

KONSEP DASAR IPA LANJUT UNTUK SD/MI



**Ervian Arif Muhafid, Agsen Hosanty Susana Billik,
Yeni Fitriya, Fonnies Esther Hasan,
Sapti Puspitarini, Nurmasita, Evi Ristiana,
Ketrin Rinayanti Manullang, La Ode Asmin,
La Isa, Fahmy Rinanda Saputri, Landiana E. Laos**

KONSEP DASAR IPA LANJUT UNTUK SD/MI

**Ervian Arif Muhafid
Agsen Hosanty Susana Billik
Yeni Fitriya
Fonnie Esther Hasan
Sapti Puspitarini
Nurmasita
Evi Ristiana
Ketrin Rinayanti Manullang
La Ode Asmin
La Isa
Fahmy Rinanda Saputri
Landiana E. Laos**



GET PRESS INDONESIA

KONSEP DASAR IPA LANJUT UNTUK SD/MI

Penulis :

Ervian Arif Muhafid
Agsen Hosanty Susana Billik
Yeni Fitriya
Fonnie Esther Hasan
Sapti Puspitarini
Nurmasita
Evi Ristiana
Ketrin Rinayanti Manullang
La Ode Asmin
La Isa
Fahmy Rinanda Saputri
Landiana E. Laos

ISBN : 978-623-198-692-4

Editor : Ariyanto, M.Pd

Penyunting : Tri Putri Wahyuni, S.Pd

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jln. Palarik Air Pacah No 26 Kel. Air Pacah
Kec. Koto Tangah Kota Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, 15 September 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT dalam segala kesempatan. Sholawat beriring salam dan doa kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Alhamdulillah atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis telah menyelesaikan Buku Konsep Dasar Ipa Lanjut Untuk SD/MI ini.

Buku ini membahas struktur morfologi dan anatomi dan fisiologi hewan invertebrata, Sistem pencernaan pada manusia, Sistem pernapasan pada manusia, Sistem ekskresi pada manusia, Sistem gerak pada manusia, Sistem reproduksi pada manusia, Sistem koordinasi pada manusia, Sifat-sifat magnet dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari, Rotasi dan revolusi Bumi serta dampaknya, Struktur Bumi dan dampaknya, Atmosfer Bumi dan peranannya dalam kehidupan manusia, Sistem tata surya dan galaksi serta dinamikanya.

Proses penulisan buku ini berhasil diselesaikan atas kerjasama tim penulis. Demi kualitas yang lebih baik dan kepuasan para pembaca, saran dan masukan yang membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian buku ini. Terutama pihak yang telah membantu terbitnya buku ini dan telah mempercayakan mendorong, dan menginisiasi terbitnya buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Indonesia.

Padang, 15 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 STRUKTUR MORFOLOGI, ANATOMI, DAN FISILOGI HEWAN INVERTEBRATA.....	1
1.1 Struktur Morfologi Hewan Invertebrata.....	1
1.1.1 Struktur Tubuh Umum Hewan Invertebrata.....	1
1.1.2 Kerangka dan Pendukung Tubuh.....	2
1.1.3 Alat Gerak dan Pencernaan.....	2
1.1.4 Reproduksi dan Perkembangan.....	2
1.1.5 Contoh Hewan Invertebrata dan Struktur Morfologi Khusus.....	3
1.2 Struktur Anatomi Hewan Invertebrata.....	5
1.2.1 Sistem Pencernaan	5
1.2.2 Sistem Pernafasan.....	5
1.2.3 Sistem Peredaran.....	6
1.2.4 Sistem Saraf.....	6
1.2.5 Reproduksi dan Perkembangan.....	6
1.2.6 Contoh Struktur Anatomi pada Kelompok Invertebrata	7
1.3 Struktur Fisiologi Hewan Invertebrata	7
1.3.1 Sistem Pencernaan dan Nutrisi	7
1.3.2 Sistem Pernapasan dan Pertukaran Gas	8
1.3.2 Sistem Peredaran dan Transportasi	8
1.3.4 Sistem Saraf dan Koordinasi.....	9
1.3.5 Sistem Ekskresi dan Pengeluaran Limbah.....	9
1.3.6 Pengaturan Suhu dan Osmoregulasi	9
1.3.7 Contoh Struktur Fisiologi pada Kelompok Invertebrata	10
DAFTAR PUSTAKA.....	11

BAB 2 SISTEM PENCERNAAN PADA MANUSIA.....	13
2.1 Zat Makanan	13
2.1.1 Karbohidrat	13
2.1.2 Protein	14
2.1.3 Lemak.....	14
2.1.4 Vitamin.....	14
2.1.5 Garam Mineral.....	15
2.2 Sistem Pencernaan Makanan.....	16
2.2.1 Organ Pencernaan Pada Manusia	17
2.1.2 Kelenjar Pencernaan.....	32
2.1.3 Kelainan Pada Sistem Pencernaan Manusia	33
DAFTAR PUSTAKA	37
BAB 3 SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA.....	39
3.1 Pendahuluan.....	39
3.2 Pernasapan pada Manusia	41
3.2.1 Alat Pernapasan pada Manusia.....	41
3.2.2 Jenis Pernapasan pada Manusia.....	44
3.3 Mekanisme Pernapasan pada Manusia	45
3.4 Gangguan Pernapasan pada Manusia.....	47
3.5 Cara Memelihara Alat Pernapasan.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
BAB 4 SISTEM EKSRESI PADA MANUSIA	51
4.1 Pendahuluan.....	51
4.2 Konsep Sistem Ekskresi Manusia	52
4.3 Organ Sistem Ekskresi Manusia.....	53
4.3.1 Ginjal	54
4.3.2 Liver atau Hati	57
4.3.3 Kulit	60
4.3.4 Usus Besar (Instetinum Mayor)	62
4.3.5 Paru-paru	64
4.4 Kelainan dan Penyakit Pada Sistem Ekskresi Manusia	65
4.4.1 Kelainan dan Penyakit Pada Ginjal.....	65

4.4.2 Kelainan yang Mempengaruhi Fungsi	
Ekskresi Hati	66
4.4.3 Gangguan pada Kulit	67
4.4.4 Gangguan Kesehatan yang mempengaruhi	
fungsi Ekskresi Usus Besar	67
4.4.5 Gangguan Kesehatan yang mempengaruhi	
Paru-paru	69
4.5 Rangkuman	69
DAFTAR PUSTAKA	71
BAB 5 SISTEM GERAK PADA MANUSIA	73
5.1 Pendahuluan	73
5.2 Alat Gerak Pasif (Rangka)	74
5.2.1 Fungsi rangka	74
5.2.2 Bagian rangka	75
5.2.3 Sendi	79
5.3 Alat Gerak Aktif (Otot)	81
5.3.1 Struktur otot	82
5.3.2 Macam Otot	82
5.3.3 Mekanisme kerja otot	84
DAFTAR PUSTAKA	86
BAB 6 SISTEM REPRODUKSI PADA MANUSIA	89
6.1 Pendahuluan	89
6.2 Sistem Reproduksi pada Laki-laki	90
6.2.1 Alat Reproduksi Eksternal Laki-laki	90
6.2.2 Alat Reproduksi Internal Laki-laki	92
6.2.3 Spermatogenesis	94
6.3 Sistem Reproduksi Pada Perempuan	96
6.3.1 Alat Reproduksi Internal Perempuan	97
6.3.2 Alat Reproduksi Eksternal Perempuan	100
6.3.3 Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)	102
DAFTAR PUSTAKA	105
BAB 7 SISTEM KOORDINASI PADA MANUSIA	107
7.1 Sistem Koordinasi	107

7.2 Sistem Saraf.....	108
7.3 Sistem Indera	115
7.4 Sistem Hormon	120
7.5 Kesimpulan.....	121
DAFTAR PUSTAKA	122
BAB 8 SIFAT-SIFAT MAGNET DAN KEGUNAANNYA	
DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI	123
8.1 Pendahuluan.....	123
8.2 Sifat-sifat Magnet.....	125
8.3 Jenis-jenis Magnet.....	127
8.4 Macam-macam Magnet	128
8.5 Kegunaan Magnet dalam Kehidupan Sehari-hari	129
DAFTAR PUSTAKA	135
BAB 9 ROTASI DAN REVOLUSI BUMI SERTA	
DAMPAKNYA	137
9.1 Pengantar	137
9.2 Rotasi Bumi	138
9.3 Dampak Rotasi Bumi.....	138
9.4 Revolusi Bumi.....	147
9.5 Dampak Revolusi Bumi	148
9.6 Latihan	153
DAFTAR PUSTAKA	155
BAB 10 STRUKTUR BUMI DAN DAMPAKNYA	157
10.1 Pengantar	157
10.2 Inti Bumi	158
10.3 Mantel.....	160
10.3.1 Mantel Atas (<i>Upper Mantel</i>).....	162
10.3.2 Zona Transisi Mantel (<i>Mantle Transition Zone</i>)...	163
10.3.3 Mantel Bawah (<i>Lower Mantle</i>)	165
10.3.4 D Double-Prima (D'')	166
10.4 Kerak	167
10.5 Latihan	170
DAFTAR PUSTAKA	171

BAB 11 ATMOSFER BUMI DAN PERANANNYA

DALAM KEHIDUPAN MANUSIA173

11.1 Pengertian Atmosfer173

11.2 Komposisi Atmosfer175

11.3 Lapisan Atmosfer176

11.4 Unsur-unsur Cuaca179

11.5 Kondisi Iklim Dunia dan Indonesia.....186

11.7 Lembaga-Lembaga yang Menyediakan dan
Memanfaatkan Data Cuaca dan Iklim di Indonesia190

11.8 Peranan Atmosfer bagi Kehidupan di Bumi.....191

DAFTAR PUSTAKA.....195

BAB 13 SISTEM TATA SURYA DAN GALAKSI

SERTA DINAMIKANYA197

12.1 Pendahuluan197

12.2 Sistem Tata Surya.....197

12.2.1 Matahari198

12.2.2 Planet-Planet.....199

12.3 Benda-benda Langit.....212

12.4 Galaksi Serta Dinamikanya214

DAFTAR PUSTAKA.....216

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Struktur Tubuh Arthropoda.....	3
Gambar 1.2. Struktur Tubuh Mollusca.....	4
Gambar 1.3. Struktur Tubuh Echinodermata	4
Gambar 2.1. Organ Pencernaan Pada Manusia	18
Gambar 2.2. Anatomi Gigi.....	19
Gambar 2.3. kelenjar ludah	21
Gambar 2.4. anatomi lambung.....	23
Gambar 2.5. Usus halus	25
Gambar 2.6. Usus Besar	31
Gambar 3.1. Pernapasan Manusia.....	39
Gambar 3.2. Alat Pernapasan Manusia	42
Gambar 4.1. Sistem Ekskresi Manusia	53
Gambar 4.2. Proses Pembentukan Urin.....	56
Gambar 4.3. Struktur Hati	58
Gambar 4.4. Struktur Kulit.....	61
Gambar 4.5. Usus Besar	63
Gambar 4.6. Usus Besar	64
Gambar 5.1. Contoh kerjasama antara otot dan tulang.....	74
Gambar 5.2. Rangka manusia	79
Gambar 5.3. Macam-macam sendi.....	81
Gambar 5.4. Anatomi struktur otot.....	82
Gambar 6.1. Alat reproduksi pada laki-laki.....	91
Gambar 6.2. Struktur testis.....	92
Gambar 6.3. Sistem Reproduksi pada Laki-laki	94
Gambar 6.6. Tempat pembentukan sperma.....	95
Gambar 6.7. Proses pembentukan sperma (spermatogenesis)	96
Gambar 6.8. Sistem reproduksi pada perempuan	97
Gambar 6.10. Anatomi sistem reproduksi bagian dalam pada perempuan.....	99
Gambar 6.11. Alat reproduksi luar perempuan.....	101

Gambar 6.12. Proses Oogenesis	104
Gambar 7.1. <i>sel saraf</i> 1	09
Gambar 7.2. Otak Manusia	111
Gambar 8.1. Magnet besar menarik besi dan baja	124
Gambar 8.2. Ilustrasi gaya tarik magnet terhadap benda di sekitarnya	125
Gambar 9.3. Jika didekatkan, kutub yang berbeda jenis akan saling menarik sedangkan kutub yang sejenis akan saling menolak....	126
Gambar 8.4. Ilustrasi sifat magnet jika dipotong, akan membentuk magnet baru yang juga memiliki kutub-kutub magnet	127
Gambar 8.5. Magnet U	128
Gambar 8.6. Macam-macam Magnet; (a) Magnet Jarum, (b) Magnet Batang, (c) Magnet Silinder.....	129
Gambar 8.7. Magnet pada pengunci kotak pensil.....	130
Gambar 8.8. Ilustrasi Magnet pada pintu lemari es.....	130
Gambar 8.9. Magnet pada Papan catur dan buah catur..	131
Gambar 8.10. Magnet pada Bel Listrik.....	131
Gambar 8.11. Magnet pada papan nama berguna untuk menarik benda yang terbuat dari logam	132
Gambar 8.12. Magnet pada <i>speaker</i>	133
Gambar 8.13. Kartu ATM dengan magnetic stripe (jalur magnet)	133
Gambar 8.13. Kereta Maglev	134
Gambar 8.14. Magnet jarum pada Kompas	134
Gambar 9.1. Fenomena siang dan malam.....	139
Gambar 9.2. Pasang Surut Air laut akibat gaya tarik bulan.....	141
Gambar 9.3. Pasang Surut Air Laut	142
Gambar 9.4. Zona waktu standar	144

Gambar 9.5. Zona waktu Indonesia	145
Gambar 9.6. Fenomena empat musim.....	150
Gambar 9.7. Panjang Siang dan Malam di belahan Bumi.....	152
Gambar 10.1. Struktur Bumi	157
Gambar 10.2. (<i>kanan</i>) Batuan peridotit; (<i>kiri</i>) batuan eclogite.....	161
Gambar 10.3. (<i>kiri</i>) ringwoodite; (<i>kanan</i>) wadsleyite	164
Gambar 10.4. Struktur Mantel.....	166
Gambar 10.5. (<i>Kiri</i>) Kolom Basal; (<i>Kanan</i>) Basal Scoriaceous.....	169
Gambar 10.6. (<i>Kiri</i>) Komposisi unsure kerak bumi; (<i>kanan</i>) Komposisi oksida di kerak bumi.....	170
Gambar 11.1. Lapisan Atmosfer	179
Gambar 11.2. Intensitas Sinar Matahari	181
Gambar 11.3. Bentuk angin sebagai hasil dari perbedaan temperatur lokal	182
Gambar 11.4. Proses terjadinya hujan.....	185
Gambar 11.5. Peta Iklim	188
Gambar 11.6. Efek rumaah kaca.....	193
Gambar 12.1. Sistem Tata Surya Heliosentris	198
Gambar 12.2. Empat planet terrestrial yaitu Merkurius, Venus, Bumi dan Mars	200
Gambar 12.3. Merkurius	201
Gambar 12.4. Venus.....	202
Gambar 12.5. Bumi.....	204
Gambar 12.6. Mars.....	206
Gambar 12.7. Empat planet luar yakni Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus	207
Gambar 12.8. Jupiter	208
Gambar 12.9. Saturnus	209
Gambar 12.10. Uranus	210
Gambar 12.11. Neptunus	211

Gambar 12.12. Asteroid.....	212
Gambar 12.13. Komet.....	213

DAFTAR TABEL

Tabel 9.1. Durasi Siang Hari menurut Garis Lintang di Belahan Bumi Utara	153
Tabel 9.2. Perbandingan panjang siang dan malam.....	153
Tabel 11.1. Komposisi Atmosfer	175
Tabel 12.1. Karakteristik dari Planet Merkurius	201
Tabel 12.2. Karakteristik dari Planet Venus	202
Tabel 12.3. Karakteristik dari Planet Bumi	204
Tabel 12.4. Karakteristik dari Planet Mars.....	206
Tabel 12.5. Karakteristik dari Planet Jupiter	208
Tabel 12.6. Karakteristik dari Planet Saturnus	209
Tabel 12.7. Karakteristik dari Planet Uranus.....	210
Tabel 12.8. Karakteristik dari Planet Neptunus.....	211

BAB 1

STRUKTUR MORFOLOGI, ANATOMI, DAN FISILOGI HEWAN INVERTEBRATA

Oleh Ervian Arif Muhafid

1.1 Struktur Morfologi Hewan Invertebrata

Invertebrata adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang atau tulang rawan. Kelompok ini sangat beragam dan mencakup berbagai jenis hewan, mulai dari serangga, moluska, echinodermata, hingga cacing dan lain-lain. Meskipun beragam, hewan invertebrata memiliki ciri-ciri morfologi umum yang membedakannya dari vertebrata (hewan bertulang belakang). Dalam materi ini, kita akan menjelaskan struktur morfologi umum hewan invertebrata serta subbab yang relevan.

1.1.1 Struktur Tubuh Umum Hewan Invertebrata

Struktur Tubuh Umum Hewan Invertebrata diantaranya:

1. Simetri: Sebagian besar hewan invertebrata memiliki simetri bilateral, yaitu tubuh mereka bisa dibagi menjadi dua bagian yang mirip secara cermin.
2. Lapisan Tubuh: Tubuh hewan invertebrata terdiri dari berbagai lapisan, termasuk epidermis (lapisan luar), mesoderm (lapisan tengah), dan endoderm (lapisan dalam).
3. Kepala dan Bagian Tengah: Hewan invertebrata umumnya memiliki bagian kepala yang mengandung alat-alat indra seperti mata, antena, dan mulut. Bagian tengah tubuh sering kali memiliki segmen-segmen yang berbeda.

1.1.2 Kerangka dan Pendukung Tubuh

Kerangka dan Pendukung Tubuh diantaranya:

1. Eksoskeleton: Banyak hewan invertebrata memiliki eksoskeleton atau cangkang luar yang terbuat dari kitin. Eksoskeleton memberikan perlindungan dan dukungan pada tubuh hewan, tetapi juga membatasi pertumbuhan mereka.
2. Hidrostatik: Beberapa hewan invertebrata seperti cacing tanah menggunakan hidrostatik, yaitu prinsip menggunakan tekanan cairan dalam rongga tubuh untuk mengontrol gerakan.

1.1.3 Alat Gerak dan Pencernaan

Alat Gerak dan Pencernaan diantaranya:

1. Alat Gerak: Hewan invertebrata memiliki beragam alat gerak, termasuk kaki, sirip, tentakel, dan banyak lagi, tergantung pada jenisnya. Alat gerak ini membantu hewan bergerak dan beradaptasi dengan lingkungan.
2. Sistem Pencernaan: Sistem pencernaan hewan invertebrata bervariasi, tetapi umumnya melibatkan mulut, kerongkongan, lambung, dan usus. Beberapa hewan memiliki rongga pencernaan yang lebih sederhana, sementara yang lain memiliki struktur yang lebih kompleks.

1.1.4 Reproduksi dan Perkembangan

Reproduksi dan Perkembangan diantaranya:

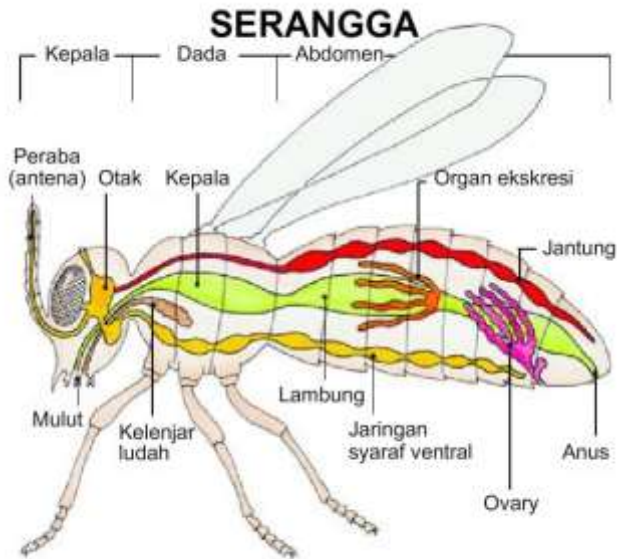
1. Reproduksi Seksual: Banyak hewan invertebrata bereproduksi secara seksual, dengan organ reproduksi yang berbeda tergantung pada jenis kelamin. Pemilihan pasangan, kopulasi, dan pembentukan telur atau sel sperma adalah bagian dari proses reproduksi ini.
2. Perkembangan: Perkembangan hewan invertebrata bisa mengalami metamorfosis, yaitu perubahan bentuk tubuh

dari tahap larva ke tahap dewasa. Metamorfosis membantu hewan beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

1.1.5 Contoh Hewan Invertebrata dan Struktur Morfologi Khusus

Contoh Hewan Invertebrata dan Struktur Morfologi Khusus diantaranya:

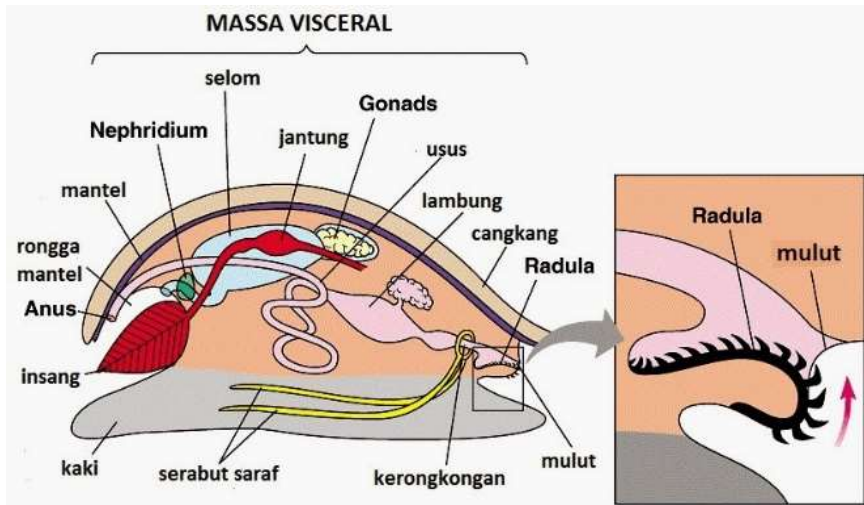
1. Arthropoda: Kelompok terbesar hewan invertebrata, termasuk serangga, laba-laba, dan kepiting. Mereka memiliki eksoskeleton yang keras dan tersegmentasi.



Gambar 1.1. Struktur Tubuh Arthropoda

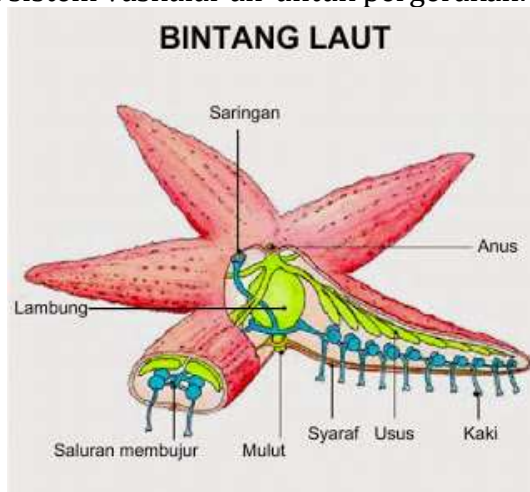
(Sumber : <https://4.bp.blogspot.com/>)

2. Mollusca: Termasuk siput, kerang, dan cumi-cumi. Mollusca memiliki tubuh yang dilindungi oleh cangkang, dan beberapa memiliki kaki dan tentakel.



Gambar 1.2. Struktur Tubuh Mollusca
(Sumber : <https://1.bp.blogspot.com/>)

3. Echinodermata: Kelompok yang mencakup bintang laut, bulu babi, dan teripang. Echinodermata memiliki simetri radial dan sistem vaskular air untuk pergerakan.



Gambar 1.3. Struktur Tubuh Echinodermata
(Sumber : <https://1.bp.blogspot.com/>)

Jadi Kesimpulanya Hewan invertebrata adalah kelompok hewan yang beragam, tetapi memiliki ciri-ciri morfologi umum seperti simetri bilateral, eksoskeleton, dan berbagai alat gerak. Setiap kelompok invertebrata memiliki adaptasi khusus sesuai lingkungan dan gaya hidupnya. Melalui pemahaman struktur morfologi ini, kita dapat memahami bagaimana hewan invertebrata berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

1.2 Struktur Anatomi Hewan Invertebrata

Struktur anatomi hewan invertebrata merujuk pada susunan internal dan organ-organ yang membentuk tubuh mereka. Meskipun hewan invertebrata memiliki keragaman besar dalam struktur anatomi, ada beberapa ciri umum yang membedakannya dari vertebrata. Dalam materi ini, kita akan menjelaskan struktur anatomi umum hewan invertebrata serta beberapa contoh dari kelompok invertebrata tertentu.

1.2.1 Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan pada hewan invertebrata adalah:

1. Mulut dan Rongga Pencernaan: Sistem pencernaan hewan invertebrata umumnya dimulai dari mulut, di mana makanan masuk dan dipecah menjadi bagian-bagian lebih kecil. Rongga pencernaan kemudian memproses makanan lebih lanjut.
2. Lambung dan Usus: Lambung dan usus merupakan bagian penting dalam pencernaan makanan. Mereka bertanggung jawab untuk menguraikan dan menyerap nutrisi dari makanan.

1.2.2 Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan pada hewan invertebrata adalah:

1. Pernafasan Kutaneus: Beberapa hewan invertebrata, seperti cacing tanah, melakukan pernafasan melalui kulit

mereka dengan pertukaran gas langsung dengan lingkungan.

2. Trakea dan Spirakel: Serangga memiliki trakea, yaitu tabung-tabung kecil yang membawa udara langsung ke jaringan tubuh. Araknida, seperti laba-laba, memiliki spirakel yang berfungsi serupa.

1.2.3 Sistem Peredaran

Sistem peredaran pada hewan invertebrata adalah:

1. Pernapasan dan Peredaran Terbuka: Beberapa hewan invertebrata, seperti moluska, memiliki sistem peredaran terbuka di mana cairan tubuh bergerak bebas dalam rongga tubuh dan bersentuhan langsung dengan jaringan.
2. Sistem Peredaran Tertutup: Cacing pipih dan cacing gelang memiliki sistem peredaran darah tertutup dengan pembuluh darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh.

1.2.4 Sistem Saraf

Sistem Saraf pada hewan invertebrata adalah:

1. Ganglia: Banyak hewan invertebrata memiliki simpul saraf atau ganglia yang bertindak sebagai pusat kontrol saraf.
2. Pengaturan Saraf: Kelompok invertebrata seperti serangga memiliki sistem saraf yang lebih kompleks dengan otak dan serangkaian ganglia yang terhubung.

1.2.5 Reproduksi dan Perkembangan

Sistem Reproduksi dan Perkembangan hewan invertebrata adalah:

1. Reproduksi Aseksual: Beberapa hewan invertebrata dapat bereproduksi aseksual melalui regenerasi atau pembentukan tunas.
2. Reproduksi Seksual: Proses reproduksi seksual melibatkan organ reproduksi khusus dan pembentukan sel telur dan

sperma. Banyak invertebrata memiliki tahap larva yang berkembang menjadi bentuk dewasa.

1.2.6 Contoh Struktur Anatomi pada Kelompok Invertebrata

Contoh Struktur Anatomi pada Kelompok Invertebrata adalah:

1. Arthropoda: Arthropoda memiliki sistem peredaran darah terbuka, sistem saraf kompleks, dan eksoskeleton yang keras.
2. Mollusca: Mollusca memiliki kaki, insang, dan mantel yang melindungi tubuh serta menghasilkan cangkang.
3. Echinodermata: Echinodermata memiliki sistem vaskular air yang berfungsi dalam pernapasan, peredaran, dan gerakan.

Jadi Kesimpulanya Struktur anatomi hewan invertebrata mencakup berbagai sistem yang mendukung fungsi tubuh mereka. Meskipun keragaman besar dalam struktur ini, ada ciri-ciri umum yang memungkinkan kita memahami bagaimana invertebrata beradaptasi dengan lingkungan dan gaya hidup mereka. Dengan memahami struktur anatomi ini, kita dapat meraih wawasan yang lebih dalam tentang keanekaragaman dunia hewan invertebrata.

1.3 Struktur Fisiologi Hewan Invertebrata

Struktur fisiologi hewan invertebrata merujuk pada berbagai proses dan mekanisme internal yang memungkinkan tubuh mereka berfungsi dengan baik. Meskipun hewan invertebrata memiliki keragaman besar dalam fisiologi, ada beberapa ciri umum yang membedakannya dari vertebrata. Dalam materi ini, kita akan menjelaskan struktur fisiologi umum hewan invertebrata serta beberapa contoh dari kelompok invertebrata tertentu.

1.3.1 Sistem Pencernaan dan Nutrisi

Sistem Pencernaan dan Nutrisi pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. **Pencernaan Eksternal:** Beberapa invertebrata seperti laba-laba melakukan pencernaan eksternal dengan menyuntikkan enzim pencernaan ke mangsa dan menyerap hasilnya.
2. **Pencernaan Internal:** Hewan invertebrata lain memiliki saluran pencernaan internal yang melibatkan enzim dan organ pencernaan khusus seperti kerongkongan, lambung, dan usus.

1.3.2 Sistem Pernapasan dan Pertukaran Gas

Sistem Pernapasan dan Pertukaran Gas pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. **Pertukaran Gas Kutaneus:** Beberapa invertebrata melakukan pertukaran gas melalui kulit mereka, seperti cacing tanah, yang memungkinkan oksigen masuk dan karbon dioksida keluar.
2. **Sistem Trakea:** Serangga memiliki trakea, yaitu tabung-tabung yang membawa udara langsung ke sel-sel dalam tubuh mereka untuk pertukaran gas.

1.3.2 Sistem Peredaran dan Transportasi

Sistem Peredaran dan Transportasi pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. **Sistem Peredaran Terbuka:** Banyak invertebrata memiliki sistem peredaran terbuka di mana cairan tubuh mengalir langsung ke rongga tubuh dan berinteraksi dengan jaringan.
2. **Sistem Peredaran Darah Tertutup:** Beberapa invertebrata memiliki sistem peredaran darah tertutup dengan pembuluh darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh.

1.3.4 Sistem Saraf dan Koordinasi

Sistem Saraf dan Koordinasi pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. Ganglia: Hewan invertebrata umumnya memiliki simpul saraf atau ganglia yang berfungsi sebagai pusat pengendalian saraf.
2. Pengaturan Saraf Lebih Lanjut: Kelompok seperti serangga memiliki sistem saraf yang lebih kompleks dengan otak dan ganglia yang terhubung.

1.3.5 Sistem Ekskresi dan Pengeluaran Limbah

Sistem Ekskresi dan Pengeluaran Limbah pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. Tubulus Malpighi: Serangga memiliki tubulus Malpighi yang berfungsi untuk menghilangkan limbah beracun dan mengatur keseimbangan air dalam tubuh.
2. Sistem Ekskresi Lainnya: Beberapa invertebrata memiliki organ ekskresi seperti nephridia (pada cacing) atau kelenjar ekskresi khusus.

1.3.6 Pengaturan Suhu dan Osmoregulasi

Pengaturan Suhu dan Osmoregulasi pada hewan invertebrata terdiri dari:

1. Ectothermy: Sebagian besar hewan invertebrata adalah hewan ektotermik, yang berarti suhu tubuh mereka berasal dari lingkungan sekitar.
2. Osmoregulasi: Beberapa invertebrata memiliki mekanisme osmoregulasi untuk menjaga keseimbangan air dan garam dalam tubuh mereka.

1.3.7 Contoh Struktur Fisiologi pada Kelompok Invertebrata

Contoh Struktur Fisiologi pada Kelompok Invertebrata antara lain:

1. Arthropoda: Arthropoda memiliki sistem ekskresi dengan tubulus Malpighi, serta sistem saraf yang canggih dan sistem peredaran darah terbuka.
2. Mollusca: Mollusca memiliki sistem peredaran darah terbuka dan sistem pencernaan dengan mulut, kerongkongan, lambung, dan usus.
3. Echinodermata: Echinodermata menggunakan sistem vaskular air untuk peredaran dan pernapasan, serta memiliki sistem ekskresi khusus.

Jadi Struktur fisiologi hewan invertebrata mencakup berbagai proses yang memungkinkan tubuh mereka berfungsi dan beradaptasi dengan lingkungan. Dengan memahami sistem pencernaan, pernapasan, peredaran, saraf, dan fungsi lainnya, kita dapat mendapatkan wawasan yang lebih dalam tentang kehidupan dan adaptasi invertebrata yang beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryulina, D. 2004. *Biologi untuk Classis X*. Jakarta: Esis
- Campbell, A.N.,dkk. 2012. *Biologi (Edisi Kedelapan Jilid Dua)*. Bandung: PT Erlangga
- Collier, V. 1936. *Ascaris Suila. Studies on the Cytoplasmic Components in Fertilization*. 1-2
- Kustawi, Y., dkk. 2003. *Zoologi Avertebrata: Common Textbook (Edisi Revisi)*. Malang: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang
- Stewart, E.H. 1917. *On The Development of Ascaris Lumbricodes Lin and Ascaris Suila Duj in The Rat and Mouse. Parasitology*. 9, (02), (213-227).

BAB 2

SISTEM PENCERNAAN PADA MANUSIA

Oleh Agsen Hosanty Susana Billik

2.1 Zat Makanan

Makhluk hidup heterotrof harus memenuhi kebutuhan energinya dengan cara mengkonsumsi makanan. Makanan tersebut kemudian diuraikan dalam system pencernaan menjadi sumber energi dan lain-lain. Secara umum fungsi makanan bagi makhluk hidup ada 3 yaitu :

1. Sebagai sumber energi
2. Sebagai bahan kerangka biosintesis (komponen penyusun sel dan jaringan tubuh), dan
3. Nutrisi esensial yang membantu fungsi fisiologis

Agar ketiga fungsi tersebut dapat dipenuhi, maka pemilihan makanan menjadi penting. Secara umum makanan yang sehat harus mengandung zat-zat makanan sebagai berikut :

2.1.1 Karbohidrat

Merupakan makanan pokok sebagai sumber energi bagi tubuh kita. Jenis karbohidrat yang dimakan sangat bervariasi, namun secara umum makanan pokok penduduk di Indonesia adalah nasi. Akan tetapi makanan pokok di beberapa daerah bukan nasi, melainkan jagung, sagu, kentang, gandum, dan ubi. Buah-buahan juga mengandung karbohidrat. Semua jenis karbohidrat berasal dari tumbuhan.

2.1.2 Protein

Protein merupakan bahan makanan yang berfungsi sebagai penghasil kalori, membangun sel-sel dan jaringan baru, mengganti sel sel dan jaringan yang rusak, meningkatkan daya tahan tubuh dan menjaga keseimbangan asam basa dalam tubuh. Orang yang kekurangan protein dalam rentang waktu yang lama dapat mengalami penyakit “busung lapar”. Di dalam tubuh, protein akan dicerna menjadi asam amino yang dapat diserap ke dalam darah. Asam amino ini kemudian digunakan untuk menyusun senyawa protein lain seperti enzim dan hormon yang diperlukan untuk metabolisme. Kebutuhan protein dapat dipenuhi oleh sumber protein hewani yaitu daging, ikan, udang, telur, keju, hati dan susu. Dapat pula melalui sumber protein nabati/tumbuhan yaitu yang berasal dari berbagai jenis kacang-kacangan atau polongan, dan gandum.

2.1.3 Lemak

Lemak mempunyai fungsi sebagai penghasil kalor yang besar karena setiap 1 gram lemak menghasilkan 9,3 kalori bagi tubuh. Di samping itu lemak juga berfungsi sebagai pembangun sel-sel tertentu, pelarut berbagai jenis vitamin (A,D,E,K), pelindung tubuh pada suhu rendah, dan pelindung alat-alat tubuh sebagai “bantalan lemak” Sumber lemak yang berasal dari hewan adalah: lemak daging, keju, mentega, susu, ikan basah, minyak ikan, dan telur. Lemak tumbuhan dapat diperoleh dari buah kelapa, kemiri, kacang-kacangan, dan buah alpukat.

2.1.4 Vitamin

Nama “vitamin” mulai digunakan pada tahun 1912. Vitamin merupakan senyawa kimia yang terdapat di dalam makanan Tubuh kita memerlukan vitamin untuk berbagai proses kimiawi, tetapi vitamin tidak menghasilkan tenaga. Vitamin diperlukan dalam jumlah kecil, namun fungsinya sangat penting untuk

berlangsungnya proses metabolisme. Vitamin dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu:

1. Vitamin yang larut dalam air: vitamin B,dan C
2. Vitamin yang larut dalam lemak: vitamin A,D,E,K

2.1.5 Garam Mineral

Garam mineral sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk berbagai keperluan yang berkaitan dengan fungsi dan pertumbuhan sel-sel. Garam mineral masuk ke dalam tubuh kita melalui makanan yang kita makan. Beberapa jenis garam mineral yang dibutuhkan oleh tubuh adalah:

1. Kalium (K) dan Magnesium (Mg) diperlukan untuk pengerutan otot. Kalium di dalam plasma dan Natrium (Na) di dalam darah diperlukan untuk pertukaran gas. Natrium dan ion-ion tertentu diperlukan untuk hantaran rangsang pada sel saraf.
2. Kalsium (Ca=Calsium)) diperlukan untuk pertumbuhan tulang, gigi, penggumpalan darah, dan mempengaruhi proses penerimaan rangsang otot dan saraf. Pada anak dalam masa pertumbuhan serta ibu yang sedang hamil dan menyusui sangat membutuhkan kalsium dalam makanannya. Makanan yang banyak mengandung kalsium adalah susu, mentega, telur , dan kacang-kacangan
3. Fosfor (P= Phosphor) bersama dengan kalsium sangat diperlukan dalam pembentukan matriks tulang, fosfor juga diperlukan untuk membentuk fosfatid, proses pengerutan otot, dan mempengaruhi proses perombakan dan pembentukan zat. Kadar kalsium dan fosfor di dalam darah diatur oleh kelenjar anak gondok. Makanan yang mengandung fosfor adalah: jagung, ikan, dan kacang-kacangan
4. Besi (Fe=ferrum) merupakan komponen dalam enzim pernafasan dan komponen hemoglobin. Hemoglobin adalah pigmen darah yang penting untuk pengikatan oksigen. Bahan

makanan yang banyak mengandung zat besi adalah sayur-sayuran.

5. Fluor (F). diperlukan untuk menguatkan gigi. F terdapat dalam pasta gigi, tetapi dapat juga masuk ke dalam tubuh melalui makanan. Makanan yang mengandung fluor adalah kuning telur, susu, dan otak.
6. Yodium (I) . Kekurangan yodium sebelum lahir dan masa balita dapat mengurangi daya pendengaran, pertumbuhan terganggu, kecerdasan kurang. Kekurangan yodium pada orang dewasa dapat menyebabkan gondok. Yodium dapat dipenuhi melalui penggunaan garam (NaCl) beryodium dalam makanan kita. Di samping itu juga melalui makanan seperti ikan laut dan kerang.

2.2 Sistem Pencernaan Makanan

Makanan yang kita makan tidak selamanya berguna bagi tubuh. Di dalam tubuh kita terdapat organ-organ tubuh yang sangat berperan penting dalam proses pencernaan. Dimana antara organ yang satu dengan yang lainnya saling berkaitan. Jika ada salah satu organ yang mengalami gangguan maka sistem pencernaan di dalam tubuh manusia tidak akan berlangsung secara optimal. Kita mengetahui bahwa tidak ada satu individu yang dapat bertahan hidup tanpa adanya organ sistem pencernaan, karena sistem pencernaan merupakan hal yang sangat vital di dalam tubuh manusia. Sistem pencernaan memiliki fungsi sebagai menyediakan makanan, air dan lektrolit yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh melalui proses pencernaan. Proses pencernaan merupakan suatu proses yang melibatkan organ-organ pencernaan dan kelenjar-kelenjar pencernaan. Antara proses dan organ-organ serta kelenjarnya merupakan kesatuan system pencernaan. Sistem pencernaan berfungsi memecah bahan-bahan makanan menjadi sari-sari makanan yang siap diserap dalam tubuh. Berdasarkan prosesnya, pencernaan makanan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu: proses mekanis dan proses kimiawi.

1. Proses mekanis, yaitu pengunyahan oleh gigi dengan dibantu lidah serta peremasan makanan yang terjadi didalam lambung.
2. Proses kimiawi, yaitu pelarutan dan pemecahan makanan oleh enzim-enzim pencernaan dengan mengubah makanan yang ber-molekul besar menjadi molekul yang berukuran kecil.

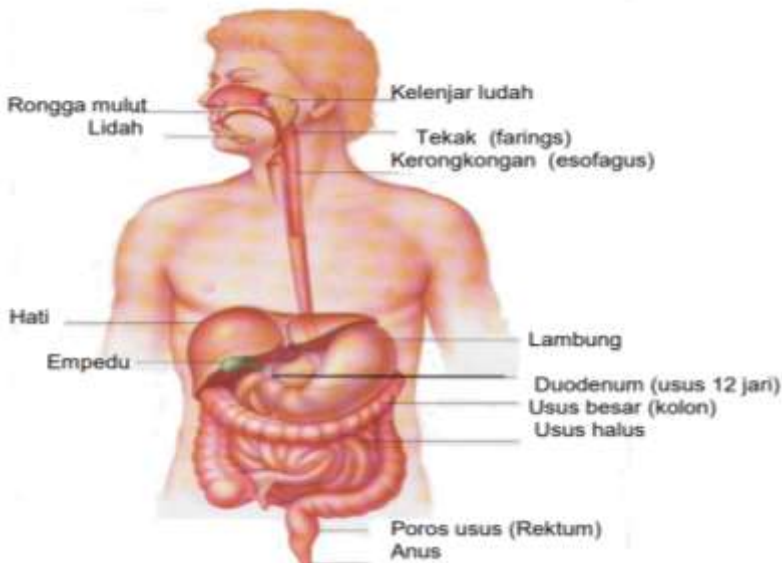
Makanan mengalami proses pencernaan sejak makanan berada di dalam mulut hingga proses pengeluaran sisa-sisa makanan hasil pencernaan. Adapun proses pencernaan makanan meliputi hal-hal berikut.

1. *Ingesti*: pemasukan makanan kedalam tubuh melalui mulut.
2. *Mastikasi*: proses mengunyah makanan oleh gigi.
3. *Deglutisi*: proses menelan makanan di kerongkongan.
4. *Digesti*: pengubahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana dengan bantuan enzim, terdapat di lambung.
5. *Absorpsi*: proses penyerapan, terjadi di usus halus.
6. *Defekasi*: pengeluaran sisa makanan yang sudah tidak berguna untuk tubuh melalui anus.

2.2.1 Organ Pencernaan Pada Manusia

Sistem pencernaan makanan pada manusia terdiri dari beberapa organ, berturut- turut dimulai dari 1. Rongga Mulut, 2. Esofagus, 3. Lambung, 4. Usus Halus, 5. Usus

Besar, 6. Rektum, 7. Anus. Urutan organ pencernaan pada manusia dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1. Organ Pencernaan Pada Manusia

1. Rongga Mulut

Makanan pertama Makanan kali masuk ke dalam tubuh melalui mulut.

Makanan ini mulai dicerna secara mekanis dan kimiawi. Di dalam

mulut, terdapat beberapa alat yang berperan dalam proses pencernaan yaitu gigi, lidah dan kelenjar ludah.

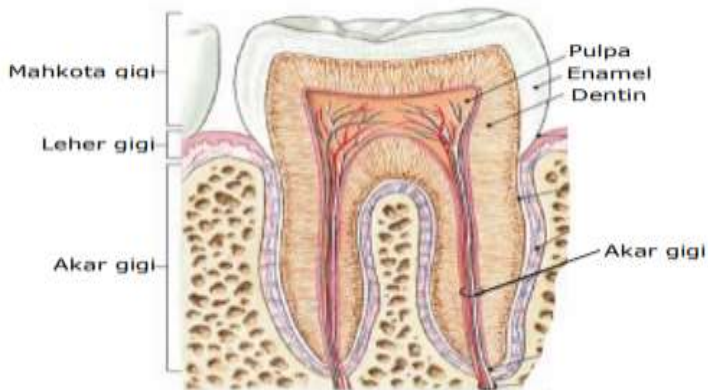
a. Gigi

Pada manusia, gigi berfungsi sebagai alat pencernaan mekanis. Di sini, gigi membantu memecah makanan menjadi potongan-potongan yang lebih kecil. Hal ini akan membantu enzim-enzim pencernaan agar dapat mencerna makanan lebih efisien dan cepat. Selama pertumbuhan dan per-kembangan, gigi manusia mengalami perubahan dan perkembangan, gigi manusia mengalami perubahan, mulai

dari gigi susu dan gigi tetap (permanen). Gigi pertama pada bayi dimulai saat usia 6 bulan. Gigi pertama ini disebut gigi susu (*dens lakteus*). Pada anak berusia 6 tahun, gigi berjumlah 20, dengan susunan sebagai berikut: Gigi seri (*dens insisivus*), berjumlah 8 buah, berfungsi memotong makanan. Gigi taring (*dens caninus*), berjumlah 4 buah, berfungsi merobek makanan. Gigi geraham kecil (*dens premolare*), berjumlah 8 buah, berfungsi mengunyah makanan. Struktur luar gigi terdiri atas bagian-bagian berikut:

- 1) Mahkota gigi (*corona*) merupakan bagian yang tampak dari luar.
- 2) Akar gigi (*radix*) merupakan bagian gigi yang tertanam di dalam rahang.
- 3) Leher gigi (*colum*) merupakan bagian yang terlindung oleh gusi.

Gambar dibawah merupakan struktur anatomi gigi manusia:



Gambar 2.2. Anatomi Gigi

b. Lidah

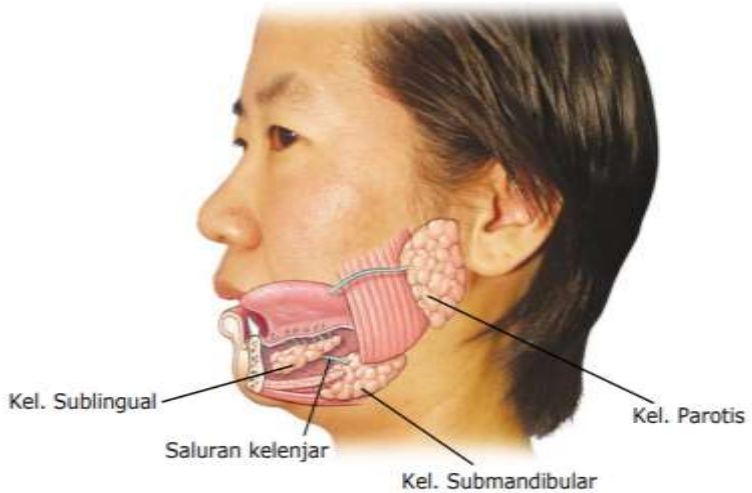
Lidah dalam sistem pencernaan berfungsi untuk membantu mencampur dan menelan makanan, mempertahankan makanan agar berada di antara gigi-gigi atas dan bawah saat makanan dikunyah serta sebagai alat perasa makanan. Lidah dapat berfungsi sebagai alat perasa makanan karena mengandung banyak reseptor pengecap atau perasa. Lidah tersusun atas otot lurik dan permukaannya dilapisi dengan lapisan *epitelium* yang banyak mengandung kelenjar lendir (*mukosa*).

