adalah kekeringan epitel biji mata dan kornea, karena sekresi kelenjar air mata (lacrimalis) menurun. Terlihat selaput bolamata keriput dan kusam bila biji mata bergerak. Fungsi mata berkurang menjadi hemeralopia atau nictalpia, yang oleh awam disebut buta senja atau buta ayam, tidak sanggup melihat pada cahaya remang-remang. Pada stadium lanjut mata mengoreng, karena sel-selnya menjadi lunak yang disebut keratomalasia dan dapat menimbulkan kebutaan.

Fungsi vitamin A sebenarnya mencakup 3 fungsi, yakni: fungsi dalam proses melihat, dalam proses metabolisme, dan proses reproduksi. Gangguan yang diakibatkan karena kekurangan vitamin A yang menonjol, khususnya di Indonesia adalah gangguan dalam proses melihat yang disebut *zerophthalmia* ini. Oleh sebab itu, penanggulangan defisiensi kekurangan vitamin A yang penting disini ditujukan kepada pencegahan kebutaan pada anak balita. Program penanggulangan *zerophthalmia* ditujukan pada anak balita dengan pemberian vitamin A secara cuma-cuma melalui Puskesmas dan/atau Posyandu. Di samping itu, program pencegahan dapat dilakukan melalui penyuluhan gizi masyarakat tentang makanan-makanan yang bergizi, khususnya makanan-makanan sebagai sumber vitamin.

10.4.6. Penyakit gondok endemik

Zat Iodium merupakan zat gizi esensial bagi tubuh, karena merupakan komponen dari hormon tiroksin. Zat iodium ini dikonsentrasikan di dalam kelenjar gondok (*glandula thyroidea*) yang dipergunakan dalam sintesis hormon tiroksin. Hormon ini ditimbun dalam folikel kelenjar gondok, terkonjugasi dengan protein (globulin), maka disebut *thyroglobulin*. Apabila diperlukan *thyroglobulin* ini dipecah dan terlepas hormon tiroksin yang dikeluarkan dari folikel kelenjar ke dalam aliran darah. Kekurangan zat Iodium ini berakibat kondisi hipotiroidisme (kekurangan iodium), dan tubuh mencoba untuk

mengkompensasi dengan menambah jaringan kelenjar gondok. Akibatnya terjadi hipertrophi (membesarnya kelenjar tiroid), yang kemudian disebut penyakit gondok. Apabila kelebihan zat iodium, maka akan mengakibatkan gejala-gejala pada kulit yang disebut Iodium dermatitis. Penyakit gondok ini di Indonesia merupakan endemik terutama di daerah-daerah terpencil di pegunungan, yang air minumnya kekurangan zat Iodium. Oleh sebab itu, penyakit kekurangan Iodium ini disebut gondok endemik. Kekurangan Iodium juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan lain, yakni: kretinisme. Kretinisme adalah suatu kondisi penderita dengan tinggi badan di bawah normal (cebol). Kondisi ini disertai berbagai tingkat keterlambatan perkembangan jiwa dan kecerdasan, dari hambatan ringan sampai dengan sangat berat (debil). Ekspresi muka seorang bocah yang menderita kretin ini memberikan kesan orang bodoh, karena tingkat kecerdasannya sangat rendah. Pada umumnya orang kretin ini dilahirkan dari ibu yang sewaktu hamil kekurangan zat Iodium. Terapi penyakit ini pada penderita dewasa pada umumnya tidak memuaskan. Oleh sebab itu, penanggulangan yang paling baik adalah pencegahan, yaitu dengan memberikan dosis Iodium kepada para ibu hamil. Untuk penanggulangan penyakit akibat kekurangan Iodium dalam rangka peningkatan kesehatan masyarakat dapat dilakukan melalui program Iodiumisasi. Yaitu dengan penyediaan garam dapur yang diperkaya dengan Iodium. Dalam kaitan ini pemerintah Indonesia melalui departemen Perindustrian telah memproduksi khusus garam Iodium untuk daerah-daerah endemik gondok.

10.7. Mencegah Penyakit dengan Makanan sehat

Tubuh sehat perlu didukung oleh pola makan seimbang serta didukung gizi lengkap dalam proporsi yang tepat serta ditunjang oleh gaya hidup sehat dan baik. Makanan yang baik dan sehat tidak harus mahal, dan bukan hanya tidak tercemar sumber penyakit, atau enak dimakan, tetapi yang juga sangat penting yaitu makanan harus mengandung zat yang dibutuhkan tubuh, seperti karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin, air, dan lain-lain. Selain itu cara memasak juga perlu diperhatikan agar gizi yang terkandung tidak rusak atau hilang sia-sia karena salah cara memasaknya. Agar gizi tetap utuh dianjurkan memasak dengan cara direbus, tim, kukus,

dan tumis atau langsung dilalap atau di jus. Sebaiknya kurangi makanan yang digoreng dan makanan yang dibakar atau dipanggang karena akan menghasilkan zat-zat yang tidak baik untuk tubuh. Makanan gorengan dengan pemanasan suhu tinggi terutama yang memakai minyak goreng bekas berkali-kali akan menghasilkan lemak trans atau lipid peroksida yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Sedangkan makanan yang dibakar apalagi hingga gosong dapat menghasilkan zat yang bersifat karsinogen.

Pengkonsumsian bahan makanan bergizi seimbang dan sesuai kebutuhan tubuh, misalnya bahan makanan alami seperti sayuran dan buah-buahan, akan sangat bermanfaat bagi kesehatan. Pada umumnya selera manusia terhadap makanan lebih mengarah pada aroma dan rasanya, sedangkan gizi merupakan pertimbangan yang selanjutnya, padahal pertimbangan kandungan gizi dalam suatu jenis makanan sangat perlu, melihat dari pentingnya gizi bagi kesehatan, dan tidak boleh diabaikan dalam pengkonsumsian makanan sehari-hari.

Pengkonsumsian makanan dengan menu “empat sehat lima sempurna” sebagai pedoman untuk tercapainya pemasukan gizi yang optimal. Gizi yang optimal adalah gizi yang kuantitas dan kualitasnya cukup sehingga tubuh berada pada kondisi yang baik dan sehat. Jumlah asupan gizi dari makanan terbagi atas suatu batasan yaitu batas angka maksimum dan batas angka minimum.

Apabila asupan gizi kurang dari batas minimum, akan timbul masalah kurang gizi, misalnya kurang vitamin A menyebabkan gangguan penglihatan, kurang zat besi menyebabkan anemia, dan lain-lain. Demikian pula dengan batas angka maksimum, juga tidak boleh dilampaui, karena akan timbul masalah seperti kelebihan berat badan (obesitas), asam urat tinggi, kolesterol tinggi, dan lain-lain. Di era modern ini adanya kecenderungan pola makan yang serba praktis dan instan yang berkembang di masyarakat seperti makanan cepat saji dan makanan awetan. Makanan tersebut umumnya mempunyai nilai nutrisi yang rendah, mengandung lemak jenuh kolesterol tinggi, tinggi garam dan rendah serat. Dengan sifat seperti itu tentunya makanan awetan dan siap saji tidak begitu menyehatkan tubuh, sehingga apabila terlalu sering dikonsumsi dapat memicu timbulnya berbagai penyakit seperti kegemukan (obesitas), kolesterol dan trigliserida tinggi, hipertensi, aterosklerosis, jantung koroner, stroke, dan lain-lain. Untuk menghindari dan mengatasi kegemukan, sebagian orang

melakukan diet. Diet yang tidak tepat seperti menghilangkan susu sama sekali dapat mengakibatkan defisiensi kalsium, padahal tubuh manusia membutuhkan kalsium sekitar 500-1000 mg setiap harinya. Sebuah riset menunjukkan satu dari lima orang yang melakukan pola diet mengalami osteoporosis. Namun saat ini sudah banyak produk susu rendah lemak yang mengandung kalsium tinggi, dengan begitu diet tidak harus menyisihkan susu. Bahan makanan lain yang mengandung kalsium tinggi yaitu: ikan teri, ikan sarden, dan sebagainya. Untuk menghindari kegemukan sebaiknya menghindari konsumsi lemak berlebihan. Konsumsi lemak sebaiknya jangan dihilangkan tetapi dibatasi sesuai dengan kebutuhan tubuh yaitu sekitar 30% dari kebutuhan kalori. Lemak diperlukan oleh tubuh sebagai sumber energi selain karbohidrat, terutama sumber lemak yang mengandung asam lemak tak jenuh tunggal yang kaya akan omega-9 dan berfungsi menurunkan kolesterol jahat (LDL) dan trigliserida tinggi. Sedangkan lemak yang berbahaya bagi kesehatan yaitu lemak yang mengandung asam lemak jenuh, lemak trans dan kolesterol tinggi, seperti yang terdapat pada daging berlemak, jeroan (usus, babat, paru, dan lain-lain), masakan bersantan, dan sebagainya.

Untuk menuju makanan yang sehat dan terhindar dari berbagai penyakit seperti penyempitan pembuluh darah (aterosklerosis), jantung koroner, stroke dan terutama kanker, selain mengurangi makanan yang berlemak, juga sebaiknya banyak mengonsumsi makanan yang mengandung banyak vitamin dan serat tinggi seperti sayur-sayuran dan buah-buahan segar terutama yang mengandung sumber antioksidan seperti wortel, brokoli, bayam, kangkung, seledri, labu kuning, terung, tomat, jeruk, mangga, pepaya, cheri, dan lain-lain. Kandungan karotenoid pada wortel (beta-karoten), tomat (likopen), bayam, brokoli dan lainnya berkhasiat sebagai antioksidan yang melawan radikal bebas penyebab kanker, juga berkhasiat meningkatkan kekebalan tubuh dan menghambat penuaan. Buah-buahan segar merupakan sumber vitamin C, dimana vitamin C juga berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan daya tahan tubuh, dan mempercepat penyembuhan. Juga dianjurkan untuk mengonsumsi biji-bijian dan kacang-kacangan seperti kedelai, kecambah, sereal, dan lain-lain. Dalam biji-bijian dan kacang-kacangan tersebut terkandung vitamin E yang juga berfungsi sebagai antioksidan yang mengurangi risiko terjadinya kanker. Selain itu, harus diperhatikan pengkonsumsian makanan

yang seimbang dan tidak boleh terlalu kenyang, jenis makanan sebaiknya beraneka ragam, kurangi garam, hindari makanan yang terlalu pedas, dan makanan awetan. Juga hindari rokok dan minuman beralkohol.

10.7.1. Mencegah Keracunan Makanan

Banyak kasus keracunan makanan yang meminta korban. Korban terkapar kesakitan usai mengkonsumsi makanan kecil sampai harus dibawa ke rumah sakit. Usut punya usut, makanan kecil yang mereka santap ternyata dibubuhi racun sianida. Kasus keracunan makanan macam itu boleh dibilang bentuk "kecelakaan" yang sering terjadi.



▲ **Gambar 10.9.** Cara pengemasan makanan yang tidak benar dapat menimbulkan kerusakan makanan dan penyakit

Pesta pernikahan, ulang tahun, penyediaan makanan bagi karyawan suatu perusahaan, dsb. adalah beberapa contoh lain kegiatan melibatkan makanan yang ditengarai rawan keracunan. Dengan kata lain, kegiatan penyediaan makanan dalam jumlah besar seperti dilakukan perusahaan katering, rumah makan, dan industri makanan, berpeluang memunculkan masalah keracunan. Kalau kasus keracunan, kerugian akan menimpa banyak pihak. Konsumen mendapat rasa sakit. Bahkan pada kelompok berisiko

tinggi seperti balita, lansia, atau orang sakit bisa berisiko kematian. Sementara produsen atau penyedia makanan akan menderita penurunan, atau kehilangan, kepercayaan konsumen. Biang keladinya macam-macam keracunan makanan sejatinya gejala klinis atau gangguan kesehatan akibat mengkonsumsi makanan yang terkontaminasi racun. Bisa berasal dari bahan kimia, racun alami makanan, atau mikroorganisme. Kalau terjadi akibat bahan kimia, biasanya itu gara-gara kecerobohan atau kesengajaan. Bahan itu di antaranya sianida, pestisida yang digunakan berlebihan pada produk pertanian, dan bahan kimia rumah tangga. Makanan yang dari sononya sudah menyimpan racun juga bisa menimbulkan keracunan. Biasanya akibat pengolahan atau pemasakannya kurang sempurna atau dikonsumsi mentah-mentah. Contoh,

- Singkong dan daunnya mengandung zat amidalin. Sewaktu-waktu asam sianidanya dapat terlepas dari ikatannya sehingga bisa menimbulkan keracunan sianida.
- Biji jengkol mengandung asam jengkol yang sukar larut dalam air.
- Kentang dengan racun solanin bisa menimbulkan gejala muntah-muntah, diare, sakit kepala, sakit perut, dan badan lemah.
- Mikroorganisme yang mencemari makanan berulah dengan cara mengeluarkan racun (*bacterial food poisoning*) atau menginfeksi saluran pencernaan (*bacterial food infection*). *Clostridium botulinum* adalah contoh mikroorganisme yang meracuni dengan cara mengeluarkan racun. Penderita yang terserang toksin ini umumnya meninggal karena kesulitan bernapas. Bakteri ini sering terdapat pada makanan kaleng yang sudah rusak, umpamanya kaleng kembung, berkarat, bocor, segel rusak, isinya menggelembung, berbau, atau berwarna tak normal. Juga *Pseudomonas cocovenans* yang menghasilkan racun pada tempe bongkreng, dan *Staphylococcus aureus* yang mengeluarkan toksin pada makanan berprotein tinggi (daging, telur, susu, ikan) dan makanan yang disiapkan dalam jumlah besar. Sedangkan yang menginfeksi saluran pencernaan di antaranya *Salmonella sp.*, penyebab salmonellosis. Orang bisa menularkan penyakit ini bila menderita sakit atau sebagai pembawa (karier). Makanan yang sering tercemar salmonela

antara lain daging atau hasil olahannya, telur retak, dan makanan yang disimpan pada suhu 10 - 60 derajat C (danger zone). Jangan abaikan kebersihan diri.

Ada enam langkah mencegah keracunan seperti dimasyarakatkan Departemen Kesehatan RI. Tidak cuma untuk sektor industri, tapi bisa pula untuk tingkat rumah tangga. Langkah itu dimulai dari

1. Pemilihan bahan makanan
2. Penyimpanan makanan mentah
3. Pengolahan bahan makanan
4. Penyimpanan makanan jadi
5. Pengangkutan
6. Penyajian.

Semua itu bertujuan menyediakan makanan sehat dan aman dikonsumsi, dengan menekankan pentingnya aspek higiene dan sanitasi. Biasanya, bahan makanan dibagi menjadi dua jenis: yang tidak mudah rusak dan tahan lama, serta yang mudah rusak. Yang tahan lama biasanya dibeli dalam jumlah besar dan disimpan sebagai persediaan. Sedangkan yang mudah rusak lebih sering dibeli dadakan. Saat belanja inilah tahap pemilihan bahan makanan mulai dilakukan. Pemilihan bahan akan lebih efektif bila dibeli dalam jumlah terbatas. Khusus untuk makanan mudah rusak, proses seleksi lebih baik dilakukan saat pengolahan. Lalu seleksi makanan yang tidak mudah rusak dilakukan saat penyimpanan. Yang berkondisi tidak baik disingkirkan agar tidak mencemari bahan makanan lain yang berkondisi baik. Menyimpan bahan makanan yang tidak mudah rusak dan yang mudah rusak juga perlu dibedakan. Yang gampang rusak disimpan di lemari es atau gudang berpendingin. Yang awet cukup ditaruh di gudang biasa atau lemari bahan makanan. Yang penting, tempatnya bebas tikus, menerapkan prinsip FIFO (*first in first out*), mudah dibersihkan, dan penempatannya dipisahkan dari bahan kimia.

