

## Makhluk Hidup & Lingkungan serta Sistem Organ pada Manusia



IPA Makhluk Hidup & Lingkungan serta Sistem Organ pada Manusia

Disusun Oleh :

Dr. Wahyu Kurniawati, S.Si., M.Pd

Dr. Setyo Eko Atmojo, M.Pd

Fitriyani, S.pd., M.Pd

Etie Novia Rizki, S.Pd

Ibnu Salam, S.Pd

2022



UPY Press

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unit 1 Gedung B Lantai 2

Jl. PGRI I Sonosewu No. 117 Yogyakarta

Telp (0274) 376808, 373198, 418077, Fax (0274) 376808

Email: upypress@gmail.com, Web: upypress.upy.ac.id

ISBN 978-623-7668-47-3



9 786237 668473

# IPA (MAKHLUK HIDUP & LINGKUNGANNYA SERTA SISTEM ORGAN PADA MANUSIA)

Wahyu Kurniawati  
Setyo Eko Atmojo  
Fitriyeni  
Etie Novia Rizki  
Ibnu Salam



# **IPA (Makhluk Hidup & Lingkungannya serta Sistem Organ pada Manusia)**

Penulis : Wahyu Kurniawati  
Setyo Eko Atmojo  
Fitriyeni  
Etie Novia Rizki  
Ibnu Salam  
Editor : Arip Febrianto  
Layout : Prayitno  
Cover : Reza Diapratama

Cetakan Pertama, Oktober 2022  
18 cm x 23 cm + ix + 256

ISBN : 978-623-7668-47-3

Penerbit :

**UPY Press**

ANGGOTA IKAPI (Ikatan Penerbit Indonesia)

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat

Unit 1 Gedung B Lantai 2

Jl. PGRI I Sonosewu No. 117 Yogyakarta

Telp (0274) 376808, 373198,418077, Fax (0274) 376808

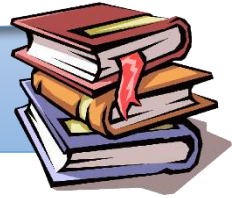
Email: [upypress@gmail.com](mailto:upypress@gmail.com)

Web: [upypress.upy.ac.id](http://upypress.upy.ac.id)

Hak cipta dilindungi oleh Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulisan ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

# Kata Pengantar



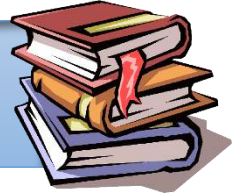
Pembelajaran ilmu pengetahuan alam memiliki karakteristik sebagai ilmu yang mempelajari secara alamiah, biologis, serta secara fisika. Pembelajaran ilmu pengetahuan alam merupakan pembelajaran yang berkaitan dengan aktivitas sehari-hari. Pembelajaran ilmu pengetahuan alam merupakan pembelajaran yang memiliki sifat saling timbal balik antara makhluk hidup dengan alam. Pembelajaran ilmu pengetahuan alam sudah diterapkan sejak dibangun sekolah dasar.

Pembelajaran ilmu pengetahuan alam dapat diinovasikan atau dikreatifkan supaya memberikan pengalaman yang baru dan bermakna. Dalam proses pembelajaran ilmu pengetahuan alam dapat menggunakan model atau strategi pembelajaran yang sesuai. Sehingga memudahkan dalam menyampaikan materi dan menerima materi. Modul pembelajaran ini memberikan pengetahuan tentang materi IPA dasar untuk mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. Dalam modul IPA dasar ini membahas mengenai makhluk hidup dan ciri-cirinya serta sistem organ pada manusia. Modul IPA dasar ini dilengkapi dengan latihan soal untuk menguji pemahaman mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar terkait dengan materi. Dengan adanya modul IPA dasar ini bisa bermanfaat serta demi perbaikan buku ini kami tunggu kritik dan saran membangun dari para pemakai.

Yogyakarta, 14 April 2022

Penyusun

# Daftar Isi



Cover .....	i
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi .....	iv
Petunjuk Penggunaan Modul.....	vii
Pengantar Modul .....	viii
<b>KEGIATAN BELAJAR 1 MAHKLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA</b>	
UNIT 1 Perkembangan Makhluk Hidup .....	1
Rangkuman .....	7
Tes Formatif .....	8
UNIT 2 Organisasi Makhluk Hidup .....	10
Rangkuman .....	21
Tes Formatif .....	22
UNIT 3 Perkembangbiakan Makhluk Hidup .....	24
Rangkuman .....	38
Tes Formatif .....	39
UNIT 4 Keanekaragaman Makhluk Hidup .....	41
Rangkuman .....	52

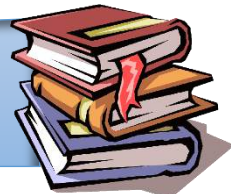
Tes Formatif .....	54
UNIT 5 Hubungan Saling Ketergantungan Dalam Eksosistem .....	56
Rangkuman .....	66
Tes Formatif .....	67
UNIT 6 Pencemaran & Etika Lingkungan .....	69
Rangkuman .....	80
Tes Formatif .....	81
UNIT 7 Bahan Kimia & Zat Adiktif .....	83
Rangkuman .....	107
Tes Formatif .....	108

## **KEGIATAN BELAJAR 2 SISTEM ORGAN MANUSIA**

UNIT 1 Sistem Gerak Pada Manusia .....	111
Rangkuman .....	124
Tes Formatif .....	125
UNIT 2 Sistem Pernapasan Pada Manusia .....	127
Rangkuman .....	156
Tes Formatif .....	157
UNIT 3 Sistem Peredaran Darah Pada Manusia .....	160
Rangkuman .....	172
Tes Formatif .....	173
UNIT 4 Sistem Pencernaan Pada Manusia .....	175

Rangkuman .....	188
Tes Formatif .....	189
UNIT 5 Sistem Indera Pada Manusia .....	191
Rangkuman .....	212
Tes Formatif .....	213
UNIT 6 Sistem Reproduksi Pada Manusia.....	215
Rangkuman .....	233
Tes Formatif .....	234
UNIT 7 Sistem Ekskresi Pada Manusia .....	236
Rangkuman .....	244
Tes Formatif .....	245
<b>Tes Akhir .....</b>	<b>247</b>
<b>Kunci Jawaban .....</b>	<b>251</b>
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>252</b>

## Petunjuk Penggunaan Modul



Modul pembelajaran merupakan sumber bahan belajar yang membantu pendidik atau mahasiswa dalam proses pembelajaran. Modul ini dikemas secara sistematis dan menarik cakupan materi, metode, dan evaluasi agar tercapai kompetensi yang diharapkan. Didalamnya terdapat komponen-komponen dan petunjuk yang jelas sehingga mahasiswa dapat mengikuti secara mandiri. Adapun beberapa petunjuk dalam menggunakannya yaitu diantaranya:

1. Pembelajaran matematika Sekolah Dasar memuat penjelasan tentang ruang lingkup materi IPA dasar.
2. Keberhasilan belajar tergantung dari kedisiplinan dan ketekunan dalam memahami dan mematuhi langkah-langkah belajar.
3. Modul ini dilengkapi dengan materi secara rinci, kegiatan aktivitas, dan soal – soal latihan untuk menambah wawasan serta dilengkapi dengan kunci jawaban.
4. Modul; ini dapat digunakan secara mandiri maupun secara kelompok dan dapat digunakan di mana saja.
5. Penggunaan modul dapat dipelajari secara berurutan dan mengerjakan tugas-tugas seperti yang terdapat pada modul.

Dengan mempelajari setiap modul dengan cermat sesuai dengan petunjuk yang ada pada setiap modul, serta dengan mengerjakan semua latihan atau tugas, dan tes yang disediakan dengan sungguh-sungguh, diharapkan akan berhasil dalam menguasai tujuan yang telah ditetapkan.



## Pengantar Modul



Ilmu Pengetahuan Alam merupakan suatu ilmu yang mempelajari bagaimana proses dalam kehidupan sehari-hari antara makhluk hidup dan alam. Makhluk hidup dan alam memiliki hubungan saling berikatan, sehingga memiliki timbal balik. Dengan adanya pembelajaran IPA membantu manusia dalam menguasai permasalahan ekonomi, sosial, dan alam. Pembelajaran IPA memberikan kemanfaatan dalam kehidupan sehari-hari.

Cakupan pada pembelajaran IPA luas. Diharapkan dapat memahami dari konsep ilmu yang sederhana sampai konsep ilmu yang tinggi. Penerapan pembelajaran IPA ini di mulai dari anak sekolah dasar. Materi pembelajaran yang diberikan masih sederhana untuk anak sekolah dasar. Pada modul ini materi pembelajaran IPA yaitu terkait makhluk hidup dan ciri-cirinya serta sistem organ pada manusia. Materi tersebut sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Sebab, pada pembelajaran IPA menerapkan ilmu yang sangat penting untuk bisa diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya pembelajaran IPA memberikan dampak positif bagi kehidupan sehari-hari. Kita tidak pernah lepas dari ilmu IPA yang mempelajari seluruh kegiatan yang berkaitan dengan makhluk hidup dan lingkungan alam. Sehingga kita sebagai manusia harus memiliki rasa tanggung jawab terhadap alam.

Kita harus menjaga dan merawat makhluk hidup dan alam dengan baik. Apabila kita sebagai manusia gagal dalam menjaga dan merawatnya, maka alam juga akan rusak dan dapat memberikan dampak negatif dalam kehidupan sehari-hari, seperti terjadinya bencana banjir, tanah longsor, gempa bumi, dan lain-lain. Sehingga dengan adanya ilmu IPA ini

memberikan ilmu secara luas supaya manusia mampu menjadi manusia yang cinta terhadap makhluk hidup dan alam. Tentunya belajar ilmu IPA baik secara dasar sudah diterapkan sejak di bangku Sekolah Dasar, sehingga pendidik mampu memiliki wawasan yang luas terhadap pembelajaran IPA. Dengan adanya modul ini akan memberikan pengetahuan atau wawasan yang luas terkait ilmu IPA, sehingga pembaca dapat memahami pembahasan IPA secara dasar.



## Kegiatan Belajar 1

## Makhluk Hidup & Lingkungannya

### UNIT 1

## Perkembangan Makhluk Hidup



### A. Pengertian Makhluk Hidup

Makhluk berasal dari bahasa arab yaitu “diciptakan” lawan kata dari Kholik yaitu “Yang Menciptakan”. Mengacu pada suatu organisme yang diciptakan oleh Allah yang hidup.

Makhluk hidup secara umum merupakan suatu organisme yang mampu mempertahankan dirinya dari berbagai perubahan lingkungan dan dapat berkembang biak untuk melestarikan jenisnya. Adapun pengertian makhluk hidup menurut beberapa ahli yaitu sebagai berikut:

#### 1. Kimball (1983)

Makhluk hidup yang memiliki lima ciri-ciri yaitu berevolusi, responsif, bereproduksi, metabolisme dan bersifat rumit.

## 2. Dwijoseputro

Makhluk Hidup merupakan makhluk yang dapat melakukan aktivitas metabolisme, dapat melakukan gerak, dapat bertumbuh, dapat bereproduksi dan responsif.

## 3. Helena Curtis

Makhluk Hidup merupakan sesuatu yang bisa memanfaatkan energi dari lingkungannya dan merubahnya dari bentuk energi satu ke bentuk energi lainnya, juga dapat beradaptasi dengan lingkungan, merespon bila ada rangsangan, bersifat homeostatis kompleks dan terorganisir dengan baik dapat berkembang biak atau bereproduksi serta tumbuh dan berkembang.



## B. Ciri – Ciri Makhluk Hidup

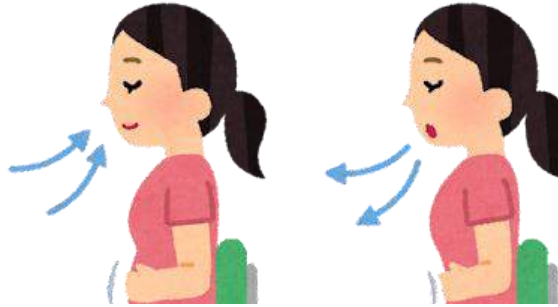
Setiap makhluk hidup memiliki ciri-cirinya. Adapun ciri-ciri makhluk yaitu sebagai berikut:

### 1. Bernapas (respirasi)

Makhluk hidup pasti akan membutuhkan oksigen untuk bernapas. Bernapas adalah pertukaran gas antara makhluk hidup dan lingkungannya. Ada tiga jenis makhluk hidup di dunia, yaitu manusia, hewan dan tumbuhan. Dari ketiga jenis tersebut memiliki alat pernapasan yang berbeda-beda (masing-masing) namun ada juga yang sama.

Oksigen yang dihirup saat bernapas digunakan untuk membakar makanan sehingga menghasilkan tenaga atau energi. Berbagai macamnya alat pernapasan pada makhluk hidup. Paru-paru merupakan alat pernapasan pada manusia dan hewan darat. Sedangkan insang merupakan alat pernapasan untuk hewan air dan trakea yang merupakan alat pernapasan serangga.

Kemudian untuk tumbuhan sendiri alat pernapasnya adalah stomata dan lentisel. Stomata adalah lubang-lubang kecil yang terdapat pada permukaan daun, sedangkan lentisel adalah lubang-lubang kecil yang terdapat pada permukaan kulit binatang.



## 2. Bergerak

Semua makhluk hidup bergerak (Kadhila, 2019). Bergerak, yaitu berpindahnya bagian tubuh makhluk hidup baik sebagian ataupun semuanya terjadi karena adanya rangsangan internal maupun eksternal. Bergerak dapat dilihat pada gambar diatas dimana manusia berlari ataupun burung yang terbang, lalu bagaimana dengan tumbuhan? Tumbuhan juga bergerak dengan cara yang berbeda. Gerakannya mungkin sangat lambat sehingga sangat sulit untuk dilihat (Kadhila, 2019).

## 3. Tumbuh dan Berkembang

Setiap makhluk hidup pasti akan tumbuh dan berkembang. Pertumbuhan terlihat pada semua makhluk hidup. Ini melibatkan penggunaan makanan untuk menghasilkan sel-sel baru. Peningkatan permanen dalam jumlah dan ukuran sel disebut pertumbuhan (Kadhila, 2019). Sementara Perkembangan adalah proses perubahan fungsi organ tubuh makhluk hidup kearah fungsi kematangan maupun interaksi dengan lingkungan makhluk hidup. Pada pertumbuhan dan perkembangan hewan dapat dilihat secara jelas dari bertambah tinggi dan berat hewan tersebut lalu pada perkembangannya dapat dilihat dari kematangan fungsi organ hewan tersebut, seperti ayam jantan dewasa

dapat berkokok, sedangkan pada tumbuhan dapat dilihat dari pertumbuhannya dan perkembangannya dapat dilihat dari fungsi khusus pada organ-organ tumbuhan.

#### **4. Berkembang Biak**

Semua makhluk hidup harus dapat menciptakan spesies lain dari spesiesnya. Jika tidak, spesies tidak akan mampu bertahan karena tidak ada anak yang akan lahir untuk mempertahankan spesies tersebut. Sebagai contoh diatas ayam mempertahankan hidupnya dengan berkembangbiak. Ada dua jenis perkembangbiakan pada hewan dan manusia: aseksual dan seksual. Aseksual hanya melibatkan satu orang tua, misalnya, bakteri membagi sel mereka menjadi dua, menciptakan dua makhluk baru. Seksual melibatkan dua orang tua (Mohamed, 2017). Pada tumbuhan berkembang biak dengan perkembangbiakan secara vegetatif dan generatif. Perkembangbiakan generative yaitu cara reproduksi melalui proses kawin. Sedangkan perkembangbiakan vegetatif adalah cara perkembangbiakan tanpa melalui proses perkawinan.



#### **5. Membutuhkan Makanan atau Nutrisi**

Makhluk hidup mengambil nutrisi dari lingkungan mereka yang mereka gunakan untuk pertumbuhan atau untuk menyediakan energi. Nutrisi adalah proses dimana organisme memperoleh energi dan bahan baku dari nutrisi seperti protein, karbohidrat dan lemak (Mohamed, 2017). Pada hewan seperti gambar diatas burung membutuhkan nutrisi

untuk bertahan hidup, sedangkan pada tumbuhan memperoleh nutrisi dari tanah ataupun atmosfer.



## 6. Peka Terhadap Rangsang (Iritabilita)

Semua makhluk hidup mampu merasakan dan merespon rangsangan di sekitarnya seperti cahaya, suhu, air, gravitasi, dan zat kimia, serta sentuhan (Kadhila, 2019). Respon adalah ketika suatu organisme memiliki kemampuan untuk merespons perubahan di lingkungannya dan hal-hal yang terjadi di dalam tubuhnya (Mohamed, 2017). Organisme merespons cahaya, suara, dan sentuhan. Iritabilitas terjadi pada tumbuhan putri malu yang peka ketika ada sentuhan. Sedangkan pada hewan dapat dilihat pada gambar kucing yang terkejut.



## 7. Melakukan Metabolisme

Salah satu ciri makhluk hidup harus dapat melakukan metabolisme. Metabolisme adalah bagaimana suatu organisme



menggunakan makanannya, makanan apa yang dibutuhkannya, dan berapa banyak yang dibutuhkannya, dan juga apa yang beracun bagi organisme tersebut. Metabolisme juga merupakan kemampuan untuk menciptakan energi, dan membaginya untuk memisahkannya menjadi bagian-bagian organisme yang berbeda. (Mohamed, 2017). Ada dua proses metabolisme. Proses penguraian suatu zat menjadi partikel yang lebih kecil disebut proses katabolik, dan proses pembuatan senyawa tertentu disebut proses asimilasi.

#### **8. Mengeluarkan Zat-Zat Sisa (ekskresi)**

Semua makhluk hidup mengeluarkan zat-zat yang tidak terpakai pada tubuh. Banyak zat-zat tak terpakai yang harus di buang dari tubuh yang akan berdampak tidak baik bagi tubuh. Ekskresi didefinisikan sebagai pembuangan bahan beracun, produk sisa metabolisme dan zat yang berlebihan dari tubuh organisme (Kadhila, 2019). Organ ekskresi manusia meliputi paru-paru, ginjal, kulit, dan anus. Paru-paru menghilangkan produk limbah dalam bentuk karbon dioksida dan uap air, dan kulit menghilangkan keringat, yang terdiri dari air, garam dan urea. Pada hewan, proses ekskresi hampir sama seperti pada manusia, tetapi pada tumbuhan, dikeluarkan melalui pelepasan gas oksigen dari stomata dan lentisel.

#### **9. Adaptasi (Menyesuaikan Diri)**

Makhluk hidup memiliki ciri adaptasi. Adaptasi adalah kekuatan makhluk hidup dalam penyesuaian diri terhadap lingkungan supaya mampu bertahan hidup di habitatnya. Adaptasi adalah meningkatnya kemampuan suatu organisme untuk dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Adaptasi yang mengakibatkan variasi dalam individu (Widodo, A., 2008). Contoh Bunglon beradaptasi dengan menyamarkan diri melalui lingkungan, sedangkan Bebek beradaptasi melalui paruh untuk menyaring makanan dari air dan kaki yang berselaput untuk dapat berenang di air.



## Rangkuman

Secara umum, semua makhluk hidup baik hewan dan tumbuhan memiliki ciri yang sama, namun dalam penggunaan dengan cara yang berbeda. Adapun ciri ciri yang dimiliki makhluk hidup antara lain:

1. Bernapas
2. Bergerak
3. Tumbuh dan Berkembang
4. Berkembangbiak
5. Membutuhkan Nutrisi
6. Peka Terhadap Rangsangan (Iritabilitas)
7. Melakukan Metabolisme
8. Mengeluarkan Zat-Zat Sisa (ekskresi)
9. Adaptasi (Menyesuaikan Diri)

Adapun perbedaan yang dapat dilihat pada tumbuhan dan hewan cara kerjanya saja seperti tumbuhan melakukan fotosintesis dan hewan melakukan respirasi.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Organisme yang dapat berkembang biak untuk melindungi dirinya dari berbagai perubahan lingkungan dan mempertahankan spesiesnya adalah yang dimaksud dengan...

2. Makhluk hidup adalah organisme yang dapat menahan berbagai perubahan lingkungan, berkembang biak dan mempertahankan spesiesnya. Dari pernyataan di atas, mengapa organisme perlu melindungi diri dari berbagai perubahan lingkungan...

3. Bebek melakukan penyesuaian dengan memiliki paruh yang lebar dan tipis, sedangkan paruh ayam pendek dan tebal untuk penyesuaian, ketika bebek dan ayam tidak melakukan penyesuaian maka...



4.

Dari gambar tersebut, bagaimana Aktivitas yang ditunjukkan oleh makhluk hidup menunjukkan ciri-ciri ....

5. Sebutkan 2 contoh hewan yang melakukan adaptasi (penyesuaian diri)!

## UNIT 2

# Organisasi Makhluk Hidup



### A. Pengertian Organisasi Kehidupan

Makhluk hidup memiliki tingkat organisasi biologi, mulai dari tingkat yang paling sederhana hingga tingkat organisasi yang kompleks. Antara makhluk hidup yang satu dengan yang lain berbeda, namun bila ditinjau lebih dalam memiliki persamaan juga, salah satunya yaitu sama-sama memiliki sel dan pada makhluk tingkat tinggi memiliki organ dan sistem organ. Makhluk hidup mempunyai beberapa tingkatan organisasi



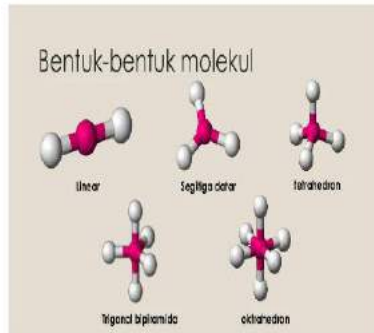
### B. Tingkatan Organisasi Makhluk Hidup

Adapun ingkatan organisasi makhluk hidup adalah sebagai berikut:

#### 1. Molekul

Molekul merupakan sekelompok atom (paling sedikit dua) yang saling berikatan dengan sangat kuat (kovalen) dalam susunan tertentu dan bermuatan netral serta cukup stabil. Molekul berbeda dengan ion poliatomik. Molekul organik dan biomolekul bermuatan pun dianggap

termasuk molekul karena dalam kimia organik dan biokimia, istilah molekul digunakan secara kurang kaku.



Istilah molekul sering digunakan untuk merujuk pada partikel gas apapun tanpa bergantung pada komposisinya. Atom-atom gas mulia dianggap sebagai molekul walaupun gas-gas tersebut terdiri dari atom tunggal yang tak berikatan.

Sebuah molekul terdiri atom-atom yang berunsur sama (misalnya oksigen  $O_2$ ), ataupun terdiri dari unsur-unsur berbeda (misalnya air  $H_2O$ ). Atom-atom dan kompleks yang berhubungan secara non-kovalen (misalnya terikat oleh ikatan hidrogen dan ikatan ion) secara umum tidak dianggap sebagai satu molekul tunggal.

## 2. Sel

Sel merupakan satuan fungsional terkecil penyusun tubuh makhluk hidup yang bentuk dan ukurannya bermacam – macam. Terdapat 3 bagian utama pada sel hewan dan tumbuhan, yaitu:

### a. Membran sel (Selaput Sel)

Membran plasma (selaput sel) merupakan bagian sel terluar. Letak membrane plasma berada di sebelah luar sitoplasma. Bagian ini berfungsi sebagai pengatur transportasi zat antar sel dan pelindung sitoplasma.

### b. Sitoplasma

Sitoplasma merupakan bagian sel berupa cairan kental yang terletak di antara selaput sel dan inti sel. Di dalam sitoplasma terdapat

organel seperti lisosom, ribosom, mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, plastida, sentrosom, dan vakuola.

c. Inti Sel (Nukleus)

Inti Sel merupakan pusat pengendali kegiatan sel dan juga penentu sifat pada keturunannya. Pada inti sel terdapat kromosom, anak inti (nukleolus), cairan inti (nukleoplasma), dan selaput inti. Perbedaan pada sel hewan dan tumbuhan yaitu sebagai berikut:

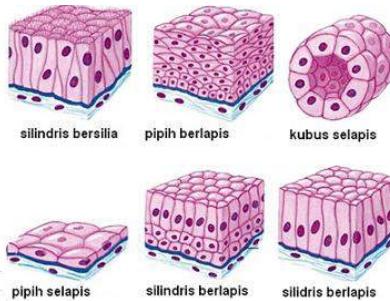
### SEL HEWAN & SEL TUMBUHAN



Sel Tumbuhan	Sel Hewan
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memiliki dinding sel terbuat dari selulosa</li> <li>- Mempunyai kloroplas</li> <li>- Ukuran vakuolanya besar</li> <li>- Batas sel antar dinding tebal</li> <li>- Bentuk selnya tetap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak mempunyai dinding sel</li> <li>- Tidak mempunyai kloroplas</li> <li>- Ukuran vakuolanya kecil</li> <li>- Batas sel antar dindingnya tipis</li> <li>- Bentuk selnya tidak tetap</li> </ul>

### 3. Jaringan

Jaringan adalah kumpulan dari sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama.



Jaringan antara manusia, tumbuhan dan hewan terdapat perbedaan, antara lain:

a) Jaringan pada hewan dan manusia

Manusia dan hewan memiliki macam – macam jaringan yang terdiri dari:

- 1) Jaringan epitel merupakan jaringan penutup seluruh permukaan tubuh. Fungsinya untuk pelindung tubuh, sebagai penyerap zat, sebagai kelenjar, dan penerima rangsang. Contoh jaringan epitel adalah jaringan yang melapisi permukaan tubuh.
- 2) Jaringan otot terdiri dari sel-sel otot yang berbentuk memanjang. Fungsinya untuk alat gerak aktif.
- 3) Jaringan penyokong terdiri atas jaringan yang sel-selnya longgar, sel-sel itu menghasilkan zat yang mengisi ruangan diantara sel-sel pembentuk jaringan.
- 4) Jaringan lemak tersusun atas sel-sel lemak yang berisi tetes-tetes minyak. Berfungsi untuk bantalan lemak lunak yang terdapat di antara berbagai alat tubuh.
- 5) Jaringan saraf tersusun atas sel-sel saraf yang berfungsi menerima dan mengantarkan rangsang

b) Jaringan pada Tumbuhan

Terapat 5 Jaringan pada tumbuhan. Adapun penjelasannya sebagi berikut:



- 1) Jaringan meristem adalah jaringan muda yang sel-selnya selalu membelah. Pada ujung akar, ujung batang dan kambium jaringan ini berfungsi membantu pertumbuhan.
- 2) Jaringan pelindung tersusun atas sel-sel epidermis yang tersusun rapat dan berfungsi untuk menutup seluruh permukaan tubuh tumbuhan.
- 3) Jaringan penguat terdiri atas sel-sel yang bergabung membentuk serabut dan sel-sel batu.
- 4) Jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem. Xilem terdiri atas sel-sel yang membentuk pembuluh panjang dan berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke daun. Sedangkan floem adalah kumpulan sel yang berfungsi untuk mengangkut makanan dari daun ke seluruh tubuh.
- 5) Jaringan parenkim berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan dan banyak mengandung kloroplas.

#### **4. Organ**

Organ adalah kelompok jaringan yang bersatu dan bekerja sama yang menjalankan fungsi tertentu. Organ disusun oleh beberapa jaringan yang bersama-sama melakukan fungsi dan tugas tertentu. Pada tumbuhan, manusia dan hewan memiliki susunan yang berbeda.

##### **a. Organ pada Manusia dan Hewan**

Organ pada manusia sangat banyak, namun untuk lebih mudah memahaminya, kita pelajari organ usus, jantung dan mata.

- 1) Usus terdiri dari beberapa jaringan dan bagian paling luar disebut jaringan ikat. Usus berfungsi untuk menyerap sari makanan.
- 2) Jantung adalah organ pokok dalam tubuh. Jantung berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh.
- 3) Mata adalah alat penglihatan tersusun atas beberapa jaringan, yaitu jaringan otot berfungsi menggerakkan bola

mata dan menyempitkan atau melebarkan pupil. Jaringan epitel berfungsi menghasilkan air mata dan menerima rangsangan cahaya.

b. Organ pada Tumbuhan

Organ pokok pada tumbuhan tinggi terdiri atas akar, batang dan daun. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

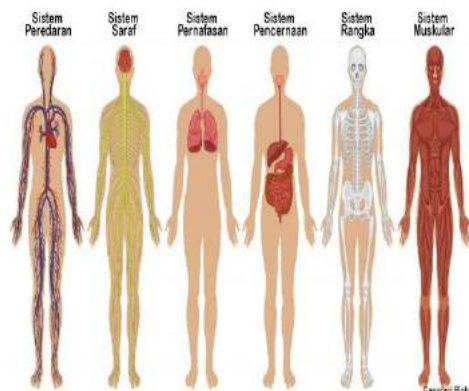
- 1) Akar berfungsi menancapkan tubuh tumbuhan pada tempat hidupnya dan menyerap air garam mineral dari dalam tanah. Jaringan epidermis muda penting untuk menyerap zat. Sel epidermis yang sudah tua akan membentuk lapisan gabus dan berfungsi sebagai pelindung jaringan di sebelah dalam.
- 2) Batang berfungsi menegakkan tubuh tumbuhan dan mengantarkan air dan garam mineral yang diserap akar ke daun.
- 3) Daun berfungsi sebagai penyelenggara fotosintesis dan penguapan air. Pada daun terdapat stomata yang berfungsi untuk penguapan.

## 5. Sistem Organ

Sistem organ adalah gabungan dari beberapa organ yang bekerjasama dan membentuk fungsi tertentu. Organ tubuh tidak dapat bekerja sendiri-sendiri, tapi saling bergantung dan saling berpengaruh antara organ yang satu dengan organ lainnya. Dengan adanya organ – organ penyusun yang saling berkaitan maka proses pencernaan dapat berlangsung dengan baik.

- a. Sistem hormon organ penyusunya seperti kelenjer penghasil hormon dan memiliki fungsi untuk mengatur fungsi organ
- b. Sistem saraf organ penyusunya seperti otak,sumsum tulang belakang,serabut saraf,dan alat indra dan memiliki fungsi untuk mengkoordinasi gerak dan tanggapan terhadap rangsang.
- c. Sistem reproduksi organ penyusunya seperti teste,ovarium,dan rahim dan memilii fungsi untuk berkembang biak

- d. Sistem pengeluaran organ penyusunnya seperti ginjal,hati,kulit, dan paru-paru dan memiliki fungsi untuk mengeluarkan zat-zat sisa.
- e. Sistem otot organ penyusunnya seperti serabut dan tendon dan memiliki fungsi sebagai alat gerak aktif.
- f. Sistem rangka organ penyusunnya seperti tengkorak,alat gerak,dan badan dan memiliki fungsi sebagai alat gerak pasif.
- g. Sistem peredaran darah organ penyusunnya seperti jantung, pembuluh nadi, vena, dan aorta dan memiliki fungsi untuk mengangkut sari-sari makanan,oksigen, dan CO<sub>2</sub>.
- h. Sistem pernapasan organ penyusunnya seperti hidung,tenggorokan,dan paru-paru dan memiliki fungsi memasukan oksigen ke tubuh serta mengeluarkan gas CO<sub>2</sub> dan uap air.
- i. Sistem pencernaan organ penyusunnya seperti mulut,lambung,dan usus halus dan memiliki fungsi untuk mencerna makanan agar dapat diserap usus halus.



## 6. Organisme (Individu)

Organisme adalah gabungan dari beberapa system organ yang saling berkaitan satu sama lain. Apabila terdapat salah satu system organ yang terganggu maka system organ yang lain juga ikut terganggu. Organisme lebih sering disebut dengan istilah individu

sebagai satuan organisme. Seekor ayam adalah individu, seorang manusia juga individu, satu tanaman pisang, dan seekor lalat. Individu adalah makhluk hidup yang bersifat tunggal. Setiap individu tidak dapat hidup menyendiri, tepi harus hidup bersama – sama dengan individu lain yang sejenis maupun tidak sejenis

## **7. Populasi**

Populasi adalah sekumpulan individu makhluk hidup sejenis yang hidup di suatu daerah (habitat) tertentu. Suatu organisme disebut sejenis bila memenuhi persyaratan:

- a. Menempati daerah atau habitat yang sama.
- b. Mempunyai persamaan morfologi, anatomi dan fisiologi.
- c. Mampu menghasilkan keturunan yang fertile, yaitu keturunan yang mampu berkembangbiak secara kawin. Contoh: Pada sebuah kebun terdapat beberapa pohon jagung, pada suatu lahan terdapat sekumpulan kambing

## **8. Komunitas**

Beberapa macam tumbuhan dan hewan yang hidup bersama-sama dan menempati wilayah tertentu, atau seluruh populasi yang menempati daerah yang sama dan saling berinteraksi antara yang satu dengan yang lain disebut Komunitas. Di daerah yang sama, antar jenis makhluk hidup yang satu dengan yang lain terjadi interaksi. Interaksi itu membentuk suatu kumpulan yang di dalamnya setiap individu menemukan lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Dalam kumpulan tersebut terdapat suatu kerukunan untuk hidup bersama, toleransi kebersamaan, dan hubungan timbale balik yang saling menguntungkan. Hubungan keterpaduan pada komunitas tersebut bermacam-macam sifatnya, ada yang tolong-menolong, bunuh-membunuh, dan ada pula yang kompetisi. Contohnya yaitu komunitas sawah, terdiri dari padi, tikus, ular, elang dan komunitas kolam terdiri dari teratai, ikan, katak, dan lain-lain.