Lidah dapat merespon berbagai jenis dan macam rasa seperti rasa manis, rasa pahit, rasa asam dan rasa asin. Kita dapat menikmati makanan dan minuman karena adanya indra pengecap ini. Bagian lidah yang depan berguna untuk merasakan rasa asin, bagian yang sebelah samping untuk rasa asam, bagian tepi depan berfungsi untuk merasakan rasa manis dan bagian lidah yang belakang untuk rasa pahit.

c. Kelenjar ludah

Terdapat tiga pasang kelenjar ludah di dalam rongga mulut, yaitu sebagai berikut.

- a. *Glandula parotis*, kelenjar air liur dekat telinga. Kelenjar ini menghasilkan getah hanya berbentuk air.
- b. *Glandula submandibularis* atau kelenjar ludah bawah rahang bawah.
- c. *Glandula sublingualis* atau kelenjar ludah bawah lidah.



Gambar 2.3. kelenjar ludah

Air ludah berperan penting dalam proses perubahan zat makanan secara kimiawi yang terjadi di dalam mulut. Setelah makanan dilumatkan secara mekanis oleh gigi, air ludah berperan secara kimiawi dalam proses membasahi dan membuat makanan menjadi lembek agar mudah ditelan. Ludah terdiri atas air (99%) dan enzim *amilase*. Enzim ini menguraikan pati dalam makanan menjadi gula sederhana (*glukosa* dan *maltosa*). Makanan yang telah dilumatkan dengan dikunyah dan dilunakkan di dalam mulut oleh air liur disebut bolus. Bolus ini diteruskan ke sistem pencernaan selanjutnya.

2. Tekak atau *Faring*

Faring merupakan penghubung rongga mulut dengan kerongkongan. Berasal dari bahasa Yunani yaitu *Pharynx*. Didalam lengkung faring terdapat *tonsil* (*amandel*) yaitu kelenjar *limfe* yang banyak mengandung kelenjar *limfosit* dan merupakan pertahanan terhadap infeksi, disini terletak

bersimpangan antara jalan nafas dan jalan makanan, letaknya dibelakang rongga mulut dan rongga hidung, didepan ruas tulang belakang. Keatas bagian depan berhubungan dengan rongga hidung, dengan perantara lubang bernama *koana*, keadaan tekak berhubungan dengan rongga mulut dengan perantara lubang yang disebut *ismus fausium*.

3. Kerongkongan atau *Esofagus*

Kerongkongan merupakan saluran panjang (± 25 cm) yang tipis sebagai jalan bolus dari mulut menuju ke lambung. Fungsi kerongkongan ini sebagai jalan bolus dari mulut menuju lambung. Bagian dalam kerongkongan senantiasa basah oleh cairan yang dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar yang terdapat pada dinding kerongkongan untuk menjaga agar bolus menjadi basah dan licin. Keadaan ini akan mempermudah bolus bergerak melalui kerongkongan menuju ke lambung. Bergeraknya bolus dari mulut ke lambung melalui kerongkongan disebabkan adanya gerak *peristaltik* pada otot dinding kerongkongan. Gerak *peristaltik* dapat terjadi karena adanya kontraksi otot secara bergantian pada lapisan otot yang tersusun secara memanjang dan melingkar. Proses gerak bolus di dalam kerongkongan menuju lambung adalah sebagai berikut.

Sebelum seseorang mulai makan, bagian belakang mulut (atas) terbuka sebagai jalannya udara dari hidung. Di kerongkongan, *epiglottis* yang seperti gelambir mengendur sehingga udara masuk ke paru-paru. Ketika makan, makanan dikunyah dan ditelan masuk ke dalam kerongkongan. Sewaktu makanan bergerak menuju kerongkongan, langit-langit lunak beserta jaringan mirip gelambir di bagian belakang mulut (*uvula*) terangkat ke atas dan menutup saluran hidung. Sementara itu, sewaktu makanan bergerak ke arah tutup *trakea*, *epiglottis* akan menutup sehingga makanan tidak

masuk *trakea* dan paru-paru tetapi makanan tetap masuk ke kerongkongan untuk menuju lambung.

4. Lambung

Lambung merupakan organ berbentuk J yang terletak di bawah rusuk terakhir sebelah kiri. Yang panjangnya 20 cm, diameternya 15 cm, pH lambung 1 – 3,5. Lambung terdiri atas tiga bagian sebagai berikut.



Gambar 2.4. anatomi lambung

- Bagian atas disebut *kardiak*, merupakan bagian yang berbatasan dengan *esofagus*.
- Bagian tengah disebut *fundus*, merupakan bagian badan atau tengah lambung.
- Bagian bawah disebut *pylorus*, yang berbatasan dengan usus halus.

Daerah perbatasan antara lambung dan kerongkongan terdapat otot *sfinkter kardiak* yang secara refleks akan terbuka bila ada bolus masuk. Sementara itu, dibagian *pylorus* terdapat otot yang disebut *sfinkter pylorus*. Otot-otot lambung ini dapat berkontraksi seperti halnya otot-otot kerongkongan. Apabila

otot-otot ini berkontraksi, otot-otot tersebut menekan, meremas, dan mencampur bolus-bolus tersebut menjadi kimus (*chyme*). Sementara itu, pencernaan secara kimiawi dibantu oleh getah lambung. Getah ini dihasilkan oleh kelenjar yang terletak pada dinding lambung di bawah *fundus*, sedangkan bagian dalam dinding lambung menghasilkan lendir yang berfungsi melindungi dinding lambung dari abrasi asam lambung, dan dapat beregenerasi bila cidera. Getah lambung ini dapat dihasilkan akibat rangsangan bolus saat masuk ke lambung. Getah lambung mengandung bermacam-macam zat kimia, yang sebagian besar terdiri atas air. Getah lambung juga mengandung HCl/asam lambung dan enzim-enzim pencernaan seperti *renin*, *pepsinogen*, dan *lipase*. Asam lambung memiliki beberapa fungsi berikut.

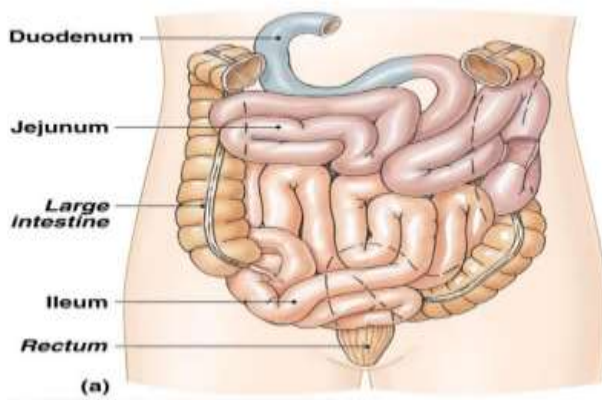
- a. Mengaktifkan beberapa enzim yang terdapat dalam getah lambung, misalnya *pepsinogen* diubah menjadi *pepsin*. Enzim ini aktif memecah protein dalam bolus menjadi *proteosa* dan *pepton* yang mempunyai ukuran molekul lebih kecil.
- b. Menetralkan sifat alkali bolus yang datang dari rongga mulut.
- c. Mengubah kelarutan garam mineral.
- d. Mengasamkan lambung (pH turun 1–3), sehingga dapat membunuh kuman yang ikut masuk ke lambung bersama bolus.
- e. Mengatur membuka dan menutupnya katup antara lambung dan usus dua belas jari.
- f. Merangsang sekresi getah usus.

Enzim *renin* dalam getah lambung berfungsi mengendapkan *kasein* atau protein susu dari air susu. Lambung dalam suasana asam dapat merangsang *pepsinogen* menjadi *pepsin*. *Pepsin* ini berfungsi memecah molekul-molekul protein

menjadi molekul- molekul *peptida*. Sementara itu, *lipase* berfungsi mengubah lemak menjadi asam lemak dan *gliserol*.

5. Usus Halus

Usus halus merupakan saluran berkelok-kelok yang panjangnya sekitar 6–8 meter, lebar 25 mm dengan banyak lipatan yang disebut *vili* atau jonjot-jonjot usus. *Vili* ini berfungsi memperluas permukaan usus halus yang berpengaruh terhadap proses penyerapan makanan. Lakukan eksperimen berikut untuk mengetahui pengaruh lipatan terhadap proses penyerapan. Usus halus terbagi menjadi tiga bagian seperti berikut.



Gambar 2.5. Usus halus

- a. *Duodenum* (usus 12 jari), panjangnya ± 25 cm
Usus dua belas jari atau *duodenum* adalah bagian dari usus halus yang terletak setelah lambung dan menghubungkannya ke usus kosong (*jejunum*). Bagian usus dua belas jari merupakan bagian terpendek dari usus halus, dimulai dari *bulbo duodenale* dan berakhir di *ligamentum Treitz*. Usus dua belas jari merupakan organ

retroperitoneal, yang tidak terbungkus seluruhnya oleh *selaput peritoneum*. pH usus dua belas jari yang normal berkisar pada derajat sembilan. Pada usus dua belas jari terdapat dua muara saluran yaitu dari pankreas dan kantung empedu. Nama *duodenum* berasal dari bahasa Latin *duodenum digitorum*, yang berarti dua belas jari. Lambung melepaskan makanan ke dalam usus dua belas jari (*duodenum*), yang merupakan bagian pertama dari usus halus. Makanan masuk ke dalam *duodenum* melalui *sfincter pilorus* dalam jumlah yang bisa di cerna oleh usus halus. Jika penuh, *duodenum* akan mengirimkan sinyal kepada lambung untuk berhenti mengalirkan makanan.

b. *Jejunum* (usus kosong), panjangnya ± 7 m

Usus kosong atau *jejunum* (terkadang sering ditulis *yeyunum*) adalah bagian kedua dari usus halus, di antara usus dua belas jari (*duodenum*) dan usus penyerapan (*ileum*). Pada manusia dewasa, panjang seluruh usus halus antara 2-8 meter, 1-2 meter adalah bagian usus kosong. Usus kosong dan usus penyerapan digantungkan dalam tubuh dengan *mesenterium*. Permukaan dalam usus kosong berupa membran *mukus* dan terdapat jonjot usus (*vili*), yang memperluas permukaan dari usus. Secara histologis dapat dibedakan dengan usus dua belas jari, yakni berkurangnya kelenjar *Brunner*. Secara hitologis pula dapat dibedakan dengan usus penyerapan, yakni sedikitnya *sel goblet* dan *plak Peyer*. Sedikit sulit untuk membedakan usus kosong dan usus penyerapan secara makroskopis. *Jejunum* diturunkan dari kata sifat *jejun* yang berarti “lapar” dalam bahasa Inggris modern. Arti aslinya berasal dari bahasa Latin, *jejunos*, yang berarti “kosong”.

c. *Ileum* (usus penyerapan), panjangnya ± 1 m

Usus penyerapan atau *ileum* adalah bagian terakhir dari usus halus. Pada sistem pencernaan manusia, ini memiliki panjang sekitar 2-4 m dan terletak setelah *duodenum* dan *jejunum*, dan dilanjutkan oleh usus buntu. *Ileum* memiliki pH antara 7 dan 8 (netral atau sedikit basa) dan berfungsi menyerap vitamin B12 dan garam-garam empedu.

Kimus yang berasal dari lambung mengandung molekul-molekul pati yang telah dicernakan di mulut dan lambung, molekul-molekul protein yang telah dicernakan di lambung, molekul-molekul lemak yang belum dicernakan serta zat-zat lain. Selama di usus halus, semua molekul pati dicernakan lebih sempurna menjadi molekul-molekul *glukosa*. Sementara itu molekul-molekul protein dicerna menjadi molekul-molekul *asam amino*, dan semua molekul lemak dicerna menjadi molekul *gliserol* dan *asam lemak*.

Pencernaan makanan yang terjadi di usus halus lebih banyak bersifat kimiawi. Berbagai macam enzim diperlukan untuk membantu proses pencernaan kimiawi ini. Hati, pankreas, dan kelenjar-kelenjar yang terdapat di dalam dinding usus halus mampu menghasilkan getah pencernaan. Getah ini bercampur dengan kimus di dalam usus halus. Getah pencernaan yang berperan di usus halus ini berupa cairan empedu, getah pankreas, dan getah usus.

a. **Cairan Empedu**

Cairan empedu berwarna kuning kehijauan, 86% berupa air, dan tidak mengandung enzim. Akan tetapi, mengandung mucin dan garam empedu yang berperan dalam pencernaan makanan. Cairan empedu tersusun atas bahan-bahan berikut.

1) Air, berguna sebagai pelarut utama.

- 2) *Mucin*, berguna untuk membasahi dan melicinkan *duodenum* agar tidak terjadi iritasi pada dinding usus.
- 3) Garam empedu, mengandung *natrium karbonat* yang mengakibatkan empedu bersifat alkali. Garam empedu juga berfungsi menurunkan tegangan permukaan lemak dan air (mengemulsikan lemak).

Cairan ini dihasilkan oleh hati. Hati merupakan kelenjar pencernaan terbesar dalam tubuh yang beratnya $\pm 2\text{kg}$. Dalam sistem pencernaan, hati berfungsi sebagai pembentuk empedu, tempat penimbunan zat-zat makanan dari darah dan penyerapan unsur besi dari darah yang telah rusak. Selain itu, hati juga berfungsi membentuk darah pada janin atau pada keadaan darurat, pembentukan *fibrinogen* dan *heparin* untuk disalurkan ke peredaran darah serta pengaturan suhu tubuh.

Empedu mengalir dari hati melalui saluran empedu dan masuk ke usus halus. Dalam proses pencernaan ini, empedu berperan dalam proses pencernaan lemak, yaitu sebelum lemak dicernakan, lemak harus bereaksi dengan empedu terlebih dahulu. Selain itu, cairan empedu berfungsi menetralkan *asam klorida* dalam kimus, menghentikan aktivitas *pepsin* pada protein, dan merangsang gerak *peristaltik* usus.

b. Getah Pankreas

Getah pankreas dihasilkan di dalam organ pankreas. Pankreas ini berperan sebagai kelenjar *eksokrin* yang menghasilkan getah pankreas ke dalam saluran pencernaan dan sebagai kelenjar endokrin yang menghasilkan hormon *insulin*. Hormon ini dikeluarkan oleh sel-sel berbentuk pulau-pulau yang disebut pulau-pulau langerhans. *Insulin* ini berfungsi menjaga gula darah agar tetap normal dan mencegah *diabetes melitus*.

Getah pankreas ini dari pankreas mengalir melalui saluran pankreas masuk ke usus halus. Dalam pankreas terdapat tiga macam enzim, yaitu lipase yang membantu dalam pemecahan lemak, *tripsin* membantu dalam pemecahan protein, dan amilase membantu dalam pemecahan pati.

Getah pankreas mengandung *tripsinogen*, *karbohidrase pankreas*, *lipase pankreas*, dan garam NaHCO_3 .

- 1) *Tripsinogen* adalah *proteinase* yang belum aktif. Karena pengaruh *enterokinase*, *tripsinogen* diubah menjadi enzim *tripsin*. Enzim ini berfungsi untuk menghidrolisis *pepton* menjadi *asam-asam amino*.
- 2) *Karbohidrase pankreas* berupa *disakarase*. Enzim ini berfungsi untuk menghidrolisis *disakarida* menjadi *monosakarida*. *Disakarase* yang penting adalah *maltase*, *sukrase*, dan *laktase*.
- 3) *Lipase pankreas* atau *steapsin* berfungsi untuk menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak + *gliserin*.
- 4) Garam NaHCO_3 memberikan lingkungan getah pankreas menjadi bersifat basa.

c. Getah usus

Pada dinding usus halus banyak terdapat kelenjar yang mampu menghasilkan getah usus. Getah usus mengandung enzim-enzim seperti berikut.

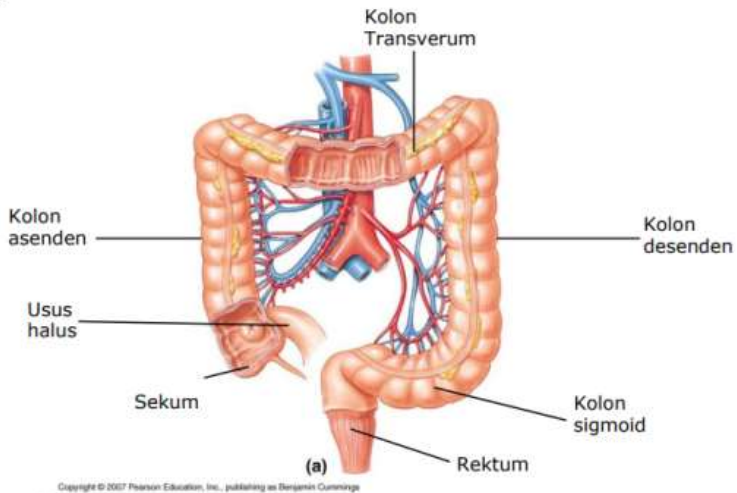
- 1) *Sukrase*, berfungsi membantu mempercepat proses pemecahan *sukrosa* menjadi *glukosa* dan *fruktosa*.
- 2) *Maltase*, berfungsi membantu mempercepat proses pemecahan *maltosa* menjadi dua molekul *glukosa*.
- 3) *Laktase*, berfungsi membantu mempercepat proses pemecahan *laktosa* menjadi *glukosa* dan *galaktosa*.
- 4) *Enzim peptidase*, berfungsi membantu mempercepat proses pemecahan *peptida* menjadi *asam amino*.

Monosakarida, asam amino, asam lemak, dan gliserol hasil pencernaan terakhir di usus halus mulai diabsorpsi atau diserap melalui dinding usus halus terutama di bagian jejunum dan *ileum*. Selain itu vitamin dan mineral juga diserap. Vitamin-vitamin yang larut dalam lemak, penyerapannya bersama dengan pelarutnya, sedangkan vitamin yang larut dalam air penyerapannya dilakukan oleh jonjot usus.

Proses penyerapan di usus halus ini dilakukan oleh *villi* (jonjot-jonjot usus). Di dalam villi ini terdapat pembuluh darah, pembuluh kil (*limfa*), dan sel goblet. Di sini *asam amino* dan *glukosa* diserap dan diangkut oleh darah menuju hati melalui sistem vena porta hepaticus, sedangkan asam lemak bereaksi terlebih dahulu dengan garam empedu membentuk emulsi lemak. Emulsi lemak bersama *gliserol* diserap ke dalam villi. Selanjutnya di dalam villi, asam lemak dilepaskan, kemudian asam lemak mengikat gliserin dan membentuk lemak kembali. Lemak yang terbentuk masuk ke tengah *villi*, yaitu ke dalam pembuluh kil (*limfa*). Melalui pembuluh *kil*, emulsi lemak menuju vena sedangkan garam empedu masuk ke dalam darah menuju hati dan dibentuk lagi menjadi empedu. Bahan-bahan yang tidak dapat diserap di usus halus akan didorong menuju usus besar (kolon).

6. Usus Besar

Usus besar atau kolon memiliki panjang ± 1 meter dan terdiri atas kolon ascendens, kolon transversum, dan kolon descendens. Di antara intestinum tenue (usus halus) dan intestinum crassum (usus besar) terdapat sekum (usus buntu). Pada ujung sekum terdapat tonjolan kecil yang disebut appendiks (umbai cacing) yang berisi massa sel darah putih yang berperan dalam imunitas.



Gambar 2.6. Usus Besar

Zat-zat sisa di dalam usus besar ini didorong ke bagian belakang dengan gerakan peristaltik. Zat-zat sisa ini masih mengandung banyak air dan garam mineral yang diperlukan oleh tubuh. Air dan garam mineral kemudian diabsorpsi kembali oleh dinding kolon, yaitu kolon ascensens. Zat-zat sisa berada dalam usus besar selama 1 sampai 4 hari. Pada saat itu terjadi proses pembusukan terhadap zat-zat sisa dengan dibantu bakteri *Escherichia coli*, yang mampu membentuk vitamin K dan B12. Selanjutnya dengan gerakan peristaltik, zat-zat sisa ini terdorong sedikit demi sedikit ke saluran akhir dari pencernaan yaitu rektum dan akhirnya keluar dengan proses defekasi melewati anus.

Defekasi diawali dengan terjadinya pengelembungan bagian rektum akibat suatu rangsang yang disebut refleks gastrokolik. Kemudian akibat adanya aktivitas kontraksi rektum dan otot sfinkter yang berhubungan mengakibatkan terjadinya defekasi. Di dalam usus besar ini semua proses pencernaan telah selesai dengan sempurna.

2.1.2 Kelenjar Pencernaan

Pencernaan makanan berlangsung dalam alat pencernaan. Berlangsungnya proses ini juga dibantu oleh kelenjar pencernaan. Kelenjar pencernaan itu adalah

1. Hepar (hati)

Hati merupakan kelenjar terbesar dan terpenting dalam tubuh. Hati terdiri atas dua lobus. Setiap lobus memiliki saluran untuk mengangkut cairan empedu, yakni duktus hepatikus. Fungsi hati adalah :

- a. Mengemulsikan lemak dalam usus halus.
- b. Mengabsorpsi lemak.
- c. Membantu dalam pengeluaran kolesterol dari dalam tubuh.

Secara umum, hati mempunyai fungsi:

- a. Memproduksi cairan empedu.
- b. Memetabolisme protein, lemak dan karbohidrat
- c. Penyimpanan mineral dan vitamin larut lemak
- d. Pusat detoksifikasi zat yang beracun di dalam tubuh.
- e. Penyimpanan darah
- f. Memproduksi panas

2. Pankreas

Pankreas merupakan kelenjar yang bersifat endokrin dan eksokrin. Bersifat endokrin karena menghasilkan hormone insulin dan hormone glukagon yang dimasukkan ke darah. Bersifat eksokrin karena menghasilkan enzim pencernaan. Keluarnya enzim dari pankreas karena dipengaruhi oleh enzim pankreozimin. Pankreas menghasilkan enzim-enzim pencernaan sebagai berikut:

- a. *Tripsinogen*, diaktifkan oleh enzim *enterokinase* menjadi *tripsin*. *Tripsin* berfungsi mengubah *polipeptida* menjadi *peptida*.

- b. *Kimotripsinogen*, diaktifkan oleh *tripsin* menjadi *kimotripsin* yang berfungsi membantu *tripsin*.
- c. *Peptidase*, berperan mengubah senyawa *peptide* menjadi asam amino.
- d. *Lipase*, berfungsi mengubah lemak menjadi asam lemak dan *gliserol*.
- e. *Amilase*, berfungsi mengubah *amilum* menjadi *maltosa*.
- f. *Nuklease*, berfungsi memecah *asam nukleat* menjadi *nukleotida*.
- g. NaHCO_3 atau KHCO_3 atau ion bikarbonat HCO_3^- , berfungsi menetralkan suasana asam yang berasal dari lambung.

2.1.3 Kelainan Pada Sistem Pencernaan Manusia

Kelainan sistem pencernaan adalah semua jenis penyakit yang terjadi pada saluran pencernaan. Saluran pencernaan manusia terdiri atas organ-organ yang meliputi mulut, tenggorokan, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, rektum, dan anus. Namun, sistem pencernaan juga melibatkan organ-organ yang berada di luar saluran pencernaan, seperti hati, kantung empedu, dan pankreas. Penyebab terjadinya gangguan atau kelainan pada sistem pencernaan makanan dapat diakibatkan oleh beberapa hal, seperti pola makan yang salah, infeksi bakteri, kurang mengonsumsi sayuran, gaya hidup yang tidak sehat, dan lain-lain. Berikut ini adalah beberapa gangguan sistem pencernaan yang terjadi pada manusia.

1. Kanker Lambung

Kanker lambung disebabkan oleh bakteri *Helicobacter Pylori*. Gejala awal kanker lambung, misalnya merasa panas, kehilangan nafsu makan, sulit mencerna yang berlangsung terus-menerus, sedikit rasa mual, dan kadang-kadang timbul rasa nyeri pada lambung.

Maag juga merupakan salah satu gejala kanker lambung. Apabila seseorang mengalami maag yang disertai

perut kembung seperti kekenyangan, buang air besar hitam, turun berat badan, muka pucat, dan muntah darah, bisa dipastikan ia menderita kanker lambung.

2. Gastritis

Gastritis atau maag merupakan inflamasi (radang) yang terjadi pada mukosa dinding lambung. Gastritis dapat bersifat akut dan kronis. Gastritis dapat terjadi karena kelebihan asam yang diproduksi oleh lambung sehingga menyebabkan iritasi di selaput lendir lambung.

Produksi berlebih asam di lambung ini bisa disebabkan oleh berbagai hal, misalnya pola hidup tidak sehat dan teratur, merokok, minuman beralkohol, atau stres yang berlebihan.

3. Hepatitis

Hepatitis atau radang hati adalah penyakit yang disebabkan oleh beberapa virus yang menginfeksi hati. Penyakit ini bisa menular melalui air atau makanan yang terkontaminasi oleh virus. Ada beberapa jenis virus hepatitis, di antaranya virus hepatitis A, B, C, D, E, dan G (jenis virus baru). Selain itu, hepatitis bisa disebabkan oleh virus *rubella*, *mumps*,

Namun jika organ hati sudah terinfeksi dan teridentifikasi racun dan virus seperti hepatitis B ini maka fungsi organ hati akan terganggu dan tak mampu lagi menetralkan racun. Hal ini disebabkan virus hepatitis B ini 100 kali lebih kuat dan virus 10 kali lebih banyak dibanding dengan virus HIV yang sifatnya sama-sama menular

4. Radang Usus Buntu

Radang usus buntu atau *appendicitis* adalah infeksi pada usus buntu yang dapat merembet ke usus besar dan menyebabkan peradangan pada selaput rongga perut. Radang usus ini dapat di tandai dengan gejala-gejala, seperti nyeri yang menetap pada perut, demam ringan, mual dan muntah, spasme otot, konstipasi, diare, dan selera makan berkurang.

5. Diare

Diare adalah penyakit yang membuat penderitanya mengalami rangsangan buang air secara terus-menerus. Di samping itu, feses yang dikeluarkan masih memiliki kandungan air berlebih. Diare bisa disebabkan oleh infeksi bakteri maupun protozoa pada usus besar. Karena infeksi tersebut, proses penyerapan air di usus besar terganggu. Akibatnya, feses menjadi encer.

Gejala yang umum ditemukan adalah buang air besar terus-menerus disertai mual dan muntah. Selain itu, gejala lainnya yang mungkin timbul adalah pegal pada punggung dan perut berbunyi.

6. Sembelit

Sembelit atau biasa disebut konstipasi dapat disebabkan oleh terjadinya penyerapan air yang berlebihan pada sisa makanan dalam usus besar. Akibatnya, feses menjadi sangat kering dan keras sehingga sulit dikeluarkan. Sembelit juga dapat ditimbulkan karena sering menahan buang air besar, emosi seperti rasa gelisah, cemas, takut atau stres.

7. Parotitis

Parotitis atau penyakit gondong terjadi akibat adanya virus yang menginfeksi kelenjar air ludah di bagian bawah telinga. Hal ini mengakibatkan kelenjar ludah menjadi bengkak atau membesar.

8. Hemorroid

Hemorroid yang lebih akrab disebut wasir atauambeien adalah pembengkakan pada pembuluh darah vena di sekitar anus. Hemorroid, umumnya, terjadi pada orang-orang yang terlalu lama duduk terus-menerus atau pada orang yang menderita sembelit. Hemorroid juga sering terjadi pada wanita hamil dan orang-orang yang terlalu gemuk.

Gejala-gejala hemorroid tahap awal berupa keluarnya darah berwarna merah segar saat buang air besar, biasanya

keluar bersama atau sesudah tinja. Selain itu, terasa gatal atau iritasi di daerah anus dan rasa sakit atau tidak nyaman. Gejala dapat berlanjut menjadi benjolan yang keluar lewat anus.

9. Xerostomia

Xerostomia adalah penyakit pada rongga mulut yang ditandai rendahnya produksi air ludah. Pada penderita xerostomia, kondisi mulut sangat kering dan makanan jadi tidak tercerna dengan baik. Xerostomia dapat diakibatkan adanya gangguan pada pusat ludah, syaraf pembawa rangsang ludah, ataupun oleh perubahan komposisi faali elektrolit ludah.

10. Keracunan makanan

Umumnya disebabkan oleh bakteri yang terdapat dalam makanan. Bakteri dalam makanan dapat membahayakan atau menghasilkan racun yang membahayakan tubuh. Gejala-gejala keracunan makanan meliputi muntah-muntah, diare, nyeri (sakit) rongga dada dan perut serta demam.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagot Sudjadi dan Siti Laila. 2007. Biologi Sains dalam Kehidupan. Yudistira.Surabaya.
- Campbell, Neil A., Reece Jane B, .Mitchell , G Lawrence.2004. Biologi jilid 3. PT Erlangga. Surabaya

BAB 3

SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA

Oleh Yeni Fitriya

3.1 Pendahuluan



Gambar 3.1. Pernapasan Manusia
Sumber: <https://www.halodoc.com/>

Setiap makhluk hidup melakukan kegiatan bernapas, manusia bernapas dengan organ pernapasannya mulai hidung hingga alveolus, tumbuhan melalui stomata dan hewan juga bernapas dengan alat pernapasannya masing-masing (paru-paru, trakea, pundi pundi udara dan lain-lain) (Fernandez, 2017). Ada yang mengartikan bernapas sebagai aktifitas untuk menghirup oksigen dan mengeluarkan karbondioksida, namun tidak sedikit juga yang mengartikan bahwa bernapas adalah aktifitas untuk menjaga keseimbangan tubuh. Makhluk hidup bernapas untuk mempertahankan hidup dan melakukan aktifitas bergerak, berkembangbiak dan beberapa aktifitas lainnya. Antara manusia,

hewan dan tumbuhan saling berhubungan untuk melakukan aktifitas yang saling melengkapi. Misalnya, hewan dan manusia bernapas mengeluarkan karbondioksida, sedangkan karbondioksida dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis. Kemudian fotosintesis menghasilkan oksigen yang berguna untuk manusia dan hewan bernapas. Jadi, ketiganya saling melengkapi dalam aktifitas ini.

Secara hafiah, pernapasan diartikan sebagai berpindahnya oksigen ke sel tubuh dan keluarnya karbondioksida dari dalam tubuh. Hal ini dilakukan untuk menyeimbangkan aktifitas normal yang ada dalam tubuh. Tentunya dalam proses ini tubuh tidak sendiri, melainkan ada sistem yang membantu proses berpindahnya oksigen dan karbondioksida ini. Dengan demikian, sel-sel tersebut memerlukan suatu sistem atau struktur tertentu untuk proses penukaran maupun pengangkutan gas tersebut (Haryani and Sami, 2021). Beberapa organ yang termasuk dalam sistem pernapasan manusia terlibat dan memiliki peran penting dalam setiap prosesnya. Karena bantuan organ-organ inilah manusia dapat melakukan aktifitas bernapas.

Sistem pernapasan pada manusia yang melibatkan beberapa organ tersebut saling bekerjasama. Mulai dari masuknya oksigen ke dalam tubuh manusia, hingga keluarnya karbondioksida ke udara bebas. Pernapasan dilakukan oleh manusia dengan menghirup oksigen, dimana oksigen dibutuhkan oleh sel dalam tubuh untuk hidup. Kemudian, karbondioksida yang dikeluarkan saat pernapasan juga akan mengeluarkan zat beracun yang berbahaya dari dalam tubuh (Makarim, 2023). Pada dasarnya, pada saat pernapasan, tubuh manusia mengalami pembaruan termasuk bertukarnya oksigen dan karbondioksida.

Tubuh manusia melakukan aktifitas pembakaran, adanya oksigen yang masuk dalam tubuh akan membantu untuk mengeluarkan gas sisa pembakaran tersebut (Safrida, 2020). Selain bernapas tubuh manusia juga melakukan aktifitas lain seperti

pencernaan. Semua aktifitas dalam tubuh manusia saling berhubungan satu sama lain. Dalam proses penernakan dalam tubuh manusia juga memerlukan oksigen (Mair and Supriadi, 2017). Tidak hanya berfungsi sebagai tempat bertukarnya gas dan udara, sistem pernapasan juga bertugas untuk menyaring, melembapkan, dan menghangatkan udara yang kamu hirup. Bahkan, sistem ini juga membantu dalam proses penciuman dan bicara (Fadli, 2023).

3.2 Pernasapan pada Manusia

Salah satu ciri manusia dikatakan hidup adalah ketika manusia bernapas. Beberapa tulisan mengatakan bahwa bernapas adalah kunci dari aktifitas, jika manusia bernapas berarti dia hidup dan ketika manusia hidup maka akan melakukan aktifitas baik dalam maupun luar tubuh (Widari, Astawan and Sumantri, 2021). Artinya, jika manusia dapat bernapas dengan baik, maka organ lain akan merasakan dampak baiknya, pencernaan akan baik dan beberapa sistem lainnya. Manusia bernapas dengan dibantu oleh sekumpulan organ yang ada dalam tubuh yang disebut sebagai sistem pernapasan manusia. Mengingat pentingnya bernapas, dimana manusia dengan kuantitas pernapasan yang normal akan bernapas sebanyak 12 sampai 20 kali per menit secara terus menerus, maka sistem pernapasan pada manusia harus dirawat dengan baik.

Bernapas merupakan sesuatu yang pasti terjadi pada makhluk hidup. Pentingnya bernapas menjadikan manusia tidak boleh lengah dalam memperhatikan organ pernapasannya. Berbagai upaya dapat dilakukan dengan rajin periksa ke dokter hingga menjaga Kesehatan sehingga manusia dapat bernapas dengan nyaman (Fernandez, 2017).

3.2.1 Alat Pernapasan pada Manusia

Alat pernapasan digunakan manusia dalam proses bernapas itu sendiri. Beberapa bagian tubuh yang membantu manusia untuk bernapas ada di daerah dada, perut dan organ dalam berupa paru-

paru. Tetapi untuk proses masuknya oksigen ke dalam tubuh, manusia dibantu dengan adanya hidung, mulut juga tenggorokan (Fernandez, 2017).

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa manusia bernapas salah satunya untuk memperoleh energi. Hal ini dikarenakan dengan bernapas menghirup oksigen beberapa sistem yang ada dalam tubuh manusia akan dapat berfungsi dengan baik (Syofyan, 2018). Dalam bernapas manusia dibantu dengan beberapa alat atau organ pernapasan sebagai berikut (Fernandez, 2017):



Gambar 3.2. Alat Pernapasan Manusia
Sumber: (Fernandez, 2017)

1. Hidung

Hidung menjadi alat pertama yang digunakan untuk proses masuknya oksigen ke dalam tubuh. Hidung juga menjadi salah satu indera manusia yang digunakan untuk membau. Di dalam hidung terdapat rambut-rambut halus yang berfungsi

untuk menyaring oksigen yang masuk dan tercampur dengan kotoran seperti debu. Kotoran tersebut akan tersaring di hidung agar tidak ikut masuk pada faring.

2. Faring

Organ kedua dalam sistem pernapasan manusia setelah hidung adalah faring. Faring adalah persimpangan jalan untuk masuknya oksigen dan makanan (pada proses pencernaan). Bagian ini menjadi persimpangan antara mulut-kerongkongan dan hidung-tenggorokan.

3. Laring

Setelah dari faring, udara masuk akan dibawa ke laring atau pangkal tenggorokan. Bagian ini terdiri atas tulang rawan pembentuk jakun. Laring tertutup oleh katup yang disebut epiglottis. Saat menelan makanan, katup ini akan melipat ke bawah dan menutup laring dan saat digunakan untuk bernapas katup ini akan membuka.

4. Trakea

Trakea atau batang tenggorokan adalah bagian yang berbentuk pipa berukuran 9 cm. Bagian ini dilapisi oleh selaput berlendir yang berfungsi untuk membawa debu atau kotoran yang ikut masuk saat menghirup udara untuk dikeluarkan. Pada trakea terdapat cabang yang disebut sebagai bronkus.

5. Bronkus

Setelah melewati trakea udara akan dibawa ke bagian bronkus (berjumlah satu pasang) bagian satu membawa udara ke paru-paru kiri dan bagian dua membawa ke paru-paru kanan. Bronkus kanan terbagi menjadi tiga cabang bronkiolus, sedangkan bronkus kiri terbagi menjadi 2 cabang bronkiolus.

6. Bronkiolus

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa bronkiolus merupakan cabang dari bronkus. Bronkiolus memiliki dinding yang lebih

tipis dan saluran yang lebih kecil dari bronkus. Bronkiolus memiliki fungsi untuk membawa udara ke alveolus melalui kantung-kantung kecil.

7. Alveolus

Saluran terakhir dari alat pernapasan pada manusia adalah alveolus. Alveolus berbentuk seperti gelembung-gelembung udara. Alveolus digunakan sebagai tempat pertukaran oksigen dan karbondioksida.

8. Paru-paru

Alat pernapasan utama bagi manusia adalah paru-paru. Di dalam paru-paru terdapat rongga yang dipisahkan oleh jantung. Paru-paru terbagi menjadi beberapa bagian yang disebut lobus. Terdapat tiga lobus di paru-paru kanan dan dua lobus di paru-paru kiri. Paru-paru memiliki peran penting dalam proses pernapasan. Dengan demikian Kesehatan paru-paru benar-benar perlu diperhatikan. Karena keadaan paru-paru normal akan berfungsi secara maksimal dalam pernapasan.

3.2.2 Jenis Pernapasan pada Manusia

Bernapas merupakan proses masukan oksigen dan keluarnya karbondioksida. Proses ini dimulai dari masuknya udara dari hidung hingga keluarnya karbondioksida melalui mulut hidung/mulut. Udara yang kaya dengan oksigen diangkut oleh darah agar masuk ke dalam tubuh dan melakukan pertukaran karbondioksida pada bagian alveolus (Fernandez, 2017).

Di dalam paru-paru terjadi proses pemompaan yang dibantu oleh kerja otot untuk proses penyebaran oksigen ke seluruh tubuh, dan terjadi dua macam gerakan pernapasan yaitu inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi merupakan proses ketika udara ditarik ke paru-paru, sedangkan ekspirasi merupakan proses menghembuskan udara (Haryani dan Sami, 2021). Terdapat dua macam pernapasan

yang dikelompokkan berdasarkan aktifitas otot, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut (Fernandez, 2017):

1. Pernapasan Dada

Pernapasan dada terjadi ketika otot antar tulang rusuk berperan aktif. Jenis pernapasan ini berlangsung ketika otot antar tulang rusuk melakukan kontraksi sehingga rusuk terangkat dan volume dada membesar. Ketika proses pernapasan ini tulang rusuk mendesak dinding paru-paru, sehingga rongga paru-paru semakin mengecil.

2. Pernapasan Perut

Otot yang berperan aktif dalam pernapasan perut adalah otot diafragma dan otot dinding rongga perut. Pernapasan perut terjadi ketika diafragma berkontraksi, sehingga volume rongga dada akan semakin membesar, namun tekanan udara akan semakin mengecil. Jika otot diafragma berelaksasi maka rongga perut akan mendesak ke arah diafragma, sehingga menyebabkan diafragma cekung ke rongga dada.

3.3 Mekanisme Pernapasan pada Manusia

Pernapasan manusia bertujuan untuk menukarkan karbondioksida dengan oksigen yang bersih di dalam tubuh. Berikut ini merupakan penjelasan alur pernapasan pada manusia (Sutarto *et al.*, 2015; Fernandez, 2017)

1. Masuknya udara melalui hidung

Proses inspirasi merupakan proses ketika udara masuk saat manusia menarik napas melalui hidung. Udara yang masuk melalui hidung akan disesuaikan suhunya dan tekanan udaranya agar dapat diterima oleh tubuh. Pada proses inspirasi ini, rambut-rambut halus pada hidung akan menyaring kotoran dan debu agar tidak masuk ke dalam tubuh.

2. Diafragma

Ketika udara masuk ke dalam tubuh melalui hidung, otot diafragma juga akan bekerja secara kontraksi. Diafragma akan berbentuk melengkung ke atas ketika keadaan normal, namun saat berkontraksi dalam proses pernapasan diafragma akan berbentuk datar dan lurus.

3. Rongga Dada

Keadaan rongga dada bergantung pada diafragma. Ketika diafragma berkontraksi (mendatar) maka rongga dada akan membesar. Berkontraksinya diafragma juga membuat tulang rusuk melakukan kontraksi, dan aktifitas ini disebut pernapasan dada.

4. Kerongkongan dan tenggorokan

Setelah udara masuk melalui hidung atau mulut selanjutnya udara akan dibawa ke kerongkongan kemudian ke tenggorokan.

5. Bronkus

Setelah melwati tenggorokan, udara dilanjutkan ke bronkus yang terdiri dari beberapa percabangan (bronkiolus). Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bronkus kanan terbagi menjadi tiga cabang bronkiolus, sedangkan bronkus kiri terbagi menjadi 2 cabang bronkiolus.

6. Bronkiolus

Setelah masuk ke bronkus udara akan diteruskan ke percabangannya (bronkiolus), baik melalui cabang kanan maupun kiri untuk dibawa ke alveolus.

7. Alveolus

Pada bagian alveolus terjadi proses kimiawi oleh beberapa zat yang ada dalam tubuh manusia. Dibagian ini juga terjadi pertukaran antara oksigen dan karbondioksida. Berikutnya oksigen akan dibawa pada kapiler darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh.

3.4 Gangguan Pernapasan pada Manusia

Sistem pernapasan pada manusia memiliki peranan penting dalam proses berlangsungnya hidup dan aktifitas dalam tubuh. Untuk itu penting untuk menjaga kesehatan organ pernapasan agar terhindar dari berbagai gangguan pernapasan. Berikut ini merupakan beberapa contoh gangguan pernapasan atau penyakit pernapasan pada manusia (Fernandez, 2017):

1. Asfiksi merupakan penyakit yang terjadi pada proses pengangkutan oksigen ke seluruh tubuh.
2. Menyempit dan tersumbatnya saluran pernapasan.
3. Anthrakosis merupakan gangguan pernapasan yang disebabkan oleh debu tambang yang masuk ke dalam tubuh manusia .
4. Faringitis atau infeksi faring, dapat terjadi ketika manusia merasakan perih atau gangguan dalam menelan. Gangguan ini disebabkan oleh bakteri atau virus yang masuk bersama udara.
5. Tonsilitis merupakan infeksi yang terjadi pada tonsil dan menyebabkan peradangan.
6. Kanker paru-paru yang disebabkan karena tumbuhnya tumor ganas pada bagian bronkiolus.
7. Penyakit asma yang terjadi pada rongga pernapasan. Hal ini dikarenakan adanya kontraksi otot trakea.
8. Influenza (influeanza) merupakan gangguan yang disebabkan oleh virus pada selaput mukosa, sehingga menyebabkan peradangan.
9. Emfisema atau fungsi alveolus yang tidak normal karena susunannya yang telah rusak.

3.5 Cara Memelihara Alat Pernapasan

Sebagai upaya untuk menghindari berbagai gangguan pada alat pernapasan, seyogyanya manusia dapat menjaga kesehatan badannya terutama organ pernapasannya. Berikut beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk memelihara organ pernapasan:

1. Menjaga kesehatan alat pernapasan dengan makan-makanan yang bergizi, olahraga teratur dan istirahat yang cukup.
2. Mencegah penggunaan atau mengonsumsi zat-zat yang dapat merusak alat pernapasan seperti rokok, menghindari debu dan polusi yang berlebihan, mengurangi makanan yang dingin jika paru-paru sensitif terhadap udara dingin, menghindari makanann yang banyak mengandung gula agar paru-paru tidak menghasilkan lendir yang berlebih.
3. Merawat organ pernafasan seperti membersihkan rongga hidung secara rutin, dan memeriksakan kesehatan organ pernafasan ke dokter.
4. Menjaga lingkungan sekitar dengan memeperhatikan kebersihan lingkungan, mencegah ruangan terlalu lembab dan memastikan keluar masuknya udara ke dalam rumah dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadli, R. 2023. 'Mengenal Lebih Dalam Fungsi Organ Pernapasan Manusia', *halodoc.com*. Available at: <https://www.halodoc.com/artikel/mengenal-lebih-dalam-fungsi-organ-pernapasan-manusia>.
- Fernandez, G.J. 2017. 'Sistem Pernapasan'.
- Haryani, V. and Sami, M.S. 2021. *Materi Sistem Pernapasan Pada Manusia*. Jombang: LPPM Universitas KH. A. Wahab Abdullah.
- Mair, Z.R. and Supriadi, T. 2017. 'Media Pembelajaran Sistem Pernapasan Pada Manusia Berbasis Multimedia', *Jurnal Pendidikan Teknik Informatika Politeknik Sekayu*, VI(1), pp. 20–30.
- Makarim, F.R. 2023. 'Wajib Tahu, Ini 4 Organ Sistem Pernapasan Pada Manusia', *halodoc.com*. Available at: <https://www.halodoc.com/artikel/wajib-tahu-ini-4-organ-sistem-pernapasan-pada-manusia>.
- Safrida. 2020. *Anatomi dan Fisiologi Manusia*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Sutarto *et al.* 2015. *Buku Ajar Berbasis Gambar Proses Sistem Pernapasan Manusia*. Jember: Laksbang. Available at: [http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul Latifah-101810401034.pdf?sequence=1](http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul%20Latifah-101810401034.pdf?sequence=1).
- Syofyan, H. 2018. 'Modul Biologi Dasar: Sistem Pernapasan pada Manusia', *Photosynthetica*, 2(1), pp. 1–13.
- Widari, N.L.P.E., Astawan, I.G. and Sumantri, M. 2021. 'Bahan Ajar Interaktif Bermuatan Pendidikan Karakter pada Materi Sistem Pernapasan pada Manusia dan Hewan', *Mimbar Ilmu*, 26(3), p. 364. Available at: <https://doi.org/10.23887/mi.v26i3.37088>.

BAB 4

SISTEM EKSKRESI PADA MANUSIA

Oleh Fonnice Esther Hasan

4.1 Pendahuluan

Dalam keseharian dan melakukan aktivitas, setiap manusia secara alamiah pasti mengeluarkan urin (air seni) ketika buang air kecil, mengeluarkan feses ketika buang air besar, mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) ketika menghembuskan nafas dan mengeluarkan keringat ketika suhu udara di sekitar tubuh terasa lebih panas atau ketika melakukan aktivitas sedang dan berat seperti berolahraga.