Langkah ketiga, pengolahan bahan makanan menjadi makanan siap santap, yang merupakan salah satu titik rawan terjadinya keracunan. Banyak kasus keracunan terjadi karena tenaga pengolahnya tidak memperhatikan aspek higiene dan sanitasi. Soal sepele seperti kebersihan kuku, pakaian kerja, dan rambut sering diabaikan, padahal bisa berakibat fatal. Perilaku kurang baik, macam merokok saat mengolah makanan, tidak mencuci

tangan setelah dari kamar kecil, dan tetap mengolah makanan meskipun dalam keadaan sakit memperbesar risiko terjadinya keracunan. Sesudah diolah, makanan umumnya disimpan lebih dulu, lalu diangkut untuk disajikan. Terjadinya kontaminasi pada tiga tahap terakhir bisa sangat berbahaya, karena makanan sudah dalam keadaan matang atau siap santap. Khusus untuk di rumah, hati-hati dengan makanan setengah matang. Jangan pernah menyimpannya secara sembarangan hanya karena berpikiran akan dimasak lagi. Bisa jadi suhu untuk memanaskan makanan menjadi setengah matang tidak cukup untuk membunuh kuman. Jadi, lebih baik simpan makan-an setengah matang dalam wadah tertutup untuk meng-hindari kontaminasi.



▲ **Gambar 10.10.** Makanan sisa yang diolah secara tidak benar dapat memawa racun dan penyakit

10.7.4. Bahaya Makan Jajanan

Pada umumnya kebiasaan yang sering menjadi masalah adalah kebiasaan makan di kantin atau warung di sekitar sekolah dan kebiasaan makan *fast food*. Makanan jajanan yang dijual oleh pedagang kaki lima di jalanan dan tempat-tempat keramaian umum lain yang langsung dimakan atau dikonsumsi tanpa pengolahan atau persiapan lebih lanjut. Jajanan kaki lima dapat menjawab tantangan masyarakat terhadap makanan yang murah, mudah, menarik dan bervariasi. Anak-anak sekolah umumnya setiap hari menghabiskan $\frac{1}{4}$ waktunya di sekolah. Sebuah penelitian di Jakarta baru-baru ini menemukan bahwa uang jajan

anak sekolah rata-rata sekarang berkisar antara Rp 2000 – Rp 4000 per hari. Bahkan ada yang mencapai Rp 7000. Sekitar 5% anak-anak tersebut membawa bekal dari rumah. Mereka lebih terpapar pada makanan jajanan kaki lima dan mempunyai kemampuan untuk membeli makanan tersebut. Menariknya, makanan jajanan kaki lima menyumbang asupan energi bagi anak sekolah sebanyak 36%, protein 29% dan zat besi 52%. Karena itu dapat dipahami peran penting makanan jajanan kaki lima pada pertumbuhan dan prestasi belajar anak sekolah. Namun demikian, keamanan jajanan tersebut baik dari segi mikrobiologis maupun kimiawi masih dipertanyakan. Pada penelitian yang dilakukan di Bogor telah ditemukan *Salmonella paratyphi* type A di 25% - 50% sampel minuman yang dijual di kaki lima. Penelitian lain yang dilakukan suatu lembaga studi di daerah Jakarta Timur mengungkapkan bahwa jenis jajanan yang sering dikonsumsi oleh anak-anak sekolah adalah lontong, otak-otak, tahu goreng, mie bakso dengan saus, ketan uli, es sirop, dan cilok. Berdasarkan uji lab, pada otak-otak dan bakso ditemukan borax, tahu goreng dan mie kuning basah ditemukan formalin, dan es sirop merah positif mengandung rhodamin B. Selain cemaran mikrobiologis, cemaran kimiawi yang umum ditemukan pada makanan jajanan kaki lima adalah penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) ilegal seperti:

- Borax (pengempal yang mengandung logam berat Boron)
- Formalin (pengawet yang digunakan untuk mayat)
- Rhodamin B (pewarna merah pada tekstil)
- Methanil yellow (pewarna kuning pada tekstil).

Bahan-bahan ini dapat terakumulasi pada tubuh manusia dan bersifat karsinogenik yang dalam jangka panjang menyebabkan penyakit-penyakit seperti antara lain: kanker dan tumor pada organ tubuh manusia. Belakangan juga terungkap bahwa reaksi samping makanan tertentu ternyata dapat mempengaruhi fungsi otak termasuk gangguan perilaku pada anak sekolah. Gangguan perilaku tersebut meliputi: gangguan tidur, gangguan konsentrasi, gangguan emosi, hiperaktif dan memperberat gejala pada penderita autisme. Pengaruh jangka pendek penggunaan BTP ini menimbulkan gejala-gejala yang sangat umum seperti: pusing, mual, muntah, diare atau bahkan kesulitan buang air besar. Kebanyakan makanan yang dijajakan oleh PKL umumnya tidak dipersiapkan dengan secara baik dan bersih. Kebanyakan PKL

mempunyai pengetahuan yang rendah tentang penanganan pangan yang aman, mereka juga kurang mempunyai akses terhadap air bersih serta fasilitas cuci dan buang sampah. Terjadinya penyakit bawaan makanan pada jajanan kaki lima dapat berupa kontaminasi baik dari bahan baku, penjamah makanan yang tidak sehat, atau peralatan yang kurang bersih, juga waktu dan temperatur penyimpanan yang tidak tepat.



▲ **Gambar 10.11.** Biasakan makan di rumah walaupun dengan menu sederhana

10.7.5. Upaya perbaikan

Untuk mengurangi paparan anak sekolah terhadap makanan jajanan yang tidak sehat dan tidak aman, perlu dilakukan usaha promosi keamanan pangan baik kepada pihak sekolah, guru, orang tua, murid, serta pedagang. Sekolah dan pemerintah perlu menggiatkan kembali Usaha Kesehatan Sekolah (UKS). Materi komunikasi tentang keamanan pangan yang sudah pernah dilakukan oleh Badan POM dan Departemen Kesehatan dapat ditingkatkan penggunaannya sebagai alat bantu penyuluhan keamanan pangan di sekolah-sekolah. Perlu diupayakan pemberian makanan ringan atau makan siang yang dilakukan di lingkungan sekolah. Hal ini dilakukan untuk mencegah agar anak tidak sembarang jajan. Koordinasi oleh pihak sekolah, persatuan orang tua murid dibawah konsultasi dokter sekolah atau Pusat Kesehatan Masyarakat setempat untuk dapat menyajikan makanan ringan pada waktu keluar istirahat yang bisa diatur porsi

dan nilai gizinya. Upaya ini tentunya akan lebih murah dibanding anak jajan di luar sekolah yang tidak ada jaminan gizi dan kebersihannya. Dengan menyelenggarakan kegiatan makanan tambahan tersebut, diharapkan mendapat keuntungan, misalnya: anak sudah ada jaminan makanan disekolah, sehingga orang tua tidak khawatir dengan makanan yang dimakan anaknya disekolah. Ibu yang selalu khawatir biasa memberi bekal makanan pada anaknya. Kalau makanan yang baik dan bergizi tersedia disekolah, akan meringankan tugas ibu. Dalam kegiatan ini bisa pula dikenalkan berbagai jenis bahan makanan yang mungkin tidak disukai anak ketika disajikan dirumah, tetapi akan menerima ketika disajikan disekolah. Dengan demikian anak dapat mengenal aneka bahan pangan.

Kata-kata Penting

- Gizi
- Karbohidrat
- Protein
- Asam amino
- Asam lemak
- Serat kasar
- Vitamin
- Mineral
- Obesitas
- Marasmus
- Kwashiorkor

Rangkuman

- Komposisi tubuh kita tersusun atas: protein dan substansi terkait lainnya (glikogen) 18%, mineral 7%, lemak 15%, dan air 60%.
- Makanan agar dapat memenuhi kebutuhan tubuh harus mengandung unsur-unsur berikut: karbohidrat, lemak, protein, air, vitamin, dan mineral.
- Empat fungsi pokok makanan bagi kehidupan manusia adalah untuk me-melihara proses tubuh, memperoleh energi, meng-aturl metabolisme, dan pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit.
- Ketidak-seimbangan antara konsumsi kalori atau karbohidrat dan protein dengan kebutuhan energi, atau terjadinya defisiensi atau defisit energi dan protein dapat menyebabkan penyakit anemia terjadi

karena konsumsi zat besi (Fe), xerophthalmia karena kekurangan konsumsi vitamin A, gondok endemik karena kekurangan zat Iodium.

- Kelompok rentan gizi adalah suatu kelompok di dalam masyarakat yang paling mudah menderita gangguan kesehatannya atau rentan karena kekurangan gizi.
- Pengukuran status gizi masyarakat menggunakan indikator berat badan per umur, dan tinggi badan per umur.

Latihan Uji Kemampuan

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Berikan contoh bahan makanan yang mengandung karbohidrat ...
2. Kekurangan mineral kalsium dapat menyebabkan penyakit ...
3. Vitamin yang diperlukan untuk pertumbuhan tulang adalah ...
4. Kelainan bentuk tulang kaki karena kurang vitamin D disebut
5. Makanan berdasarkan kandungan unsur-unsur penyusunnya dapat digolongkan menjadi ...
6. Sumber lemak dalam makanan kita sehari-hari ...
7. Jenis-jenis vitamin yang larut dalam air adalah ...
8. Empat fungsi pokok makanan bagi kehidupan manusia adalah ...
9. Fungsi protein bagi tubuh adalah ...
10. Berikan contoh-contoh makan pagi yang sederhana dan bergizi.

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Jelaskan perbedaan gizi perorangan dan gizi masyarakat
2. Jelaskan faktor penyebab timbulnya penyakit kurang kalori dan protein (KKP)
3. Berapakah berat badan ideal Anda jika diukur menurut rumus Dubois?
4. Jelaskan akibat kekurangan konsumsi zat besi (Fe) pada tubuh!
5. Jelaskan akibat kekurangan konsumsi vitamin A bagi mata!
6. Jelaskan apakah yang dimaksud dengan gizi buruk!
7. Sebutkan perbedaan tanda-tanda kwashiorkor dan marasmus!
8. Jelaskan tentang pentingnya pengertian pemberian Air Susu Ibu (ASI) Eksklusif!
9. Apakah manfaat makan sayuran dan buah-buahan bagi kesehatan rangka tulang tubuh kita?
10. Jelaskan dan beri contoh bahwa vitamin mempunyai peran dalam memelihara kesehatan dalam tubuh manusia ! Sebutkan sumber vitamin tersebut!

Bab 11

Kesehatan Reproduksi



Gambar 11.1. Setiap insan pasti menginginkan keturunan yang sehat, kuat, cerdas, dan kreatif

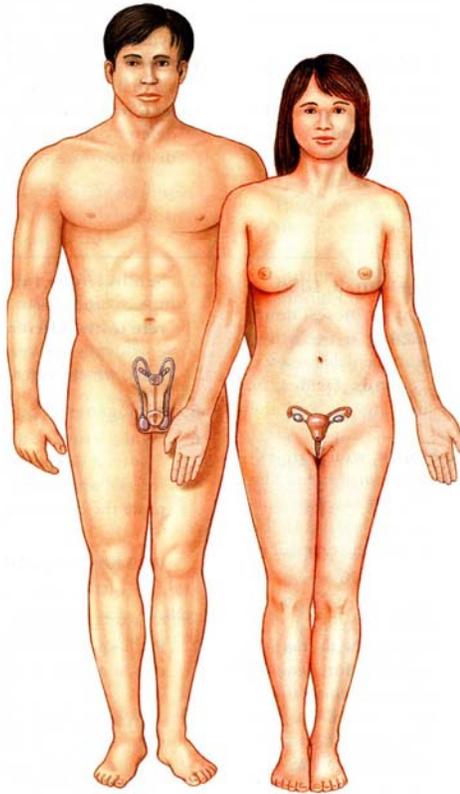
Hamil ... Mengapa dapat terjadi? Karena bibit kelamin laki-laki bertemu dengan sel telur wanita di dalam saluran reproduksi wanita. Kehamilan akan memberikan keturunan yang sehat apabila saluran reproduksinya juga dalam kondisi sehat

Pada bab ini akan dipelajari tentang:

- Sistem reproduksi laki-laki
- Sistem reproduksi wanita
- Siklus menstruasi
- Hormon-hormon reproduksi wanita
- Tumbuh kembang remaja
- Perilaku seksual
- Kesehatan reproduksi
- Pangaturan kesuburan (keluarga berencana)
- Penyakit menular lewat hubungan seksual (PMS)

11. Sistem Reproduksi

Sistem reproduksi merupakan sekumpulan organ-organ tubuh yang berperan sebagai penghasil sel kelamin dan meneruskan keturunan. Berdasarkan jenisnya, maka sistem reproduksi dapat dibedakan secara jelas menjadi sistem reproduksi laki-laki dan perempuan.

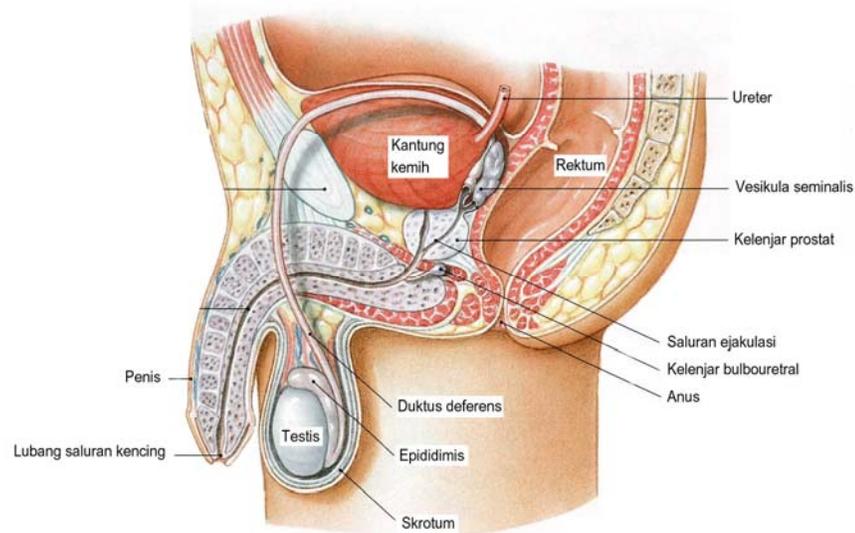


◀ **Gambar 11.2.** Sistem reproduksi laki-laki dan perempuan

11.1. Sistem Reproduksi Laki-laki

Sistem reproduksi laki-laki terdiri atas:

- Testis
- Saluran reproduksi (epididimis, duktus seminalis, duktus ejakulatorius, dan uretra)
- Kelenjar tambahan (vesikula seminalis, prostat, bulbouretralis) dan alat kelamin luar yaitu penis.