## 9. Ekosistem

Makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem mempunyai dua komponen penyusun, yaitu:

### a. Komponen Biotik

Komponen biotik adalah komponen dari suatu ekosistem yang terdiri atas makhluk hidup. Seperti hewan, tumbuhan, manusia dan mikroorganisme. Berdasarkan fungsi di dalam ekosistem, komponen biotik dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu:

- 1) Produsen adalah makhluk hidup penghasil bahan organik yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup lain untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Semua tumbuhan merupakan produsen karena memiliki klorofil yang memungkinkan pembentukan bahan organik melalui proses fotosintesis.
- 2) Konsumen adalah makhluk hidup pemakan bahan organik yang dihasilkan oleh produsen. Misalnya manusia, hewan dan tumbuhan pemakan serangga.
- 3) Pengurai adalah makhluk hidup yang bertugas menguraikan sisa-sisa makhluk hidup lain (bangkai dan sampah) menjadi komponen penyusun tanah.

### b. Komponen Abiotik

Komponen abiotik adalah bagian ekosistem yang terdiri atas makhluk tak hidup, dan berperan dalam menjamin kelangsungan hidup suatu organisme dan tercapainya keseimbangan ekosistem sama besarnya.

Komponen abiotik terdiri atas cahaya, udara, air, tanah, suhu dan mineral. Bila dilihat dari fungsinya maka ekosistem terbagi menjadi dua, yaitu:

#### 1) Komponen Autotrof

Merupakan individu yang dapat membuat makanannya sendiri dengan mensintesis bahan anorganik

menjadi bahan organik dengan bantuan cahaya matahari di dalam klorofil. makanan. Yang dimaksud organisme autotrof adalah tumbuhan hijau karena memiliki klorofil (zat hijau daun) yang merupakan tempat penyusunan.

## 2) Komponen Heterotrof

Merupakan individu yang mampu memanfaatkan hanya bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya yang disintesis dan disediakan oleh individu lain. Berdasarkan jenis makanannya kelompok heterotrof dapat dibedakan menjadi herbivora, karnivora, omnivore dan pengurai. Misalnya sapi sebagai herbivora dan Kucing sebagai karnivora.

Macam - macam ekosistem menurut proses terbentuknya, yaitu sebagai berikut:

### 1) Ekosistem alami

Ekosistem alami adalah ekosistem yang terbentuk secara alami tanpa adanya campur tangan manusia. Ekosistem alami dibedakan menjadi 2, yaitu ekosistem darat dan ekosistem perairan. Contoh ekosistem darat adalah ekosistem hutan. Contoh ekosistem perairan adalah ekosistem danau, ekosistem rawa dan lain sebagainya.

### 2) Ekosistem buatan

Ekosistem buatan adalah ekosistem yang sengaja dibuat oleh manusia. Contoh ekosistem buatan adalah ekosistem kolam, ekosistem akuarium, ekosistem kebun dan lain sebagainya. Ekosistem darat yang mencakup daerah luas disebut bioma. Contohnya adalah bioma hutan hujan tropis, bioma padang rumput, bioma padang pasir dan bioma tundra. Dapat dikatakan juga bahwa bioma terdiri dari ekosistem-ekosistem. Semua ekosistem yang ada di bumi beserta atmosfer yang melingkupinya saling berinteraksi membentuk biosfer atau ekosistem dunia.

Contoh ekosistem buatan yaitu seperti ekosistem hutan, benda mati terdiri dari tanah, bebatuan, hujan, angin, dan lain – lain, sedangkan makhluk hidup terdiri dari harimau, lintah, gajah, dan lain - lain. Dan ekosistem laut, benda mati terdiri dari air laut, batu karang, dan lain-lain sedangkan makhluk hidup terdiri dari ikan, udang, kepiting, plankton, dan lain-lain.

## **10. Bioma**

Bioma merupakan kumpulan ekosistem yang ada di dunia. Misalnya seperti bioma tundra, taiga, dan padang rumput.

## **11. Biosfer (Lapisan Kehidupan)**

Beberapa ekosistem yang terdapat pada suatu wilayah geografis dengan iklim dan kondisi yang sama disebut bioma. Semua bioma di bumi dengan berbagai macam dan ragamnya membentuk suatu tingkatan tertinggi pendukung kehidupan yang disebut biosfer.

Biosfer adalah bagian permukaan bumi yang merupakan kumpulan dari berbagai ekosistem. Biosfer merupakan tingkatan kehidupan tertinggi di bumi. Biosfer mencakup udara, daratan, dan air yang memungkinkan adanya kehidupan dan proses biotik berlangsung. Di dalam biosfer terdapat makhluk hidup dan makhluk tak hidup yang saling berkaitan sehingga timbul hubungan saling ketergantungan diantara komponen – komponen tersebut. Biosfer adalah suatu tempat dimana ekosistem dapat beroperasinya sebagaimana mestinya.



## Rangkuman

### Tingkatan organisasi kehidupan

Merupakan tingkat yang paling sederhana hingga tingkat organisasi yang kompleks. Adapun tingkatannya sebagai berikut:

- 1) Molekul merupakan sekelompok atom (paling sedikit dua) yang saling berikatan dengan sangat kuat (kovalen) dalam susunan tertentu dan bermuatan netral serta cukup stabil.
- 2) Sel merupakan satuan fungsional terkecil penyusun tubuh makhluk hidup yang bentuk dan ukurannya bermacam – macam.
- 3) Jaringan merupakan kumpulan dari sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama.
- 4) Organ disusun oleh beberapa jaringan yang bersama-sama melakukan fungsi dan tugas tertentu.
- 5) Sistem organ adalah gabungan dari beberapa organ yang bekerjasama dan membentuk fungsi tertentu. Organ tubuh tidak dapat bekerja sendiri-sendiri, tapi saling bergantung dan saling berpengaruh antara organ yang satu dengan organ lainnya.
- 6) Sistem organ adalah gabungan dari beberapa organ yang bekerjasama dan membentuk fungsi tertentu. Organ tubuh tidak dapat bekerja sendiri-sendiri, tapi saling bergantung dan saling berpengaruh antara organ yang satu dengan organ lainnya.
- 7) Organisme adalah gabungan dari beberapa system organ yang saling berkaitan satu sama lain. Bila ada salah satu system organ yang terganggu maka system organ yang lain juga ikut terganggu.
- 8) Populasi adalah sekumpulan individu makhluk hidup sejenis yang hidup di suatu daerah (habitat) tertentu.
- 9) Komunitas adalah beberapa macam tumbuhan dan hewan yang hidup bersama-sama dan menempati wilayah tertentu, atau kumpulan beberapa populasi yang menempati daerah yang sama dan saling berinteraksi antara yang satu dengan yang lain.
- 10) Ekosistem adalah satu kesatuan lingkungan yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
- 11) Bioma adalah kumpulan ekosistem terestrial (darat) yang melingkupi wilayah yang luas yang pada umumnya dipengaruhi oleh iklim regional sehingga terdapat tumbuhan dan hewan khas yang mampu beradaptasi dengan lingkungannya.
- 12) Biosfer secara arti kata terbentuk dari dua kata yaitu bio yang berarti hidup dan sphere yang memiliki arti lapisan. Jadi, bila digabungkan biosfer adalah lapisan dimana tempat makhluk hidup itu tumbuh atau menjadi habitat bagi makhluk hidup baik manusia, flora dan fauna serta mikroorganisme lainnya.





## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Organisme adalah gabungan dari beberapa sistem organ yang saling berkaitan satu sama lain. Bagaimana apabila ada salah satu sistem organ yang terganggu maka....

2. Unit terkecil dari kehidupan adalah sel, sedangkan sel adalah kumpulan dari beberapa molekul, mengapa sel dikatakan unit paling kecil ....

3. Pertumbuhan adalah perubahan volume yang irreversible, mengapa pertumbuhan bersifat irreversible ....

4. Kumpulan sel bekerja sama akan membentuk ....

5. Jaringan pengangkut terdiri dari xilem dan floem. Apa fungsi dari jaringan xylem dan floem yaitu....

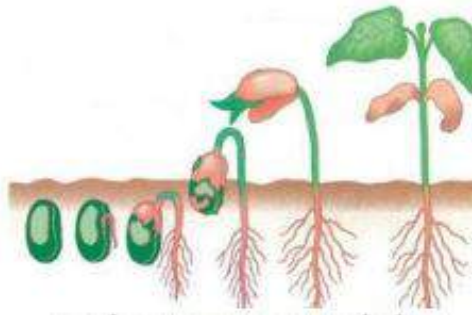
## UNIT 3

# Perkembangbiakan Makhluk Hidup



## A. Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya tinggi, volume, atau massa tubuh pada makhluk hidup yang bersifat kuantitatif (bisa diukur dan dihitung dengan angka). Proses penambahan biomassa atau ukuran (berat, volume, atau jumlah) yang sifatnya tetap dan irreversible (tidak dapat balik ke kondisi semula) Pertumbuhan ini bisa dilihat dengan melihat tampilan fisik makhluk hidup tersebut. Contohnya: Bertambahnya tinggi suatu tanaman.





## B. Perkembangan

Pekembangan merupakan suatu proses differensiasi, organogenesis, dan diakhiri dengan terbentuknya individu baru yang lebih lengkap dan lebih dewasa yang bersifat kualitatif (tidak dapat dituliskan dengan angka) Perkembangan tidak terbatas pada usia, ini berarti makhluk hidup akan terus berkembang seiring pertambahan usianya.



## C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tanaman

Tumbuh kembang tumbuhan diatur oleh pengaruh lingkungan dan kombinasi faktor genetik. Karakteristik tumbuhan diantaranya: 1) memiliki kemampuan merespon sejumlah sinyal dari lingkungan; 2) memproduksi zat kimia pengatur tumbuh-tumbuhan yang digunakan sebagai mediator sinyal dari lingkungan; 3) memiliki kode gen enzim yang mengkatalis reaksi kimia.

## 1. Faktor Dalam (Internal)

### a. Faktor genetik

Tumbuhan terdiri dari miliaran sel. Setiap sel terdapat satu set lengkap semua gen yang membentuk kode instruksi untuk suatu organisme. Kode gen yang membentuk kode instruksi tersebut berperan dalam menentukan fungsi dan sifat dari tumbuhan. Contohnya yaitu penemuan penting dari para ilmuwan tentang gen pada tumbuhan adalah gen yang terlibat dalam pembungaan pada tanaman. Gen adalah unit pewarisan sifat bagi organisme hidup yang bentuk fisiknya merupakan urutan DNA penyandi protein, seuntai atau polipeptida. DNA yang memiliki fungsi bagi organisme yang memilikinya. Faktor internal yang paling mendasar adalah gen karena setiap makhluk hidup memiliki gen yang berbeda. Keanekaragaman gen menghasilkan variasi seluruh sifat dari morfologi hingga seluruh proses yang berkaitan dengan fisiologi.

### b. Epigenetik

Penelitian yang berkaitan dengan sel menunjukkan tidak hanya gen yang mempengaruhi ciri-ciri dan fungsi dari suatu organisme, tetapi juga “Epigenetik” atau faktor non-gen. Faktor-faktor epigenetik merupakan fitur dalam sel yang dapat diwariskan ketika sel membelah tetapi tidak merubah gen itu sendiri. Namun faktor epigenetik dapat memodifikasi perilaku gen. Faktor ini memiliki peran penting dalam perkembangan tumbuhan. Epigenetik merupakan dasar untuk mengungkap mengenai bagaimana gen dan organisme bekerja. Faktor epigenetik yang memengaruhi perilaku gen meliputi: 1) Struktur kromatin, yaitu “bagaimana posisi atau susunan DNA dalam kromatin”; 2) Metilasi DNA, yaitu “mengubah gen off – on”; 3) Small RNA yang terbuat dari DNA dan bisa memengaruhi perilaku gen melalui berbagai cara.

c. Zat Pengatur Tumbuh (Hormon)

Hormon adalah zat kimia yang diproduksi oleh tumbuhan yang berperan dalam pola pertumbuhan dan pemeliharaan tumbuhan. Zat pengatur pertumbuhan mengendalikan kegiatan dengan mengirimkan sinyal kimia ke sel untuk melakukan sesuatu atau untuk tidak melakukan sesuatu, termasuk mengaktifkan gen yang mengkode enzim tertentu atau justru menghalangi transkripsi gen. Hormon tumbuhan memiliki efek pada tumbuhan tergantung pada lokasi dan konsentrasi relatif hormon terhadap hormon lain dalam jaringan pada kebanyakan kasus. Hormon tumbuhan bekerja memiliki efek yang saling memengaruhi. Taiz & Zeiger (2006) menyebutkan bahwa hormon juga bekerja karena ada pengaruh lingkungan. Hal yang sama antara hormon tumbuhan dan hewan, yaitu bekerja dalam konsentrasi yang sangat kecil. Namun, tidak seperti hormon hewan yang bekerja sangat spesifik, satu jenis hormon tumbuhan dapat menghasilkan efek yang berbeda. Hormon-hormon tumbuhan yang telah dikenal pada saat ini meliputi auksin, sitokinin, asam absisat, giberelin, kalin, etilen, dan asam traumalin.

2. Faktor Eksternal

Petani-petani melakukan pengolahan tanah, merawat tanaman dengan pemupukan, pengairan, mencabuti tanaman gulma dan penyemprotan hama/penyakit karena kegiatan tersebut dilakukan agar tanaman itu dapat tumbuh dengan subur, sehingga dapat memberikan hasil yang optimal. Perlu diketahui bahwa suatu tanaman dalam proses pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal. Faktor eksternal merupakan sesuatu yang memengaruhi pertumbuhan. Sumber dari faktor tersebut berasal dari lingkungan. Faktor eksternal yang memengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tumbuhan, antara lain sebagai berikut:

a. Nutrisi

Sejak 160 tahun yang lalu ilmu nutrisi tanaman berdasarkan eksperimen klasik Liebig, Lauwes, dan Gilbert. Ada banyak unsur yang diperlukan oleh tumbuhan. Tumbuhan membutuhkan makanan atau nutrisi untuk hidupnya. Tumbuhan hijau mengambil nutrisi dari air, udara, dan dari dalam media tumbuhnya. Terdapat 2 unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan, diantaranya unsur makro dan mikro. Unsur makro (makronutrien) merupakan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan dalam jumlah yang banyak. Sedangkan unsur mikro (mikronutrien) merupakan unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Nutrisi yang ada dalam tanah berasal dari hasil biodegradasi bahan organik dan hasil pelapukan mineral anorganik. Unsur-unsur yang telah tersedia dalam media tanam dapat dipergunakan oleh tumbuhan. Apabila faktor-faktor lain tidak terpenuhi, misalnya adanya mikroba dalam tanah. Unsur makro terdiri dari: C (karbon), P (fosfor), K (kalium), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), S (sulfur), Mg (magnesium), dan Ca (kalsium). Unsur mikro terdiri dari: Cl (klor), Mn (mangan), Zn (seng), Co (koper), Fe (besi), B (boron), dan Mo (molibdeum). Tumbuhan yang kekurangan nutrisi pada media tanamnya akan mengalami defisiensi. Apabila hal ini terjadi, maka pertumbuhan dan perkembangannya dapat mengalami ketidaksempurnaan.

b. Air

Tumbuhan membutuhkan air dalam berbagai proses fisiologis. Air yang tidak cukup menyebabkan tumbuhan akan mengalami banyak gangguan. Fungsi air sebagai berikut.

- 1) Pelarut zat-zat yang diperlukan oleh tumbuhan.
- 2) Bahan dasar untuk reaksi biokimia.
- 3) Sebagai medium berlangsungnya reaksi metabolisme.

- 4) Menjaga tekanan turgor dinding sel dan agar tidak kekeringan.
- 5) Berperan dalam proses transportasi unsur hara dari tanah ke daun.
- 6) Mengedarkan hasil fotosintesis keseluruhan bagian tumbuhan.
- 7) Untuk proses transpirasi (penguapan) dan fotosintesis

Jika tumbuhan kekurangan air, tumbuhan akan layu. Hal ini disebabkan karena terjadi penurunan tekanan turgor pada sel-selnya. Air merupakan faktor eksternal yang sangat diperlukan dalam perkecambahan biji, karena saat masa perkecambahan untuk mengaktifkan enzim-enzim dalam biji. Tidak adanya air dapat menyebabkan perkecambahan biji tertunda (dormansi). Beberapa tumbuhan salah satunya Kaktus, melakukan adaptasi untuk mengatasi keterbatasan air. Kaktus yang berada di daerah gurun memiliki lapisan lilin yang digunakan untuk mencegah penguapan air terlalu cepat. Lapisan lilin tersebut merupakan modifikasi dari jaringan epidermis.

c. Cahaya

Kualitas, lamanya radiasi, dan intensitas, mempunyai pengaruh yang besar terhadap berbagai proses fisiologi tumbuhan. Cahaya memengaruhi pembentukan klorofil, fototropisme, fotosintesis, dan fotoperiodisme. Cara meningkatkan enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil disebabkan oleh efek cahaya. Sedangkan, laju fotosintesis yang terjadi saat berlangsung reaksi terang dipengaruhi oleh proses fotosintesis dan intensitas cahaya. Cahaya secara tidak langsung mengendalikan tumbuh kembang tanaman. Hal ini disebabkan karena hasil fotosintesis berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan. Cahaya matahari dapat memicu pembentukan pigmen antosianin dan flavonoid yang memberikan warna pada bunga dan buah. Dapat diperhatikan warna buah-buahan di



pohon yang terkena cahaya matahari langsung dengan buah-buahan yang tersembunyi di balik daun-daunnya. Buah-buahan tersebut memiliki derajat warna yang berbeda. Selain itu, perkembangan struktur tumbuhan dipengaruhi oleh cahaya (fotomorfogenesis).

Cara membandingkan kecambah yang tumbuh di tempat terang dengan kecambah dari tempat gelap dapat dilihat dari Efek fotomorfogenesis. Kecambah yang tumbuh di tempat gelap akan mengalami etiolasi (pertumbuhan yang lebih cepat apabila berada di tempat yang gelap). Produksi klorofil yang terhambat oleh kurangnya cahaya dapat menyebabkan kecambah tampak pucat dan lema. Sedangkan, pada kecambah yang tumbuh di tempat terang, daun lebih berwarna hijau, namun batang menjadi lebih pendek. Hal ini karena aktifitas hormon pertumbuhan auksin terhambat oleh adanya cahaya.

d. Suhu

Salah satu faktor yang memengaruhi kerja enzim, yaitu suhu. Suhu yang kurang sesuai akan menyebabkan kerja enzim di dalam sel-sel kurang optimal yang menyebabkan proses metabolisme (seperti fotosintesis) akan terganggu. Suhu merupakan faktor eksternal dari lingkungan yang penting bagi tumbuhan karena suhu berhubungan dengan kemampuan tumbuhan dalam melakukan proses translokasi, respirasi, fotosintesis, dan transpirasi. Tumbuhan memiliki suhu optimum yang ideal yang dapat digunakan untuk tumbuh dan berkembang. Suhu optimum merupakan suhu yang terbaik untuk pertumbuhan suatu jenis tanaman secara ideal. Tanaman juga memiliki batas suhu maksimum dan minimum yang bisa diterima olehnya. Suhu maksimum merupakan suhu paling tinggi yang memungkinkan tumbuhan dapat mempertahankan hidupnya, sedangkan suhu minimum merupakan suhu paling rendah yang memungkinkan tumbuhan dapat mempertahankan

hidupnya. Sebagian besar tumbuhan memerlukan temperatur sekitar  $10^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$  untuk pertumbuhannya. Suhu optimum rata-rata tumbuhan adalah  $40^{\circ}\text{C}$ . Apabila suhu lingkungan suatu tumbuhan di bawah suhu minimum, segala aktivitas fisiologi tubuhnya akan terhenti. Masa ini disebut masa tidur (dormansi), keadaan ini terjadi pada beberapa tumbuhan pada musim dingin di negaranegara yang memiliki 4 musim.

e. Kelembapan

Pada saat perkecambahan biji, tanah lembap sangat cocok untuk pertumbuhan. Hal ini disebabkan tanah lembap menyediakan cukup air untuk mengaktifkan enzim dalam biji serta melarutkan makanan dalam jaringan. Tingkat pengaruh kelembapan udara atau tanah pada tumbuhan berbeda-beda. Terdapat tanaman yang membutuhkan kelembapan udara dan kelembapan tanah yang tinggi. Sebaliknya, ada juga tanaman yang tumbuh dengan baik pada dengan kelembapan udara dan tanah kelembapan rendah, misalnya *Aloevera* dan beberapa jenis tanaman anggrek.

f. Ketersediaan Oksigen

Tumbuhan bernapas dengan oksigen. Tumbuhan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, apabila kebutuhan terhadap oksigen memadai. Kekurangan oksigen dapat merangsang produksi hormon etilen yang menyebabkan beberapa sel dalam korteks akan mengalami penuasaan dan mati. Tumbuhan yang terlalu banyak disiram air akan kekurangan oksigen karena tanah kehabisan ruang udara penyedia oksigen. Tanah yang padat dan liat mengandung sedikit oksigen. Oleh sebab itu perlu dicampur dengan pencangkulan secara hati-hati agar akar tumbuhan dapat bernapas. Tumbuhan yang hidup di daerah yang kekurangan oksigen, memiliki akar napas yang banyak seperti pada tanaman bakau (*Rhizophora sp*).

g. Gravitasi

Bila cahaya akan mempengaruhi arah pertumbuhan tunas maka pengaruh bumi akan mempengaruhi pertumbuhan akar menuju pusat bumi. Arah gerak akar yang menuju pusat bumi disebut gravitropisme. Pertumbuhan pada tumbuhan memperlihatkan respons terhadap gravitasi. Pertumbuhan akar menunjukkan respons gravitasi positif sedangkan pertumbuhan tunas menunjukkan respons gravitasi negatif. Jika tumbuhan diletakkan pada posisi miring, tunas akan tumbuh membengkok ke atas dan akar akan tumbuh membengkok ke bawah. Tumbuhan mampu mengindra gravitasi karena adanya pengendapan statolit pada titik terendah sel tudung akar. Statolit adalah plastida khusus yang mengandung butiran pati padat. Pengendapan statolit pada titik terendah sel akan menyebabkan redistribusi auksin sel-sel yang berada di atasnya dan menyebabkan pemanjangan akar sehingga akar akan membengkok ke bawah.

h. pH (derajat keasaman)

Hujan asam dapat menambah keasaman tanah. Jika keadaan tanah terlalu asam, klorofil akan rusak sehingga mengganggu proses fotosintesis. Tanah bekas rawa-rawa dan tanah podsolik yang berwarna merah kekuningan cenderung bersifat asam. Tanah jenis ini harus dicampur dengan kapur sebelum ditanami agar keasamannya berkurang. Pada beberapa jenis tumbuhan, seperti bunga hortensia (*Hydrangea sp*), keasaman tanah berpengaruh terhadap warna bunga.

i. Sentuhan

Pada tumbuhan yang merambat, misalnya anggur dan mentimun, pada umumnya mempunyai organ pelilit berupa sulur. Sulur tersebut pada awalnya tumbuh lurus, tetapi jika menyentuh sesuatu akan tumbuh melilit benda tersebut. Sentuhan akan menghambat pertumbuhan sel-sel, sehingga

terjadi perbedaan laju pertumbuhan antara sel yang terkena sentuhan dengan sel-sel yang tidak terkena sentuhan. Perbedaan laju pertumbuhan sel-sel tersebut menyebabkan sulur melilit. Suatu percobaan menunjukkan bahwa tumbuhan yang batangnya digosok dengan tongkat akan lebih pendek daripada tumbuhan yang dibiarkan.

j. Organisme

Parasit dan herbivora Organisme parasit pada tumbuhan dapat berupa virus, bakteri, dan jamur. Organisme parasit tersebut mengambil sari makanan dari tumbuhan inang sehingga tumbuhan inang yang ditumpangi akan terganggu pertumbuhan dan perkembangannya, bahkan dapat mengalami kematian. Herbivora adalah hewan pemakan tumbuh-tumbuhan, misalnya ulat, belalang, dan kumbang. Jika daun muda pada tumbuhan dimakan oleh ulat, akan mengganggu proses pertumbuhannya. Namun, beberapa tumbuhan memiliki alat pertahanan diri secara fisik seperti duri-duri dan pertahanan secara kimiawi, misalnya menghasilkan zat kanavanin yang merupakan racun bagi herbivora.



#### **D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan & Manusia**

1. Faktor Dalam (Internal)

Faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia yaitu sebagai berikut:

a. Gen

Gen adalah substansi/materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk. Gen mempengaruhi ciri dan sifat makhluk hidup, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna

kulit, warna bunga, warna bulu, rasa buah, dan sebagainya. Gen juga menentukan kemampuan metabolisme makhluk hidup, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Hewan dan manusia yang memiliki gen tumbuh yang baik akan tumbuh dan berkembang dengan cepat sesuai dengan periode pertumbuhan dan perkembangannya. Meskipun peranan gen sangat penting, faktor genetis bukan satu-satunya faktor yang menentukan pola pertumbuhan dan perkembangan, karena juga dipengaruhi oleh faktor lainnya. Misalnya ternak unggul hanya akan berproduksi secara optimal bila diberi pakan yang baik dan dipelihara di lingkungan yang sesuai.

b. Hormon

Hormon merupakan zat yang berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh. Hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup beragam jenisnya. Hormon pada hewan Beberapa hormon pertumbuhan pada hewan adalah sebagai berikut.

- 1) Tiroksin, mengendalikan pertumbuhan hewan. Pada katak hormon ini merangsang dimulainya proses metamorfosis.
- 2) Somatomedin, mempengaruhi pertumbuhan tulang.
- 3) Ekdison dan juvenil, mempengaruhi perkembangan fase larva dan fase dewasa, khususnya pada hewan Invertebrata.

Hormon pada manusia Hormon dihasilkan oleh kelenjar endokrin atau kelenjar buntu, yaitu suatu kelenjar yang tidak mempunyai saluran. Beberapa hormon pertumbuhan pada manusia antara lain sebagai berikut.

- 1) Hormon tiroksin, dihasilkan oleh kelenjar gondok/ tiroid. Hormon ini memengaruhi pertumbuhan, perkembangan,

dan metabolisme karbohidrat dalam tubuh. Kekurangan hormon ini dapat mengakibatkan mixoedema yaitu kegemukan.

- 2) Hormon pertumbuhan (Growth hormon – GH). Hormon ini dihasilkan oleh hipofisis bagian depan. Hormon ini disebut juga hormon somatotropin (STH). Perannya adalah memengaruhi kecepatan pertumbuhan seseorang. Seorang anak tidak akan tumbuh dengan normal jika kekurangan hormon pertumbuhan. Pada masa pertumbuhan, kelebihan hormon ini akan mengakibatkan pertumbuhan raksasa (gigantisme), sebaliknya jika kekurangan akan menyebabkan kerdil (kretinisme). Jika kelebihan hormon terjadi setelah dewasa, akan menyebabkan membesarnya bagian tubuh tertentu, seperti pada hidung atau telinga. Kelainan ini disebut akromegali.
- 3) Hormon testosteron, mengatur perkembangan organ reproduksi dan munculnya tanda-tanda kelamin sekunder pada pria.
- 4) Hormon estrogen/progesteron, mengatur perkembangan organ reproduksi dan munculnya tandatanda kelamin sekunder pada wanita.

## 2. Faktor Luar (Eksternal)

Faktor luar yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup adalah sebagai berikut:

### a. Makanan atau Nutrisi

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Kualitas dan kuantitas makanan akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Karena sedang dalam masa pertumbuhan, kamu harus cukup makan makanan yang bergizi untuk

mendukung pertumbuhan dan perkembangan tubuhmu. Zat gizi yang diperlukan manusia dan hewan adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Semua zat ini diperoleh dari makanan.

b. Suhu

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Suhu ini disebut suhu optimum, misalnya suhu tubuh manusia yang normal adalah sekitar  $37^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu optimum, semua makhluk hidup dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Hewan dan manusia memiliki kemampuan untuk bertahan hidup dalam kisaran suhu lingkungan tertentu.

c. Air dan Kelembapan

Air dan kelembapan merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia di dalam tubuh. Tanpa air, reaksi kimia di dalam sel tidak dapat berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian. Kelembapan adalah banyaknya kandungan uap air dalam udara atau tanah. Tanah yang lembab berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tumbuhan. Kondisi yang lembab banyak air yang dapat diserap oleh tumbuhan dan lebih sedikit penguapan. Kondisi ini sangat mempengaruhi sekali terhadap pemanjangan sel. Kelembapan juga penting untuk mempertahankan stabilitas bentuk sel.

d. Aktivitas Tubuh

Pertumbuhan hewan dan manusia juga dipengaruhi oleh aktivitas tubuh. Contohnya, otot yang dilatih dapat tumbuh menjadi besar dan kuat. Sedangkan otot yang tidak pernah dilatih lebih kecil dan kurang kuat. Olahraga secara teratur juga dapat meningkatkan pertumbuhan badan, karena

kegiatan atau aktivitas tubuh lainnya dapat melancarkan peredaran darah dan metabolisme dalam tubuh. Dengan demikian, aktivitas tubuh akan mempengaruhi kesehatan dan mempengaruhi pada pertumbuhan.

b. Oksigen

Oksigen merupakan gas sangat penting bagi kehidupan. Makhluk hidup bernapas untuk mendapatkan oksigen. Oksigen diperlukan dalam proses oksidasi biologi untuk menghasilkan energi. Energi digunakan untuk menjalankan semua aktivitas tubuh termasuk pertumbuhan. Kandungan Oksigen yang terlalu larut dalam air juga mempengaruhi kehidupan hewan-hewan air. Oksigen yang diperlukan sebagai bahan utama penghasil energi berdifusi melalui insang bersama aliran air. Kandungan Oksigen yang terlalu rendah dapat menyebabkan nafsu makan berkurang sehingga pertumbuhannya akan terhambat.





## Rangkuman

1. Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya tinggi, volume, atau massa tubuh pada makhluk hidup yang bersifat kuantitatif (bisa diukur dan dihitung dengan angka).
2. Perkembangan merupakan proses untuk mencapai kematangan fungsi suatu organisme. Perkembangan tidak terbatas pada usia, ini berarti makhluk hidup akan terus berkembang seiring pertambahan usianya.
3. **Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tanaman**
  - Faktor Dalam (Internal)
    - Genetik
    - epigenetik
    - zat pengatur tumbuh (Hormon) terdiri dari: auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat, kalin, etilen, asam traumalin.
  - Faktor Luar (Eksternal)
    - Nutrisi
    - Air
    - Cahaya
    - Suhu
    - Kelembapan
    - Ketersediaan Oksigen
    - Gravitasi
    - pH (derajat keasaman)
    - Sentuhan
    - Organisme parasit dan herbivora
4. **Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan**
  - Faktor Dalam (Internal)
    - Gen
    - Hormon
      - Triroksin
      - Somatomedin,
      - Ekdison dan juvenil
  - Faktor Luar (Eksternal)
    - Makanan atau Nutrisi
    - Suhu
    - Air dan Kelembapan
    - Aktivitas Tubuh
    - Oksigen



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal berikut dengan Jelas dan benar !**

1. Pertumbuhan adalah perubahan volume yang irreversible, mengapa pertumbuhan bersifat irreversible ....

2. Perkembangan adalah proses menuju tercapainya kedewasaan, proses tersebut bersifat reversible, mengapa bersifat reversible ...

3. Perhatikan data dibawah ini

- 1) Air
- 2) Gravitasi
- 3) Nutrisi
- 4) pH
- 5) aktivitas tubuh
- 6) kelembapan
- 7) sentuhan

Dari data diatas yang merupakan faktor eksternal dari pertumbuhan dan perkembangan hewan yaitu...

4. Perhatikan data dibawah ini!

- 1) Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi dalam proses metabolisme tubuh. Kualitas dan kuantitas makanan akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup.
- 2) Semua proses dalam pertumbuhan dan perkembangan seperti penyerapan air, fotosintesis, penguapan, dan pernapasan pada tumbuhan dipengaruhi oleh suhu.
- 3) Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup.

Dari data diatas dapat disimpulkan dalam pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan yang terdapat dalam data tersebut adalah faktor ....

5. Setiap tumbuhan memerlukan air. Apa fungsi air bagi tumbuhan?

## UNIT 4

# Keanekaragaman Makhluk Hidup



## A. Pengertian Keanekaragaman Makhluk Hidup

Keanekaragaman makhluk hidup / keanekaragaman hayati atau biodiversitas (Bahasa Inggris: Biodiversity) adalah suatu istilah pembahasan yang mencakup semua bentuk kehidupan, yang secara ilmiah dapat dikelompokkan menurut skala organisasi biologisnya, yaitu mencakup gen, spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme serta ekosistem dan proses-proses ekologi dimana bentuk kehidupan ini merupakan bagiannya. Dapat juga diartikan sebagai kondisi keanekaragaman bentuk kehidupan dalam ekosistem atau bioma tertentu. Keanekaragaman hayati sering kali digunakan sebagai ukuran kesehatan system biologis. Keanekaragaman hayati tidak terdistribusi secara merata di bumi yaitu wilayah tropis memiliki keanekaragaman hayati yang lebih kaya, dan jumlah keanekaragaman terus menurun jika semakin jauh dari ekuator. Keanekaragaman hayati yang ditemukan di bumi adalah hasil dari miliaran tahun proses evolusi. Asal muasal kehidupan belum diketahui secara pasti dalam sains. Hingga sekitar 600 juta tahun yang lalu, kehidupan di bumi hanya berupa archaea, bakteri, protozoa, dan organisme uniseluler lainnya sebelum organisme multiseluler muncul dan menyebabkan ledakan keanekaragaman hayati yang begitu cepat, namun secara periodik dan eventual juga terjadi kepunahan secara besar-besaran akibat aktivitas bumi, iklim, dan luar angkasa.