Air seni, feses, karbon dioksida (CO_2) dan keringat adalah zat-zat sisa metabolisme yang dikeluarkan dari tubuh karena dapat menjadi racun bagi tubuh. Zat-zat sisa hasil metabolisme merupakan hasil sisa pembongkaran zat makanan yang diambil dari dalam sel dan selanjutnya dikeluarkan oleh tubuh melalui organ sistem ekskresi.

Pengeluaran zat-zat sisa hasil metabolisme dalam tubuh dengan tujuan agar kesetimbangan tubuh terjaga disebut ekskresi. Ekskresi melibatkan organ-organ khusus dan membentuk suatu sistem disebut sistem ekskresi.

Sistem ekskresi sangat berperan dalam menjaga homeostasis (kesetimbangan) tubuh dengan cara osmoregulasi. Osmoregulasi adalah mekanisme tubuh untuk mengatur konsentrasi cairan sel atau cairan tubuh. (Aryulita *et al.*, 2004)

4.2 Konsep Sistem Ekskresi Manusia

Proses metabolisme pada tubuh meliputi terjadinya pemasukan zat-zat ke dalam tubuh manusia yang akan diproses tubuh dengan berbagai reaksi biokimia yang pada akhirnya akan menghasilkan zat yang bermanfaat dan energi yang berguna bagi kelangsungan hidup organisme.

Selain zat yang bermanfaat, juga hasilkan zat sisa yang tidak diperlukan oleh tubuh. Zat sisa dari proses pencernaan disebut feses. Proses pengeluaran tersebut dinamakan defekasi. Akan tetapi, zat-zat yang mengalami metabolisme dalam tubuh akan dikeluarkan melalui organ-organ pengeluaran yang disebut dengan organ ekskresi.

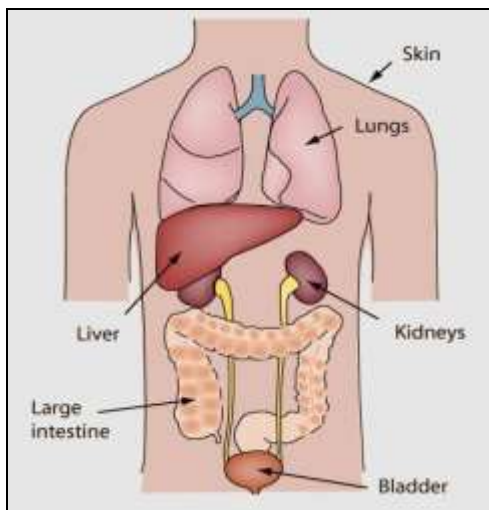
Tubuh manusia memiliki organ-organ penting seperti paru-paru, hati, ginjal, dan kulit yang disebut organ sistem ekskresi. Fungsi sistem ekskresi pada manusia adalah melakukan proses pembuangan zat-zat beracun sisa metabolisme tubuh dan menjaga keseimbangan cairan dalam tubuh manusia.

Saat bernafas, sistem ekskresi mengeluarkan zat-zat berupa CO_2 dan H_2O . Paru-paru sebagai organ ekskresi mengeluarkan zat beracun tersebut. Bentuknya bisa berupa gas atau cairan hasil sampah metabolisme tubuh.

Misalnya, zat karbon dioksida (CO_2). Tubuh manusia memproduksi CO_2 karena metabolisme respirasi sel dan nitrogen yang berasal dari hasil metabolisme protein. Sebagai hasil akhir respirasi sel dan nitrogen, CO_2 tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh, sehingga jika tidak dikeluarkan maka zat tersebut akan jadi racun di dalam tubuh.

Ketika tubuh kebanyakan mengandung karbon dioksida, zat tersebut bisa menurunkan PH darah dan akhirnya darah bakal menjadi lebih asam. Jika seseorang mengalami kondisi penurunan PH darah, maka akan mengalami asidosis yang ditandai dengan rasa mual, pusing, sakit kepala, dan rasa tidak nyaman lainnya.

Zat-zat sisa metabolisme (limbah metabolisme) harus segera dikeluarkan dari dalam tubuh. Jika tidak, zat tersebut dapat meracuni sel atau dapat menghambat proses metabolisme dalam tubuh. Organ-organ yang berperan dalam sistem ekskresi manusia antara lain ginjal, paru-paru, kulit dan hati. Setiap harinya delapan liter darah melewati ginjal untuk diproses menjadi urin, antara 20 sampai 25 kali darah melewati ginjal setiap hari, sehingga ginjal kanan dan kiri masing-masing menyaring sekitar 180 liter darah setiap 24 jam.



Gambar 4.1. Sistem Ekskresi Manusia
(Sumber : Sehat, 2023)

4.3 Organ Sistem Ekskresi Manusia

Sistem ekskresi pada manusia terdiri atas sejumlah organ, yaitu paru-paru, kulit, hati, usus besar, dan ginjal. Masing-masing organ ekskresi tersebut memiliki fungsi dan cara kerja yang berbeda untuk membuang zat sisa dan racun dari dalam tubuh.

Proses ekskresi tak hanya mencegah terjadinya penyakit karena penumpukan zat sisa, tetapi juga menjaga keseimbangan senyawa kimia dan cairan dalam tubuh.

Seperti yang telah disebutkan di atas, ada beberapa organ yang berperan penting dalam proses ekskresi. Berikut ini adalah penjelasannya:

4.3.1 Ginjal

Ginjal adalah organ ekskresi pada vertebrata salah satu organ utama di dalam proses ekskresi. Ginjal adalah sepasang organ yang terletak di bagian belakang dari kavum abdominalis di belakang peritonium pada kedua sisi vertebrata lumbalis III. Organ yang ginjal berbentuk menyerupai kacang merah, jumlahnya ada 2 buah kiri dan kanan. Ginjal bertugas untuk menyaring darah, membuang limbah, mengontrol keseimbangan cairan, dan menjaga kadar elektrolit dalam tubuh. (Luklukaningsih, 2014). (Sarpini, 2017)

Salah satu fungsi ginjal yang terpenting adalah membuang bahan-bahan sisa dari pencernaan atau metabolisme tubuh. Fungsi ginjal yang kedua adalah mengontrol volume dan komposisi cairan tubuh. Untuk air dan semua elektrolit dalam tubuh, keseimbangan antara asupan (akibat pencernaan atau produksi metabolik) dan keluaran (akibat ekskresi ginjal) sebagian besar dipertahankan oleh ginjal. (Manaba, 2016).

Secara lengkap fungsi ginjal adalah sebagai berikut :

1. Mengekskresikan zat sisa seperti urea, kreatinin, kreatin dan zat lain yang bersifat racun;
2. Mengatur volume plasma darah dan jumlah air di dalam tubuh;
3. Menjaga tekanan osmosis dengan cara mengatur ekskresi garam-garam, yaitu membuang jumlah garam yang berlebihan dan menahan garam bila jumlahnya dalam tubuh berkurang;

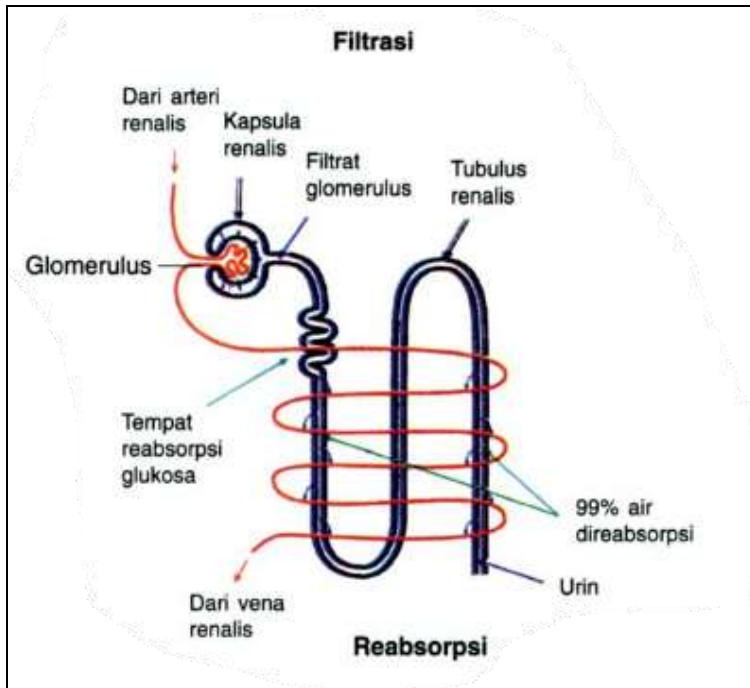
4. Mengatur pH plasma dan cairan tubuh dengan mengekskresikan urin yang bersifat basa, tetapi dapat pula mengekskresikan urin yang bersifat asam; (Aryulita *et al.*, 2004)

Dalam 24 jam, ginjal menyaring sekitar 200 liter cairan dan mengeluarkan sekitar 2 liter cairan dalam bentuk urin. Sebelum dikeluarkan oleh tubuh, urin akan tersimpan di dalam kandung kemih selama 1–8 jam.

3 tahap pembentukan urin

1. Proses filtrasi

Terjadi di glomerulus, proses ini terjadi karena permukaan aferen lebih besar dari permukaan eferen maka terjadi penyerapan darah. Sedangkan sebagian yang tersaring adalah bagian cairan darah kecuali protein. Cairan yang tersaring ditampung oleh *simpai bowman* yang terdiri dari glukosa, air natrium, klorida, sulfat, bikarbonat, dan lain-lain, yang diteruskan ke tubulus ginjal.



Gambar 4.2. Proses Pembentukan Urin
(Sumber : Aryulita *et al.*, 2004)

2. Proses reabsorpsi

Proses ini terjadi penyerapan kembali sebagian besar glukosa, natrium, klorida, fosfat dan ion bikarbonat. Prosesnya terjadi secara pasif yang dikenal sebagai obligator reabsorpsi terjadi pada tubulus atas. Sedangkan pada tubulus ginjal bagian bawah terjadi kembali penyerapan natrium dan ion bikarbonat. Bila diperlukan akan diserap kembali ke dalam tubulus bagian bawah. Penyerapan terjadi secara aktif dikenal dengan reabsorpsi fakultatif dan sisanya dialirkan pada papila renalis.

3. Proses sekresi

Sisanya penyerapan urin kembali yang terjadi pada tubulus dan diteruskan ke piala ginjal selanjutnya diteruskan ke ureter masuk ke *vesika urinaria*. (Widia, 2015)

Selain menghasilkan limbah berupa urin, darah yang disaring di ginjal juga mengandung zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh, seperti garam, air, dan mineral. Saat ginjal tidak mampu menyaring darah maka terjadilah kondisi yang dikenal dengan penyakit gagal ginjal.

4.3.2 Liver atau Hati

Hati merupakan sebuah kelenjar yang terbesar di dalam badan manusia dan memiliki berbagai fungsi. Organ ini memainkan peran penting dalam metabolisme dan memiliki beberapa fungsi dalam tubuh termasuk penyimpanan glikogen, sintesis protein plasma, dan penetralan obat.

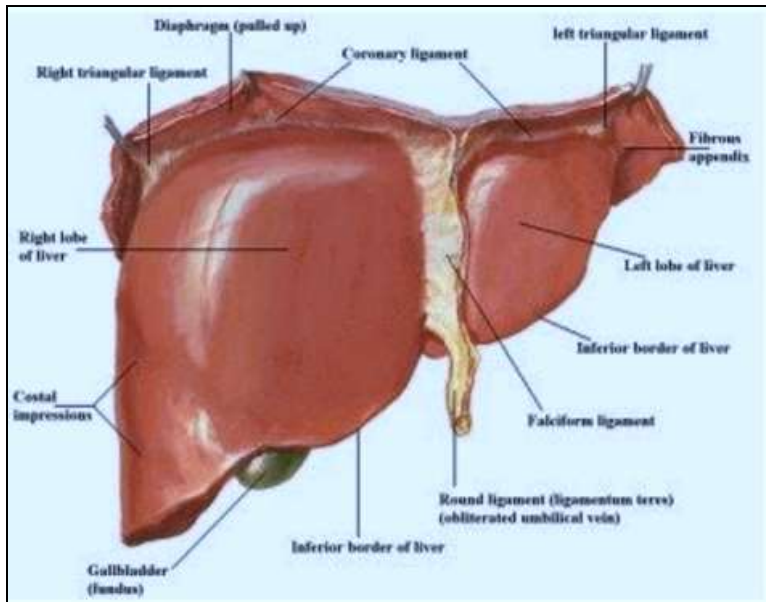
Berikut adalah fungsi hati lainnya yaitu :

1. Memproduksi Bile Cairan Empedu

Fungsi hati adalah menghancurkan eritrosit (hemoglobin) yang sudah tua dan rusak, menjadi bile/cairan empedu yang mengandung pigmen bilirubin, biliverdin dan urobilin. Cairan empedu diproduksi sebanyak $\pm 500 - 700$ cc/hari terdiri dari 79 % air dan 0,7 % bilirubin berbentuk cairan kental dengan PH 7 – 8, rasanya pahit, berwarna hijau kuning sampai coklat. Cairan empedu ini berfungsi melarutkan lemak untuk diabsorbsi, memberi warna dan bau pada feces, mengaktifkan enzim *lipase* dan *proteolitic*. Cairan empedu di ekskresikan melalui 2 jalur yaitu : melalui feces : *stercobilin* dan melalui urin : *urobilin*.

Pigmen bilirubin adalah zat pemberi warna kuning pada feces, pigmen biliverdin adalah zat pemberi warna hijau

pada cairan hijau sedangkan pigmen urobilin adalah pigmen alami penghasil warna kuning dalam urin.



Gambar 4.3. Struktur Hati
(Sumber : Kuntoadi and W, 2019)

2. Penyimpanan Glikogen (Glukosa Hati)

Glukosa yang tidak digunakan oleh metabolisme sel tubuh pertama kali akan disimpan di dalam sel-sel hati dalam bentuk glikogen. disimpan dan dipecah kembali dan mengubahnya menjadi glukosa ketika glukosa kadar glukosa darah rendah. Glikogen akan diubah kembali menjadi glukosa melalui bantuan hormon glukagon yang dihasilkan oleh pankreas.

3. Memproduksi Kolesterol dan Hormon

Organ terbesar ini bertanggungjawab atas produksi kolesterol dan trigliserida, serta protein pembawanya agar

dapat dialirkan dalam darah. Hati juga berfungsi untuk memproduksi hormon pertumbuhan pada anak-anak.

4. Menghancurkan Sel darah Merah

Fungsi hati yang satu ini bukannya menghancurkan sembarang sel darah merah, tetapi hanya kepada sel darah merah yang sudah tua. Efek proses penghancuran tersebut menyebabkan feses berwarna coklat. Namun, jika feses ini berwarna pucat atau putih, atau urin berwarna menjadi lebih gelap, bisa menjadi penanda bahwa terjadi masalah pada organ hati. Contoh ketika terjadi peradangan pada hati yang disebabkan oleh virus.

Selain warna feses dan urin masalah pada organ hati juga bisa ditandai oleh perubahan warna mata dan kulit. Umumnya, warna mata berubah menjadi kekuningan, mengidentifikasikan adanya penyakit kuning dalam tubuh. Penyakit kuning atau *jaundice* ini disebabkan oleh penumpukan bilirubin.

5. Fungsi Detoksifikasi

Melalui mekanisme porta hepatica, semua bahan makanan yang diserap oleh usus akan dialirkan ke hati terlebih dahulu untuk dinetralkan kandungan alkoholnya, obat-obatan yang mungkin berbahaya bagi tubuh juga akan dinetralkan oleh hepar serta racun-racun yang masuk melalui makanan dan minuman harus dinetralkan sebelum makanan dan minuman tersebut diedarkan ke seluruh tubuh

6. Memproduksi Protein Plasma Darah

Hati bertanggungjawab untuk memproduksi protein, seperti albumin, globulin dan fibrinogen.

- a) Albumin berperan mengatur keseimbangan tekanan osmotik cairan plasma dalam sistem sirkulasi tubuh,
- b) Globulin berguna untuk antibodi yang dikenal sebagai imunoglobulin.

- c) Fibrinogen adalah protein plasma darah yang berperan sebagai faktor pembekuan darah (fibrinogen, prothrombin)

7. Metabolisme Protein

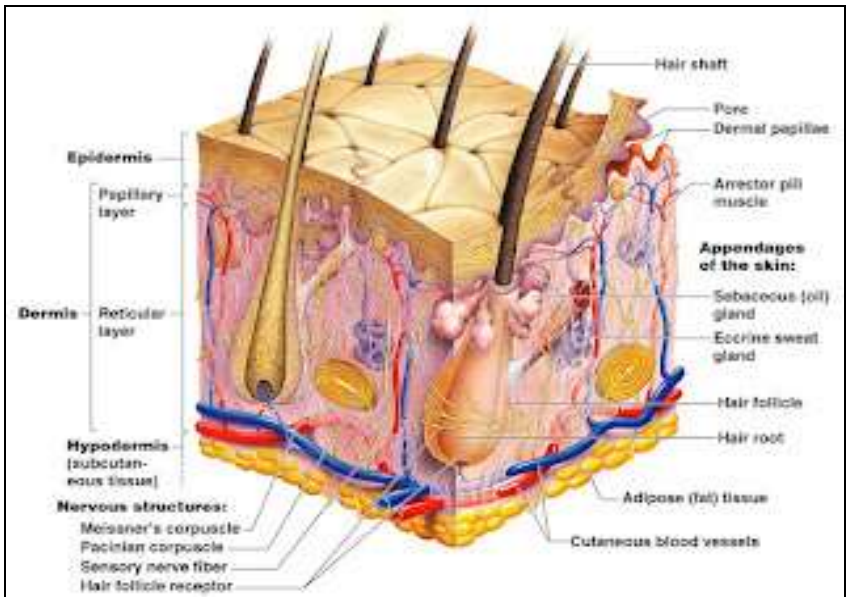
Hati selain memproduksi sejumlah protein, juga berperan dalam membantu metabolisme protein dengan mengubah amonia menjadi urea yang dikeluarkan bersama urin oleh ginjal.

8. Penyimpanan Nutrisi

Hati berperan penting dalam proses penyimpanan nutrisi tubuh. Misalnya zat besi, vitamin A, B12, D dan K, serta asam folat. (Sarpini, 2017)(Kuntoadi and W, 2019)

4.3.3 Kulit

Dalam sistem ekskresi, kulit berperan dalam mengeluarkan keringat melalui kelenjar keringat yang tersebar di seluruh bagian tubuh. Sebagai kelenjar eksresi yang memiliki kelenjar peluh yang mampu membuang kelebihan air dan garam dengan demikian kulit sebagai organ pembantu yang penting bagi paru-paru dan ginjal. Kelenjar keringat ini memproduksi keringat yang mengandung garam, air, atau zat-zat lain yang tidak diperlukan oleh tubuh.



Gambar 4.4. Struktur Kulit

(Sumber : Elaine N. Marieb dalam Syaifuddin, 2009)

Kelenjar kulit mempunyai lobulus yang bergulung-gulung dengan saluran keluar lurus merupakan jalan untuk mengeluarkan berbagai zat dari badan (kelenjar keringat). Kelenjar ini mengeluarkan zat-zat yang tidak berguna lagi atau zat-zat sisa metabolisme dalam tubuh berupa NaCl, urea, asam urat, dan amonia (Syaifuddin, 2009).

Selain sebagai hasil dari proses ekskresi tubuh, keluarnya keringat juga bertujuan untuk menjaga suhu tubuh agar tetap stabil. Ada beberapa faktor yang dapat memicu keluarnya keringat, mulai dari suhu panas, aktivitas fisik, konsumsi makanan pedas, demam, maupun kondisi medis tertentu.

Meski berkeringat merupakan hal yang normal, ada beberapa kondisi yang harus diwaspadai terkait jumlah keringat yang keluar dari tubuh, seperti terlalu sedikit berkeringat

(hipohidrosis), terlalu banyak berkeringat (hiperhidrosis) atau *heat stroke*.

Selain sebagai alat pengeluaran, kulit juga berfungsi sebagai :

1. Pelindung tubuh terhadap kuman dari luar
2. Tempat penyimpanan kelebihan lemak
3. Pengatur suhu tubuh
4. Tempat pembuatan vitamin D dari provitamin D

Proses pengeluaran keringat diatur oleh hipotalamus, hipotalamus adalah bagian dari otak yang mengeluarkan hormon untuk mengendalikan fungsi organ dan sel tubuh yaitu memastikan dan mempertahankan semua sistem tubuh berjalan dengan stabil (homeostasis). Ketika hipotalamus mendapat rangsangan , misalnya berupa perubahan suhu pada pembuluh darah, maka rangsangan tersebut diteruskan oleh saraf simpatis ke kelenjar keringat (gambar 4.4.). Selanjutnya kelenjar keringat akan menyerap air garam dan sedikit urea dari kapiler dan kemudian mengirimkannya ke permukaan kulit dalam bentuk keringat. (Yasinta and Stanis, 2023).

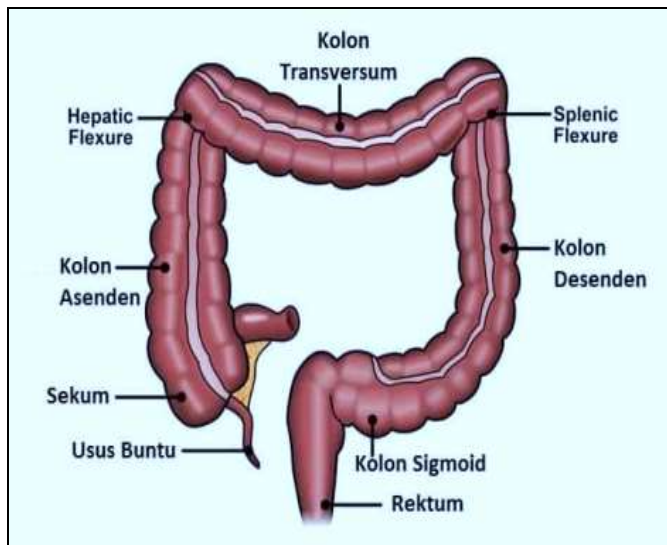
4.3.4 Usus Besar (Instetinum Mayor)

Usus besar merupakan saluran pencernaan berupa usus berpenampang luas atau berdiameter besar dengan panjang 1,5 – 1,7 m dan penampang 5 – 6 cm. Usus besar merupakan lanjutan dari usus halus yang tersusun seperti huruf U terbalik dan mengelingi usus halus dari valvula ileosekalis sampai ke anus. (Syaifuddin, 2009).

Usus besar merupakan bagian dari sistem pencernaan yang bertanggungjawab dalam proses ekskresi. Berbeda dengan ginjal dan kulit yang mengeluarkan zat-zat sisa dalam bentuk cairan, usus besar mengeluarkan zat sisa berbentuk padat, yaitu feses.

Sisa makanan yang tidak dapat dicerna oleh tubuh akan masuk ke usus besar melalui usus kecil. Dibutuhkan waktu sekitar

36 jam untuk melewati usus besar, sebelum akhirnya zat sisa metabolisme ini dikeluarkan dari tubuh melalui rektum (Alodokter, 2023).



Gambar 4.5. Usus Besar
(Sumber :Luklukaningsih, 2017)

Fungsi usus besar dalam sistem pencernaan adalah sebagai berikut:

1. Menyerap Cairan dan Vitamin

Walaupun sebagian besar proses pencernaan telah terjadi di dalam usus halus, namun usus besar akan tetap bekerja dengan menyelesaikan penyerapan cairan, vitamin dan zat lain yang sulit dicerna sebelum membentuk feses. Fungsi usus besar ini dibantu oleh mikro flora atau bakteri baik yang terdapat di dalam usus besar.

2. Menjaga kestabilan Kadar Asam di dalam Tubuh

Fungsi usus besar selanjutnya adalah menstabilkan kadar asam di dalam tubuh. Lapisan mukosa pada usus besar akan

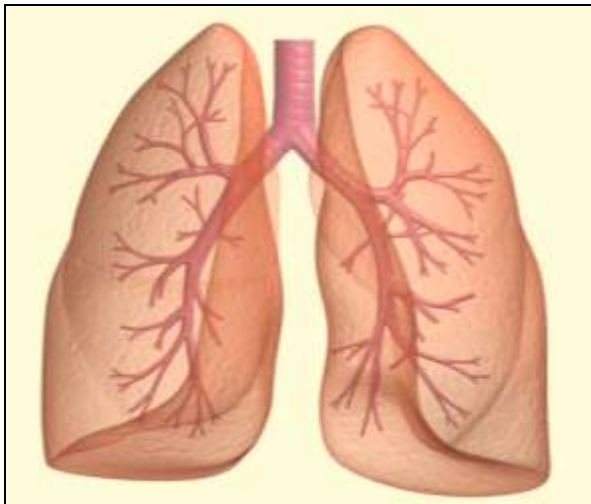
mengeluarkan zat bikarbonat yang mampu menetralkan asam dari hasil proses pencernaan asam lemak.

3. Memproduksi Antibodi

Jaringan limfoid pada usus besar diketahui memiliki peran penting dalam proses produksi antibodi untuk menjaga keseimbangan mikroflora di saluran cerna. Selain itu, antibodi yang dihasilkan pada usus besar ini juga dapat bekerja dengan melawan infeksi bakteri penyebab penyakit tertentu. (Tim Medis Siloam Hospital, 2023)

4.3.5 Paru-paru

Paru-paru adalah organ ada sistem pernafasan (respirasi) dan berhubungan dengan sistem peredaran darah (sirkulasi) vertebrata yang bernafas dengan udara.



Gambar 4.6. Usus Besar
(Sumber : Luklukaningsih, 2017)

Dalam sistem ekskresi, paru-paru mengeluarkan zat sisa metabolisme tubuh berupa karbon dioksida dan air melalui proses

pernapasan. Saat bernapas, oksigen yang dihirup manusia akan menuju paru-paru dan dialirkan ke seluruh tubuh melalui darah.

Selanjutnya, terjadi pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida di setiap sel tubuh. Karbon dioksida ini merupakan gas buangan atau limbah, yang akan dibawa lagi ke paru-paru dan dikeluarkan melalui pernapasan.

Fungsi paru-paru adalah menukar oksigen dari udara dengan karbon dioksida dari darah. Prosesnya disebut pernafasan eksternal atau bernafas. Paru-paru juga mempunyai fungsi non respirasi (Alodokter, 2023)

4.4 Kelainan dan Penyakit Pada Sistem Ekskresi Manusia

Kelima organ tubuh dalam sistem ekskresi manusia berperan sangat penting. Oleh sebab, kita perlu selalu menjaga kesehatan agar organ-organ tersebut dapat terus berfungsi dengan baik. Berikut beberapa kondisi kelainan dan penyakit pada organ sistem ekskresi manusia.

4.4.1 Kelainan dan Penyakit Pada Ginjal

Uremia : Nefron merupakan bagian dari organ ginjal, sebagian besar masalah pada ginjal terjadi di nefron. Ketika nefron terganggu, ginjal pun tidak mampu melaksanakan fungsi ekskresi untuk mengeluarkan limbah.

Ketika fungsi ekskresi ginjal tidak berjalan normal atau berhenti sepenuhnya, tubuh akan dipenuhi dengan air dan produk limbah atau disebut uremia. Ketika seseorang mengalami urisemia maka kondisi fisik yang terjadi adalah pembengkakan pada tubuh atau kaki dan rasa lelah berlebihan.

Uremia yang tidak diobati dengan benar beresiko menimbulkan kejang atau koma hingga kematian. (Azmi, 2023).

Batu Ginjal adalah gangguan di mana garam kalsium disimpan di rongga ginjal, saluran ginjal, atau kantung kemih. Batu ginjal muncul sebagai kristal yang tidak larut. Deposito ini

terbentuk karena seseorang mengonsumsi terlalu banyak garam mineral dan terlalu sedikit mengonsumsi air.

Nefritis adalah kelainan pada glomerulus. Nefritis disebabkan oleh infeksi bakteri *Streptococcus nephritidis*. Infeksi ini dapat menyebabkan urin asam dan urea kembali ke pembuluh darah, serta retensi air di kaki karena penyerapan air yang buruk.

Albuminuria adalah penyakit ginjal yang ditandai dengan tingginya kadar albumin dalam urin. Albumin merupakan salah satu jenis protein dalam darah. Kondisi ini bukanlah penyakit, tetapi merupakan gejala yang bisa menandakan penyakit tertentu (R, 2023).

4.4.2 Kelainan yang Mempengaruhi Fungsi Ekskresi Hati

Terdapat beragam jenis penyakit yang dapat memengaruhi fungsi liver dalam sistem ekskresi, di antaranya:

Hepatitis adalah kondisi medis berupa peradangan pada hati. Berdasarkan penyebabnya, hepatitis dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. **Hepatitis A:** hepatitis yang disebabkan oleh infeksi virus hepatitis A (HAV). Hepatitis jenis ini dapat menyebar melalui feses dan konsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi virus HAV.
2. **Hepatitis B:** merupakan peradangan hati yang disebabkan oleh infeksi virus hepatitis B (HBV). Hepatitis B ditularkan melalui hubungan seksual, cairan tubuh, luka terbuka, dan transfusi darah. Ibu hamil yang terinfeksi virus hepatitis B juga dapat menularkannya ke janin dalam kandungan.
3. **Hepatitis C:** peradangan yang terjadi pada hati karena disebabkan oleh infeksi virus hepatitis C (HCV).
4. **Hepatitis D:** peradangan hati yang terjadi akibat infeksi virus hepatitis delta (HDV). Penyakit ini hanya dapat terjadi pada seseorang yang juga mengidap penyakit infeksi HBV.

5. **Hepatitis E:** peradangan hati yang terjadi karena infeksi virus hepatitis E (HEV). Hepatitis E dapat menyebar dengan mudah pada lingkungan dengan sanitasi yang buruk.

Penyakit Liver Kolestasis akibat kolestatis dapat disebabkan oleh berkurangnya atau tersumbatnya cairan empedu dari hati sehingga menyebabkan penumpukan bilirubin dan menimbulkan penyakit kuning.

Penyakit Liver terkait Alkohol penyakit liver ini disebabkan oleh konsumsi minuman beralkohol secara berlebihan. Alkohol bersifat toksik dan dapat merusak sel-sel hati, terutama ketika penyaringan alkohol dari dalam darah terjadi di hati.

4.4.3 Gangguan pada Kulit

Biang keringat adalah kelainan yang menyerang organ kulit. Biang keringat terjadi karena kelenjar keringat tersumbat. Kondisi ini menyebabkan kulit tampak merah dan disertai rasa gatal.

4.4.4 Gangguan Kesehatan yang mempengaruhi fungsi Ekskresi Usus Besar

Terdapat sejumlah masalah kesehatan yang dapat mengganggu fungsi usus besar, di antaranya diare, polip usus besar, kolitis, divertikulitis, hingga kanker usus besar.

1. **Diare adalah** masalah kesehatan yang paling umum terjadi pada saluran pencernaan. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan frekuensi buang air besar disertai feses yang bertekstur cair. Penyebab umum dari diare adalah konsumsi makanan yang tidak higienis, efek samping obat-obatan, atau **intoleransi laktosa**.

2. **Divertikulitis adalah** gangguan fungsi usus besar yang terjadi karena adanya infeksi atau peradangan pada divertikula, yaitu kantung-kantung abnormal yang terbentuk di sepanjang lapisan usus. Kondisi ini dapat menyebabkan penderitanya mengeluhkan sejumlah gejala, seperti demam, mual dan muntah, **sembelit, perut kembung**, dan nyeri perut bagian kiri bawah.
3. **Polip usus besar** merupakan kondisi medis berupa tumbuhnya jaringan berlebih pada lapisan usus besar. Meski sebagian besar kasusnya tidak berbahaya, polip usus besar tetap perlu diwaspadai karena berisiko berkembang menjadi sel kanker. Adapun beberapa faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya polip usus besar adalah:
 - a. Memiliki kebiasaan merokok.
 - b. Obesitas atau berat badan berlebih.
 - c. Memiliki keluarga dengan riwayat polip usus besar.
4. **Kolitis ulseratif** adalah kondisi yang ditandai dengan peradangan pada lapisan usus besar. Sejumlah gejala yang sering dikeluhkan oleh penderita kolitis ulseratif diantaranya diare terus-menerus, BAB, nyeri atau kram perut, demam, hingga berat badan menurun.
5. **Kanker kolorektal** atau kanker usus besar merupakan gangguan fungsi usus besar yang terjadi akibat tumbuhnya sel kanker pada usus besar. Meski penyebab mutasi genetik belum diketahui secara pasti, terdapat sejumlah faktor yang diduga turut meningkatkan risiko terjadinya kanker usus besar, yaitu:
 - a. Memiliki keluarga dengan riwayat kanker usus besar.
 - b. Pernah menderita polip usus besar.
 - c. Radang usus besar.
 - d. Diabetes.
 - e. Memiliki kebiasaan merokok.
 - f. Mengonsumsi minuman alkohol secara berlebihan.

- g. Minim mengonsumsi makanan berserat.. (Tim Medis Siloam Hospital, 2023).

4.4.5 Gangguan Kesehatan yang mempengaruhi Paru-paru

Seiring bertambahnya usia, kapasitas atau kemampuan paru-paru menampung udara saat bernapas akan menurun. Oleh karena itu, disarankan untuk senantiasa menjaga kesehatan paru-paru, dengan berolahraga, tidak merokok, makan makanan bergizi seimbang, dan mengurangi stres.

Pneumonia merupakan salah satu penyakit pada sistem ekskresi dimana paru-paru berfungsi sebagai tempat pertukaran karbondioksida dan oksigen. Pneumonia disebabkan oleh infeksi bakteri, virus, atau jamur di alveoli. Akibatnya oksigen menjadi sulit masuk karena alveolus tempat pertukaran dipenuhi cairan.

Asma merupakan gangguan paru-paru yang mungkin sudah tidak asing lagi bagi banyak orang. Asma disebabkan oleh penyempitan saluran udara di paru-paru. Penderita asma sering mengalami sesak napas atau bahkan sesak dada (R, 2023)

4.5 Rangkuman

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat-zat sisa metabolisme yang telah terakumulasi dalam tubuh agar homeostasis (kesetimbangan) tubuh tetap terjaga. Sistem ekskresi berperan penting bagi tubuh manusia, berfungsi untuk menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit, keseimbangan asam basa, mengatur tekanan darah, serta membantu membuang zat-zat yang tidak diperlukan lagi oleh Tubuh.

Proses kerja sistem ekskresi melalui proses menghilangkan produk sisa metabolisme, baik sebagai cairan atau gas. Residu berupa urin dikeluarkan oleh ginjal, keringat dikeluarkan melalui kulit, empedu dikeluarkan oleh hati, dan CO₂ dikeluarkan melalui paru-paru.

Ekskresi dilakukan melalui suatu sistem ekskresi dengan menggunakan organ-organ ekskresi. Organ sistem ekskresi meliputi Ginjal, hati, kulit, usus besar dan paru-paru.

Fungsi ginjal adalah menyaring sisa makanan, obat-obatan atau racun dari darah. Selain itu, ginjal juga berperan dalam mengontrol keseimbangan cairan dan kadar elektrolit dalam tubuh. Jika tubuh Anda memiliki kelebihan garam atau mineral, ginjal Anda akan mengeluarkannya. Sampah yang terkumpul kemudian akan diubah menjadi urin dan akan keluar saat buang air kecil.

Organ ekskresi yang agak besar adalah hati, dengan berat sekitar satu kilogram. Organ ini sangat penting untuk metabolisme tubuh karena berperan sebagai organ pertahanan dan sistem kekebalan tubuh.

Kulit manusia mengandung tiga sampai empat juta kelenjar keringat. Kelenjar ini tersebar di seluruh tubuh, tetapi paling banyak di telapak tangan, kaki, wajah, dan ketiak.

Organ selanjutnya yang berperan sebagai sistem ekskresi adalah usus besar. Usus besar bertanggung jawab untuk menyerap air dan sisa nutrisi yang tidak dapat dicerna oleh usus kecil. Setelah diserap, sisa makanan dan minuman diubah menjadi tinja dan kemudian dikeluarkan melalui anus saat buang air besar.

Dalam sistem ekskresi, paru-paru memiliki fungsi mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O). Karbon dioksida dan uap air ini kemudian dilepaskan dan dikeluarkan dari paru-paru melalui saluran hidung. Sebagai gantinya, oksigen diambil.

DAFTAR PUSTAKA

- Alodokter. 2023. *Kenali 5 Organ Eksresi yang Penting bagi Tubuh Manusia*. Available at: <https://www.alodokter.com/ekskresi-tubuh-manusia-tidak-akan-terjadi-tanpa-organ-organ-ini>.
- Aryulita, D. *et al.* 2004. *BIOLOGI SMA dan MA: untuk Kelas XI - Jilid 2*. Edited by Ch. Eny Wijayanti. Erlanga.
- Azmi, N. 2023. *Penyakit Ginjal*. Available at: <https://hellosehat.com/urologi/ginjal/pengertian-sakit-ginjal/> (Accessed: 31 July 2023).
- Kuntoadi, G.B. and W, Intan F. 2019. *Buku Ajar Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa APIKES Semester 1*. Panca Terra Firma Publishing. Available at: https://books.google.co.id/books?id=OdScDwAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true.
- Luklukaningsih, Z. 2014. *Anatomi, Fisiologi dan Fisioterapi dilengkapi dengan terapi latihan*.
- Luklukaningsih, Z. 2017. *Anatomi, Fisiologi, dan Fisioterapi Dilengkapi Dengan Terapi dan Latihan*. kedua. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Manaba, F. 2016. *Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa Gizi Edisi 3*. 3rd edn. Edited by E. Rezkina. EGC. Available at: <https://egcmedbooks.com/buku/detail/2083/anatomi-fisiologi-untuk-mahasiswa-gizi-edisi-3>.
- R, R. 2023. *Pengertian, Fungsi, dan Gangguan Sistem Ekskresi pada Manusia*. Available at: <https://www.gramedia.com/literasi/sistem-ekskresi-pada-manusia/>.
- Sarpini, R. 2017. *Anatomi dan Fisiolog Tubuh Manusia Untuk Para Medis*. 5th edn. Bogor: In Media. Available at: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1162622>.

- Sehat, H. 2023. *Sistem Ekskresi pada Manusia - 5 Organ dan Fungsinya*. Available at: <https://www.sehatq.com/artikel/berkenalan-dengan-sistem-ekskresi-pada-manusia>.
- Syaifuddin. 2009. *Anatomi Tubuh Manusia untuk Mahasiswa Keperawatan*. 2nd edn. Jakarata: Jakarta Salemba Medika.
- Tim Medis Siloam Hospital. 2023. *Mengenal Anatomi & Fungsi Usus Besar pada Sistem Pencernaan*. Available at: <https://www.siloamhospitals.com/informasi-siloam/artikel/fungsi-usus-besar>.
- Widia, L. 2015. *Anatomi, Fisiologi dan Siklus Kehidupan Manusia.pdf*. 1st edn. Yogyakarta: Nuha Medika. Available at: <https://batupusaka.bantenprov.go.id/koleksi/monograf/fisiologi-manusia/Mjg0ODM-anatomi-fisiologi-dan-siklus-kehidupan-manusia-lidia-widia?perpus=aHR0cDovL29wYWMuYmFudGVucHJvdi5nbY5pZDo4MTIzL2lubGlzbGl0ZTMv>.
- Yasinta, F. and Stanis, S. 2023. *Buku Ajar Anatomi Fisiologi Manusia*. 1st edn. Yogyakarta: Zahir Publishing. Available at: https://www.google.co.id/books/edition/BUKU_AJAR_ANATOMI_FISIOLOGI_MANUSIA/3B0tEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Anatomi+dan+fisiologi+tubuh+manusia&printsec=fro ntcover.

BAB 5

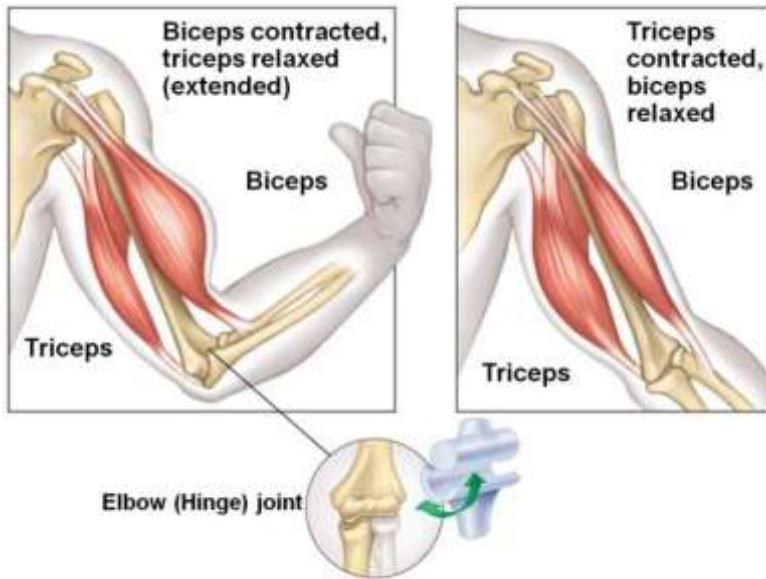
SISTEM GERAK PADA MANUSIA

Oleh Sapti Puspitarini

5.1 Pendahuluan

Manusia sebagai makhluk hidup memiliki kemampuan untuk bergerak. Bergerak merupakan sebuah aktivitas perubahan posisi atau perpindahan tempat, baik seluruh maupun sebagian dari anggota tubuh. Manusia akan bergerak sebagai salah satu bentuk dalam menanggapi rangsangan yang mengenai bagian tubuh. Manusia pada bergerak karena adanya otot dan tulang/rangka yang saling bekerja sama. Rangka manusia berwujud tulang dengan otot yang melekat pada tulang. Sistem gerak sangat erat kaitannya dengan otot dan rangka.

Sitem gerak pada manusia terdiri ada organ gerak berupa otot dan tulang/rangka. Tulang-tulang dalam tubuh dapat saling terhubung karena adanya penghubung tulang, yang disebut ligamen (otot) membentuk sendi. Adanya ligamen pada sendi ini akan menyebabkan pergerakan. Selain tulang, terdapat otot penyusun sistem gerak yang tersusun dari material-material yang membuat otot dapat berkontraksi. Kontraksi ini akan menimbulkan suatu gerakan. Gerakan tulang disebut gerak pasif karena tulang tidak dapat bergerak tanpa bantuan otot. Sedangkan gerakan dari otot ini disebut sistem gerak aktif. Alat gerak aktif dan pasif inilah yang bekerja sama untuk menimbulkan pergerakan pada manusia. Oleh karena itu, pada bab ini akan banyak dibahas tentang rangka dan otot.



Gambar 5.1. Contoh kerjasama antara otot dan tulang (Alimam, Abo Alzahab, and Alkhayat, 2017)

5.2 Alat Gerak Pasif (Rangka)

Sistem rangka manusia sebagai alat gerak aktif tersusun atas berbagai macam jenis tulang. Berdasarkan penyusunnya, tulang tersusun atas tulang tunggal (contoh lengan atas, paha) dan tulang gabungan (seperti tengkorak). Berdasarkan sifatnya, tulang manusia terdiri atas tulang keras dan tulang lunak.

5.2.1 Fungsi rangka

Meskipun sebagai alat gerak pasif, tulang memiliki peranan dan fungsi yang sangat besar bagi tubuh. Berikut ini contoh-contoh fungsi tulang:

1. Memberi bentuk tubuh

Rangka / tulang akan memberikan struktur tubuh. Sehingga dengan adanya rangka akan memberi bentuk tubuh manusia,

- dan juga menompang tubuh manusia. Sehingga manusia dapat dikenali dari bentuk tubuh.
2. Tempat melekatnya otot
Sebagai anggota sistem gerak, otot akan melekat pada rangka. Jika salah satu dari otot maupun tulang, maka sistem gerak tidak akan terjadi. Jika tidak terdapat tulang pada tubuh, maka otot tidak memiliki tempat melekat.
 3. Pelindung organ tubuh
Tulang diciptakan juga untuk melindungi organ-organ tubuh yang memerlukan perlindungan, terutama organ-organ lunak. Sebagai contoh tulang tengkorak melindungi otak, tulang rusuk melindungi organ paru-paru dan jantung, dan tulang panggul melindungi organ-organ reproduksi.
 4. Tempat penyimpanan mineral
Tulang merupakan salah satu penyimpanan cadangan mineral kalsium, natrium, dan kalium. Bahan utama penyusun tulang juga dari mineral kalsium. Jika tubuh kekurangan kalsium, kalsium dalam tulang akan diambil, sehingga menyebabkan tulang dapat menjadi rapuh dan tipis, yang menyebabkan tulang mudah patah.
 5. Tempat produksi sel-sel darah
Salah satu jenis tulang menjadi tempat produksi sel-sel darah, yakni tulang sumsum, seperti sel darah merah dan sel darah putih. Tulang sumsum merah mayoritas terdapat di ujung tulang yang berbentuk pipa, spons, dan tulang pendek.

5.2.2 Bagian rangka

Secara umum rangka manusia dibagi menjadi tiga bagian, yakni rangka kepala, badan, dan anggota gerak.

1. Rangka kepala
Rangka kepala atau sering disebut juga dengan tengkorak, yang tersusun atas seluruh tulang-tulang yang terdapat di kepala. Tulang-tulang penyusun rangka kepala saling terhubung satu

sama lain seperti direkatkan, bukan melalui perantara persendian. Rangka kepala meliputi tulang tengkorak atas, belakang, dan wajah.

2. Rangka badan

Rangka badan meliputi rangka yang terletak pada daerah badan, yakni dada dan rangka tulang belakang. Tulang dada sebagai tulang depan rangka badan tersusun atas 24 tulang rusuk (12 pasang, kanan-kiri). Tulang-tulang rusuk saling terhubung dan melekat pada tulang dada untuk melindungi organ paru-paru dan jantung. Tulang dada berbentuk pipih terletak di tengah-tengah dada. Tujuh pasang tulang rusuk teratas disebut sejati karena melekat dengan tulang dada. Kemudian, dibawahnya terdapat tiga pasang tulang rusuk yang disebut dengan tulang rusuk palsu karena tidak langsung berhubungan dengan tulang dada. Selanjutnya, dua pasang tulang rusuk terbawah tidak melekat pada tulang dada.

Rangka badan bagian belakang tersusun atas tulang-tulang ruas belakang sebanyak 33 ruas. Rangkaian tulang belakang tersusun atas tulang leher 7 ruas, tulang punggung 12 ruas, tulang pinggang 5 ruas, serta 1 buah tulang kelangkang yang disusun oleh 5 ruas. Selain penyusun rangka, tulang belakang juga berfungsi untuk melindungi sumsum tulang belakang..