Gambar 11.3. Skema sistem reproduksi laki-laki

1. Buah zakar atau testis

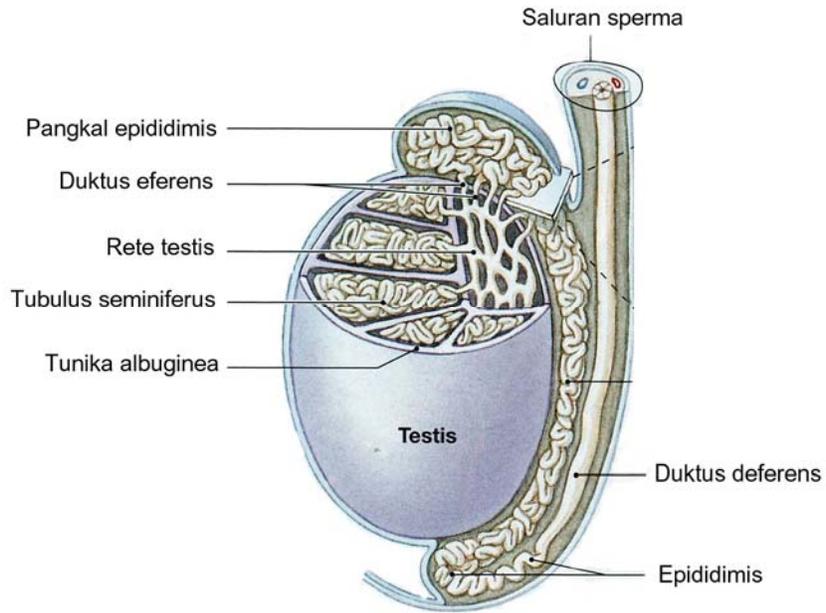
Buah zakar atau testis. Jumlahnya dua berbentuk bulat lonjong dan menggantung pada pangkal penis. Testis inilah yang menghasilkan sel kelamin pria (sperma). Saluran zakar atau uretra. Berfungsi untuk mengeluarkan air mani dan air seni. Kantong pelir atau skrotum, yaitu lapisan kulit yang agak berkerut membentuk kantong yang menggantung di belakang penis. Skrotum gunanya untuk mengontrol suhu dari testis, yaitu 6 derajat celsius lebih rendah dari suhu bagian tubuh lainnya agar testis dapat berfungsi menghasilkan sperma.

2. Epididimis

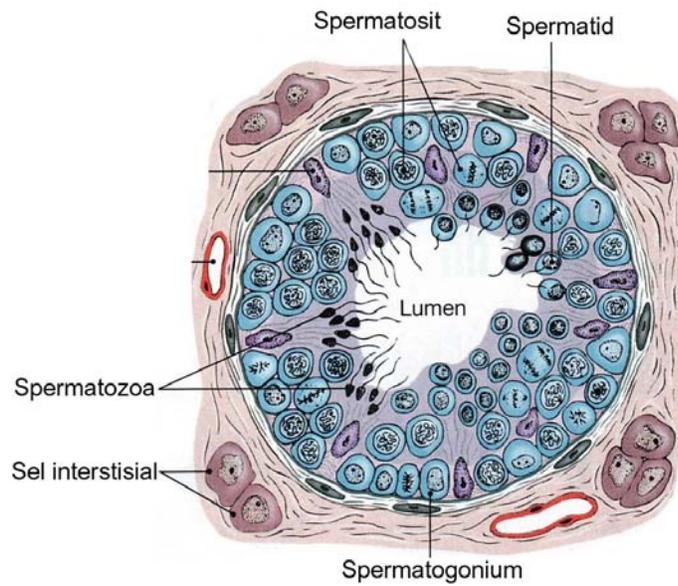
Epididimis yaitu tempat pematangan sperma sesudah dibentuk dalam testis. Saluran sperma atau *vas deferens*. Saluran sperma dari testis menuju *seminal vasicle*.

1. Vesikula seminalis

Vesikula seminalis berfungsi untuk memproduksi semacam gula. Ini berguna sebagai sumber kekuatan sperma agar dapat bertahan hidup dan berenang mencari sel telur di dalam alat reproduksi perempuan. Pada saat ejakulasi vesikula seminalis mengalirkan gula tersebut ke *vas deferens*.



▲ **Gambar 11.4.** Anatomi penis



▲ **Gambar 11.5.** Penampang melintang saluran penghasil spermatozoon

4. Kelenjar prostat

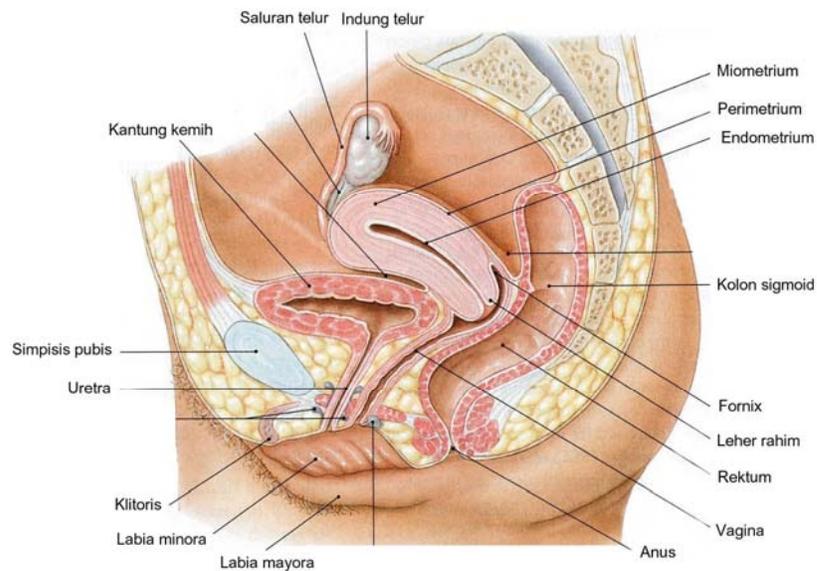
Kelenjar prostat berfungsi menghasilkan cairan yang berisi zat makanan untuk menghidupi sperma.

5. Penis

Berbentuk buah memanjang dan memiliki ujung berbentuk seperti helm disebut Glans. Ujung penis ini dipenuhi serabut syaraf yang peka. Penis tidak memiliki tulang, hanya daging yang dipenuhi dengan pembuluh darah. Penis dapat menegang yang disebut ereksi. Ereksi terjadi karena rangsangan yang membuat darah dalam jumlah besar mengalir dan memenuhi pembuluh darah yang ada di dalam penis, dan membuat penis menjadi besar, tegang dan keras.

11.2. Sistem Reproduksi Wanita (Perempuan)

Sistem reproduksi wanita terdiri atas ovarium, saluran kelamin (tuba uterina, uterus, dan vagina), dan alat kelamin luar. Fungsi sistem reproduksi wanita adalah untuk menghasilkan sel kelamin (gamet) betina, menyediakan lingkungan yang cocok untuk pembuahan (fertilisasi) dan pertumbuhan janin, dan pengeluaran janin.

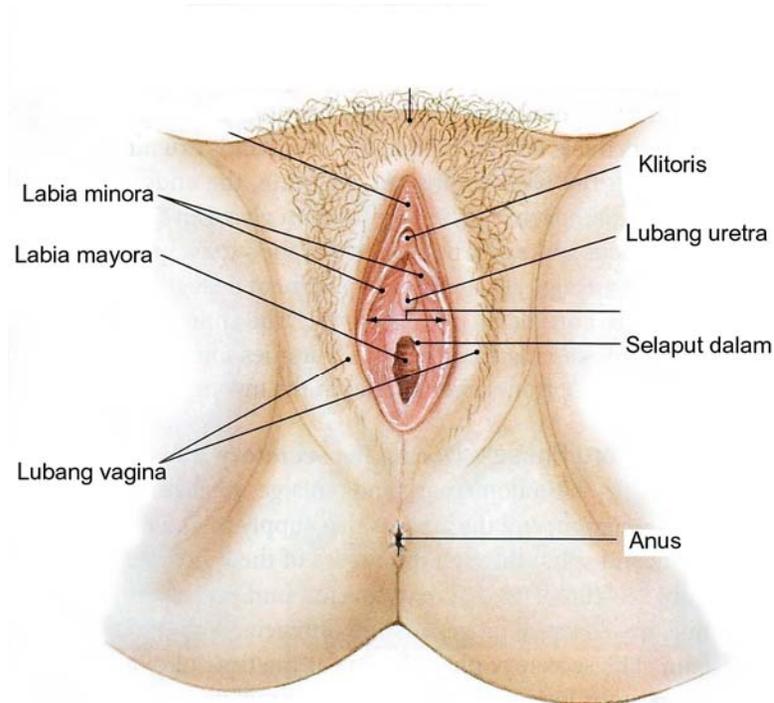


▲ **Gambar 11.6.** Penampang sistem reproduksi perempuan

11.2.1. Alat reproduksi wanita bagian luar

Alat reproduksi wanita bagian luar terdiri atas:

1. Bibir luar (*labia majora*)
2. Bibir dalam (*labia minora*)
3. Kelentit (*clitoris*) yang sangat peka karena banyak ujung akhiran saraf. Kelentit merupakan bagian yang paling sensitif dalam menerima rangsangan seksual.
4. Lubang kemaluan (*vagina*) terletak antara lubang kencing dan dubur (*anus*)
5. Rambut kemaluan yang tumbuhnya saat perempuan memasuki usia pubertas



▲ **Gambar 11.7.** Penampang luar alat kelamin luar wanita

11.2.2. Alat reproduksi wanita bagian dalam

Alat reproduksi wanita bagian dalam dari luar ke dalam terdiri atas:

1. Vagina

Liang kemaluan (liang *vagina*) bersifat elastis dan dapat membesar serta memanjang sesuai kebutuhan. Liang kemaluan berfungsi sebagai organ untuk berhubungan seks, jalan keluarnya bayi saat melahirkan atau saluran keluarnya darah saat haid.

2. Leher rahim

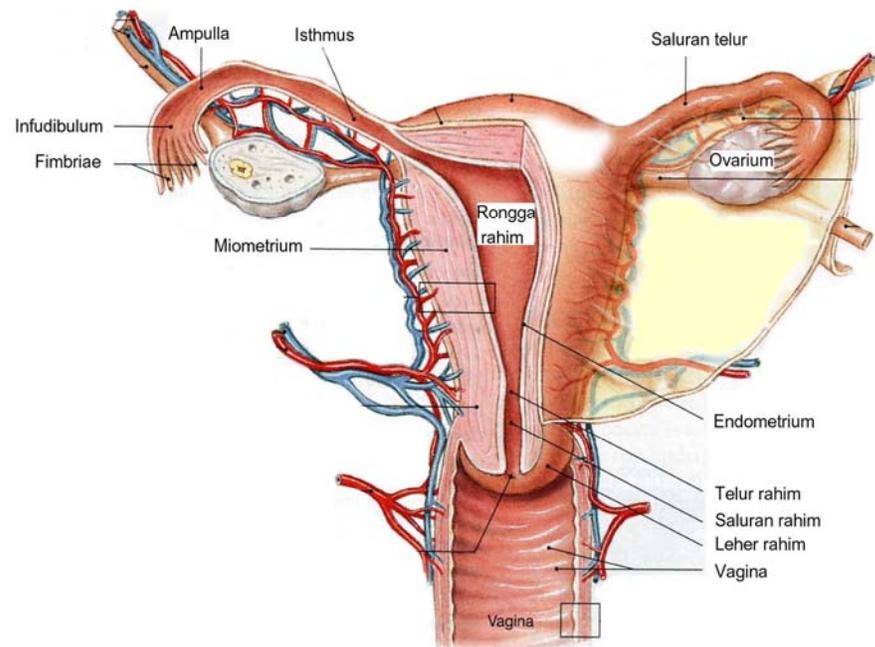
Leher rahim (*cervix uteri*), saat berhubungan seks, sperma yang dikeluarkan penis laki-laki di dalam vagina akan masuk ke dalam mulut rahim hingga bertemu sel telur perempuan.

3. Rahim

Rahim (*uterus*) adalah tempat tumbuhnya janin hingga dilahirkan. Rahim dapat membesar dan mengecil sesuai kebutuhan (hamil dan setelah melahirkan).

4. Saluran telur

Dua buah saluran telur (*tuba Fallopi*) yang terletak disebelah kanan dan kiri rahim. Sel telur yang sudah matang atau yang sudah dibuahi akan disalurkan ke dalam rahim melalu saluran ini.



▲ **Gambar 11.8.** Anatomi alat reproduksi wanita

5. Indung telur

Indung telur (ovarium) merupakan gonade wanita yang tersusun atas calon sel telur (oogonia) dan jaringan ikat. Jumlah calon sel telur sekitar 6-7 juta pada saat fetus, kemudian berkurang menjadi sekitar 2 juta pada saat lahir, dan menjadi sekitar 300.000 saat pubertas. Dua buah indung telur (*ovarium*) kanan dan kiri. Ketika seorang perempuan lahir, ia sudah memiliki ovarium yang mempunyai sekitar setengah juta ova (cikal bakal telur). Tiap ova punya kemungkinan untuk berkembang menjadi telur matang. Dari sekian banyak ova, hanya sekitar 400 saja yang berhasil berkembang menjadi telur semasa usia produktif perempuan.

Oogenesis telah komplit semenjak bayi lahir dan selanjutnya akan berkembang menjadi folikel setelah memasuki masa pubertas. Folikel adalah unit fungsional ovarium yang tersusun atas lapisan luar sel teka dan lapisan dalam sel granulosa, yang dipisahkan oleh membrana basalis. Pada folikel ovarium yaitu pada sel granulosa terdapat banyak reseptor FSH, sedangkan pada sel teka interna banyak terdapat reseptor LH. Ovarium sebagai kelenjar endokrin menghasilkan hormon yang bersifat hemokrin, parakrin, ataupun autokrin antara lain: estrogen dan progesteron.