## B. Klasifikasi Makhluk Hidup

Klasifikasi adalah pengelompokan aneka jenis hewan atau tumbuhan ke dalam kelompok tertentu. Pendapat lain mengemukakan, klasifikasi adalah metode menata organisme ke dalam kelompok berdasarkan pada kemiripan struktur yang menunjukkan dekatnya kekerabatan antara organisme tersebut dan juga menunjukkan evolusinya. Pengelompokan ini disusun secara runtut sesuai dengan tingkatannya (hierarkinya), yaitu mulai dari yang lebih kecil tingkatannya hingga ke tingkatan yang lebih besar. Ilmu tentang prinsip dan cara klasifikasi makhluk hidup disebut taksonomi atau sistematik. Prinsip dan cara mengelompokkan makhluk hidup menurut ilmu taksonomi adalah dengan membentuk takson. Takson adalah kelompok makhluk hidup yang anggotanya memiliki banyak persamaan ciri. Takson dibentuk dengan jalan mencandra objek atau makhluk hidup yang diteliti dengan mencari persamaan ciri maupun perbedaan yang dapat diamati.

Tujuan dari klasifikasi makhluk hidup adalah:

1. mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri-ciri yang dimiliki;
2. mendeskripsikan ciri-ciri suatu jenis makhluk hidup untuk membedakannya dengan makhluk hidup dari jenis yang lain;
3. mengetahui hubungan kekerabatan antarmakhluk hidup; dan
4. memberi nama makhluk hidup yang belum diketahui namanya.

Berdasarkan tujuan tersebut, sistem klasifikasi makhluk hidup memiliki manfaat yaitu memudahkan dalam mempelajari makhluk hidup yang sangat beraneka ragam, dan mengetahui hubungan kekerabatan antara makhluk hidup satu dengan yang lain.

Ada bermacam sistem klasifikasi makhluk hidup. Sistem klasifikasi ini berkembang mulai dari yang sederhana hingga berdasar sistem yang lebih modern

1. Sistem natural / alami

Sistem yang mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri struktur tubuh eksternal (morfologi) dan struktur tubuh internal (anatomi) secara alamiah. Penganut sistem ini, diantaranya, Carolus Linnaeus (abad ke-18). Linnaeus berpendapat bahwa setiap tipe makhluk hidup mempunyai bentuk yang berbeda. Oleh karena itu, jika sejumlah makhluk hidup memiliki sejumlah ciri yang sama, berarti makhluk hidup tersebut sama spesiesnya. Dengan cara ini, Linnaeus dapat mengenal 10.000 jenis tanaman dan 4.000 jenis hewan.

2. Sistem artificial/buatan

Sistem yang mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri yang ditetapkan oleh peneliti sendiri, misalnya, ukuran, bentuk, dan habitat makhluk hidup. Penganut sistem ini diantaranya Aristoteles dan Theophrastus (370 SM).

3. Sistem modern (filogenetik)

Sistem klasifikasi makhluk hidup berdasarkan pada hubungan kekerabatan secara evolusioner. Beberapa parameter yang digunakan dalam klasifikasi ini adalah sebagai berikut:

- a. Persamaan struktur tubuh dapat diketahui secara eksternal dan internal
- b. Menggunakan biokimia perbandingan. Misalnya, hewan *Limulus polyphemus*, dahulu dimasukkan ke dalam golongan rajungan (Crab) karena bentuknya seperti rajungan, tetapi setelah dianalisis darahnya secara biokimia, terbukti bahwa hewan ini lebih dekat dengan laba-laba (Spider).
- c. Berdasarkan bukti ini, *Limulus* dimasukkan ke dalam golongan labalaba. Berdasarkan genetika modern. Gen dipergunakan juga untuk melakukan klasifikasi makhluk hidup. Adanya persamaan gen menunjukkan adanya kekerabatan.

Untuk mengklasifikasikan makhluk hidup harus melalui serangkaian tahapan. Tahapan tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi objek berdasar ciri-ciri struktur tubuh makhluk hidup, misalnya, hewan atau tumbuhan yang sama jenis atau spesiesnya. Ini adalah prinsip dasar dari semua klasifikasi, menggunakan itu dapat dilihat sistem klasifikasi yang akan terbentuk.
2. Setelah kelompok spesies terbentuk, dapat dibentuk kelompok-kelompok lain dari urutan tingkatan klasifikasi sebagai berikut. Dua atau lebih spesies dengan ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson genus. Beberapa genus yang memiliki ciri-ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson famili. Beberapa famili dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson ordo. Beberapa ordo dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson kelas. Beberapa kelas dengan ciri tertentu dikelompokkan untuk membentuk takson filum (untuk hewan) atau divisio (untuk tumbuhan). Dengan cara tersebut terbentuklah urutan hierarki atau tingkatan klasifikasi makhluk hidup. Urutan klasifikasi dari tingkatan yang terbesar hingga terkecil adalah sebagai berikut:
  - a. Kerajaan (kingdom)
  - b. Divisio atau filum
  - c. Kelas (classis)
  - d. Bangsa (ordo)
  - e. Suku (family)
  - f. Marga (genus)
  - g. Jenis (species)

Mengingat keperluannya, kadang-kadang diantara dua tingkatan terdapat sub-sub, seperti subkingdom, subfilum, subordo, dan subspecies. Demikian pula di bawah kelompok spesies masih ditempatkan kelompok varietas dan di bawah varietas terdapat strain. Semakin ke atas urutan tingkatan klasifikasi, hubungan kekerabatan makhluk hidup semakin jauh, sedangkan semakin ke bawah hubungan kekerabatannya semakin dekat.

### 3. Pemberian Nama

Tatanama merupakan salah satu kegiatan di dalam taksonomi. Tatacara pemberian nama pada makhluk hidup ini didasarkan pada metode yang disebut Binomial Nomenklatur yang diciptakan oleh *Carolus Linnaeus*. Kegiatan ini mengenai penentuan nama yang benar bagi takson yang telah atau harus diketahui. Nama ilmiah dalam klasifikasi mempunyai ketentuan, antara lain:

- a. Menggunakan bahasa Latin (bahasa yang dilatinkan)
- b. Menggunakan sistem binomial nomenklatur (sistem binary), yaitu penamaan dengan dua kata. Jadi semua makhluk hidup diberi nama yang terdiri atas 2 kata dari Bahasa Latin atau yang dilatinkan, terdiri dari kata 1 menunjukkan genus, kata ke-2 sebagai petunjuk jenis (Epitheton specificum). Epitheton specificum dapat berasal dari nama lokasi, sifat, nama orang. Nama tingkat genus ditulis dengan huruf awal kapital (huruf) besar, dan nama tingkat spesies ditulis dengan huruf awal huruf kecil. Jika ditulis dengan huruf tegak kedua kata harus digarisbawahi (misalnya *Oryza sativa*) atau ditulis miring/italic (misalnya *Oryza sativa*). Apabila nama terdiri atas lebih dari dua kata, maka kata kedua dan berikutnya harus digabung atau diberi tanda penghubung. Misalnya: *Hibiscus rosasinensis* atau *Hibiscus rosa-sinensis*.
- c. Jika memiliki subspecies, nama tersebut ditambahkan pada kata ketiga. Jadi, pada subspecies terdiri atas tiga kata. Sistem penamaan yang terdiri atas tiga suku kata disebut Trinomial nomenklatur, contohnya, *Felis maniculata domestica* (kucing rumah/piaraan)
- d. Nama species juga mencantumkan inisial pemberi nama species tersebut, contohnya *Zea mays L.* (yang memberi nama jagung adalah Linnaeus).





### **C. Tindakan Manusia Penyebab Penurunan Keanekaragaman Mahkluk Hayati**

Kepunahan keanekaragaman hayati diduga disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu sebagai berikut:

#### **1. Perusakan Habitat**

Habitat di definisikan sebagai daerah tempat tinggal organisme. Kekurangan habitat di yakini menjadi penyebab utama kepunahan organisme. Jika habitat rusak maka organisme tidak memiliki tempat yang cocok untuk hidupnya. Kerusakan habitat dapat di akibatkan karena ekosistem diubah fungsinya oleh manusia, misalnya hutan di tebang di jadikan lahan pertanian, pemukiman dan akhirnya tumbuh menjadi perkotaan. Kegiatan manusia tersebut mengakibatkan menurunnya keanekaragaman ekosistem, jenis, dan gen. Selain akibat aktivitas manusia, kerusakan habitat juga dapat diakibatkan oleh bencana alam misalnya: kebakaran, gunung meletus, dan banjir. Perusakan terumbu karang di laut juga dapat menurunkan keanekaragaman hayati laut. Ikan-ikan serta biota laut menjadi terganggu habitatnya.

#### **2. Penggunaan Pestisida**

Yang termasuk pestisida misalnya: Insektisida, herbisida, dan fungisida. Pestisida yang sebenarnya hanya untuk membunuh organism pengganggu (hama), pada kenyataannya menyebar ke lingkungan dan meracuni mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan lainnya.

### 3. Pencemaran

Bahan pencemar juga dapat membunuh mikroba, jamur, hewan, dan tumbuhan penting. Bahan pencemar dapat berasal dari limbah pabrik dan limbah rumah tangga.

### 4. Perubahan Tipe Tumbuhan

Tumbuhan merupakan produsen di dalam ekosistem. Perubahan tipe tumbuhan misalnya perubahan dari hutan hujan tropic menjadi hutan produksi dapat mengakibatkan hilangnya tumbuh-tumbuhan liar penting. Hilangnya jenis-jenis tumbuhan tertentu dapat menyebabkan hilangnya hewan-hewan yang hidup bergantung pada tumbuhan tersebut. Masuknya Jenis Tumbuhan dan Hewan Liar Tumbuhan atau hewan liar yang masuk ke ekosistem dapat berkompetisi bahkan saling membunuh antara tumbuhan dan hewan asli.

### 5. Penebangan

Penebangan hutan tidak hanya menghilangkan pohon yang sengaja ditebang, tetapi juga merusak pohon-pohon yang ada di sekelilingnya. Kerusakan berbagai tumbuh-tumbuhan karena penebangan akan mengakibatkan hilangnya hewan yang tinggal di pohon itu. Jadi penebangan akan menurunkan plasma nutfah.

### 6. Seleksi

Secara tidak sengaja perilaku kita mempercepat kepunahan organisme. Sebagai contoh, kita sering hanya menanam tanam-tanaman yang kita anggap unggul misalnya: mangga gadung, mangga manalagi, jambu Bangkok. Sebaliknya kita menghilangkan tanaman yang kita anggap kurang unggul misalnya: mangga golek, nangka celeng.

### 7. Fragmentasi dan Hilangnya Habitat

Pembuatan bendungan, pembangunan daerah pinggir pantai, ekstensifikasi pertanian, penebangan hutan secara liar.

### 8. Introduksi Spesies

Yaitu upaya mendatangkan spesies asing ke suatu wilayah yang telah memiliki spesies local. Misalnya padi unggul menyebabkan punahnya padi tradisional.

9. Pencemaran Tanah, Air, dan Udara Contoh pencemaran tanah adalah limbah pabrik yang dibuang secara sembarangan contohnya plastik, karena plastik tidak dapat busuk maka akan menyebabkan pencemaran. Contoh pencemaran tanah adalah limbah pabrik yang mengalir ke sungai akan mengakibatkan sungainya tercemar dan ikan-ikan di dalamnya akan mati, sehingga akan mempercepat kepunahan ikan di sungai tersebut. Contoh pencemaran udara adalah asap kendaraan yang akan menyebabkan polusi di udara.
10. Perubahan Iklim Logam Pencemaran udara mengakibatkan kenaikan suhu bumi. Tiap kenaikan 1C akan menggantikan batas toleransi beberapa spesies di daratan sekitar 125 km ke arah kutub atau 150 m vertikal ke arah gunung. Permukaan laut akan naik dan beberapa pulau akan tenggelam.
11. Industrialisasi Pertanian dan Kehutanan Pemuliaan tanaman menyebabkan terjadinya system penanaman Monokultur sehingga keanekaragaman hayati di suatu wilayah menurun.



#### **D. Upaya Manusia Melestarikan & Meningkatkan Keanekaragaman Makhluk Hidup**

Adapun upaya manusia dalam melestarikan dan meningkatkan keanekaragaman makhluk hidup. Tidak semua aktivitas manusia mengakibatkan menurunkan keanekaragaman hayati. Ada juga aktifitas yang justru meningkatkan keanekaragaman hayati, yaitu:

1. **Penghijauan**  
Kegiatan penghijauan meningkatkan keanekaragaman makhluk hidup. Kegiatan penghijauan tidak hanya menanam tetapi yang penting adalah merawat tanaman setelah ditanam.
2. **Pembuatan Taman Kota**  
Pembuatan taman–taman kota selain meningkatkan kandungan oksigen, menurunkan suhu, member keindahan, juga meningkatkan keanekaragaman hayati.
3. **Pengembangbiakan**  
Hewan atau tumbuhan langka dan rawan punah dapat dilestarikan dengan pengembangbiakan secara in situ dan ex situ. Pengembangbiakan secara in situ adalah pembiakan di dalam habitat aslinya. Misalnya mendirikan Cagar Alam Ujung Kulon, Taman Nasional Komodo. Pengembangbiakan secara ex situ adalah pembiakan di luar habitatnya, namun suasana lingkungan dibuat mirip dengan aslinya. Misalnya penangkaran hewan di kebun binatang (harimau, gajah, burung jalak bali, dan lain-lain).
4. **Memelihara Kelestarian Hutan**  
Hutan merupakan habitat berbagai jenis tumbuhan dan hewan. Oleh sebab itu kelestariannya dijaga. Untuk melindungi hutan perlu dilakukan tindakan seperti:
  - a. Reboisasi yaitu menanam kembali hutan–hutan yang telah gundul.
  - b. Melakukan tebang pilih artinya kalau kita memerlukan kayu, pohon yang akan ditebang harus memenuhi syarat umur dan ukuran.
  - c. Menghindari kebakaran.
5. **Menetapkan Daerah Perlindungan Alam**  
Pemerintah di bawah Menteri Kehutanan mempunyai suatu badan yang menangani daerah daerah perlindungan alam, yaitu PHDA (Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam). Di Indonesia terdapat sekitar 350 daerah perlindungan alam yang tersebar di berbagai provinsi. Daerah perlindungan alam tersebut digolong berdasarkan ukuran, keunikan, ekosistem, dan fungsinya.

a. Hutan Suaka Alam

Hutan suaka alam adalah hutan yang mempunyai fungsi sebagai pengawet keanekaragaman tumbuhan dan hewan serta ekosistemnya, dan sebagai wilayah penyangga kehidupan. Penyangga kehidupan artinya harus mampu memenuhi kebutuhan makhluk hidup di dalam kawasan suaka alam dibagi menjadi 2 wilayah, yaitu;

b. Cagar Alam

Mempunyai ciri berupa tumbuhan, hewan, dan ekosistem tertentu yang perlu dilindungi untuk kepentingan ilmu pengetahuan dan kebudayaan yang berlangsung secara alami.

c. Suaka Margasatwa

Mempunyai ciri khas berupa keragaman dan keunikan jenis hewan bagi ilmu pengetahuan dan kebudayaan. Untuk kelangsungan hidupnya, dilakukan pembinaan terhadap habitatnya.

d. Hutan Pelestarian Alam

Merupakan hutan dengan ciri khas tertentu, fungsi utamanya untuk perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan hewan, serta pemanfaatan secara lestari sumber daya alam hayati dan ekosistemnya. Hutan ini terbagi atas 3 wilayah, yaitu:

1) Taman Nasional

Merupakan kawasan pelestarian alam, terutama dimanfaatkan untuk koleksi tumbuhan atau hewan, baik alamiah atau buatan. Taman hutan dibuat untuk tujuan ilmu pengetahuan, pendidikan dan pelatihan, budaya, pariwisata, rekreasi. Contoh: Taman Nasional yaitu Taman Nasional Gunung Gede Pangrango di Pulau Jawa dan Taman Nasional Kerinci di Sumatera.

2) Taman Hutan Raya

Merupakan kawasan pelestarian alam, terutama dimanfaatkan untuk koleksi tumbuhan dan hewan, baik alami atau buatan.

Contohnya: Taman Hutan Raya yaitu Kebun Raya Bogor di Jawa Barat.

3) Taman Wisata Alam

Merupakan hutan wisata yang memiliki keindahan alam, baik keindahan tumbuhan, hewan, maupun keindahan alam yang mempunyai corak khas untuk di manfaatkan bagi kepentingan rekreasi dan kebudayaan. Contoh taman wisata alam: Pulau Kembang di Kalimantan, Danau Towuti, Danau Matano dan Mahalono di Sulawesi, Danau Lebu, dan Pulau Manipo di Nusa Tenggara. Contoh taman wisata laut: Bunaken, Taman Wisata Laut di Sulawesi, Taman Wisata Laut Teluk Kupang, Taman Wisata Laut Maumeredi Nusa Tenggara.



## Rangkuman

1. Keanekaragaman hayati Keragaman Makhluk Hidup dalam hal variasi gen, jenis (spesies), dan ekosistem dalam suatu daerah (lingkungan).
  - a. Keanekaragaman tingkat gen disebabkan adanya variasi komposisi atau susunan gen (DNA) pada masing-masing individu dalam satu spesies. **Contoh** : Keanekaragaman dalam spesies ayam (*Gallus gallus*), yang meliputi ayam cemani, ayam bangkok putih, ayam arab, dan ayam kampung.
  - b. Keanekaragaman tingkat jenis (spesies) merupakan Keanekaragaman variasi bentuk dan penampakan yang dimiliki oleh spesies satu dengan yang lainnya dalam suatu lingkungan. **Contoh:** Keanekaragaman pada spesies unggas, seperti ayam, bebek, itik, angsa, dan lain-lain.
  - c. Keanekaragaman tingkat ekosistem merupakan keanekaragaman yang terjadi sebagai akibat adanya interaksi antara makhluk hidup penyusun suatu daerah dengan lingkungan. **Contoh:** ekosistem hutan bakau, ekosistem pantai, dan ekosistem hutan rawa gambut.
2. Pelestarian keanekaragaman hayati memiliki dua acara yaitu:
  - a. Pelestarian In Situ yaitu dilakukan di habitat asli. Contoh: cagar alam, taman nasional, dan hutan lindung.
  - b. Pelestarian Eks Situ yaitu usaha pelestarian yang dilakukan dengan memindahkan makhluk hidup dari habitat aslinya. Contoh: kebun binatang, kebun botani, dan taman safari.
3. Klasifikasi Makhluk Hidup merupakan pengelompokan makhluk hidup ke dalam kelompok tertentu.
4. Macam – macam klasifikasi makhluk hidup yaitu:
  - a. Klasifikasi naturan (alami)  
Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaan ciri structural tubuh eksternal (morfologi) dan struktur tubuh internal (anatomi) secara ilmiah. Contoh : kambing, sapi, dan kerbau termasuk dalam golongan hewan berkaki 4 (morfologi)
  - b. Klasifikasi artifisial (buatan)  
Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan persamaa ciri-ciri, seperti ukuran, bentuk, dan habitat makhluk hidup. Contoh: pada klasifikasi tumbuhan terdiri atas herba, pohon, dan semak.
  - c. Klasifikasi modern (filogenik)  
Pengelompokan makhluk hidup berdasarkan pada hubungan kekerabatan. Contoh: hubungan kekerabatan antara orang utan dan gorilla.

5. Urutan klasifikasi tingkatan terbesar hingga terkecil
  - Kerajaan (kingdom) = *Animalia*
  - Divisio atau filum = *Chordata*
  - Kelas (classis) = *Mammalia*
  - Bangsa (ordo) = *Carnivora*
  - Suku (family) = *Felidae*
  - Marga (genus) = *Felis*
  - Jenis (species) = *Felis catus*
6. Tindakan manusia yang mengakibatkan menurunkan keanekaragaman makhluk hayati
  - Perusakan habitat
  - Penggunaan pestisida
  - Pencemaran
  - Perubahan tipe tumbuhan
  - Penebangan
  - Perubahan iklim logam pencemaran udara mengakibatkan kenaikan suhu bumi.
7. Upaya manusia melestarikan dan meningkatkan keanekaragaman makhluk hidup yaitu:
  - Penghijauan
  - Pembuatan taman kota
  - Memelihara kelestarian hutan
  - Pengembangbiakan
  - Menetapkan daerah perlindungan alam





## Tes Formatif

**Kerjakan Soal berikut dengan Jelas dan benar !**

1. Keanekaragaman makhluk hidup adalah suatu istilah yang menunjukkan sejumlah variasi yang ada pada makhluk hidup di suatu lingkungan tertentu, dari pernyataan berikut manakah pernyataan yang benar...

2. Keanekaragaman gen juga sering dikenal dengan ras, sedangkan keanekaragaman jenis adalah variasi makhluk hidup pada tingkat jenis, dibawah ini manakah pernyataan yang salah....

3. Kerusakan habitat dapat diakibatkan karena ekosistem diubah fungsinya oleh manusia, misalnya hutan di tebang di jadikan lahan pertanian, pemukiman dan akhirnya tumbuh menjadi perkotaan, apabila kerusakan habitat dirusak secara terus menerus maka organisme yang awalnya menempati habitat tersebut akan ....

4. Kegiatan penghijauan meningkatkan keanekaragaman makhluk hidup. Kegiatan penghijauan tidak hanya menanam tetapi yang penting adalah merawat tanaman setelah ditanam. Namun kenyataannya banyak manusia melakukan penebangan pohon sembarang tanpa melakukan penghijauan kembali. Dibawah ini hal yang sebaiknya untuk menanggulangi manusia yang melakukan penebangan pohon sembarangan yaitu....

5. Bagaimana upaya manusia dalam melestarikan dan meningkatkan keanekaragaman makhluk hidupnya ?

## UNIT 5

# Hubungan Saling Ketergantungan Dalam Ekosistem



## A. Pengertian Ekosistem

Ekosistem adalah satuan ekologi yang terbentuk dari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan sekitarnya. Ekosistem juga dapat diartikan sebagai suatu tatanan yang menyatu dan inklusif yang terjadi antara unsur-unsur lingkungan yang saling berinteraksi. Ada banyak jenis ekosistem di bumi ini, dari darat hingga ekosistem laut. Semua sistem biologis penting bagi organisme di dalamnya.

Tidak ada makhluk hidup yang bisa hidup tanpa makhluk lainnya. Setiap makhluk hidup memerlukan makhluk hidup lainnya untuk saling mendukung kehidupan baik secara langsung maupun tak langsung. Hubungan saling ketergantungan antar produsen, konsumen dan pengurai.

Kita sering mendengar dari petani yang gagal panen karena banyaknya hama. Sering kali merugikan petani, tetapi hama tidak sepenuhnya diberantas dari lahan budidaya. Bagaimanapun, hama juga merupakan bagian dari ekosistem. Ketika hama ini dimusnahkan, ekosistem bisa menjadi tidak seimbang.



## B. Pengertian Makhluk Hidup

Sistem ekologi terbentuk karena ada komponen penting didalamnya. komponen ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik.

### 1. Komponen Biotik

Komponen biotik sering disebut juga sebagai komponen hidup. Hal tersebut dikarenakan, kelompok ini terdiri dari makhluk hidup yang hidup didalamnya. Dalam komponen biotik terdiri dari tumbuhan, hewan, manusia dan mikroorganisme. Berdasarkan fungsi, komponen biotik dibedakan menjadi :

- a. Produsen adalah organisme yang dapat menghasilkan senyawa organik yang digunakan sebagai makanan dari zat anorganik. Organisme yang termasuk dalam kelompok produsen dapat menghasilkan makanan untuk dirinya sendiri dan organisme lain. Oleh karena itu, produsen disebut juga autotrof. Contoh produsen adalah tumbuhan, ganggang biru-hijau, bakteri, dan organisme lain yang memiliki klorofil.
- b. Konsumen tidak dapat memproduksi makanan sendiri dan membutuhkan peran produsen. Konsumen, juga dikenal sebagai heterotrof, dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan jenis makanannya. Pertama, karnivora atau karnivora. Kedua, herbivora atau herbivora. Makan sepertiga omnivora atau semuanya (daging dan tumbuhan).
- c. Dekomposer

Komponen biologis terakhir adalah dekomposer atau pengurai. Pengurai adalah organisme yang memiliki kemampuan untuk menghancurkan puing-puing dan sisa-sisa makhluk mati lainnya. Pengurai juga berfungsi sebagai penghubung antara

konsumen dan produsen.

Zat yang diterima oleh konsumen dari produsen dikembalikan ke produsen dengan dukungan terus menerus selama proses penguraian. Proses ini menghasilkan mineral sederhana yang dibutuhkan produsen untuk menghasilkan makanan. Pengurai memiliki ciri khasnya masing-masing, ukuran tubuhnya kecil, dan dapat ditemukan di darat, di air, bahkan di udara. Contohnya adalah jamur dan bakteri.

## 2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik adalah komponen ekosistem yang terdiri atas benda mati. Komponen ini juga sangat diperlukan untuk menjaga keseimbangan sistem ekologi. Berikut yang termasuk dalam komponen abiotik, yaitu :

### a. Air

Manfaat air tidak hanya untuk menjaga agar tubuh tetap sehat atau agar tanaman tetap bisa tumbuh. Namun air juga menjadi tempat tinggal makhluk hidup seperti, ganggang, dan organisme yang habitatnya di dalam air.

### b. Udara

Makhluk membutuhkan udara untuk bernapas dengan benar. Manusia dan hewan membutuhkan oksigen untuk bernafas dan metabolisme tubuh. Meskipun tanaman membutuhkan karbon dioksida untuk fotosintesis.

### c. Sinar Matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi tumbuhan. Ini adalah produsen nomor satu dan membutuhkan cahaya untuk fotosintesis dan produksi makanan. Meskipun manusia dan hewan membutuhkan sinar matahari untuk mempertahankan panas dan mendukung proses metabolisme.

### d. Tanah

Tanah juga merupakan sumber kehidupan, terutama bagi kelompok produsen. Tanaman mendapatkan berbagai nutrisi dari

tanah. Adanya unsur hara tersebut memungkinkan tanaman dapat tumbuh dengan baik.

e. Lokasi geografis

Lokasi geografis adalah lokasi atau lokasi wilayah tertentu di dunia. Letak geografis ini ditentukan dari segi astronomi, geologi, dan sosial budaya. Perbedaan geografis mengubah spesies dan persebaran makhluk yang menghuninya. Dengan kata lain, lokasi geografis mempengaruhi distribusi organisme dan mempengaruhi ekosistem.

f. Iklim

Terkait erat dengan perburuan di darat dan produktivitas tanaman. Daerah dengan hutan lebat umumnya memiliki dasar fajar. Hal ini dapat dilihat di Indonesia yang memiliki hutan hujan lebat dan keanekaragaman hayati yang melimpah.

g. pH (keasaman)

Nilai pH atau keasaman menunjukkan tingkat keasaman atau kebasahan tanah. Nilai pH memiliki dampak besar pada ekosistem.



## C. Satuan - Satuan Ekosistem

Semua makhluk hidup membutuhkan tempat tinggal. Tempat makhluk hidup menghuni dan berkembang biak disebut habitat. Di habitatnya, organisme terus-menerus berinteraksi dengan lingkungannya. Satuan interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan disebut ekosistem. Ekosistem terdiri dari unit-unit ekosistem yang saling berinteraksi. Satuan ekosistem adalah individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer.

1. Individu, kata individu berasal dari bahasa latin individu. Artinya tidak

dapat dipisahkan. Dalam ekologi, individu berarti makhluk hidup. Contohnya monyet dan nyamuk.

2. Populasi, Populasi adalah jumlah individu sejenis yang hidup di suatu daerah pada waktu tertentu. Suatu organisme dapat disebut spesies jika memiliki kesamaan anatomi, morfologi, dan fisiologi serta dapat menghasilkan keturunan yang fertil. Populasi organisme dalam ekosistem berubah dari waktu ke waktu. Kehadiran orang dari daerah lain (pendatang) dan kelahiran (births) dapat meningkatkan populasi organisme. Sebaliknya, jika seseorang pindah ke daerah lain (migrasi) dan meninggal (angka kematian), maka populasinya bisa menurun.
3. Komunitas, komunitas adalah jumlah penduduk yang hidup bersama di suatu daerah. Populasi rumput, serangga, harimau, dan rusa di daerah padang rumput membentuk komunitas.
4. Ekosistem dan ruang hidup komunitas adalah rumah bagi organisme tak hidup seperti air, tanah, udara, dan matahari. Anggota komunitas berinteraksi dengan benda mati untuk membentuk ekosistem. Ada dua jenis ekosistem: ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami adalah ekosistem yang terjadi secara alami (tanpa campur tangan manusia). Contoh ekosistem alami adalah sungai, danau, hutan hujan, gurun dan lautan. Ekosistem buatan adalah ekosistem yang diciptakan oleh tenaga manusia. Contoh ekosistem buatan antara lain kolam pegunungan, sawah, akuarium, tambak, dan hutan wisata.
5. Biosfer adalah kumpulan ekosistem yang ditemukan di Bumi. Biosfer adalah permukaan bumi dan lapisan atmosfer tempat semua makhluk hidup.



## **D. Hubungan Antar Komponen Dalam Ekosistem**

Di dalam ekosistem terjadi saling ketergantungan antar komponen, sehingga apabila salah satu komponen mengalami gangguan maka mempengaruhi komponen lainnya. Ekosistem dikatakan seimbang apabila jumlah antara produsen, konsumen I dan konsumen II seimbang. Keterangan gambar anak panah : dimakan.

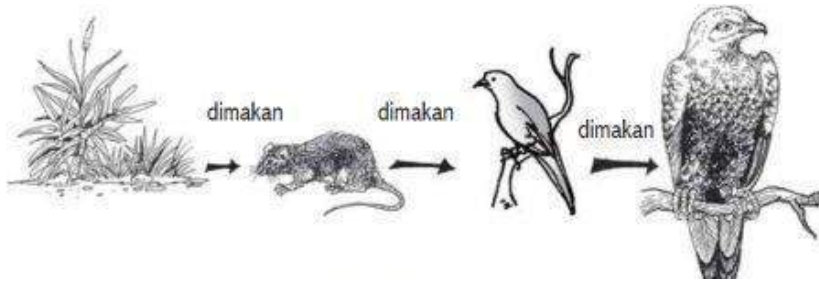
Keberadaan komponen abiotik dalam ekosistem sangat mempengaruhi komponen biotik. Misal: tumbuhan dapat hidup baik apabila lingkungan memberikan unsur-unsur yang dibutuhkan tumbuhan tersebut, contohnya air, udara, cahaya, dan garam-garam mineral. Begitu juga sebaliknya komponen biotik sangat mempengaruhi komponen abiotik yaitu tumbuhan yang ada di hutan sangat mempengaruhi keberadaan air, sehingga mata air dapat bertahan, tanah menjadi subur. Tetapi apabila tidak ada tumbuhan, air tidak dapat tertahan sehingga dapat menyebabkan tanah longsor dan menjadi tandus. Komponen abiotik yang tidak tergantung dengan biotik antara lain: gaya gravitasi, matahari, tekanan udara.

Hubungan antara komponen biotik dengan komponen abiotik Di antara produsen, konsumen dan pengurai adalah saling ketergantungan. Tidak ada makhluk hidup yang hidup tanpa makhluk lainnya. Setiap makhluk hidup memerlukan makhluk hidup lainnya untuk saling mendukung kehidupan baik secara langsung maupun tak langsung. Hubungan saling ketergantungan antar produsen, konsumen dan pengurai. Terjadi melalui peristiwa makan dan memakan melalui peristiwa sebagai berikut:

### **1. Rantai makanan**

Merupakan peristiwa makan dan dimakan dalam suatu ekosistem dengan urutan tertentu.





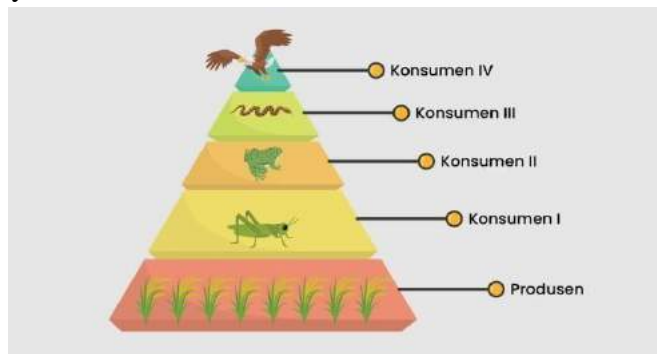
## 2. Jaringan-jaring makanan

Merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan dalam suatu ekosistem. Seperti contoh jaringan-jaring makanan di bawah ini terdiri dari 5 (lima) rantai makanan.



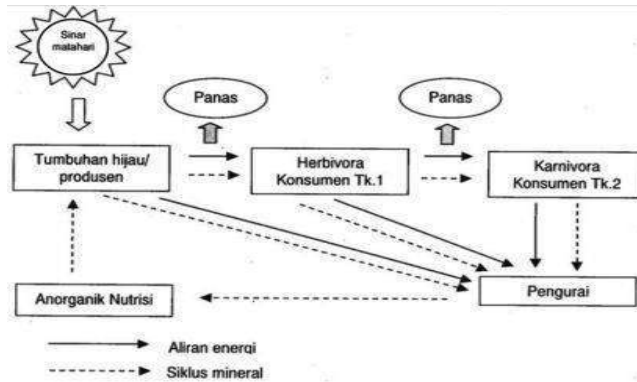
## 3. Piramida makanan

Merupakan gambaran perbandingan antara produsen, konsumen I, konsumen II, dan seterusnya. Dalam piramida ini semakin ke puncak biomasnya semakin kecil.



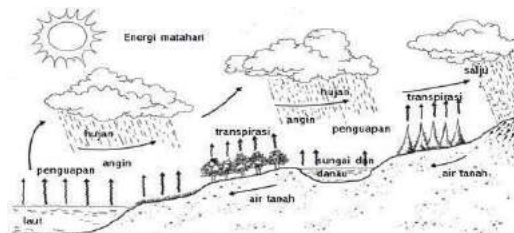
#### 4. Arus energi

Merupakan perpindahan energi dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah. Yaitu dari sinar matahari lalu produsen, ke konsumen tingkat I, ke konsumen tingkat II sampai pengurai. Sedangkan mineral membentuk siklus. Energi yang dilepas sangat kecil karena setiap organisme membutuhkan energi dalam memenuhi kebutuhannya.