3. Rangka anggota gerak

A. Rangka anggota gerak berfungsi untuk mendukung terjadinya pergerakan tubuh. Anggota gerak atas (tangan) terdiri atas bahu, tulang lengan atas, siku, tulang pengupil dan hasta, pergelangan tangan, telapak, dan jari – jari tangan.

1) Bahu.

Bahu, atau sering disebut dengan gelang bahu, tersusun atas tulang belikat dan selangka. Gelang bahu menyediakan tempat hubungan bagi tulang lengan

atas, belikat, dan selangka. Pada gelang bahu terdapat persendian peluru.

2) Lengan

Tulang lengan atas, siku, tulang pengupil dan hasta akan membentuk kelompok yang disebut bagian lengan. Kedua bagian lengan atas dan pengupil-hasta dihubungkan dengan siku. Pada bagian siku terdapat sendi engsel, yang membuat lengan bisa bergerak.

3) Tangan

Anggota tangan tersusun atas tulang-tulang pergelangan tangan, telapak, dan jari – jari tangan. Pada pergelangan tangan terdapat delapan buah tulang, yang tersusun atas dua baris denganempat tulang setiap baris. Tulang-tulang inilah yang menyebabkan pergelang tangan dapat bergerak bebas. Telapat tangan tersusun atas lima tulang. Kemudian jari-jari tangan memiliki tiga buah tulang, sedangkan ibu jari memiliki dua tulang. Pada ibu jari terdapat sendi pelana yang membuat ibu jari dapat bergerak dua arah.

B. Anggota gerak bawah, disebut juga kaki meliputi tulang-tulang dari panggul, paha, tempurung lutut, tulang kering dan betis, telapak kaki, hingga tulang ruas-ruas jari.

a. Gelang Panggul

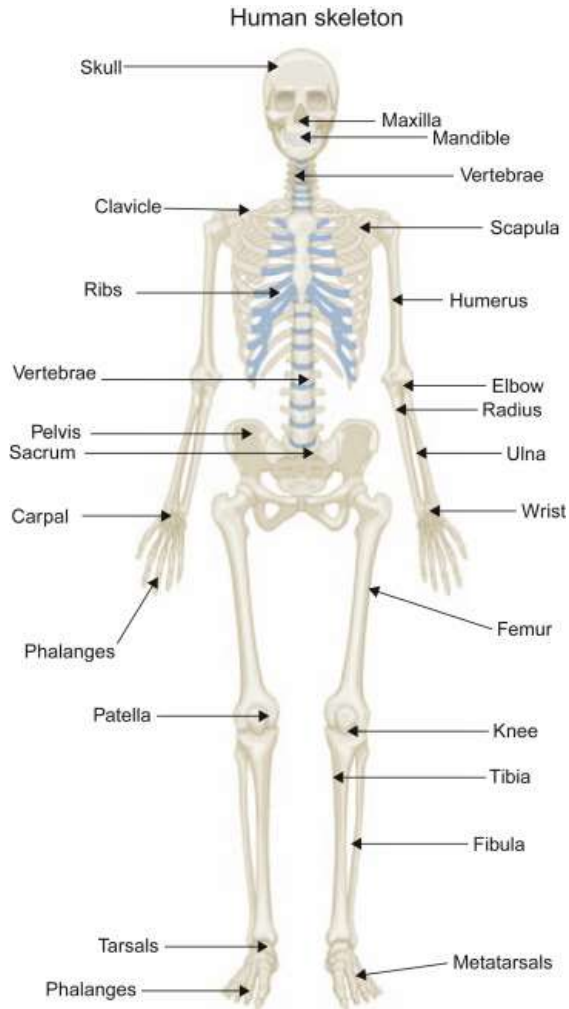
Tulang panggul berbentuk melingkar seperti gelang untuk dapat menyeimbangkan berat tubuh pada kaki. Selain anggota gerak, elang panggul juga berfungsi untuk melindungi organ yang berada pada rongga panggul seperti organ kemaluan dan reproduksi. Tulang gelang panggul tersusun atas berbagai tulang yang saling terhubung.

b. Tungkai

Tulang paha, tempurung lutut, dan tulang kering dan betis, dikelompokkan dalam sebutan tungkai. Tulang paha berbentuk pipa merupakan tulang terbesar dan terkuat dalam tubuh, karena berfungsi untuk menopang berat tubuh sewaktu beraktivitas menggunakan anggota gerak bawah. Di bawah tulang paha, terdapat tulang tempurung lutut, yang memiliki fungsi mirip dengan siku pada rangka gerak atas. Pada lutut terdapat sendi engsel. Di bawah lutut, dua buah tulang, yakni tulang betis dan tulang kering. Tulang tulang kering berfungsi untuk menyangga beban yang berasal dari tulang paha. Sedangkan, tulang betis berfungsi untuk membantu pergerakan tumit agar leluasa.

c. Kaki

Seperti halnya, tangan pada anggota gerak atas, kaki tersusun atas telapak kaki yang memiliki lima buah tulang, Kelima tulang ini akan terhubung dengandengan tulang-tulang jari kaki. Ibu jari kaki, terdiri atas dua buah tulang. Sedangkan jari kaki lainnya terdiri dari tiga buah tulang. Kaki diciptkan kuat dan kaku untuk menopang tubuh dan menggerakkan tubuh.



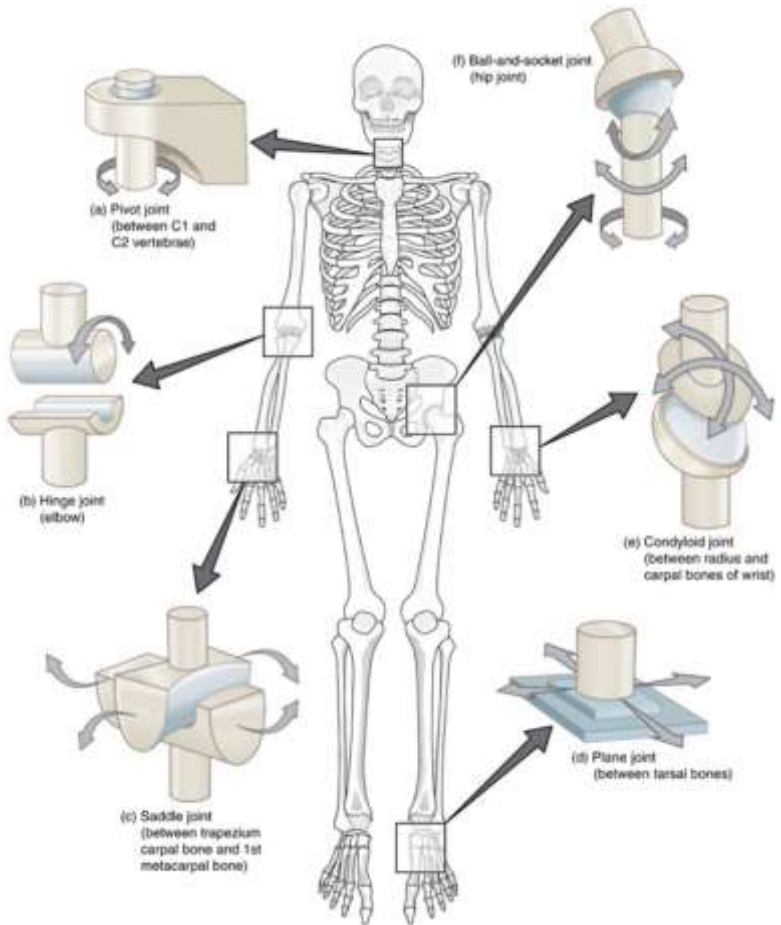
Gambar 5.2. Rangka manusia (Litwack, 2022)

5.2.3 Sendi

Sendi merupakan titik dua buah tulang saling bertemu. Sendi diikat oleh ligamen dan tendon. Terdapat tiga kelompok sendi, yakni sendi tidak dapat bergerak (contohnya pada antar

tulang tengkorak), sendi dengan gerakan terbatas (contohnya pada antar tulang belakang), dan sendi yang bergerak bebas. Sendi dengan gerakan bebas ada 4 jenis, yaitu:

1. Sendi engsel adalah sendi yang hanya dapat gerakan ke satu arah. Contoh sendi engsel adalah sendi yang terdapat pada siku yang mempertemukan lengan atas dengan lengan bawah.
2. Sendi putar, merupakan sendi yang terdapat pada tulang yang berputar pada tulang yang lain. Biasanya kedua tulang akan berbentuk saling menyilang. Contoh dari sendi ini adalah tulang pengupil yang memutar tulang hasta dengan poros bagian siku.
3. Sendi pelana merupakan sendi yang dapat menggerakkan tulang secara dua arah. Contoh dari sendi ini adalah ibu jari tangan. Dimana ibu jari dapat bergerak ke depan dan ke samping.
4. Sendi peluru merupakan sendi yang mempertemukan antara tulang yang dapat bergerak ke segala arah dengan bertumpu pada tulang. Contoh sendi peluru adalah pertemuan pada lengan atas dengan bahu, yang dapat menyebabkan lengan atas dapat bergerak ke segala arah.



Gambar 5.3. Macam-macam sendi (Sarkodie-Gyan and Yu, 2023)

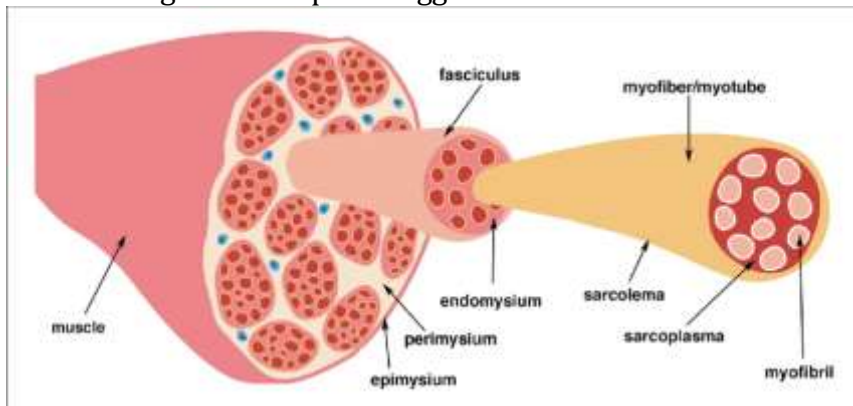
5.3 Alat Gerak Aktif (Otot)

Otot sebagai alat gerak aktif dalam sistem gerak bertugas untuk membantu pergerakan tulang. Otot merupakan jaringan dalam tubuh manusia yang terbentuk atas jaringan konektif, jaringan ikat, atau jaringan penyokong). Dalam sistem gerak otot mempunyai tugas utamanya adalah untuk melakukan kontraksi

agar dapat menggerakkan bagian-bagian tubuh. Otot akan melekat pada tulang melalui perantara yang disebut dengan tendon. Salah satu ciri tendon adalah berbentuk seperti serabut, berwarna putih, serta tidak elastis.

5.3.1 Struktur otot

Setiap otot tersusun atas sel otot yang jumlah bisa ratusan bahkan ribuan sel. Setiap otot ditemukan struktur yang mirip benang yang disebut dengan myofibril. Myofibril terbentuk dari adanya filamen-filamen baik tebal maupun tipis yang bersusun sejajar. Setiap filamen tipis tersusun adalah molekul globular dan aktin yang saling berpilin. Sedangkan filamen tebal tersusun atas protein miosin. Protein aktin dan miosin dalam filamen otot sebagai sumber energi untuk dapat menggerakkan otot.



Gambar 5.4. Anatomi struktur otot (Fernández Costa et al. 2021)

5.3.2 Macam Otot

Berdasarkan struktur dan fungsinya, jaringan otot manusia dibagi menjadi tiga kelompok yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

1. Otot polos

Otot polos dikenal sebagai otot tak sadar karena otot ini bekerja

di luar kesadaran manusia. Aktivitas otot polos dipengaruhi oleh saraf otonom yaitu saraf simpatis dan parasimpatis. Secara umum, otot polos terdapat pada organ-organ dalam dengan fungsi yang berbeda-beda tergantung pada letaknya di dalam tubuh. Misalnya, otot polos organ usus akan berkontraksi dan rileks secara bergantian untuk membantu penyerapan makanan. Otot polos memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Berbentuk gelendong yang runcing dibagian ujung
- b. Setiap sel memiliki satu inti sel pada di bagian tengah sel
- c. Otot polos bekerja lambat, teratur, tidak cepat lelah, dan di luar kesadaran.

2. Otot lurik

Otot lurik/rangka merupakan otot yang melekat pada tulang. Otot ini disebut otot lurik karena otot ini berwarna gelap dan terang sehingga tampak seperti lurik. Otot-otot ini memiliki peran utama dalam pergerakan tubuh. Otot lurik berbentuk sel panjang yang tidak bercabang. Serabut otot ini memiliki banyak inti yang terletak di pinggiran sel. Fungsi utama otot lurik adalah mendukung gerakan dan postur tubuh. Otot ini bekerja sesuai dengan implus/rangsang yang diterima, sehingga otot ini termasuk pada otot sadar.

Otot lurik memiliki ciri-ciri antara lain:

- a. Otot lurik berbentuk memanjang, silinder, serta memiliki inti banyak terdapat pada tepi-tepi sel.
- b. Otot ini bekerja atas kesadaran perintah otak dan dapat mengalami kelelahan.
- b. Otot ini melekat pada rangka sehingga disebut otot rangka

3. Otot Jantung

Otot jantung, termasuk golongan otot tidak sadar. Otot jantung berbentuk serabut lurik yang bercabang, yang berhubungan satu dengan yang lain melalui ujungnya. Setiap sel bisa

memiliki satu atau banyak inti sel dan terletak di tengah. Otot ini merupakan perpaduan dari otot polos dan otot lurik. Otot jantung adalah penyusun sel pada organ jantung dan mempunyai fungsi untuk memompa darah.

5.3.3 Mekanisme kerja otot

Otot dalam tubuh bekerja ketika mendapatkan sel-sel otot rangsangan dari sistem saraf pusat (otak atau tulang belakang) sehingga menyebabkan kontraksi. Setelahnya, reaksi kimia dari neurotransmitter yang keluar akan membuat otot dapat berkontraksi. Kontraksi sel otot terjadi akibat adanya interaksi antara filamen tipis/aktin dan tebal/miosin, sehingga aktin dan miosin tersebut bergeser. Otot dapat memendek dan memanjang ketika otot berkontraksi dan berelaksasi. Ketika pemrosesan rangsangan sudah selesai dengan baik, maka otot akan ke posisi relaksasi. Berdasarkan cara kerja, otot terbagi menjadi dua jenis, yaitu cara kerja sinergis dan antagonis. Otot sinergis adalah sistem kerja antar otot kerjanya saling bekerja sama untuk menciptakan respon/gerakan yang searah. Contoh kerja otot sinergis yakni kerja otot pronator yang mengatur telapak tangan untuk menutup, dan otot supinator yang mengatur telapak tangan untuk membuka. Otot antagonis adalah dua otot atau lebih kerjanya memiliki tujuan berlawanan. Contoh otot kerja antagonis adalah otot bisep dan trisep pada tangan. Ketika lengan bawah terangkat, otot bisep akan berkontraksi, sedangkan otot trisep akan relaksasi.

Penyakit pada sistem gerak Osteoporosis

Osteoporosis merupakan kondisi dimana tulang mengalami menipisan dan keropos, sehingga menjadi rapuh dan mudah patah. Osteoporosis dapat terjadi akibat berkurangnya massa tulang karena kekurangan kalsium yang terjadi pada waktu lama.

Arthritis

Arthritis merupakan penyakit pada daerah persendian. Rasa yang dialami biasanya sendi menjadi kaku. Penyakit ini ditandai dengan rasa sakit dan kaku akibat terjadinya peradangan dan pembengkakan pada jaringan di sekitar sendi.

Keseleo

Keseleo merupakan bentuk gangguan pada otot, ketika otot tertarik atau terpelintir. Keseleo biasanya terjadi pada kaki atau tangan sebagai alat gerak tubuh. Gejala dari keseleo diantaranya nyeri, bengkak, dan sulit bergerak di bagian yang cedera.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimam, Hassan, Nibras Abo Alzahab, and M. Alkhayat. 2017. "Design of EMG Acquisition Circuit to Control an Antagonistic Mechanism Actuated by Pneumatic Artificial Muscles PAMs." *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering* 17 (October): 37–47.
- Dave, Heeransh D., Micah Shook, and Matthew Varacallo. 2023. "Anatomy, Skeletal Muscle." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537236/>.
- Fernández Costa, Juan M., Xiomara Fernández-Garibay, Ferran Velasco, and Javier Ramón-Azcón. 2021. "Bioengineered in Vitro Skeletal Muscles as New Tools for Muscular Dystrophies Preclinical Studies." *Journal of Tissue Engineering* 12 (February): 1–19. <https://doi.org/10.1177/2041731420981339>.
- Kamaruddin, Ilham, M. Imran Hasanuddin, Muhammad Qasash Hasyim, Jumaking, Andi Muhammad Fadlih, Ika Nilawati, Agus Sutriawan, et al. 2023. *Fisiologi Olahraga*. Global Eksekutif Teknologi.
- Litwack, Gerald. 2022. "Chapter 1 - Organ Systems and Tissues." In *Human Biochemistry (Second Edition)*, edited by Gerald Litwack, 1–21. Boston: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85718-5.00011-X>.
- Muscolino, Joseph E. 2016. *The Muscular System Manual: The Skeletal Muscles of the Human Body*. Elsevier Health Sciences.
- Noto, Rachel E., Logan Leavitt, and Mary Ann Edens. 2023. "Physiology, Muscle." In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532258/>.
- Rushworth, Gary. 2011. *Body Systems Skeletal and Muscular*. Benchmark Education Company.

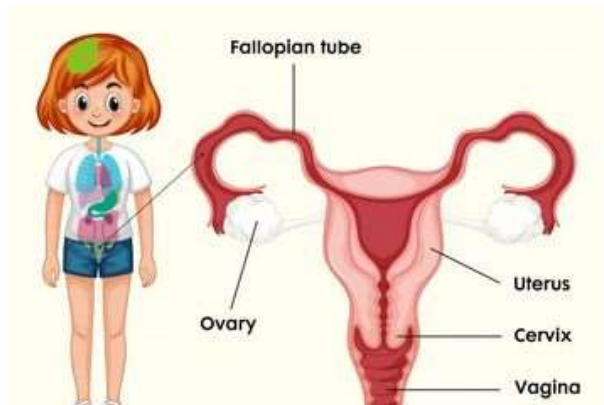
Sarkodie-Gyan, Thompson, and Huiying Yu. 2023. "The Human Locomotor System: Physiological and Technological Foundations." In *The Human Locomotor System: Physiological and Technological Foundations*, edited by Thompson Sarkodie-Gyan and Huiying Yu, 1–76. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32781-0_1.

BAB 6

SISTEM REPRODUKSI PADA MANUSIA

Oleh Nurmasita

6.1 Pendahuluan



Reproduksi merupakan kemampuan suatu organisme agar dapat memperoleh keturunan yang baru, sehingga mampu mempertahankan dan melestarikan keberlangsungan hidup spesiesnya. Sistem reproduksi pada individu bermula ketika seseorang masuk ke tahap pubertas. Hal ini di tandai dengan adanya kemampuan testis untuk memproduksi sel kelamin jantan (sperma) dan serta adanya hormon testosteron pada laki-laki. Sedangkan pada perempuan ditandai dengan adanya kemampuan ovarium memproduksi sel telur (ovum) dan hormon estrogen (Fatmawati *et al.*, 2017).

Puberitas merupakan suatu kondisi yang menunjukkan adanya perubahan bentuk tubuh dan perilaku dari suatu individu yang menjadi pertanda terjadinya kematangan pada sistem reproduksi. Manusia mengalami puberitas beberapa tahun setelah proses kelahiran. Pada individu perempuan puberitas ditandai dengan terjadinya proses “*menarche*” atau menstruasi yang terjadi setiap bulan, sedangkan pada individu laki-laki puberitas ditandai dengan terjadinya ejakulasi dini atau dikenal dengan istilah “mimpi basah” (Agustinus *et al.*, 2018).

6.2 Sistem Reproduksi pada Laki-laki

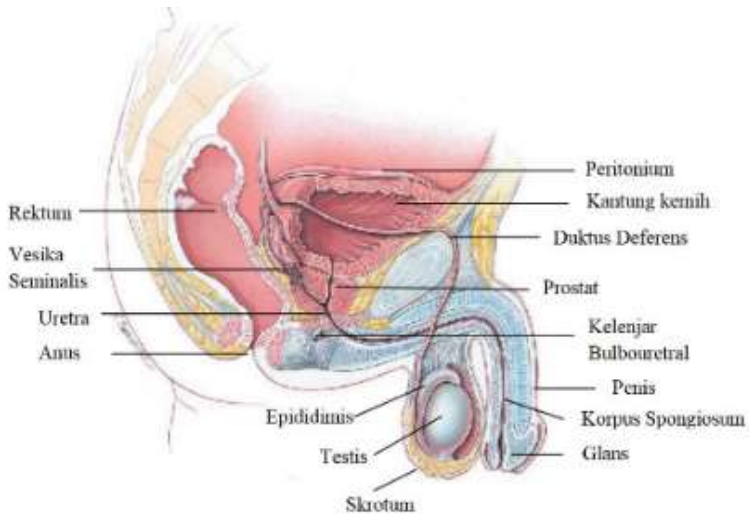
Sistem reproduksi pada laki-laki terdiri dari alat-alat reproduksi yang terletak di bagian luar dan dalam tubuh.

6.2.1 Alat Reproduksi Eksternal Laki-laki

Alat-alat reproduksi eksternal atau bagian luar pada laki-laki terdiri dari :

a. Penis

Penis merupakan alat reproduksi laki-laki yang berfungsi dalam proses penyaluran sperma masuk ke dalam alat reproduksi perempuan saat proses perkawinan terjadi. Pada bagian ujung penis atau kepala penis terdapat lipatan kulit yang menutupi disebut preputium.



Gambar 6.1. Alat reproduksi pada laki-laki

(Sumber : Tortorra & Derickson, 2009 dalam Palennari et al, 2016)

Rongga penis tersusun atas jaringan erektal yang berisi saraf dan pembuluh darah yang dapat menyebabkan rongga penis mengembang saat terjadi rangsangan seksual. Kondisi saat rongga penis mengembang disebut ereksi. Ketika rangsangan seksual berlangsung terus menerus maka sperma akan keluar melalui saluran ureter atau yang disebut proses ejakulasi

c. Skrotum

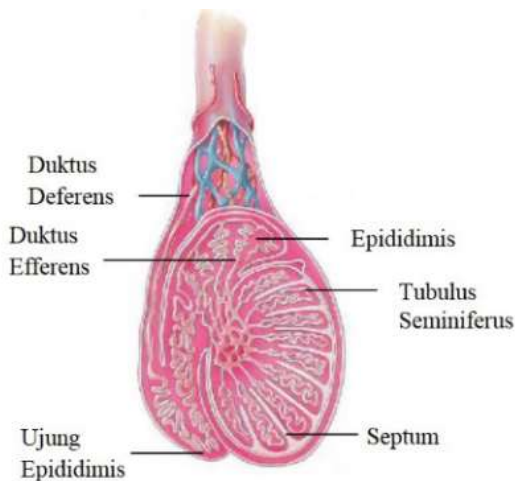
Skrotum adalah lipatan kulit yang membentuk kantong yang membungkus testis. Skrotum berfungsi mempertahankan suhu yang ideal bagi proses pembentukan sperma.

6.2.2 Alat Reproduksi Internal Laki-laki

Adapun alat-alat reproduksi bagian dalam pada laki-laki terdiri dari :

a. Testis

Testis merupakan organ reproduksi pada laki-laki yang berperan dalam pembentukan sperma. Terdapat dua buah dan terletak pada sisi kiri dan kanan yang dibungkus oleh skrotum. Selain menghasilkan sperma, testis juga memproduksi hormon-hormon yang berperan dalam sistem reproduksi (Palennari *et al.*, 2016). Pada saat laki-laki mencapai pubertas, panjang testis kurang lebih 4,5 cm, lebar 3,5 cm, tebal 3 cm, dan berat sekitar 15-25 gram (Agustinus *et al.*, 2018).



Gambar 6.2. Struktur testis

(Sumber : Totorra & Derickson, 2009 dalam Palennari *et al.*, 2016)

b. Saluran Reproduksi

Pada alat reproduksi laki-laki terdapat berbagai macam saluran reproduksi antara lain :

1. Saluran Epididimis

Epididimis merupakan saluran yang berkelok-kelok dengan panjang sekitar 6 meter yang berada di dalam kantung skrotum dan berfungsi sebagai tempat pematangan sperma. Apabila sperma yang matang tidak dikeluarkan oleh tubuh melalui proses ejakulasi maka sperma akan tetap berada di dalam saluran epididimis.

2. Saluran Vas Deferens

Vas deferens merupakan saluran dari alat reproduksi laki-laki yang berperan dalam penyaluran sperma dari saluran epididimis menuju uretra dengan gerakan peristaltik yang menyerupai gerakan pada sistem pencernaan manusia. Panjang saluran *vas deferens* adalah kurang lebih 45 cm. Sperma yang tidak dikeluarkan juga mampu bertahan di saluran vas deferens selama beberapa bulan dan diserap kembali oleh tubuh.

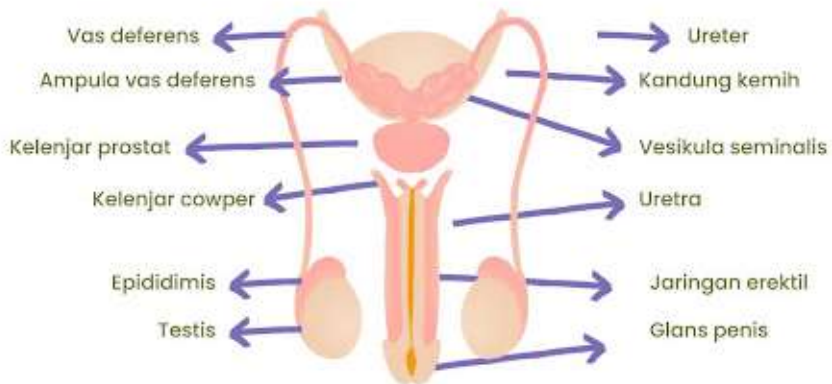
3. Uretra

Uretra merupakan saluran yang terletak di dalam penis dengan panjang kurang lebih 20 cm yang berperan sebagai saluran akhir dari alat sistem reproduksi dan sistem perkemihan. Saluran ureter menyalurkan cairan semen yang berisi sperma serta cairan urin (air seni) keluar dari tubuh.

c. Kelenjar Aksesoris

Selain testis dan saluran reproduksi, sistem reproduksi pada laki-laki juga dilengkapi dengan beberapa kelenjar reproduksi atau yang disebut dengan kelenjar aksesoris. Kelenjar aksesoris tersusun atas kelenjar prostat, kelenjar bulbouretra, dan kelenjar vesikula seminalis. Kelenjar-kelenjar ini mengeluarkan cairan yang bercampur dengan sperma membentuk semen yang kemudian akan dikeluarkan oleh tubuh laki-laki melalui

proses ejakulasi (Campbel *et al*, 2010 dalam Irdalisa *et al*, 2019).

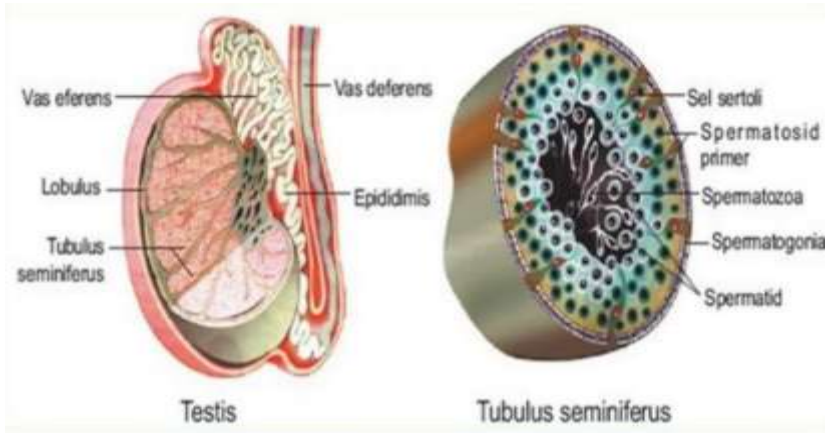


Gambar 6.3. Sistem Reproduksi pada Laki-laki
(Sumber : Ivanali, 2019)

6.2.3 Spermatogenesis

Spermatogenesis adalah proses pembentukan dan pematangan sperma yang terjadi secara terus-menerus pada individu laki-laki sejak tahapan usia pubertas dimulai. Proses pembentukan sperma berlangsung pada tubulus seminiferos di dalam testis.

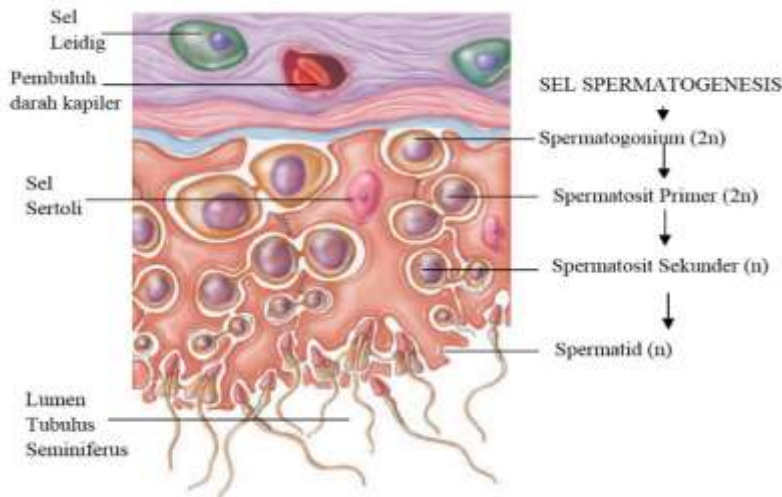
Pada awal perkembangan embrio laki-laki terdapat dua jenis sel yang terdapat di dalam saluran tubulus seminiferus, yaitu sel induk atau sel punca yang mengalami pembelahan secara mitosis membentuk spermatogonia serta sel yang belum terspesialisasi. Pada saat spermatogenesis terjadi sebagian sel tetap bertahan menjadi sel induk atau sel punca, sedangkan sebagian sel yang lain kemudian akan mengalami pembelahan secara meiosis (Paramitha & Cholifah, 2018).



Gambar 6.6. Tempat pembentukan sperma
(Sumber : Purnamasari, 2020)

Adapun tahapan spermatogenesis adalah sebagai berikut :

1. Pada tahap awal spermatogenesis, spermatogonium yang bersifat diploid (mengandung 46 pasang kromosom) akan mengalami pembelahan secara mitosis membentuk spermatosit primer
2. Spermatosit primer kemudian mengalami pembelahan meiosis I membentuk spermatosit sekunder yang bersifat haploid (mengandung 23 pasang kromosom)
3. Spermatosit sekunder melakukan pembelahan secara meiosis (meiosis II) membentuk spermatid yang berjumlah empat dengan bentuk dan ukuran yang sama. Spermatid kemudian akan mengalami pematangan disaluran epididimis yang berlangsung selama sekitar 17 hari sebelum akhirnya dikeluarkan oleh tubuh (Purnamasari, 2020).



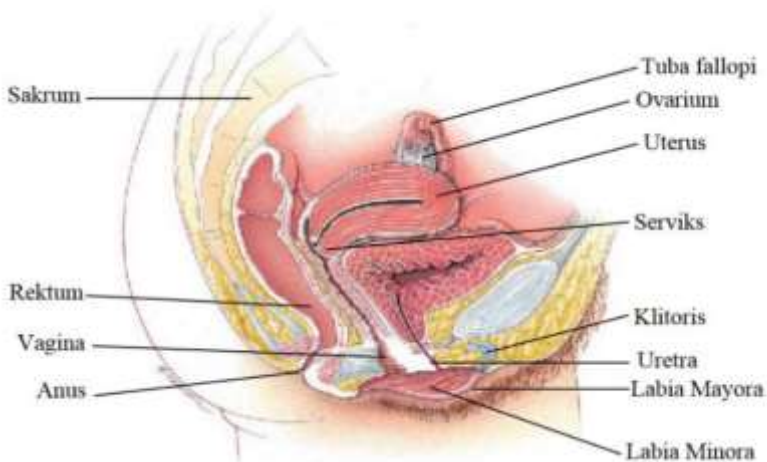
Gambar 6.7. Proses pembentukan sperma (spermatogenesis)
(Sumber : Palennari et al., 2016)

6.3 Sistem Reproduksi Pada Perempuan

Sistem reproduksi pada perempuan memiliki susunan yang lebih kompleks dibandingkan sistem reproduksi pada laki-laki. Pada sistem reproduksi laki-laki proses reproduksi sperma terjadi secara terus menerus, sedangkan pada perempuan reproduksi sel telur terjadi secara berkala yang ditandai dengan adanya siklus haid bulanan. Sistem reproduksi pada perempuan meliputi alat-alat reproduksi dan tahap pembentukan telur. Alat-alat reproduksi pada perempuan terdiri dari alat-alat reproduksi internal (bagian dalam dari tubuh) dan eksternal (bagian luar dari tubuh).

Saluran reproduksi wanita dipersiapkan untuk tahap fertilisasi atau pembuahan pada setiap siklus bulanan dan tahap implantasi atau penempelan sel telur yang telah dibuahi oleh sperma ke dinding rahim. Jika tidak terjadi proses fertilisasi atau pembuahan, maka dinding rahim akan meluruh dan keluar dari tubuh sebagai darah haid. Namun apabila terjadi fertilisasi atau

pembuahan, maka sistem reproduksi perempuan akan beradaptasi mempersiapkan kondisi untuk pertumbuhan dan perkembangan janin menjadi manusia baru (Hastuti *et al.*, 2022)



Gambar 6.8. Sistem reproduksi pada perempuan
(Sumber : Palennari et al., 2016)

6.3.1 Alat Reproduksi Internal Perempuan

1. Ovarium

Ovarium atau indung telur merupakan alat reproduksi internal (bagian dalam) dari perempuan yang berbentuk oval dan berjumlah sepasang yang terletak pada bagian kanan dan kiri dari rahim dibawah tuba uterina dan terikat oleh ligamentum latum uterus dalam rongga abdomen (Paramitha & Cholifah, 2018).

Bentuk dan ukuran ovarium pada perempuan tergantung pada usia dan tingkatan siklus menstruasi. Sebelum tahapan ovulasi terjadi, ovarium berbentuk bulat telur dengan permukaan licin dan berwarna merah muda keabu-abuan. Setelah ovulasi terjadi berkali-kali, maka bagian permukaan

ovarium tidak lagi licin akibat terbentuknya jaringan parut dan warnanya berubah menjadi keabu-abuan. Pada saat individu perempuan mencapai usia dewasa muda, ovarium berbentuk agak pipih dengan panjang sekitar 4 cm, lebar 2 cm, dengan ketebalan sekitar 1 cm dan berat kurang lebih 7 gram. Letak ovarium tergantung pada posisi rahim karena keduanya dihubungkan oleh ligamen-ligamen pada rongga abdomen (Fatmawati *et al*, 2017).

Ovarium berperan dalam proses pembentuk ovum atau sel telur yang merupakan gamet atau sel kelamin. Ovum dan sperma akan berkembang menjadi zygot setelah mengalami proses pembuahan atau fertilisasi. Selain berperan dalam produksi gamet, ovarium juga berperan dalam produksi hormon estrogen dan progesteron yang berperan dalam sistem reproduksi wanita (Palennari *et al*, 2016).

Ovarium terdiri dari dua bagian yaitu, korteks atau bagian luar yang dipenuhi oleh folikel-folikel primordial yang merupakan cikal bakal dari ovum atau sel telur, serta medula atau bagian dalam yang dipenuhi oleh pembuluh limfa, pembuluh darah dan urat saraf (Hastuti *et al*, 2022).

2. Saluran Reproduksi Pada Perempuan

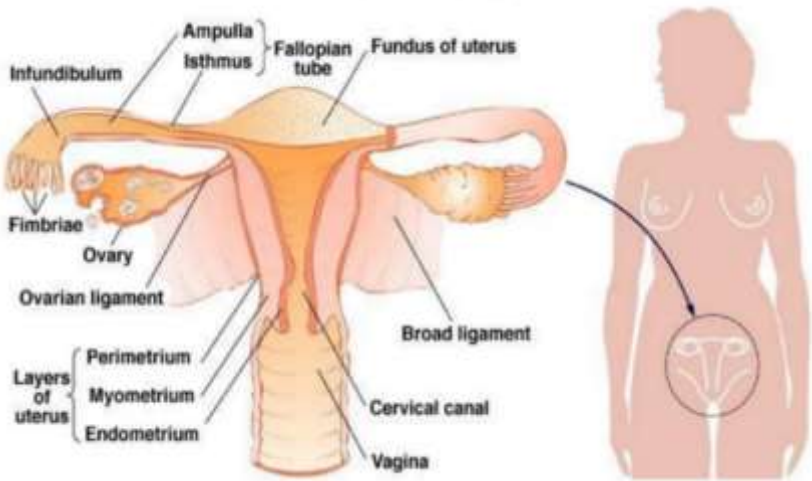
Saluran reproduksi pada perempuan terdiri dari uterus atau rahim, oviduk atau saluran telur atau tuba fallopi, dan vagina.

a. Uterus (rahim)

Uterus atau rahim merupakan organ reproduksi dalam dengan dinding yang tebal serta berotot yang dapat mengembang selama fase kehamilan terjadi. Bentuk rahim menyerupai buah pir. Struktur bagian bawah dari uterus mengecil membentuk serviks atau leher rahim. Lapisan penyusun uterus terdiri dari 3 lapis, yaitu perimetrium yang merupakan lapisan terluar, miometrium atau lapisan tengah, dan endometrium yang merupakan lapisan

terdalam yang dipenuhi oleh pembuluh darah dan lendir (Purnamasari, 2020).

Uterus berfungsi sebagai jalur bagi sperma saat menuju oviduk atau saluran telur. Uterus juga merupakan tempat menempelnya zygot setelah terjadi fertilisasi atau pembuahan, serta sebagai tempat pertumbuhan dan perkembangan janin selama kehamilan.



Gambar 6.10. Anatomi sistem reproduksi bagian dalam pada perempuan (Sumber : Ivanali, 2019)

Pada saat terjadi ovulasi atau proses pengeluaran sel telur yang telah matang maka dinding bagian dalam rahim akan mengalami penebalan. Akan tetapi jika proses fertilisasi atau pembuahan sel telur oleh sel sperma tidak terjadi, maka lapisan dinding rahim bagian dalam atau endometrium akan mengalami peluruhan yang ditandai dengan adanya pengeluaran darah melalui vagina atau yang disebut siklus menstruasi (Palennari *et al.*, 2016).

b. Oviduk (Saluran telur/Tuba fallopi)

Oviduk atau saluran telur merupakan saluran yang menghubungkan uterus dengan ovarium. Panjang oviduk kurang lebih 10-12 cm dan terdapat pada sisi kiri dan kanan yang memanjang dari uterus menuju ovarium. Oviduk berperan dalam memfasilitasi pergerakan sel telur yang telah matang yang dilepaskan dari ovarium menuju ke rahim. Oviduk juga berperan sebagai tempat terjadinya fertilisasi atau pembuahan oleh sel sperma (Efrizon et al., 2021).

Pada bagian ujung dari oviduk terdapat bagian yang melebar disebut infundibulum. Infundibulum merupakan bagian ujung tuba yang terbuka ke rongga abdomen dan mempunyai umbai yang dinamakan fimbria yang berfungsi untuk menangkap sel telur yang dilepaskan oleh ovarium yang kemudian disalurkan ke dalam oviduk menuju uterus (Ivanali, 2019).

c. Vagina

Vagina merupakan saluran akhir dari alat reproduksi bagian dalam perempuan yang berfungsi sebagai jalan lahir saat terjadi persalinan, sebagai alat senggama pada saat kopulasi (perkawinan), dan sebagai saluran yang mengeluarkan lendir dan darah dari dinding uterus yang meluruh saat proses menstruasi berlangsung (Efrizon *et al.*, 2021).

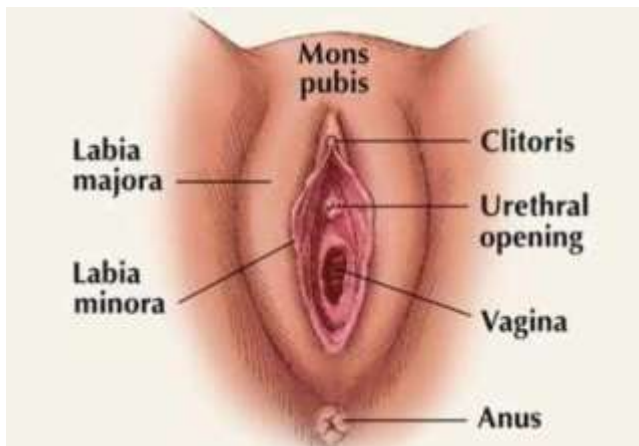
Panjang vagina kurang lebih 7-10 cm dengan bagian luar terdiri dari selaput yang berlendir. Pada lubang vagina terdapat hymen yang merupakan lapisan membran mukosa yang kaya akan pembuluh darah (Palennari *et al.*, 2016).

6.3.2 Alat Reproduksi Eksternal Perempuan

1. Pubis (*Mons veneris*)

Pubis merupakan bagian yang berada didepan *simfisis pubis* atau tulang kemaluan. Pada masa pubertas bagian ini akan

ditumbuhi rambut (Paramitha & Cholifah, 2018). Bagian pubis sebagian besar disusun oleh jaringan adiposa atau jaringan lemak yang bertambah seiring tahapan puberitas dan menurun setelah perempuan memasuki tahapan *menapouse* (Fatmawati et al., 2017).



Gambar 6.11. Alat reproduksi luar perempuan
(Sumber : Fatmawati et al., 2017)

2. Labia Mayor dan Labia Minor

Labia mayor dan minor merupakan dua pasang lapisan kulit yang terletak disamping kiri dan kanan dari lubang vagina dan saluran kencing. Labia mayor memiliki ukuran yang lebih besar dari labia minor dan banyak mengandung saraf (Paramitha & Cholifah, 2018).

Labia mayor ditutupi oleh rambut dan tersusun atas jaringan lemak, kelenjar keringat dan kelenjar minyak. Pada bagian ke arah dalam dari labia mayor terdapat sepasang lipatan kulit kecil yang disebut labia minor. Pada labia minor juga terdapat kelenjar keringat tapi tidak mengandung kelenjar minyak. Labia minor juga tidak ditumbuhi oleh rambut

(Palennari *et al.*, 2016). Labia minor berwarna merah muda dan banyak terkandung pembuluh darah, serabut saraf, dan jaringan otot polos. Labia minor ditutupi oleh bagian yang dinamakan vestibulum (Paramitha & Cholifah, 2018).

3. Klitoris

Klitoris merupakan badan kecil yang terdiri dari jaringan erektile yang mengandung saraf dan pembuluh darah, sehingga dapat dapat mengeras (tegang) saat terjadi rangsangan (Irdalisa *et al.*, 2019).

4. Selaput Darah (*Hymen*)

Hymen merupakan selaput yang berasal dari jaringan mukosa dan mengandung pembuluh darah (Ivanali, 2019). Pada hymen terdapat lubang dengan diameter kira-kira sebesar ujung jari yang merupakan tempat bagi darah haid keluar dari tubuh pada saat siklus menstruasi berlangsung. *Hymen* dapat mengalami robekan akibat berbagai cara, salah satunya saat terjadi hubungan kelamin untuk pertama kalinya. *Hymen imperforata* merupakan kondisi saat hymen tidak memiliki lubang yang dapat menyebabkan darah haid tetap berada di dalam vagina, sehingga mengakibatkan vagina mengembang saat menstruasi terjadi (Paramitha & Cholifah, 2018).

6.3.3 Proses Pembentukan Sel Telur (*Oogenesis*)

Oogenesis adalah tahap pembentukan sel telur yang berlangsung pada ovarium. Pada embrio dengan jenis kelamin perempuan oogonium atau sel induk telur dibentuk dari sel punca (*stem cell*) primordial. Oogonium kemudian mengalami pembelahan secara mitosis menjadi oosit primer yang telah ada sejak bayi, namun baru mulai mengalami perkembangan saat individu perempuan mulai memasuki masa pubertas. Oosit primer

bersifat diploid (memiliki 46 kromosom) dan terdapat di dalam folikel pada ovarium (Paramitha & Cholifah, 2018). Adapun tahapan dari proses oogenesis yang dipaparkan oleh Irdalisa (2019) adalah sebagai berikut :

1. Tahap proliferasi

Tahap proliferasi atau tahap penggandaan merupakan tahap dimana oogonium (sel induk telur) yang bersifat diploid (mengandung 46 kromosom) mengalami pembelahan secara mitosis membentuk oosit primer yang juga masih bersifat diploid.

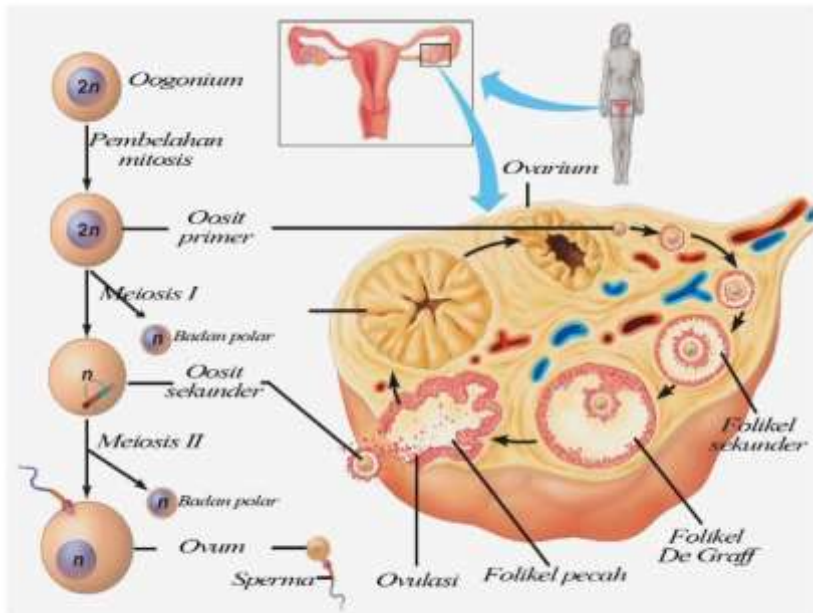
2. Tahap pertumbuhan

Tahap ini ditandai dengan proses pertumbuhan yang terjadi pada oosit primer dan berlangsung dalam ovarium bayi. Oosit primer masih dalam keadaan dorman hingga akan perempuan memasuki fase piberitas.