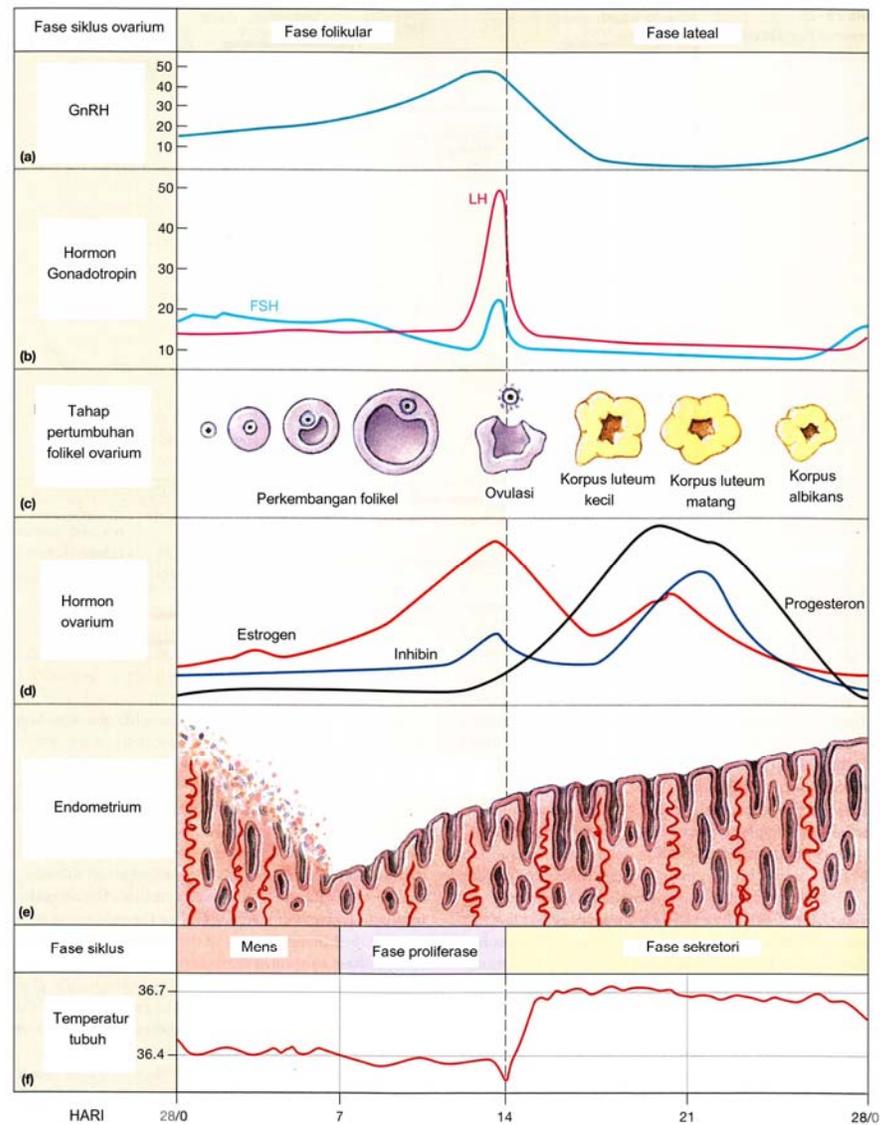
Folikel matang atau disebut folikel preovulatoris (*praovulatory follicle*) berbentuk seperti telur, di bagian tengahnya terdapat antrum yang berisi cairan follikel dan sel telur terletak pada bagian tengahnya dengan diselubungi oleh lapisan sel granulosa yang disebut zona pelucida. Selanjutnya folikel preovulatoris meningkat vaskularisasinya mendekati ovulasi dan secara simultan folikel yang tidak terseleksi untuk ovulasi mengalami atresia.

11.3. Siklus Reproduksi

Perbedaan yang mencolok antara laki-laki dan wanita setelah mengalami pubertas adalah pada siklus reproduksi, pada laki-laki tidak mengalami siklus sedangkan pada wanita mengalami siklus menstruasi (bulanan). Oleh karena itu, siklus reproduksi wanita disebut juga siklus menstruasi yaitu periode dari awal menstruasi sampai awal menstruasi berikutnya. Biasanya pada wanita normal berkisar antara 28 hari.

Pada wanita siklus menstruasi rata-rata terjadi sekitar 28 hari, walaupun hal ini berlaku umum tidak semua wanita memiliki siklus menstruasi yang sama, terkadang siklus terjadi setiap 21 hari hingga 30 hari. Siklus menstruasi dapat dibedakan menjadi 2 tahap yaitu tahap perkembangan folikel (fase folikuler), dan tahap

perkembangan korpus luteum (fase luteal).



▲ **Gambar 11.9.** Perubahan yang terjadi pada hormon gonadotropin, ovarium, dinding rahim, dan suhu tubuh selama siklus menstruasi

11.3.1. Fase folikuler

Fase folikuler disebut juga fase proliferasi, dapat dibedakan menjadi:

1. Fase folikuler awal: mulai akhir fase luteal. Ditandai dengan peningkatan kadar FSH, pertumbuhan folikel dengan pesat, dan kadar estrogen dan progesteron tidak ada perubahan yang berarti.
2. Fase folikuler akhir: 7-8 hari sebelum ovulasi. Ditandai dengan peningkatan kadar estrogen dan mencapai puncaknya bersamaan dengan LH. Kadar FSH menurun dan kadar LH naik, kadar progesteron mulai meningkat. E2 dan P menyebabkan sedikit edematus dan vaskularisasi

11.3.2. Fase ovulasi

Pada saat pertumbuhan folikel telah mencapai ukuran maksimal (folikel de Graaf), maka akan terjadi ovulasi yang ditandai dengan rupturnya dinding folikel yang terutama dikontrol oleh LH dan prostaglandin. Ovulasi, secara mekanis karena adanya pembengkakan yang sangat cepat yang diikuti dengan rupturnya dinding folikel dan pelepasan oosit (sel telur) dengan cumulus oophorus. Ovulasi ditandai dengan rupturnya dinding folikel dikontrol oleh LH dan prostaglandin. Ditandai dengan puncak sekresi LH dan turun dengan segera (surge LH), pecahnya dinding folikel yang diikuti pelepasan sel telur (ovulasi), biasanya terjadi 16-24 jam setelah puncak LH. Kadar estrogen turun dan progesteron naik.

11.3.3. Fase luteal

Secara normal beberapa jam pertama setelah ovulasi, sel-sel granulosa mulai berubah dengan cepat menjadi sel luteal (luteinisasi). Sel ini tumbuh hingga diameternya menjadi dua kali atau lebih besar dari sel granulosa dan terisi dengan lipid sehingga tampak kekuningan. Proses ini disebut luteinisasi dan masa total sel keseluruhan disebut korpus luteum. Luteinisasi merupakan tanda bahwa sel granulosa sudah tidak mengadakan proliferasi dan akan membentuk sel dengan sifat lain (diferensiasi) yang mana sistem enzim dan organelnya berubah kemudian mampu mensekresikan progesteron. Setelah ovulasi theca interna dan sel granulosa mengalami proliferasi menjadi korpus luteum. Fase luteal atau sekretori: diawali oleh surge LH

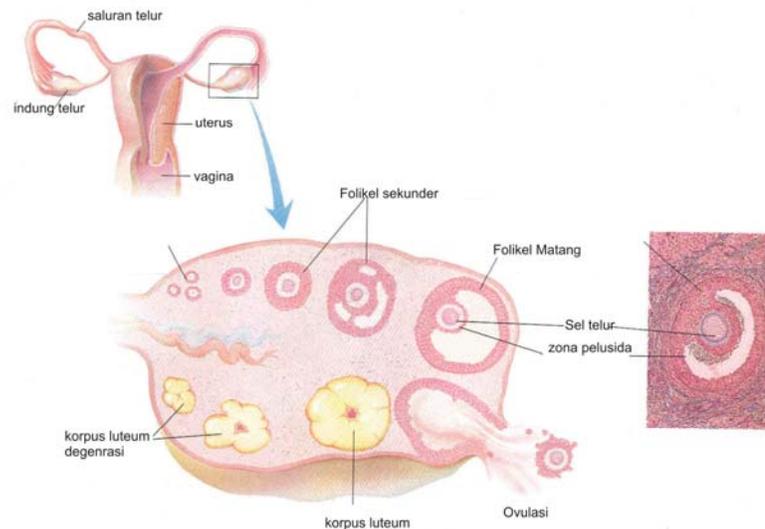
dan peningkatan kadar progesteron. Setelah ovulasi, folikel yang pecah berubah menjadi korpus hemorrhagicum selanjutnya menjadi korpus luteum. Sel granulosa dan sel teka berproliferasi dan gumpalan darah diganti dengan sel luteal yang kekuningan dan kaya lipid. Fungsi utama korpus luteum adalah untuk mengontrol panjang siklus menstruasi serta memproduksi hormon progesteron. Luteolisis merupakan regresi korpus luteum merupakan sinyal terminasi dari siklus menstruasi yang ditandai dengan penurunan produksi progesteron secara drastis. Regresi korpus luteum secara fisiologis dipacu oleh $\text{PGF}_{2\alpha}$.

11.3.4. Fase menstruasi

Menstruasi atau haid adalah perubahan fisiologis dalam tubuh wanita yang terjadi secara berkala dan dipengaruhi oleh hormon reproduksi. Periode ini penting dalam reproduksi. Pada manusia, hal ini biasanya terjadi setiap bulan antara usia pubertas dan menopause. Menstruasi dimulai saat pubertas dan menandai kemampuan seorang wanita untuk mengandung anak, walaupun mungkin faktor-faktor kesehatan lain dapat membatasi kapasitas ini. Menstruasi biasanya dimulai antara umur 10 dan 16 tahun, tergantung pada berbagai faktor, termasuk kesehatan wanita, status nutrisi, dan berat tubuh relatif terhadap tinggi tubuh. Menstruasi berlangsung kira-kira sekali sebulan sampai wanita mencapai usia 45-50 tahun, sekali lagi tergantung pada kesehatan dan pengaruh-pengaruh lainnya. Akhir dari kemampuan wanita untuk bermenstruasi disebut menopause dan menandai akhir dari masa-masa kehamilan seorang wanita. Panjang rata-rata daur menstruasi adalah 28 hari, namun berkisar antara 21 hingga 40 hari. Panjang daur dapat bervariasi pada satu wanita selama saat-saat yang berbeda dalam hidupnya, dan bahkan dari bulan ke bulan tergantung pada berbagai hal, termasuk kesehatan fisik, emosi, dan nutrisi wanita tersebut.

Menstruasi merupakan bagian dari proses reguler yang mempersiapkan tubuh wanita setiap bulannya untuk kehamilan. Daur ini melibatkan beberapa tahap yang dikendalikan oleh interaksi hormon yang dikeluarkan oleh hipotalamus, kelenjar dibawah otak depan, dan indung telur. Pada permulaan daur, lapisan sel rahim mulai berkembang dan menebal. Lapisan ini berperan sebagai penyokong bagi janin yang sedang tumbuh

bila wanita tersebut hamil. Hormon memberi sinyal pada telur di dalam indung telur untuk mulai berkembang. Tak lama kemudian, sebuah telur dilepaskan dari indung telur wanita dan mulai bergerak menuju tuba Falopii terus ke rahim. Bila telur tidak dibuahi oleh sperma pada saat berhubungan intim (atau saat inseminasi buatan), lapisan rahim akan berpisah dari dinding uterus dan mulai luruh serta akan dikeluarkan melalui vagina. Periode pengeluaran darah, dikenal sebagai periode menstruasi (atau mens, atau haid), berlangsung selama tiga hingga tujuh hari. Bila seorang wanita menjadi hamil, menstruasi bulannya akan berhenti. Oleh karena itu, menghilangnya menstruasi bulanan merupakan tanda (walaupun tidak selalu) bahwa seorang wanita sedang hamil. Kehamilan dapat di konfirmasi dengan pemeriksaan darah sederhana. Menstruasi → $\text{PGF}_{2\alpha}$ → menyebabkan nekrosis endometrium dan perdarahan → membran lisosom pecah membebaskan enzim-enzim yang membentuk $\text{PGF}_{2\alpha}$. Darah menstruasi mengandung; reruntuhan jaringan (*tissue debris*), $\text{PGF}_{2\alpha}$, dan fibrinolysin (untuk melisiskan gumpalan darah) dari jaringan endometrium.



Gambar 11.10. Indung telur (ovarium), perkembangan folikel dan ovulasi

Kecuali jika seorang gadis telah dipersiapkan akan kedatangan menstruasi, hal ini bisa menjadi saat yang mengecewakan baginya. Anak-anak perempuan yang tidak mengenal tubuh mereka dan proses reproduksi dapat mengira bahwa menstruasi merupakan bukti adanya penyakit atau bahkan hukuman akan tingkah laku yang buruk. Anak-anak perempuan yang tidak diajari untuk menganggap menstruasi sebagai fungsi tubuh normal dapat mengalami rasa malu yang amat dan perasaan kotor saat menstruasi pertama mereka. Bahkan saat menstruasi akhirnya dikenali sebagai proses yang normal, perasaan kotor dapat tinggal sampai masa dewasa. Namun, dalam tahun-tahun belakangan ini pendidikan anatomi dan fisiologi yang lebih baik telah menjadikan penerimaan akan menstruasi. Malahan banyak wanita yang melihat menstruasi dengan bangga sebagai proses yang hanya terjadi pada wanita. Beberapa keluarga bahkan memiliki perayaan khusus untuk menghormati kedewasaan seorang wanita muda. Meskipun begitu, banyak wanita mengalami ketidaknyamanan fisik selama beberapa hari sebelum periode menstruasi mereka datang. Kira-kira setengah dari seluruh wanita menderita akibat dismenore, atau menstruasi yang menyakitkan. Hal ini khususnya sering terjadi awal-awal masa dewasa. Gejala-gejala dari gangguan menstruasi dapat berupa payudara yang melunak, puting susu yang nyeri, bengkak, dan mudah tersinggung. Beberapa wanita mengalami gangguan yang cukup berat seperti kram yang disebabkan oleh kontraksi otot-otot halus rahim, sakit kepala, sakit pada bagian tengah perut, gelisah, letih, hidung tersumbat, dan ingin menangis. Dalam bentuk yang paling berat, sering melibatkan depresi dan kemarahan, kondisi ini dikenal sebagai gejala datang bulan atau PMS, dan mungkin membutuhkan penanganan medis. Dalam beberapa kasus pengadilan di Inggris dan Perancis, para pengacara telah menggunakan keberadaan PMS untuk berargumentasi mengenai turunnya kemampuan saat melakukan perbuatan kriminal. Di masa lalu, PMS dianggap sebagai kondisi psikosomatik, dan berlanjut menjadi subyek tertawaan, sekarang PMS dikenal memiliki sebab organik. Beberapa pengobatan telah diciptakan untuk mengatasi gejala-gejala PMS. Beberapa wanita mengalami sebuah kondisi yang dikenal sebagai amenore, atau kegagalan bermenstruasi selama masa waktu perpanjangan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh

bermacam-macam faktor termasuk stres, hilang berat badan, olahraga berat secara teratur, atau penyakit. Sebaliknya, beberapa wanita mengalami aliran menstruasi yang berlebihan, kondisi yang dikenal sebagai menoregi. Tidak hanya aliran darah menjadi banyak, namun dapat berlangsung lebih lama dari periode normal. Sikap terhadap menstruasi dapat berbeda pada setiap masyarakat. Banyak masyarakat yang memandang wanita sebagai terkontaminasi atau tercemar saat menstruasi dan tidak mengikutsertakan mereka dalam kegiatan-kegiatan masyarakat karena takut akan ikut tercemar. Menstruasi adalah satu dari banyak pembenaran yang telah diberikan untuk menghalangi wanita memasuki peran-peran keagamaan pada beberapa agama. Ritual pembersihan di akhir menstruasi dianjurkan pada beberapa masyarakat. Namun, masyarakat lain menganggap menstruasi sebagai fungsi tubuh normal dan tidak menghukum atau menghalangi wanita saat mereka mengalaminya.

11.3.5. Kelainan menstruasi

Amenorhea

Amenorhea apabila tidak ada menstruasi, dapat dibedakan menjadi amenorhea estrogenik dan nonestrogenik. Amenorhea primer jika tidak pernah mens, amenorhea sekunder jika sebelumnya pernah mens (misal karena kehamilan), emosional, perubahan lingkungan, kelainan hipotalamus, pituitari, ovarium primer, dan berbagai penyakit sistemik lainnya).

Hipomenorhea

Hipomenorhea apabila darah menstruasi volumenya sedikit. Menorhagia jika darah menstruasi yang keluar berlebihan. Metrorraghia jika terjadi perdarahan dari uterus pada antar periode mens (bukan karena menstruasi). Oligomenorhea jika frekuensi mens berkurang. Dismenorhea jika menstruasi dengan rasa sakit karena akumulasi PGF_{2α}. Hipomenorhea: darah menstruasi yang keluar jumlahnya sedikit (kurang). Menorhagia: darah menstruasi yang keluar jumlahnya berlebihan.