#### 5. Siklus energi

Merupakan perpindahan zat dari tempat satu ke tempat yang lainnya. Akhirnya akan kembali ke tempat zat itu berasal. Contoh lihat siklus air di bawah ini.



Keseimbangan ekosistem dapat terjadi bila ada hubungan timbal balik di antara komponen-komponen ekosistem. Perhatikan grafik perbandingan jumlah produsen, herbivora, dan karnivora.

Semula produsen, herbivora dan karnivora berada pada tempat tertentu. Tumbuhan sebagai produsen yang jumlahnya paling banyak. Apabila ada hal-hal yang mengubah lingkungan maka organisme

tersebut tidak akan mengalami perubahan, tetapi jika jumlah organisme tidak terkendalikan akan membahayakan organisme lainnya



## **E. Interaksi Antar Komponen Dalam Sistem Ekosistem**

1. Interaksi individu dalam populasi Interaksi ini menciptakan suatu interaksi yang menguntungkan namun ada juga yang merugikan. Yang menguntungkan contohnya penyerbukan pohon mangga, yang merugikan contohnya persaingan individu-individu dalam satu populasi.
2. Interaksi antar individu dalam komunitas interaksi yang terjadi antara lain sebagai:
  - a. Predasi merupakan kejadian satu pihak dimangsa oleh pihak lain. Hal memengaruhi naik turunnya kerapatan jenis kedua pihak yang terlibat.
  - b. Kompetisi Yaitu merupakan persaingan karena kebutuhan yang sama antar individu
  - c. Simbiosis
  - d. Hubungan ini melibatkan dua pihak dan macamnya
  - e. Simbiosis mutualisme yaitu hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh: simbiosis kupu- kupu dengan bunga.
    - 1) Simbiosis komensalisme yaitu hubungan dimana salah satu merasa untung sedangkan pihak lain tidak merasa dirugikan atau diuntungkan. Contoh: simbiosis ikan memora dengan ikan hiu.

- 2) Simbiosis parasitisme yaitu hubungan dimana satu pihak merasa untung sedangkan pihak lain dirugikan. Contoh: benalu yang menempel pada tumbuhan lain.
  - 3) Simbiosis amensalisme adalah hubungan organisme dimana salah satu antar organisme menghambat pertumbuhan organisme lain. Misalnya beberapa jenis fungi menghasilkan zat antibiotik yang dapat menghambat dan membunuh makro organisme.
3. Interaksi antar populasi dalam komunitas Bentuk interaksi ini lebih sering berupa kompetisi yang melahirkan populasi yang kalah bersaing dan secara perlahan mengalami kepunahan. Contohnya adalah pohon pinus, pada sekitar pohon pinus pasti tidak terdapat rumput. Hal ini dikarenakan pinus mengeluarkan zat kimia alelopati yang mengakibatkan rumput tidak dapat hidup.
  4. Interaksi antar komunitas
- Contoh komunitas sawah dan sungai. Masuknya air sawah yang mengandung pupuk ke sungai dapat menyebabkan eutrofikasi yaitu kondisi tingginya tingkat kesuburan badan air yang menyebabkan turunnya kualitas air dan ditandai dengan blooming alga.



## Rangkuman

1. Ekosistem merupakan suatu kesatuan dinamis yang terdiri atas komunitas berbagai spesies yang berinteraksi dengan lingkungannya baik biotik maupun abiotik.
2. Komponen ekosistem terdiri dari faktor biotik dan abiotik.
  - Faktor biotik merupakan bagian hidup dari lingkungan, termasuk semua organisme yang dapat berinteraksi satu sama lain. Contohnya yaitu manusia, hewan, dan tumbuhan.
  - Faktor Abiotik merupakan komponen fisik atau bagian yang tidak hidup dari lingkungan. Kemampuan organisme untuk hidup dan berkembang biak tergantung pada faktor fisika dan kimia lingkungannya. Contohnya yaitu air, tanah, suhu, cahaya, udara, tekanan udara, topografi, dan iklim.
3. Satuan ekosistem adalah individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer.
4. Hubungan antar komponen ekosistem yaitu rantai makanan, jaring-jaring makanan, piramida makanan, arus energi, dan siklus energi.
5. Interaksi antar komponen dalam sistem ekosistem. Interaksi antar individu dalam komunitas Interaksi yang terjadi antara lain sebagai berikut:
  - a. Predasi merupakan kejadian satu pihak dimangsa oleh pihak lain. Hal memengaruhi naik turunnya kerapatan jenis kedua pihak yang terlibat.
  - b. Kompetisi yaitu merupakan persaingan karena kebutuhan yang sama antar individu.
  - c. Simbiosis  
Hubungan ini melibatkan dua pihak dan macamnya sebagai berikut:
    - 1) Simbiosis mutualisme yaitu hubungan yang saling menguntungkan kedua belah pihak. Contoh: simbiosis kupu-kupu dengan bunga.
    - 2) Simbiosis komensalisme yaitu hubungan dimana salah satu merasa untung sedangkan pihak lain tidak merasa dirugikan atau diuntungkan. Contoh: simbiosis ikan memora dengan ikan hiu.
    - 3) Simbiosis parasitisme yaitu hubungan dimana satu pihak merasa untung sedangkan pihak lain dirugikan. Contoh: benalu yang menempel pada tumbuhan lain.
    - 4) Simbiosis amensalisme adalah hubungan organisme dimana salah satu antar organisme menghambat pertumbuhan organisme lain. Misalnya beberapa jenis fungsi menghasilkan zat antibiotik yang dapat menghambat dan membunuh makro organisme.
6. Interaksi antar populasi dalam komunitas  
Bentuk interaksi ini lebih sering berupa kompetisi yang melahirkan populasi yang kalah bersaing dan secara perlahan mengalami kepunahan. Contohnya adalah pohon pinus, pada sekitar pohon pinus pasti tidak terdapat rumput. Hal ini dikarenakan pinus mengeluarkan zat kimia alelopati yang mengakibatkan rumput tidak dapat hidup.
7. Interaksi antar komunitas  
Contoh komunitas sawah dan sungai. Masuknya air sawah yang mengandung pupuk ke sungai dapat menyebabkan eutrofikasi yaitu kondisi tingginya tingkat kesuburan badan air yang menyebabkan turunnya kualitas air dan ditandai dengan blooming alga.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !**

1. Di sebuah rawa ditemukan komponen biotik dan abiotik berupa: air, lumpur, batu, ikan, keong, belut, rumput, paku air, dan teratai. Komponen yang bukan komunitas adalah ....

2. Padi > Belalang > Katak > Ular > Elang.  
Ular memiliki bisa yang dapat mengganggu kegiatan manusia pada saat di sawah, sehingga banyak petani yang khilaf membasmi ular sehingga menimbulkan ....



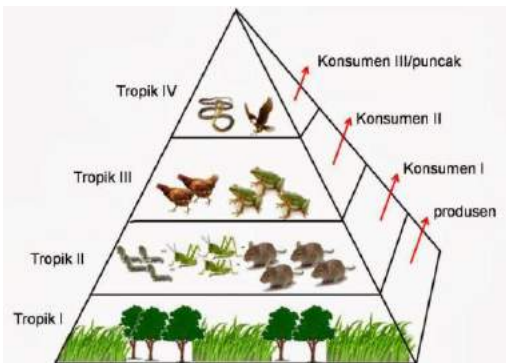
3. Jika populasi padi berkurang, populasi yang pertama-tama menderita adalah populasi ....

4. Perhatikan data berikut!

- 1) Padi
- 2) Elang
- 3) Tikus
- 4) Ular

Urutan piramida makanan dari tingkat 1 sampai IV adalah ....

5. Perhatikan gambar piramida makanan dibawah ini!



Dari gambar diatas dapat disimpulkan...



## **A. Pengertian Pencemaran Lingkungan**

### **1. Pencemaran Air**

Pencemaran air adalah masuknya bahan pencemar (polutan) ke lingkungan air. Polutan dapat berasal dari limbah industri, rumah tangga, dan pertanian. Limbah cair atau air limbah merupakan air buangan yang dihasilkan oleh kegiatan-kegiatan manusia seperti kegiatan rumah tangga, industri, pertanian, peternakan, pertambangan, dan lain-lain yang dibuang ke perairan dan dapat menurunkan kualitas perairan. Berdasarkan definisi tersebut, air limbah dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu air limbah domestik yang dihasilkan oleh kegiatan manusia secara langsung seperti kegiatan rumah tangga (misalnya detergen) dan pasar serta air limbah nondomestik yang dihasilkan oleh kegiatan manusia secara tidak langsung seperti industri-industri pertambangan, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Dampak dari pencemaran air adalah sebagai berikut.

a. Timbulnya endapan, koloid, dan bahan terlarut

Endapan, koloid, dan bahan terlarut dapat berasal dari bahan-bahan buangan industri, obat-obatan, dan pupuk pertanian. Bahan-bahan tersebut dapat menghalangi cahaya Matahari masuk ke perairan



sehingga proses fotosintesis tumbuhan air terganggu. Bahan buangan Industri berupa logam berat seperti air raksa, kadmium, dan timbel dapat terserap oleh tumbuhan air. Di dalam tubuh tumbuhan, logam tersebut tidak dapat diuraikan dan menumpuk di dalam jaringan lemak tubuh. Apabila tumbuhan dimakan oleh ikan, logam tersebut akan menumpuk di dalam tubuh ikan. Apabila ikan yang mengandung logam dikonsumsi manusia, maka logam tersebut akan terakumulasi di dalam tubuh manusia. Pada awalnya, logam tersebut tidak menimbulkan gangguan. Akan tetapi, apabila kadarnya telah mencapai tingkat tertentu, dapat mengganggu fungsi tubuh, bahkan dapat mengakibatkan kematian.

b. Perubahan derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) optimal untuk kehidupan organisme antara 6,5-7,5. Limbah industri, rumah tangga, dan pertanian di perairan akan memengaruhi konsentrasi ion-ion hidrogen sehingga pH air akan berubah menjadi di atas 7,5 atau di bawah 6,5. Hal ini akan mengganggu kehidupan organisme akuatik.

c. Perubahan warna, bau, dan rasa

Syarat air yang dapat dimanfaatkan oleh manusia adalah tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Dengan adanya buangan limbah industri yang terlarut dalam air, maka air di perairan menjadi berwarna, berbau, dan berasa. Seringkali limbah industri yang berwarna dan berbau itu mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi organisme akuatik. Selain itu, bau juga dapat menimbulkan ketidaknyamanan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar perairan yang tercemar.

d. Eutrofikasi

Limbah pertanian (pupuk) dan peternakan (kotoran hewan) dapat mengakibatkan pengayaan nutrisi di lingkungan perairan (misalnya sungai dan danau) yang disebut eutrofikasi. Eutrofikasi dapat meningkatkan kesuburan tumbuhan air. Oleh karena melimpahnya tumbuhan air, maka banyak tumbuhan air yang tidak

termakan oleh konsumen dan akhirnya mati mengendap di dasar perairan serta menyebabkan pendangkalan. Detritivora menggunakan sebagian besar oksigen untuk menguraikan sisa-sisa tumbuhan air yang mati sehingga biota air, termasuk ikan, akan mati karena kekurangan oksigen.

Untuk mengatasi polusi air, dapat dilakukan upaya berikut.

- 1) Mengolah limbah cair industri sebelum dibuang ke perairan.
- 2) Tidak membuang sampah ke perairan atau selokan.
- 3) Tidak membuang sisa pestisida ke perairan.
- 4) Secara rutin membersihkan perairan.
- 5) Menggunakan sabun dan detergen yang dapat terurai di lingkungan.

## 2. Pencemaran Tanah

Banyak orang kurang menyadari bahwa kehidupan manusia sangat bergantung pada tanah. Oleh karena kurang kesadaran itulah, manusia Sering membuang sampah dan bahan pencemar ke tanah. Sampah | tersebut dapat mencemari tanah. Bahan pencemar (polutan) tanah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu polutan yang dapat diuraikan Secara alami oleh dekomposer (biodegradable), misalnya sisa hewan dan tumbuhan, serta polutan yang tidak mudah atau tidak dapat diuraikan Secara alami (nonbiodegradable), misalnya pestisida, logam, plastik, dan kaleng.

Polutan *nonbiodegradable* dapat menyebabkan kualitas tanah menurun. Turunnya kualitas tanah terjadi karena bahan-bahan tersebut mengganggu kehidupan di dalam tanah, terutama aktivitas mikroba pengurai (dekomposer). Jika hal ini terjadi terus-menerus, tanah akan kehilangan produktivitasnya (tidak dapat digunakan untuk pertanian). Hal ini akan semakin menyulitkan manusia untuk memenuhi kebutuhan pangan. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya untuk mengatasi pencemaran tanah, di antaranya dengan cara berikut:

- a. Memilah sampah yang mudah terurai dan sulit terurai.

- b. Menggunakan sampah organik yang mudah terurai sebagai pupuk kompos.
- c. Menggunakan kembali sampah yang sulit terurai seperti kardus, kain, botol, dan plastik.
- d. Membuang sampah pada tempat yang telah disediakan.
- e. Mengurangi penggunaan pestisida buatan atau menggantinya dengan pestisida alami.
- f. Mengolah limbah industri sebelum dibuang ke lingkungan.
- g. Mengadakan penyuluhan tentang pengelolaan sampah kepada masyarakat.

### 3. Pencemaran Udara

Pencemaran udara didefinisikan sebagai masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke udara dan stau berubahnya komposisi udara oleh kegiatan manusia atau proses dam sehingga kualitas udara menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Zat pencemar udara diklasifikasikan menjadi dua tipe, yaitu zat pencemar berupa partikel yang merupakan butiran halus dan masih terlihat dengan mata seperti uap air, debu, asap, dan kabut: serta zat pencemar berupa gas yang hanya dapat dirasakan melalui penciuman atau akibat langsung. Gas-gas ini, di antaranya SO, NO, CO, CO, dan hidrokarbon.

Dampak terjadinya pencemaran udara, di antaranya sebagai berikut:

- a. Rusaknya lapisan ozon Lapisan ozon dapat rusak karena bereaksi dengan radikal bebas klor yang berasal dari senyawa CFC (chlorofluorocarbon) yang banyak digunakan sebagai bahan pendingin udara (AC), lemari es, serta bahan insektisida, parfum, cat, dan rambut.
- b. Pemanasan global Meningkatnya kandungan gas-gas pencemar di udara, terutama karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, dapat menyebabkan pemanasan global. Panas Matahari yang mencapai permukaan Bumi, seharusnya dipantulkan ke angkasa. Namun, karena Bumi diselimuti oleh gas tersebut, panas Matahari

dipantulkan kembali ke permukaan Bumi dan terperangkap di atmosfer. Peristiwa ini mirip dengan peristiwa di rumah kaca sehingga dinamakan efek rumah kaca. Hal ini berdampak pada meningkatnya suhu Bumi, yang dikenal dengan pemanasan global.

c. Hujan Asam

Gas SO<sub>2</sub> dapat berupa gas SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub>, keduanya memiliki sifat berbeda. Gas SO<sub>2</sub> akan menjadi SO<sub>3</sub> jika bertemu oksigen di udara dan membentuk garam sulfat jika bertemu dengan logam. Uap air di udara akan bereaksi dengan SO<sub>2</sub> membentuk asam sulfat dan jika uap air bereaksi dengan SO<sub>3</sub> membentuk asam sulfat.

Air hujan memiliki pH sekitar 5,6. Jika asam sulfat dan asam sulfat turun ke Bumi bersama-sama air hujan, akan terjadi hujan asam. Peristiwa tersebut dinamakan hujan asam karena air hujan tersebut mempunyai pH di bawah 5,6. Contoh hujan asam yang pernah terjadi adalah hujan asam yang turun di bagian utara-selatan Amerika, air hujannya mempunyai pH 4,0 dan 4,5, bahkan ada yang mencapai pH 1,9. Dampak hujan asam di antaranya tumbuhan dan hewan mati, serta rusaknya bangunan.

d. Pengaruh polusi udara pada organ tubuh manusia

Selain berpengaruh terhadap tumbuhan dan hewan, polusi udara juga berpengaruh pada manusia, misalnya terhadap organ-organ berikut :

- 1) Mata, yaitu mata menjadi berair, pedih, dan penglihatan menjadi kabur akibat senyawa-senyawa tertentu dalam asap.
- 2) Hidung, tenggorokan, dan paru-paru, yaitu iritasi pada hidung, tenggorokan terasa seperti terbakar, dan partikel dapat melemahkan daya tahan paru-paru terhadap infeksi.
- 3) Jantung, yaitu jantung menjadi lemah akibat sel-sel darah merah terhambat dalam menyalurkan oksigen ke seluruh tubuh. Hal ini terjadi karena banyaknya CO<sub>2</sub> dalam sel-sel darah.

- 4) Otak, yaitu melemahnya fungsi dan koordinasi motorik karena menurunnya kadar oksigen di otak.

Untuk mengatasi polusi udara, dapat dilakukan berbagai upaya berikut:

- 1) Lokalisasi kawasan industri.
- 2) Tidak membakar sampah di pekarangan.
- 3) Tidak menggunakan lemari es yang memakai CFC.
- 4) Membuat taman kota dan jalur hijau.
- 5) Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.
- 6) Mengharuskan pabrik yang menghasilkan gas pencemar untuk memasang filter gas.
- 7) Mencegah penebangan dan kebakaran hutan.
- 8) Menggunakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.



## B. Etika Lingkungan

Etika lingkungan hidup berbicara mengenai relasi di antara semua kehidupan alam semesta, yaitu antara manusia dengan manusia yang mempunyai dampak pada alam dan antara manusia dengan makhluk hidup lain atau dengan alam secara keseluruhan. Terdapat Sembilan prinsip moral yang dapat dijadikan sebagai pegangan atau tuntunan bagi perilaku manusia dalam memperlakukan alam ini. Prinsip-prinsip tersebut yaitu:

1. Sikap Hormat terhadap Alam (*Respect for Nature*)

Alam memiliki hak untuk dihormati, bukan hanya karena kehidupan manusia bergantung pada alam, tetapi lebih pada karena manusia merupakan bagian dari kesatuan alam itu sendiri. Manusia merupakan anggota komunitas ekologis, maka ketika manusia menjaga

dan menghormati alam ini, sejatinya ia telah menjaga dan menghormati dirinya sendiri.

## 2. Prinsip Tanggung Jawab (*Moral Responsibility for Nature*)

Manusia, sebagai bagian dari alam semesta, memiliki tanggung jawab untuk menjaga dan memelihara alam ini. Tanggung jawab ini tidak hanya bersifat individual melainkan juga kolektif. Prinsip tanggung jawab moral ini menuntut manusia untuk mengambil prakarsa, usaha, kebijakan, dan tindakan bersama secara nyata untuk menjaga alam semesta dengan segala isinya.

Dengan prinsip tanggung jawab pribadi maupun tanggung jawab bersama itu, setiap orang dituntut dan terpanggil untuk bertanggung jawab memelihara alam semesta ini sebagai milik bersama dengan rasa memiliki yang tinggi seakan milik pribadinya. Tanggung jawab ini akan muncul seandainya pandangan dan sikap moral yang dimiliki adalah bahwa alam bukan sekadar untuk kepentingan manusia. Ketika alam dilihat sekadar untuk kepentingan manusia, memang milik bersama lalu dieksploitasi tanpa rasa tanggung jawab. Sebaliknya, kalau alam dihargai sebagai bernilai pada dirinya sendiri, maka rasa tanggung jawab akan muncul dengan sendirinya dalam diri manusia, meskipun yang dihadapinya sebuah milik bersama.

## 3. Solidaritas Kosmis (*Cosmic Solidarity*)

Sama halnya dengan kedua prinsip di atas, prinsip solidaritas muncul dari kenyataan bahwa manusia adalah bagian integral dari alam semesta. Lebih dari itu, dalam perspektif ekofeminisme, manusia mempunyai kedudukan sederajat dan setara dengan alam dan semua makhluk hidup lain di alam ini. Kenyataan ini membangkitkan dalam diri manusia perasaan solider, perasaan sepenanggungan dengan alam dan dengan sesama makhluk hidup lain. Manusia kemudian bisa ikut merasakan apa yang dirasakan oleh makhluk hidup lain di alam semesta ini. Manusia bisa merasa sedih dan sakit ketika berhadapan dengan kenyataan berupa rusak dan punahnya makhluk hidup tertentu.

4. Prinsip Kasih Sayang dan kepedulian terhadap Alam (*Caring for Nature*)

Prinsip kasih sayang dan kepedulian adalah prinsip moral satu arah, menuju yang lain, tanpa mengharapkan balasan. Ia tidak didasarkan pada pertimbangan kepentingan pribadi, tetapi semata-mata demi kepentingan alam. Semakin manusia mencintai dan peduli kepada alam, manusia akan semakin berkembang menjadi manusia yang matang, sebagai pribadi dengan identitasnya yang kuat. Karena, alam memang menghidupkan, tidak hanya dalam pengertian fisik, melainkan juga dalam pengertian mental dan spiritual. Dengan mencintai dan peduli terhadap alam, manusia juga akan menjadi semakin kaya dan semakin merealisasikan dirinya sebagai pribadi ekologis. Manusia semakin tumbuh berkembang bersama alam, dengan segala watak dan kepribadian yang tenang, damai, penuh kasih sayang, luas wawasannya seluas alam, demokratis seperti alam yang menerima dan mengakomodasi perbedaan dan keragaman.

5. Prinsip “*No Harm*”

Berdasarkan keempat prinsip moral tersebut, prinsip moral lainnya yang relevan dengan lingkungan hidup adalah prinsip no harm. Artinya, karena manusia mempunyai kewajiban moral dan tanggung jawab terhadap alam, paling tidak manusia tidak akan mau merugikan alam secara tidak perlu. Ketika manusia merasa dirinya sebagai bagian dari anggota komunitas ekologis, manusia merasa solider dengan dan peduli terhadap alam beserta segala isinya. Kewajiban, sikap solider dan kepedulian ini bisa mengambil bentuk minimal berupa tidak melakukan tindakan yang merugikan atau mengancam eksistensi makhluk hidup lain di alam semesta ini (no harm), sebagaimana manusia tidak dibenarkan secara moral untuk melakukan tindakan yang merugikan sesama manusia.

Kewajiban dan tanggung jawab moral bisa dinyatakan dalam bentuk maksimal dengan melakukan tindakan merawat (*care*), melindungi, menjaga, dan melestarikan alam. Sebaliknya, kewajiban

dan tanggung jawab moral yang sama bisa mengambil bentuk minimal dengan tidak melakukan tindakan yang merugikan alam semesta dan segala isinya, seperti tidak menyakiti binatang, tidak menyebabkan musnahnya spesies tertentu, tidak menyebabkan matinya ikan di laut atau sungai, tidak menyebabkan keanekaragaman hayati di hutan musnah dengan membakar hutan, tidak membuang limbah seenaknya, dan sebagainya.

#### 6. Prinsip Hidup Sederhana dan Selaras dengan Alam

Keraf, mengutip dari Arne Naess bahwa: “*simple in means, but rich in ends an values*”; “*High quality of life yes! High standard of living!*” dan “*not having but being*”. Dengan prinsip-prinsip ini, yang ditekankan adalah nilai, kualitas, cara hidup yang baik, dan bukan kekayaan, sarana standard material. Yang ditekankan bukan rakus dan tamak mengumpulkan harta dan memiliki sebanyak-banyaknya, tetapi yang lebih peting adalah mutu kehidupan yang baik.

Prinsip ini sangat penting karena, terutama di kehidupan modern saat ini, manusia cenderung konsumtif, tamak, dan rakus. Tentu saja tidak berarti bahwa manusia tidak boleh memanfaatkan alam untuk kepentingannya. Kalau manusia memahami dirinya sebagai bagian integral dari alam, ia harus memanfaatkan alam itu secukupnya. Ada batas sekadar untuk hidup secara layak sebagai manusia. Maka, prinsip hidup sederhana menjadi prinsip fundamental.

Bersamaan dengan itu, ia akan hidup seadanya sebagaimana alam itu. Ia akan mengikuti hokum alam, yaitu hidup dengan memanfaatkan alam sejauh dibutuhkan, dan berarti hidup selaras dengan tuntutan alam itu sendiri. Ia tidak perlu menjadi rakus, tidak perlu banyak menimbun sehingga membuatnya mengeksploitasi alam tanpa batas. Hal ini berarti, bahwa pola konsumsi dan produksi manusia modern harus dibatasi. Harus ada titik batas yang bisa ditolerir oleh alam.



## 7. Prinsip Keadilan

Berbeda dengan ke-enam prinsip di atas, prinsip ini tidak berbicara tentang perilaku manusia terhadap alam semesta. Prinsip ini membahas tentang bagaimana manusia harus berperilaku satu terhadap yang lain dalam kaitan dengan alam semesta dan bagaimana sistem sosial harus diatur agar berdampak positif pada kelestarian lingkungan hidup.

Prinsip keadilan ini telah masuk dalam wilayah politik ekologi, dimana pemerintah dituntut untuk membuka peluang dan akses yang sama bagi semua kelompok dan anggota masyarakat dalam ikut menentukan kebijakan publik (khususnya di bidang lingkungan hidup) dan dalam memanfaatkan alam ini bagi kepentingan vital manusia. Termasuk di dalamnya prinsip bahwa semua kelompok dan anggota masyarakat harus secara proporsional menanggung beban yang disebabkan oleh rusaknya alam semesta yang ada.

## 8. Prinsip Demokrasi

Prinsip ini merupakan yang terkait erat dengan hakikat alam. Isi alam semesta selalu beraneka ragam. Keanekaragaman dan pluralitas adalah hakikat alam, hakikat kehidupan itu sendiri. Artinya, setiap kecenderungan reduksionistis dan antikeragaman serta anti pluralitas bertentangan dengan alam, dan antikehidupan. Prinsip demokrasi di sini sangat relevan dalam bidang lingkungan hidup, terutama dalam kaitan dengan pengambilan kebijakan di bidang lingkungan hidup yang menentukan baik buruk, rusak tidaknya, tercemar tidaknya lingkungan hidup. Ini juga merupakan sebuah prinsip moral politik yang menjadi garansi bagi kebijakan yang pro-lingkungan hidup. Sebaliknya, ada kekhawatiran yang sangat besar bahwa kehidupan politik yang tidak demokratis, dan sistem politik yang tidak menjamin adanya demokrasi, akan membahayakan bagi upaya perlindungan lingkungan hidup.

## 9. Prinsip Integritas Moral

Prinsip ini terutama dimaksudkan untuk pejabat publik. Prinsip ini menuntut pejabat publik agar mempunyai sikap dan perilaku moral

yang terhormat serta memegang teguh prinsip-prinsip moral yang mengamankan kepentingan publik. Pejabat publik dituntut untuk tidak melakukan penyelewengan terhadap kekuasaannya, memberikan contoh yang baik bagi masyarakat.

Prinsip ini berkaitan erat dengan lingkungan hidup, karena selama pejabat publik tidak mempunyai integritas moral, sehingga menyalahgunakan kekuasaannya untuk kepentingannya dan kelompoknya dengan mengorbankan kepentingan masyarakat, maka bisa ditebak lingkungan hidup pun juga akan mudah dirugikan.

Secara konkret, hal ini berlaku baik dalam kaitan kebijakan publik yang berdampak pada rusaknya lingkungan hidup maupun dalam kaitan dengan pemberian izin yang mempunyai dampak merugikan bagi lingkungan hidup. Ketika izin lingkungan dan izin teknis dengan mudah diberikan dengan tidak memberikan ketentuan yang berlaku di bidang lingkungan hidup, lingkungan hidup dengan sendirinya akan hancur. Ketika pejabat publik bisa disogok untuk meloloskan izin lingkungan yang bermasalah dari segi lingkungan hidup, lingkungan hidup akan hancur. Ketika pejabat publik dengan mudah menutup-nutupi masalah yang terkait dengan sepak terjang perusahaan tertentu karena ada kolusi, lingkungan hidup akan hancur. Ketika pejabat publik tidak mau bertanggung jawab atas kebijakan dan tindakannya yang merugikan lingkungan hidup, lingkungan hidup akan tetap dirugikan. Dengan kata lain, demi menjamin kepentingan di bidang lingkungan hidup integritas moral pejabat publik merupakan salah satu syarat utama.



## Rangkuman

1. Pencemaran lingkungan merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan dalam lingkungan dan berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu.
2. Berdasarkan sifatnya bahan pencemaran dapat dikategorikan ke dalam dua macam yaitu bahan pencemar yang dapat terdegradasi atau teruraikan (biodegradabel), misalnya limbah rumah tangga, kotoran hewan, daun, dan ranting serta bahan pencemar yang tidak dapat terdegradasi (non biodegradabel), misalnya timbal (Pb), merkuri, dan plastik.
3. Berdasarkan tempat terjadinya pencemaran dibedakan menjadi 3 hal yaitu:
  - a. Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat masuknya organisme atau zat tertentu yang menyebabkan menurunnya kualitas air tersebut.
  - b. Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfer yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan.
  - c. Pencemaran darat atau tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk ke dalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut.
4. **Etika Lingkungan** disebut juga Etika Ekologi. merupakan kebijaksanaan moral manusia dalam bergaul dengan lingkungannya. etika lingkungan diperlukan agar setiap kegiatan yang menyangkut lingkungan dipertimbangkan secara cermat sehingga keseimbangan lingkungan tetap terjaga.
5. Terdapat dua jenis etika lingkungan yaitu:
  - a. Etika ekologi dangkal merupakan pendekatan terhadap lingkungan yang menekankan bahwa lingkungan sebagai sarana untuk kepentingan manusia.
  - b. Etika ekologi dalam merupakan pendekatan terhadap lingkungan yang melihat pentingnya memahami lingkungan sebagai keseluruhan kehidupan yang saling menopang, sehingga semua unsur mempunyai arti dan makna yang sama.
6. Prinsip etika lingkungan yaitu tanggung jawab, solidaritas kosmis, kasih sayang dan kepedulian, No Harm, hidup sederhana dan selaras dengan alam, keadilan, demokrasi, integritas moral, sikap hormat terhadap alam.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !**

1. Pembuangan limbah deterjen ke sungai sering terjadi mengakibatkan spesies alga menurun. cara agar spesies alga tetap ada yaitu ....

2. Salah satu pencemaran lingkungan yaitu pencemaran udara, pencemaran udara atau polusi udara merupakan suatu keadaan dimana terdapat substansi fisik, biologi, atau kimia di lapisan udara bumi (atmosfer) yang jumlahnya membahayakan bagi kesehatan tubuh manusia dan makhluk hidup lainnya. dari pernyataan berikut manakah pernyataan yang salah....

3. Pencemaran tanah banyak terjadi karena adanya sampah organik dan anorganik. Salah satu penyebab pencemaran tanah karena adanya sampah yang susah diuraikan seperti sampah kaca, plastik, ataupun besi, solusi yang dapat kita lakukan agar sampah tersebut berkurang yaitu....

4. Bagaimana penyebab terjadinya pencemaran air ?

5. Apa saja prinsip yang harus kita terapkan dalam etika lingkungan ?



## Zat Aditif

### A. Pengertian Zat Aditif



Zat aditif merupakan zat tambahan pada makanan yang ditambahkan bisa saat memproses makanan, mengemas makanan, atau saat untuk menyimpan makanan. Dalam menambahkan zat aditif ke dalam makanan untuk mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. Hal tersebut sudah diatur oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 33 Tahun 2012 tentang Bahan tambahan pangan, yang dimaksud bahan tambahan pangan adalah bahan yang ditambahkan ke dalam makanan untuk memengaruhi sifat atau bentuk pangan. Dalam pemberian zat aditif pada makanan, tentunya tidak sembarangan dalam menambahkan zat ke dalam makanan. Oleh karena itu, memiliki ketentuan dalam menambahkan zat aditif. Pemakaian zat aditif sudah diatur oleh Kementerian Kesehatan dan diawasi oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (Dirjen POM).



## B. Macam - Macam Zat Aditif

Zat aditif dibedakan menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

### 1. Zat Aditif Alami

Zat aditif alami merupakan zat aditif yang ditambahkan ke dalam makanan yang berasal dari alam. Berikut ini adalah beberapa contoh zat aditif alami dan kegunaannya:

#### a. Pewarna

Adapun pewarna alami untuk tambahan makanan yaitu sebagai berikut:

##### 1) Wortel

Wortel dapat digunakan untuk memberi warna oranye pada makanan. Wortel juga sering digunakan untuk pembuatan selai nanas. Wortel dapat juga dibuat untuk minuman karena wortel mengandung provitamin A.

##### 2) Kunyit

Kunyit sebagai tambahan makanan memberi warna agak gelap. Kunyit sering digunakan pada pembuatan nasi kuning. Kunyit juga digunakan untuk menghilangkan bau amis dan menambah rasa yang khas.

##### 3) Daun Suji

Daun suji ditambahkan makanan untuk memberi warna hijau. Daun suji juga dapat ditambahkan untuk pewarna minuman.



## **b. Pemanis**

### **1) Gula pasir atau gula tebu**

Gula tebu diolah menjadi gula pasir. Gula pasir dapat digunakan untuk tambahan makanan pemanis dan juga dapat digunakan untuk pengawet makanan. Selain sebagai pemanis, gula pasir juga digunakan sebagai pengawet. Sebab gula tebu atau gula pasir bersifat menyerap air. Sehingga mikroorganisme di dalam makanan tidak dapat berkembang.

### **2) Gula kelapa (gula jawa)**

Gula kelapa terbuat dari buah kelapa. Gula kelapa digunakan sebagai pemanis makanan dan minuman, seperti dibuat sirup, campuran untuk makanan membuat kue, masakan sayur, campuran untuk membuat minum es dawet, es kelapa, dan es campur.