3. Tahap pematangan

Tahap pematangan ditandai dengan pembelahan secara meiosis yang terjadi secara dua kali (meiosis I & meiosis II). Tahap pematangan berlangsung saat individu perempuan memasuki fase pubertas yang ditandai dengan adanya perubahan secara hormonal pada tubuh anak perempuan. Adanya perubahan secara hormonal juga menyebabkan oosit primer membelah secara meiosis I menjadi oosit sekunder dengan bentuk yang lebih besar serta ootid (badan polar) I dengan bentuk yang lebih kecil dari oosit sekunder.

Pembelahan meiosis I menghasilkan sel yang bersifat haploid (mengandung 23 kromosom). Oosit sekunder kemudian akan mengalami pembelahan secara meiosis II jika terjadi fertilisasi (pembuahan) oleh sel sperma. Namun jika tidak mengalami fertilisasi, maka oosit sekunder akan berdegeneratif dan diserap kembali oleh tubuh.



Gambar 6.12. Proses Oogenesis
(Sumber : Ivanali, 2019)

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinus, I'tishom, R., & Pramesti, D. 2018. *Biologi Reproduksi Pria* (1st ed., Vol. 1). Airlangga University Press.
- Efrizon, S., Septianora Zulfa, C., Atifah, Y., Achyar, A., & Ramadhani, S. 2021. Reproductive System In Humans Sistem Alat Reproduksi Pada Manusia. *Universitas Negeri Padang*, 01(2021).
<https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol1/95>
- Fatmawati, L., St, S., & Kes, M. 2017. *Diktat Anatomi Fisiologi Sistem Reproduksi-Genap 2017 DIKTAT SISTEM REPRODUKSI I ANATOMI FISILOGI SISTEM REPRODUKSI* (1st ed.). Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Gresik.
- Hastuti, Alang, H., Syokumawena, Tivani, I., Yusuf, N. N., Apriyanti, E., Putri, S. G., Sister, S., & Rafika. 2022. *ANATOMI FISILOGI* (Ulfa, Ed.; 1st ed.). Zahir Publishing.
- Irdalisa, Paidi, & Djukri. 2019. *SISTEM REPRODUKSI PADA MANUSIA* (1st ed., Vol. 1). Pendidikan Biologi UHAMKA.
- Ivanali, K. 2019. *MODUL SISTEM REPRODUKSI MANUSIA* (1st ed.). Penerbit : Fakultas Fisioterapi, Universitas Esa Unggul .
- Palennari, M., Lodang Hamka, Faisal, & Muis Abd. 2016. *BIOLOGI DASAR* (1st ed., Vol. 1, pp. 1–102). Alauddin University Press.
<http://www.wallpapersxl.com/wallpaper/1366x768/powerrpoint-free-hd-fresh-leaf>
- Paramitha, A., & Cholifah. 2018. *BUKU AJAR BIOLOGI REPRODUKSI* (S. B. Sartika & T. M. Multazam, Eds.; 1st ed.). UMSIDA Press.
- Purnamasari, A. 2020. *SISTEM REPRODUKSI BIOLOGI-KELAS XI* (1st ed.). Direktorat SMA, Direktorat Jendral PAUD, Diknas, Dikmen.

BAB 7

SISTEM KOORDINASI PADA MANUSIA

Oleh Evi Ristiana

Sistem koordinasi merupakan suatu sistem yang mengatur kerja semua sistem organ agar dapat bekerja secara serasi. Sistem koordinasi bekerja untuk menerima rangsangan, mengolahnya dan kemudian meneruskannya untuk menanggapi rangsangan.

7.1 Sistem Koordinasi

Pernahkah tanganmu menyentuh benda yang panas? Bagaiman reaksi tanganmu atau tubuhmu? Bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Bila kamu mendengar seseorang memanggil namamu, tentunya kamu akan menoleh, bagaimana hal tersebut bisa terjadi? Ada sesuatu dari luar yaitu panasnya benda yang kamu sentuh, atau suara panggilan dari temanmu. Tubuhmu memberikan tanggapan terhadap rangsang dari luar tersebut. Jantung berdebar dan tangan bergerak spontan karena terkejut, Pernahkah kamu pikirkan mengapa dan bagaimana tubuhmu bisa memberi tanggapan atau respon seperti itu? Sistem koordinasi, dan indera bersama-sama terlibat dalam proses tersebut.

Pernahkah kamu menginjak benda yang panas? Tanpa kamu sadari, kamu langsung menarik kakimu. Mengapa hal ini terjadi? Hal ini terjadi karena kamu memiliki sistem saraf yang berfungsi untuk merespons rangsangan dan melaporkannya ke otak. Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi tubuh. Selain sistem saraf, terdapat sistem hormon yang mengendalikan sistem fisiologis tubuh. Sistem saraf berhubungan erat dengan alat indera manusia.

Misalnya, ketika kamu menyentuh batang bunga yang berduri, kamu terlebih dahulu melihat batang tersebut dengan mata. Kemudian, kamu menyentuh duri tersebut, lalu kamu terkejut karena duri tersebut melukai kulitmu. Dari responmu tersebut pun sistem saraf telah bekerja.

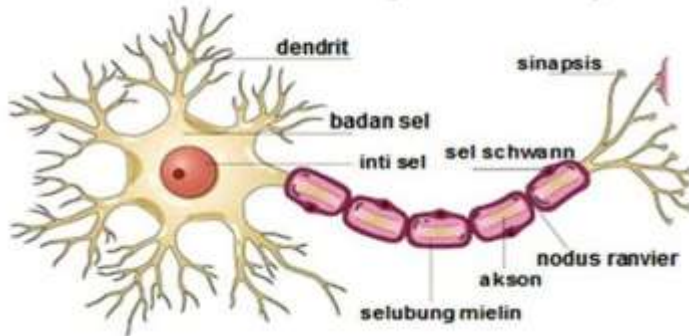
7.2 Sistem Saraf

Sistem saraf disusun oleh satuan terkecil yang disebut sel saraf. Sistem saraf terdiri atas otak, sumsum tulang belakang, dan saraf (neuron). Fungsi sistem saraf adalah sebagai pengatur koordinasi alat-alat tubuh dan sebagai pusat kesadaran, kemauan, dan pikiran.

1. Sel Saraf

Sel saraf atau neuron merupakan unit dasar dari sistem saraf. Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibagi menjadi dua macam, yaitu neuron dan neuroglia. Neuron berfungsi sebagai pembawa impuls dari organ ke saraf pusat atau sebaliknya. Sedangkan, neuroglia berperan untuk mendukung neuron melaksanakan tugasnya dengan baik. Neuron terdiri atas tiga bagian, yaitu: badan sel, dendrit, dan neurit. Badan sel memiliki sebuah inti dan di dalam sitoplasmanya terdapat butir-butir Nissl yang mengandung RNA. Butir-butir Nissl ini berfungsi untuk mensintesis protein. Dendrit berfungsi untuk menyampaikan impuls (rangsangan) menuju badan sel. Sedangkan, neurit berfungsi menyampaikan informasi dari badan sel ke sel lainnya. Pertemuan antara neurit dengan dendrit disebut sinapsis. Di dalam neurit terdapat serabut-serabut halus yang disebut neurofibril. Neurofibril diselubungi oleh selaput mielin yang berfungsi melindungi dan memberi makan neurit. Pada tempat tertentu, terdapat penyempitan yang tidak diselubungi selaput mielin, disebut nodus ranvier.

Sel Saraf (Neuron)



Gambar 7.1. sel saraf

Berdasarkan struktur dan fungsinya, terdapat tiga macam sel saraf, yaitu sel saraf sensorik, motoris, dan konektor (interneuron).

- a. Neuron sensorik (neuron aferen) berfungsi untuk menghantarkan impuls dari indera ke sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang).
 - b. Neuron motoris (neuron eferen) berfungsi untuk menghantar impuls dari sistem saraf pusat ke kelenjar atau otot.
 - c. Neuron Konektor (Interneuron) berfungsi untuk meneruskan impuls (rangsangan) dari neuron sensorik ke neuron motoris. Interneuron merupakan sel saraf yang memiliki banyak dendrit dan akson (multipolar).
2. Gerak Biasa dan Gerak Refleks

Gerak adalah suatu aktivitas tubuh karena adanya rangsangan oleh saraf. Gerak dibagi menjadi dua macam, yaitu gerak biasa dan gerak refleks. Gerak biasa adalah gerak yang dilakukan dengan kesadaran. Sedangkan, gerak refleks

dilakukan di luar kesadaran. Gerak refleks sangat dibutuhkan untuk menghindari bahaya. Berdasarkan letak neuron penghubung (neuron konektor), gerak refleks dibagi menjadi dua macam, yaitu refleks otak dan refleks tulang belakang. Jika neuron konektornya terletak di otak disebut refleks otak. Contohnya, gerakan pupil mata yang menyempit dan melebar karena terkena rangsangan cahaya. Jika neuron konektornya terletak di sumsum tulang belakang disebut refleks sumsum tulang belakang. Contohnya, gerakan lutut yang tidak disengaja.

3. Sistem Saraf Pusat dan Saraf Tepi

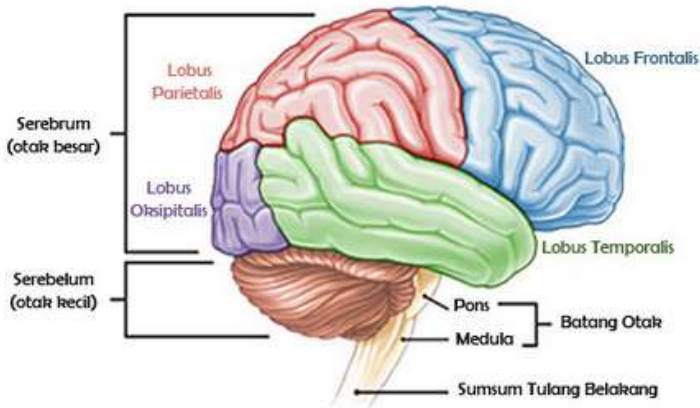
Sistem saraf dibagi menjadi dua macam, yaitu sistem saraf pusat dan saraf tepi. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Sedangkan, sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf sadar (saraf kraniospinal) dan saraf tak sadar (saraf otonom).

- a. Sistem Saraf Pusat merupakan pusat pengaturan informasi. Seluruh aktivitas tubuh dikendalikan oleh sistem saraf pusat. Sistem saraf pusat terdiri atas otak dan sumsum tulang belakang. Otak dilindungi oleh tengkorak dan sumsum tulang belakang dilindungi oleh ruas-ruas tulang belakang. Otak dan sumsum tulang belakang dibungkus oleh selaput meninges yang melindungi sistem saraf halus, membawa pembuluh darah, dan dengan mensekresi sejenis cairan yang disebut cairan serebrospinal, selaput meninges dapat memperkecil benturan dan guncangan. Meninges terdiri atas tiga lapisan, yaitu piamater, arachnoid, dan duramater.

1) Otak

Otak merupakan pusat saraf yang terletak di dalam rongga tengkorak. Otak manusia terdiri atas dua belahan, yaitu otak kiri dan kanan. Otak kiri mengendalikan tubuh bagian kanan. Sebaliknya, otak kanan mengendalikan tubuh bagian kiri. Hal ini terjadi

karena pindah silang pada jalur-jalur spinal. Otak dibagi menjadi empat bagian, yaitu otak besar, otak tengah, otak kecil, dan sumsum lanjutan.



Gambar 7.2. Otak Manusia

Otak Besar (cerebrum)

Otak besar pada manusia dewasa memiliki volume sekitar $\pm 1500 \text{ cm}^3$. Permukaan otak berlipat-lipat sehingga dapat memuat jutaan neuron. Bagian luar otak berisi neuron sehingga berwarna kelabu (substansia grisea). Sedangkan, otak bagian dalam berisi neurit dan dendrit sehingga berwarna putih (substansia alba). Otak besar merupakan pusat ingatan, kesadaran, kecerdasan, dan kemauan. Selain itu, otak besar juga merupakan sumber semua kegiatan yang manusia sadari. Otak besar terbagi menjadi empat bagian, yaitu:

- a) Bagian depan : pusat gerakan otot

- b) Bagian tengah : pusat perkembangan kecerdasan dan ingatan
- c) Bagian samping : pusat pendengaran
- d) Bagian belakang : pusat penglihatan

Otak tengah (mesensefalon)

Otak tengah merupakan bagian otak yang terletak di antara pons vasoli dan diensefalon. Otak tengah berhubungan dengan sistem penglihatan dan pendengaran. Di bagian dari depan otak tengah:

- a) Talamus, yaitu bagian yang menjalankan pemisahan pertama impuls yang tiba dan mengarahkan impuls ke bagian cerebrum yang berbeda, serta mengarahkan sebagian dari impuls ke sumsum tulang belakang.
- b) Hipotalamus, yaitu bagian yang mengatur suhu tubuh, selera makan, dan keseimbangan cairan tubuh.

Otak kecil (cerebelum)

Otak kecil terletak di bawah otak besar, di dalam rongga tengkorak bagian belakang. Fungsi otak kecil adalah untuk mengatur keseimbangan tubuh, posisi tubuh, dan gerakan otot yang disadari. Bagian kiri dan bagian kanan otak kecil dihubungkan oleh suatu penghubung yang disebut jembatan varol, seperti otak besar. Bagian luar otak kecil (korteks) berwarna kelabu dan bagian dalam (medula) berwarna putih.

Sumsum lanjutan (medula oblongata)

Sumsum lanjutan terdapat di muka otak kecil dan di bawah otak besar, dan merupakan perpanjangan dari sumsum tulang belakang. Bagian dalamnya berisi neuron sehingga berwarna kelabu. Sedangkan, bagian luarnya berwarna putih karena berisi neurit dan dendrit. Fungsi sumsum lanjutan adalah sebagai pengatur pernapasan, gerakan jantung, dan gerak alat pencernaan.

2) Sumsum tulang belakang (medula spinalis)

Sumsum tulang belakang dilindungi atau berada di dalam ruas-ruas tulang belakang. Bagian luarnya berwarna putih dan bagian dalam berwarna kelabu. Sumsum tulang belakang terletak memanjang dari ruas-ruas leher sampai ruas pinggang yang kedua. Selaput otak juga menyelaputi sumsum tulang belakang.

Fungsi sumsum tulang belakang, yaitu:

- a) Pusat perantara antara susunan saraf tepi dan otak.
- b) Menghantarkan impuls menuju atau dari otak.
- c) Mengatur gerak refleks tubuh.

Penampang melintang sumsum tulang belakang terlihat seperti gambar kupu-kupu dengan warna kelabu, berisi neuron. Rangsang disampaikan ke otot lewat serabut saraf sensorik. Sedangkan, tanggapan dari pusat ke efektor disampaikan lewat serabut saraf motorik. Serabut saraf tersebut terdapat di sumsum tulang belakang.

Sistem Saraf Tepi

Sistem saraf tepi terdiri atas sistem saraf sadar dan sistem saraf tidak sadar. Sistem saraf sadar meliputi sistem saraf kepala (kranial). Sedangkan, sistem saraf tidak sadar dibagi menjadi dua macam, yaitu saraf simpatik dan parasimpatik.

- 1) Sistem Sistem saraf sadar (kraniospinal) merupakan saraf yang mengatur gerakan yang dilakukan secara sadar. Sistem saraf sadar dibagi menjadi dua macam, yaitu kranial dan spinal. Sistem saraf kranial atau kepala disusun oleh 42 pasang saraf yang keluar dari otak. Saraf kranial berhubungan dengan reseptor dan efektor untuk daerah kepala. Sedangkan, saraf spinal disusun oleh 31 pasang saraf yang keluar dari sumsum tulang belakang.
- 2) Sistem saraf tak sadar (saraf otonom). Sistem saraf otonom dibagi menjadi dua bagian, yaitu saraf simpatik dan parasimpatik yang memiliki susunan dan fungsi yang khas.

Sistem saraf simpatik

Sistem saraf simpatik terdiri atas serangkaian urat kembar berupa ganglion-ganglion yang tersebar di beberapa daerah, seperti daerah leher, daerah dada, daerah pinggang, dan daerah pelvis. Serabut saraf simpatik berfungsi untuk merangsang kerja otot jantung, otot-otot tak sadar semua pembuluh darah, dan semua alat-alat dalam, seperti lambung, pankreas, dan usus. Selain itu, merangsang serabut motorik sekretorik pada kelenjar keringat dan mempertahankan tonus semua otot, termasuk tonus otot sadar.

Sistem saraf parasimpatik

Susunan saraf parasimpatik berupa jaringan susunan saraf yang berhubungan dengan ganglion-ganglion yang tersebar di seluruh tubuh. Sistem saraf parasimpatik memiliki fungsi kebalikan dari saraf simpatik.

7.3 Sistem Indera

Tubuh manusia mempunyai berbagai organ indera. Masing-masing organ indera dikhususkan untuk mendeteksi adanya rangsang tertentu. Mata mendeteksi adanya cahaya. Hidung dan lidah mendeteksi adanya molekul-molekul zat kimia. Telinga mendeteksi adanya getaran atau gelombang udara. Kulit mendeteksi adanya panas, dingin, sentuhan, dan tekanan. Organ indera bisa menentukan adanya rangsang tertentu karena ada sel-sel reseptor. Reseptor adalah bagian saraf yang menanggapi rangsang. Reseptor tertentu peka terhadap rangsang tertentu.

1. Indera Penglihatan

Mata merupakan indera penglihatan yang dibentuk untuk menerima rangsangan berkas-berkas cahaya pada retina. Kemudian, rangsangan ini dialihkan ke pusat penglihatan melalui serabut-serabut nervus optikus untuk ditafsirkan.

a. Struktur Mata

Mata manusia berbentuk agak bulat, dilapisi oleh tiga lapis jaringan yang berlainan, yaitu lapisan luar, lapisan tengah, dan lapisan dalam mata.

1) Lapisan luar mata (lapisan sklera)

Lapisan sklera sangat kuat dan berwarna putih. Di lapisan ini terdapat kornea yang bening, yang menerima cahaya masuk ke bagian dalam mata dan membelokkan berkas cahaya sedemikian rupa sehingga dapat difokuskan.

2) Lapisan tengah mata (lapisan koroid)

Lapisan koroid berpigmen melanin dan mengandung banyak pembuluh darah. Lapisan ini berfungsi untuk menghentikan refleksi berkas cahaya yang menyimpang di dalam mata. Lapisan koroid membentuk iris.

3) Lapisan dalam mata (retina)

Retina terdiri atas reseptor cahaya yang sesungguhnya, yaitu berbentuk batang dan kerucut. Pada bagian lapisan retina yang dilewati berkas saraf ke otak tidak memiliki reseptor dan tidak peka terhadap sinar. Oleh karena itu, daerah ini disebut bintik buta.

b. Reseptor Mata

Reseptor penglihatan mata ialah sel batang dan sel kerucut, yaitu sel-sel yang tersusun rapat di bawah permukaan retina.

1) Sel batang

Sel batang berfungsi untuk penglihatan dalam cahaya suram, tetapi tidak mampu membedakan warna. Agar cahaya dapat diserap, pada sel batang terdapat pigmen yang disebut rodopsin. Untuk pembentukan rodopsin diperlukan vitamin A. Jika kamu kekurangan vitamin A, rodopsin yang dihasilkan sedikit sehingga kamu tidak bisa melihat dalam gelap atau yang disebut buta senja.

2) Sel kerucut

Sel kerucut sangat peka terhadap intensitas cahaya tinggi sehingga berperan untuk penglihatan pada siang hari dan dapat membedakan warna. Satu sel kerucut hanya menyerap satu macam warna. Pada mata terdapat tiga sel kerucut yang masing-masing menyerap warna merah, hijau, dan biru.

c. Otot pada Mata

Mata memiliki enam otot penggerak mata, empat di antaranya lurus, sementara yang dua lagi agak serong. Aksi otot-otot ini memungkinkan bola mata diputar ke segala arah. Biasanya, sumbu kedua mata mengarah serentak pada satu titik yang sama. Jika mata tidak dapat mengarah

secara serentak lagi, mata mengalami kelainan yang disebut juling.

2. Indera Pendengaran (Telinga)

Telinga merupakan organ pendengaran. Telinga terdiri atas tiga bagian, yaitu telinga luar, telinga tengah, dan rongga telinga dalam.

a. Telinga Luar

Telinga luar terdiri atas daun telinga yang merupakan tulang rawan elastis. Daun telinga berfungsi untuk menerima dan mengumpulkan suara yang masuk, terdapat rambutrambut halus yang berfungsi untuk menghalangi benda asing yang masuk. Selain itu, terdapat kelenjar lilin yang menjaga agar permukaan saluran luar dan gendang telinga tidak kering.

b. Telinga Tengah

Telinga tengah disebut juga rongga timpani merupakan bilik kecil yang mengandung udara. Rongga ini terletak di sebelah dalam membran timpani atau gendang telinga. Di sebelah depan telinga tengah terdapat saluran eustachius yang menghubungkan rongga dengan faring. Saluran ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan udara antara udara luar dengan udara di dalam telinga tengah.

c. Telinga Dalam

Rongga telinga dalam terdiri atas berbagai rongga yang menyerupai saluran-saluran dalam tulang temporalis. Rongga-rongga ini disebut labirin tulang dan dilapisi membran membentuk labirin membranosa. Labirin tulang terdiri atas tiga bagian, yaitu vestibula, saluran setengah lingkaran yang bersambung dengan vestibula, dan kokhlea. Kokhlea adalah sebuah tabung berbentuk spiral yang membelit dirinya seperti rumah siput. Dalam setiap belitan terdapat saluran membranosa yang mengandung ujung-

ujung akhir saraf pendengaran. Cairan dalam labirin membranosa disebut endolimfa dan di luar labirin membranosa disebut perilimfa.

d. Saraf Pendengaran

Saraf pendengaran (*nervus auditorius*) terdiri atas dua bagian, salah satunya berkaitan dengan bagian vestibuler rongga telinga dalam yang berhubungan dengan keseimbangan. Serabut-serabut saraf ini bergerak menuju nukleus vestibularis yang berada pada titik pertemuan antara pons dan medula oblongata, kemudian bergerak ke cerebellum. Bagian kokhlearis pada *nervus auditorius* adalah saraf pendengar yang sebenarnya. Cedera pada saraf kokhlearis akan mengakibatkan ketulian saraf. Sedangkan, cedera pada saraf vestibularis akan menimbulkan vertigo.

3. Indera Peraba (Kulit)

Kulit merupakan indera peraba. Kulit menutupi dan melindungi permukaan tubuh dan bersambung dengan selaput lendir yang melapisi rongga-rongga dan lubang-lubang masuk. Kulit mempunyai banyak fungsi, yaitu sebagai indera peraba, membantu mengatur suhu dan mengendalikan hilangnya air dari tubuh, dan mempunyai sedikit kemampuan eksretori, sekretori, dan absorpsi. Kulit dibagi menjadi dua lapisan, yaitu epidermis (kutikula) dan dermis (korium).

a. Epidermis

Epidermis tersusun atas epitelium berlapis dan terdiri atas dua lapisan, yaitu lapisan tanduk dan zona germinalis. Lapisan tanduk (lapisan epidermal) terletak paling luar dan tersusun atas tiga lapisan sel yang membentuk epidermis, yaitu *stratum korneum*, *stratum lusidum*, dan *stratum granulosum*. Zona germinalis terletak di bawah lapisan tanduk, terdiri atas sel berduri dan sel basal. Sel berduri adalah sel dengan fibril halus yang menyambung

sel satu dengan yang lain. Sedangkan, sel basal terus-menerus memproduksi sel epidermis baru.

b. Dermis

Lapisan dermis tersusun atas jaringan fibrus dan jaringan ikat yang elastis. Pada permukaan dermis tersusun papila-papila kecil yang berisi pembuluh darah kapiler. Ujung akhir saraf sensoris terletak Di dalam kelenjar efidermis keringat yang berbentuk tabung berbelit-belit terletak di sebelah dalam dermis, salurannya melalui dermis dan epidermis, kemudian bermuara ke pori-pori kulit. Pada kulit terdapat beberapa jenis reteptor, antara lain rasa nyeri, rasa panas, rasa dingin, rasa sentuhan, dan rasa tekanan. Kulit dan jaringan di bawahnya bekerja sebagai tempat penyimpanan air dan jaringan adiposa tempat menyimpan lemak. Hal ini sangat diperlukan agar panas tubuh tidak cepat keluar dari tubuh (untuk menghangatkan tubuh).

4. Indera Perasa (Pengecap)

Lidah merupakan indera perasa. Selain membantu proses pencernaan, lidah juga dapat merasakan rasa makanan. Permukaan lidah kasar karena terdapat tonjolan yang disebut papila. Papila ini berfungsi untuk mengecap. Ada empat macam rasa kecapan, yaitu rasa manis, pahit, asam, dan asin. Umumnya, makanan memiliki ciri harum dan ciri rasa. Ciri harum merangsang ujung saraf penciuman, bukan pengecapan. Agar dapat dirasakan, semua makanan harus menjadi cairan dan harus bersentuhan dengan ujung saraf yang mampu menerima rangsangan berbeda-beda. Reseptor rasa manis dan asin terdapat di ujung lidah, rasa pahit di pangkal lidah, dan untuk rasa asam ada di sisi lidah bagian dalam.

5. Indera Penciuman

Indera penciuman terdapat di rongga hidung. Sel-sel sensori penerima rangsang berupa bau terdapat di lapisan epitel dalam

rongga hidung dan dilindungi oleh mukus (lendir). Di akhir setiap sel sensori terdapat silia atau rambut pembau. Rasa penciuman dirangsang oleh gas yang terhirup. Rasa penciuman ini sangat peka, tetapi kepekaan ini mudah hilang bila dihadapkan pada suatu bau yang sama untuk waktu yang lama. Rasa penciuman akan melemah bila kamu sedang flu karena terdapat penumpukan cairan yang menghalangi silia untuk membaui sesuatu.

7.4 Sistem Hormon

Hormon adalah zat kimia berbentuk senyawa organik yang dihasilkan oleh senyawa organik. Hormon mengatur berbagai aktivitas dalam tubuh, seperti homeostasis (pengaturan secara otomatis dalam tubuh agar kelangsungan hidup dapat dipertahankan), metabolisme, reproduksi, pertumbuhan, dan perkembangan.

Hormon dihasilkan oleh kelenjar endokrin, atau disebut juga kelenjar buntu, karena hormon tidak dialirkan melalui saluran, namun langsung masuk ke pembuluh darah.

Ciri – ciri hormon adalah sebagai berikut :

1. Diproduksi dan disekresikan ke dalam darah oleh sel kelenjar endokrin dalam jumlah sedikit.
2. Diangkut ke sel atau jaringan tujuan oleh darah.
3. Mengadakan interaksi dengan reseptor khusus yang berada di sel target.
4. Memiliki pengaruh mengaktifkan enzim khusus.
5. Dapat memengaruhi beberapa sel target yang berlainan.
6. Hormon bekerja atas perintah dari saraf.
7. Sistem yang mengatur kerjasama antara sistem saraf dan sistem hormon terletak di daerah hipotalamus, atau disebut juga kendali saraf endokrin.
8. Karena hormon memengaruhi kerja organ yang sifatnya spesifik, maka kelainan yang timbul akan mudah ditelusuri.

9. Pengaruh kerja hormon tidak secepat pengaruh saraf.

7.5 Kesimpulan

Dalam sistem koordinasi diperlukan tiga komponen agar fungsi koordinasi dapat berlangsung, yaitu reseptor, konduktor, dan efektor.

1. Reseptor

Reseptor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penerima rangsangan. Bagian yang berfungsi sebagai penerima rangsangan tersebut adalah indra.

2. Konduktor

Konduktor adalah bagian tubuh yang berfungsi sebagai penghantar rangsangan. Bagian tersebut adalah sel-sel saraf (neuron) yang membentuk sistem saraf. Sel-sel saraf ini ada yang berfungsi membawa rangsangan ke pusat saraf ada juga yang membawa pesan dari pusat saraf.

3. Efektor

Efektor adalah bagian tubuh yang menanggapi rangsangan, yaitu otot dan kelenjar (baik kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin).

DAFTAR PUSTAKA

- Scanlon, Valerie C, dan Tina Sanders. 2000. Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Michael J, Harry Modell, Jenny McFarland, and William Cliff. 2009. The “Core Principles” of Physiology: What should Students Understand?. *Ads Physiol Educ*, 33: 10 – 16.
- ulfarina, Mariani Natalina dan Tri Nova Anggraini. 2011. Utilizing of Elearning Media to Increase Automy and Brainwork of Biology Study in Class XI Science 3 MAN 2 Model Pekanbaru Academic Year 2010/2011. *Jurnal Pendidikan Sains dan Biologi*, 7(2): 1-1
- Suwarno, 2002. Panduan Pembelajaran Biologi Kelas XI untuk SMA/MA. Jakarta. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Nurfadhilah, 2016. Pembelajaran Biologi Kelas XII untuk SMA/MA. Jakarta. Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan Nasional.

BAB 8

SIFAT-SIFAT MAGNET DAN KEGUNAANNYA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Oleh Ketrin R. Manullang

8.1 Pendahuluan

Magnet adalah benda yang dapat menarik benda-benda dengan materi penyusun benda tersebut terbuat dari bahan tertentu. Magnet biasa dikenal dengan *besi berani*. Bumi merupakan magnet raksasa dengan kutub utara dan magnet bumi berada di dekat kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada di dekat kutub utara bumi (Jati dan Tri, 2009:371). Magnet dapat digunakan dalam pelaksanaan aktivitas kehidupan manusia.

Kegunaan dan pemanfaatan magnet dalam kehidupan sehari-hari dapat diaplikasikan dalam berbagai aktivitas manusia. Magnet dapat digunakan sebagai salah satu bahan penyusun atau pelengkap dalam pembuatan peralatan elektronik, misalnya tutup lemari es, kancing yang ada pada tas atau dompet, kompas, motor, telepon seluler, papan catur agar bidak catur dapat berdiri kokoh, televisi, dan bumi kita juga merupakan magnet. Selain itu magnet dapat digunakan untuk menarik benda lainnya yang juga memiliki sifat magnet atau yang materinya terbuat dari besi, logam atau baja. Mengingat begitu pentingnya peranan magnet dalam kehidupan manusia, maka sangat penting untuk mempelajari dan mengetahui magnet dan sifat-sifatnya.

Magnetis lithos adalah merupakan kata dalam Bahasa Yunani yang berarti batu dari Magnesia (<https://id.wikipedia.org/wiki/Magnet>). Kata ini merupakan asal kata magnet. Magnesia adalah sebuah wilayah Asia Kecil, ditemukan batu yang bisa saling menarik satu sama lainnya (Giancoli, 2014:136). Batu ini disebut “magnet”. Bangsa Yunani sudah menyadari bahwa sejenis batuan tertentu (sekarang disebut magnetit) dapat menarik potongan besi sejak lebih dari 2000 tahun lalu, dan sejak abad ke-12 penggunaan magnet untuk navigasi terbukti dengan adanya acuan tertulis (Tipler, 2001:209). Menurut KBBI magnet adalah setiap bahan yang dapat menarik logam besi (<https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/magnet>).



Gambar 8.1. Magnet besar menarik besi dan baja

Sumber Gambar: <http://id.gantrycranesupplier.com/crane-parts/magnet-for-crane/crane-use-steel-scrap-lifting-electromagnet.html>

8.2 Sifat-sifat Magnet

Berdasarkan pendahuluan di atas, sifat-sifat magnet yang dimiliki oleh magnet dapat dijelaskan sebagai berikut.

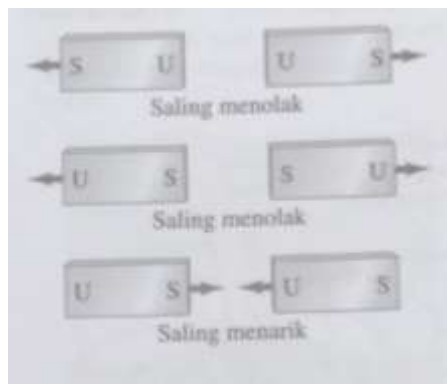
1. Magnet dapat menarik benda tertentu di dekatnya
Magnetik adalah bahan yang dapat ditarik oleh magnet. Bahan magnetik terbuat dari besi dan baja. Sedangkan non magnetik adalah bahan yang tidak dapat ditarik oleh magnet, terbuat dari kayu, karet, atau plastik. Benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet dikategorikan ke dalam 3 kelompok, yaitu;
 - a. Feromagnetik, yaitu ketika magnet dapat menarik benda tersebut dengan kuat. Contoh: besi, baja, kobalt, nikel.
 - b. Paramagnetik, yaitu ketika magnet menarik benda tersebut dengan lemah. Bahan paramagnetik memperkuat medan magnet. Contoh: tembaga, aluminium, platina.
 - c. Diamagnetik, yaitu ketika magnet menolak suatu benda. Contoh : emas.



Gambar 8.2. Ilustrasi gaya tarik magnet terhadap benda di sekitarnya. Sumber Gambar:

<https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20230605094001-569-957621/pengertian-sifat-jenis-dan-bentuk-magnet>

2. Terdapat 2 (dua) kutub pada magnet, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Ujung magnet yang mengarah ke utara disebut kutub utara, dan ujung magnet yang mengarah ke selatan disebut kutub selatan. Sebuah magnet akan selalu menunjuk ke arah utara dan selatan pada keadaan bebas.
3. Jika kutub utara sebuah magnet didekatkan dengan kutub utara magnet lainnya, maka kedua magnet akan saling menolak. Demikian pula jika kutub selatan sebuah magnet didekatkan dengan kutub selatan magnet lainnya, maka kedua magnet akan saling menolak. Sedangkan jika kutub utara sebuah magnet didekatkan dengan kutub selatan magnet lainnya, maka kedua magnet akan saling menarik.

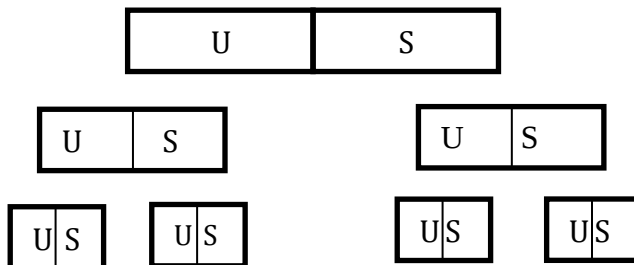


Gambar 8.3. Jika didekatkan, kutub yang berbeda jenis akan saling menarik sedangkan kutub yang sejenis akan saling menolak

Sumber Gambar: Giancoli, 2014:137

4. Sebuah magnet jika dipotong pada bagian tengahnya akan membentuk magnet baru yang juga memiliki kutub-kutub magnet. Tipler (2001:210) menyatakan bahwa jika sebatang magnet dipatahkan menjadi dua bagian, akan

terdapat kutub yang berlawanan pada setiap titik patahnya; dengan kata lain, akan terdapat dua magnet, yang setiap magnet memiliki kutub utara dan kutub selatan.



Gambar 8.4. Ilustrasi sifat magnet jika dipotong, akan membentuk magnet baru yang juga memiliki kutub-kutub magnet. Sumber Gambar: Dokumentasi pribadi

5. Sifat kemagnetan dapat melemah atau menghilang jika jatuh terus-menerus, terbakar, dan sebagainya.

8.3 Jenis-jenis Magnet

Mengingat adanya berbagai kegiatan manusia yang memanfaatkan magnet di dalamnya, maka perlu diketahui jenis-jenis magnet. Magnet dibagi atas beberapa jenis, yaitu sebagai berikut.

1. Magnet Alam

Magnet yang mempunyai sifat magnet secara alami dan tanpa ada peran manusia dalam pembentukannya adalah disebut magnet alam. Magnet alam memiliki sifat permanen, artinya sifat magnet alam sulit untuk hilang. Magnet permanen dikenal sebagai sumber magnet yang paling awal (Tipler, 2001:245).

Contoh: Gunung Ida di Magnesia.

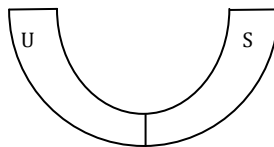
2. Magnet Buatan

Magnet yang sengaja dibuat oleh manusia disebut magnet buatan. Magnet buatan memiliki sifat sementara, artinya sifat kemagnetan yang dimiliki oleh magnet buatan dapat hilang dengan mudah. Contoh: magnet jarum, besi, baja, magnet ladam, magnet U, magnet batang, magnet silinder.

8.4 Macam-macam Magnet

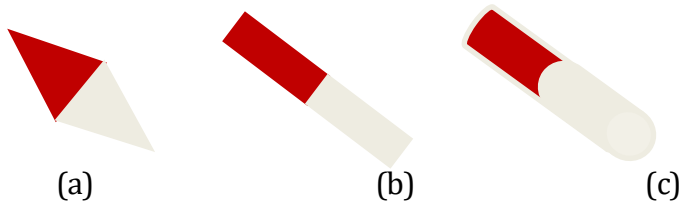
Magnet yang ada dalam kehidupan manusia memiliki banyak macam. Macam-macam magnet ini erat kaitannya dengan fungsi dan kegunaan magnet tersebut. Untuk fungsi dan kegunaan yang lain, maka magnet juga akan mempunyai bentuk yang lain.

Misalnya magnet batang yang digunakan pada pintu lemari es, bel listrik yang menggunakan magnet U, kompas menggunakan magnet jarum sebagai penunjuk arah, magnet silinder yang digunakan pada dinamo sepeda dan dunia medis, serta magnet lainnya yang memiliki bentuk yang berbeda dan untuk kegunaan yang lain pula. Bentuk magnet yang bermacam-macam akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 8.5. Magnet U

Sumber Gambar: Dokumentasi pribadi



Gambar 8.6. Macam-macam Magnet; (a) Magnet Jarum, (b) Magnet Batang, (c) Magnet Silinder
Sumber Gambar: Dokumentasi pribadi

8.5 Kegunaan Magnet dalam Kehidupan Sehari-hari

Kehadiran magnet dalam kehidupan manusia memberikan manfaat bagi pelaksanaan kegiatan aktivitas sehari-hari yang dilakukan oleh manusia. Manfaat tersebut dapat dirasakan dalam pengaplikasian magnet dalam kegiatan yang sederhana, bahkan dapat dimanfaatkan pada kegiatan yang kompleks dan rumit yang dapat dibantu dengan menggunakan magnet. Berikut adalah contoh-contoh kegunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari.

1. **Magnet pada kotak pensil, dompet, dan tas berfungsi sebagai pengunci.**



Gambar 8.7. Magnet pada pengunci kotak pensil

Sumber Gambar: <https://www.lazada.co.id/products/kotak-tempat-pensil-magnet-2-sisi-isinya-doraemon-frozen-hello-kitty-tsum-tsum-dll-cc-1020-i6174418383s11755428830.html?spm=a2o4j.tm80150940.3312045370.1.259ajziZjziZr5.259ajziZjziZr5>

2. **Tutup lemari es, sehingga pintu lemari es dapat tertutup.**

Magnet pada pintu lemari berfungsi untuk memudahkan dan mengefektifkan proses penutupan pintu lemari es. Dengan adanya magnet, ketika pintu lemari es didekatkan, maka magnet akan segera menarik pintu lemari es sehingga pintu lemari es tertutup.



Gambar 8.8. Ilustrasi Magnet pada pintu lemari es

Sumber Gambar: <https://id.depositphotos.com/stock-photos/magnet-pintu-kulkas.html>

3. Magnet pada papan catur agar bidak catur dapat berdiri kokoh dan sulit untuk jatuh

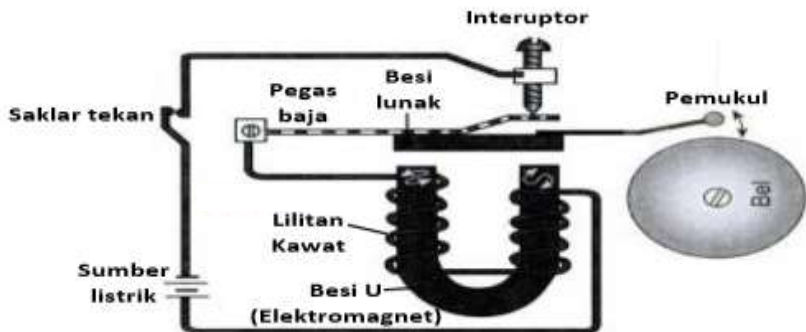


Gambar 8.9. Magnet pada Papan catur dan buah catur

Sumber Gambar: <https://www.lazada.co.id/products/permainan-papan-catur-magnet-folding-chessboard-catur-lipat-internasional-catur-magnet-catur-internasional-papan-caturcatur-lipat-4-i5256984207.html>

4. Magnet pada Bel Listrik

Magnet pada bel listrik berfungsi untuk menarik besi beserta pemukul yang melekat pada pegas baja yang digunakan untuk memukul bel hingga berbunyi.

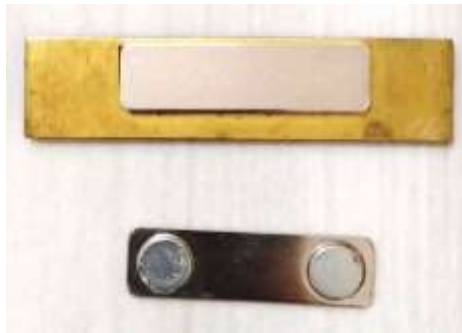


Gambar 8.10. Magnet pada Bel Listrik

Sumber Gambar: <https://www.fisika.co.id/2020/11/fungsi-magnet-pada-bel-listrik.html>

5. Menarik benda dengan campuran logam

Sesuai dengan definisinya, maka magnet dapat menarik benda yang terbuat dari logam dan besi. Berdasarkan definisi tersebut, maka kegunaan magnet salah satunya adalah untuk menarik benda yang memiliki campuran logam dalam unsur penyusun materi benda tersebut. Contoh kegunaan magnet untuk menarik benda dengan campuran logam adalah magnet pada papan nama.



Gambar 8.11. Magnet pada papan nama berguna untuk menarik benda yang terbuat dari logam

Sumber Gambar: Dokumentasi pribadi

6. *Magnetic Resonance Imaging* atau MRI adalah merupakan sebuah pemeriksaan medis. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan magnet dan gelombang radio. MRI ialah gambaran potongan sebagian badan yang diambil dengan menggunakan daya magnet yang kuat diarahkan ke anggota badan tersebut (Kemenag RI, 2020:13).

7. Magnet pada *Speaker*



Gambar 8.12. Magnet pada *speaker*

Sumber Gambar: <https://akhdanazizan.com/magnet-dan-penggunaannya/>

8. Kartu ATM yang berbasis *magnetic stripes*

Kartu ATM memiliki jalur magnet yang berisi informasi (Kemenag RI, 2020:12). Kartu ATM dengan *magnetic stripe* dapat menyimpan data nasabah pada jalur magnet yang ada di belakang kartu berupa garis hitam memanjang. (<https://money.kompas.com/read/2021/12/20/174159326/ini-perbedaan-kartu-atm-chip-dan-magnetic>).



Gambar 8.13. Kartu ATM dengan magnetic stripe (jalur magnet).

Sumber Gambar: <https://kliknusae.com/2019/09/gawat-atm-kita-masih-bisa-dibobol>

9. Magnet berupa elektromagnetik digunakan pada televisi (TV) dan monitor komputer. Gambar dihasilkan oleh karena adanya elektromagnetik.
10. Kereta api Maglev. Kereta ini mengambang secara magnetik. Maglev singkatan dari *megnetically levitated trains*, dalam bahasa Indonesia disebut kereta api levitasi magnetic (Kemenag RI, 2020:15).



Gambar 8.13. Kereta Maglev

Sumber Gambar:

<https://www.guideku.com/travel/2018/09/18/140000/melayang-di-atas-rel-berkenalan-dengan-kereta-super-cepat-maglev>

11. Penunjuk arah pada kompas



Gambar 8.14. Magnet jarum pada Kompas

Sumber Gambar: <https://www.lazada.co.id/products/kompas-magnetis-directional-stainless-steel-ukuran-besar-i5979070408.html>

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, Douglas C. 2014. Fisika: Prinsip dan Aplikasi. Penerbit Erlangga.
- Jati, Bambang Murdaka dan Tri Kuntoro Priyambodo. 2009. Fisika Dasar untuk Mahasiswa Ilmu Komputer dan Informatika. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit Andi).
- Tim Pengembang Modul Pembelajaran PKB Guru Madrasah Tsanawiyah. 2020. Modul Pembelajaran IPA Madrasah Tsanawiyah Magnet. Jakarta: Direktorat Guru dan Tenaga Kependidikan Madrasah.
- Tipler, Paul A. 2001. Fisika untuk Sains dan Teknik. Jakarta: Erlangga.
- <https://id.depositphotos.com/stock-photos/magnet-pintu-kulkas.html>
Diakses pada tanggal 20 Juli 2023 jam 14.38
- <http://id.gantrycranesupplier.com/crane-parts/magnet-for-crane/crane-use-steel-scrap-lifting-electromagnet.html>
Diakses pada tanggal 25 Juli jam 12.04
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Magnet>
Diakses pada tanggal 24 Juli 2023 jam 12.46
- <https://akhdanazizan.com/magnet-dan-penggunaannya/>
Diakses pada tanggal 25 Juli jam 12.51
- <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/magnet>
Diakses pada tanggal 24 Juli 2023 jam 13.19
- <https://money.kompas.com/read/2021/12/20/174159326/ini-perbedaan-kartu-atm-chip-dan-magnetic>
Diakses pada tanggal 26 Juli 2023 jam 00.15
- <https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20230605094001-569-957621/pengertian-sifat-jenis-dan-bentuk-magnet>
Diakses pada tanggal 18 Juli 2023 jam 14.04
- <https://www.fisika.co.id/2020/11/fungsi-magnet-pada-bel-listrik.html>

Diakses pada tanggal 24 Juli 2023 jam 13.40

<https://www.guideku.com/travel/2018/09/18/140000/melayang-di-atas-rel-berkenalan-dengan-kereta-super-cepat-maglev>

Diakses pada tanggal 27 Juli jam 09.52

<https://kliknusae.com/2019/09/gawat-atm-kita-masih-bisa-dibobol>

Diakses pada tanggal 27 Juli jam 10.05

<https://www.lazada.co.id/products/kotak-tempat-pensil-magnet-2-sisi-isinya-doraemon-frozen-hello-kitty-tsum-tsum-dll-cc-1020-i6174418383-s11755428830.html?spm=a2o4j.tm80150940.3312045370.1.259aJziZJziZr5.259aJziZJziZr5>

Diakses pada tanggal 20 Juli 2023 jam 14.20

<https://www.lazada.co.id/products/permainan-papan-catur-magnet-folding-chessboard-catur-lipat-internasional-catur-magnet-catur-internasional-papan-caturcatur-lipat-4-i5256984207.html>

Diakses pada tanggal 20 Juli 2023 jam 23.01

<https://www.lazada.co.id/products/kompas-magnetis-directional-stainless-steel-ukuran-besar-i5979070408.html>

Diakses pada tanggal 27 Juli jam 10.24

BAB 9

ROTASI DAN REVOLUSI BUMI SERTA DAMPAKNYA

Oleh La Ode Asmin

9.1 Pengantar

Bumi adalah planet ketiga dari matahari dan paling padat di antara semuanya. Ini adalah satu-satunya planet yang diketahui mendukung kehidupan di atasnya. Kami juga menyebutnya planet biru. Lingkaran bumi adalah 40.232 km, luasnya 510 juta km persegi dan jaraknya dari matahari sekitar 149 juta km. Sejak Nicolas Copernicus mengusulkan teori berpusat pada matahari pada abad ke-16 bumi dianggap sebagai planet seperti planet lain di tata surya. Kami menyebutnya teori heliosentris. Bumi sedikit diratakan di kutub dengan sedikit tonjolan di tengah. Ada dua jenis pergerakan bumi. Salah satunya adalah rotasi atau pergerakan harian dan lainnya adalah revolusi atau pergerakan tahunan. Disini kita akan membahas tentang kecepatan rotasi bumi dan pengaruhnya.