Kelainan siklus menstruasi adalah siklus anovulatori yang ditandai tidak adanya ovulasi, sehingga tidak adanya CL dan tidak adanya P4.

Metrorraghia: perdarahan dari uterus pada periode antarmens.

Oligomenorhea: frekuensi mens berkurang.

Dismenorhea: apabila menstruasi disertai dengan rasa sakit

yang sangat (karena akumulasi $\text{PGF}_{2\alpha}$ yang berlebihan)

11.4. Hormon-hormon Reproduksi Wanita

Aksis hipotalamo-pituitari-ovarium merupakan hubungan saling mempengaruhi antara hipotalamus, pituitaria, dan ovarium. Pada hipotalamus terdapat 2 pusat pengatur siklus reproduksi yaitu pusat siklik dan tonik yang berperan sebagai pengatur mekanisme sekresi GnRH. Pusat tonik terdiri atas nukleus ventromedial dan nukleus arkuatus, pusat siklik terdiri atas area preoptik supra kiasmatic. Pada wanita pusat siklik dominan sehingga ada periode berulang. Hubungan antara hipotalamus dengan hipofise anterior adalah vasa porta dan ada umpan balik.

Hormon adalah zat kimia yang diproduksi oleh kelenjar endokrin yang mempunyai efek tertentu pada aktifitas organ-organ lain dalam tubuh. Hormon seks merupakan zat yang dikeluarkan oleh kelenjar seks dan kelenjar adrenalin langsung ke dalam aliran darah. Mereka secara sebagian bertanggungjawab dalam menentukan jenis kelamin janin dan bagi perkembangan organ seks yang normal. Mereka juga memulai pubertas dan kemudian memainkan peran dalam pengaturan perilaku seksual.

Hormon-hormon seks utama dapat dibedakan menjadi estrogen atau androgen. Kedua kelas hormon ini ada pada pria dan wanita, namun dalam kadar yang berbeda. Kebanyakan pria memproduksi 6-8 mg testosteron (sebuah androgen) per hari, dibandingkan dengan kebanyakan wanita yang memproduksi 0,5 mg setiap hari. Estrogen juga ada pada kedua jenis kelamin, namun dalam jumlah yang lebih besar pada wanita.

Estrogen

Estrogen adalah hormon seks yang umumnya diproduksi oleh indung telur yang merangsang pertumbuhan organ seks anak perempuan, seperti: payudara dan rambut kelamin, dikenal sebagai karakteristik seks sekunder. Estrogen juga mengatur siklus menstruasi. Pada kebanyakan wanita, hormon indung telur tidak memainkan peran yang penting dalam gairah seks mereka. Dalam sebuah penelitian pada wanita dibawah usia 40 tahun, 90% melaporkan tidak adanya perubahan dalam nafsu seks atau fungsi setelah hormon seks diturunkan karena pengangkatan kedua rahim. Estrogen merupakan regulator intraovarium berfungsi merangsang pertumbuhan folikel. Bekerjasama dengan FSH dan

LH merangsang pembentukan reseptor LH (*feedback positif*), menyebabkan regresi korpus luteum dan penurunan kadar progesteron. Estrogen penting dalam menjaga kondisi dinding vagina dan elastisitasnya, serta dalam memproduksi cairan yang melicinkan vagina. Mereka juga membantu untuk menjaga tekstur dan fungsi payudara wanita.

Progesteron

Prolaktin (PRL) disebut juga *lactogenic hormone* (LTH). Prolaktin berperan penting memelihara korpus luteum, inisiasi luteinisasi sel granulosa, memelihara sintesis progesteron oleh sel luteal, merangsang pertumbuhan kelenjar mama. Prolaktin meningkatkan jumlah reseptor LH dan produksi progesteron, bekerjasama dengan LH. PRL menekan (menghambat) produksi estrogen dengan menghambat aktivitas aromatase oleh FSH di SG dan LH yang menginduksi produksi androgen. PRL berperan meningkatkan progesteron dan menghambat estrogen.

Follicle Stimulating Hormone (FSH)

FSH disekresikan oleh pituitaria anterior dan memiliki reseptor spesifik pada sel granulosa folikel ovarium dan sel sertoli testis. FSH merupakan hormon glikoprotein. FSH merupakan hormon yang berperan dominan dalam merangsang:

1. Pertumbuhan dan perkembangan folikel ovarium.
2. Merangsang produksi estrogen.
3. Merangsang spermatogenesis.

Luteinizing Hormone (LH)

LH memegang peranan penting untuk;

1. Pertumbuhan final folikel.
2. Proses ovulasi.
3. Perubahan sel granulosa menjadi korpus luteum.
4. Merangsang sekresi progesteron.
5. Merangsang produksi androgen.

11.5. Kehamilan dan Melahirkan



◀ **Gambar 11.11.**
Spermatozoa setelah memasuki sel telur, tampak ekornya saja

Kesiapan seorang perempuan untuk hamil dan melahirkan atau mempunyai anak ditentukan oleh kesiapan dalam tiga hal, yaitu kesiapan fisik, kesiapan mental/ emosi/psikologis dan kesiapan sosial/ekonomi. Secara umum, seorang perempuan dikatakan siap secara fisik jika telah menyelesaikan pertumbuhan tubuhnya (ketika tubuhnya berhenti tumbuh), yaitu sekitar usia 20 tahun. Sehingga usia 20 tahun bisa dijadikan pedoman kesiapan fisik.

Apa yang terjadi jika remaja menikah/hamil pada usia sangat muda (di bawah 20 tahun)? Remaja dimungkinkan untuk menikah pada usia dibawah 20 tahun sesuai dengan Undang-undang Perkawinan No. 1 tahun 1979 bahwa usia minimal menikah bagi perempuan adalah 16 tahun dan bagi laki-laki 18 tahun. Tetapi perlu diingat beberapa hal sebagai berikut:

1. Ibu muda pada waktu hamil kurang memperhatikan kehamilannya termasuk kontrol kehamilan. Ini berdampak pada meningkatnya berbagai risiko kehamilan.
2. Ibu muda pada waktu hamil sering mengalami ketidakteraturan tekanan darah yang dapat berdampak pada keracunan kehamilan serta kekejangan yang berakibat pada kematian
3. Penelitian juga memperlihatkan bahwa kehamilan usia muda (dibawah 20 tahun) sering kali berkaitan dengan munculnya kanker rahim. Ini erat kaitannya dengan belum sempurnanya perkembangan dinding rahim.

Kehamilan yang tidak diinginkan (KTD)

Apa yang perlu diketahui remaja tentang kehamilan yang tidak diinginkan? Kehamilan yang tidak diinginkan (KTD) adalah suatu kehamilan yang karena suatu sebab, maka keberadaannya tidak diinginkan oleh salah satu atau kedua calon orang tua bayi tersebut. KTD disebabkan oleh faktor berikut:

1. Karena kurangnya pengetahuan yang lengkap dan benar mengenai proses terjadinya kehamilan dan metode-metode pencegahan kehamilan.
2. Akibat terjadinya tindak perkosaan.
3. Kegagalan alat kontrasepsi.

Kerugian KTD dan bahaya pada Remaja?

Beberapa kerugian KTD pada remaja:

1. Remaja atau calon ibu merasa tidak ingin dan tidak siap untuk hamil, maka ia bisa saja tidak mengurus dengan baik kehamilannya.
2. Sulit mengharapkan adanya perasaan kasih sayang yang tulus dan kuat dari ibu yang mengalami KTD terhadap bayi yang dilahirkannya nanti sehingga masa depan anak mungkin saja terlantar.
3. Mengakhiri kehamilannya atau sering disebut dengan aborsi. Di Indonesia aborsi dikategorikan sebagai tindakan melawan hukum. Oleh karena itu, tindakan aborsi sering dilakukan secara sembunyi-sembunyi dan tidak aman. Aborsi tidak aman dapat menyebabkan kematian dan kesakitan ibu.

Aborsi sangat berbahaya bagi kesehatan dan keselamatan perempuan terutama jika dilakukan secara sembarangan yaitu oleh mereka yang tidak terlatih. Perdarahan yang terus-menerus serta infeksi yang terjadi setelah tindakan aborsi merupakan sebab utama kematian perempuan yang melakukan aborsi. Di samping itu, aborsi juga berdampak pada kondisi psikologis. Perasaan sedih karena kehilangan bayi, beban batin akibat timbulnya perasaan bersalah dan penyesalan yang dapat mengakibatkan depresi. Oleh karena itu, konseling mutlak diperlukan kepada pasangan sebelum mereka memutuskan untuk melakukan tindakan aborsi. Tindakan aborsi harus diyakinkan sebagai tindakan terakhir jika alternatif lain sudah tidak dapat diambil.

11.6. Tumbuh Kembang Remaja

Masa remaja adalah suatu tahap antara masa kanak-kanak dengan masa dewasa. Istilah ini menunjuk masa dari awal pubertas sampai tercapainya kematangan; biasanya mulai dari usia 14 pada pria

dan usia 12 pada wanita. Transisi ke masa dewasa bervariasi dari satu budaya ke budaya lain, namun secara umum didefinisikan sebagai waktu dimana individu mulai bertindak terlepas dari orang tua mereka.

Perubahan tersebut meliputi perubahan fisik, baik yang bisa dilihat dari luar maupun yang tidak kelihatan. Pada remaja juga terjadi perubahan-perubahan emosi, pikiran, lingkungan pergaulan dan tanggung jawab yang dihadapi. Perubahan emosional yang kemudian tercermin dalam sikap dan tingkah laku. Perkembangan kepribadian pada masa ini dipengaruhi tidak saja oleh orangtua dan lingkungan keluarga, tetapi juga lingkungan sekolah, ataupun teman-teman pergaulan di luar sekolah.

Perkembangan fisik

Perubahan Fisik apa saja yang Dialami Remaja? Tubuh mengalami perubahan dari waktu ke waktu sejak kamu lahir. Perubahan yang cukup menyolok terjadi ketika remaja baik perempuan dan laki-laki memasuki usia antara 9 sampai 15 tahun, pada saat itu mereka tidak hanya tubuh menjadi lebih tinggi dan lebih besar saja, tetapi terjadi juga perubahan-perubahan di dalam tubuh yang memungkinkan untuk bereproduksi atau berketurunan. Perubahan dramatis dalam bentuk dan ciri-ciri fisik berhubungan erat dengan mulainya pubertas. Aktivitas kelenjar pituitari pada saat ini berakibat dalam sekresi hormon yang meningkat, dengan efek fisiologis yang tersebar luas. Hormon pertumbuhan memproduksi dorongan pertumbuhan yang cepat, yang membawa tubuh mendekati tinggi dan berat dewasanya dalam sekitar dua tahun. Dorongan pertumbuhan terjadi lebih awal pada pria daripada wanita, juga menandakan bahwa wanita lebih dahulu matang secara seksual daripada pria. Pencapaian kematangan seksual pada gadis remaja ditandai oleh kehadiran menstruasi dan pada pria ditandai oleh produksi semen. Hormon-hormon utama yang mengatur perubahan ini adalah androgen pada pria dan estrogen pada wanita, zat-zat yang juga dihubungkan dengan penampilan ciri-ciri seksual sekunder: rambut wajah, tubuh, dan kelamin dan suara yang mendalam pada pria; rambut tubuh dan kelamin, pembesaran payudara, dan pinggul lebih lebar pada wanita. Perubahan fisik dapat berhubungan dengan penyesuaian psikologis; beberapa studi menganjurkan bahwa individu yang

menjadi dewasa di usia dini lebih baik dalam menyesuaikan diri daripada rekan-rekan mereka yang menjadi dewasa lebih lambat. Perubahan dari masa kanak-kanak menuju masa dewasa atau sering dikenal dengan istilah masa pubertas ditandai dengan datangnya menstruasi (pada perempuan) atau mimpi basah (pada laki-laki). Datangnya menstruasi dan mimpi basah pertama tidak sama pada setiap orang. Banyak faktor yang menyebabkan perbedaan tersebut. Salah satunya adalah karena gizi. Saat ini ada seorang anak perempuan yang mendapatkan menstruasi pertama (menarche) di usia 8-9 tahun. Namun pada umumnya sekitar 12 tahun.

Remaja laki-laki memproduksi sperma setiap harinya. Sperma tidak harus selalu dikeluarkan, ia akan diserap oleh tubuh dan dikeluarkan melalui cairan keringat, kotoran cair dan kotoran padat. Sperma bisa dikeluarkan melalui proses yang disebut ejakulasi, yaitu keluarnya sperma melalui penis. Ejakulasi bisa terjadi secara alami (tidak disadari oleh remaja laki-laki) melalui mimpi basah.

Menstruasi terjadi karena sel telur yang diproduksi ovarium tidak dibuahi oleh sel sperma dalam rahim. Sel telur tersebut menempel pada dinding rahim dan membentuk lapisan yang banyak mengandung pembuluh darah, kemudian menipis dan luruh keluar melalui mulut rahim dan vagina dalam bentuk darah, yang biasanya terjadi antara 3-7 hari. Jarak antara satu haid dengan haid berikutnya tidak sama pada setiap orang. Adakalanya 21 hari atau bisa juga 35 hari.

Apa yang perlu kita ketahui tentang alat reproduksi kita? Orang biasanya berbicara hanya bentuk luar dari alat reproduksi (kelamin). Namun perlu diketahui, bahwa alat reproduksi terdiri dari bagian luar dan bagian dalam. Organ reproduksi yang sehat dibutuhkan untuk kesehatan reproduksi. Organ-organ reproduksi didalam tubuh bisa rusak oleh penyakit menular seksual (PMS) yang mengakibatkan kemandulan (infertilitas). Baik pria ataupun wanita bisa memiliki masalah infertilitas bila terinfeksi PMS. Wanita hamil dapat menularkan PMS kepada bayi di dalam kandungannya. Menopause secara klinis didefinisikan sebagai waktu di mana seorang perempuan tidak mengalami menstruasi lagi. Menopause terjadi karena hormon estrogen dan progesteron tidak lagi diproduksi sehingga indung telur tidak melepaskan sel telur. Akibatnya perempuan tidak memiliki sel telur yang bisa dibuahi oleh sperma dan tidak memiliki dinding rahim yang akan luruh

menjadi darah menstruasi. Dengan demikian, masa reproduksi perempuan sudah berhenti sehingga tidak bisa hamil lagi. Usia menopause pada perempuan berkisar antara 40-50 tahun, tetapi masing-masing orang tidak selalu sama, hal itu tergantung dari faktor kesehatan, gizi maupun keturunan. Dengan tidak diproduksinya hormon estrogen, maka mukosa atau lapisan lendir pada vagina menipis sehingga pada saat berhubungan seks mudah lecet dan menimbulkan rasa nyeri. Akibatnya, banyak perempuan yang sudah menopause menghindari hubungan seks. Rasa nyeri akibat luka lecet saat berhubungan seks dapat dikurangi dengan memakai pelicin seperti jelly.

Remaja perlu mengetahui perubahan di atas agar mereka mampu mengendalikan perilakunya. Remaja harus mengerti bahwa begitu dia mendapatkan menstruasi atau mimpi basah, maka secara fisik dia telah siap dihamili atau menghamili. Bisa hamil atau tidaknya remaja putri bila melakukan hubungan seksual tidak tergantung pada berapa kali dia melakukan hubungan seksual tetapi tergantung pada kapan dia melakukan hubungan seksual (dikaitkan dengan siklus kesuburan) dan apakah sistem reproduksinya berfungsi dengan baik (tidak mandul). Banyak remaja yang tidak mengetahui akan hal ini, sehingga mereka menyangka bahwa untuk hamil orang harus terlebih dahulu melakukan hubungan seksual berkali-kali.