### **3) Gula aren**

Gula aren dibuat dari getah bunga aren. Gula aren memiliki rasa lebih manis atau manisnya lebih pekat. Gula aren sering digunakan untuk tambahan makanan pada pembuatan jenang dan dodol.



#### 4) Madu

Madu merupakan pemanis yang berasal dari hewan lebah. Madu pemanis alami yang mengandung zat-zat gizi yang sangat baik untuk kesehatan. Selain itu, madu juga dapat untuk campuran atau tambahan pada makanan dan minuman.



#### c. Pengawet

##### 1) Garam Dapur

Garam dapur dapat digunakan sebagai pengawet pada makanan, sebab garam dapur bersifat dapat menyerap air sehingga garam dapur mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri dalam makanan.

##### 2) Bawang putih

Bawang putih digunakan sebagai pengawet karena pada bawang putih terdapat zat yang menghambat pertumbuhan bakteri. Hal tersebut dilakukan ketika diiris akan mengeluarkan allicin. Allicin merupakan zat penghambat pertumbuhan zat.

##### 3) Asam cuka

Asam cuka memiliki sifat asam. Asam cuka memiliki zat yang dapat membunuh bakteri dalam makanan. Sehingga mencegah

pertumbuhannya jamur. Asam cuka digunakan untuk bahan pengawet sayuran atau buah.



#### d. Penyedap

##### 1) Garam dapur

Garam dapur biasanya ditambahkan ke dalam makanan Ketika memasak sayuran. Kandungan dalam garam dapur berasal dari natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) sehingga menimbulkan rasa asin. Selain itu garam dapur mengandung magnesium dan kalsium. Dalam pemrosesan tersebut, ke dalam garam ditambahkan bahan yang bermanfaat bagi kesehatan, misalnya iodin. Garam beryodium baik untuk mengurangi risiko penyakit gondok.

##### 2) Bawang putih

Selain sebagai pengawet, bawang putih juga digunakan sebagai bahan penyedap Selain mengandung allicin, bawang putih juga mengandung sulfur dan iodin yang tinggi.

##### 3) Cabai merah

Cabai merah digunakan sebagai penyedap rasa sekaligus perangsang selera makan. Cabai merah memiliki vitamin C. Sehingga bermanfaat untuk tubuh.



#### e. Pemberi aroma

1) Daun jeruk

Daun jeruk memberikan aroma khas, segar, dan membangkitkan selera makan. Daun jeruk juga dapat menghilangkan bau amis pada masakan berbahan ikan.

2) Vanili

Vanili memberikan rasa dan aroma harum. Biasanya digunakan untuk tambahan atau campuran pembuatan roti atau kolak.

3) Serai

Serai pemberi aroma harum dan segar. Biasanya digunakan sebagai penambah aroma pada minuman dan makanan. Serai dapat berfungsi untuk penghangat tubuh.

4) Daun Pandan

Daun pandan biasa ditambahkan pada saat menanak nasi agar nasi berbau harum dan tidak cepat basi. Selain itu, aroma harum dari daun pandan juga dimanfaatkan pada pembuatan kue, bubur, atau es.



**f. Bahan pengasam**

Bahan pengasam alami yaitu jeruk nipis. Biasanya ditambahkan pada soto dan minuman. Fungsi dari bahan pengasam yaitu untuk menghilangkan rasa enek (mual) pada saat mengonsumsi makanan.



**2. Zat Aditif Sintetis atau Buatan**

Zat aditif sintetis merupakan zat tambahan pada makanan yang diperoleh melalui sintesis (pembuatan), baik di laboratorium maupun industri, dari bahan – bahan kimia yang sejenis. Kelebihan dari zat aditif sintesis yaitu dapat memproduksi jumlah yang besar dan biasanya makanan lebih tahan lama. Sedangkan kelemahannya yaitu dapat menimbulkan risiko penyakit kanker jika dikonsumsi secara berlebihan. Adapun macam-macam zat sintesis dan kegunaannya:

**a. Pewarna**

Pewarna merupakan zat buatan tambahan pada makanan yang berfungsi untuk pemberi warna bahan makanan supaya makanan

terlihat menarik. Adapun pewarna makanan sintesis yaitu sebagai berikut:

<b>Nama</b>	<b>Warna</b>	<b>Digunakan dalam makanan/minuman</b>
Fast Green FCF	Hijau	Es krim dan buah kalengan
Sunset yellow FCF	Kuning	Minuman ringan, permen, selai, dan agar-agar.
Brilliant blue FCF	Biru	Es krim, selai, jeli, dan buah kalengan
Cokelat HT	Cokelat	Minuman ringan, agar-agar, dan selai
Ponceau 4R	Merah	Minuman ringan, yoghurt, dan jeli
Eritrosin	Merah	Jeli, selai, saus, es krim, dan buah kalengan



#### **b. Pemanis**

Pemanis buatan biasanya dipakai pada tambahan pembuatan sirop, sari buah, minuman ringan, dan tambahan untuk pembuatan macam-macam kue. Adapun contoh pemanis sintesis sebagai berikut:

- 1) Sakarin
- 2) Aspartam
- 3) Asesulfam

- 4) Siklambat
- 5) Sorbitol
- 6) Dulsin



### c. Pengawet

Pengawet memiliki fungsi untuk mengawetkan makanan supaya tahan lama dan tidak cepat busuk. Bahan yang digunakan bersifat menghambat pertumbuhan atau mematikan mikroorganisme atau mikroba yang dapat membusukkan makanan. Contoh pengawet sintesis yaitu sebagai berikut:

- 1) Natrium benzoate dan asam benzoat digunakan sebagai pengawet pada minuman ringan, kecap, margarin, saus, manisan, dan uah kalengan.
- 2) Natrium nitrit digunakan untuk mempertahankan warna daging dan ikan.
- 3) Asam propionate digunakan sebagai pengawet roti, keju, margarin, dan mentega.
- 4) Asam sorbat digunakan dalam bentuk garam natrium atau kalium. Berfungsi untuk menghambambat pertumbuhan kapang dan ragi, serta mengawetkan keju, roti, sari buah, dan acar.
- 5) Boraks dan formalin merupakan zat pengawet yang dilarang digunakan akan tetapi masih sering dipakai oleh pihak-pihak

yang tidak bertanggung jawab. Biasanya boraks dipakai sebagai pengawet makanan bakso supaya memiliki tekstur lebih kenyal dan gurih. Sedangkan formalin sebagai pengawet mi supaya tekstur pada mi lebih kenyal dan lebih lentur.



#### d. Penyedap

Penyedap makanan yang sering digunakan untuk tambahan makanan yaitu vetsin atau MSG (monosodium glutamat), nukleotida seperti guanosin monofosfat (GMP) dan inosin monofosfat (IMP). Biasanya penyedap makanan ini dikonsumsi sehari-hari untuk memberikan aroma dan rasa gurih pada masakan. Alangkah baiknya penggunaan penyedap sintesis ini digunakan secukupnya saja dan tidak berlebihan.

#### e. Antioksidan

Antioksidan berfungsi untuk mencegah makanan yang mengandung lemak atau minyak dari ketengikan. Sebab makanan yang mengalami ketengikan terjadi karena minyak atau lemak yang terkandung pada makanan mengalami kerusakan oleh proses oksidasi. Oleh karena itu oksidasi merupakan suatu proses peruraian minyak atau lemak. Antioksidan yang ditambahkan akan menghambat terjadinya proses oksidasi. Adapun bahan yang termasuk antioksidan yaitu sebagai berikut:

- 1) Butil hidroksi anisol (BHA) dan butil hidroksi toluene (BHT). Bahan tersebut sebagai tambahan makanan supaya makanan tidak cepat basi atau tengik.

2) Asam askorbat biasanya dipakai untuk ditambahkan pada daging olahan, makanan bayi, dan kaldu.

**f. Sekuestran (zat pengikat logam)**

Sekuestran ini digunakan untuk penstabil berbagai makanan olahan. Sebab sekuestran ini mengikat logam dalam bahan makanan sehingga menjaga kestabilan bahan. Adapun sekuestran yang sering digunakan yaitu asam sitrat dan turunannya, fosfat, serta garam etilendiamintetraasetat (EDTA).

**g. Penambah aroma**

Adapun zat aditif buatan yang digunakan untuk memberikan aroma buah-buahan pada makanan yaitu sebagai berikut:

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1) Etil butirat  | : rasa buah nanas  |
| 2) Metil butirat | : rasa buah apel   |
| 3) Oktil asetat  | : rasa buah jeruk  |
| 4) Amil asetat   | : rasa buah pisang |
| 5) Butil asetat  | : rasa buah murbei |
| 6) Etil formait  | : rasa buah rum    |
| 7) Propil asetat | : rasa buah pir    |

**h. Pengatur keasaman**

Pada pengatur keasaman ini sering dipakai yaitu asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam tartrat, natrium bikarbonat, dan ammonium bikarbonat. Memiliki fungsi untuk mentralkan makanan dan mempertahankan derajat keasaman makanan, sehingga makanan akan lebih awet.



### C. Batas Penggunaan Zat Aditif

---

Pada penggunaan zat aditif ini terdapat Batasan dalam penggunaan. Produsen dan konsumen penting mengetahui informasi Batas Maksimal



penggunaan Harian (BMP) atau Acceptable Daily Intake (ADI karena mengetahui batasan yang tidak menimbulkan risiko apabila dikonsumsi oleh manusia dengan perhitungan per kg berat badan. Berikut ini tentang batas penggunaan zat aditif pada makanan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 722/Menkes/Per/1X/88 sebagai berikut:

Nama Zat Aditif	Batasan Permenkes RI per kg makanan	Batasan ADI per kg berat badan
Sakarin	50-300 mg	-
Siklamat	500 mg – 3 g	-
Asam asetat	Secukupnya	Tidak ada Batasan
Asam sitrat	5 – 40 g	Tidak ada Batasan
Asam benzoat	600 mg – 1 g	0 – 5 mg
BHT	100 – 1.000 mg	0 – 0,3 mg
BHA	100 – 1.000 mg	0 – 0.125 mg
Beta karoten	100 – 600 mg	-
Caramel	150 – 300 mg	Tidak ada Batasan
eritrosin	30 – 300 mg	0 – 0,6 mg



#### D. Pengaruh Zat Aditif Pada Kesehatan

Penggunaan zat aditif akan mempengaruhi kesehatan tubuh kita. Dalam penggunaan zat aditif tidak boleh mengkonsumsi secara berlebihan. Oleh karena itu, dianjurkan sesuai dengan aturan yang tercantum pada etiket penggunaan. Selain itu, supaya tidak membahayakan pada Kesehatan kita, tentunya produsen makanan harus mencantumkan komposisi dan takaran zat aditif yang digunakan. Berikut ini beberapa zat aditif yang memberikan dampak negative bagi Kesehatan tubuh yaitu sebagai berikut:

##### 1. Pemanis Buatan Aspartam (E951)

Aspartam aman dikonsumsi dengan batas ADI 40 mg per kg berat badan, kecuali untuk penderita kelainan genetik fenilketonuria (PKU).

Sistem tubuh penderita PKU tidak dapat melakukan metabolisme asam amino fenilalanin yang terdapat pada aspartam sehingga akan menumpuk di dalam tubuh. Jika tidak ditangani dengan baik, dapat mengakibatkan kerusakan otak.

2. Pewarna Tartrazine (E102), Sunset Yellow FCF (E110), Quinoline Yellow (E104), Karmoisin (E122), Ponceau (E124), dan Allura Red (E129)

Uni Eropa mengharuskan produsen makanan dan minuman yang gunakan keenam pewarna makanan tersebut untuk memberi label peringatan "Dapat menimbulkan masalah perhatian dan hiperaktif pada anak karena campuran antara zat pewarna tersebut dengan pengawet natrium benzoat (E211) dapat menimbulkan hiperaktif pada anak-anak.

3. Formalin dan Boraks

Formalin dan boraks merupakan pengawet bahan nonpangan. Akan tetapi, sering disalahgunakan untuk bahan pengawet makanan. Sehingga ketika dikonsumsi dengan berlebihan dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan, di antaranya yaitu gangguan sistem saraf, pendarahan di lambung, komplikasi pada otak, gagal ginjal, dan berbagai jenis penyakit lainnya yang menyerang bagian organ otak, hati, ginjal, dan kulit.

4. Monosodium Glutamat (MSG)

MSG atau vetsin secara umum aman digunakan sebagai zat aditif penyedap rasa. Akan tetapi, terdapat sebagian orang yang sensitif terhadap penggunaan bahan makanan MSG yaitu akan mengalami gejala seperti "chinese restaurant syndrome", yaitu sakit kepala, kulit memerah, berkeringat, rasa kebas dan terbakar di mulut, serta mual. Terdapat pula dampak yang lebih parah yaitu dada terasa sakit, detak jantung cepat dan tidak normal, sulit bernapas, muka bengkak, serta tenggorokan bengkak.

5. Pewarna Rhodamin B

Zat pewarna merah ini biasa digunakan pada industri tekstil dan kertas, namun sering disalahgunakan untuk pembuatan bahan makanan, misalnya kerupuk, terasi, dan cabai merah giling. Rhodamin B memiliki

nama lain D dan C Red No. 19, Food Red 15, ADC Rhodamine B, Aizen Rhodamine, dan Brilliant Pink (3,4). Rhodamin B dilarang karena bersifat dapat menyebabkan kanker. Selain itu, Konsumsi rhodamin B dalam jangka panjang dapat menyebabkan gejala pembesaran hati dan ginjal, gangguan fungsi hati, kerusakan hati, bahkan menyebabkan timbulnya kanker hati.

6. Sakarin

Penggunaan sakarin sebagai pemanis buatan dinyatakan amari Meskipun demikian, beberapa orang sensitif terhadap kandungan. senyawa sulfonamida yang terdapat pada sakarin. Reaksi alergi ini dapat berupa sakit kepala, sesak napas, diare dan gatal. oleh karena itu dianjurkan pembatasan penggunaan sakarin pada bayi, anak-anak, dan ibu hamil.

7. Kalium Asetat (E261)

Zat pengawet yang biasa digunakan pada saus dan acar ini harus dihindari oleh orang yang mengalami gangguan fungsi ginjal karena dapat memperparah kerusakan ginjal.

8. Kalsium Benzoat (E213) dan Asam Benzoat (E210)

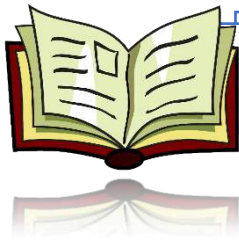
Zat pengawet ini biasa digunakan pada makanan yang dibakar, di antaranya seperti keju, permen karet, dan makanan beku. Zat pengawet ini sebaiknya dihindari oleh orang yang memiliki riwayat alergi untuk mengantisipasi terjadinya gangguan pada kesehatan tubuh seperti dapat memicu serangan asma, gangguan saraf, dan perilaku hiperaktif pada anak-anak.

9. Kalium Nitrit (E249) dan Kalium Nitrat (E252)

Bahan pengawet ini berfungsi untuk mempertahankan warna daging. Kandungan nitrit dapat memengaruhi kemampuan darah mengangkut oksigen yang mengakibatkan napas menjadi pendek, rasa pusing, dan sakit kepala. Bahan pengawet ini juga bersifat karsinogenik atau dapat menyebabkan kanker.

## 10. Natrium Nitrit (E250) dan Natrium Nitrat (E251)

Zat pengawet yang biasa digunakan dalam produk daging fermentasi ini dapat memicu perilaku hiperaktif serta dapat bereaksi dengan zat kimia di lambung membentuk nitrosamina yang bersifat karsinogenik atau bersifat menimbulkan penyakit kanker.



## Zat Adiktif



### A. Pengertian Zat Adiktif

NAPZA merupakan memiliki istilah lain yaitu narkotika, psikotropika, dan zat adiktif. Zat adiktif berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetis maupun semisintetis. Mengonsumsi zat adiktif dapat menyebabkan penurunan kesadaran, hilangnya rasa nyeri, dan menyebabkan ketergantungan jika zat adiktif dihisap atau dihirup, diminum, dan disuntikkan ke dalam tubuh. Zat adiktif ini biasa digunakan untuk campuran pada makanan, minuman, ataupun obat-obatan. Sehingga memiliki aturan dalam penggunaan zat adiktif supaya tidak berlebihan dalam pemakaian.



## B. Macam – Macam Zat Adiktif

Adapun yang tergolong dalam zat adiktif sebagai berikut:

### 1. Narkotika

Narkotika atau *narcotics* berasal dari kata *narcosis* atau *narkose* yang artinya menidurkan atau obat yang membiuskan. Narkotika sering dipakai untuk keperluan medis. Sebab narkotika sebagai medis memiliki fungsi untuk pembius pasien yang sedang operasi atau sakit yang lainnya. Mengonsumsi narkotika menyebabkan efek halusinasi, rangsangan semangat, dan menghilangkan rasa sakit pada diri sendiri. Sehingga hal tersebut menyebabkan ketergantungan atau ketagihan. Undang-undang yang mengatur tentang narkotika adalah UU RI Nomor 22 tahun 1997. Menurut undang-undang, narkoba jenis narkotika dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

- 1) Golongan I, berpotensi sangat kuat dalam menimbulkan ketergantungan dan dilarang digunakan untuk pengobatan. Contohnya: opium, heroin, dan ganja.
- 2) Golongan II, berpotensi kuat dalam menimbulkan ketergantungan dan digunakan secara terbatas untuk pengobatan. Contohnya yaitu petidin, candu, dan betametadol.
- 3) Golongan III, berpotensi ringan dalam menimbulkan ketergantungan dan banyak digunakan untuk pengobatan. Contohnya yaitu asetil dihidrokodeina, dekstropropoksifena, dan dihidrokodeina.

### 2. Psikotropika

Psikotropika merupakan zat atau obat bukan narkotika, baik alami maupun sintesis yang berkhasiat psikoaktif melalui susunan syaraf pusat sehingga dapat menimbulkan ketergantungan atau ketagihan. Menurut undang-undang Nomor 5 Tahun 1997, narkoba jenis psikotropika dibedakan menjadi empat golongan sebagai berikut:

- 1) Psikotropika golongan I, yaitu mempunyai potensi yang sangat kuat dalam menyebabkan ketergantungan dan dinyatakan sebagai barang terlarang. Misalnya, ekstasi, meskalin, DOM, dan lain-lain.
- 2) Psikotropika golongan II, yaitu mempunyai potensi yang kuat dalam menyebabkan ketergantungan. Misal: Amfetamin, desamfetamin, fenetilin, metamfetamin (sabu), dan lain-lain.
- 3) Psikotropika golongan III, yaitu mempunyai potensi sedang dalam menyebabkan ketergantungan dan dapat digunakan untuk pengobatan sesuai dengan resep dokter. Misalnya, Amobarbital, pentazosin, katina, buprenorfina, dan lain-lain.
- 4) Psikotropika golongan IV, yaitu mempunyai potensi ringan dalam menyebabkan ketergantungan dan dapat digunakan untuk pengobatan sesuai dengan resep dokter. Misalnya, Barbitol, Diazepam, Luminal, Valium, nitrazepam, rohipnol, mogadon, pil koplo, dan lain-lain.

Zat yang termasuk golongan psikotropika yaitu sebagai berikut:

**a. Amfetamin**

Mengkonsumis amfetamin dapat menimbulkan rasa tenang, gembira, bertambahnya tenaga, menimbulkan perasaan merasa sehat, berkuasa, dan percaya diri. Padahal dampak penggunaan amfetamin diantaranya yang terjadi seperti penurunan berat badan, gelisah, mudah marah, dan tersinggung, sulit tidur, serta mudah bingung. Apabila penggunaan dilakukan di waktu jangka Panjang, maka akan menimbulkan kerusakan saraf otak sampai berujung kematian. bentuk obat terlarang ini seperti pil, kapsul, dan tepung.



**b. Ekstasi**

Ekstasi dengan nama kimia adalah *3,4-methylenedioxymethylamphetamine* (MDMA). Jenis ekstasi yang sering beredar yaitu alladin, apel, butterfly, XTC, inex, kancing, pil gedeg dan lain sebagainya. Pengaruh langsung ekstasi pada tubuh yaitu seperti memiliki energi yang lebih dan perasaan segar, tidak mengantuk, dan merasa tidak capek, Namun, penggunaan obat ini akibatnya mengalami dehidrasi. Sedangkan untuk jangka Panjang memberikan pengaruh seperti kerusakan pada saraf otak, dehidrasi, halusinasi, kurang gizi, dan gejala putus asa serta agresif.



**c. Sabu-sabu**

Nama kimia sabu-sabu adalah *methamphetamine*. Sabu-sabu dikenal dengan nama Glass, Quartz, Hirropon, dan Ice. Sabu-sabu memiliki bentuk seperti gula ataupun kristal. Obat ini juga berpengaruh yang kuat terhadap syaraf. Pemakaian sabu-sabu akan mengalami ketergantungan sehingga dapat menimbulkan penyakit jantung atau bahkan sampai kematian.



### 3. Zat Adiktif Lainnya

#### a. Nikotin

Nikotin memiliki sifat adektif karena menyebabkan efek ketergantungan. Kecanduan nikotin sama seperti kecanduan obat-obatan keras seperti heroin atau kokain. Nikotin memiliki fungsi sebagai stimulun yang mempercepat kegiatan di dalam otak. Nikotin merupakan bahan yang terdapat pada rokok. Secara umum bahan kimia dalam rokok dapat digolongkan menjadi dua komponen, yaitu:

##### 1) Komponen gas

Komponen gas yang terdapat pada rokok yaitu gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), Nitrogen oksida, hydrogen sianida, amoniak, asetilen, karbon monoksida, benzene, dan senyawa hidrokarbon. Gas yang dihembuskan oleh para perokok dibagi menjadi dua macam yaitu:

- asap utama, yaitu asap rokok yang langsung dihisap oleh perokok
- asap sampingan, yaitu asap yang dikeluarkan oleh perokok dan dihisap oleh perokok pasif.

##### 2) Komponen partikel

Komponen partikel pada rokok yaitu tar, nikotin, benzopiren, fenol dan cadmium. Merokok dapat mengganggu kesehatan. Selain orang yang merokok, orang yang menghirup udara rokok juga dapat mengganggu kesehatan dapat menimbulkan



sakit pada paru-paru, asma, dan gangguan pernapasan. Adapun kandungan bahan kimia dalam rokok dan efek sampingnya yaitu:

<b>Bahan Kimia</b>	<b>Akibat</b>
Karbon Monoksida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengurangi jumlah oksigen yang dapat diikat oleh darah.</li> <li>• Menghalangi transportasi oksigen dalam tubuh</li> </ul>
Nikotin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengakibatkan darah mudah menggumpal.</li> <li>• Menyebabkan kecanduan</li> <li>• Merusak jaringan otak</li> </ul>
Tar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningkatkan produksi dahak/lendir di paru-paru</li> <li>• Menyebabkan kanker paru-paru</li> <li>• Merusak sel paru-paru</li> </ul>
Zat iritan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengakibatkan batuk</li> <li>• Mengiritasi paru-paru</li> <li>• Menyebabkan kanker paru-paru</li> </ul>
Zat Karsinogen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memicu pertumbuhan sel kanker dalam tubuh</li> </ul>

#### **b. Minuman Keras**

Minuman keras merupakan minuman yang mengandung alcohol. Adapun kadar alcohol minuman keras sebagai berikut:

- 1) Golongan A, yaitu jenis minuman keras yang didalamnya mengandung alcohol 1-5%, misalnya *Bird* dan *Green sand*.

- 2) Golongan B, yaitu jenis minuman keras yang mengandung alkohol 5-20%, misalnya Martini dan Wine
- 3) Golongan C, yaitu jenis minuman keras yang mengandung alkohol 20- 50%, misalnya Whiskey dan Brandy
- 4) Minuman tradisional beralkohol bebas, yaitu minuman keras yang dibuat secara tradisional yang mengandung alkohol tanpa kontrol, ada yang dapat mengandung alkohol > 50%, misalnya arak, sake, Ciu dibuat dari sari tetes tebu dicampur ketan hitam.

Mengonsumsi alkohol dalam jumlah kecil dapat menimbulkan perasaan relax, perasaan senang, sedih, dan marah, tetapi apabila mengonsumsi dalam jumlah besar dapat menyebabkan efek sebagai berikut:

- 1) merasa lebih bebas lagi mengekspresikan emosi
- 2) bicara cadel dan pandangan menjadi kabur
- 3) kemampuan mental mengalami hambatan
- 4) pupil mata membesar.

Mengonsumsi alkohol secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan tubuh seperti, radang usus, liver dan kerusakan otak. Selain itu, dapat meningkatkan tingkat kejahatan.

**c. *Volatile Solvent* atau Inhalensia**

*Volatile Solvent* atau Inhalensia memiliki bentuk cair. Penggunaannya dengan cara dihisap atau dihirup melalui hidung. Zat adiktif ini sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari yaitu diantaranya lem UHU, Thinner (cairan pencampur TIP-EX), Aceton (untuk pembersih kutek/cat tembok), Aica aibon, premiks, dan lain sebagainya. Zat tersebut tersedia dengan legal, mudah didapatkan, dan memiliki harga tidak mahal.



## C. Dampak Penyalahgunaan Zat Adiktif

### 1. Bahaya Terhadap fisik

Adapun bahaya terhadap fisik yaitu:

- a. Mengakibatkan kerusakan pada fungsi system syaraf pusat atau otak
- b. Mengakibatkan terjadinya infeksi pada otot jantung dan gangguan peredaran darah
- c. Gangguan pada penyakit paru-paru
- d. Susah buang air besar karena kinerja saluran cerna pada lambung, usus besar.
- e. Mudah terinfeksi TBC, HIV/AIDS, Hepatitis, Infeksi ginjal/saluran kencing, peradangan pada otot, dan kinerja jantung terganggu.
- f. Daya tahan tubuh lemah.

### 2. Bahaya terhadap kejiwaan

Bagi remaja pemakai narkoba hal ini akan sulit dilakukan, karena mereka memiliki kecenderungan untuk:

- a. Bersikap labil
- b. Cepat memberontak
- c. Introvert dan penuh rahasia
- d. Sering berbohong dan suka mencuri
- e. Menjadi sensitif, kasar dan tidak sopan
- f. Memiliki kecurigaan yang sama terhadap semua orang
- g. Menjadi malas dan prestasi belajar menurun
- h. Akal sehat tidak berperan, berfikir irasional

Dalam kehidupan tentunya mampu berinteraksi dan menyesuaikan diri secara positif. Dapat memiliki jiwa sosial yang baik,

yang saling menghargai, yang saling mengerti mana yang baik atau yang tidak, mana yang boleh dilakukan atau tidak. Sehingga Ketika sudah mengenal NAPZA akan dapat mempengaruhi kejiwaan seseorang.

### **3. Bahaya Terhadap Lingkungan Masyarakat**

Dalam kehidupan lingkungan masyarakat, penggunaan NAPZA dapat menyebabkan mempengaruhi lingkungan sekitarnya dan akan menyebabkan keresahan-keresahan pada lingkungan. Mereka dapat bertindak kriminal seperti mencopet, merampok, mencuri, dan malak. Bagi mereka yang mencapai tingkay ketergantungan tinggi, apapun resikonya tidak diperhitungkan lagi. Melalui media massa cetak dan elektronik sering kita membaca dan melihat, bagaimana perlakuan para pemakai dan pengedar terhadap masyarakat dan sebaliknya, bagaimana masyarakat memperlakukan mereka, yaitu dengan main hakim sendiri, dipukuli sampai babak belur bahkan sampai mati, dibakar hidup-hidup, bahkan dikenakan sanksi hukum. Alasan pemakai narkoba, antara lain:

- a. Memuaskan rasa ingin tahu/coba-coba.
- b. Ikut-ikutan teman
- c. Solidaritas teman
- d. Biar terlihat gaya, trendy, gaul
- e. Menunjukkan kehebatan
- f. Merasa sudah dewasa

## D. Pencegahan Penyalahgunaan Zat Adiktif & Psikotropika



1. Mengikuti kegiatan positif yang dapat mempererat diri dengan keimanan, ketaqwaan, serta memiliki sikap berbudi pekerti yang luhur.
2. Membiasakan diri untuk berpola hidup sehat baik pada lingkungan sekitar, pada pola makan, dan pada pola olahraga. Adapun peran berbagai pihak dalam pencegahan zat adiktif dan psikotropika yaitu:

No	Peran	Upaya Pencegahan Penyalahgunaan zat Adiktif dan Psikotropika
1	Keluarga	<ul style="list-style-type: none"><li>• Saling menjaga antar sesama anggota keluarga</li><li>• Setiap orang tua bertanggung jawab supaya anggota keluarganya dapat berada dilingkungan yang baik yang memiliki keimananm, ketaqwaan, dan memiliki rasa manusiawi yang tinggi, sehingga saling mendukung.</li></ul>
2	Masyarakat	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memberikan sosialisasi pengetahuan mengenai bahaya penggunaan NAPZA.</li><li>• Memberi informasi kepada pihak yang berwajib apabila terdapat pengedar dan pemakai barang NAPZA.</li></ul>
3	Sekolah	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memberikan penyuluhan terkait bahayanya penggunaan NAPZA.</li><li>• Mendorong dan memotivasi siswa untuk melaporkan jika ada pemakai atau pengedar NAPZA di lingkungan sekolah demi kebaikan Bersama.</li><li>• Memberikan sanksi yang dapat mendidik siswa apabila terdapat siswa yang memakai atau pengedar barang NAPZA.</li></ul>
4	Pemerintah	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengeluarkan aturan hukum yang jelas dan tegas.</li><li>• Memberikan sanksi yang tegas bagi pelaku yang menyalahgunakan barang NAPZA.</li></ul>



## Rangkuman

1. Zat aditif makanan merupakan bahan yang ditambahkan pada makanan, baik saat memproses, mengolah, mengemas, dan menyimpan makanan.
2. Zat aditif terbagi menjadi dua yaitu zat aditif alami dan zat aditif buatan.
3. Zat aditif pada makanan yaitu pewarna, pemanis, pengawet, penyedap, antioksidan, sekuestran, penambah aroma, dan pengatur keasaman. Contoh zat aditif alami yaitu wortel, kunyit, daun suji, daun pandan, daun jeruk, laos, jahe, serai, cabai merah, dan vanili.
4. Zat aditif sintetis atau buatan diantaranya:
  - a. Pewarna : fast green FCF, Sunset yellow FCF, Brilliant blue FCF, Cokelat HT, Ponceau 4R, dan Eritrosin
  - b. Pemanis : sakarin, siklamat, dan aspartame.
  - c. Pengawet : natrium benzoate, asam benzoate, dan natrium nitrit
  - d. Penyedap : MSG, GMP, dan IMP.
  - e. Antioksidan : BHA, BHT, dan asam askorbat.
  - f. Sekuestran : EDTA, asam sitrat dan asam fosfat serta garamnya
  - g. Penambah aroma : butil asetat, etil butirrat, oktil asetat, dan amil valerat.
  - h. Pengatur keasaman : asam asetat, asam sitrat, asam laktat, asam tartrat, natrium bikarbonat, dan ammonium bikarbonat.
5. Psicotropika merupakan zat baik alami atau sintetis bukan narkotika yang memiliki sifat psikoaktif melalui pengaruh selektif pada susunan system saraf pusat serta dapat menimbulkan ketergantungan atau ketagihan.
6. Zat yang termasuk psicotropika yaitu amfetamin, ekstasi, dan sabu-sabu.
7. Zat adiktif merupakan zat bukan narkotika atau bukan psicotropika yang apabila dikonsumsi akan bekerja pada system saraf pusat dan akan mengakibatkan ketagihan atau ketergantungan.
8. Adapun zat adiktif meliputi alkohol, nikotin, dan inhalan.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !**

1. Jelaskan pengertian zat aditif !

2. Zat aditif dibedakan menjadi dua golongan, sebutkan dan tuliskan masing-masing minimal tiga kelebihan dan kekurangan!

3. Tuliskan zat aditif, baik yang alami maupun sintetis yang digunakan sebagai pengawet!

4. Cari informasi tentang bahan aditif alami yang ditambahkan pada makanan tradisional di daerahmu. Kemudian tulis kegunaan bahan aditif alami tersebut!

5. Cari informasi tentang bahan aditif buatan yang terdapat pada produk, kemudian tulis komposisinya beserta kadar pemakaiannya!

6. Jelaskan pengertian zat adiktif!

7. Sebutkan macam-macam zat adiktif dan berilah contohnya!

8. Mengapa zat adiktif berbahaya untuk kesehatan tubuh!



9. Cari informasi tentang kasus penggunaan NAPZA pada berita yang kalian temui dan tulis NAPZA jenis apa saja yang dipakai!

10. Bagaimana solusi pencegahan pada orang yang ketergantungan NAPZA!

## Kegiatan Belajar 2

# Sistem Organ Manusia

## UNIT 1

### Sistem Pernapasan Pada Manusia



#### A. Definisi Sistem Pernapasan

Pengertian pernafasan atau respirasi adalah suatu proses mulai dari pengambilan oksigen, pengeluaran karbohidrat hingga penggunaan energi di dalam tubuh. Manusia dalam bernapas menghirup oksigen dalam udara bebas dan membuang karbon dioksida ke lingkungan. Respirasi dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu respirasi luar dan respirasi dalam, Respirasi Luar merupakan pertukaran antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> antara darah dan udara. Serta Respirasi Dalam merupakan pertukaran O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dari aliran darah ke sel-sel tubuh.

Tujuan proses pernafasan adalah untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energi. Sistem pernafasan pada manusia mencakup dua hal, yaitu saluran pernafasan dan mekanisme pernafasan.