Sumbu bumi yang merupakan garis imajiner membentuk sudut $66\frac{1}{2}^{\circ}$ dengan bidang orbitnya. Bidang yang dibentuk oleh orbit disebut bidang orbit. Bumi menerima cahaya dari matahari. Karena bumi bulat, hanya setengahnya yang mendapat cahaya dari matahari pada satu waktu. Bagian yang menghadap matahari mengalami siang sedangkan separuh lainnya yang jauh dari matahari mengalami malam. Lingkaran yang memisahkan siang dari malam di dunia disebut lingkaran iluminasi.

9.2 Rotasi Bumi

Bumi berputar di sekitar garis imajiner yang melewati kutub utara dan selatannya. Garis imajiner ini adalah sumbu rotasinya. Bumi berotasi dari barat ke timur. Bumi membutuhkan waktu sekitar 23 jam 56 menit dan 40,91 detik untuk menyelesaikan satu putaran. Kecepatan rotasi di khatulistiwa adalah 1667 km/jam. Kecepatannya menurun menuju kutub, di mana itu adalah nol. Fisikawan Prancis Leon Foucault dipuji karena mengukur kecepatan rotasi bumi.

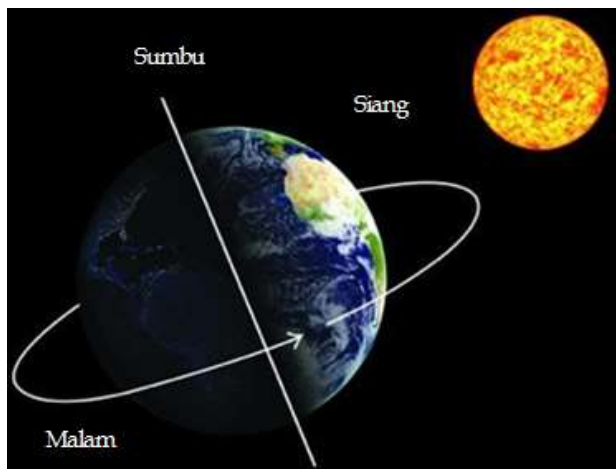
Rotasi adalah gerak bumi pada porosnya yang berakhir di kutub utara dan kutub selatan. Periode rotasi bumi adalah 23 jam 56 menit (hari sideris) dan berputar dari barat ke timur. Sumbu rotasi bumi tidak tegak lurus dengan bidang ekliptika tetapi miring sebesar $23,5^{\circ}$. Kecepatan rotasi di khatulistiwa adalah sekitar 1667 km/jam. Dalam satu putaran, daerah yang berada di garis khatulistiwa akan menempuh jalur yang lebih panjang dibandingkan daerah lain di permukaan bumi. Jarak yang ditempuh suatu tempat akan semakin kecil ketika mendekati kutub. Lapisan atmosfer yang paling dekat dengan Bumi juga berotasi sehingga pengamat di ekuator tidak akan merasakan angin dengan kecepatan 1667 km/jam.

9.3 Dampak Rotasi Bumi

Siang dan Malam

Siang dan malam disebabkan karena perputaran bumi pada porosnya. Bumi berotasi dari barat ke timur, menyelesaikan satu putaran penuh dalam waktu kurang lebih 24 jam, menyebabkan munculnya matahari terbit di timur dan terbenam di barat. Setiap bagian dari planet ini mengalami periode siang hari dan periode kegelapan dalam rentang waktu tersebut. Saat bumi berputar pada porosnya, separuh bumi menghadap matahari dan separuh bumi membelakangi matahari. Separuh bumi yang menghadap matahari akan

mengalami siang sedangkan separuh bumi yang membelakangi matahari akan mengalami malam.



Gambar 9.1. *Fenomena siang dan malam*

Panjang siang hari dan kegelapan bervariasi tergantung pada waktu tahun dan lokasi di Bumi. Ini karena sumbu Bumi miring dengan sudut kira-kira 23,5 derajat relatif terhadap bidang orbitnya mengelilingi matahari. Kemiringan ini menyebabkan bagian bumi yang berbeda miring ke arah atau menjauhi matahari pada waktu yang berbeda, menciptakan musim dan variasi panjang siang dan gelap.

Tinggi dan Rendah Pasang

Gaya yang berkontribusi terhadap pasang surut disebut konstituen pasang surut. Rotasi bumi merupakan konstituen pasang surut. Konstituen pasang surut utama adalah tarikan gravitasi bulan di Bumi. Semakin dekat objek, semakin besar gaya gravitasi di antara keduanya. Keberadaan bulan yang lebih dekat pada Bumi berimplikasi gaya tarik bulan lebih kuat daripada matahari yang lebih jauh dari Bumi. Perbandingan

selisih kuat medan gravitasi bulan dan matahari pada bumi ditentukan dengan rumus: $\frac{\Delta g_{bl}}{\Delta g_m} = \left(\frac{M_{bl}}{M_m}\right) \left(\frac{r_{bm-m}}{r_{bm-bl}}\right)^3 = 2,2$, dimana $M_{bl} = 7,4 \times 10^{22}$ kg, $M_m = 2 \times 10^{30}$ kg, $r_{bm-m} = 1,5 \times 10^8$ km, dan $r_{bm-bl} = 3,85 \times 10^5$ km.

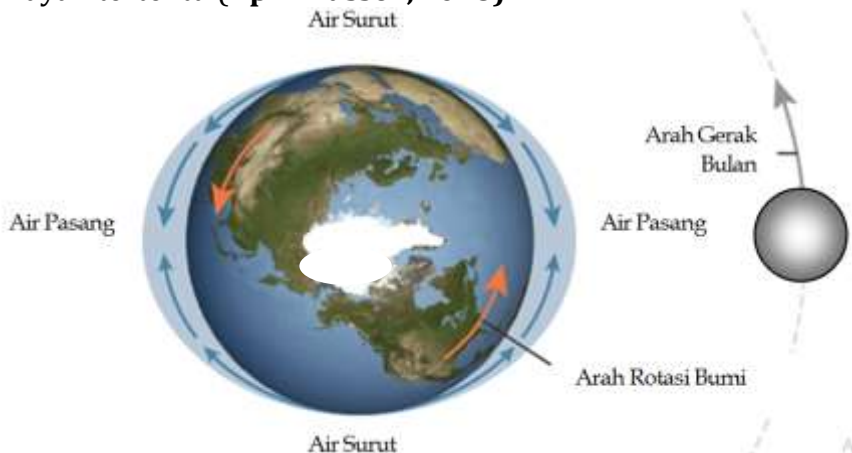
Hasil ini menunjukkan bahwa perbandingan perbedaan tinggi pasang surut akibat pengaruh bulan dan matahari lebih dari dua banding satu. Dengan kata lain bahwa pasang yang diakibatkan oleh bulan lebih tinggi daripada yang diakibatkan oleh matahari (Abdullah, 2010).

Kemampuan bulan untuk menaikkan pasang surut di Bumi adalah contoh gaya pasang surut. Gaya pasang surut bulan memiliki efek yang jauh lebih besar pada permukaan air laut. Air laut merupakan fluida cair yang dapat berubah bentuk dengan mudah ketika dikenai gaya. Pada tempat yang berbeda, besar gaya gravitasi oleh bulan berbeda, maka bentuk permukaan air laut juga akan berbeda. Pasang surut terjadi karena tarikan gravitasi Bulan yang tidak merata di berbagai bagian Bumi. Bagian yang lebih dekat ke Bulan ditarik lebih kuat daripada bagian yang lebih jauh. Saat Bulan menarik bagian planet yang terdekat dengan lokasinya, air berubah bentuk dan menonjol ke arah Bulan lebih mudah daripada dasar laut di bawahnya. Di sisi jauh Bumi, air "tertinggal" karena sisa Bumi merasakan daya tarik yang lebih kuat ke Bulan, menyebabkan air menumpuk dan menonjol dari planet. Rotasi bumi menyebabkan sebagian besar lokasi mengalami dua tonjolan ini setiap hari, dengan jarak sekitar 12 jam. Hal ini berimplikasi pada adanya permukaan air laut yang naik dan permukaan air laut yang turun. Permukaan laut naik dan turun dua kali sehari saat bumi berputar.

Selama fase Bulan Purnama dan Bulan Baru ketika Bumi, Bulan, dan Matahari sejajar, interaksi gravitasi ini saling menguatkan. Ini memberi kita pasang tertinggi dan pasang

surut terendah (disebut pasang musim semi). Selama Bulan Kuartal Pertama dan Terakhir, gaya pasang surut dari Matahari dan Bulan bekerja dalam arah yang berbeda, menyebabkan tonjolan pasang surut yang lebih kecil (pasang perbani).

Pasang surut bahkan lebih kompleks dari ini; tidak semua tempat di Bumi memiliki dua pasang naik dan surut yang sama per hari (disebut pasang semidiurnal). Beberapa tempat, seperti Teluk Meksiko, hanya memiliki satu kali pasang surut per hari karena daratan di sekitarnya mencegah aliran bebas air ke seluruh dunia. Akibatnya, pola yang lebih kompleks terjadi di wilayah tertentu (April Russell, 2018).



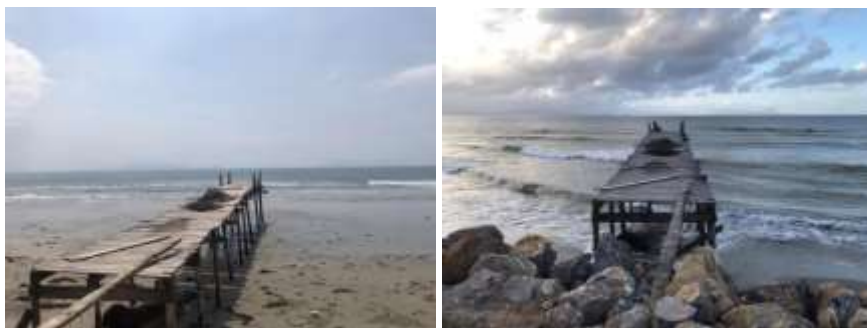
Gambar 9.2. *Pasang Surut Air laut akibat gaya tarik bulan*

Pusat massa sistem bumi-bulan terletak di bawah permukaan bumi, bukan di pusat bumi. Saat sistem bumi-bulan berotasi di sekitar pusat massa ini, sistem bulan berotasi di sekitar pusat massa ini, gaya sentrifugal melemparkan air ke sisi berlawanan dari bumi ke arah luar, menciptakan pasang surut di bagian bumi tersebut.

Hasil gravitasi bulan dan gaya sentrifugal menciptakan pasang yang hampir sama di sisi bumi yang berlawanan,

sehingga permukaan laut naik dan turun dua kali sehari. Pasang naik dan surut adalah hasil dari tarikan gravitasi antara matahari dan bulan. Ketika bumi berputar, matahari dan bulan menariknya, namun salah satu gaya biasanya lebih kuat dari yang lain. Oleh karena itu, kita akan mengalami pasang surut.

Gambar 9.3 adalah contoh keadaan air laut naik dan turun di Desa Tanjung Laimeo, Kecamatan Sawa, Kab. Konawe Utara, Sulawesi Tenggara.



Gambar 9.3. *Pasang Surut Air Laut*
(Sumber: ©Adriawan)

Kecepatan dan Arah Angin

Angin adalah pergerakan udara ke arah tertentu. Penyebab utamanya adalah perbedaan tekanan. Selain itu, rotasi bumi juga mempengaruhi arah angin. Ketika bumi berputar pada porosnya, angin tidak dapat bergerak lurus ke arah utara dan selatan dari ekuator.

Sebuah gaya Coriolis dihasilkan. Di bawah pengaruhnya, angin membelok ke kanan di belahan bumi utara dan ke kiri di belahan bumi selatan. Ini disebut sebagai ***Hukum Ferrel***. Gaya Coriolis tidak ada di ekuator dan meningkat ke arah kutub. Gaya Coriolis ini menciptakan sabuk tekanan global yang menentukan cuaca bumi. Beberapa efeknya di berbagai wilayah bumi adalah sebagai berikut:

1. Doldrums.
Terjadi dari 5°LU khatulistiwa hingga 5°LS . Gaya sentrifugal tinggi di ekuator, di mana kecepatan rotasinya tinggi. Karenanya, massa udara cenderung membuang, menghasilkan tekanan rendah. Di sini kecepatan angin rendah dan merupakan daerah paling tenang di bumi.
2. Garis lintang kuda
Terletak dari 30°N sampai 30°S dari khatulistiwa. Di sini tekanan tergantung pada rotasi bumi dan pergerakan udara. Angin dari sabuk lesu naik dan menumpuk di sini.
3. Angin pasat
Karena gaya Coriolis, mereka bertiup dari Timur Laut di belahan bumi utara ke tenggara di belahan bumi selatan.
4. Easterlies dan Westerlies
Easterlies dibelokkan oleh rotasi bumi menjadi angin timur sementara angin barat bertiup dari barat di belahan bumi utara.

Zona Waktu Standar

Perbedaan reguler antara siang dan malam yang disebabkan oleh rotasi Bumi menyebabkan perbedaan waktu di Bumi. Setiap Zona Waktu mencakup 15° Bujur atau satu jam rotasi Bumi. Di daerah yang lebih dulu menghadap matahari, waktunya akan lebih cepat dibandingkan daerah di sebelah barat. Perbedaan waktu adalah 1 jam untuk setiap 15 derajat perbedaan garis bujur. Garis bujur adalah garis imajiner yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan. Peta dunia telah dibagi menjadi 24 zona waktu. Setiap zona waktu berjarak tepat 1 jam dari yang lain. Sesuai konvensi, waktu setempat dihitung sehubungan dengan Coordinated Universal Time (UTC) atau Greenwich Mean Time (GMT), yang dianggap 0 derajat. Gambar 10.4 adalah zona waktu standar (Strahler, 2010).



Gambar 9.4. *Zona waktu standar*

Indonesia yang memanjang dari 95° Bujur Timur hingga 141° Bujur Timur dibagi menjadi tiga zona waktu, yaitu Waktu Indonesia Bagian Barat (WIB), Waktu Indonesia Tengah (WITA), dan Waktu Indonesia Bagian Timur (WIT), seperti ditunjukkan pada Gambar 10.5. Meridian standar 105° Bujur Timur, 120° Bujur Timur, dan 135° Bujur Timur, masing-masing ditetapkan sebagai batas WIB, WITA, dan WIT. WIB selisih +7 jam dari GMT, WITA selisih +8 jam dari GMT, dan WIT selisih +9 jam dari GMT (Raisal dan Rakhmadi, 2020).



Gambar 9.5. Zona waktu Indonesia
(Sumber: <https://www.mapsofworld.com>)

Pengaruh Rotasi Bumi terhadap Konstanta Gravitasi

Besarnya gravitasi tidak selalu sama di permukaan bumi. Gravitasi di kutub lebih besar daripada di ekuator. Hal ini disebabkan oleh kutub lebih dekat ke pusat bumi daripada daerah di ekuator. Kutub-kutub tersebut seolah-olah tidak berotasi dengan Bumi karena berada tepat pada poros Bumi, sedangkan tempat-tempat di khatulistiwa berputar mengelilingi lingkaran seukuran keliling Bumi. Gaya putar ini akan melemahkan gravitasi. Dikutub, besar konstanta gravitasi adalah $g = 9,80 \text{ m/s}^2$. Sementara di ekuator, menjadi lebih kecil dengan perbedaan $\Delta g = 0,0337 \text{ m/s}^2$.

Berat Anda di ekuator lebih ringan daripada di Kutub Utara atau Selatan, tetapi perbedaannya kecil. Perhatikan bahwa tubuh Anda sendiri tidak berubah. Melainkan gaya gravitasi dan gaya lain yang berubah saat Anda mendekati kutub. Gaya-gaya ini langsung berubah saat Anda kembali ke garis lintang semula. Singkatnya, perjalanan ke khatulistiwa bukanlah program penurunan berat badan jangka panjang yang layak.

Meskipun gaya Coriolis bumi memainkan peran utama dalam membentuk angin topan dan arus laut, karena ini bukan gaya statis, gaya ini tidak berkontribusi pada berat keseluruhan Anda. Selain itu, gaya tambahan muncul saat Anda menaiki roller-coaster, elevator, ayunan, atau kendaraan lain, tetapi gaya ini bersifat sementara, sehingga tidak menambah berat keseluruhan jangka panjang Anda. Terakhir, gaya elektromagnetik dan nuklir berskala terlalu kecil, atau terlalu pendek untuk berkontribusi pada berat keseluruhan Anda.

Meskipun gravitasi matahari cukup kuat untuk menjaga kita dan bumi tetap pada orbitnya, posisi matahari relatif terhadap titik di ekuator versus kutub terus berubah. Akibatnya, dirata-ratakan selama beberapa hari, gaya gravitasi matahari pada suatu titik di ekuator sama dengan gaya gravitasi matahari pada suatu titik di kutub. Situasi yang sama berlaku untuk bulan. Ini hanya menyisakan gravitasi bumi dan gaya sentrifugal bumi sebagai dua gaya yang berkontribusi pada perbedaan berat Anda di ekuator dan kutub.

Gravitasi bumi kira-kira konstan di seluruh permukaan bumi. Tapi ini hanya perkiraan. Jika bumi berbentuk bulat sempurna dan kerapatannya seragam sempurna, maka kekuatan gravitasi bumi akan tetap konstan di semua titik di permukaannya. Tapi ternyata tidak. Ada tiga komplikasi utama pada medan gravitasi bumi. Pertama, bumi bukanlah bola. Bumi berputar, menyebabkannya sedikit rata seperti kerak pizza yang terlempar dan berputar di udara. Akibatnya, bumi berbentuk bulat pepat dan bukan bulat sempurna. Jika Anda berdiri di permukaan laut di ekuator, Anda berada 6378 km dari pusat bumi. Sebaliknya, di setiap kutub, Anda hanya berjarak 6357 km dari pusat bumi. Karena kekuatan gravitasi melemah saat Anda menjauh dari benda gravitasi, titik-titik di ekuator lebih jauh dan memiliki gravitasi yang lebih lemah daripada kutub. Dua komplikasi lainnya pada medan gravitasi bumi; kepadatan internal yang tidak seragam dan variasi

massa permukaan lokal seperti pegunungan; adalah faktor yang cukup kecil sehingga kita akan mengabaikannya di sini. Oleh karena itu, dengan asumsi seluruh massa bumi terletak di pusatnya, kita dapat menghitung gaya gravitasi bumi di ekuator dan di kutub. Dengan menggunakan hukum gravitasi Newton, kita menemukan bahwa gaya gravitasi bumi pada tubuh Anda di ekuator adalah $9,798 \text{ m/s}^2$ kali massa tubuh Anda, sedangkan di kutub adalah $9,863 \text{ m/s}^2$ kali massa tubuh Anda.

Gaya sentrifugal bumi juga bervariasi dengan garis lintang. Gaya sentrifugal adalah gaya keluar yang dirasakan setiap kali Anda berada dalam kerangka acuan yang berputar. Sementara gaya sentrifugal adalah gaya non-fundamental yang pada akhirnya disebabkan oleh inersia benda, itu sangat nyata untuk benda dalam kerangka acuan yang berputar, seperti benda Anda di permukaan bumi yang berputar. Gaya sentrifugal sebanding dengan kecepatan tangensial kerangka acuan putar. Khatulistiwa bergerak cepat seiring dengan putaran bumi, sehingga memiliki banyak gaya sentrifugal. Sebaliknya, kutub tidak berputar sama sekali, sehingga memiliki gaya sentrifugal nol. Karena gaya sentrifugal mengarah keluar dari pusat rotasi, gaya ini cenderung meniadakan sedikit gravitasi bumi. Jika bumi tidak berputar, Anda akan lebih berat karena Anda akan merasakan gaya gravitasi penuh. Karena ada lebih banyak gaya sentrifugal di ekuator untuk membatalkan gravitasi, berat keseluruhan Anda di ekuator versus di kutub bahkan lebih sedikit. Gaya sentrifugal pada tubuh Anda di ekuator adalah $0,034 \text{ m/s}^2$ kali massa tubuh Anda. Gaya sentrifugal di kutub adalah nol.

9.4 Revolusi Bumi

Bumi mengelilingi Matahari sebagai pusat tata surya selama 365,25 hari atau satu tahun Bumi. Istilah ini dikenal sebagai Revolusi Bumi. Bidang orbit Bumi mengelilingi Matahari disebut ekliptika. Bumi berevolusi ke arah yang berlawanan arah jarum

jam. Hukum pertama Kepler menyatakan bahwa planet bergerak dalam orbit elips terhadap Matahari yang terletak di salah satu titik fokusnya. Penyimpangan elips dari lingkaran diukur menggunakan eksentrisitas. Eksentrisitas adalah rasio jarak kedua fokus dengan diameter panjang (diameter utama) elips. Eksentrisitas lingkaran adalah nol, dan eksentrisitas orbit Bumi hanya 0,017, sehingga mendekati lingkaran.

Ketika Bumi berputar, jarak antara Bumi dan Matahari akan berkurang perubahan karena orbit elips. Perihelion adalah titik dimana Bumi berada pada jarak terdekatnya dengan Matahari. Perihelion berasal dari kata Yunani "*purl*" yang berarti dekat, dan "*helios*" yang berarti Matahari. Bumi berada di perihelion pada bulan Januari. Sementara Aphelion adalah titik dimana Bumi berada pada jarak terjauhnya dari Matahari. Aphelion berasal dari kata Yunani "*ap*" yang berarti jauh. Bumi berada di aphelion pada bulan Juli, seperti terlihat pada Gambar 1. Jarak perihelion Bumi adalah 146,6 juta km, dan jarak aphelion Bumi adalah 152,65 juta km. Jarak rata-rata Matahari ke Bumi adalah 150 juta km atau 1 AU (satuan astronomi).

9.5 Dampak Revolusi Bumi

Perubahan Musim

Beberapa peristiwa di alam terjadi dalam suatu pola atau siklus, seperti musim dan siang dan malam. Hubungan yang terjalin antara Bumi, matahari, dan bulan menghasilkan siang dan malam serta perubahan musim. Rotasi bumi menyebabkan siang dan malam dan revolusi bumi menyebabkan musim. Penyebab terjadinya musim adalah karena kemiringan bumi pada porosnya. Empat musim terjadi karena Bumi mempertahankan konstanta orientasi (miring $23\frac{1}{2}^{\circ}$ sehubungan dengan tegak lurus terhadap bidang ekliptika) saat berputar mengelilingi matahari. Selama musim panas di Belahan Bumi Utara, Belahan Bumi Utara miring ke arah matahari, menerima lebih banyak sinar langsung dari

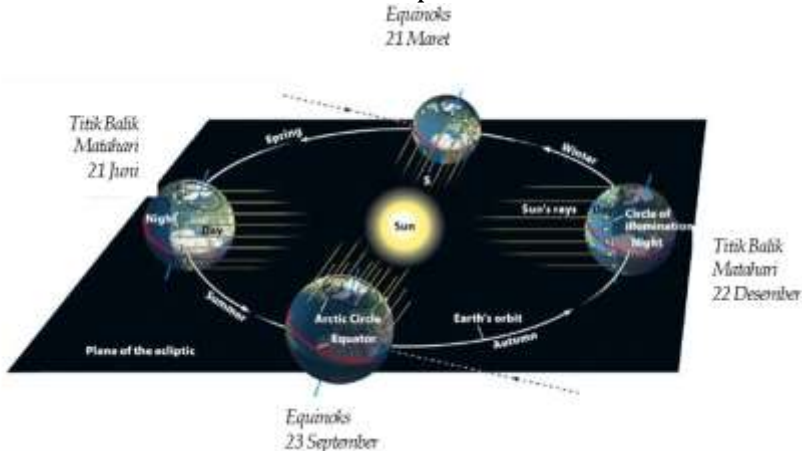
matahari. Di musim dingin, Belahan Bumi Utara dimiringkan menjauhi matahari, lebih sedikit sinar langsung. Karena orbit Bumi mengelilingi matahari berbentuk elips, bukan lingkaran, ada kalanya Bumi lebih dekat dengan matahari dan ada kalanya Bumi lebih jauh dari matahari. Titik terdekat Bumi dengan matahari sebenarnya adalah pada bulan Januari, namun pada saat itu, karena kemiringan Bumi pada porosnya, kita di Belahan Bumi Utara miring menjauhi matahari.

Titik balik matahari musim panas, yang terjadi sekitar tanggal 21 Juni setiap tahun, menandai awal musim panas di Belahan Bumi Utara. Pada tanggal ini, Kutub Utara, yang menandai ujung utara poros bumi, mengarah ke matahari (Ujung kutub utara sumbu bumi bersandar pada sudut maksimum dari Matahari, $23\frac{1}{2}^{\circ}$) . Akibatnya, Belahan Bumi Utara menerima lebih banyak energi matahari, dan karena itu mengalami suhu yang lebih hangat dan siang hari yang meningkat. Pada saat yang sama, di sisi bumi yang berlawanan, Kutub Selatan mengarah menjauhi matahari. Hal ini menyebabkan Belahan Bumi Selatan mengalami berkurangnya siang hari dan berkurangnya energi matahari, yang menyebabkan suhu menjadi lebih dingin. Jadi, saat musim panas di belahan bumi utara, musim dingin di belahan bumi selatan.

Titik balik musim gugur, kira-kira tanggal 22 September setiap tahun, menandai titik di mana Kutub Utara maupun Selatan tidak mengarah atau menjauh dari matahari. Ini adalah awal musim gugur, atau musim gugur, di Belahan Bumi Utara (dan awal musim semi di Belahan Bumi Selatan). Seluruh planet mengalami 12 jam siang hari dan 12 jam gelap.

Saat Bumi melanjutkan revolusinya mengelilingi matahari, Kutub Utara akan mengarah menjauhi matahari, dan Kutub Selatan akan mengarah ke matahari. Pada tanggal 22 Desember setiap tahun, ***titik balik matahari musim dingin*** tiba di Belahan Bumi Utara — hari tergelap dalam setahun. Setelah tanggal ini, hari-hari akan menjadi lebih panjang lagi, karena Bumi bergerak menuju

musim semi. Sinar matahari juga mengenai belahan bumi utara secara miring, menciptakan energi panas yang lebih rendah, dan dengan demikian suhu menjadi lebih dingin. Sementara itu, di belahan bumi selatan, yang terjadi justru sebaliknya; musim dingin di belahan bumi utara berarti musim panas di belahan bumi selatan.



Gambar 9.6. Fenomena empat musim

Titik balik musim semi, awal musim semi, terjadi di Belahan Bumi Utara sekitar tanggal 21 Maret. Seperti musim gugur, baik Kutub Utara maupun Selatan tidak mengarah ke atau menjauhi matahari. Semua bagian Bumi mengalami 12 jam siang hari dan 12 jam gelap. Di Belahan Bumi Utara, hari-hari akan terus bertambah panjang saat titik balik matahari musim panas mendekat dan siklus dimulai lagi.

Musim bervariasi dari satu wilayah ke wilayah lain di dunia, terutama di kutub. Di atas Lingkaran Arktik, matahari tidak terbenam sama sekali antara pertengahan April dan pertengahan Agustus. Di atas Lingkaran Arktik, matahari terbenam pada pertengahan November dan tidak muncul lagi hingga pertengahan Februari. Meskipun Kutub Selatan mengalami musim panas dengan siang hari yang konstan, siang

hari tidak pernah menjadi sangat hangat, karena sinar matahari membentur sudut, yang menghasilkan energi panas yang lebih rendah.

Di khatulistiwa, garis imajiner yang melingkari bola bumi setengah jalan antara Kutub Utara dan Selatan, suhu dan jumlah jam siang relatif konstan sepanjang tahun. Ini karena sudut sinar matahari yang mengenai lokasi bola dunia itu sangat sedikit berubah sepanjang tahun.

Perbedaan Panjang Siang dan Malam

Matahari terbit didefinisikan sebagai saat ketika ujung depan piringan Matahari menjadi terlihat di cakrawala, sedangkan matahari terbenam adalah saat saat ujung belakang piringan menghilang di bawah cakrawala. Siang hari dihitung saat pusat piringan Matahari berada di ufuk timur saat matahari terbit hingga ufuk barat saat matahari terbenam. Gambar 9.3 menunjukkan saat matahari terbit. Di ekuator, panjang siang dan malam adalah sama, yaitu 12 jam. Di lintang lain, panjang siang dan malam tidak selalu sama. Sedangkan di wilayah kutub siang hari terjadi selama enam bulan dan enam bulan berikutnya adalah malam hari. Semakin jauh tempat dan posisi matahari dari ekuator, semakin besar selisih panjang siang dan malam. Durasi siang dan malam sama di semua tempat di Bumi pada 12 jam selama ekuinoks. Saat Matahari bergerak ke utara atau selatan khatulistiwa, panjang siang dan malam akan berubah antara belahan bumi utara dan belahan bumi selatan.

Pada tanggal 21 Juni atau saat titik balik matahari musim panas, Belahan Bumi Utara akan mengalami siang hari yang lebih panjang dibandingkan malam hari. Bahkan daerah yang terletak di atas $66,5^\circ$ LU (Lintang Utara) ke Kutub Utara (90° LU) akan mengalami siang hari hingga 24 jam. Sedangkan belahan bumi bagian selatan akan mengalami siang hari yang lebih singkat dibandingkan malam hari. Daerah yang terletak di atas

66,5° S ke Kutub Selatan (90° S) tidak akan mengalami siang hari selama 24 jam.

Pada tanggal 22 Desember, atau saat titik balik matahari musim dingin dibalik, belahan bumi utara mengalami siang hari yang lebih singkat daripada malam hari. Daerah yang terletak di atas 66,5° LU ke Kutub Utara (90° LU) akan mengalami malam selama 24 jam. Sedangkan belahan bumi selatan akan mengalami siang hari yang lebih panjang dibandingkan malam hari. Daerah yang terletak di atas 66,5°S ke Kutub Selatan (90° S) tidak akan mengalami malam hari selama 24 jam, seperti terlihat pada Gambar 9.7.



Gambar 9.7. Panjang Siang dan Malam di belahan Bumi
(Sumber: <https://www.blinklearning.com>)

Secara astronomis, durasi siang hari di wilayah khatulistiwa adalah tepat 12 jam. Tapi butuh 3,5 menit untuk bagian atas Matahari menghilang di bawah cakrawala saat matahari terbenam. Saat matahari terbit, dibutuhkan 3,5 menit sebelum pusat cakram Matahari berada di cakrawala. Jadi untuk daerah di garis khatulistiwa, panjang hari sepanjang tahun adalah 12 jam 7 menit.

Tabel 9.1. Durasi Siang Hari menurut Garis Lintang di Belahan Bumi Utara

Garis Lintang (Derajat)	Titik balik matahari musim dingin	Ekuinoks	Titik balik matahari musim panas
0	12 jam 0menit	12 jam 0menit	12 jam 0menit
10	11 jam 25menit	12 jam 0menit	12 jam 38menit
20	10 jam 48menit	12 jam 0menit	13 jam 12 menit
30	10 jam 4 menit	12 jam 0menit	13 jam 56 menit
40	9 jam 8menit	12 jam 0menit	14 jam 52 menit
50	7 jam 42 menit	12 jam 0menit	16 jam 18 menit
60	5 jam 33menit	12 jam 0menit	18 jam 27menit
70	0	12 jam 0menit	2 bulan
80	0	12 jam 0menit	4 bulan
90	0	12 jam 0menit	6 bulan

Tabel 9.2. Perbandingan panjang siang dan malam.

Garis Lintang	Siang Terpanjang	Malam Terpanjang	Siang Terpendek	Malam terpendek	Perbedaan siang dan malam
25° N	13h 42m	13h 25m	10h 35m	10h 18m	17m
35° N	14h 31m	14h 12m	9h 48m	9h 29m	19m
40° N	15h 02m	14h 40m	9h 20m	8h 58m	22m
45° N	15h 38m	15h 14m	8h 46m	8h 22m	24m
50° N	16h 23m	15h 56m	8h 04m	7h 37m	27m
60° N	18h 53m	18h 08m	5h 52m	5h 07m	45m

Sumber: https://aa.usno.navy.mil/faq/longest_day

9.6 Latihan

1. Jelaskan apa perbedaan revolusi bumi dan rotasi bumi
2. Salah satu dampak dari revolusi bumi adalah adanya perubahan ketinggian matahari pada tengah hari. Jelaskan mengapa demikian.

3. Jika waktu di Greenwich adalah pukul 12 siang, maka pukul berapakah di Kota A yang terletak di Garis Bujur 30^0 Bujur Timur.
4. Terjadinya gerak semu matahari merupakan salah satu dampak dari rotasi bumi. Jelaskan fenomena tersebut.
5. Jelaskan mengapa makhluk di bumi tidak dapat merasakan rotasi bumi dan revolusi bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2010. Fisika Dasar I. ITB
<https://www.astronomy.ohio-state.edu/pogge.1/Ast161/Unit4/movearth.html>
- Raisal, A.Z. dan Rakhmadi, A.J. 2020. Understanding the effect of revolution and rotation of the earth on prayer times using accurate times. *Ulul Albab: Jurnal Studi dan Penelitian Hukum Islam*. Vol. 4, No. 1, October 2020, 81-101. DOI: <http://dx.doi.org/10.30659/jua.v4i1.10936>
- Rusell, A. 2018. I saw a program that showed the Moon revolving around Earth, causing the oceans to swell on both sides of the planet. Shouldn't the ocean opposite the Moon be shallower than the side facing it?. 3 Januari 2018. (<https://www.astronomy.com>)
- Strahler, A. H. 2010. *Introducing Physical Geography* (Fifth ed.). John Wiley and Sons.

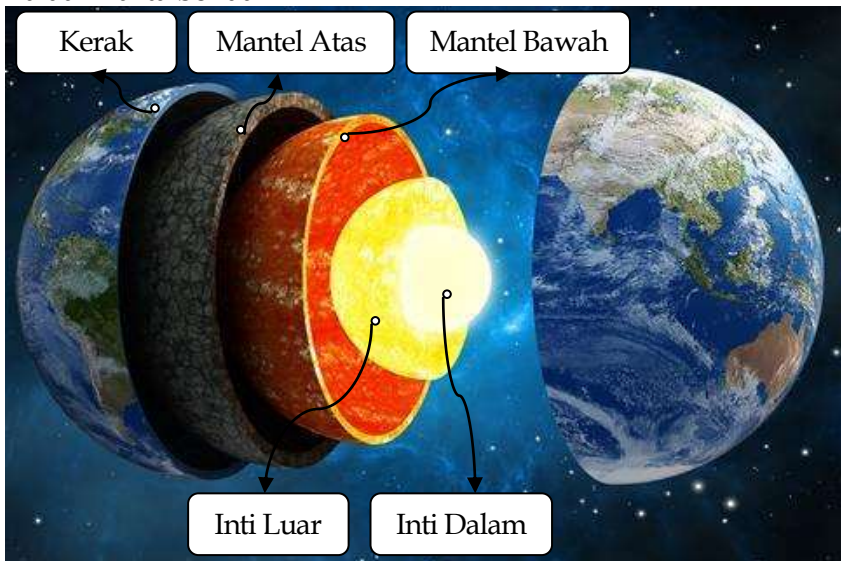
BAB 10

STRUKTUR BUMI DAN DAMPAKNYA

Oleh La Isa

10.1 Pengantar

Struktur bumi dibagi menjadi empat komponen utama: kerak, mantel, inti luar, dan inti dalam. Setiap lapisan memiliki komposisi kimiawi yang unik, keadaan fisik, dan dapat mempengaruhi kehidupan di permukaan bumi. Pergerakan di dalam mantel yang disebabkan oleh variasi panas dari inti, menyebabkan pergeseran lempeng yang dapat menyebabkan gempa bumi dan letusan gunung berapi. Bahaya alam ini kemudian mengubah lanskap kita, dan dalam beberapa kasus, mengancam jiwa dan harta benda.



Gambar 10.1. Struktur Bumi (<https://www.edverse.com>)

Rata-rata kerapatan bumi adalah $5,5 \text{ g/cm}^3$, kerapatan kerak benua adalah $2,7 \text{ g/cm}^3$, dan kerak dasar laut adalah $3,3 \text{ g/cm}^3$. Perbedaan ini sebagian besar mencerminkan perubahan komposisi, dan beberapa efek dari tekanan.

10.2 Inti Bumi

Inti bumi adalah pusat planet bumi yang sangat panas dan sangat padat. Inti berbentuk bola terletak di bawah kerak yang dingin dan rapuh serta mantel yang sebagian besar padat. Inti ditemukan sekitar 2.900 kilometer (1.802 mil) di bawah permukaan bumi, dan memiliki radius sekitar 3.485 kilometer (2.165 mil). Planet Bumi lebih tua dari intinya. Ketika Bumi terbentuk sekitar 4,5 miliar tahun yang lalu, itu adalah bola batu panas yang seragam. Peluruhan radioaktif dan sisa panas dari pembentukan planet (tabrakan, akresi, dan kompresi batuan luar angkasa) menyebabkan bola menjadi semakin panas. Akhirnya, setelah kira-kira 500 juta tahun, suhu planet muda kita memanaskan sampai titik leleh besi yaitu sekitar $1.538^\circ \text{ Celcius}$ ($2.800^\circ \text{ Fahrenheit}$). Peristiwa penting dalam sejarah Bumi ini disebut bencana besi.

Bencana besi memungkinkan pergerakan yang lebih besar dan lebih cepat dari material batuan cair Bumi. Bahan yang relatif ringan, seperti silikat, air, dan bahkan udara, berada di dekat bagian luar planet. Bahan-bahan ini menjadi mantel dan kerak awal. Tetesan besi, nikel, dan logam berat lainnya tertarik ke pusat bumi, menjadi inti awal. Proses penting ini disebut diferensiasi planet. Inti bumi adalah tungku dari gradien panas bumi. Gradien panas bumi mengukur peningkatan panas dan tekanan di interior bumi. Gradien panas bumi sekitar 25° Celsius per kilometer kedalaman ($1^\circ \text{ Fahrenheit}$ per 70 kaki). Kontributor utama panas di inti adalah peluruhan unsur radioaktif, sisa panas dari pembentukan planet, dan panas yang dilepaskan saat inti luar cair membeku di dekat batasnya dengan inti dalam.

Tidak seperti kerak dan mantel yang kaya mineral, inti bumi hampir seluruhnya terbuat dari logam, khususnya, besi (Fe) dan nikel (Ni). Elemen yang larut dalam besi, disebut siderofil, juga ditemukan di inti. Karena unsur-unsur ini lebih jarang ditemukan di kerak bumi, banyak siderofil diklasifikasikan sebagai "logam mulia". Elemen siderofil termasuk emas, platinum, dan kobalt. Unsur kunci lain dalam inti Bumi adalah belerang.

Suhu yang berfluktuasi di inti bergantung pada tekanan, rotasi bumi, dan variasi komposisi elemen inti. Secara umum, suhu berkisar dari sekitar 4.400° Celcius (7.952° Fahrenheit) hingga sekitar 6.000° Celcius (10.800° Fahrenheit). Inti terbuat dari dua lapisan yaitu inti luar, yang membatasi mantel, dan inti dalam. Batas yang memisahkan daerah-daerah ini disebut diskontinuitas Bullen.

Bumi memiliki inti dalam yang solid dan inti luar yang cair. Ini ditemukan pada tahun 1936 oleh ahli seismologi Denmark Inge Lehmann, yang menyimpulkan dari data seismogram gempa bumi di Selandia Baru. Dia mengamati bahwa gelombang seismik memantulkan batas inti dalam dan dapat dideteksi oleh seismograf sensitif di permukaan bumi. Beberapa tahun kemudian, pada tahun 1940, dihipotesiskan bahwa inti dalam ini terbuat dari besi padat.

Inti dalam terletak di pusat bumi, dan tebalnya sekitar 1200 km. Ini Inti bumi terdiri dari paduan besi dan nikel, dengan sekitar 10% terdiri dari oksigen, belerang atau hidrogen. Suhu di inti dalam adalah sekitar 6000 °C (10.800 °F). Tekanan di inti dalam bumi sedikit lebih tinggi daripada pada batas di antara inti luar dan dalam, yaitu sekitar 330 sampai 360 gigapascal (3.300.000 sampai 3.600.000 atm). Tekanan ekstrim di dalam inti dalam ini membuat inti bagian dalam tetap dalam fase padat. Logam padat juga membuat inti dalam sangat padat, sekitar 17 g/cm³, sehingga inti dalam sekitar sepertiga dari total massa bumi.

Inti luar berada di luar inti dalam. Lapisan ini memiliki komposisi yang sama dengan inti dalam, tetapi berperilaku sebagai

fluida, bukan padat. Temperatur di inti luar berkisar antara 4000-6000 °C, dan logam tetap dalam keadaan cair karena tekanannya tidak sebesar di inti dalam. Hal ini mengindikasikan bahwa inti luar berbentuk cairan. Pergerakan fluida besi di inti luarlah yang menciptakan medan magnet Bumi. Inti luar memiliki ketebalan 2300 km, dan memiliki densitas 12 g/cm³. Logam cair dari inti luar memiliki viskositas yang sangat rendah, artinya mudah berubah bentuk dan mudah dibentuk. Ini adalah situs konveksi kekerasan. Logam yang berputar dari inti luar menciptakan dan menopang medan magnet Bumi.

10.3 Mantel

Mantel memanjang dari inti luar hingga tepat di bawah permukaan bumi. Tebal mantel adalah 2900 km (1.802 mil), dan mengandung sekitar 80% volume Bumi.

Saat Bumi mulai terbentuk sekitar 4,5 miliar tahun yang lalu, besi dan nikel dengan cepat terpisah dari batuan dan mineral lain untuk membentuk inti planet baru. Bahan cair yang mengelilingi inti adalah *mantel awal*. Selama jutaan tahun, mantel menjadi dingin. Air yang terperangkap di dalam mineral meletus dengan lahar, sebuah proses yang disebut "*outgassing*." Semakin banyak air yang dikeluarkan, mantel menjadi padat.

Komposisi mantel ultrafamik yaitu memiliki lebih banyak besi dan magnesium (magnesium silikat dan magnesium oksida), daripada batuan mafik sehingga lebih mirip dengan batuan di permukaan bumi daripada materi di intinya, dan bahkan lebih sedikit silika. Elemen mantel lainnya termasuk besi, aluminium, kalsium, natrium, dan kalium. Mantel memiliki densitas 4,5 g/cm³. Suhu mantel sangat bervariasi, dari 1000°C (1832°F) di dekat perbatasannya dengan kerak bumi, hingga 3700°C (6692°F) di dekat perbatasannya dengan inti. Di mantel, panas dan tekanan umumnya meningkat dengan kedalaman. Gradien panas bumi adalah ukuran dari peningkatan ini. Di sebagian besar tempat,

gradien panas bumi sekitar 25°C per kilometer kedalaman (1°F per kedalaman 70 kaki).

Viskositas mantel juga sangat bervariasi. Sebagian besar berupa batuan padat, tetapi kurang kental di batas lempeng tektonik dan bulu mantel. Batuan mantel di sana lunak dan mampu bergerak secara plastis (selama jutaan tahun) pada kedalaman dan tekanan yang tinggi. Perpindahan panas dan material di dalam mantel membantu menentukan bentang alam Bumi. Aktivitas di mantel menggerakkan lempeng tektonik, berkontribusi pada gunung berapi, penyebaran dasar laut, gempa bumi, dan orogen (pembentukan gunung). Magma yang naik ke permukaan melalui gunung berapi berasal dari mantel.

Batuan yang lebih tinggi di mantel biasanya terdiri dari peridotit (Gambar 10.2.kanan), batuan yang didominasi oleh mineral olivin dan piroksen. Lebih rendah di mantel, tekanan ekstrem mengubah mineral dan menciptakan batuan seperti eclogite (Gambar 10.2. kiri), yang mengandung garnet.



Gambar 10.2. (*kanan*) Batuan peridotit; (*kiri*) batuan eclogite.

Mantel dibagi menjadi beberapa lapisan: mantel atas, zona transisi, mantel bawah, dan D" (*D double-prime*).

10.3.1 Mantel Atas (*Upper Mantel*)

Mantel atas memanjang dari kerak hingga kedalaman sekitar 410 kilometer (255 mil). Mantel atas sebagian besar padat, tetapi wilayahnya yang lebih lunak berkontribusi pada aktivitas tektonik.

Dua bagian mantel atas sering dikenali sebagai wilayah berbeda di interior bumi:

1. Litosfer. Litosfer adalah bagian luar Bumi yang padat, memanjang hingga kedalaman sekitar 100 kilometer (62 mil). Litosfer mencakup kerak dan bagian atas mantel yang rapuh. Litosfer adalah lapisan bumi yang paling dingin dan paling kaku. Fitur paling terkenal yang terkait dengan litosfer Bumi adalah aktivitas tektonik. Aktivitas tektonik menggambarkan interaksi lempengan besar litosfer yang disebut lempeng tektonik. Litosfer dibagi menjadi 15 lempeng tektonik utama: Amerika Utara, Karibia, Amerika Selatan, Scotia, Antartika, Eurasia, Arab, Afrika, India, Filipina, Australia, Pasifik, Juan de Fuca, Cocos, dan Nazca. Pembagian di litosfer antara kerak dan mantel disebut diskontinuitas Mohorovicic, atau hanya Moho. Moho tidak ada pada kedalaman yang seragam, karena tidak semua wilayah di Bumi seimbang dalam kesetimbangan isostatik. Isostasy menggambarkan perbedaan fisik, kimia, dan mekanis yang memungkinkan kerak "mengambang" di atas mantel yang terkadang lebih lunak. Moho ditemukan sekitar delapan kilometer (lima mil) di bawah laut dan sekitar 32 kilometer (20 mil) di bawah benua. Berbagai jenis batuan membedakan kerak dan mantel litosfer. Kerak litosfer dicirikan oleh gneiss (kerak benua) dan gabbro (kerak samudra). Di bawah Moho, mantel

dicirikan oleh peridotit, batuan yang sebagian besar terdiri dari mineral olivin dan piroksen.