Masa subur adalah masa dimana terjadinya pelepasan sel telur pada perempuan. Titik puncak kesuburan terjadi pada hari ke 14 sebelum masa menstruasi berikutnya. Tetapi tanggal menstruasi berikutnya sering kali tidak pasti pada remaja. Biasanya diambil perkiraan masa subur 3-5 hari sebelum dan sesudah hari ke 14 tersebut. Pada masa remaja pencegahan kehamilan dengan tidak melakukan hubungan seksual pada masa subur (sistem kalender), tidak dapat diandalkan. Ini disebabkan siklus menstruasi pada remaja perempuan biasanya tidak teratur.

11.7. Seks dan Seksualitas

Seks adalah perbedaan badani atau biologis perempuan dan laki-laki, yang sering disebut jenis kelamin. Seksualitas menyangkut berbagai dimensi yang sangat luas, yaitu dimensi biologis, sosial, perilaku, dan kultural. Seksualitas dari dimensi biologis berkaitan dengan organ reproduksi dan alat kelamin, termasuk bagaimana menjaga kesehatan dan memfungsikan secara optimal organ

reproduksi dan dorongan seksual. Seksualitas dari dimensi psikologis erat kaitannya dengan bagaimana menjalankan fungsi sebagai makhluk seksual, identitas peran atau jenis. Orientasi seksual adalah dengan jenis kelamin mana seseorang lebih tertarik secara seksual. Orientasi seksual dikategorikan menjadi dua yaitu heteroseks (orang yang secara seksual tertarik dengan lawan jenis) dan homoseks (orang yang secara seksual lebih tertarik dengan orang lain yang sejenis kelamin). Di antara kedua orientasi seksual tersebut, masih ada perilaku-perilaku seksual yang sulit dimasukkan dalam satu kategori tertentu karena banyak sekali keragaman di dalamnya. Homoseksualitas adalah ketertarikan secara seksual dan aktivitas seksual pada jenis kelamin yang sama. Laki-laki yang tertarik kepada laki-laki disebut *gay*, sedangkan perempuan yang tertarik pada perempuan disebut *lesbian*. Terjadinya homoseksualitas sampai saat ini masih diperdebatkan. Ada yang mengatakan bahwa hal ini terjadi sejak lahir (dipengaruhi oleh gen) dan ada pula yang mengatakan dari pengaruh lingkungan.

11.8. Perilaku Seksual

Dorongan seksual bisa diekspresikan dalam berbagai perilaku, namun tentu saja tidak semua perilaku merupakan ekspresi dorongan seksual seseorang. Ekspresi dorongan seksual atau perilaku seksual ada yang aman dan ada yang tidak aman, baik secara fisik, psikis, maupun sosial. Setiap perilaku seksual memiliki konsekuensi berbeda. Perilaku seksual adalah perilaku yang muncul karena adanya dorongan seksual. Bentuk perilaku seksual bermacam-macam mulai dari bergandengan tangan, berpelukan, bercumbu, *petting* (bercumbu berat) sampai berhubungan seks. Bagaimana perilaku seks aman? Perilaku seks aman adalah perilaku seks tanpa mengakibatkan terjadinya pertukaran cairan vagina dengan cairan sperma misalnya dengan bergandengan tangan, berpelukan, berciuman. Sementara hubungan seks tanpa menggunakan kondom bukan merupakan perilaku seks aman dari kehamilan dan PMS. Jika benar-benar ingin aman, tetapkanlah tidak aktif seksual tetapi jika sudah aktif, setia dengan satu pasangan saja, atau gunakan kondom dengan mutu yang baik dan benar agar dapat mengurangi risiko terkena PMS dan HIV/AIDS.

Masturbasi

Masturbasi adalah rangsangan disengaja yang dilakukan pada organ genital untuk memperoleh kenikmatan dan kepuasan seksual. Masturbasi biasanya dilakukan dengan cara menyentuh, menggosok, dan meraba bagian tubuh sendiri yang peka sehingga menimbulkan rasa menyenangkan untuk mendapat kepuasan seksual (orgasme) baik dengan menggunakan alat maupun tanpa menggunakan alat. Biasanya masturbasi dilakukan pada bagian tubuh yang sensitif, namun tidak sama pada masing-masing orang, misalnya: puting payudara, paha bagian dalam, alat kelamin (bagi wanita terletak pada klitoris dan sekitar vagina; sedangkan bagi laki-laki terletak pada sekitar kepala dan leher penis). Misalnya laki-laki melakukan masturbasi dengan meraba penisnya, remaja perempuan menyentuh klitorisnya hingga dapat menimbulkan perasaan yang sangat menyenangkan atau bisa timbul ejakulasi pada remaja laki-laki. Secara medis masturbasi tidak akan mengganggu kesehatan. Orang yang melakukannya tidak akan mengalami kerusakan pada otak atau bagian tubuh lainnya. Masturbasi juga tidak menimbulkan risiko fisik seperti mandul, impotensi, dan cacat asal dilakukan secara aman, steril, tidak menimbulkan luka dan infeksi. Risiko fisik biasanya berupa kelelahan. Pengaruh masturbasi biasanya bersifat psikologis seperti rasa bersalah, berdosa, dan rendah diri karena melakukan hal-hal yang tidak disetujui oleh agama dan nilai-nilai budaya sehingga jika sering dilakukan akan menyebabkan terganggunya konsentrasi pada remaja tertentu.

Onani

Onani mempunyai arti sama dengan masturbasi. Namun ada yang berpendapat bahwa onani hanya diperuntukkan bagi laki-laki, sedangkan istilah masturbasi dapat berlaku pada perempuan maupun laki-laki. Istilah onani diambil dari seseorang bernama onan yang sejak kecil sering merasa kesepian. Untuk mengatasi rasa kesepiannya ia mencari hiburan dengan membayangkan hal-hal erotis sambil mengeksplorasi bagian-bagian tubuhnya yang sensitif sehingga mendatangkan suatu kenikmatan. Nama onan ini berkembang menjadi onani. Istilah onani lainnya yang dipakai dengan arti sama yaitu swalayan, ngocok, automanipulatif, dsb.

Petting

Petting adalah melakukan hubungan seksual dengan atau tanpa pakaian tetapi tanpa melakukan penetrasi penis ke dalam vagina, jadi sebatas digesekkan saja ke alat kelamin perempuan. Ada pula yang mengatakan *petting* sebagai bercumbu berat. Biasanya dilakukan sebagai pemanasan sebelum melakukan hubungan seks. Walaupun tanpa melepaskan pakaian, *petting* tetap dapat menimbulkan kehamilan tidak diinginkan karena sperma tetap bisa masuk ke dalam rahim, karena ketika terangsang perempuan akan mengeluarkan cairan yang mempermudah masuknya sperma ke dalam rahim, sedangkan sperma itu sendiri memiliki kekuatan untuk berenang masuk ke dalam rahim jika tertumpah pada celana dalam yang dikenakan perempuan, apalagi jika langsung mengenai bibir kemaluan.

Hubungan seksual

Hubungan seksual yaitu masuknya penis ke dalam vagina. Bila terjadi ejakulasi (pengeluaran cairan mani yang di dalamnya terdapat jutaan sperma) dengan posisi alat kelamin laki-laki berada dalam vagina memudahkan pertemuan sperma dan sel telur yang menyebabkan terjadinya pembuahan dan kehamilan.

11.9. Kesehatan Reproduksi

Anemia (kurang darah: Hb <12 gr %) sangat terkait erat dengan masalah kesehatan reproduksi (terutama pada perempuan). Jika perempuan mengalami anemia, maka akan menjadi sangat berbahaya pada waktu dia hamil dan melahirkan. Perempuan yang menderita anemia berpotensi melahirkan bayi dengan berat badan rendah (kurang dari 2.5 kg). Di samping itu, anemia dapat mengakibatkan kematian baik ibu maupun bayi pada waktu proses persalinan. Karena itu untuk memastikan agar remaja tidak mengidap anemia maka perlu dianjurkan untuk memeriksakan diri pada petugas medis. Jika ternyata remaja mengidap anemia, maka perlu dianjurkan untuk makan-makanan yang bergizi atau mengkonsumsi pil zat besi sesuai dengan anjuran.

11.10. Pengaturan Kehamilan (Keluarga Berencana)

Pengaturan kehamilan merupakan suatu cara untuk mencegah terjadinya pembuahan sel telur oleh sel sperma. Pengaturan kehamilan dapat dibedakan secara sederhana dan dengan menggunakan alat-alat kontrasepsi. Pengaturan kehamilan secara

sederhana mencegah terjadinya pembuahan sel telur oleh sel sperma dengan cara sederhana, sebagai contoh; senggama terputus (bahasa arab; azl), pantang berkala, memperpanjang masa menyusui, mencuci vagina segera setelah bersetubuh, dsb. Mengapa orang memilih untuk menggunakan kontrasepsi? Penggunaan kontrasepsi, atau perencanaan kelahiran, secara signifikan menurunkan kesempatan hamil. Orang memilih untuk menggunakan kontrasepsi karena berbagai alasan:

1. Tidak ingin memiliki anak atau ingin menunda menjadi orangtua sampai usia mereka lebih tua.
2. Membantu merenggangkan waktu kelahiran anak. Merasa bahwa keluarga mereka sudah lengkap, sehingga berharap untuk tetap menjaga terhadap kemungkinan menjadi hamil kembali.

11.11. Kontrasepsi

Kira-kira 85 dari 100 wanita yang aktif secara seksual tidak menggunakan metode kontrasepsi apapun dan mereka hamil dalam waktu 1 tahun. Di seluruh dunia, lebih dari seperempat wanita yang hamil melakukan pengguguran kandungan atau aborsi. Mengapa orang memilih untuk menggunakan kontrasepsi? Penggunaan kontrasepsi, atau perencanaan kelahiran, secara signifikan menurunkan kesempatan hamil. Orang memilih untuk menggunakan kontrasepsi karena berbagai alasan:

1. Tidak ingin memiliki anak atau ingin menunda menjadi orangtua sampai usia mereka lebih tua.
2. Membantu merenggangkan waktu kelahiran anak. Merasa bahwa keluarga mereka sudah lengkap, sehingga berharap untuk tetap menjaga terhadap kemungkinan menjadi hamil kembali.

Pengaturan kehamilan dapat dibedakan secara sederhana dan dengan menggunakan alat-alat kontrasepsi. Pengaturan kehamilan secara sederhana mencegah terjadinya pembuahan sel telur oleh sel sperma dengan cara sederhana, sebagai contoh; senggama terputus (bahasa arab; azl), pantang berkala, memperpanjang masa menyusui, mencuci vagina segera setelah bersetubuh, dsb.

1. Metode senggama terputus

Metode senggama terputus (bahasa arab; azl) adalah cara pencegahan kehamilan ketika bersenggama, pria harus

mencabut penis dari vagina sebelum ejakulasi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah agar sperma tidak tumpah ke dalam vagina.

Kelebihan:

Tidak ada kelebihan kecuali tanpa menggunakan sesuatu alat dan murah dibanding metode barrier dan metode hormon.

Kekurangan:

- Metode ini memerlukan kontrol tingkat tinggi pihak pria. Seringkali gagal karena tetesan kecil sperma dapat lolos dari penis ke dalam vagina sebelum pria mengalami ejakulasi.
- Menyebabkan gangguan pada klimaks hubungan seksual.
- Metode alternatif ini kurang dapat diandalkan dibanding metode hormon dan barrier, terutama bagi individu yang tak berpengalaman.

2. Metode pantang berkala

Metode ini melibatkan penggunaan beberapa cara untuk mengetahui saat wanita berada pada masa paling subur, sehingga dia dapat menjadi ekstra hati-hati atau dapat menghindari hubungan seksual pada masa subur ini. Ini berarti penggunaan teknik-teknik seperti: pencatatan harian suhu tubuh wanita dengan menggunakan termometer kesuburan. Kombinasi teknik direkomendasikan untuk meningkatkan efektifitas metode ini.

Kelebihan:

Alternatif alami terhadap metode barrier dan hormon berdasarkan siklus hormon alami dan siklus kesuburan.

Kekurangan:

1. Penggunaan teknik ini memerlukan tingkat motivasi yang besar dan pemahaman yang jelas tentang bagaimana memonitor kesuburan.
2. Metode kontrasepsi alami tidak memperhitungkan fluktuasi siklus.

Banyak hal dalam kehidupan sehari-hari yang dapat mempengaruhi irama siklus menstruasi, sehingga tidak memungkinkan dilakukannya kalkulasi yang dapat diandalkan mengenai masa-masa subur dan tidak subur.

3. Kondom

Kondom atau sering disingkat (CO) merupakan metode penghalang yang dirancang untuk menghentikan sperma agar tidak memasuki rahim. Metode penghalang mencakup kondom pria dan kondom wanita.

Apa kelebihan dan kekurangan metode barrier? Metode penghalang memberikan pilihan kepada wanita yang tidak dapat atau tidak ingin menggunakan kontrasepsi hormon. Bila digunakan secara benar, kondom adalah satu-satunya bentuk kontrasepsi yang memberikan perlindungan terhadap PMS.



Gambar 11.12. Diafragma atau kondom wanita

11.12. Penyakit Menular Lewat Hubungan Seksual (PMS)

Penyakit menular seksual adalah penyakit yang dapat ditularkan dari seseorang kepada orang lain melalui hubungan seksual. Seseorang berisiko tinggi terkena PMS bila melakukan hubungan seksual dengan berganti-ganti pasangan baik melalui vagina, oral maupun anal. Bila tidak diobati dengan benar, penyakit ini dapat berakibat serius bagi kesehatan reproduksi, seperti terjadinya kemandulan, kebutaan pada bayi yang baru lahir bahkan kematian.

Tanda dan gejala PMS

Karena bentuk dan letak alat kelamin laki-laki berada di luar tubuh, gejala PMS lebih mudah dikenali, dilihat dan dirasakan. Tanda-tanda PMS pada laki-laki antara lain:

1. berupa bintil-bintil berisi cairan,
2. lecet atau borok pada penis/alat kelamin,

3. luka tidak sakit;
4. keras dan berwarna merah pada alat kelamin,
5. adanya kutil atau tumbuh daging seperti jengger ayam,
6. rasa gatal yang hebat sepanjang alat kelamin,
7. rasa sakit yang hebat pada saat kencing,
8. kencing nanah atau darah yang berbau busuk,
9. bengkak panas dan nyeri pada pangkal paha yang kemudian berubah menjadi borok.

Pada perempuan sebagian besar tanpa gejala sehingga sering kali tidak disadari. Jika ada gejala, biasanya berupa antara lain:

1. rasa sakit atau nyeri pada saat kencing atau berhubungan seksual,
2. rasa nyeri pada perut bagian bawah,
3. pengeluaran lendir pada vagina/alat kelamin,
4. keputihan berwarna putih susu, bergumpal dan disertai rasa gatal dan kemerahan pada alat kelamin atau sekitarnya,
5. keputihan yang berbusa, kehijauan, berbau busuk, dan gatal,
6. timbul bercak-bercak darah setelah berhubungan seksual,
7. bintil-bintil berisi cairan,
8. lecet atau borok pada alat kelamin.