Sistem pernafasan (sistem respiratorius) yang tersusun dari saluran/traktus respiratorius merupakan alat tubuh yang mudah terserang penyakit karena adanya hubungan langsung antara udara luar, rongga hidung dan rongga mulut dengan alveoli di dalam paru-paru. Agen penyakit yang ditularkan melalui udara (airborne) sangat mudah mencapai paru-paru dan mengakibatkan parenkimnya juga mudah terpapar agen penyakit dari luar. Agen penyakit juga dapat mencapai paru-paru secara hematogen mengingat paru-paru merupakan salah satu organ yang didalamnya banyak mengalir darah melalui jaringan kapiler di setiap dinding alveoli. Tuberculosis (TB) miliaris sering ditemukan pada paru-paru ketika dalam darah ditemukan basil TB. Demikian juga, anak sebar tumor sering ditemukan pada paru-paru. Penyakit yang sering menimbulkan kelainan pada sistem pernafasan bisa berasal dari: mikroorganisme yang ada di udara, flora pada orofaring, partikel-partikel toksik, gas berbahaya yang terdapat pada udara maupun toksin ekstrinsik dan intrinsik yang berasal dari sirkulasi pulmoner.

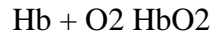


## **B. Mekanisme Sistem Pernapasan**

### **1. Mekanisme Pertukaran Udara (Fisiologi Pernapasan)**

Berdasarkan tempat terjadinya pertukaran gas, terbagi menjadi dua, yaitu: 1. Pernapasan Luar (Eksternal) Pernapasan luar merupakan pertukaran gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang terjadi antara udara dan darah di dalam paru-paru. CO<sub>2</sub> meninggalkan darah dan O<sub>2</sub> masuk ke dalam darah melalui proses difusi. Reaksinya sebagai berikut:

- a. Pernapasan Luar (Eksternal) Pernapasan luar merupakan pertukaran gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang terjadi antara udara dan darah di dalam paru-paru. CO<sub>2</sub> meninggalkan darah dan O<sub>2</sub> masuk ke dalam darah melalui proses difusi. Reaksinya sebagai berikut:



- b. Pernapasan Dalam (Internal) Pernapasan dalam merupakan pertukaran gas di dalam jaringan tubuh. Di sini oksigen meninggalkan hemoglobin dan berdifusi masuk ke dalam cairan jaringan tubuh. Reaksinya sebagai berikut:



## 2. Mekanisme Pernapasan

Ventilasi diartikan sebagai proses pertukaran udara di atmosfer dengan udara di alveoli. Tekanan di dalam alveoli harus berbeda dari tekanan atmosfer agar udara dapat masuk atau keluar dari paru. Kondisi ini dicapai dengan cara merubah volume paru.

Ekspansi paru akan meningkatkan volume dan menurunkan tekanan di dalam paru ke bawah tekanan atmosfer yang akan menyebabkan terjadinya proses inspirasi. Tahap pertama inisiasi ekspansi pada inspirasi normal adalah kontraksi dari otot-otot inspirasi utama yaitu, diafragma yang menghasilkan 70-75% ekspansi kavum toraks dan interkostalis eksternus.

Kontraksi diafragma membuat kubah diafragma menjadi datar dan tingginya akan menurun sehingga diameter vertikal dari kavum toraks meningkat. Pada inspirasi normal, diafragma menurun sekitar 1,5 cm dan 7 cm pada inspirasi paksa. Kontraksi diafragma juga mengangkat kosta bagian bawah sehingga kavum toraks terekspansi ke arah lateral dan anterior.

Inspirasi paksa membutuhkan bantuan dari otot-otot lain seperti, sternokleidomastoideus, skalenus, serratus anterior, dan pektoralis minor. Kontraksi dari otot-otot tersebut akan mengangkat kosta lebih jauh sehingga dapat menghasilkan volume kavum toraks yang lebih besar. Dengan meningkatnya volume kavum toraks, tekanan intraalveolar akan menurun secara signifikan dan akan membuat volume udara inspirasi yang bisa masuk menjadi lebih besar.

Ekspirasi dimulai saat otot-otot inspirasi relaksasi. Relaksasi otot-otot inspirasi akan menurunkan diameter vertikal, lateral, dan anteroposterior kavum toraks yang akan berdampak pada turunnya volume paru dan meningkatnya tekanan alveolar, mengakibatkan perpindahan udara dari paru yang bertekanan lebih tinggi dari atmosfer.

Ekspirasi paksa merupakan proses aktif yang diakibatkan oleh kontraksi dari otot-otot dinding abdominal, terutama otot-otot oblik dan transversa. Kontraksi dari otot-otot tersebut meningkatkan tekanan intra-abdominal sehingga 14 organ-organ abdominal akan terdesak ke arah superior dan mendepresi kosta. Otot interkostalis internus juga membantu mendepresikan kosta dan meningkatkan volume kavum toraks.

### **3. Mekanisme Pernapasan Dada dan Perut**

#### **a. Pernapasan Dada**

Pada proses ini terjadi kontraksi otot interkosta eksternal (otot antartulang rusuk) yang menarik tulang rusuk ke atas dan ke arah luar sehingga rongga dada membesar. Meningkatnya volume rongga dada menyebabkan rongga paru-paru membesar sehingga tekanan udara di paru-paru menurun dan lebih rendah daripada tekanan udara di atmosfer dan udara akan bergerak masuk ke dalam paru-paru sampai tekanannya sama. Proses ini disebut inspirasi.

Bila otot antar rusuk berelaksasi (mengendur), tulang rusuk turun kembali dan rongga dada kembali mengecil diikuti mengecilnya rongga paru-paru yang menyebabkan tekanan udaranya naik. Dengan demikian udara akan bergerak ke luar dari

paru-paru. Proses ini disebut ekspirasi. Proses inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan dada tersebut ditulis sebagai berikut:

- Inspirasi:  
Otot antartulang rusuk kontraksi – tulang rusuk terangkat – volume rongga dada membesar – tekanan rongga dada menurun – udara masuk ke paru-paru.
- Ekspirasi:  
Otot antartulang rusuk relaksasi – tulang rusuk turun – volume rongga dada mengecil – tekanan rongga dada meningkat – udara keluar dari paru-paru

#### **b. Pernapasan Perut**

Bila otot diafragma berkontraksi maka rongga dada akan membesar sehingga volume rongga paru-paru juga membesar dan tekanannya menurun. Udara dari atmosfer akan masuk ke dalam paru-paru (inspirasi).

Bila otot-otot diafragma mengendur, rongga dada kembali ke ukuran semula (mengecil). Demikian pula rongga paru-paru mengecil sehingga tekanan udaranya naik. Udara akan terdorong ke luar dari paru-paru (ekspirasi). Proses inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan perut ditulis sebagai berikut:

- Inspirasi:  
Diafragma kontraksi – volume rongga dada membesar – tekanan rongga dada menurun – udara masuk ke paru-paru.
- Ekspirasi:  
Diafragma relaksasi – volume rongga dada menurun – tekanan rongga dada meningkat – udara keluar dari paru-paru.



## C. Alat – Alat Pernapasan Pada Manusia

Alat-alat pernapasan berfungsi memasukkan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkan udara yang mengandung karbon dioksida dan uap air. Tujuan proses pernapasan yaitu untuk memperoleh energi. Pada peristiwa bernapas terjadi pelepasan energy. Sistem Pernapasan pada Manusia terdiri atas:

### 1. Rongga Hidung ( Cavum Nasalis )

Udara dari luar akan masuk lewat rongga hidung (cavum nasalis). Rongga hidung berlapis selaput lendir, di dalamnya terdapat kelenjar minyak (kelenjar sebacea) dan kelenjar keringat (kelenjar sudorifera). Selaput lendir berfungsi menangkap benda asing yang masuk lewat saluran pernapasan. Selain itu, terdapat juga rambut pendek dan tebal yang berfungsi menyaring partikel kotoran yang masuk bersama udara. Juga terdapat konka yang mempunyai banyak kapiler darah yang berfungsi menghangatkan udara yang masuk. Di sebelah belakang rongga hidung terhubung dengan nasofaring melalui dua lubang yang disebut choana.

Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk ke dalam rongga hidung.

### 2. Faring (Tenggorokan)

Udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan percabangan 2 saluran, yaitu saluran pernapasan (nasofarings) pada bagian depan dan saluran pencernaan (orofarings) pada bagian belakang. Pada bagian belakang faring (posterior) terdapat laring (tekak) tempat terletaknya pita suara (pita vocalis).

Masuknya udara melalui faring akan menyebabkan pita suara bergetar dan terdengar sebagai suara. Makan sambil berbicara dapat mengakibatkan makanan masuk ke saluran pernapasan karena saluran pernapasan pada saat tersebut sedang terbuka.

Walaupun demikian, saraf kita akan mengatur agar peristiwa menelan, bernapas, dan berbicara tidak terjadi bersamaan sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan. Fungsi utama faring adalah menyediakan saluran bagi udara yang keluar masuk dan juga sebagai jalan makanan dan minuman yang ditelan, faring juga menyediakan ruang dengung(resonansi) untuk suara percakapan.

### 3. Batang Tenggorokan (Trakea)

Tenggorokan berupa pipa yang panjangnya  $\pm 10$  cm, terletak sebagian di leher dan sebagian di rongga dada (torak). Dinding tenggorokan tipis dan kaku, dikelilingi oleh cincin tulang rawan, dan pada bagian dalam rongga bersilia. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk ke saluran pernapasan. Batang tenggorok (trakea) terletak di sebelah depan kerongkongan. Di dalam rongga dada, batang tenggorok bercabang menjadi dua cabang tenggorok (bronkus). Di dalam paru-paru, cabang tenggorok bercabang-cabang lagi menjadi saluran yang sangat kecil disebut bronkiolus. Ujung bronkiolus berupa gelembung kecil yang disebut gelembung paru-paru (alveolus).

### 4. Pangkal Tenggorokan ( Laring )

Laring merupakan suatu saluran yang dikelilingi oleh tulang rawan. Laring berada diantara orofaring dan trakea, didepan lariofaring. Salah satu tulang rawan pada laring disebut epiglotis. Epiglotis terletak di ujung bagian pangkal laring. Laring diselaputi oleh membrane mukosa yang terdiri dari epitel berlapis pipih yang cukup tebal sehingga kuat untuk menahan getaran-getaran suara pada laring. Fungsi utama laring adalah menghasilkan suara dan juga sebagai tempat keluar masuknya udara. Pangkal tenggorok disusun oleh beberapa tulang rawan yang membentuk jakun. Pangkal tenggorok dapat ditutup oleh



katup pangkal tenggorok (epiglotis). Pada waktu menelan makanan, katup tersebut menutup pangkal tenggorok dan pada waktu bernapas katu membuka. Pada pangkal tenggorok terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada udara dari paru-paru, misalnya pada waktu kita bicara.

5. Cabang Tenggorokan ( Bronkus )

Tenggorokan (trakea) bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Struktur lapisan mukosa bronkus sama dengan trakea, hanya tulang rawan bronkus bentuknya tidak teratur dan pada bagian bronkus yang lebih besar cincin tulang rawannya melingkari lumen dengan sempurna. Bronkus bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus. Batang tenggorokan bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus sebelah kiri dan sebelah kanan. Kedua bronkus menuju paruparu, bronkus bercabang lagi menjadi bronkiolus. Bronkus sebelah kanan(bronkus primer) bercabang menjadi tiga bronkus lobaris (bronkus sekunder), sedangkan bronkus sebelah kiri bercabang menjadi dua bronkiolus. Cabang-cabang yang paling kecil masuk ke dalam gelembung paru-paru atau alveolus. Dinding alveolus mengandung kapiler darah, melalui kapiler-kapiler darah dalam alveolus inilah oksigen dan udara berdifusi ke dalam darah. Fungsi utama bronkus adalah menyediakan jalan bagi udara yang masuk dan keluar paru-paru.

6. Paru-Paru ( Pulmo )

Paru-paru terletak di dalam rongga dada bagian atas, di bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk dan di bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat. Paru-paru ada dua bagian yaitu paru-paru kanan (pulmo dekster) yang terdiri atas 3 lobus dan paru-paru kiri (pulmo sinister) yang terdiri atas 2 lobus. Paru-paru dibungkus oleh dua selaput yang tipis, disebut pleura. Selaput bagian dalam yang langsung menyelaputi paru-paru disebut pleura dalam (pleura visceralis) dan selaput yang menyelaputi rongga dada yang bersebelahan dengan tulang rusuk disebut pleura luar (pleura parietalis). Paru-paru tersusun oleh bronkiolus, alveolus, jaringan elastik, dan pembuluh darah.

Bronkiolus tidak mempunyai tulang rawan, tetapi rongga bronkus masih bersilia dan dibagian ujungnya mempunyai epitelium berbentuk kubus bersilia. Setiap bronkiolus terminalis bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus respirasi, kemudian menjadi duktus alveolaris. Pada dinding duktus alveolaris mengandung gelembung-gelembung yang disebut alveolus.



## **D. Anatomi Sistem Pernapasan**

Bagian-bagian sistem pernafasan yaitu Cavum nasi, faring, laring, trakea, karina, bronchus principalis, bronchus lobaris, bronchus segmentalis, bronchiolus terminalis, bronchiolus respiratoryus, saccus alveolus, ductus alveolus dan alveoli. Terdapat Lobus, dextra ada 3 lobus yaitu lobus superior, lobus media dan lobus inferior. Sinistra ada 2 lobus yaitu lobus superior dan lobus inferior. Pulmo dextra terdapat fissura horizontal yang membagi lobus superior dan lobus media, sedangkan fissura oblique membagi lobus media dengan lobus inferior. Pulmo sinistra terdapat fissura oblique yang membagi lobus superior dan lobus inferior. Pembungkus paru (pleura) terbagi menjadi 2 yaitu parietalis (luar) dan Visceralis (dalam), diantara 2 lapisan tersebut terdapat rongga pleura (cavum pleura).

### **1. Hidung**

Tersusun atas tulang dan tulang rawan hialin, kecuali naris anterior yang dindingnya tersusun atas jaringan ikat fibrosa dan tulang rawan. Permukaan luarnya dilapisi kulit dengan kelenjar sebacea besar dan rambut. Terdapat epitel respirasi: epitel berlapis silindris bersilia bersel goblet dan mengandung sel basal. Didalamnya ada konka nasalis superior, medius dan inferior. Lamina propria pada mukosa hidung umumnya mengandung banyak pleksus pembuluh darah.

## 2. Alat Penghirup

Mengandung epitel olfaktoria: bertingkat silindris tanpa sel goblet, dengan lamina basal yang tidak jelas. Epitelnya disusun atas 3 jenis sel: sel penyokong, sel basal dan sel olfaktoris.

## 3. Sinus Paranasal

Merupakan rongga-rongga berisi udara yang terdapat dalam tulang tengkorak yang berhubungan dengan rongga hidung. Ada 4 sinus: maksilaris, frontalis, etmoidalis dan sphenoidalis.

## 4. Faring

Lanjutan posterior dari rongga mulut. Saluran napas dan makanan menyatu dan menyilang. Pada saat makan makanan dihantarkan ke oesophagus. Pada saat bernapas udara dihantarkan ke laring. Ada 3 rongga : nasofaring, orofaring, dan laringofaring. Mukosa pada nasofaring sama dengan organ respirasi, sedangkan orofaring dan laringofaring sama dengan saluran cerna. Mukosa faring tidak memiliki muskularis mukosa. Lamina propria tebal, mengandung serat elastin. Lapisan fibroelastis menyatu dengan jaringan ikat interstisiel. Orofaring dan laringofaring dilapisi epitel berlapis gepeng, mengandung kelenjar murni.

## 5. Laring

Organ berongga dengan panjang 42 mm dan diameter 40 mm. Terletak antara faring dan trakea. Dinding dibentuk oleh tulang rawan tiroid dan krikoid. Muskulus ekstrinsik mengikat laring pada tulang hyoid. Muskulus intrinsik mengikat laring pada tulang tiroid dan krikoid berhubungan dengan fonasi. Lapisan laring merupakan epitel bertingkat silia. Epiglottis memiliki epitel selapis gepeng, tidak ada kelenjar. Fungsi laring untuk membentuk suara, dan menutup trakea pada saat menelan (epiglottis). Ada 2 lipatan mukosa yaitu pita suara palsu (lipat vestibular) dan pita suara (lipat suara). Celah diantara pita suara disebut rima glottis. Pita suara palsu terdapat mukosa dan lamina propria. Pita suara terdapat jaringan elastis padat, otot suara (otot

rangka). Vaskularisasi: A.V Laringeal media dan Inferior. Inervasi: N Laringealis superior.

#### 6. Trakea

Tersusun atas 16 – 20 cincin tulang rawan. Celah diantaranya dilapisi oleh jaringan ikat fibro elastik. Struktur trakea terdiri dari: tulang rawan, mukosa, epitel bersilia, jaringan limfoid dan kelenjar.

#### 7. Bronchus

Cabang utama trakea disebut bronki primer atau bronki utama. Bronki primer bercabang menjadi bronki lobar, bronki segmental, dan bronki subsegmental. Struktur bronkus primer mirip dengan trakea hanya cincin berupa lempeng tulang rawan tidak teratur. Makin ke distal makin berkurang, dan pada bronkus subsegmental hilang sama sekali. Otot polos tersusun atas anyaman dan spiral. Mukosa tersusun atas lipatan memanjang. Epitel bronkus : kolumnar bersilia dengan banyak sel goblet dan kelenjar submukosa. Lamina propria : serat retikular, elastin, limfosit, sel mast, eosinophil.

#### 8. Bronchiolus

Cabang ke 12 – 15 bronkus. Tidak mengandung lempeng tulang rawan, tidak mengandung kelenjar submukosa. Otot polos bercampur dengan jaringan ikat longgar. Epitel kuboid bersilia dan sel bronkiolar tanpa silia (sel Clara). Lamina propria tidak mengandung sel goblet.

#### 9. Bronchiolus respirato

Merupakan peralihan bagian konduksi ke bagian respirasi paru. Lapisan : epitel kuboid, kuboid rendah, tanpa silia. Mengandung kantong tipis (alveoli).

#### 10. Duktus alveolaris

Lanjutan dari bronkiolus. Banyak mengandung alveoli. Tempat alveoli bermuara.

#### 11. Alveolus Kantong

Berdinding sangat tipis pada bronkioli terminalis. Tempat terjadinya pertukaran oksigen dan karbondioksida antara darah dan udara yang dihirup. Jumlahnya 200 - 500 juta. Bentuknya bulat

poligonal, septa antar alveoli disokong oleh serat kolagen, dan elastis halus.

Sel epitel terdiri sel alveolar gepeng ( sel alveolar tipe I ), sel alveolar besar ( sel alveolar tipe II). Sel alveolar gepeng ( tipe I) jumlahnya hanya 10% , menempati 95 % alveolar paru. Sel alveolar besar (tipe II) jumlahnya 12 % , menempati 5 % alveolar. Sel alveolar gepeng terletak di dekat septa alveolar, bentuknya lebih tebal, apikal bulat, ditutupi mikrovili pendek, permukaan licin, memiliki badan berlamel. Sel alveolar besar menghasilkan surfaktan pulmonar. Surfaktan ini fungsinya untuk mengurangi kolaps alveoli pada akhir ekspirasi. Jaringan diantara 2 lapis epitel disebut interstisial. Mengandung serat, sel septa (fibroblas), sel mast, sedikit limfosit. Septa tipis diantara alveoli disebut pori Kohn. Sel fagosit utama dari alveolar disebut makrofag alveolar. Pada perokok sitoplasma sel ini terisi badan besar bermembran. Jumlah sel makrofag melebihi jumlah sel lainnya.

## 12. Pleura

Membran serosa pembungkus paru. Jaringan tipis ini mengandung serat elastin, fibroblas, kolagen. Yang melekat pada paru disebut pleura viseral, yang melekat pada dinding toraks disebut pleura parietal. Ciri khas mengandung banyak kapiler dan pembuluh limfe. Saraf adalah cabang n. frenikus dan n. interkostal.



## E. Gangguan Pada Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan manusia yang terdiri atas beberapa organ dapat mengalami gangguan. Gangguan ini biasanya berupa kelainan atau penyakit. Penyakit atau kelainan yang menyerang sistem pernapasan ini

dapat menyebabkannya proses pernapasan. Berikut adalah beberapa contoh gangguan pada system pernapasan manusia.

1. Emfisema, merupakan penyakit pada paru-paru. Paru- paru mengalami pembengkakan karena pembuluh darah nya kemasukan udara.
2. Asma, merupakan kelainan penyumbatan saluran pernapasan yang disebabkan oleh alergi, seperti debu, bulu, ataupun rambut. Kelainan ini dapat diturunkan. Kelainan ini juga dapat kambuh jika suhu lingkungan.
2. Tuberkulosis (TBC), merupakan penyakit paru-paru yang disebabkan oleh Mycobacterium tuberculosis. Bakteri tersebut menimbulkan bintil-bintil pada dinding alveolus. Jika penyakit ini menyerang dan dibiarkan semakin luas, dapat menyebabkan sel-sel paru-paru mati. Akibatnya paru- paru akan kuncup atau mengecil. Hal tersebut menyebabkan para penderita TBC napasnya sering terengah-engah.
3. Infuenza (flu), merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus infuenza. Penyakit ini timbul dengan gejala bersin-bersin, demam, dan pilek.
4. Kanker paru-paru. Penyakit ini merupakan salah satu paling berbahaya. Sel- sel kanker pada paru-paru terus tumbuh tidak terkendali. Penyakit ini lama- kelamaan dapat menyerang seluruh tubuh. Salah satu pemicu kanker paru- paru adalah kebiasaan merokok. Merokok dapat memicu terjadinya kanker paru- paru dan kerusakan paru-paru.
2. Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru-paru. Misalnya, sel mukosa membesar (disebut hipertrofi) dan kelenjar mukus bertambah banyak (disebut hiperplasia). Dapat pula terjadi radang ringan, penyempitan saluran pernapasan akibat bertambahnya sel sel dan penumpikan lendir, dan kerusakan alveoli. Perubahan anatomi saluran pernapasan menyebabkan fungsi paru-paru terganggu.



## Rangkuman

1. Pengertian pernafasan atau respirasi adalah suatu proses mulai dari pengambilan oksigen, pengeluaran karbohidrat hingga penggunaan energi di dalam tubuh.
2. Mekanisme pertukaran udara berdasarkan tempat terjadinya pertukaran gas, terbagi menjadi dua, yaitu:
  - Pernapasan Luar (Eksternal) Pernapasan luar merupakan pertukaran gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> yang terjadi antara udara dan darah di dalam paru-paru. CO<sub>2</sub> meninggalkan darah dan O<sub>2</sub> masuk ke dalam darah melalui proses difusi.
  - Pernapasan Dalam (Internal) Pernapasan dalam merupakan pertukaran gas di dalam jaringan tubuh. Di sini oksigen meninggalkan hemoglobin dan berdifusi masuk ke dalam cairan jaringan tubuh.
3. Terjadinya mekanisme pernapasan terjadi di pernapasan dada dan pernapasan perut.
  - Pernapasan dada  
Inspirasi: Otot antartulang rusuk kontraksi – tulang rusuk terangkat – volume rongga dada membesar – tekanan rongga dada menurun – udara masuk ke paru-paru.  
Ekspirasi: Otot antartulang rusuk relaksasi – tulang rusuk turun – volume rongga dada mengecil – tekanan rongga dada meningkat – udara keluar dari paru-paru
  - Pernapasan perut  
Inspirasi: Diafragma kontraksi – volume rongga dada membesar – tekanan rongga dada menurun – udara masuk ke paru-paru.  
Ekspirasi: Diafragma relaksasi – volume rongga dada menurun – tekanan rongga dada meningkat – udara keluar dari paru-paru.
4. Sistem pernapasan pada manusia terdiri atas:
  - Hidung
  - Faring
  - Trakea
  - Bronkus
  - Bronkiolus
  - Paru-paru
5. Bagian-bagian sistem pernafasan yaitu Cavum nasi, faring, laring, trakea, karina, bronchus principalis, bronchus lobaris, bronchus segmentalis, bronchiolus terminalis, bronchiolus respiratoryus, saccus alveolus, ductus alveolus dan alveoli.
6. Terdapat beberapa contoh gangguan pada system pernapasan manusia yaitu Emfisema, Asma, Tuberkulosis (TBC), Infuenza (flu), Kanker paru-paru, dan penyakit dari orang yang perokok.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !**

1. Oksigen sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, oksigen dapat diperoleh makhluk hidup melalui pernapasan. Pernapasan adalah ....

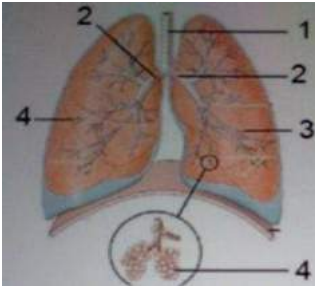
2. Perhatikan ciri-ciri berikut:

- 1) Tersusun atas cincin tulang rawan
- 2) Tersusun atas lempengan tulang rawan dan dindingnya terdiri dari otot halus
- 3) Penghubung antara paru-paru dan trakea
- 4) Merupakan cabang batang tenggorokan
- 5) Memiliki lapisan yang bersilia

Berdasarkan ciri-ciri diatas, yang merupakan ciri-ciri bronkus adalah...



3. Perhatikan gambar berikut!



Gambar yan ditunjukkan no.4 memiliki fungsi ....

4. Asma adalah salah satu contoh kelainan penyakit pada sistem pernapasan

5. Bagaimana proses inspirasi dan ekspirasi pada pernapasan dada dan pernapasan perut ....



### **A. Pengertian Sistem Rangka Pada Manusia**

Sistem rangka (keletal/osseous system) manusia adalah suatu sistem yang disusun oleh sejumlah tulang (bones/osseous) dan sedikit tulang rawan (cartilage) yang membentuk tubuh manusia. Kerangka manusia dewasa disusun oleh 206 buah tulang, di mana satu dan lainnya ada yang dihubungkan secara langsung (persambungan) dan tidak langsung (persendian), serta diperkuat oleh jaringan ikat, rawan dan otot.

Rangka atau tulang pada tubuh manusia termasuk salah satu alat gerak pasif karena tulang baru akan bergerak bila digerakkan oleh otot. Sedangkan unsur pembentuk tulang pada manusia adalah unsur kalsium dalam bentuk garam yang direkatkan oleh kolagen.



### **B. Susunan Rangka Tubuh Manusia**

Rangka manusia terbagi menjadi :

1. Rangka kepala/ tengkorak berfungsi melindungi otak

2. Rangka Badan berfungsi melindungi organ-organ tubuh seperti paru-paru, jantung, hati dan lain-lain.
3. Rangka anggota gerak berfungsi bergerak seperti, berjalan, berlari, memegang benda dan sebagainya.

Rangka manusia terdiri atas kurang lebih 206 tulang. Berdasarkan letak tulang-tulang terhadap sumbu tubuh, rangka manusia dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah rangka aksial yang berada di bagian tengah sumbu tubuh. Kelompok kedua adalah rangka apendikular yang berada di bagian tepi dari sistem rangka aksial.

Rangka aksial terdiri atas tulang kepala (tengkorak), ruas-ruas tulang belakang (vertebrae) tulang dada (sternum) dan tulang rusuk (kosta). Rangka Apendikular terdiri atas gelang bahu, anggota gerak atas (tungkai atas), gelang panggul, dan anggota gerak bawah (tungkai bawah). Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Rangka Aksial

Rangka aksial merupakan tulang-tulang yang berada di bagian tengah sumbu tubuh. Tulang rangka aksial terdiri atas tulang kepala, ruas tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk.

- a. Rangka Kepala

Tulang tengkorak berbentuk bulat, sebagian besar tersusun atas tulang-tulang yang pipih. Antara tulang yang satu dengan tulang yang lainnya bersambungan sangat kuat. Fungsi dari tulang kepala (tengkorak) adalah melindungi otak yang merupakan organ tubuh yang sangat penting. Tulang-tulang pada bayi yang baru dilahirkan akan terasa lunak dan belum berkaitan erat dan rapat. Namun, seiring berjalannya waktu, tulang-tulang tengkorak mengalami pertumbuhan dan bertambah besar, menyatu dan tidak dapat digerakkan. Tulang tengkorak dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu tulang bagian kepala dan bagian muka.

- 1) Bagian Kepala :

Tersusun dari 2 bagian yaitu tengkorak otak dan tengkorak

wajah.

a) Tengkorak otak

Terdiri dari tulang-tulang yang dihubungkan oleh sutura, yang terbagi menjadi kubah tengkorak, dasar tengkorak dan samping tengkorak

1. Kubah tengkorak, terdiri dari :

- Os frontal, yaitu tulang dahi
- Os parietal, yaitu tulang ubun-ubun
- Os oksipital, yaitu tulang kepala belakang

2. Dasar tengkorak, terdiri dari :

- Os sfenoidal, terletak ditengah dasar tengkorak
- Os etmoidal, terletak sebelah depan dari os sfenoidal diantara lekuk mata

3. Samping tengkorak, terdiri dari :

- Bagian tulang karang (skumosa), yang membentuk rongga telinga
- Bagian tulang keras (os petrosum), yang menjorok kebagian tulang pipi dan mempunyai taju (prosesus stiloid)
- Bagian mastoid, terdiri dari tulang yang mempunyai lubang-lubang halus berisi udara

b) Bagian Wajah :

Dibagi menjadi 2 bagian yaitu bagian hidung dan bagian rahang.

1) Bagian hidung

- Os lakrimalis, ( tulang mata kiri kanan).
- Os nasal, yang membentuk batang hidung sebelah atas.

- Os konka nasal, yaitu tulang karang hidung yang terletak dalam rongga hidung.
- Septum nasi, yaitu sekat rongga hidung

## 2) Bagian rahang

- Os maksilaris (tulang rahang atas).
- Dibawah os maksilaris yang terdapat suatu taju tempat melekatnya urat gigi (prosesus alveolaris).
- Os zigomatikum ( tulang pipi kanan dan kiri).
- Os palatum (tulang langit kiri dan kanan).
- Os mandibularis (tulang rahang bawah kanan dan kiri).
- Os hyoid (tulang lidah).

## 2) Rangka Badan

Rangka badan terdiri dari tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk, tulang gelang bahu, serta tulang gelang panggul. Tulang belakang, tulang dada, tulang rusuk membentuk rongga dada yang melindungi paru-paru.

### a) Ruas Tulang Belakang (os. Vertebrae) :

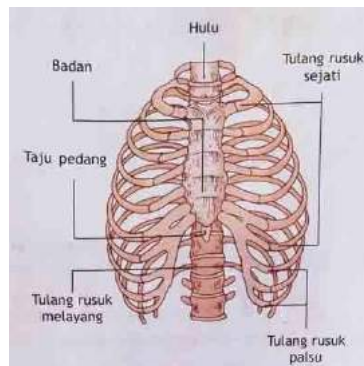
- Bentuk ruas tulang belakang Terdiri dari 12 ruas yang terbagi menjadi beberapa bagian yaitu :
  - Badan ruas, merupakan bagian yang terbesar dengan bentuk tebal dan kuat yang terletak disebelah depan.
  - Lengkung ruas, yang melingkari dan melindungi lubang ruas tulang belakang.
- Bagian ruas tulang belakang :
  - 7 ruas tulang leher (os. Vertebrae cervicale)
  - 12 ruas tulang punggung (os. Vertebrae thoracalis)

- 5 ruas tulang pinggang (os. Vertebrae lumbalis)
- 5 ruas tulang kelangkang (os. Vertebrae sacrum)
- 4 ruas tulang ekor (os. Vertebrae cocigeus)

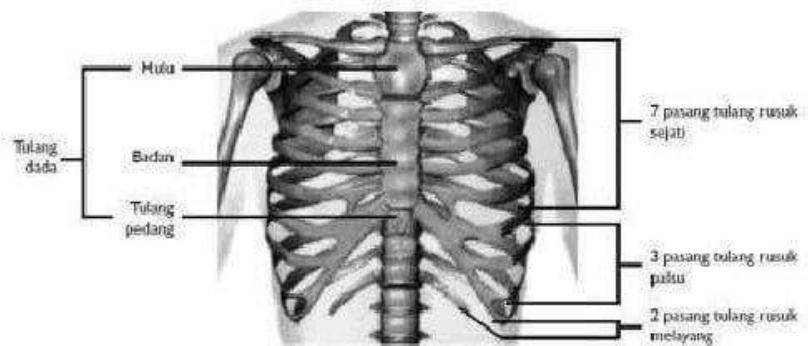


b) Tulang Dada ( os. sternum ) :

- Tulang Hulu ( os. Manubrium sterni ) yang merupakan bagian tulang dada sebelah atas yang membentuk persendian dengan tulang selangka dan tulang iga.
- Tulang Badan ( os. Corpus sterni ) bagian terbesar dari tulang dada dan membentuk persendian dengan tulang iga.
- Tulang Tajuk Pedang ( os. Processus xyphoideus ) bagian ujung dari tulang Tulang Rusuk ( os. Costae ) :



- 7 pasang tulang rusuk sejati ( os. Costa vera )
- 3 pasang tulang rusuk palsu ( os. Costa spuria )
- 2 pasang tulang rusuk melayang ( os. Costa fluctuantes)



c) Tulang Gelang Bahu ( os. Humerum ) :

Gelang bahu adalah persendian yang menghubungkan lengan dengan badan. Bagian ini dibentuk oleh 2 tulang yaitu :

- 2 tulang belikat ( os. Scapula )
- 2 tulang selangka ( os. Clavicula )

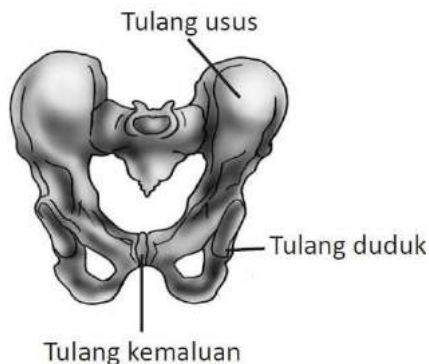


d) Tulang Gelang Panggul ( os. Pelvis verilis ) :

Gelang panggul adalah penghubung antara dan anggota bawah, yaitu tulang sacrum dan koksigeus yang bersendi satu dengan yang lainnya pada simfisis pubis. Pelvis

terbagi atas 2 bagian yaitu pelvis mayor (rongga besar) dan pelvis minor (rongga kecil). Pelvis terbagi atas panggul besar (pelvis mayor) dan panggul kecil (pelvis minor). Panggul besar terletak dibawah garis tepi atau lineaterminalis dan panggul kecil dibentuk oleh tulang illium yang melebar diatas linea terminalis. Pintu atas panggul (aditus pelvis) yang dibentuk oleh promontorium dari sacrum, garis ilio-pektinal (disetiap sisi) dan krista dari tulang-tulang pubis (tulang duduk). Pintu bawah panggul (exitus pelvis) dilingkari oleh hos koksigeus dan tuberositas iskhii.