2. Astenosfer

Astenosfer adalah lapisan yang lebih padat dan lebih lemah di bawah mantel litosfer. Itu terletak antara sekitar 100 kilometer (62 mil) dan 410 kilometer (255 mil) di bawah permukaan bumi. Suhu dan tekanan astenosfer sangat tinggi sehingga batuan melunak dan sebagian meleleh menjadi semi-cair.

Astenosfer umumnya lebih kental daripada litosfer, dan batas litosfer-astenosfer (LAB) adalah titik di mana ahli geologi dan rheolog—ilmuwan yang mempelajari aliran materi—menandai perbedaan keuletan antara dua lapisan mantel atas.

Gerakan lempeng litosfer yang sangat lambat “mengambang” di astenosfer merupakan penyebab lempeng tektonik, proses yang terkait dengan pergeseran benua, gempa bumi, pembentukan gunung, dan gunung berapi. Padahal, lava yang keluar dari celah vulkanik sebenarnya adalah astenosfer itu sendiri, yang melebur menjadi magma.

10.3.2 Zona Transisi Mantel (*Mantle Transition Zone*)

Dari sekitar 410 kilometer (255 mil) hingga 660 kilometer (410 mil) di bawah permukaan bumi, batuan mengalami transformasi radikal. Ini adalah zona transisi mantel. Di zona transisi, batuan tidak meleleh atau hancur. Sebaliknya, struktur kristal mereka berubah dengan cara yang penting. Batuan menjadi jauh lebih padat.

Zona transisi mencegah pertukaran material yang besar antara mantel atas dan bawah. Beberapa ahli geologi berpendapat bahwa kepadatan batuan yang meningkat di zona transisi mencegah lempengan subduksi dari litosfer jatuh lebih jauh ke

dalam mantel. Potongan-potongan besar lempeng tektonik ini terhenti di zona transisi selama jutaan tahun sebelum bercampur dengan batuan mantel lainnya dan akhirnya kembali ke mantel atas sebagai bagian dari astenosfer, meletus sebagai lava, menjadi bagian dari litosfer, atau muncul sebagai kerak samudera baru. di lokasi pemekaran dasar laut.

Namun, beberapa ahli geologi dan rheolog berpikir lempengan subduksi dapat menyelip di bawah zona transisi ke mantel bawah. Bukti lain menunjukkan bahwa lapisan transisi adalah permeabel, dan mantel atas dan bawah bertukar sejumlah materi. Mungkin aspek terpenting dari zona transisi mantel adalah kelimpahan airnya. Kristal di zona transisi menampung air sebanyak semua samudra di permukaan bumi.

Air di zona transisi bukanlah “air” seperti yang kita kenal. Itu bukan cairan, uap, padat, atau bahkan plasma. Sebaliknya, air ada sebagai hidroksida. Hidroksida adalah ion hidrogen dan oksigen dengan muatan negatif. Di zona transisi, ion hidroksida terperangkap dalam struktur kristal batuan seperti ringwoodite dan wadsleyite.



Gambar 10.3. (*kiri*) ringwoodite; (*kanan*) wadsleyite
(Sumber: Wikipedia)

Mineral ini terbentuk dari olivin pada suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Di dekat bagian bawah zona transisi, peningkatan suhu dan tekanan mengubah ringwoodite dan wadsleyite. Struktur kristal mereka rusak dan hidroksida lolos sebagai "meleleh". Partikel lelehan mengalir ke atas, menuju mineral yang dapat menahan air. Ini memungkinkan zona transisi untuk mempertahankan reservoir air yang konsisten.

Ahli geologi dan rheolog berpikir bahwa air memasuki mantel dari permukaan bumi selama subduksi. Subduksi adalah proses di mana lempeng tektonik yang padat tergelincir atau meleleh di bawah lempeng yang lebih apung. Sebagian besar subduksi terjadi saat lempeng samudera tergelincir di bawah lempeng yang kurang padat. Bersamaan dengan batuan dan mineral litosfer, berton-ton air dan karbon juga diangkut ke mantel. Hidroksida dan air dikembalikan ke mantel atas, kerak, dan bahkan atmosfer melalui konveksi mantel, letusan gunung berapi, dan penyebaran dasar laut.

10.3.3 Mantel Bawah (*Lower Mantle*)

Mantel bawah memanjang dari sekitar 660 kilometer (410 mil) hingga sekitar 2.700 kilometer (1.678 mil) di bawah permukaan bumi. Mantel bawah lebih panas dan lebih padat daripada mantel atas dan zona transisi.

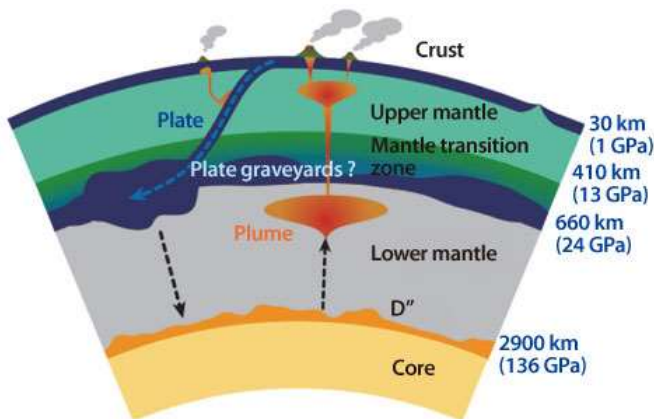
Mantel bawah jauh lebih tidak ulet daripada mantel atas dan zona transisi. Meskipun panas biasanya berhubungan dengan pelunakan batuan, tekanan kuat membuat mantel bawah tetap padat. Ahli geologi tidak setuju tentang struktur mantel bawah. Beberapa ahli geologi berpikir bahwa lempengan litosfer yang tersubduksi telah menetap di sana. Ahli geologi lain berpikir bahwa mantel bawah sama sekali tidak bergerak dan bahkan tidak mentransfer panas secara konveksi.

10.3.4 D Double-Prima (D'')

Di bawah mantel bawah adalah wilayah dangkal yang disebut D'', atau "*d double-prime*." Di beberapa area, D' adalah batas yang hampir setipis silet dengan inti luar. Di daerah lain, D'' memiliki akumulasi besi dan silikat yang tebal. Masih di area lain, ahli geologi dan seismolog telah mendeteksi area pencairan yang sangat besar.

Pergerakan material yang tidak dapat diprediksi di D' dipengaruhi oleh mantel bawah dan inti luar. Besi inti luar mempengaruhi pembentukan diapir, fitur geologis berbentuk kubah (intrusi batuan beku) di mana lebih banyak bahan cair dipaksa menjadi batuan di atasnya yang rapuh. Diapir besi memancarkan panas dan dapat melepaskan pulsa material atau energi yang besar dan menggembung—persis seperti Lampu Lava. Energi ini mekar ke atas, mentransfer panas ke mantel bawah dan zona transisi, dan bahkan mungkin meletus sebagai bulu-bulu mantel.

Di dasar mantel, sekitar 2.900 kilometer (1.802 mil) di bawah permukaan, terdapat batas inti-mantel, atau CMB. Titik ini, yang disebut diskontinuitas Gutenberg, menandai akhir mantel dan awal inti luar cair Bumi.



Gambar 10.4. Struktur Mantel (Sumber: <http://www.spring8.or.jp>)

10.4 Kerak

Bagaimana kerak bumi terbentuk? Kerak bumi terbentuk hampir ribuan tahun yang lalu ketika bumi dalam keadaan sangat panas dan semuanya dalam keadaan cair. Perlahan suhu mulai berkurang dan lapisan padat terbentuk di bagian luar Bumi. Hal ini dikenal sebagai 'kerak bumi', di mana kondisi sekitar ada untuk terus berkembang bentuk kehidupan yang lebih tinggi termasuk flora dan fauna bersama dengan manusia. Kerak bumi merupakan bagian paling atas yang merupakan bagian yang relatif kaku seperti cangkang telur. Kerak bumi terbentuk dari gabungan beberapa batuan dan mineral serta terdapat beberapa lapisan di dalamnya. Semua lapisan ini bersama-sama dikenal sebagai 'litosfer'. Ketebalan kerak dapat bervariasi dari beberapa kilometer di bawah lautan hingga 75 kilometer di bawah daerah pegunungan seperti Himalaya.

Kerak bumi dipisahkan dari lapisan bawah yang disebut Mantle. Proses pemisahan lapisan yang berbeda tergantung pada komposisi kimia, kerapatan, suhu batuan dan mineral penyusunnya. Garis yang memisahkan kerak dari mantel dikenal sebagai '*Diskontinuitas Moho*'. Ditemukan pada tahun 1909 oleh A. Mohorovicic yang menandai batas antara kerak bawah dan mantel atas.

Kerak bumi selanjutnya diklasifikasikan menjadi dua lapisan yaitu 'kerak benua' dan 'kerak samudera. Kerak benua adalah bagian dari kerak bumi tempat manusia hidup dan melakukan segala aktivitasnya. Bagian ini tidak kontinu dan dipisahkan oleh badan air yang sangat besar termasuk laut dan samudera, sungai, sungai dan danau, dll. Berbeda dengan ini, kerak samudra kontinu dan terletak di bawah kerak benua dan memanjang hingga pegunungan tengah samudra. Pada titik inilah, yaitu pegunungan di tengah samudra, kerak bumi berasal. Kedua lapisan ini dipisahkan oleh garis diskontinuitas yang dikenal sebagai '*Diskontinuitas Conrad*'. Diskontinuitas Conrad sesuai dengan batas sub-horizontal

antara Kerak Benua dan Oseanik. Perbatasan ini diamati di berbagai wilayah benua pada kedalaman 15 hingga 20 kilometer. Namun, itu tidak ditemukan di wilayah Oseanik.

Kerak benua:

Diamati bahwa 7 miliar kilometer kubik kerak benua terletak di atas permukaan laut rata-rata. Ini mendukung kehidupan, pemukiman, pertanian dan menyediakan air minum. Kita manusia bisa hidup di sini hanya karena adanya kerak benua. Itu terfragmentasi untuk membentuk berbagai fitur geografis utama seperti benua, lautan dan pulau-pulau. Sekitar 3,7 miliar tahun yang lalu, akibat aktivitas vulkanik di atas kerak samudera yang sangat tipis dan berat, perisai benua mulai terbentuk. Proses pembentukan kerak benua dari aktivitas vulkanik terlihat di berbagai belahan dunia hingga saat ini. Aktivitas vulkanik melahirkan batuan beku yang selanjutnya setelah erosi diangkut dan diendapkan membentuk batuan Sedimen. Semua batuan di atas kemudian di bawah panas dan tekanan yang luar biasa termodifikasi menjadi batuan metamorf. Ini adalah proses yang terus menerus dan berulang yang dikenal sebagai siklus batuan. Kerak benua kurang padat dari semua lapisan interior bumi. Massa jenisnya $2,7 \text{ g/cm}^3$ sedangkan massa jenis kerak samudera $3,0 \text{ g/cm}^3$ dan mantel bumi $3,3 \text{ g/cm}^3$. Komposisi mineral utama kerak benua adalah Silica dan Aluminium. Lapisan ini biasa juga disebut dengan Lapisan Sial.

Kerak benua melayang di atas kerak samudera yang lebih berat dan tabrakan antara dua kerak benua atau kerak benua dan kerak samudera menimbulkan beberapa bentang alam dan fitur terkait. Kerak samudera menjadi lebih berat subduksi kembali ke mantel dan meleleh. Ini adalah zona tabrakan dua benua yang memunculkan sistem rantai pegunungan yang lebih tinggi dan lebih berat seperti Himalaya. Selanjutnya ketebalan terbesar dari kerak benua juga ditemukan di sana. Karena ketinggian gunung selalu ditentukan oleh ketebalan kerak benua. Karena suhu tinggi, kondisi

tekanan dan distorsi mengarah pada modifikasi kerak benua menjadi batuan metamorf.

Batuan tertua dikerak benua berusia sekitar 4,4 miliar tahun. Kerak benua sebagian besar terbuat dari granit. Ini karena magma bawah tanah atau permukaan dapat mendingin secara perlahan, yang memberikan waktu bagi struktur kristal untuk terbentuk sebelum batuan mengeras, yang mengarah ke granit.

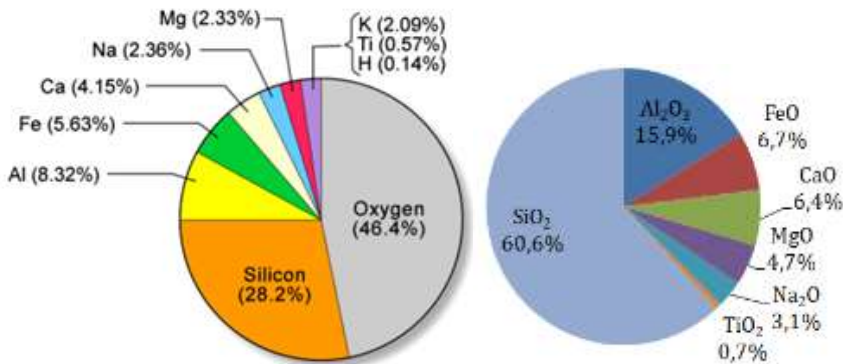
Kerak samudera:

Sekitar 70% dari kerak bumi ditutupi oleh lautan. Kerak samudera berasal dari *Mid-oceanic Ridges* dan menyebar ke arah benua dan kemudian turun menjadi magma lagi dan mencair. Ini bisa menjadi alasan mengapa kita selalu menemukan kerak samudera yang lebih muda dan usianya tidak lebih dari 200 juta tahun. Semua kerak samudera terdiri dari batuan basalt yang merupakan batuan vulkanik.



Gambar 10.5. (*Kiri*) Kolom Basalt; (*Kanan*) Basalt Scoriaceous
(Sumber: <https://www.alexstrekeisen.it/english/vulc/basalt.php>)

Beberapa endapan sedimen benua di dekat benua dan endapan organik di zona laut dalam juga ditemukan di Kerak samudera. Kerak samudera lebih berat dan densitasnya $3,0 \text{ g/cm}^3$. Gelombang primer (P) merambat melalui lapisan ini dengan kecepatan 7 km/detik . Komposisi mineral batuan terutama silika dan magnesium. Lapisan ini dikenal sebagai *Sima*. Menurut Teori Tektonik Lempeng, kerak samudra berasal dari pegunungan tengah samudra dan bersubduksi pada batas konvergen dua lempeng. Fitur pantai seperti busur Pulau, gunung berapi, palung samudera terbentuk di zona subduksi dua kerak samudera. Ketika kerak samudera menyatu dengan kerak benua, ia selalu menyubduksi di bawah kerak benua karena kerak samudera lebih padat dan berat dan meleleh dan dimasukkan ke dalam mantel setelah subduksi.



Gambar 10.6. (Kiri) Komposisi unsure kerak bumi; (kanan) Komposisi oksida di kerak bumi

10.5 Latihan

1. Mengapa kerak benua disebut lapisan *Sial*?
2. Jelaskan secara singkat komposisi kerak bumi
3. Jelaskan perbedaan utama inti luar dan inti dalam bumi
4. Sebutkan apa saja bahan yang menyusun inti dalam bumi.
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan diskontinuitas Bullen

DAFTAR PUSTAKA

- Gupta, H. K. 2021. Encyclopedia of Solid Earth Geophysics 2nd Edition. In *Springer Geophysics*.
- Mahmoud H. Abdel Razek, 2020. Composition of the earth crust. *Ain Shams Engineering Journal*:14.
- Pluijm, B. A. van der; S. M. 1955. *Earth science: Mind your head* (2nd ed.). W. W. Norton & Company, Inc.

BAB 11

ATMOSFER BUMI DAN PERANANNYA DALAM KEHIDUPAN MANUSIA

Oleh Fahmy Rinanda Saputri

11.1 Pengertian Atmosfer

Asal-usul kata "atmosfer" berasal dari Bahasa Yunani, di mana "atmos" berarti "uap" dan "sphaira" berarti "bola". Oleh karena itu, atmosfer dapat diartikan sebagai lapisan uap yang menyelubungi bumi. Keadaan atmosfer pada titik waktu dan area yang terbatas disebut cuaca, yang dianalisis secara mendalam oleh ilmu meteorologi. Di sisi lain, iklim mengacu pada rata-rata kondisi cuaca dalam jangka waktu yang lebih panjang di suatu daerah. Klimatologi adalah disiplin ilmu yang mengkaji perubahan iklim dalam skala yang lebih luas (Pratomo, 2020).

Atmosfer memiliki kemampuan untuk menjaga keseimbangan di bumi dengan mengurangi intensitas panas dari radiasi matahari dan berfungsi sebagai perisai melindungi planet dari objek-objek yang jatuh dari luar angkasa. Faktor-faktor cuaca di bumi sangat dipengaruhi oleh atmosfer, mengingat atmosfer mampu membatasi keluarnya dan masuknya panas dari dan ke permukaan planet (Juwita & Suryadhi, 2018).

Atmosfer adalah komponen penting yang mendukung kehidupan di bumi. Tanpa atmosfer, kondisi di permukaan planet ini akan menjadi sangat tidak layak huni bagi manusia, hewan, dan tumbuhan. Atmosfer menjaga suhu bumi pada tingkat yang mendukung kehidupan dengan menyebarluaskan panas matahari, mencegah perbedaan suhu yang ekstrem antara siang dan malam. Selain itu, atmosfer menyediakan oksigen yang diperlukan oleh

manusia dan hewan untuk melakukan respirasi, proses vital yang menghasilkan energi. Tumbuhan juga mengandalkan atmosfer untuk mendapatkan karbondioksida yang diperlukan dalam fotosintesis, proses di mana tumbuhan menghasilkan makanan dan oksigen. Atmosfer juga berperan sebagai perisai pelindung dari radiasi berbahaya matahari, seperti radiasi ultraviolet yang dapat merusak organisme. Selain itu, atmosfer memainkan peran dalam pembentukan pola cuaca dan iklim, yang mempengaruhi distribusi air dan suhu di seluruh bumi. Oleh karena itu, keberadaan atmosfer sangat penting bagi kelangsungan hidup dan kesejahteraan semua bentuk kehidupan di Bumi.

Atmosfer memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Kecuali dalam bentuk angin, atmosfer tidak memiliki warna, aroma, dan tidak dapat dirasakan.
2. Atmosfer bersifat dinamis dan elastis, mampu mengembang, mengkerut, dan bergerak atau berpindah.
3. Atmosfer dapat membiarkan beberapa jenis radiasi melaluinya secara transparan.
4. Atmosfer memiliki massa yang menciptakan tekanan di permukaan Bumi.
5. Mengandung uap air, yang berperan dalam siklus air di Bumi.
6. Mengalami perubahan suhu yang menciptakan berbagai kondisi cuaca dan pola iklim.
7. Mengalami perubahan tekanan dengan ketinggian di atas permukaan laut.
8. Berinteraksi dengan radiasi matahari, menyaring dan menyerap sebagian radiasi.
9. Melindungi Bumi dari partikel-partikel kosmik yang berasal dari luar angkasa.
10. Berkaitan dengan polusi dan dampak manusia terhadap kualitas udara dan iklim.

11.2 Komposisi Atmosfer

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, atmosfer adalah lapisan udara yang melingkungi Bumi. Seperti saat kita membayangkan lapisan udara di sekitar kita, atmosfer juga memiliki bahan-bahan atau benda-benda yang membentuknya. Bahan-bahan ini disebut "unsur". Dua unsur yang sangat penting dalam atmosfer kita adalah nitrogen dan oksigen. Kita bisa membayangkan nitrogen dan oksigen sebagai teman-teman udara kita yang paling banyak. Mereka membantu kita bernapas dan membuat udara terasa sejuk.

Selain nitrogen dan oksigen, ada juga unsur-unsur lain dalam atmosfer. Ada partikel-partikel kecil yang disebut "debu" dan ada juga "air" dalam bentuk uap yang kita tidak bisa melihat. Unsur-unsur ini berada di sekitar kita, tetapi kita tidak bisa melihatnya seperti kita melihat mainan atau pohon.

Jadi, komposisi atmosfer adalah bahan-bahan yang ada di udara kita, seperti nitrogen, oksigen, debu, dan uap air. Atmosfer juga memiliki lapisan-lapisan yang berbeda dengan karakteristik khusus di setiap lapisannya. Semua ini membantu kita merasa nyaman dan aman di Bumi kita yang indah ini!

Adapun Tabel 11.1 yang merupakan daftar komposisi atmosfer.

Tabel 11.1. Komposisi Atmosfer

Unsur	Simbol	Volume (%)
Nitrogen	N ₂	78,08
Oksigen	O ₂	20,95
Argon	Ar	0,93
Karbon Dioksida	CO ₂	0,35
Neon	Ne	0,0018
Methan	CH ₄	0,00017
Helium	He	0,0005
Hidrogen	H ₂	0,00005
Xenon	Xe	0,000009
Ozon	O ₃	0,000004

Sumber: (Pratomo, 2020)

Dari informasi yang tercantum dalam Tabel 11.1, terlihat bahwa atmosfer memiliki lapisan udara yang penuh dengan unsur nitrogen dan oksigen (sekitar 99%). Kedua unsur ini memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan di Bumi. Unsur gas yang ada dalam jumlah yang sangat kecil adalah ozon. Meskipun ozon jumlahnya sangat sedikit (sekitar 0,000004%), namun unsur ini memiliki peran yang sangat penting. Salah satunya adalah menyerap radiasi ultraviolet, sehingga radiasi ultraviolet yang mencapai permukaan bumi menjadi berkurang.

Total berat seluruh atmosfer diperkirakan sekitar $5,6 \times 10^{14}$ ton. Sekitar separuh dari total berat tersebut terdapat di ketinggian di bawah 6000 m dari permukaan bumi, dan sekitar 80% dari keseluruhan berada dalam lapisan troposfer. Keadaan ini dipengaruhi oleh gaya gravitasi Bumi. Gaya gravitasi ini menyebabkan udara yang berada dekat dengan permukaan Bumi menjadi lebih padat.

Interaksi antara partikel-partikel atmosfer dan gaya gravitasi Bumi memiliki dampak besar pada struktur dan dinamika atmosfer. Lebih jauh lagi, kondisi ini berperan dalam menciptakan gradien tekanan udara yang memengaruhi pembentukan pola cuaca dan aliran udara di seluruh dunia. Gaya gravitasi ini juga memiliki peran dalam menjaga sebagian besar komponen atmosfer tetap terjaga di sekitar permukaan Bumi, yang penting bagi kehidupan dan proses-proses fisik yang terjadi di planet ini.

11.3 Lapisan Atmosfer

Atmosfer Bumi terdiri dari beberapa lapisan yang memiliki karakteristik dan sifat yang berbeda. Berdasarkan Gambar 12.1, lapisan-lapisan atmosfer dari terdekat dengan permukaan Bumi hingga ke luar angkasa adalah:

1. Troposfer: Lapisan ini adalah yang paling dekat dengan permukaan Bumi dan mencapai ketinggian sekitar 8 hingga 15 kilometer tergantung pada lokasi geografisnya. Ini adalah

lapisan di mana cuaca terjadi. Suhu umumnya menurun seiring ketinggian dalam lapisan ini. Lebih detail ciri-cirinya adalah sebagai berikut:

- a. Ini adalah lapisan yang paling dekat dengan permukaan bumi.
 - b. Tempat di mana berbagai cuaca terjadi, termasuk angin, hujan, petir, dan pelangi.
 - c. Tebalnya lapisan ini bervariasi, sekitar 18 km di khatulistiwa dan hanya sekitar 8 km di kutub.
 - d. Mayoritas massa atmosfer berada dalam lapisan ini, sekitar 80%.
 - e. Ada perbedaan suhu yang disebut gradien termometrik, di mana suhu turun sekitar $0,6^{\circ}\text{C}$ setiap 100 m naik.
 - f. Suhu tertinggi di lapisan troposfer adalah sekitar -60°C , sedangkan di permukaan laut daerah tropis sekitar 27°C .
 - g. Lapisan tropopause terdapat di antara troposfer dan stratosfer.
2. Stratosfer: Di atas troposfer, ada lapisan stratosfer yang mencapai ketinggian sekitar 50 kilometer. Di dalam stratosfer terdapat lapisan ozon yang berfungsi sebagai perisai melindungi Bumi dari radiasi ultraviolet berbahaya. Suhu dalam stratosfer umumnya meningkat dengan ketinggian karena adanya penyerapan radiasi ultraviolet oleh ozon. Lebih detail, ciri-cirinya adalah sebagai berikut:
- a. Terdapat lapisan ozon pada ketinggian sekitar 35 km yang melindungi Bumi dari sinar ultraviolet.
 - b. Ada lapisan isothermal, dengan suhu sekitar 60°C , pada ketinggian 18-22 km.
 - c. Lapisan inversi juga ada di lapisan ini, terjadi pada ketinggian 20-60 km.

- d. Pesawat jet terbang di lapisan ini.
 - e. Lapisan stratopause memisahkan stratosfer dan mesosfer.
3. Mesosfer: Setelah stratosfer, ada lapisan mesosfer yang membentang hingga ketinggian sekitar 85 kilometer. Ini adalah lapisan yang suhunya mulai menurun lagi seiring dengan ketinggian, menjadikannya salah satu lapisan yang paling dingin dalam atmosfer. Ciri-ciri lapisan ini adalah:
- a. Ini melindungi Bumi dari objek-objek luar angkasa.
 - b. Tempat di mana objek luar angkasa terbakar saat masuk ke atmosfer.
 - c. Suhu bagian atas lapisan ini semakin rendah.
 - d. Pada ketinggian 80 km, suhu mencapai -90°C , menjadikannya lapisan paling dingin.
 - e. Terdapat lapisan mesopause di antara mesosfer dan termosfer.
4. Termosfer: Di atas mesosfer, termosfer membentang hingga ketinggian sekitar 600 kilometer. Di lapisan ini, suhu mulai meningkat kembali karena radiasi ultraviolet dan sinar-X dari matahari yang menyebabkan pemanasan. Namun, suhu yang terukur di termosfer tidak terasa panas karena ketidakpadatan udara di lapisan ini. Ciri-ciri lapisan ini adalah:
- a. Memiliki suhu antara -40°C hingga -5°C .
 - b. Terjadi ionisasi sebagian molekul dan atom udara.
5. Eksosfer: Lapisan terluar atmosfer disebut eksosfer dan membentang hingga ribuan kilometer ke luar angkasa. Lapisan ini memiliki ketidakpadatan udara yang sangat tinggi dan merupakan area di mana partikel-partikel bermuatan dari angkasa luar berinteraksi dengan atmosfer. Ciri-ciri lapisan ini adalah:

- a. Atom-atom bergerak secara acak.
- b. Ini adalah lapisan yang paling panas.
- c. Satelit diluncurkan pada lapisan ini.
- d. Disebut juga sebagai ruang antar planet dan geostasioner.

Setiap lapisan ini memiliki peran unik dalam menjaga keseimbangan termal dan fisik di Bumi serta memengaruhi fenomena cuaca dan iklim.



Gambar 11.1. Lapisan Atmosfer
Sumber : (Pratomo, 2020)

11.4 Unsur-unsur Cuaca

Atmosfer memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk cuaca di Bumi. Hubungan antara atmosfer dan cuaca erat sekali, karena atmosfer adalah tempat di mana berbagai proses dan perubahan yang menyebabkan cuaca terjadi. Berikut adalah beberapa cara atmosfer berhubungan dengan cuaca:

1. Komposisi Gas: Unsur-unsur gas di atmosfer, terutama nitrogen dan oksigen, berinteraksi dengan energi matahari yang datang

ke Bumi. Ini menyebabkan pemanasan atmosfer dan permukaan Bumi, yang merupakan salah satu faktor utama dalam pembentukan cuaca.

2. Siklus Panas: Atmosfer berperan dalam mengatur distribusi panas di seluruh planet. Sinar matahari memanaskan atmosfer dan permukaan Bumi. Ketika udara hangat naik, udara dingin mengisi celah-celah kosong. Proses ini menciptakan sirkulasi udara dan angin, yang pada gilirannya mempengaruhi pembentukan awan, hujan, dan perubahan cuaca.
3. Uap Air: Atmosfer mengandung uap air, yang berasal dari penguapan air dari permukaan bumi seperti lautan, sungai, dan danau. Uap air ini membentuk awan ketika naik ke lapisan udara yang lebih dingin. Ketika uap air berkondensasi menjadi tetes air, ini bisa menjadi titik awal terbentuknya hujan atau salju.
4. Panas Radiasi: Radiasi matahari yang datang ke Bumi meresap atmosfer dan memanaskannya. Ini menyebabkan udara di permukaan menjadi hangat dan naik. Udara yang naik ini membawa uap air ke lapisan yang lebih tinggi dan dingin, di mana uap air dapat berkondensasi menjadi tetes air dan membentuk awan. Proses ini berperan dalam membentuk pola cuaca seperti hujan, salju, atau badai.
5. Tekanan Udara: Atmosfer juga memiliki tekanan udara yang bervariasi di berbagai tempat. Perbedaan tekanan udara antara daerah yang tinggi dan rendah menciptakan pergerakan udara yang menghasilkan angin. Angin ini mempengaruhi cuaca lokal dan membawa udara hangat atau dingin dari satu tempat ke tempat lain.
6. Pola Sirkulasi: Atmosfer memiliki pola sirkulasi global yang besar. Ini termasuk siklus angin, aliran udara, dan pergerakan massa udara panas dan dingin di seluruh dunia. Pola ini memainkan peran besar dalam pembentukan pola cuaca makro seperti musim kemarau dan musim hujan.

Jadi, atmosfer dan cuaca saling terkait erat. Perubahan dalam komposisi udara, suhu, tekanan, dan aliran udara dalam atmosfer sangat mempengaruhi kondisi cuaca di berbagai wilayah di Bumi.

Cuaca adalah hasil dari berbagai unsur dan faktor yang bekerja bersama untuk menciptakan kondisi atmosfer di suatu wilayah dalam jangka waktu yang singkat. Beberapa unsur-unsur cuaca meliputi:

1. Suhu: Suhu mengukur seberapa panas atau dinginnya udara. Perubahan suhu mengarah pada perubahan cuaca, seperti perubahan dari panas ke dingin yang menghasilkan perubahan musim.

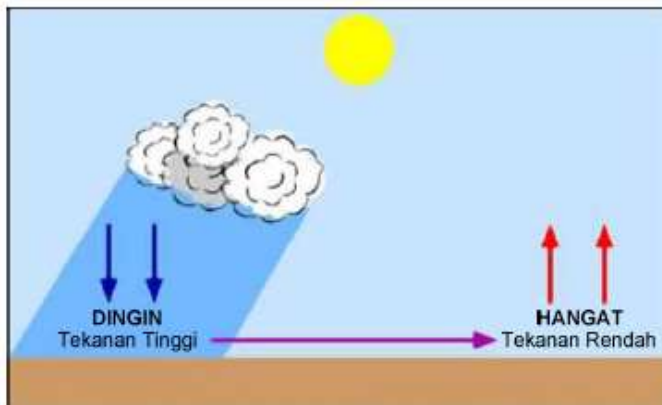
Udara akan menjadi hangat karena pengaruh sinar matahari. Proses pertama dari sinar matahari adalah pemanasan permukaan bumi. Setelah itu, udara akan menyerap panas dari permukaan bumi, yang kemudian dipancarkan kembali dalam bentuk gelombang panjang setelah diubah.



Gambar 11.2. Intensitas Sinar Matahari
Sumber : (Susilawati, n.d.)

Tidak semua radiasi matahari yang mencapai bumi benar-benar diserap. Sekitar 51% radiasi matahari diserap oleh bumi, sedangkan sisanya mengalami berbagai proses seperti pembauran sebesar 7%, pemantulan oleh awan sekitar 20%, pemantulan oleh permukaan bumi sekitar 4%, dan diserap oleh awan sekitar 3%. Selain itu, sekitar 19% diserap oleh molekul udara dan partikel debu di atmosfer (Susilawati, n.d.).

2. Kelembaban: Kelembaban mengacu pada seberapa banyak uap air yang ada dalam udara. Kelembaban tinggi dapat menyebabkan pembentukan awan dan hujan, sementara kelembaban rendah dapat membuat udara terasa kering.
3. Tekanan Udara: Tekanan udara adalah berat udara di atas kita. Perubahan tekanan udara dapat mengindikasikan perubahan cuaca, seperti peningkatan tekanan sebelum cuaca cerah dan penurunan tekanan sebelum cuaca buruk.
4. Angin: Angin adalah gerakan udara di atmosfer. Kecepatan dan arah angin mempengaruhi perubahan cuaca dan membantu menyebarkan suhu dan kelembaban di berbagai wilayah.



Gambar 11.3. Bentuk angin sebagai hasil dari perbedaan temperatur lokal. Sumber : (Susilawati, n.d.)

Angin merupakan pergerakan udara secara horizontal atau sejajar dengan permukaan bumi yang terjadi akibat perbedaan tekanan udara di berbagai lokasi. Perbedaan tekanan ini muncul karena terdapat perbedaan suhu di antara lokasi-lokasi tersebut, yang disebabkan oleh variasi radiasi matahari. Angin akan bergerak dari daerah tekanan tinggi menuju daerah tekanan rendah. Setelah mencapai keseimbangan, udara cenderung menjadi stabil atau tenang.

Ada beberapa jenis angin yang umum terjadi di Bumi, dan berikut ini adalah beberapa di antaranya:

Angin Monsun: Angin monsun adalah angin musiman yang terjadi akibat perbedaan tekanan udara antara daratan dan laut. Terdapat monsun musim panas dan monsun musim dingin. Pada musim panas, angin bertiup dari laut ke daratan karena permukaan laut lebih dingin daripada daratan yang dipanaskan oleh matahari. Pada musim dingin, alur arah anginnya terbalik.

Angin Pasat: Angin pasat adalah angin tetap yang bertiup secara konsisten dari daerah tekanan tinggi di belahan kutub menuju daerah tekanan rendah di sekitar khatulistiwa. Terdapat angin pasat timur dan angin pasat barat di berbagai belahan bumi.

Angin Laut dan Angin Darat: Angin laut bertiup dari laut ke daratan pada siang hari karena permukaan laut tetap dingin. Angin darat bertiup dari daratan ke laut pada malam hari karena daratan cepat mendingin setelah matahari terbenam.

Angin Siklon dan Angin Antisiklon: Angin siklon adalah angin yang berputar mengelilingi pusat tekanan rendah. Angin ini umumnya membawa cuaca yang lembab dan berawan. Sebaliknya, angin antisiklon berputar mengelilingi pusat tekanan tinggi dan biasanya membawa cuaca yang kering dan cerah.

Angin Brisa: Angin brisa adalah angin lokal yang terjadi akibat perbedaan suhu antara daratan dan laut. Pada siang hari, angin brisa laut bertiup dari laut ke daratan, sementara pada malam hari, angin brisa darat bertiup dari daratan ke laut.

Angin Foehn: Angin foehn adalah angin kering dan hangat yang turun dari pegunungan ke daerah yang lebih rendah. Ketika angin foehn bertiup, udara cenderung menjadi kering dan suhu meningkat.

Angin Gunung dan Angin Lembah: Angin gunung bertiup dari lembah ke puncak gunung karena panasnya udara di lembah. Angin lembah bertiup dari puncak gunung ke lembah karena pendinginan cepat di puncak gunung.

Angin Konvergen dan Angin Divergen: Angin konvergen adalah angin yang bertemu di satu titik, menciptakan daerah tekanan rendah dan cuaca berkabut atau hujan. Angin divergen adalah angin yang menjauh dari satu titik, menciptakan daerah tekanan tinggi dan cuaca cerah.

5. Awan: Awan adalah gumpalan kecil partikel air yang mengambang di atmosfer. Jenis dan bentuk awan dapat memberikan petunjuk tentang kondisi cuaca. Misalnya, awan gelap dan tebal dapat menandakan hujan atau badai.
6. Hujan: Hujan terjadi ketika tetes-tetes air jatuh dari awan. Intensitas hujan dan durasi hujan dapat mempengaruhi kondisi cuaca dan lingkungan.

Terjadinya hujan melibatkan berbagai tahapan dalam siklus air di Bumi. Proses dimulai ketika matahari memanaskan permukaan air di lautan, sungai, dan danau, mengubah air menjadi uap air yang naik ke atmosfer. Proses ini disebut penguapan. Saat uap air naik ke atmosfer, ia mendingin dan berubah kembali menjadi air dengan membentuk awan. Proses ini dikenal sebagai kondensasi.

Ketika awan menjadi cukup tebal dan jenuh dengan uap air, partikel-partikel air yang mengapung di udara mulai

bergabung dan membentuk tetesan air yang lebih besar. Tetesan-tetesan air ini saling bertabrakan dan bertambah besar hingga menjadi cukup berat untuk jatuh. Inilah saat ketika terjadi hujan. Tetesan-tetesan air yang jatuh dari awan mengalami gravitasi dan menciptakan butir-butir air yang jatuh ke permukaan bumi.



Gambar 11.4. Proses terjadinya hujan

Sumber : (Utama, 2020)

Setelah mencapai permukaan bumi, air hujan dapat merembes ke dalam tanah untuk menyuplai air tanaman dan sumber mata air, atau mengalir ke sungai dan danau, membentuk aliran air yang mengalir ke laut. Proses ini disebut aliran permukaan. Dengan demikian, hujan adalah bagian penting dari siklus air di Bumi, yang mencakup penguapan, kondensasi, pembentukan awan, dan akhirnya jatuhnya air kembali ke permukaan bumi dalam bentuk hujan.

7. Salju: Salju adalah kristal es yang jatuh dari awan dan menumpuk di permukaan bumi. Salju sering dihubungkan dengan cuaca dingin dan musim dingin.

8. Petir dan Kilat: Petir dan kilat adalah fenomena yang terjadi selama badai. Petir adalah kilatan cahaya yang disertai suara keras (guruh) karena adanya pergerakan cepat listrik di antara awan dan permukaan bumi.
9. Panas Matahari: Radiasi panas dari matahari adalah sumber utama energi yang memanaskan atmosfer dan permukaan bumi. Intensitas radiasi matahari mempengaruhi suhu dan cuaca.
10. Kecepatan Pertumbuhan: Pertumbuhan tanaman dan tumbuhan dapat mempengaruhi cuaca lokal. Tanaman melepaskan uap air melalui proses transpirasi, yang dapat memengaruhi kelembaban udara dan pembentukan awan.
11. Keadaan Laut: Suhu dan perubahan arus laut dapat mempengaruhi cuaca di wilayah pesisir dan di lautan. Permukaan laut yang hangat dapat menyebabkan pembentukan siklon tropis atau badai.

11.5 Kondisi Iklim Dunia dan Indonesia

Iklim dan atmosfer memiliki hubungan yang sangat erat karena atmosfer adalah lingkungan di mana semua proses iklim terjadi. Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelimuti planet Bumi, dan ini adalah tempat di mana berbagai unsur dan fenomena yang membentuk iklim berlangsung. Berikut adalah beberapa cara hubungan antara iklim dan atmosfer:

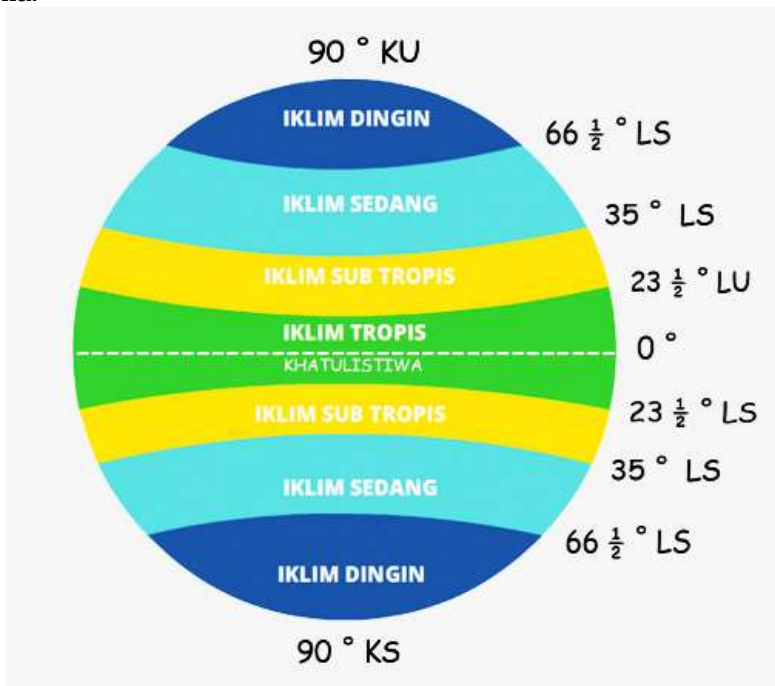
1. Komposisi Gas: Komposisi gas di atmosfer, seperti konsentrasi gas rumah kaca seperti karbondioksida (CO_2), memiliki dampak langsung pada suhu rata-rata Bumi. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca dapat menyebabkan peningkatan suhu global, yang pada akhirnya mempengaruhi pola iklim di seluruh dunia.
2. Sirkulasi Atmosfer: Sirkulasi atmosfer adalah pergerakan udara di atmosfer yang menciptakan pola angin dan distribusi panas di Bumi. Sirkulasi atmosfer mengatur pola cuaca makro seperti

- musim hujan dan kemarau. Angin-angin global, seperti angin pasat, memainkan peran penting dalam membentuk iklim di berbagai wilayah.
3. Aliran Udara dan Kelembaban: Atmosfer membawa kelembaban dari satu wilayah ke wilayah lain, yang mempengaruhi pembentukan awan, hujan, dan fenomena cuaca lainnya. Aliran udara membawa angin hangat atau dingin dari satu tempat ke tempat lain, yang membentuk pola cuaca yang berbeda.
 4. Radiasi Surya: Atmosfer memungkinkan penetrasi radiasi matahari ke permukaan Bumi. Sinar matahari memanaskan atmosfer dan permukaan Bumi, menghasilkan perbedaan suhu yang mengarah pada perubahan cuaca dan iklim.
 5. Perubahan Iklim dan Pola Cuaca Ekstrem: Perubahan dalam komposisi atmosfer, seperti peningkatan emisi gas rumah kaca, dapat menyebabkan perubahan iklim jangka panjang. Ini dapat mempengaruhi pola cuaca, memicu peristiwa cuaca ekstrem seperti badai, kekeringan, dan banjir yang lebih sering terjadi.
 6. Lapisan Atmosfer: Lapisan atmosfer yang berbeda, seperti troposfer, stratosfer, dan lainnya, memiliki sifat fisik yang memengaruhi bagaimana energi matahari dipantulkan, diserap, atau dihamburkan. Ini memainkan peran penting dalam pengaturan suhu dan kondisi cuaca.

Jadi, Iklim adalah kondisi rata-rata cuaca di suatu wilayah atau daerah selama periode waktu yang panjang, biasanya beberapa dekade. Ini mencakup pola suhu, curah hujan, kelembaban udara, angin, dan kondisi atmosfer lainnya yang berkembang secara konsisten dalam jangka waktu yang lebih lama. Iklim mencerminkan karakteristik cuaca yang dapat diharapkan dalam kurun waktu yang cukup lama di suatu wilayah tertentu.

Faktor-faktor seperti letak geografis, arah angin, curah hujan, sirkulasi atmosfer, dan adanya massa air seperti lautan serta

topografi, semuanya berperan dalam membentuk iklim yang khas di berbagai bagian dunia. Dengan memahami iklim suatu wilayah, kita dapat mengidentifikasi pola cuaca yang umum terjadi di sana, memprediksi perubahan cuaca dalam jangka panjang, dan mengambil langkah-langkah untuk beradaptasi dengan kondisi iklim yang berubah. Gambar 11.5 adalah peta iklim yang ada di dunia.



Gambar 11.5. Peta Iklim
Sumber : (BMKG, n.d.)

Di bawah ini adalah penjelasan tentang iklim dingin, sedang, subtropis, dan tropis:

1. Iklim Dingin (665° – 90°LU dan 66, 5° – 90°LS): Iklim dingin terjadi di daerah-daerah yang suhunya cenderung lebih rendah sepanjang tahun. Di wilayah dengan iklim dingin, musim

- dinginnya sangat dingin dengan salju dan cuaca sejuk. Musim panasnya pendek dan suhunya tidak terlalu panas. Di sini, kamu akan melihat banyak salju, dan orang-orang mengenakan pakaian hangat serta jaket tebal untuk tetap nyaman.
2. Iklim Sedang (40° – $66,5^{\circ}$ LU dan 40° – $66,5^{\circ}$ LS): Iklim sedang biasanya memiliki empat musim yang berbeda: musim semi, musim panas, musim gugur, dan musim dingin. Musim panas tidak terlalu panas dan musim dingin tidak terlalu dingin. Iklim ini memiliki perubahan cuaca yang agak cepat dari satu musim ke musim lain. Di wilayah ini, kamu akan melihat pohon-pohon yang berubah warna daunnya saat musim gugur dan bunga-bunga yang mekar di musim semi.
 3. Iklim Subtropis ($23,5^{\circ}$ – 40° LU dan $23,5^{\circ}$ – 40° LS): Di wilayah dengan iklim subtropis, musim panasnya panas dan lembap, sementara musim dinginnya lebih hangat daripada iklim sedang tetapi tetap sejuk. Ini adalah tempat yang cukup lembap dengan banyak hujan, dan tumbuh banyak tanaman tropis. Kamu akan menemukan banyak tanaman hijau dan cuaca yang cukup hangat sepanjang tahun.
 4. Iklim Tropis (0 - $23,5^{\circ}$ LU dan 0 - $23,5^{\circ}$ LS): Di wilayah dengan iklim tropis, cuacanya hangat sepanjang tahun. Ini adalah tempat dengan musim hujan dan kemarau. Musim hujan memiliki curah hujan yang banyak, sedangkan musim kemarau cenderung lebih kering. Di sini, kamu akan menemukan hutan hujan, pantai yang indah, dan banyak sinar matahari.

Indonesia memiliki iklim tropis karena letak geografisnya yang berada di sekitar garis khatulistiwa. Garis khatulistiwa adalah garis khayal yang melingkari Bumi secara horizontal di tengah-tengahnya. Karena Indonesia terletak dekat dengan garis khatulistiwa, matahari menyinari wilayah ini secara langsung sepanjang tahun. Inilah yang menyebabkan suhu udara di Indonesia cenderung hangat sepanjang tahun.