Cara menghindarkan diri dari PMS

Bagi remaja yang belum menikah, cara yang paling ampuh adalah tidak melakukan hubungan seksual, saling setia bagi pasangan yang sudah menikah, hindari hubungan seksual yang tidak aman atau berisiko, selalu menggunakan kondom untuk mencegah penularan PMS, selalu menjaga kebersihan alat kelamin. Jenis-jenis PMS. Ada banyak macam penyakit yang bisa digolongkan sebagai PMS. Di Indonesia yang banyak ditemukan saat ini adalah gonore (GO), sifilis (raja singa), herpes kelamin, klamidia, trikomoniasis, kandidiasis vagina, kutil kelamin.

Pengobatan PMS

Kebanyakan PMS dapat diobati, namun ada beberapa yang tidak bisa diobati secara tuntas seperti HIV/AIDS dan herpes kelamin. Jika kita terkena PMS, satu-stunya cara adalah berobat ke dokter atau tenaga kesehatan. Jangan mengobati diri sendiri. Selain itu, pasangan kita juga harus diobati agar tidak saling menularkan kembali penyakit tersebut. Mitos-mitos seputar PMS. Perlu diketahui bahwa PMS tidak dapat dicegah hanya dengan memilih

pasangan yang kelihatan bersih penampilannya, mencuci alat kelamin setelah berhubungan seksual, minum jamu-jamuan, minum antibiotik sebelum dan sesudah berhubungan seks.

Sifilis

Sifilis adalah suatu penyakit kelamin yang disebabkan oleh bakteri *Treponema pallidum*, bentuknya sangat kecil. Bakteri tersebut umumnya hidup di mukosa (saluran) genitalia, rektum, dan mulut yang hangat dan basah. Bakteri penyebab sifilis dapat ditularkan dari satu orang ke orang yang lain melalui hubungan genito-genital (kelamin-kelamin) maupun oro-genital (seks oral). Sifilis tidak ditularkan tanpa hubungan seksual, apalagi melalui benda mati seperti misalnya bangku, tempat duduk toilet, handuk, gelas, atau benda-benda lain yang bekas digunakan atau dipakai oleh pengidap. Sifilis merupakan penyakit kronis yang berkembang lewat beberapa stadium. Gambaran klinis:

1. Sifilis primer, tanda klinis yang pertama muncul adalah tukak, dapat terjadi di mana saja di daerah genitalia eksterna, 3 minggu setelah kontak. Lesi dapat khas, akan tetapi dapat juga tidak khas. Jumlah tukak biasanya hanya satu, meskipun dapat juga multipel. Lesi awal biasanya berupa papul yang mengalami erosi, teraba keras karena terdapat indurasi. Permukaan dapat tertutup krusta dan terjadi ulserasi.
2. Sifilis sekunder, berupa berbagai ruam pada kulit, selaput lendir, dan organ tubuh. Dapat disertai demam, malaise. Juga adanya kelainan kulit dan selaput lendir dapat diduga sifilis sekunder.
3. Sifilis laten merupakan stadium sifilis tanpa gejala klinis, akan tetapi pemeriksaan serologis reaktif. Dalam perjalanan penyakit sifilis selalu melalui tingkat laten, selama bertahun-tahun atau seumur hidup. Diagnosis sifilis laten ditegakkan setelah diperoleh anamnesis yang jelas, hasil pemeriksaan fisik yang menunjukkan adanya kelainan yang awal mulanya di sebabkan oleh sifilis.
4. Sifilis lanjut berupa endarteritis obliterans pada bagian ujung arteriol dan pembuluh darah kecil yang menyebabkan peradangan dan nekrosis.

Trikomoniasis

Trikomoniasis merupakan penyakit infeksi protozoa yang disebabkan oleh *Trichomonas vaginalis*, biasanya ditularkan melalui hubungan seksual dan sering menyerang saluran kencing bagian bawah pada wanita. Masa tunas *Trichomonas vaginalis* sulit untuk dipastikan, tetapi diperkirakan berkisar antara 3 sampai 28 hari. Pada wanita sering tidak menunjukkan keluhan maupun gejala sama sekali. Bila ada keluhan biasanya berupa lendir vagina yang banyak dan berbau. Lendir vagina yang klasik berwarna kehijauan dan berbusa, biasanya hanya ditemukan pada 10 - 30% penderita. Lendir vagina sering menimbulkan rasa gatal dan perih pada vulva serta kulit sekitarnya. Keluhan lain yang mungkin terjadi adalah pendarahan setelah melakukan hubungan kelamin dan perdarahan diantara menstruasi. Pada pemeriksaan penderita dengan gejala vaginitis akut, tampak edema dan eritema pada labium yang terasa nyeri, sedangkan pada vulva dan paha bagian atas kadang-kadang ditemukan abses-abses kecil dan maserasi yang disebabkan oleh fermen proteolitik dalam duh tubuh.

Kandidiasis

Kandidiasis adalah infeksi saluran kelamin yang disebabkan oleh *Candida albicans* dan ragi (*Yeast*) lain dari genus kandida. Infeksi biasanya bersifat local. Selain pada vulva atau vagina, juga pada hidung, mulut, tenggorok, usus, dan kulit. *Candida* adalah mikroorganisme oportunistik, dapat dijumpai di seluruh badan, terutama dalam mulut, kolon, kuku, vagina, dan saluran anorektal. Gejala yang biasanya muncul pada *kandidosis* adalah keluhan panas, atau iritasi pada vulva dan keputihan yang tidak berbau. Pada pemeriksaan terdapat vulvitis, dengan eritema dan edema vulva, fisura perineal, pseudomembran dan lesi satelit papulopustular disekitarnya. Gejala khas adalah rasa gatal atau iritasi disertai keputihan tidak berbau, atau berbau asam (masam). Keputihan biasa banyak, putih keju atau seperti kepala susu atau krim. Tetapi kebanyakan sedikit dan cair, atau seperti susu pecah. Pada dinding vagina biasanya dijumpai gumpalan keju. Pada vulva atau vagina terdapat radang, disertai maserasi, pseudomembran fisura dan lesi satelit papulopostular.

Gonore

Gonore (GO) adalah penyakit menular seksual (PMS), yang disebabkan oleh kuman yang bernama *Neisseria gonorrhoea* yang menginfeksi lapisan dalam uretra, leher rahim, rektum (usus bagian bawah), tenggorokan maupun bagian putih mata (*Gonorrhoea Conjunctiva*). *Gonore* bisa menyebar melalui aliran darah kebagian tubuh lainnya, terutama kulit dan persendian. Pada wanita, gonore bisa naik ke saluran kelamin dan menginfeksi selaput di dalam panggul sehingga menimbulkan nyeri panggul dan gangguan reproduksi. Diperkirakan terdapat lebih dari 150 juta kasus *gonore* di dunia setiap tahunnya, meskipun di beberapa negara cenderung menurun, namun negara lainnya cenderung meningkat. Penularan penyakit *gonore* (GO) yang lazimnya terjadi, adalah dengan melakukan hubungan seks, ataupun dengan variasinya antara lain: oral-seks (terjadinya faringitis GO), anal-seks (terjadinya proktitis GO) juga terjadinya *gonoblenorrhoea* pada mata bayi yang baru lahir dari ibu-ibu yang menderita GO ataupun terjadinya kolpitis GO pada bayi atau anak wanita karena orang tua atau pengasuh yang merawat sehari-harinya menderita GO adalah merupakan cara penularan lain yang dapat terjadi karena hidup yang tidak higienis.

Ciri-ciri orang yang terkena *gonore* adalah: apabila pria, ia akan merasa panas ketika buang air kecil (kencing), dan bila diamati, ternyata setelah mengeluarkan air seni, dari ujung alat kelaminnya akan terlihat adanya nanah yang ikut terbawa keluar. Pada wanita gonore umumnya tidak menimbulkan rasa panas atau sakit, terkecuali jika ia terjangkit penyakit keputihan dengan gejala keluarnya semacam lendir atau cairan kuning kehijau-hijauan (semacam nanah), dalam jumlah yang cukup banyak. Selain menimbulkan rasa panas dan bernanah, *gonore* juga dapat menyebabkan merah dan bengkak pada ujung alat kelamin kaum pria, juga di sekeliling vagina (liang senggama) kaum wanita yang terinfeksi *gonore*.

HIV/AIDS

Perdebatan seputar asal-usul AIDS telah sangat menarik perhatian dan sengketa sejak awal epidemi. Namun, bahaya mencoba mengenali dari mana AIDS berasal. Orang-orang dapat menggunakannya sebagai bahan perdebatan untuk menyalahkan kelompok tertentu atau gaya hidup.

Kasus AIDS pertama ditemukan di AS pada 1981, tetapi kasus tersebut hanya sedikit memberi informasi tentang sumber penyakit ini. Sekarang ada bukti jelas bahwa AIDS disebabkan oleh virus yang dikenal dengan HIV. Jadi untuk menemukan sumber AIDS kita perlu mencari asal-usul HIV. Asal-usul HIV bukan hanya menyangkut masalah akademik, karena tidak hanya memahami dari mana asal virus tersebut tetapi juga bagaimana virus ini berkembang menjadi penting sekali untuk mengembangkan vaksin HIV dan pengobatan yang lebih efektif. Juga, pengetahuan tentang bagaimana epidemi AIDS timbul menjadi penting dalam menentukan bentuk epidemi di masa depan serta mengembangkan pendidikan dan program pencegahan yang efektif.

Tanda-tanda dan gejala HIV/AIDS

Pesakit AIDS akan mengalami gejala-gejala seperti di bawah:

- Penurunan berat badan sehingga 10% yang tidak diketahui puncaknya
- batuk yang kronik dan berterusan
- Demam yang berpanjangan. Demam ini berlaku secara berkala ataupun berterusan
- Pembengkakan nodus limfa terutamanya di leher, ketiak dan selakangan.
- Terserang *herpes zoster* yang berulang-ulang. *Herpes zoster* merupakan infeksi saraf oleh virus yang dicirikan oleh kehadiran lepuhan pada kulit.
- Kandidiasis di mulut dan tekak. Kandidiasis merupakan sejenis penyakit yang disebabkan oleh sejenis kulat (fungus).

Cara menghindar dari HIV/AIDS?

- Lebih aman berhubungan seks dengan pasangan tetap (tidak berganti-ganti pasangan seksual).
- Hindari hubungan seks di luar nikah.
- Menggunakan kondom jika melakukan hubungan seksual berisiko tinggi seperti dengan pekerja seks komersial.
- Sedapat mungkin menghindari tranfusi darah yang tidak jelas asalnya; menggunakan alat-alat medis dan non media yang terjamin steril.



Gambar 11.13. *Human Immunodeficiency Virus (HIV)*

Kata-kata Penting

- Spermatozoon
- Oosit
- Siklus menstruasi
- Ovulasi
- Estrogen
- Testosteron
- *Family planning*
- PMS
- Gonore

Rangkuman

- Sistem reproduksi laki-laki terdiri atas: testis, saluran reproduksi (epididimis, duktus seminalis, duktus ejakulatorius, dan uretra), dan alat kelamin luar yaitu penis.
- Sistem reproduksi wanita terdiri atas ovarium, saluran kelamin (tuba uterina, uterus, dan vagina), dan alat kelamin luar.
- Setelah mengalami pubertas, pada laki-laki tidak mengalami siklus reproduksi, sedangkan pada wanita mengalami siklus menstruasi (bulanan).
- Pengaturan kehamilan dapat dilakukan secara sederhana dan dengan menggunakan alat-alat kontrasepsi. Pengaturan kehamilan

secara sederhana mencegah terjadinya pembuahan sel telur oleh sel sperma dengan cara sederhana.

Latihan Uji Kemampuan

A. Lengkapilah dengan jawaban yang tepat!

1. Sebutkan alat-alat reproduksi wanita ...
2. Alat-alat reproduksi laki-laki terdiri atas ...
3. Sebutkan organ reproduksi wanita yang merupakan pertumbuhan janin ...
4. Sebutkan 3 perilaku seksual menyimpang ...
5. Alat kontrasepsi IUD dipasang dibagian ...
6. Sebutkan akibat-akibat PMS bagi bayi yang dilahirkan ...
7. Dimana tempat pembuahan sel telur oleh sel kelamin laki-laki ...
8. Sebutkan 3 cara pengaturan kehamilan dengan menggunakan preparat hormon ...
9. Sebutkan alat kontrasepsi yang dipakai oleh wanita ...
10. Sebutkan 5 macam penyakit menular seksual ...

B. Berilah penjelasan dengan singkat dan benar!

1. Apakah yang dimaksud dengan kesehatan reproduksi?
2. Jelaskan akibat hubungan seksual dengan berganti-ganti pasangan!
3. Jelaskan secara umum akibat penyakit menular seksual!
4. Jelaskan ovulasi
5. Jelaskan gejala HIV/AIDS
6. Jelaskan gejala penyakit sifilis!
7. Jelaskan PMS!
8. Jelaskan siklus menstruasi!
9. Jelaskan peran estrogen dan progesteron!
10. Jelaskan cara-cara pencegahan kehamilan!

Daftar Pustaka

- Ahren, K., Rosberg, S., and Khan, I. (1980). *On The Mechanism of Tropic Hormone Action in Ovary*. In: Dumont, J.E., and Nunez, J., (eds): *Hormones and Cell Regulation*. Vol.4. Elsevier North-Holland: Biomedical Press.
- Anies (2005). *Mewaspadai Penyakit Lingkungan*. Jakarta: P.T. Elex Media Komputindo.
- Anonim (1992). *Almanak Pembangunan Kesehatan*. Depkes RI.
- (1989). *Bakteriologi Klinik*, Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- (1989). *Buku Penuntun Pratikum Haematologi*. Pusat Pendidikan Tenaga Kesehatan, Jakarta.
- (1999). *Pelatihan Manajemen Klinik Infeksi Menular Seksual Laboratorium Sederhana*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- (1999). *Buku Pedoman Interaktif Penatalaksanaan Penderita Penyakit Menular Seksual (PMS) Dengan Pendekatan Sindrom*, Direktorat Jenderal PPM & PLP, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- (2005). *Pelatihan Manajemen Klinik Infeksi Menular Seksual Untuk Tenaga Dokter, Paramedis, Analis Laboratorium, dan Administrasi*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Bogor.
- (2006). *Pedoman Penatalaksanaan Infeksi Menular Seksual*, Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit Dan Penyehatan Lingkungan.
- (2005). *Gonore*. Diakses pada hari Selasa 8 Mei 2007 pukul 13:30 WIB. Diambil dari alamat situs web <http://nursingactivity.blogspot.com/2006/09/gonore-go.html>.
- (2006). *Gonore*. Diakses pada hari Kamis 10 Mei 2007 pukul 09:30 WIB Diambil dari alamat situs web <http://pikas.bbkb.go.id/gemapria/article-detail.php?artid=34>
- (2006). *Infeksi Saluran Kemih*. Diakses pada hari Selasa 8 Mei 2007 pukul 10:15 WIB Diambil dari situs web <http://situs.kesrepro.info/pmshivaid/referensi3.htm>.
- (2006). *Penyakit Menular Seksual*. Diakses pada hari Rabu 25 April pukul 09:25 WIB Diambil dari situs web <http://www.babyjiwaditya.com/informasi/seksualitas/index.php>.