- 2 tulang usus ( os. Ilium )
- 2 tulang duduk ( os. ischium )
- 2 tulang kemaluan ( os. pubis )



## 2. Rangka Apendikular

Rangka Apendikular terdiri atas rangka bagian atas dan rangka bagian bawah. Rangka atas terdiri atas gelang bahu dan tulang tangan. Rangka bawah terdiri atas gelang panggul dan tulang kaki. Adapun penjelasannya yaitu:



a. Tulang Anggota Gerak Atas

- Gelang bahu adalah persendian yang menghubungkan lengan dengan badan. Bagian ini dibentuk oleh 2 tulang yaitu : scapula (tulang belikat) dan klavikula (tulangselangka)
- 2 tulang lengan atas ( os. humerus )
- 2 tulang pengumpil ( os. ulna )
- 2 tulang hasta ( os. radius )
- 2 x 8 tulang pergelangan tangan ( os. carpal )
- 2 x 5 tulang telapak tangan ( os. metacarpal ) terdiri dari tulang pipa pendek, banyaknya 5 buah yang setiap batang mempunyai 2 ujung yang bersendi dengan tulang karpatiia dan bersendi dengan tulang jari.
- 2 x 14 ruas tulang jari tangan ( os. phalanges ) terdiri daritulang pipa pendek yang banyaknya 14 buah yang dibentuk dalam 5 bagian tulang yang berhubungan dengan metakarpalia perantaran persendian.



b. Tulang anggota gerak bawah

- Os koksa (tulang pangkal paha) tulang ini terdiri dari os illium/ tulang usus, os pubis (tulang kemaluan) dan os iski (tulang duduk)
- 2 tulang paha ( os. femur )
- 2 tulang tempurung lutut ( os. patella )
- 2 tulang kering ( os. tibia )- 2 tulang betis ( os. fibula )
- 2 x 7 tulang pergelangan kaki ( os. tarsus )
- 2 x 5 tulang telapak kaki ( os. metatarsus )
- 2 x 14 ruas tulang jari kaki ( os. Phalanges )



### C. Fungsi Rangka Pada Manusia

Adapun beberapa fungsi rangka pada tubuh manusia, antara lain:

1. Rangka dapat menguatkan dan menegakkan tubuh. Bayangkan jika tubuh manusia tidak dilengkapi oleh rangka, mungkin tubuh tidak akan kokoh dan kuat dalam menopang tubuh, berdiri, berlari ataupun berjalan. Dengan bentuk telapak kaki yang panjang dan kuat serta cukup panjang, kita bisa berdiri dengan tegak.
2. Rangka menentukan bentuk tubuh Dengan adanya rangka, tubuh kita jadi memiliki bentuk yang sempurna dan indah. Bahkan dengan adanya rangka, setiap bentuk tubuh manusia dapat dibedakan. Seperti : ada orang yang tinggi badannya, ada juga yang pendek, ada yang memiliki jari-jari panjang, ada juga yang pendek, dan lain sebagainya.

3. Rangka merupakan tempat melekatnya otot. Tanpa rangka, otot-otot tidak memiliki tempat untuk melekat. Jika otot tidak memiliki tempat untuk melekat, maka anggota badan akan kaku dan tidak bisa digerakkan. Otot bekerja dengan cara relaksasi dan kontraksi. Disitulah rangka bekerjasama dengan otot untuk melakukan suatu gerakan. Misalnya, dalam menggerakkan lengan itu dipengaruhi dengan otot yang ada di tulang lengan bagian atas yakni otot bicep dan trisep.
4. Rangka dapat melindungi tubuh yang penting. Kita ketahui bahwa tulang merupakan bagian tubuh yang paling keras. Dengan bentuknya yang keras, maka tulang berfungsi dalam melindungi bagian dalam tubuh yang cukup rapuh atau mudah terluka dan rusak jika terkena benda keras. Beberapa fungsi itu antara lain :
  - Tengkorak (rangka kepala) dapat melindungi otak, mata, telinga, hidung dan saluran pernafasan bagian atas.
  - Ruas tulang leher yang melindungi tenggorokan dan kerongkongan.



## **D. Tulang dan Hubungan Antar Tulang**

### **1. Tulang**

#### **a. Klasifikasi Tulang**

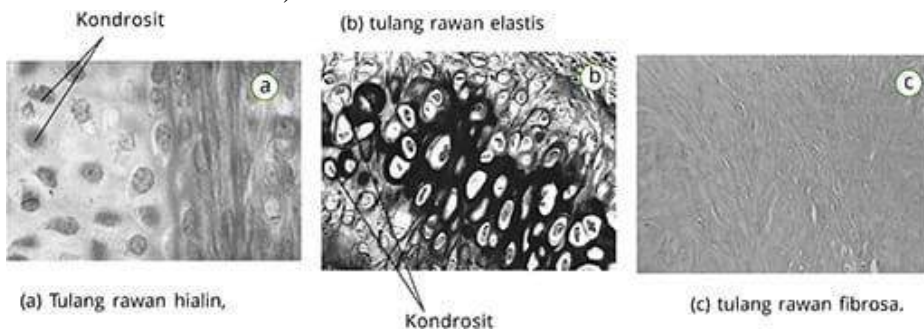
Tulang sangat banyak jenisnya, baik bentuk maupun penyusunnya. Berdasarkan jaringan penyusunnya, tulang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

##### **1) Tulang Rawan (Kartilago)**

Tulang rawan terdiri atas sel-sel tulang rawan (kondrosit), serabut kolagen, dan matriks. Sel-sel tulang rawan

dibentuk oleh bakal sel-sel tulang rawan, yaitu kondroblas. Berdasarkan susunan serabutnya, tulang rawan dapat digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

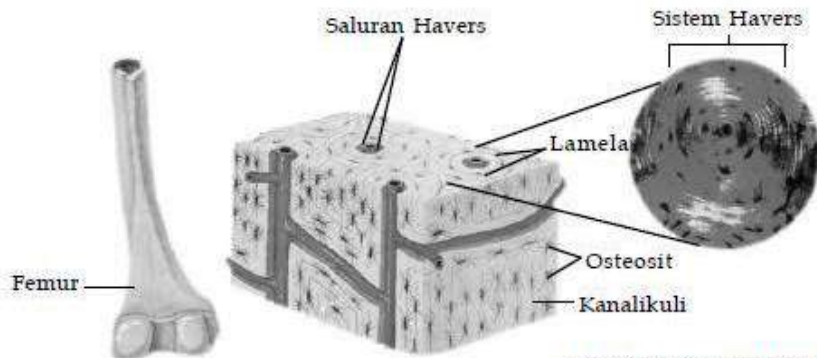
- *Tulang rawan hialin*, mempunyai serabut tersebar dalam anyaman yang halus dan rapat. Tulang rawan hialin terdapat di ujung-ujung tulang rusuk yang menempel ketulang dada.
- *Tulang rawan elastis*, susunan sel dan matriksnya mirip tulang rawan hialin, tetapi tidak sehalus dan serapat tulang rawan hialin. Tulang rawan elastis terdapat di daun telinga, laring, dan epiglottis.
- *Tulang rawan fibrosa*, matriksnya tersusun kasar dan tidak beraturan. Tulang rawan fibrosa terdapat di cakram antar tulang belakang dan simfisis pubis (pertautan tulang kemaluan).



## 2) Tulang Keras (Osteon)

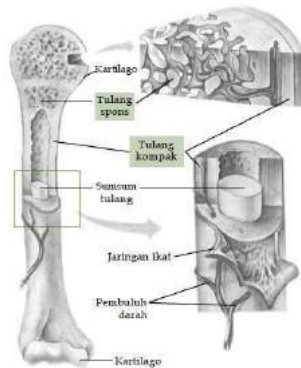
Tulang terbentuk dari tulang rawan yang mengalami penulangan (osifikasi). Ketika tulang rawan (kartilago) terbentuk, rongga-rongga matriksnya terisi oleh sel osteoblas. Osteoblas merupakan lapisan sel tulang muda. Osteoblas akan menyekresikan zat interseuler seperti kolagen yang akan mengikat zat kapur. Osteoblas yang telah dikelilingi zat kapur akan mengeras dan menjadi osteosit (sel tulang keras). Antarasel tulang yang satu dan sel tulang yang lain dihubungkan oleh juluran-juluran sitoplasma yang disebut

kanalikuli. Setiap satuan sel osteo- sitakan mengelilingi suatu system saraf dan pembuluh darah sehingga membentuk system Havers (Gambar 4.2).



Sumber: Biology: Exploring Life, 1994

Matriks di sekitar sel-sel tulang memiliki senyawa protein yang dapat mengikat kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) dan fosfor ( $\text{CaPO}_4$ ). Kapur dan fosfor tersebut membuat tulang menjadi keras. Berdasarkan matriksnya, bagian tulang dapat dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu tulang kompak dan tulang spons. Tulang kompak memiliki matriks yang padat dan rapat, sedangkan tulang spons memiliki matriks yang berongga-rongga (Gambar 4.3). Sebenarnya, kedua jenis tulang tersebut terdapat di suatu tempat yang sama. Penamaan diambil hanya dengan melihat bagian mana yang paling dominan.



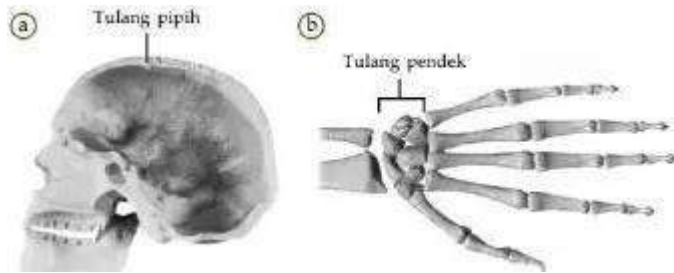
Berdasarkan bentuknya, tulang keras dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) *Tulang pipa*, berbentuk panjang dan berongga, seperti pipa. Contoh tulang ini di antaranya tulang pengumpil, tulang hasta, tulang betis, dan tulang kering. Tulang pipa terdiri atas dua bagian, yaitu diafisis dan epifisis. Diafisis adalah bagian "badan" tulang, sedangkan epifisis adalah bagian tepi (epi) atau bagian "kepala" tulang. Diantara epifisis dan diafisis, dibatasi oleh bagian yang disebut cakram epifisis. Cakram epifisis lebih lambat proses penulangannya dibandingkan dengan daerah diafisis. Adapun susunan tulang pipa, yaitu:

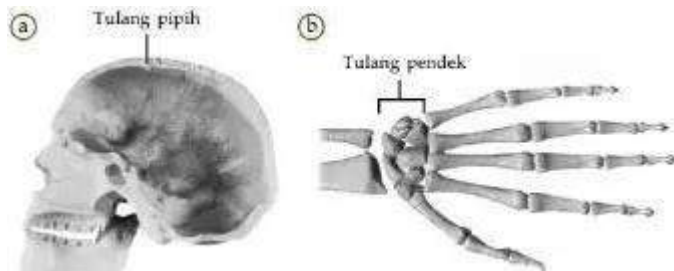
- Epiphysis (kepala)
- Metaphysis (batang)
- Periosteum: lapisan tipis
- Tulang yang keras dan pekat
- Bagian yang lembut seperti spons
- Rongga sumsum
- Cartilage (tulang rawan)

- 2) *Tulang pipih*, adalah tulang-tulang yang berbentuk pipih. Tulang

pipih banyak terdapat di rangka aksial, misalnya tulang rusuk, tulang belikat, dan tulang tulang yang menyusun tengkorak. Tulang pipih berfungsi sebagai pelindung suatu rongga. Misalnya, rongga tengkorak melindungi otak dan rongga dada melindungi jantung serta paru-paru.



- 3) *Tulang pendek*, berukuran pendek. Hanya ditemukan di daerah pangkal telapak tangan, pangkal telapak kaki, dan tulang-tulang belakang.



- 4) *Tulang tidak beraturan*, yaitu tulang yang memiliki bentuk tidak beraturan. Contohnya adalah tulang-tulang belakang dan tulang penyusun wajah.

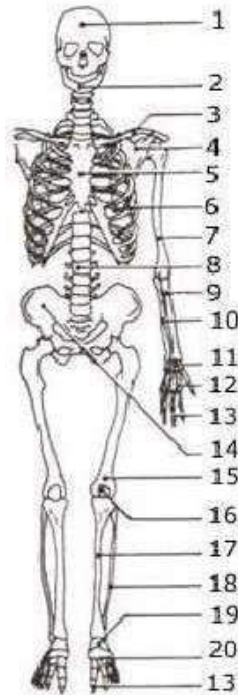
#### b. Fungsi Tulang

Adapun berapa fungsi tulang, antara lain:

- 1) Sebagai alat gerak bersama dengan otot.
- 2) Sebagai tempat melekatnya otot.
- 3) Sebagai pelindung organ lunak dan vital.

- 4) Tempat memproduksi sel-sel darah.
- 5) Tempat penyimpanan cadangan mineral, berupa kalsium dan fosfat, serta cadangan lemak.

c. Nama-Nama Tulang Pada Tubuh Manusia



Keterangan :

- 1) Cranium (tengkorak)
- 2) Mandibula (tulang rahang)
- 3) Clavicula (tulang selangka)
- 4) Scapula (tulang belikat)
- 5) Sternum (tulang dada)



- 6) Rib (tulang rusuk)
- 7) Humerus (tulang pangkal lengan)
- 8) Vertebra (tulang punggung)
- 9) Radius (tulang lengan)
- 10) Ulna (tulang hasta)
- 11) Carpal (tulang pergelangan tangan)
- 12) Metacarpal (tulang telapak tangan)
- 13) Phalanges (ruas jari tangan dan jari kaki)
- 14) Pelvis (tulang panggul)
- 15) Femur (tulang paha)
- 16) Patella (tulang lutut)
- 17) Tibia (tulang kering)
- 18) Fibula (tulang betis)
- 19) Tarsal (tulang pergelangan kaki)
- 20) Metatarsal (tulang telapak kaki)

d. Sendi

Sendi adalah sambungan antara tulang-tulang. Macam-macam sendi :

- 1) Sendi Engsel. Dapat digerakkan ke satu arah. Contohnya sendi padasiku, lutut, ruas jari tangan, ruas jari kaki.
- 2) Sendi Peluru. Memungkinkan gerakan ke semua arah. Tulang yang satu dapat berputar pada tulang lainnya. Contohnya sendi pada ruas tulang leher paling atas dan pangkal paha.
- 3) Sendi Pelana. Dapat bergerak ke dua arah. Contohnya sendi pada telapak tangan dan pangkal ibu jari.

- 4) Sendi Kaku. Bergerak sangat sedikit atau terbatas. Contohnya sendi pada ruang tulang belakang.
- 5) Sendi Geser. Ujung tulang yang satu menggeser ujung tulang yang lain. Contohnya sendi pada tulang hasta dan tulang pengumpil.
- 6) Sendi Putar. Tulang yang satu dapat berputar mengelilingi tulang lainnya yang bertindak sebagai poros. Contohnya sendi pada tulang atlas (tulang leher yang tengkorak pertama) dengan tulang.

## 2. Hubungan Antar Tulang

Artikulasi adalah istilah untuk menyatakan hubungan antar tulang. Akan tetapi, pada umumnya orang lebih sering menggunakan istilah persendian daripada istilah artikulasi. Sebuah artikulasi terdiri atas dua atau lebih tulang yang berhubungan. Berdasarkan keleluasaan dalam bergerak, terdapat tiga jenis persendian pada manusia, yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

### a. Sinartrosis

Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang rapat sehingga tidak memungkinkan pergerakan sama sekali. Kedua tulang dihubungkan oleh jaringan ikat atau tulang rawan. Contoh persendian sinartrosis adalah hubungan antar tulang yang membentuk tengkorak kepala. Persendian sinartrosis dapat dibagi menjadi dua, yaitu sinkondrosis dan sinfibrosis. Disebut sinkondrosis jika antara kedua ujung tulang dihubungkan oleh tulang rawan (kartilago), contohnya sendi sutura pada tengkorak kepala. Sementara itu, disebut sinfibrosis jika kedua ujung tulang dihubungkan oleh serabut jaringan ikat, contohnya akar gigi.

### b. Amfiartrosis

Pada persendian amfiartrosis, kedua ujung tulang yang berhubungan dilapisi oleh tulang rawan hialin. Bantalan tulang rawan

hialin cukup tebal. Di bagian luar, kedua tulang tersebut diikat oleh jaringan ikat longgar. Struktur pada amfiartrosis masih memungkinkan pergerakan yang terbatas. Artinya, pergerakan tersebut hanya sebatas gerak mendekat dan menjauh antara kedua tulang. Contoh persendian ini adalah hubungan antar tulang belakang.



Sinartrosis pada tengkorak



Amfiartrosis

### c. Diartrosis

Kedua ujung tulang pada persendian diartrosis dihubungkan oleh jaringan ikat longgar sehingga tulang-tulang dalam persendian tersebut dapat bergerak dengan leluasa. Antara jaringan ikat longgar dan tulang- tulang yang membentuk persendian terdapat ruang yang berisi cairan synovial yang berfungsi sebagai pelumas. Berdasarkan arah gerakan yang dihasilkan persendian diartrosis, persendian ini dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis seperti berikut :

#### 1) Sendi Peluru

Sendi peluru mampu melakukan gerakan ke banyak arah. Sendi ini merupakan sendi yang paling bebas melakukan gerakan. Contohnya sendi gelang bahu dan sendi gelang panggul.

#### 2) Sendi Putar

Sendi putar mampu melakukan gerakan berputar yang bertumpu pada satu sumbu. Contohnya, sendi yang menghubungkan tulang atlas dan tulang tengkorak, serta tulang pengumpil dengan tulang hasta.

- 3) Sendi Engsel  
Sendi engsel mampu melakukan gerakan satu arah, mirip engsel pintu. Contohnya, pada siku, lutut, dan ruas-ruas jari.
- 4) Sendi Elipsoid  
Mirip dengan sendi peluru, hanya saja sendi elipsoid memiliki bonggol dan ujung-ujung tulangnya tidak membulat, tetapi sedikit oval. Oleh karena itu, gerakan yang dihasilkan lebih terbatas dibandingkan dengan sendi peluru. Contohnya, hubungan antara tulang pengumpil dan tulang pergelangan tangan.
- 5) Sendi Pelana  
Sendi pelana adalah hubungan antartulang yang kedua ujung tulangnya membentuk hubungan mirip seperti pelana dan tubuh orang yang menunggangi kudanya. Misalnya, sendi yang dibentuk oleh tulang-tulang telapak tangan dan tulang pergelangan tangan.
- 6) Sendi Luncur  
Sendi luncur adalah hubungan antar tulang yang kedua ujung tulangnya sedikit rata sehingga terjadi gerakan menggeser. Contohnya persendian yang dibentuk oleh tulang-tulang pergelangan tangan, pergelangan kaki, serta antar tulang selangka.

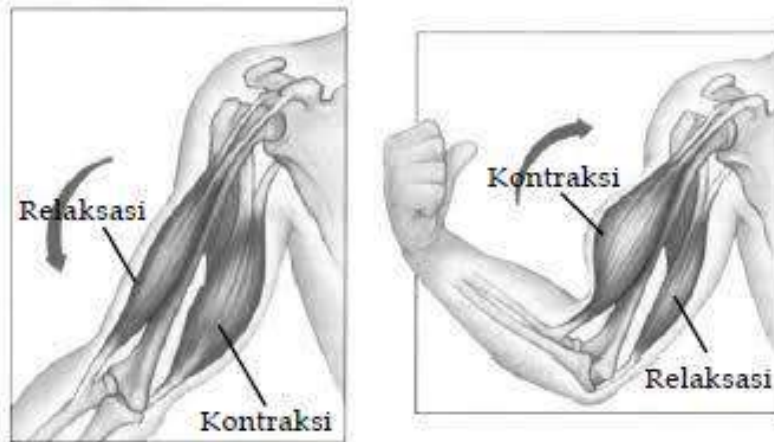


## E. Otot

Tulang adalah alat gerak pasif sedangkan otot adalah alat gerak aktif. Tulang berfungsi menunjang pergerakan otot ketika otot berkontraksi atau

berelaksasi. Dalam keseharian, otot lebih dikenal sebagai daging. Berdasarkan letaknya, dalam tubuh manusia terdapat lebih kurang 600 jenis otot yang berbeda. Otot tidak hanya menggerakkan rangka, tetapi juga menggerakkan organ-organ tertentu dalam tubuh. Misalnya, jantung, usus, dan lambung. Kerja otot juga mengakibatkan membesar dan mengecilnya rongga dada, tempat paru-paru berada. Ada tiga karakter yang dimiliki otot, yaitu sebagai berikut:

- a. *Kontraktibilitas*, adalah kemampuan otot untuk memendek. Ketika memendek, otot berkontraksi. Jika otot menempel pada tulang, otot akan menarik tulang tersebut.



Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

- b. *Ekstensibilitas*, adalah kemampuan otot untuk memanjang melebihi ukuran semula. Pada saat otot memanjang, otot berelaksasi.

## 1. Klasifikasi Otot

Berdasarkan morfologi, cara kerja, dan lokasinya dalam tubuh, otot dapat dibagi menjadi tiga jenis.

### a. Otot Lurik

Seperti halnya tulang, otot memiliki beberapa jenis. Otot lurik disebut juga otot rangka karena otot jenis ini menempel pada rangka

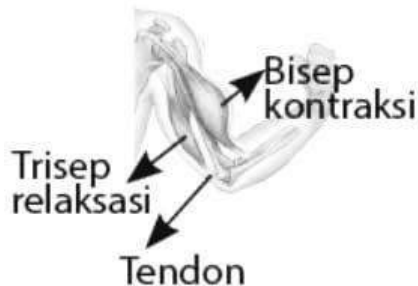
dan menjadi alat gerak utama. Otot lurik memiliki sel yang berbentuk silindris dan memiliki banyak inti. Kerja otot lurik dikendalikan oleh sistem saraf pusat dan disadari. Berdasarkan cara melekatnya di tulang, terdapat dua bagian otot, yaitu origo dan insersio. Origo merupakan ujung otot yang menempel di tulang yang kedudukannya tetap (tumpuan) ketika otot berkontraksi. Adapun insersio merupakan bagian otot yang menempel pada tulang yang akan digerakkan ketika otot berkontraksi.

b. Otot Polos

Otot polos sering juga disebut otot organ dalam atau otot viseral. Otot polos terdapat di organ-organ dalam, misalnya di saluran-saluran dalam sistem pernapasan, sistem pencernaan, pembuluh darah, dan saluran kencing. Bentuk sel-sel otot polos menyerupai gelendong dengansatu inti di tengah. Otot polos tidak dikendalikan oleh sistem saraf pusat sehingga otot-otot polos bekerja di luar kesadaran.

c. Otot Jantung

Otot Jantung memiliki struktur mirip dengan struktur otot lurik Hal yang membedakannya adalah serabut otot jantung memiliki percabangan di serabut-serabut ototnya. Otot jantung menggerakkan jantung dan jenis sarafnya adalah saraf otonom. Oleh karena itu, otot jantung bekerja di luar kesadaran.



## 2. Sifat Kerja Otot

Otot-otot saling bekerja sama ketika melakukan gerak. Minimal terdapat dua otot yang bekerja sama, otot pertama dan kedua berkontraksi ke arah yang berlawanan. Oleh karena itu, kedua otot tersebut dikatakan melakukan kerja yang antagonis. Pergerakan yang disebabkan otot-otot tersebut dapat berupa ekstensor dan fleksor (meluruskan dan membengkokkan), depressor dan elevator (ke bawah dan ke atas), supinator dan pronator (menengadahkan dan menelungkup), dan abduktor dan adductor (menjauhi dan mendekati sumbu tubuh).

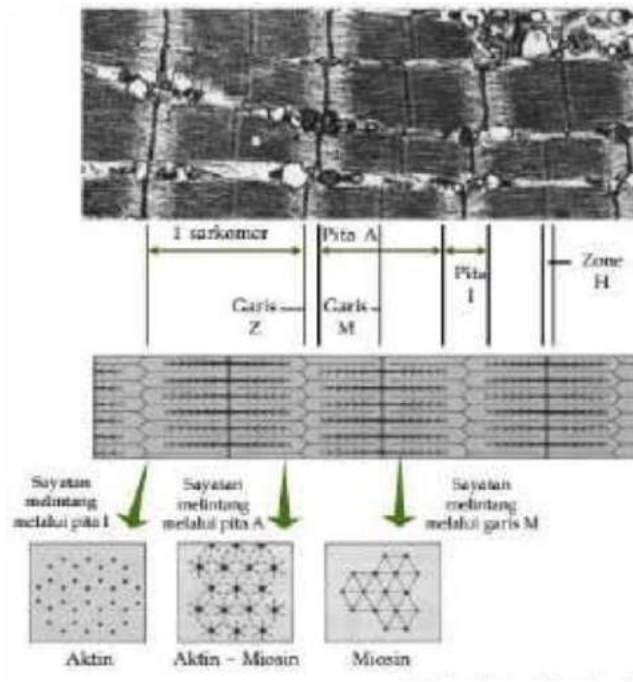
Contoh otot yang bekerja antagonis adalah otot bicep dan trisep dilengan bagian atas. Ketika otot bicep berkontraksi dan otot trisep berelaksasi, siku terlipat dan lengan bawah terangkat. Sebaliknya, ketika otot bicep berelaksasi dan otot trisep berkontraksi, siku lurus dan lengan bawah turun. Jenis gerakan yang dihasilkan otot bicep dan trisep tersebut adalah gerakan ekstensor-fleksor. Jadi, otot bicep berperan sebagai otot fleksor karena kontraksinya membengkokkan lengan. Sementara itu, otot trisep adalah otot ekstensor karena kontraksinya meluruskan lengan. Dua atau lebih otot yang berkontraksi ke arah yang sama disebut otot yang bekerja sinergis, merupakan lawan dari bekerja secara antagonis. Contoh otot yang bekerja sinergis adalah gerakan supinasi-pronasi pada telapak tangan kita.

## 3. Mekanisme Kerja Otot

Pada tahun 1955, Hansen dan Huxly, mengemukakan teori *sliding filaments* (filamen yang bergeser) pada otot lurik. Mereka menyatakan bahwa saat otot berkontraksi tidak terjadi pemendekan filamen, namun hanya pergeseran filamen-filamen. Melalui pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron dan difraksi sinar X, Hansen dan Huxly menemukan dua set filamen, yaitu aktin dan miosin. Aktin dan miosin tersebut bergeser sehingga otot dapat memendek dan memanjang saat otot berkontraksi dan berelaksasi. Filamen tersebut

terdapat di dalam sarkomer. Sarkomer terdapat dalam sel otot. Jumlah filamen dalam satu sarkomer dapat mencapai ratusan hingga ribuan filamen, bergantung jenis ototnya. Filamen-filamen tersebut membangun 80% massa sarkomer.

Pada saat berkontraksi, filamen aktin berikatan dan meluncur sepanjang filamen miosin. Perhatikan Gambar 5.3. Zona H adalah bagian terang, yang berada di antara bagian A yang berupa pita gelap. Pita yang terang disebut pita I. Pada saat berkontraksi, di zona-zona tersebut terjadi perubahan. Pita I dan zona H akan berubah jadi semakin sempit, atau bahkan hilang sama sekali (Levine and Miller, 1991: 862).



Kontraksi otot dipacu oleh potensial aksi dari sinaps sel saraf yang menyebabkan pelepasan ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) oleh retikulum sarkoplasma (retikulum endoplasma yang terspesialisasi) di otot. Pelepasan  $\text{Ca}^{2+}$  menyebabkan protein regulator tropomiosin dan troponin berubah bentuk. Hal ini memungkinkan terjadi ikatan antara



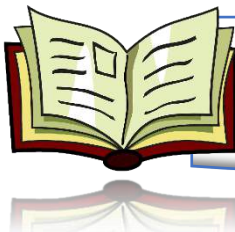
kepala miosin dan filamen aktin. Ketika filamen-filamen aktin meluncur menuju tengah sarkomer, otot memendek (kontraksi). Pada saat relaksasi, filamen-filamen tersebut kembali ke bentuk semula. Pada saat filamen aktin meluncur, kepala miosinakan membentuk ikatan (cross bridges) dengan sebuah bonggol pada badan filamen aktin. Agar dapat berikatan, dibutuhkan energi yang diperoleh dari pemecahan ATP (adenosine triphosphate) menjadi ADP (*adenosinediphosphate*). Kombinasi aktin dan miosin dengan bantuan energi dari ATP ini disebut aktomiosin. Berikut adalah reaksinya:



Sel otot umumnya hanya menyimpan sedikit ATP untuk beberapa kali kontraksi. Untuk kontraksi berulang, diperlukan ATP lebih banyak. Energi tersebut diperoleh dari cadangan energi berupa kreatin fosfat. Cadangan energi ini memberikan gugus fosfat kepada ADP (*adenosine diphosphate*) untuk membentuk ATP. Namun, cadangan kreatin fosfat akan habis jika otot bekerja lebih keras. Untuk menunjang pergerakan otot yang lebih keras dan lama, mitokondria sel otot lebih banyak memerlukan glukosa dan oksigen. Oleh karena itu, detak jantung dan napas akan lebih cepat. Glukosa dan oksigen digunakan untuk respirasi sel dan menghasilkan ATP. Meskipun detak jantung dan napas lebih cepat, namun tetap diperlukan waktu bagi glukosa dan oksigen mencapai sel otot. Untuk menyediakan energi secara cepat, glukogen yang terdapat pada otot dapat dipecah menjadi glukosa dan asam laktat. Secara normal sel memerlukan oksigen untuk memecah karbohidrat dan menyintesis ATP. Namun, pemecahan glikogen dapat terjadi tanpa oksigen, yaitu melalui proses fermentasi asam laktat. Selama latihan keras, asam laktat terakumulasi di otot. Asam laktat di otot dapat menyebabkan otot lelah dan sakit. Namun, asam laktat secara berkalater bawa aliran darah menuju hati. Kemudian, asam laktat diubah menjadi asam piruvat oleh sel hati. Proses fermentasi asam laktat untuk

menghasilkan ATP ini disebut juga respirasi anaerob (berasal dari Bahasa Yunani, *an* artinya tanpa; *aer* artinya udara; *bios* artinya hidup).

Ketika detak jantung dan napas bertambah kencang, hal ini memberikan lebih banyak udara pada sel otot sehingga sel otot mampu melakukan respirasi secara normal (respirasi aerob). Sebagian besar ATP yang dihasilkan mitokondria melalui proses fosforilasi oksidatif. Proses ini menggunakan energi kimia yang berasal dari katabolisme karbohidrat, lemak, atau protein. Jika Anda berhenti berolahraga, Anda akan tetap bernapas kencang beberapa saat. Oksigen tambahan ini digunakan untuk mengubah banyak asam laktat menjadi glikogen kembali.



## **F. Kelainan dan Gangguan Pada Sistem Gerak Manusia**

### **1. Kelainan dan Gangguan Pada Tulang**

Terdapat beberapa kelainan dan gangguan yang dapat terjadi pada tulang, di antaranya yaitu rakhitis, osteoporosis, mikrosefalus, patah tulang, terkilir, kelainan bentuk tulang, dan artritis.