Selain itu, karena posisinya yang berdekatan dengan khatulistiwa, Indonesia juga mendapatkan curah hujan yang cukup tinggi. Proses pemanasan yang intens di wilayah ini menyebabkan uap air di permukaan laut menguap dan naik ke atmosfer, membentuk awan dan akhirnya berujung pada curah hujan yang sering terjadi. Itulah sebabnya Indonesia memiliki dua musim utama: musim hujan dan musim kemarau.

Selain cuaca yang hangat dan curah hujan yang tinggi, Indonesia juga memiliki beragam tumbuhan tropis dan hewan yang berkembang di lingkungan iklim tropis. Iklim tropis yang hangat dan lembap ini memungkinkan tumbuhan dan hewan untuk berkembang subur sepanjang tahun.

Dalam iklim tropis, kita sering mengalami sinar matahari yang kuat, suhu yang tinggi, serta cuaca yang kadang-kadang bisa berubah tiba-tiba. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk selalu menjaga kesehatan dan beradaptasi dengan perubahan cuaca yang mungkin terjadi.

11.7 Lembaga-Lembaga yang Menyediakan dan Memanfaatkan Data Cuaca dan Iklim di Indonesia

Di Indonesia, ada beberapa lembaga yang berperan dalam menyediakan dan memanfaatkan data cuaca dan iklim. Beberapa di antaranya adalah:

1. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG): BMKG adalah lembaga pemerintah yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyediakan informasi cuaca, klimatologi, serta geofisika di Indonesia. BMKG menyediakan prakiraan cuaca harian, peringatan dini terkait bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami, serta data iklim jangka panjang.
2. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN): LAPAN juga terlibat dalam pengumpulan dan pemantauan data

- cuaca dan iklim, terutama dalam konteks penerbangan dan antariksa. LAPAN mengoperasikan stasiun pemantauan cuaca dan satelit untuk memantau kondisi atmosfer dan lingkungan luar angkasa.
3. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK): KLHK memiliki peran dalam memantau data iklim terkait dengan lingkungan dan kehutanan di Indonesia. Data ini digunakan untuk pemantauan perubahan lingkungan dan dampak perubahan iklim terhadap ekosistem.
 4. Universitas dan Perguruan Tinggi: Banyak universitas dan perguruan tinggi di Indonesia juga terlibat dalam penelitian dan pengumpulan data cuaca dan iklim. Mereka melakukan studi terkait perubahan iklim, pengaruh iklim terhadap lingkungan, serta mengembangkan model prediksi cuaca dan iklim.
 5. Organisasi Internasional: Indonesia juga berpartisipasi dalam kerjasama internasional terkait cuaca dan iklim, seperti World Meteorological Organization (WMO). Kerjasama ini melibatkan pertukaran data, teknologi, dan informasi terkait cuaca dan iklim di tingkat global.
 6. Aplikasi dan Situs Web Cuaca: Selain lembaga pemerintah dan penelitian, ada juga banyak aplikasi dan situs web cuaca yang memberikan informasi cuaca dan prediksi cuaca harian. Ini termasuk sumber informasi yang dapat diakses oleh masyarakat umum.

11.8 Peranan Atmosfer bagi Kehidupan di Bumi

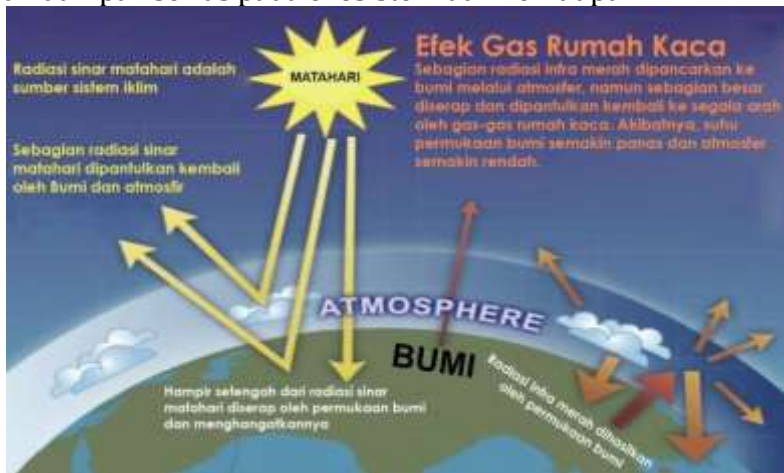
Atmosfer adalah lapisan udara yang mengelilingi planet Bumi. Atmosfer memiliki dampak yang sangat penting bagi kehidupan di Bumi. Atmosfer memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga dan membentuk cuaca dan iklim di Bumi. Berikut adalah beberapa peranan atmosfer yang berhubungan dengan cuaca dan iklim:

1. **Regulasi Suhu:** Atmosfer membantu mengatur suhu di Bumi. Lapisan ozon dalam atmosfer menyerap sebagian besar radiasi ultraviolet (UV) berbahaya dari matahari, yang membantu menjaga suhu Bumi tetap sesuai untuk kehidupan. Selain itu, atmosfer juga membantu dalam redistribusi panas di seluruh planet melalui aliran udara dan konveksi.
2. **Pembentukan Cuaca:** Atmosfer adalah tempat di mana proses-proses cuaca terjadi. Perbedaan suhu dan tekanan di berbagai wilayah atmosfer menciptakan aliran udara, membentuk pola angin dan fenomena cuaca seperti angin, hujan, badai, dan awan. Interaksi ini mempengaruhi cuaca harian di berbagai wilayah.
3. **Pola Curah Hujan:** Atmosfer memainkan peran penting dalam pembentukan curah hujan. Uap air di udara mengondensasi menjadi tetesan air dalam awan, dan akhirnya jatuh sebagai hujan. Pola angin membawa uap air dari tempat yang lembap ke tempat yang kering, membentuk pola curah hujan yang berbeda di seluruh dunia.
4. **Pola Angin Global:** Atmosfer menghasilkan aliran udara yang membentuk pola angin global seperti angin pasat dan angin monsun. Pola angin ini mempengaruhi distribusi panas di seluruh planet dan membawa pengaruh pada pola iklim di berbagai belahan bumi.
5. **Distribusi Energi Matahari:** Atmosfer mempengaruhi bagaimana energi matahari diserap, dihamburkan, dan dipantulkan di seluruh planet. Ini mempengaruhi pola suhu dan iklim di berbagai wilayah.
6. **Pengendalian Kehidupan:** Atmosfer juga berkontribusi terhadap distribusi oksigen, karbondioksida, dan nutrisi lain yang penting bagi kehidupan. Proses fotosintesis oleh tumbuhan mengubah karbondioksida menjadi oksigen, yang memengaruhi komposisi atmosfer dan mempertahankan keseimbangan ekosistem.

7. Pengaruh Perubahan Iklim: Atmosfer juga mengalami perubahan akibat aktivitas manusia seperti emisi gas rumah kaca. Ini dapat mempengaruhi perubahan suhu global, pola cuaca ekstrem, dan perubahan iklim jangka panjang.

Sedangkan beberapa dampak negatif karena aktivitas manusia yang terkait dengan atmosfer, adalah:

1. Pencemaran Udara: Aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri, dan pertanian dapat menghasilkan polutan udara seperti partikel berbahaya, gas sulfur dioksida, nitrogen dioksida, dan karbon monoksida. Pencemaran udara ini merusak kualitas udara dan berkontribusi pada masalah kesehatan manusia serta kerusakan lingkungan.
2. Perubahan Iklim: Emisi gas rumah kaca seperti karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil dan deforestasi dapat memicu pemanasan global dan perubahan iklim. Perubahan iklim ini dapat menyebabkan kenaikan suhu rata-rata, perubahan pola cuaca, naiknya permukaan air laut, dan dampak serius pada ekosistem dan kehidupan.



Gambar 11.6. Efek rumaah kaca

Sumber : (Hidup, 2018)

3. Kerusakan Lapisan Ozon: Penggunaan bahan kimia seperti klorofluorokarbon (CFC) dan hidroklorofluorokarbon (HCFC) dapat merusak lapisan ozon yang melindungi Bumi dari radiasi ultraviolet (UV) berbahaya. Penipisan lapisan ozon ini dapat menyebabkan peningkatan risiko kanker kulit dan gangguan kesehatan lainnya.
4. Efek Asap dan Partikel: Kebakaran hutan, industri, dan pembakaran sampah menghasilkan asap dan partikel ke udara. Ini tidak hanya memengaruhi kualitas udara, tetapi juga dapat berdampak pada kesehatan manusia dengan meningkatkan risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular.
5. Acid Rain (Hujan Asam): Pencemaran udara oleh gas-gas sulfur dioksida dan nitrogen dioksida dapat bereaksi dengan uap air dalam atmosfer dan membentuk hujan asam. Hujan asam dapat merusak tanaman, mengasamkan perairan, dan merusak bahan-bahan bangunan.
6. Gangguan Pola Cuaca dan Bencana Alam: Perubahan dalam pola cuaca yang disebabkan oleh perubahan iklim dapat menyebabkan cuaca ekstrem seperti badai, banjir, dan kekeringan yang berdampak pada kerusakan lingkungan, infrastruktur, dan keselamatan manusia.
7. Kerusakan Lingkungan Antariksa: Aktivitas manusia seperti peluncuran satelit dan wahana antariksa dapat meningkatkan jumlah sampah antariksa yang mengorbit di sekitar Bumi. Sampah antariksa ini dapat merusak satelit dan wahana antariksa lainnya serta mengganggu komunikasi dan navigasi.
8. Penurunan Kualitas Udara dalam Ruangan: Polutan dalam udara luar, seperti partikel dan zat kimia berbahaya, dapat masuk ke dalam ruangan dan mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan. Ini dapat menyebabkan masalah kesehatan dalam jangka panjang jika tidak diatasi.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. (n.d.). *Buku Saku Klimatologi Iklim dan Cuaca Kita*.
- Hidup, D. L. 2018. *Pengertian dan Efek Rumah Kaca*.
<https://dlh.slemankab.go.id/pengertian-dan-penyebab-efek-rumah-kaca/>
- Juwita, L. E., & Suryadhi, S. 2018. Rancang Bangun Sistem Observasi Keadaan Atmosfer Bumi Menggunakan Drone. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 2(2), 86–91. <https://doi.org/10.21070/jeee-u.v2i2.1700>
- Pratomo, A. 2020. Dinamika Atmosfer Dan Dampaknya Terhadap Kehidupan. *Modul Pembelajaran SMA Geografi*, 1–15.
- Susilawati. (n.d.). Atmosfir. In *Bbm 2* (p. 39).
http://file.upi.edu/Direktori/DUAL-MODES/KONSEP_DASAR BUMI ANTARIKSA UNTUK SD/B BM_2.pdf
- Utama, F. S. 2020. *Proses Terjadinya Hujan*.
<https://mtsn1lebak.sch.id/blog/quicquid-enima-sapientia-profiscitur-idconti/>

BAB 13

SISTEM TATA SURYA DAN GALAKSI SERTA DINAMIKANYA

Oleh Landiana Etni Laos

12.1 Pendahuluan

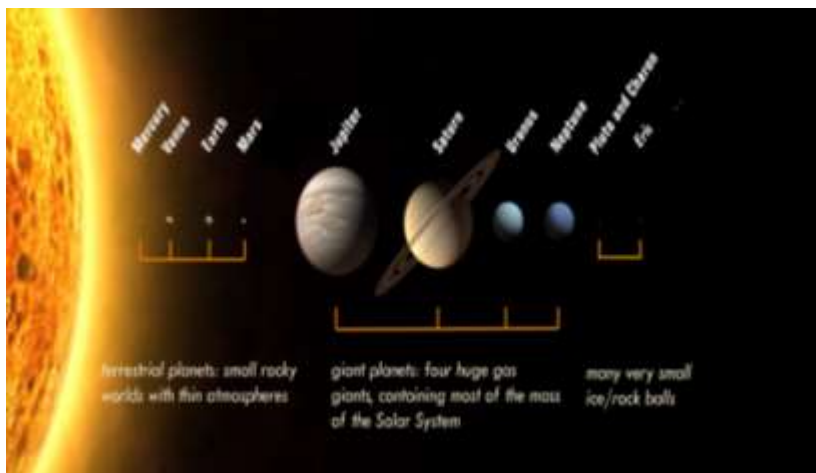
Dalam bab 12 ini akan di bahas sistem tata surya dan galaksi serta dinamikanya. Belajar tentang tata surya memberikan pengetahuan yang luas tentang alam semesta dan memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang berbagai fenomena alam. Dalam tata surya, kita dapat memahami bagaimana benda-benda langit seperti planet dan bulan bergerak dalam sistem tata surya. Belajar tentang tata surya juga memungkinkan kita untuk mempelajari komponen penyusun atmosfer lainnya, seperti planet-planet dan asteroid-asteroid, serta objek-objek langit lainnya.

12.2 Sistem Tata Surya

Tata surya (solar system) adalah kumpulan dari beberapa benda langit yang terdiri atas sebuah bintang besar sebagai pusatnya yang kita kenal dengan matahari dan semua benda langit yang mengelilinginya yang terikat dengan gaya gravitasinya. Sistem tata surya terbentuk dari 4.600 juta tahun yang lalu, dimana tata surya merupakan hasil penggumpalan gas debu di angkasa yang membentuk matahari serta planet-planet yang mengelilinginya. Benda-benda langit tersebut di antaranya adalah planet, bintang, satelit (alam dan buatan), meteor, meteorit, komet, dan asteroid (Taufiq, 2019).

Terdapat dua paham yang berhubungan dengan tata surya yakni paham geosentris dan paham heliosentris. Paham geosentris

dikembangkan sekitar tahun 150 T.M oleh Claudius Ptolemaeus (Ptolemy) yang mengatakan bahwa bumi merupakan pusat dari jagad raya. Bulan berputar mengelilingi bumi dengan orbit yang paling dekat, sedangkan bintang-bintang berputar pada orbit yang paling jauh karena berada pada bulatan angkasa yang besar. Pada tahun 1543 Copernicus menggantikan paham geosentris dengan paham baru yang disebut paham heliosentris. Menurut paham heliosentris, matahari adalah pusat jagat raya, dimana matahari berada pada pusat alam semesta, sedangkan bumi dan planet-planet bergerak mengelilingi matahari pada orbitnya masing-masing. Kepler mendukung paham heliosentris.



Gambar 12.1. Sistem Tata Surya Heliosentris
(Sumber: Johnston, 2018)

12.2.1 Matahari

Matahari adalah bola gas pembakaran yang sangat besar yang mengirimkan energi jauh ke Tata Surya. Suhu permukaan Matahari kira-kira mencapai 6.000°C (10.832 derajat Fahrenheit). Inti Matahari kira-kira $15.000.000$ derajat Celcius ($27.000.032$

derajat Fahrenheit). Matahari bersinar karena terus-menerus menghasilkan energi di intinya melalui fusi hidrogen. Matahari berperan penting dalam kehidupan kita sehari-hari dengan menyediakan energi yang mendukung semua kehidupan di Bumi. Matahari menyebabkan musim, iklim, arus laut, sirkulasi udara, dan cuaca. Tanpa energi Matahari, tumbuhan tidak dapat tumbuh dan menghasilkan makanan. Juga, tidak akan ada gas, minyak, atau batu bara, yang merupakan bahan bakar fosil bumi yang terbentuk selama jutaan tahun dari kehidupan tumbuhan dan hewan yang mati (Johnston, 2018).

12.2.2 Planet-Planet

Istilah planet di ambil dari bahasa Yunani **Asteres Planetai** yang berarti bintang pengelana. Hal ini disebabkan karena planet dari waktu ke waktu selalu berkelana (berpindah-pindah) dari rasi bintang satu ke rasi bintang lainnya. Planet adalah benda angkasa yang tidak memiliki cahaya sendiri, berbentuk bulatan, dan beredar mengelilingi matahari. Sebagian besar planet memiliki pengiring atau pengikut yang disebut Satelit yang beredar mengelilingi setiap planet (Ramadhani, 2019).

Jenis-jenis planet dalam tata surya dapat diklasifikasikan menjadi planet dalam dan planet luar.

1. Planet Dalam

Planet yang dekat dengan matahari disebut planet dalam (*inert planet*) atau planet terestial di antaranya Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars. Planet dalam disebut planet berbatu karena sebagian besar isinya mengandung batu dan besi dengan atmosfer jauh lebih sedikit daripada planet luar.



Gambar 12.2. Empat planet terrestrial yaitu Merkurius, Venus, Bumi dan Mars
(Sumber : Johnston, 2018)

Merkurius

Merkurius adalah planet yang terdekat ke matahari dan merupakan planet terkecil yang memiliki variasi suhu permukaan harian terbesar, dan memiliki permukaan tertua di Tata Surya. Intinya tersusun atas besi sangat luas. Merkurius hanya membutuhkan 88 hari Bumi untuk membuat orbit lengkap mengelilingi Matahari. Sebagai perbandingan, Bumi membutuhkan 365 hari, atau satu tahun, untuk mengorbit Matahari. Seperti semua planet lain, Merkurius berputar seperti gasing saat mengelilingi Matahari. Ini berputar sangat lambat. Setiap putaran planet adalah satu hari di planet itu. Satu hari di Merkurius 59 kali lebih lama dari satu hari di Bumi. Karena Merkurius berputar atau berotasi sangat lambat, sehingga ia menjadi sangat panas pada siang hari dan sangat dingin pada malam hari. Suhu di planet ini sangat panas melebihi panas siang hari di bumi. Pada siang hari suhu di planet Merkurius mencapai 430°C yang mampu melelehkan benda-benda logam bahkan logam yang terkuat sekalipun.



Gambar 12.3. Merkurius
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Merkurius dapat di lihat pada Tabel 12.1 berikut.

Tabel 12.1. Karakteristik dari Planet Merkurius

Karakteristik Merkurius			
Diameter	4879 km	Periode Rotasi	59 hari
Jarak dari Matahari	57,910,000 km	Periode Orbit	88 hari
Nomor Bulan	0	Atmosfer	Lemah
Temperatur	-160°C to 430°C	Kemiringan Aksial	0,04 derajat
Massa	3.30×10^{23} kg Sekitar 5% Bumi	Medan Magnet	Kecil

(Sumber : Scherrer, 2020)

Venus

Venus adalah planet kedua yang terdekat ke Matahari dan terpanas di antara planet lainnya. Suhunya mencapai 477°C. Venus juga disebut dengan bintang pagi dan bintang senja. Venus dan Bumi berukuran serupa. Tetapi satu hari di Venus sama dengan 243 hari Bumi. Awan ini menjebak

sebagian besar panas Matahari. Suhu di Venus menjadi sangat panas lebih dari empat kali lebih panas daripada air mendidih. Selain memerangkap panas, awan Venus memantulkan sinar matahari. Ini menjadikan Venus salah satu objek paling terang di langit. Tekanan udara di Venus sembilan puluh kali lebih besar daripada di Bumi. Karena alasan ini, wahana antariksa yang mendarat di Venus berhenti bekerja dalam beberapa jam. Venus berputar lebih lambat dari Merkurius. Satu hari di Venus sama dengan 243 hari Bumi.



Gambar 12.4. Venus
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Venus dapat di lihat pada Tabel 13.2 berikut.

Tabel 12.2. Karakteristik dari Planet Venus

Karakteristik Venus			
Diameter	12.104 km	Periode Rotasi	243 hari (searah jarum jam)
Jarak dari Matahari	108.200.000 km (0,7 AU)	Periode Orbit	225 hari
Nomor Bulan	0	Atmosfer	Awan belerang

Karakteristik Venus			
			tebal
Temperatur	480°C	Kemiringan Aksial	177 derajat
Massa	4.868×10 ²⁴ kg Sekitar 82% Bumi	Medan Magnet	Hampir tidak ada

(Sumber : Scherrer, 2020)

Bumi

Bumi adalah planet yang sangat istimewa karena merupakan rumah kita dan juga karena merupakan satu-satunya planet di Tata Surya kita yang dapat mendukung kehidupan. Perbedaan terpenting antara Bumi dan planet lain adalah banyaknya air dalam bentuk cair. Air menutupi hampir 70 persen Bumi. Bumi berotasi sekali dalam 24 jam (satu hari). Itu menyelesaikan satu orbit Matahari sekitar sekali setiap 365 hari (satu tahun). Bumi berputar pada porosnya. Poros bumi adalah garis khayal yang melintang dari kutub utara ke kutub selatan. Bumi mengelilingi matahari dengan kecepatan 107.000 km per/jam setahun. Putaran bumi membentuk oval yang menyebabkan adanya perubahan jarak antara bumi dan matahari selama setahun. Atmosfer bumi terdiri dari gas bahwa makhluk hidup harus tetap hidup. Atmosfer melindungi kita dari sebagian besar sinar matahari yang berbahaya. Ini juga membantu melindungi kita dari meteor dengan membuatnya terbakar sebelum mencapai permukaan bumi. Bumi memiliki satu satelit alami yang disebut Bulan yang memantulkan cahaya dari Matahari. Banyak ilmuwan percaya bahwa Bulan pada awalnya merupakan bagian dari Bumi yang pecah dalam tabrakan antariksa yang sangat besar. Pengujian telah menunjukkan bahwa ada air es di permukaan bulan. Gaya gravitasi Bulan menyebabkan pasang surut air laut.



Gambar 12.5. Bumi
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet bumi dapat di lihat pada Tabel 12.3 berikut.

Tabel 12.3. Karakteristik dari Planet Bumi

Karakteristik Bumi			
Diameter	12,742 km	Periode Rotasi	~24 jam
Jarak dari Matahari	108.200.000 km (0,7 AU)	Periode Orbit	~365.25 hari
Nomor Bulan	0	Atmosfer	Nitrogen, oksigen
Temperatur	-89 °C - 70 °C	Kemiringan Aksial	23.4 derajat
Massa	6×10^{24} kg	Medan Magnet	Ada

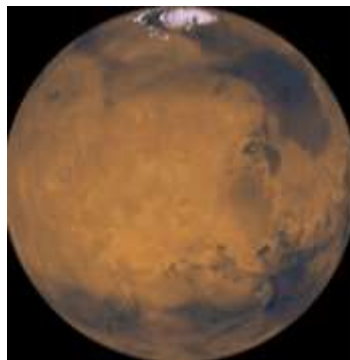
(Sumber : Scherrer, 2020)

Mars

Mars adalah planet keempat dari Matahari. Mars adalah planet yang paling terang di waktu malam. Planet ini seperti bintang yang kemerah-merahan. Ia dikenal sebagai planet merah karena sejumlah besar debu berwarna karat di permukaannya. Romawi kuno memberi nama planet ini mars

seperti para dewa mereka karena berwarna merah seperti darah.

Mars adalah planet yang paling mirip dengan Bumi dari semua planet yang ada di Tata Surya kita. Mars memiliki musim yang mirip dengan kita, dan tanah di sana mirip dengan tanah di Bumi. Tapi hanya ada sedikit oksigen atau uap air di atmosfer Mars. Iklim di Mars berubah secara luas di antara musim. Suhu di permukaannya dapat berkisar dari 30° Celsius (86° F) di musim panas, hingga -130° Celcius (-202° F) di musim dingin. Angin yang bertiup di planet Mars mencapai 200 kilometer per jam (120 mph). Angin ini menyebabkan badai debu besar yang mewarnai atmosfer planet berwarna merah muda. Ada lapisan es di kedua kutub Mars. Kutub Utara sebagian besar terdiri dari air yang tidak pernah meleleh, sedangkan Kutub Selatan terdiri dari karbon dioksida, yang berubah dari padat menjadi gas selama musim panas Mars. Mars mempunyai dua bulan kecil yakni Phobos dan Deimos. Setahun di Mars hampir sama dengan dua tahun di Bumi. Sehari di Mars hanya berlangsung satu setengah jam lebih lama dari sehari di Bumi.



Gambar 12.6. Mars
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Mars dapat di lihat pada Tabel 12.4 berikut.

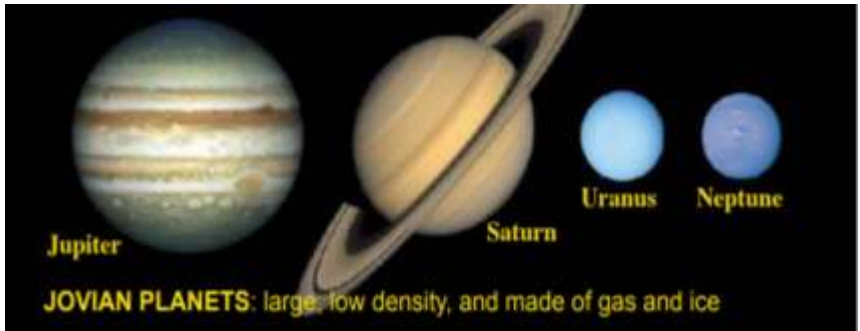
Tabel 12.4. Karakteristik dari Planet Mars

Karakteristik Mars			
Diameter	6.780 km	Periode Rotasi	24.7 jam
Jarak dari Matahari	227,900,000 km (1.5 AU)	Periode Orbit	687 hari
Nomor Bulan	2	Atmosfer	Karbon dioksida tipis
Temperatur	-143°C - 27°C	Kemiringan Aksial	25 derajat
Massa	6.4×10^{24} kg Sekitar 10% Bumi	Medan Magnet	Hampir tidak ada

(Sumber : Scherrer, 2020)

2. Planet Luar

Planet luar di sebut juga dengan planet Jovian. Planet Jovian adalah planet yang letaknya jauh dari matahari, berukuran besar dan memiliki banyak satelit, dan tersusun atas bahan ringan misalnya hidrogen, helium, metana, dan amonia. Empat planet yang terjauh dari matahari yaitu Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Ke empat planet luar ini disebut raksasa-raksasa gas (gas giants) karena berukuran sangat besar dan menghasilkan banyak gas.



Gambar 12.7. Empat planet luar yakni Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus
(Sumber : Johnston, 2018)

Jupiter

Jupiter adalah planet ke lima dan terbesar dalam sistem tata surya kita. Lebih dari 1.300 planet sebesar bumi dapat muat di dalamnya. Jika planet-planet lainnya digabungkan, ukurannya masih belum menyamai Jupiter. Atmosfer yang tebal dan terbuat dari gas hidrogen dan helium menyelimuti permukaan planet ini. Awan-awan Jupiter berwarna putih, coklat, dan bergaris-garis oranye yang melintang di permukaannya. Awan Jupiter membentuk pita yang memiliki angin sangat kencang dan selalu disertai badai. Satu badai raksasa berputar berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan konstan 360 kilometer per jam (225 mph).

Dalam beberapa hal, Jupiter seperti tata surya mini karena sangat besar dan memiliki empat bulan besar dan puluhan bulan kecil yang mengorbit di sekitarnya. Ia juga memiliki beberapa cincin tipis di ekuatornya. Para ilmuwan percaya bahwa jika Jupiter menjadi lebih besar selama perkembangannya, ia bisa menjadi bintang, bukan planet. Jupiter berputar cukup cepat untuk planet sebesar itu. Suatu

hari di Jupiter kira-kira sepuluh jam. Jupiter membutuhkan hampir dua belas tahun Bumi untuk menyelesaikan orbitnya mengelilingi Matahari.



Gambar 12.8. Jupiter
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Jupiter dapat di lihat pada Tabel 13.5 berikut.

Tabel 12.5. Karakteristik dari Planet Jupiter

Karakteristik Jupiter			
Diameter	139,822 km	Periode Rotasi	9,8 jam
Jarak dari Matahari	778,500,000 km (5.2 AU)	Periode Orbit	11,9 tahun
Nomor Bulan	63	Atmosfer	Hidrogen, helium
Temperatur	-145°C	Kemiringan Aksial	3 derajat
Massa	1.9×10^{27} kg Sekitar 318 Bumi	Medan Magnet	Kuat & kompleks

(Sumber : Scherrer, 2020)

Saturnus

Saturnus adalah planet keenam Tata Surya. Mudah dikenali karena sistem cincinnya yang besar dan terlihat. Cincin itu terdiri dari jutaan keping es dan gas beku. Saturnus juga

memiliki puluhan bulan kecil yang mengorbitnya. Saturnus juga unik karena alasan lain. Beratnya kecil dibandingkan dengan seberapa besar itu. Saturnus akan mengapung jika kolam renang dibuat cukup besar untuk menampungnya. Saturnus berputar sangat cepat, membuat satu hari di Saturnus menjadi sepuluh setengah jam.



Gambar 12.9. Saturnus
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Saturnus dapat di lihat pada Tabel 12.6 berikut.

Tabel 12.6. Karakteristik dari Planet Saturnus

Karakteristik Saturnus			
Diameter	116,464 km	Periode Rotasi	~11 jam
Jarak dari Matahari	1,433,000,000 km (9.5 AU)	Periode Orbit	29.5 tahun
Nomor Bulan	62+	Atmosfer	Hidrogen, helium
Temperatur	-178°C	Kemiringan Aksial	27 derajat
Massa	5.7×10^{26} kg (hampir sama dengan Bumi)	Medan Magnet	Mirip dengan Bumi

(Sumber : Scherrer, 2020)

Uranus

Uranus adalah planet ketujuh Matahari. Planet ini merupakan planet terbesar ketiga. Warnanya terlihat biru kehijauan karena gas metana di atmosfernya. Uranus tampak berguling mengelilingi Matahari karena sangat miring. Para ilmuwan mengira ini mungkin karena ia menabrak objek seukuran planet lain sejak lama. Uranus memiliki setidaknya dua puluh tujuh bulan, lima di antaranya berukuran besar. Para ilmuwan juga menghitung setidaknya tiga belas cincin. Uranus membutuhkan delapan puluh satu tahun Bumi untuk mengelilingi Matahari.



Gambar 12.10. Uranus
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Uranus dapat di lihat pada Tabel 12.7 berikut.

Tabel 12.7. Karakteristik dari Planet Uranus

Karakteristik Uranus			
Diameter	50,724 km	Periode Rotasi	~17 jam
Jarak dari Matahari	2,877,000,000 km (19 AU)	Periode Orbit	84 tahun
Nomor Bulan	27	Atmosfer	Hidrogen, helium
Temperatur	-224°C	Kemiringan Aksial	98 derajat
Massa	8.68×10^{25} kg (14 kali Bumi)	Medan Magnet	Dipol kuat tetapi diimbangi

(Sumber : Scherrer, 2020)

Neptunus

Neptunus adalah planet kedelapan dari Matahari. Neptunus dan Uranus terkadang disebut raksasa kembar karena sangat mirip. Ukuran dan warnanya hampir sama dan keduanya tertutup awan tebal. Tetapi Angin Neptunus adalah yang tercepat di Tata Surya— mencapai 2.000 kilometer per jam (lebih dari 1.242 mph). Neptunus memiliki satu bulan besar dan banyak bulan kecil, ditambah beberapa cincin debu yang terlihat. Dibutuhkan Neptunus sekitar 165 tahun Bumi untuk mengelilingi Matahari.



Gambar 12.11. Neptunus
(Sumber : Johnston, 2018)

Karakteristik planet Neptunus dapat di lihat pada Tabel 12.8 berikut.

Tabel 12.8. Karakteristik dari Planet Neptunus

Karakteristik Neptunus			
Diameter	49,244 km	Periode Rotasi	~16 jam
Jarak dari Matahari	4,503,000,000 km (30 AU)	Periode Orbit	165 tahun
Nomor Bulan	13	Atmosfer	Hidrogen, helium, metana

Karakteristik Neptunus			
Temperatur	-210°C	Kemiringan Aksial	28 derajat
Massa	1.02×10^{26} kg (17 kali Bumi)	Medan Magnet	Bidang dipol tapi di kanan sudut terhadap sumbu rotasi

(Sumber : Scherrer, 2020)

12.3 Benda-benda Langit

Asteroid

Asteroid adalah benda logam berbatu yang mengorbit matahari. Ukurannya berkisar dari beberapa kaki dengan diameter hingga ratusan mil. Sebagian besar asteroid ditemukan di antara Mars dan Jupiter. Beberapa memiliki orbit yang melintasi jalur Bumi, dan di masa lalu, bahkan ada yang menabrak Bumi. Asteroid dan benda-benda kecil lainnya yang memasuki atmosfer bumi disebut meteoroid. Jika mereka selamat dari perjalanan dan mendarat di tanah, mereka disebut meteorit. Jika mereka terbakar sebelum mendarat, mereka disebut meteor. Di antara bukti terbaik asteroid menabrak Bumi adalah Kawah Barringer dekat Winslow, Arizona.



Gambar 12.12. Asteroid
(sumber : Rahmadani, 2019)

Komet

Komet adalah benda angkasa kecil yang mengorbit matahari dan memiliki orbit berbentuk sangat oval. Untuk bagian dari orbit itu, mereka mendekati Matahari, dan kemudian mereka berayun jauh ke luar angkasa. Komet memiliki inti pusat yang disebut koma yang terdiri dari batuan, debu dan es. Ketika komet mendekat ke Matahari, es mencair yang menyebabkan banyak debu dan puing-puing. Sebagai tekanan meningkat matahari, angin surya mendorong debu dan puing-puing menjadi ekor komet yang indah. Beberapa komet mengorbit Matahari dalam waktu kurang dari 200 tahun. Yang paling terkenal adalah Komet Halley yang kembali setiap 76 tahun. Komet lain membutuhkan waktu ribuan tahun untuk menyelesaikan orbitnya. Komet Hyakutake, yang melintas dekat Bumi pada tahun 1996, akan kembali dalam waktu sekitar 9.000 tahun.

Bagian-bagian komet, yaitu sebagai berikut.

1. Inti komet, yaitu bagian komet yang berukuran lebih kecil, padat, tersusun dari debu dan gas.
2. Koma, yaitu daerah kabut di sekitar inti.
3. Ekor komet, yaitu bagian komet yang berukuran lebih panjang. Arah ekor komet selalu menjauhi Matahari dikarenakan dorongan yang berasal dari angin dan radiasi Matahari.



Gambar 12.13. Komet
(sumber : Rahmadani, 2019)

12.4 Galaksi Serta Dinamikanya

Galaksi merupakan suatu sistem kompleks yang merupakan kumpulan bintang-bintang, gas, dan debu yang terikat oleh gravitasi. Secara morfologi galaksi terbagi menjadi 3 bentuk yaitu galaksi spiral, galaksi elips, dan galaksi tidak beraturan. Banyaknya galaksi spiral di alam raya sekitar 75%, galaksi elips 20%, dan galaksi tidak beraturan 5%. Galaksi spiral adalah galaksi dengan tipe yang paling umum dikenal orang. Bagian-bagian utama dari galaksi spiral adalah bulge dan halo. Tonjolan adalah bagian pusat galaksi yang menonjol dan merupakan bagian yang paling padat. Pada Bimasakti pusat galaksi terletak di arah Rasi Sagitarius, namun kita tidak dapat melihatnya dengan mudah, karena materi antar bintang banyak menyerap cahaya yang berasal dari pusat galaksi tersebut. Sedangkan halo adalah bagian lengan spiral. Bintang-bintang muda dan tua yang berada di dalam galaksi. Bintang-bintang tua terdapat pada gugus-gugus bola yang telah diremajakan menjadi galaksi. Gugus bola inilah yang membentuk halo bersama-sama dengan bintang-bintang yang tidak terdapat di bidang galaksi. Sedangkan bintang bintang muda berada pada lengan spiral galaksi di bidang galaksi.

Galaksi elips penampakkannya seperti elips, namun hanya tampak dari samping sehingga bentuk elips yang sebenarnya tidak diketahui dengan pasti. Struktur galaksi elips tidak terlihat dengan jelas, namun berbentuk bundar dan juga bisa berbentuk bola pepat. Galaksi elips sangat sedikit mengandung materi antar bintang, dan anggotanya adalah bintang-bintang tua. Contoh galaksi elips adalah galaksi M87 yaitu galaksi elips raksasa yang terdapat di Rasi Virgo. Galaksi takberaturan adalah tipe galaksi yang tidak simetris dan tidak memiliki bentuk khusus yang banyak mengandung material antar bintang yang terdiri dari gas dan debu. Galaksi takberaturan tidak seperti dua tipe galaksi lainnya. Anggota dari galaksi tipe ini terdiri dari bintang-bintang tua (populasi II) dan bintang-bintang muda (populasi I). Contoh dari galaksi takberaturan adalah Awan

Magellan Besar dan Awan Magellan Kecil yang merupakan dua buah galaksi terdekat Bima Sakti yang hanya berjarak sekitar 180.000 tahun cahaya dari Bima Sakti.

Karakteristik Galaksi Bimasakti yaitu

1. Galaksi tempat tinggal manusia
2. Matahari mengelilingi pusat galaksi dalam waktu 250 tahun
3. Gas dan debu antar bintang berada pada piringan galaksi (Mellu, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, Taufiq. 2019. *Seri sains, Tata Surya*. Semarang: Penerbit Alprin
- Johnston, H. 2018. *The Solar System*. The University of Sidney
- Mellu, RNK. 2023. *Peta Konsep Bumi dan Antariksa : Konsep dan Teori Dasar*. Yogyakarta : Penerbit Deepublish
- Ramadhani, S. P. 2019. *Konsep Dasar IPA*. Depok : Yayasan Yiesa Rich
- Scherrer, D. 2020. *Our Solar System–Ancient Worlds, New Discoveries*. California Universitas Stanford

BIODATA PENULIS



Ervian Arif Muhafid, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Olahraga
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

Penulis lahir di Kebumen 19 November 1991. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Olahraga Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang dan Pendidikan S2 pada Jurusan Pendidikan Sains Universitas Sebelas Maret Surakarta. Saat ini Penulis sedang menempuh S3 pada Program Studi Penelitian dan Evaluasi Pendidikan Universitas Negeri Yogyakarta atas beasiswa Pendidikan Indonesia dari LPDP. Penulis menekuni bidang Menulis buku dan Jurnal bereputasi. Penulis juga aktif di berbagai komunitas di luar Perguruan Tinggi. Sebagai seorang Akademisi penulis saat ini sebagai Asesor Badan Akreditasi Nasional PAUD dan PNF. Penulis juga sebagai Asesor dan Fasilitator Guru Penggerak Kemendikbudristek.

BIODATA PENULIS



Agsen Hosanty Susana Billik

Dosen pada program studi pendidikan biologi pada Institut Pendidikan Soe

Penulis bernama lengkap Agsen Hosanty Susana Billik.M.Pd tempat lahir Kupang 21 November 1986 merupakan anak ke 3 dari 7 bersaudara. Penulis merupakan alumnus S1 Pada universitas Nusa cendana kupang NTT yang lulus pada tahun 2010 dan kemudian mempunyai kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S2 pada universitas Negeri semarang pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Penulis saat ini menjadi dosen pada program studi pendidikan biologi pada Institut Pendidikan Soe sejak tahun 2016 sampai dengan saat ini.

BIODATA PENULIS



Yeni Fitriya, S.Pd.

Guru SD dan Mahasiswa Magister Pendidikan Dasar
Universitas Negeri Yogyakarta

Terlahir dari keluarga dengan latar pendidikan hanya lulusan SD dan SMP menjadi semangat saya untuk membawa perubahan dengan berpendidikan tinggi. Saya Yeni Fitriya, lahir di Nganjuk, 31 Januari 1998 merupakan putri pertama dari dua bersaudara. Menjadi alumni Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Trunojoyo Madura yang lulus dengan predikat pujian dan dibacakan sebuah Surat Keputusan sebagai wisudawan berprestasi terbaik menjadi hadiah terindah waktu itu. Tepat di Dsn. Banjarsari, Ds. Sidorejo, Kec. Sawahan. Tanah kelahiran yang mengantarkan putri kecil ini berkelana mencari jati dirinya. Suatu kebanggaan bagi anak seorang buruh tani ini dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang magister dengan beasiswa penuh.

Jika kamu mempunyai mimpi, ibaratkan mimpi itu adalah tangga teratas. Mustahil atau bahkan terluka jika kamu tidak menapak satu persatu tangga dibawahnya.

~Yeni Fitriya~

BIODATA PENULIS



Fonnice Esther Hasan, DCN.,M.Kes.

Dosen Program Studi D-III Teknologi Laboratorium Medis
Poltekkes Kemenkes Kendari

Penulis lahir di Kendari, pada 31 Januari 1967. Menempuh TK, SD, SMP dan SMA di kota Kendari. Sudah tertarik dengan bidang kesehatan sejak masuk kuliah di Akademi Gizi Manado tahun 1985. Pada tahun 1995 menempuh pendidikan lanjut pada Program Studi Diploma IV Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Kini bekerja sebagai Dosen tetap di Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kendari. Mata Kuliah yang diampu; Biokimia, Patologi Penyakit dan Analisa Kimia Air, Makanan dan Minuman. Ia tercatat sebagai salah satu lulusan Program Studi Biomedik bidang Peminatan Farmakologi Kedokteran pada Program Magister Universitas Brawijaya Malang tahun 2007.

BIODATA PENULIS

Dr. Sapti Puspitarini, S.Si., M.Si

Dosen Jurusan Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya

Sapti Puspitarini, Lahir di Kulon Progo, 1 Maret 1995. Pendidikan dasar ditempuh di SDN Bekelan, Lendah, Kulon Progo / SDN Kalipang 01, Sutojayan Blitar (lulus tahun 2006). Pendidikan menengah pertama di SMPN 01 Sutojayan (Lulus tahun 2009). Pendidikan menengah akhir di SMAN 01 Sutojayan (lulus tahun 2012). Pendidikan tinggi ditempuh di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya (UB), Program S1 lulus pada tahun 2016 melalui program BIDIKMISI. Penulis melanjutkan pendidikan Program S2-S3 melalui program beasiswa PMDSU pada tahun 2017 dengan minat Bioteknologi. Penulis telah memiliki beberapa artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi.

BIODATA PENULIS



Nurmasita, S.Si., M.Kes.

Dosen Program Studi Keperawatan
Akademik Keperawatan Yapenas 21 Maros

Penulis lahir di Makassar tanggal 4 Mei 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Keperawatan kampus Akademik Keperawatan Yapenas 21 yang terletak di Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Menyelesaikan Pendidikan S1 pada Jurusan Biologi di Universitas Negeri Makassar dan melanjutkan S2 pada Jurusan Ilmu Biomedik di Universitas Hasanuddin Makassar.

Ketertarikan penulis dalam dunia pendidikan dimulai sejak tahun 2009 saat masih berstatus mahasiswa S1 dengan membuka sekolah gratis yang diberi nama “Sekolah Rakyat” untuk membantu anak-anak dari ekonomi kurang mampu agar bisa melanjutkan pendidikan ke jenjang Menengah Pertama (SMP). Selain itu penulis juga aktif dalam sebuah Lembaga Muslim Cerdas yang fokus pada bidang sosial dan kemanusiaan dan sebagai terapis bekam bersertifikat.

BIODATA PENULIS

Evi Ristiana, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi UNM
Fakultas MIPA UNM

Penulis lahir di Bantaeng tanggal 02 Februari 1985. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Biologi Universitas Negeri Makassar dan melanjutkan S2 pada Magister Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Malang pada tahun 2008 dan selesai tahun 2010.

BIODATA PENULIS

Ketrin Rinayanti Manullang, S.Pd., S.Kom., M.Pd

Penulis lahir di kota Medan pada tanggal 13 November 1986. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan dan S1 Teknik Informatika. Penulis melanjutkan S2 pada Jurusan Teknologi Pendidikan. Saat ini penulis aktif mengabdikan sebagai dosen di salah satu perguruan tinggi di Provinsi Sulawesi Barat. Selain aktif mengajar, penulis juga aktif menekuni hobi menulis.

BIODATA PENULIS



La Ode Asmin, S.Si., M.Sc.
Dosen IAIN Kendari

La Ode Asmin, S.Si., M.Sc. Lahir dan dibesarkan di desa bagian timur Kabupaten Muna tepatnya di desa Pola tanggal 26 Desember 1988. Menempuh pendidikan dasar dari SD sampai SMA di Pola Kecamatan Pasir Putih. Melanjutkan pendidikan S-1 tahun 2007 dan Lulus di Program Studi Fisika FMIPA Universtas Halu Oleo (UHO) tahun 2012. Lulus S2 di Program Pascasarjana Ilmu Fisika Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 2015. Karir mengajar dimulai sejak tahun 2016 pada Program Studi Tadris Fisika Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Kendari.

BIODATA PENULIS

La Isa, S.Si., M.Si.
Dosen IAIN Kendari

La Isa, S.Si., M.Si. Lahir dan besar di Pulau Muna bagian barat tepatnya di desa Sangia Tiworo pada tanggal 15 Desember 1988. Penulis menempuh sekolah dasar pada SD Sangia Tiworo, kemudian dilanjutkan pada SMPN 4 Tiworo Kepulauan dan SMAN 3 Raha. Pada tahun 2007 penulis mulai kuliah pada jurusan Fisika Universitas Haluoleo (UHO) dan lulus pada tahun 2012. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan magister di bidang Biofisika pada tahun 2013 di Institut Pertanian Bogor (IPB) dan diwisuda pada tahun 2015. Ketertarikan pada pembelajaran Fisika menjadikan penulis aktif dalam berbagai kegiatan salah satunya aktif menjadi Asisten Laboratorium Dasar Unit Fisika UHO. Karir mengajar dimulai sejak tahun 2016 sebagai dosen tetap Bukan-PNS Program Studi Tadris Fisika Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Kendari dan mengampu mata kuliah Fisika Dasar I dan II (dan Fisika Dasar Untuk Mahasiswa Biologi), Mekanika, Termodinamika, Listrik dan Magnet, Fisika Material dan Eksperimen Fisika. Pada tahun 2020 sampai sekarang penulis menjabat sebagai Kepala Laboratorium Fisika IAIN Kendari

BIODATA PENULIS



Fahmy Rinanda Saputri, S.T., M.Eng.

Dosen Program Studi Teknik Fisika

Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara

Penulis lahir pada bulan Agustus 1993 di Cilacap. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Fisika Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Multimedia Nusantara. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada dan melanjutkan studi pada Program Magister Teknik Fisika Universitas Gadjah Mada. Penulis menekuni bidang instrumentasi, fisika bangunan, dan energi baru terbarukan.

BIODATA PENULIS



Landiana Etni Laos, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Fisika
Institut Pendidikan Soe

Penulis lahir di Hanemasin tanggal 28 Agustus 1987. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Pendidikan Fisika Institut Pendidikan Soe. Menyelesaikan pendidikan Strata 1 di Universitas Nusa Cendana, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Fisika (2009-2013) dan melanjutkan S2 di Universitas Negeri Semarang Program Pascasarjana pada Program Studi Pendidikan Fisika (2015-2017). Mata kuliah yang diampu adalah Termodinamika, Etnosains, Elektronika Dasar, dan Perkembangan Peserta Didik. Penulis menekuni bidang menulis sejak tahun 2022.