- (2007). *Infeksi Menular Seksual*. Diakses pada hari Kamis 26 April 2007 pukul 10:20 WIB Diambil dari situs web <http://www.depkes.go.id/showis.php?tid=visi>.
- Arey, L.B., William Burrows, Greenhill, J.P., and Hewitt, R.M. (1961). *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 23 ed. London: W.B. Saunders Company.
- Azrul Azwar (1995). *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- (1988). *Administrasi Kesehatan*. Jakarta: PT. Pinarupa Aksara.
- Bambang Sutrisna (1986). *Pengantar Epidemiologi*. Jakarta: FKM-UI.
- Baret, J.M., Peter Abramoff, Kumaran, A.K., and Millington, W.F. (1986). *Biology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Benson, J.H., Gunstream, E.S., Arthur Talaro, and Talaro, P.K. (1999). *Anatomy and Physiology*. 7th-ed. Boston: Mc Graw Hill Company
- Buckle *et al*, (1987). *Food science*, diterjemahkan oleh Hari Purnomo. Jakarta: Penerbit UI Press.
- Daili, Sjaiful Fahmi. (2003). *Penyakit Menular Seksual*. Edisi Kedua, Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Devey, T.H. and Wilson T. (1971). *Control of Diseases in The Tropics*, London: Levuis and Co, Ltd.
- Djaeni Sediaoetama (1991). *Ilmu Gizi*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Erik Tapan (2005). *Penyakit Degeneratif*. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Ganong, W.F. (2001). *Review of Medical Physiology*. 21th-ed. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- Gowan Mary & Castolli William (2001). *Menjaga Kebugaran Jantung*, Diterjemahkan oleh: Patuan Raja, Sugeng Hariyanto & Sukon. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Guyton, A.C., & Hall, J.E. (1997). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, editor bahasa Indonesia: Irawati Setiawan. Ed. 9. Jakarta: EGC.
- Green, J.H. (1973). *Basic Clinical Physiology*. 2nd-ed. New York: Oxford University Press.
- Green, Lawrence (1980). *Health Education Planning, A Diagnostic Approach*, The John Hopkins University, Mayfield Publishing Co..
- Hadley, M.E. (1992). *Endocrinology*. 3rd-ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Hanlon, John, (1955) *Principles of Public Health administration*, St. Louis: The CV Mosby Company.

- Harahaf, W.S. (2000). *Kondom Untuk Mencegah HIV dan PMS*. HINDARI AIDS, 18 Desember 2000, Jakarta.
- Haryoto Kusnoputranto (1984). *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Bursa Buku FKM-UI.
- Hindra, I.Satari, dan Mila Meiliasari (2004). *Demam Berdarah*. Jakarta: Puspa Swara.
- Ichsan, M., Yulianti, dan Sri Redjeki (1994). *Ilmu Kesehatan dan Gizi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Dikdasmen Jakarta.
- Junqueira, L.C. & Jose Carneiro (1980). *Basic Histology*. Lange Medical Publications, Clifornia.
- Koeshartono, D., dan Shellyana Junaedi, M.F. (2005). *Hubungan Industrial*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Leon Lachman, Lieberman, H. A., dan Kanig, J. L. (1994). *Teori dan Praktek Farmasi Industri II*. Jakarta: UI Press
- Levy, Barry and David Weman (1975). *Occupational Health*, Boston: Little Brown and Company.
- Moh. Anief (2002). *Perjalanan dan Nasib Obat dalam Badan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Panglaikim dan Hazil Tanzil (1987). *Manajemen Suatu pengantar*. Jakarta: Ghalia Indonesia,.
- Patel Chandra (1998). *Panduan Praktis Mencegah & Mengobati Penyakit Jantung*, tr.by: Alextri Aantjono Widodo, Jakarta: PT Gramedia.
- Pearce Evelyn (2002). *Anatomi & Fisiologi Untuk Paramedis*. Diterjemahkan oleh: Sri Yuliani Handoyo. Jakarta: PT Gramedia.
- Peter C. Kurniali dan Nugroho Abikusno (2007). *Healthy Food for Healthy People*. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Kalat, J.W. (1984). *Biological Physiology*. Belmont USA: Wadsworth Publishing Company.
- Kee, L.H., Shirley Lim, dan Diong, C.H. (2001). *Biology: The Living Science*. Singapore: Pearson education Asia Ptye Ltd
- Marsetyo dan Karasaputra (1991). *Ilmu Gizi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nico A. Lumenta dkk. (2006). *Manajemen Hidup Sehat*. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Obert, J.C. (1978). *Community Nutrition*, John Wiley and Sons, New York, Toronto:.

- Omar Faiz & David Moffat (2004). *At a Glance Anatomy*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Raven, P.H., & Johnson, G.B. (1986). *Biology*. New York: Times Mirror/ Mosby College Publishing.
- Rohen, J.W., & Yokochi Chihiro (2002). *Anatomi Manusia*. Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran.
- Silalahi, Bennet dan Rumpondang Silalahi (1985). *Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: P.T. Pustaka Binaan Presindo.
- Siswosudarmo, Moch. Anwar, dan Ova Emilia (2001). *Teknologi Kontrasepsi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soekidjo Notoatmodjo (1997). *Ilmu Kesehatan Masyarakat: Prinsip-prinsip Dasar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- (1993). *Pengantar Pendidikan dan Perilaku Kesehatan*. Yogyakarta: Andi offset.
- (1986). *Komponen-komponen Pendidikan dalam Penyuluhan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Bursa Buku FKM-UI.
- Solihin Pujiadi (1993). *Ilmu Gizi Klinis pada Anak*. Jakarta: Balai penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Sumakmur (1989). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*, Jakarta: CV. Masagung.
- (1989). *Keselamatan Kerja dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV. Masagung.
- Supariasa, I.D.N., Bachyar Bakri, dan Ibnu Fajar (2001). *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, EGC.
- Sylvia, S.M. (1998). *Human Biology*. 5th-ed. Boston: Mc Graw Hill Company.
- Terry L.W. & Rue (1988). *Dasar-dasar Manajemen*, diterjemahkan oleh: Ticolau, , Jakarta: PT. Bina aksara.
- Van De Graaff, K.M. (1999). *Concepts of Human Anatomy and Physiology*. 5th-ed. USA: MC Graw Hill Companies, Inc.

Daftar Istilah

Aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara terus-menerus dimana kebutuhan oksigen masih dapat dipenuhi tubuh.

Akomodasi adalah kemampuan lensa mata untuk menebal dan menipis.

Alveolus (tunggal, jamak alveoli) adalah kantung-kantung sangat kecil dan ber dinding sangat tipis yang terdapat pada paru-paru dan berfungsi untuk pertukaran gas pernafasan.

Anaerabik adalah olahraga dimana kebutuhan oksigen tidak dapat dipenuhi seluruhnya oleh tubuh. Misalnya : Angkat besi, lari sprint 100 M, tenis lapangan, bulu tangkis.

Aterosklerosis

Bakal vitamin D (provitamin D) adalah zat-zat gizi yang terdapat pada sayur-sayuran, buah-buahan, telur, dan hati yang akan diubah oleh sinar matahari menjadi vitamin D.

Body mass indexes" (BMI hiperkolesterolemia (kolesterol dalam darah melebihi 250 mg/dL neurotransmitters) seperti norepinephrine (NE) dan serotonin (5-HT) terlibat dalam depresi dan schizophrenia.

Bugar adalah kemampuan tubuh untuk melakukan kegiatan sehari-hari tanpa menimbulkan kelelahan fisik dan mental yang berlebihan.

Cairan sendi (*sinovial*) adalah cairan agak kental dan bening yang terdapat dalam sendi gerak dan berperan sebagai pelumas sendi.

Chyme atau kim adalah makanan setelah melewati lambung menjadi bentuk bubur makanan.

Daya tahan jantung paru adalah kemampuan jantung, paru dan pembuluh darah untuk berfungsi secara optimal pada waktu kerja dalam mengambil O_2 secara maksimal (VO_2 maks) dan menyalurkannya keseluruh tubuh terutama jaringan aktif sehingga dapat digunakan untuk proses metabolisme tubuh.

Daya tahan otot merupakan kemampuan untuk kontraksi sub maksimal secara berulang-ulang atau untuk berkontraksi terus menerus dalam suatu waktu tertentu.

Denyut Nadi Maksimal (DNM) adalah denyut nadi maksimal yang dihitung berdasarkan rumus berikut: $DNM = 220 - UMUR$

Daya tahan tubuh (*endurance*).

Diabetes atau penyakit gula atau kencing manis adalah penyakit degeneratif yang disebabkan oleh karena pankreas kurang mampu memproduksi hormon insulin..

Gigi seri atau Incisivi (I) adalah gigi yang memiliki fungsi untuk menggigit dan memotong.

Gigi taring atau Caninus (C) adalah gigi yang memiliki fungsi untuk menyobek.

Gigi geraham adalah gigi yang memiliki fungsi untuk mengunyah dan melumatkan makanan. Gigi geraham dapat dibedakan menjadi gigi geraham kecil atau Premolar (P) dan gigi geraham besar atau Molar (M)

Hipokinetik adalah kondisi kurang bergerak seperti penggunaan remote kontrol, komputer, lift dan tangga berjalan, tanpa dimbangi dengan aktifitas fisik yang akan menimbulkan penyakit akibat kurang gerak.

Indeks Massa Tubuh (IMT) = (Berat Badan Dalam kg : Tinggi Badan dalam M²).

Indera adalah alat yang berfungsi menerima rangsangan dari lingkungan sekitar baik dari luar maupun dalam tubuh dan menyampaikannya ke otak.

Infeksi

Insulin

Iris adalah bagian mata yang berfungsi mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam mata melewati pupil.

Kebugaran jasmani terdiri dari komponen-komponen yang dikelompokkan menjadi kelompok yang berhubungan dengan kesehatan (*Health Related Physical Fitness*) dan kelompok yang berhubungan dengan ketrampilan (*Skill Related Physical Fitness*). Dalam buku panduan ini hanya dijelaskan komponen kebugaran jasmani yang berkaitan dengan kesehatan.

Kekuatan Otot kontraksi maksimal yang dihasilkan otot, merupakan kemampuan untuk membangkitkan tegangan terhadap suatu tahanan.

Kelenturan atau fleksibilitas tubuh

Kesehatan pribadi (*personal health*) adalah menekankan pada upaya pengobatan penyakit (kuratif) dan pemulihan kesehatan (rehabilitatif).

Kesehatan masyarakat (*public health*) adalah menekankan pada upaya pencegahan penyakit (preventif) dan peningkatan derajat kesehatan (promotif).

Kolesterol adalah.

Kornea adalah bagian mata yang berfungsi melindungi lensa mata.

Kuratif adalah usaha kesehatan dengan pengobatan penyakit.

Obesitas hiperplasi dan hipertropi sel adiposit serta input berlebihan

Olahraga adalah suatu bentuk aktivitas fisik yang terencana dan terstruktur, yang melibatkan gerakan tubuh berulang-ulang dan ditujukan untuk meningkatkan kebugaran jasmani.

Osteoporosis atau keropos tulang adalah penyakit yang disebabkan karena kekurangan mineral penyusun tulang sehingga tulang mudah patah.

Peyer's patches adalah kumpulan kelenjar limfe (nodus limfatikus) pada mukosa usus halus yang berperan dalam pertahanan tubuh.

Penyakit jantung koroner adalah penyakit jantung yang disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah koroner.

Preventif adalah usaha pencegahan penyakit.

Promotif adalah usaha peningkatan derajat kesehatan.

Rakhitis adalah penyakit akibat kekurangan vitamin D jika terjadi pada masa pertumbuhan tulang dapat mengakibatkan tulang kaki menjadi tidak kuat biasanya melengkung dan membentuk seperti huruf O atau X.

Rambut getar atau silia (bahasa latin): adalah tonjolan pada permukaan sel-sel penyusun selaput lendir yang selalu bergetar.

Rehabilitatif adalah usaha kesehatan dengan pemulihan kesehatan.

Reseptor adalah penerima rangsang berperan mengubah rangsang fisik (raba, cahaya, suara) dan kimia (rasa, gas, pH) menjadi aliran listrik pada serabut syaraf.

Saluran Eustachii adalah saluran menghubungkan ruang telinga tengah dengan rongga faring

Sedentari adalah gaya hidup duduk terus-menerus dalam bekerja dan kurang gerak ditambah penyakit kardiovaskular

Sehat adalah keadaan sejahtera dari badan, jiwa dan sosial yang memungkinkan setiap orang hidup produktif secara sosial dan ekonomis.

Selaput lendir atau mukosa adalah lapisan paling dalam yang terdiri atas sel-sel yang selalu mengeluarkan lendir encer dan bening.

Silent heart attack adalah serangan jantung yang tidak memberikan gejala.

Sistem imunitas.

Tulang keras adalah tulang yang bahan penyusun utamanya terdiri atas serabut-serabut tulang dan garam-garam kalsium posfat.

Tulang rawan (lunak) adalah tulang yang bahan penyusun utamanya terdiri atas serabut-serabut tulang rawan tanpa garam-garam kalsium posfat.

Tekanan sistolik dan

Tekanan diastolik.

Vitalitas dari paru-paru dapat dipertinggi dengan olah raga.

VO₂ max adalah volume oksigen yang tubuh dapat gunakan saat bekerja sekeras mungkin.

Trigliserida. Adanya lemak dalam darah ini mempunyai hubungan yang dekat dengan kegemukan, dan dikenal sebagai salah satu faktor risiko penyakit jantung. Dengan demikian, lebih tinggi trigliserida, lebih tinggi risiko penyakit jantung.

Trigliserida dalam darah

Daftar Singkatan

ADH: *Antidiuretic Hormone*

AIDS: *Acquired Immune Deficiency Syndrome*

DBD: Demam Berdarah Dengue

BCG: *Bacille Calmette Guerin*

BOD: *Biological Oxygen Demand*

CCK (Kolesistokinin): hormon yang berperan merangsang kantung empedu berkontraksi untuk mengeluarkan cairan empedu

CO: Carbonmonooksida

CO₂: Carbondioksida

DM: Diabetes Mellitus

DHF: *Dengue High Fever*

GTG: Gangguan Toleransi Glukosa

HCl: Hidrogen Clorida atau Asam lambung

Hertz (Hz): banyaknya getaran per detik.

HIV: *Human Immunodeficiency Virus*

ILO (*International Labor Organization*): Organisasi Perburuhan se Dunia

ISPA: Infeksi Saluran Pernafasan Akut

KGD: Kadar Glukosa Darah

KB: Keluarga Berencana

KTD: Kehamilan yang Tidak Diinginkan

LH: *Luteinizing Hormone*

LTH: *Lactogenic Hormone*

M-3: Menguras, Menutup, dan Mengubur

PAK: Penyakit Akibat Kerja

PAM: Perusahaan Air Minum

PMS: Penyakit Menular Lewat Hubungan Seksual

VO₂ Max: Volume Oksigen Maksimum

MCK: Mandi, Cuci, dan Kakus

Narkoba: Narkotika, Alkohol, dan Obat Terlarang

WHO (*World Health Organization*): Organisasi Kesehatan se Dunia

TBC: Tuberkulosis

TCD: Typhus, Cholera dan Disenteri

GO: Gonorrhoea

TPA: Tempat Penampungan Akhir

TPS: Tempat Penampungan Sementara



ISBN 978-602-8320-30-6
ISBN 978-602-8320-31-3

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

HET (Harga Eceran Tertinggi) Rp.27,082.00