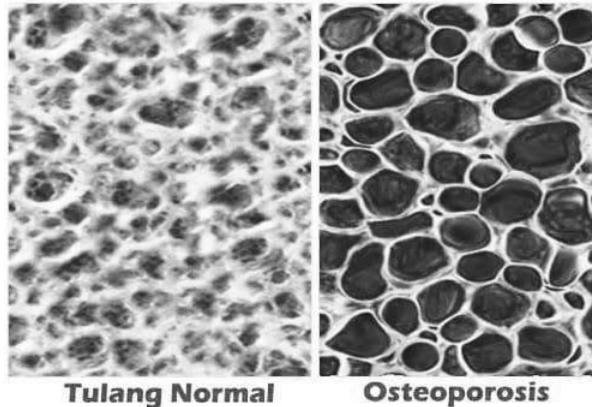
#### **a. Kekurangan Vitamin D**

Pada tubuh manusia, vitamin D dibentuk dari provitamin D dengan bantuan sinar matahari. Vitamin D sangat dibutuhkan untuk proses pelekatan kalsium di tulang ketika proses penulangan pada masa anak-anak. Kekurangan vitamin D biasanya terjadi karena tubuh kurang mendapat sinar matahari yang cukup. Akibatnya, anak yang kekurangan vitamin D ini menderita kelainan pertumbuhan yang disebut rakhitis. Hal tersebut ditunjukkan oleh kedua kaki yang

berbentuk X atau O.

b. Osteoporosis

Osteoporosis adalah kelainan tulang, yaitu kondisi tulang menjadi lebih lunak. Hal tersebut dapat terjadi karena kekurangan hormon-hormon tertentu yang membantu pelekatan kalsium. Selain itu, penderita kelainan ini dapat disebabkan juga oleh kekurangan kalsium dalam makanannya sehingga tubuhnya menggunakan kalsium yang tersimpan pada tulangnya. Akibatnya, pada tingkat tertentu tulang menjadi lebih lunak.



c. Mikrosefalus

Mikrosefalus adalah kelainan pada ukuran kepala bayi yang lebih kecil atau tidak proporsional. Hal tersebut disebabkan ketika hamil, seorang ibu mengalami kekurangan kalsium sehingga pembentukan tengkorak bayi tidak sempurna.

d. Patah Tulang (Fraktura)

Ada beberapa jenis patah tulang, yaitu:

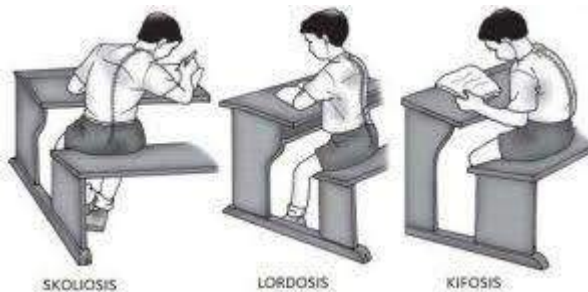
- Patah tulang terbuka, tulang yang patah mencuat keluar sehingga merobek kulit.
- Patah tulang tertutup, tulang yang patah tidak melukai kulit. Patah tulang lebih banyak disebabkan oleh kecelakaan

yang dialami penderita.

e. Terkilir

Seseorang dikatakan terkilir karena ligamen yang membungkus persendian tertarik ketika melakukan gerakan yang tiba-tiba atau tidak biasa dilakukan. Pada kasus dislokasi, ligamen sobek sehingga sendi bergeser. Dislokasi disebut juga *urai sendi*.

f. Kelainan Bentuk Tulang Belakang



Kebiasaan duduk yang salah atau kebiasaan membawa beban hanya di satu sisi tubuh saja, dapat menyebabkan kelainan pertumbuhan tulang belakang. Ada beberapa jenis kelainan, yaitu:

- *Kifosis*, jika posisi punggung dan panggul menjorok ke belakang.
- *Lordosis*, jika bagian leher dan panggul menjorok ke depan.
- *Scoliosis*, jika punggung membengkok ke samping.

g. Artritis

Artritis adalah gangguan pada persendian. Artritis dapat dibedakan sebagai berikut:

- *Artritis gout*, terjadi karena adanya timbunan asam urat. Pada umumnya, terjadi pada sendi-sendi tangan. Akibatnya, sendi-senditangan terlihat lebih besar.
- *Osteoartritis* disebabkan oleh menipisnya lapisan tulang rawan diujung tulang. Hal tersebut menyebabkan persendian sakit

ketika digerakkan.

- *Arthritis eksudatif*, terjadi karena serangan kuman tertentu yang menyebabkan peradangan pada persendian. Sendi dipenuhi oleh cairan getah bening.
- *Arthritis sikka*, terjadi karena berkurangnya cairan sinovial. Hal tersebut menyebabkan rasa sakit ketika menggerakkan persendian.

## 2. Kelainan dan Gangguan Pada Otot

Otot sebagai alat gerak aktif dapat mengalami gangguan. Jika mengalami gangguan, kerja otot dapat terganggu. Gangguan pada otot dapat terlihat, contohnya jika kita bergerak mengalami rasa sakit pada bagian betis atau bagianlainnya. Berikut contoh kelainan dan gangguan yang terjadi pada otot:

### a. Atrofi

Atrofi adalah keadaan otot menjadi sangat kecil sehingga tidakmampu berkontraksi. Pada umumnya, atrofi terjadi karena lama tidak menggunakan otot tersebut. Misalnya, tidak dapat berjalan karena terlalu lama terbaring sakit.

### b. Tetanus

Tetanus adalah keadaan otot yang kejang karena terus-menerus menerima rangsang. Penyakit tetanus disebabkan oleh *Clostridium tetani*, bakteri yang menghasilkan zat serupa asetilkolin sehingga otot terus terangsang untuk berkontraksi.

### c. Miastenia

Gravis Penyakit ini belum diketahui penyebabnya. Penderitanya perlahan-lahan mengalami pelemahan pada otot-otot tubuhnya hingga akhirnya tidak berfungsi sama sekali. Pada umumnya, penderita kelainan ini meninggal karena otot-otot yang berhubungan dengan sistem perna- pasan tidak dapat berkontraksi.

d. Kelelahan Otot

Kelelahan otot terjadi karena otot terus-menerus berkontraksi. Pada akhirnya, otot akan mengalami kejang atau biasa disebut sebagai kram.

e. Distrofi

Mirip dengan atrofi, penderita distrofi mengalami otot yang mengecil dan tidak dapat berfungsi normal. Namun, distrofi terjadi karena kelainan sejak lahir, diperkirakan kelainan ini bersifat genetik.

f. Hernia

Hernia disebabkan selaput peritoneal yang membatasi rongga perut melemah sehingga tidak mampu menyangga usus. Akibatnya, usus turun dan terkadang mencapai testis atau sampai ke daerah lipat paha.



## Rangkuman

1. Salah satu ciri makhluk hidup adalah bergerak.
2. Gerak pada tumbuhan tidak terlihat nyata, sedangkan gerak pada hewan dan manusia terlihat nyata.
3. Rangka pada hewan dibedakan menjadi eksoskeleton (rangka luar) dan endoskeleton (rangka dalam).
4. Gerak tubuh manusia melibatkan tulang dan otot. Tulang merupakan alat gerak pasif, sedangkan otot merupakan alat gerak aktif.
5. Penyusun rangka manusia adalah tulang. Tulang dibedakan menjadi tulang rawan dan tulang keras.
6. Berdasarkan matriksnya, tulang rawan dibedakan menjadi tulang rawan hialin, tulang rawan elastis, dan tulang rawan fibrosa. Berdasarkan bentuknya, tulang keras dibedakan menjadi tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, dan tulang tak beraturan.
7. Rangka tubuh manusia berfungsi untuk memberi bentuk tubuh, melindungi organ dalam tubuh, menegakkan tubuh, tempat melekatnya otot, tempat menyimpan mineral, dan tempat menyimpan energi.
8. Rangka tubuh manusia tersusun dan rangka aksial dan apendikular. Rangka aksial terdiri atas tulang tengkorak, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk. Rangka apendikular terdiri atas rangka bagian atas dan bagian bawah. Rangka apendikular atas terdiri atas gelang bahu dan tulang tangan. Rangka apendikular bawah terdiri atas gelang panggul dan tulang kaki.
9. Hubungan antartulang disebut dengan artikulasi atau persendian. Berdasarkan ada tidaknya gerakan, artikulasi dapat dibedakan menjadi sendi mati (sinartrosis), sendi kaku (amfiartrosis), dan sendi gerak (diartrosis).
10. Sendi mati merupakan sendi yang dihubungkan oleh serat jaringan ikat sehingga tidak dapat digerakkan. Contohnya adalah sendi antartulang tengkorak.
11. Sendi kaku merupakan sendi yang dihubungkan oleh kartilago sehingga dapat digerakkan secara terbatas. Contohnya adalah sendi antar ruas tulang belakang serta sendi antar tulang rusuk dan tulang dada.
12. Sendi gerak merupakan sendi yang tidak dihubungkan oleh jaringan ikat sehingga tulang dapat digerakkan. Sendi gerak ada empat macam, yaitu sendi putar, sendi engsel, sendi pelana, dan sendi peluru.
13. Otot disebut juga alat gerak aktif karena otot dapat berkontraksi. Otot memiliki tiga ciri, yaitu kontraktibilitas yang merupakan kemampuan otot untuk memendek dari ukuran semula, ekstensibilitas yang merupakan kemampuan otot untuk kembali ke ukuran semula. Berdasarkan bentuk dan cara kerjanya, otot dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu otot lurik, otot polos, dan otot jantung.
14. Sifat kerja otot dibedakan menjadi antagonis dan sinergis.
15. Kesehatan sistem gerak manusia perlu dijaga dengan mengonsumsi makanan bergizi, berolahraga, cukup istirahat, dan melakukan sikap tubuh yang benar.

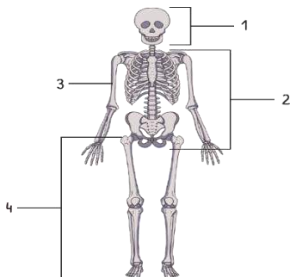


## Tes Formatif

Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !

1. Sistem gerak pada manusia adalah ...

2. Berdasarkan gambar berikut, yang ditunjukkan dalam kelompok rangka aksial ditunjukkan oleh nomor ...





3. Bentuk tulang pipa ditunjukkan oleh gambar nomor ...



1



2



3




4

4. Kelainan pada pada gambar dibawah ini disebut ...



5. Apa saja kelainan dan gangguan pada otot manusia....



## UNIT 3

# Sistem Peredaran Darah Manusia



## A. Pengertian Sistem Peredaran Darah Manusia

Sistem sirkulasi dibangun oleh darah, sebagai medium transportasi tempat bahan- bahan yg akan disalurkan dilarutkan atau diendapkan, pembuluh darah yang berfungsi menjadi saluran untuk mengarahkan serta mendistribusikan darah asal jantung ke semua tubuh dan mengembalikannya ke jantung, serta jantung yg berfungsi memompa darah agar mengalir ke seluruh jaringan.

Sistem peredaran berperan dalam homeostatis menggunakan berfungsi sebagai sistem transportasi tubuh menggunakan mengangkut oksigen, karbondioksida, zat-zat residu, elektrolit, nutrisi serta hormon asal satu bagian tubuh ke bagian tubuh yang lain. Bagaimanakah sistem ini bekerja? berikut adalah akan dipaparkan hal-hal yang terkait dengan sistem aliran darah pada manusia.

### 1. Darah

Secara historis, banyak budaya di seluruh dunia, baik kuno dan modern, meyakini kemagisan darah. Darah dianggap sebagai "esensi kehidupan" karena hilangnya darah yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kematian. dari zaman dahulu, orang telah melihat darah. Darah memiliki fungsi regulasi serta memainkan peran penting pada

sebagai penyebab adanya kehidupan. Gladiator Romawi meminum darah karena menganggap darah memiliki kekuatan penting yang bisa membentengi diri dari pertempuran. Darah juga dikaitkan dalam memilih karakter dan emosi. Orang dari keturunan bangsawan digambarkan sebagai "darah biru," sedangkan penjahat dianggap memiliki darah "buruk ". Dikatakan juga bahwa kemarahan menyebabkan darah "mendidih". Bahkan waktu ini, kita sebagai khawatir ketika kita menemukan diri kita berdarah, serta akibat emosional dari darah sudah cukup untuk membuat banyak orang pingsan waktu melihatnya.

Darah melakukan banyak fungsi penting buat kehidupan serta dapat mengatakan poly wacana kesehatan kita. Darah adalah jenis jaringan ikat, terdiri atas sel-sel (eritrosit, leukosit, dan trombosit) yg terendam di cairan kompleks plasma. Darah menghasilkan lebih kurang 8% asal berat total tubuh. pergerakan konstan darah sewaktu mengalir dalam pembuluh darah mengakibatkan unsur-unsur sel beredar merata pada pada plasma. di bawah ini akan dipaparkan tentang darah meliputi, fungsi darah, komposisi darah (plasma, sel darah), proses pembekuan darah, penggolongan darah, kelainan pada darah.

#### a. Fungsi Darah

Fungsi darah masuk ke dalam 3 kategori, yaitu transportasi, pertahanan, sertaregulasi, yang akan dibahas berikut ini.

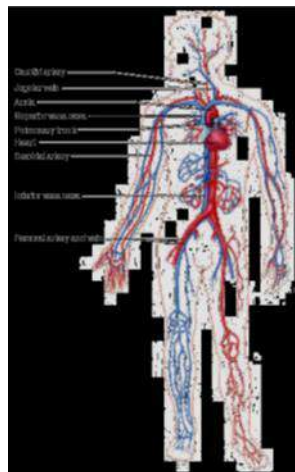
- 1) Darah merupakan media transportasi utama yang mengangkut gas, nutrisidan produk limbah. Oksigen dari paru-paru diangkut darah dan didistribusikan ke sel-sel. Karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel diangkut ke paru-paru untuk dibuang setiap kali kita menghembuskan nafas. Darah pula mengangkut produk-produk limbah lain, seperti kelebihan nitrogen yang dibawa ke ginjal untuk dieliminasi. Selain itu, darah mengambil nutrisi dari saluran pencernaan untuk dikirimkan ke

- 2) sel-sel. Selain transportasi nutrisi serta limbah, darah mengangkut hormon yang disekresikan berbagai organ ke dalam pembuluh darah untuk disampaikan ke jaringan. Banyak zat yang diproduksi di galat satu bagian tubuh serta diangkut ke bagian yang lain, buat dimodifikasi. menjadi contoh, prekursor vitamin D diproduksi di kulit serta diangkut oleh darah ke hati serta kemudian ke ginjal buat diproses menjadi vitamin D aktif. Vitamin D aktif diangkut darah ke usus kecil, buat membantu penyerapan kalsium. contoh lain ialah asam laktat yang didapatkan oleh otot rangka selama respirasi anaerob. Darah membawa asam laktat ke hati yg akan diubah menjadi glukosa.
- 3) Darah berperan dalam menjaga pertahanan tubuh dari invasi patogen dan menjaga dari kehilangan darah. Sel darah putih tertentu bisa menghancurkan patogen dengan cara fagositosis. Sel darah putih lainnya menghasilkan dan mengeluarkan antibodi. Antibodi adalah protein yang akan bergabung dengan patogen eksklusif buat dinonaktifkan. Patogen yang dinonaktifkan lalu dihancurkan oleh sel-sel darah putih fagosit. ketika saat cedera, terjadi pembekuan darah sehingga menjaga terhadap kehilangan darah. Pembekuan darah melibatkan trombosit dan beberapa protein seperti trombin dan fibrinogen. Tanpa pembekuan darah, kita bisa mati kehabisan darah sekalipun dari luka yang kecil.
- 4) homeostasis. Darah membantu mengatur suhu tubuh dengan mengambil panas, sebagian besar dari otot yang aktif, dan dibawa seluruh tubuh. Jika tubuh terlalu hangat, darah diangkut ke pembuluh darah yg melebar pada kulit. Panas akan menyebar ke lingkungan, serta tubuh mendingin balik ke suhu normal. Bagian cair berasal darah (plasma), mengandung garam terlarut serta protein. Zat terlarut ini membentuk tekanan osmotik darah. menggunakan cara ini, darah berperan

pada membantu menjaga keseimbangan. Buffer darah (bahan kimia tubuh yg menstabilkan pH darah), mengatur keseimbangan asam-basa tubuh serta tetap di pH yg cukup konstan yaitu 7,4.

#### b. Komposisi Darah

Darah merupakan jaringan, serta, seperti jaringan apapun, mengandung sel serta fragmen sel. Secara kolektif, sel-sel serta fragmen sel dianggap elemen padat. Sel dan fragmen sel tersuspensi pada cairan yg diklaim plasma. maka sebab itu, darah diklasifikasikan menjadi jaringan ikat cair. Elemen padat pada darah adalah sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keeping darah (trombosit).





## B. Bagian – Bagian Pada Sistem Peredaran Darah

Bagian-bagian pada sistem Peredaran Darah merupakan sarana untuk mengedarkan darah seluruh tubuh berupa pembuluh darah dan jantung. Adapun bagian-bagiannya yaitu :

### 1. Pembuluh Darah

Pembuluh darah merupakan sarana untuk mengedarkan darah ke seluruh bagian tubuh. Ada dua jenis pembuluh darah yaitu Arteri dan vena.

#### a. Arteri

Arteri adalah pembuluh yang berfungsi untuk mengangkut darah yang keluar dari jantung. Tekanan darah di pembuluh ini cukup besar terhadap dinding pembuluh. Untuk menahan tekanan tersebut, arteri harus mempunyai dinding yang cukup tebal dan elastis. Letak pembuluh arteri lebih ke dalam jaringan tubuh

#### b. Vena

Vena atau pembuluh balik merupakan pembuluh yang membawa darah menuju jantung. Disepanjang pembuluh vena, terdapat katup-katup yang mencegah darah kembali ke jaringan tubuh. Pembuluh vena terletak lebih ke permukaan jaringan tubuh.

### 2. Jantung

Jantung sebagai alat pemompa darah terletak di rongga dada sebelah kiri. Jantung dibungkus oleh tiga lapisan, yaitu endokardium, miokardium dan perikardium.

- 1) Endokardium merupakan selaput yang membatasi ruangan jantung. Lapisan ini mengandung pembuluh darah, saraf dan cabangcabang dari sistem peredaran darah ke jantung.

- 2) Miokardium merupakan otot jantung yang tersusun dari berkas-berkas otot.
- 3) Perikardium merupakan selaput pembungkus jantung yang terdiri dari 2 lapis dengan cairan limpha diantaranya yang bertugas sebagai pelumas untuk menahan gesekan. Ruang jantung manusia terdiri dari empat ruangan, yaitu atrium kanan, atrium kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri. Diantara atrium kanan dengan ventrikel kanan terdapat katup trikuspidalis. Katup ini berfungsi untuk mencegah agar darah dalam ventrikel kanan tidak masuk kembali ke atrium kanan. Diantara atrium kiri dengan ventrikel kiri terdapat katup bikuspidalis. berfungsi untuk mencegah darah dalam ventrikel kiri tidak mengalir kembali ke atrium kiri. Sedangkan untuk mencegah terjadinya aliran balik darah dari aorta ke ventrikel kiri dibatasi oleh katup semilunaris aorta. Untuk mencegah terjadinya aliran balik darah dari arteri pulmoner ke ventrikel kanan maka dibatasi oleh katup semilunaris pulmoner.



### **C. Fungsi Sistem Peredaran Darah Manusia**

Sistem peredaran darah manusia memiliki fungsi yang sangat penting untuk tubuh, salah satunya sebagai pengangkut darah yang penting ke tubuh. Selain itu sistem peredaran darah juga memiliki fungsi lain yaitu seperti berikut ini:

1. Memiliki peran sebagai pengangkut sari-sari makanan yang ada dari usus ke ke semua bagian tubuh manusia,
2. Sebagai penyalur oksigen dari organ pernafasan paru-paru kemudian mendistribusikannya ke semua tubuh,



3. Sebagai pengangkut karbondioksida dari tubuh ke paru-paru,
4. Sebagai pengangkut hormon dari tempat produksinya ke bagian tubuh yang membutuhkan,
5. Berperan sebagai pengangkut zat sisa hasil dari metabolisme sel ke ginjal,
6. Menjaga kestabilan temperatur tubuh supaya tetap berada pada suhu 36 hingga 37 derajatcelcius,
7. Sebagai pembunuh kuman yang telah masuk ke dalam tubuh manusia,
8. Dapat membantu stabilitas suhu dan pH tubuh,
9. Dapat mempercepat proses pemulihan luka,
10. Dapat mempertahankan fungsi berbagai sistem organ di dalam tubuh.

Bagi orang dewasa memiliki darah kisaran 4,5-5,5 liter dalam tubuhnya. Darah yang dimiliki berperan sebagai nutrisi, mengalirkan oksigen, hormon dan berbagai Komponen penting yang bisa menjaga kesehatan tubuh manusia. Darah ini nantinya akan terus mengalir dari jantung ke semua tubuh lalu kembali ke jantung lagi untuk diperbarui. Jalannya sirkulasi pada darah telah diatur pada sistem kardiovaskuler.



#### **D. Cara Sistem Peredaran Darah Bekerja**

Proses system peredaran darah manusia secara umum terbagi menjadi tiga, yaitu:

##### **1. Sistem Peredaran Darah Sistemik**

Peredaran darah dimulai ketika darah mengalir dari bilik jantung bagian atas keventrikel atau dua bilik jantung bagian bawah. Kemudian, berlangsung periode ejeksi, yaitu ketika kedua ventrikel

memompa darah ke pembuluh darah arteri besar. Dalam peredaran darah sistemik, ventrikel kiri memompa darah kaya oksigen ke arteri utama (aorta). Lalu, darah mengalir dari aorta ke arteri yang lebih besar dan lebih kecil, kemudian masuk ke jaringan kapiler. Selanjutnya, di dalam jaringan kapiler, darah akan melepaskan nutrisi, oksigen, dan zat-zat penting lainnya. Melalui proses ini, darah juga mengambil karbon dioksida dan sisa hasil metabolisme tubuh, dan dibawa kembali ke jantung melalui serambi kanan.

## 2. Sistem Peredaran Darah Pulmonal

Sistem peredaran darah yang satu ini juga sering disebut peredaran darah kecil. Cara kerjanya dengan memompa darah dari ventrikel kanan. Darah yang memiliki kadar oksigen rendah dipompa menuju arteri pulmonalis. Lalu, aliran darah akan bercabang menuju arteri dan kapiler yang lebih kecil.

Di sini, karbon dioksida dilepaskan dari darah ke dalam vesikel paru, dan oksigen segar masuk ke aliran darah. Darah yang kaya oksigen mengalir melalui vena paru dan atrium kiri, menuju ventrikel kiri. Lalu, detak jantung berikutnya memulai siklus baru sirkulasi sistemik.

## 3. Sistem Peredaran Darah Koroner

Sistem peredaran darah koroner berfungsi untuk mengalirkan darah kaya oksigen. Dalam sistem peredaran darah ini, darah yang dialirkan untuk memasok otot jantung. Darah kaya oksigen dialirkan ke otot jantung, agar jantung bias bekerja dengan baik.



## E. Gangguan Pada Sistem Peredaran Darah Manusia

Jika system peredaran darah mengalami gangguan, maka akan berdampak pada fungsi tubuh secara menyeluruh. Fungsi utama dari system sirkulasi adalah untuk memasok oksigen, hormone, dan nutrisi penting lainnya ke sel-sel tubuh dan jaringan. Kelainan dan penyakit pada sistem sirkulasi manusia antara lain :

### 1 Anemia

Anemia merupakan sesuatu keadaan kekurangan eritrosit (hemoglobin). Kekurangan hemoglobin menyebabkan suplai oksigen ke jaringan menurun sehingga dapat mengganggu fungsi kerja sel. Gejala anemia antara lain di tandai dengan muka pucat, cepat lelah, sakit kepala, timbulnya titik-titik hitam pada mata, jantung berdebar-debar, dan bertambahnya kecepatan denyut nadi di pergelangan tangan.

### 2 Talasemia

Talasemia merupakan suatu kelainan pada eritrosit yang berakibat sel tersebut mudah rapuh dan cepat rusak. Talasemia termasuk penyakit keturunan yang dapat terjadi pada perempuan maupun laki-laki.

### 3 Leukemia

Leukemia atau kanker darah merupakan suatu penyakit yang di sebabkan oleh kelebihan produksi leukosit. Leukemia terjadi akibat sumsum tulang atau jaringan limpa bekerja secara tidak normal sehingga produksi leukosit menjadi berlipat ganda, sedangkan produksi eritrosit dan trombosit menurun. Pada saat demikian, jumlah leukosit dapat mencapai 500.000 sel per mm<sup>3</sup>.

### 4 Agranulositosis

Agranulositosis merupakan kebalikan dari leukemia yang berakibat pada menurunnya daya tahan terhadap penyakit. Penyakit ini dapat

menyebabkan seorang pasien meninggal karena infeksi yang tidak dapat ia lawan.

5 Hemofilia

Hemofilia merupakan suatu penyakit yang berakibat sukarnya darah membeku ketika terjadi pendarahan. Hemofilia termasuk penyakit keturunan yang terjadi hampir pada semua keturunan berjenis kelamin laki-laki.

6 Hipertrofi

Hipertrofi merupakan suatu keadaan yang menyebabkan menebalnya otot-otot jantung. Kelainan ini terjadi akibat katup-katup jantung tidak berfungsi secara wajar sehingga jantung tidak bekerja secara ekstra agar darah terus mengalir. Pada waktu tertentu, jantung tidak dapat lagi memberi cukup oksigen kepada jaringan.

7 Jantung koroner

Jantung koroner merupakan penyakit jantung yang disebabkan oleh tersumbatnya arteri koroner, yaitu pembuluh yang menyuplai darah ke jantung. Penyumbatan pembuluh tersebut dapat terjadi karena adanya endapan lemak, terutama berupa kolesterol pada lapisan dalam dinding pembuluh. Penyumbatan pembuluh arteri demikian dikenal dengan istilah arteriosklerosis.

8 Embolisme koroner

Embolisme koroner merupakan suatu keadaan yang menyebabkan arteri koroner terisi oleh bekuan darah secara mendadak. Bekuan darah berasal dari bagian tubuh lain yang terbawa oleh aliran darah ke arteri koroner. Jika seluruh arteri terisi (tersumbat), maka dapat menyebabkan kematian.

9 Varises

Merupakan suatu pelebaran pada pembuluh balik (vena). Varises sering terjadi pada bagian bawah tubuh. Hemaroid atau wasir merupakan varises yang terjadi pada daerah dubur.

## 10 Hipertensi Hipertensi

Merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan tekanan sistoli atas 150mmHg atau tekanan diastol di atas 100 mmHg. Hipertensi atau yang dikenal sebagai tekanan darah tinggi ditandai dengan badan lemah, pusing, napas pendek dan palpitasi jantung. Hipertensi dapat menyebabkan pecahnya pembuluh arteri dan kapiler. Jika terjadi pada otak, maka disebut pendarahan otak.

## 11 Hipotensi Hipotensi

Merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan tekanan sistol dan diastolnya di bawah ukuran normal. Tekanan darah ideal adalah 120 mmHg untuk sistol dan 70 atau 80 mmHg untuk diastol. Hipotensi atau tekanan darah rendah ditandai dengan gejala badan cepat lelah, tangan dan kaki terasa dingin, dan mudah pusing ketika bangun dari tidur.

## 12 Trombus (embolus)

Trombus adalah kelainan pada jantung karena adanya gumpalan di dalam nadi tajuk. Gumpalan ini menyebabkan penyumbatan di dalam nadi sehingga otot jantung kekurangan makanan dan oksigen. Hal ini, menyebabkan sebagian otot jantung mati sehingga terjadi serangan jantung. Pengobatan dapat dilakukan dengan teknik angioplasty yaitu teknik dimana suatu balon yang tipis dan panjang dimasukkan ke dalam pembuluh darah yang menyempit, kemudian balon itu ditiup menggelembung dengan tekanan tinggi sehingga melebarkan pembuluh darah.

## 13 Angina

Penyakit pada peredaran darah yang pertama adalah angina yang ditandai dengan berat dan berulang ketidaknyamanan dada dan nyeri, disebabkan karena kurangnya pasokan darah atau suplai oksigen pada otot jantung. Pada dasarnya, itu diwujudkan sebagai komplikasi yang disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah. Angina sering dianggap sebagai tanda peringatan serangan jantung yang akan datang. Jadi, sesegera mungkin hubungi dokter untuk mendapatkan penanganan

yang tepat.

#### 14 Aterosklerosis

Aterosklerosis adalah penyakit sistem peredaran darah, akibat akumulasi deposit lemak dalam dinding pembuluh darah, terutama arteri. Dengan kata lain, arteri terutama dipengaruhi oleh aterosklerosis. Selama periode waktu, arteri mengeras dan dinding kehilangan elastisitasnya. Komplikasi aterosklerosis termasuk penyakit jantung dan serangan jantung.

#### 15 Kardiomiopati

Penyakit dan gangguan sistem peredaran darah termasuk kardiomiopati, yang disebabkan karena melemahnya otot jantung atau miokardium. Pada tahap awal, otot-otot ventrikel atau otot ruang jantung yang lebih rendah terpengaruh. Jika tidak diobati, menyebar ke otot-otot jantung atas. Dalam kasus yang parah, kardiomiopati dapat menyebabkan gagal jantung kongestif dan bahkan menyebabkan kematian.

#### 16 Cacat jantung

Bawaan Cacat jantung bawaan muncul pada saat lahir dan bisa ringan atau berat. Janin mungkin menunjukkan perkembangan yang tidak lengkap atau organ jantung tidak normal (abnormal), menyebabkan gejala seperti murmur jantung pada bayi. Penyebab pasti penyakit jantung bawaan tidak diketahui. Dalam beberapa kasus, masalah genetik menyebabkan cacat ini, sementara yang lain berkembang tanpa alasan apapun.

#### 17 Kolesterol tinggi

Kolesterol tinggi atau hiperkolesterolemia ditandai dengan meningkatnya kolesterol. Ada dua jenis utama dari kolesterol, yaitu low-density lipoprotein (LDL) atau kolesterol jahat dan high density lipoprotein (HDL) atau kolesterol baik. Tingginya kadar kolesterol jahat (LDL) meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke.

#### 18 Serangan jantung Myocardial infarction (MI)

Merupakan istilah teknis untuk serangan jantung. Serangan jantung

sering menyerang banyak orang, dan ini adalah salah satu contoh penyakit yang mengganggu peredaran darah. Serangan jantung dapat terjadi ketika suplai darah terhenti atau terputus dari jantung, biasanya disebabkan oleh gumpalan darah. Beberapa serangan jantung kecil, tetapi yang lain bisa mengancam jiwa.

#### 19 Stroke

Penyakit pada peredaran darah yang juga sering menyerang adalah stroke. Penyakit ini dapat terjadi ketika salah satu pembuluh yang mengarah ke otak tersumbat oleh gumpalan darah atau pecah. Ini menghentikan aliran darah dan mencegah oksigen masuk ke otak.



## Rangkuman

1. Sistem peredaran darah manusia tersusun dari alat peredaran darah, yaitu jantung, pembuluh darah (arteri, vena, dan kapiler), serta darah (plasma darah, eritrosit, leukosit, dan trombosit).
2. Fungsi darah manusia, di antaranya mengatur suhu tubuh, mengedarkan zat makanan, oksigen, dan karbon dioksida, serta membunuh kuman.
3. Sistem peredaran darah manusia adalah manusia adalah peredaran darah ke seluruh tubuh, darah melewati jantung dua kali.
4. Berdasarkan ada tidaknya aglutinin dan aglutinogen dalam darah, darah dibagi menjadi empat golongan, yaitu A, B, AB, dan O.
5. Leukosit, antibodi/antigen, limfa, limpa dan tonsil digunakan untuk pertahanan tubuh.
6. Penyakit dan gangguan pada organ sistem peredaran darah manusia, antara lain varises, leukemia, anemia, stroke, hipertensi dan hipotensi.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal di bawah ini dengan tepat !**

- 1 Apa yang dimaksud sistem peredaran darah pada manusia adalah ...

- 2 Pada sistem peredaran darah, terdapat peredaran darah besar dan peredaran darah kecil. Mekanisme peredaran darah kecil adalah ....

- 3 Arteriosklerosis merupakan kelainan dalam sistem peredaran darah manusia yaitu ...



4 Jenis pembuluh darah yaitu arteri dan vena yang berfungsi untuk....

5 Gangguan pada sistem peredaran darah pada manusia salah satunya yaitu penyakit anemia yang disebabkan karena....

## UNIT 4

# Sistem Pencernaan Pada Manusia



### A. Pengertian Sistem Pencernaan Manusia

Nabila (2015), Sistem pencernaan merupakan sistem yang memproses mengubah makanan dan menyerapsari makanan yang berupa nutrisi-nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh. Sistem pencernaan juga akan memecah molekul makanan yang kompleks menjadi molekul yang sederhana dengan bantuan enzim sehingga mudah dicerna oleh tubuh. Sistem pencernaan pada manusia hampir sama dengan sistem pencernaan hewan lain yaitu terdapat mulut, lambung, usus, dan mengeluarkan kotorannya melewati anus. Proses pencernaan pada manusia terbagi atas 5 macam yaitu:

#### 3. Injesti

Adalah proses menaruh atau memasukkan makanan di mulut. Biasanya menggunakan tangan atau menggunakan alat bantu seperti sendok, garpu, sumpit, dan lain sebagainya.

#### 4. Pencernaan Mekanik

Proses pencernaan mekanik yaitu proses mengubah makanan menjadi kecil dan lembut. Pencernaan mekanik dilakukan oleh gigi dan alat bantu lain seperti batu kerikil pada burung merpati. Proses ini bertujuan

untuk membantu untuk mempermudah proses pencernaan kimiawi. Proses ini dilakukan secara sadar atau sesuai dengan keinginan kita

#### 5. Pencernaan Kimiawi

Proses pencernaan kimiawi yaitu proses mengubah molekul-molekul zat makanan yang kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna. Pencernaan kimiawi dilakukan oleh enzim, asam, "bile", dan air. Proses ini dilakukan secara tidak sadar karena yang mengaturnya adalah enzim.

#### 6. Penyerapan

Penyerapan adalah gerakan nutrisi dari sistem pencernaan ke sistem sirkulasi dan "sympathic capillaries" melalui osmosis, transport aktif, dan difusi.

#### 7. Penyingkiran

Merupakan penyingkiran/pembuangan material yang tidak dicerna dari "tract" pencernaan melalui defekasi.



## B. Macam – Macam Organ Pencernaan Manusia

Menurut (Pratama, 2019), saluran pencernaan terdiri atas:

#### 1. Rongga Mulut

Di dalam rongga mulut terdapat lidah, kelenjar ludah, dan gigi-gigi. Gigi merupakan alat untuk menghaluskan makanan. Lidah membantu gigi dalam proses melumatkan makanan. Ludah menghasilkan enzim pencernaan, air, dan lendir.

Di dalam rongga mulut terdapat alat-alat penting yang membantu proses pencernaan makanan. Alat-alat tersebut yaitu:

a. Gigi

Gigi merupakan alat-alat pencernaan mekanik, karena berfungsi untuk menghancurkan makanan. Fungsi ini sangat penting untuk memperlancar proses pencernaan makanan.

b. Lidah

Lidah terdapat pada bagian bawah rongga mulut. Fungsinya sangat penting karena membantu proses mengunyah, proses menelan, berbicara, mengecap makanan, dan mengenali tekstur makanan.

c. Kelenjar Ludah

Terdapat 3 kelenjar ludah yang besar yaitu:

1) Kelenjar Sublingual

Terdapat di bawah lidah, menghasilkan getah berupa air dan lendir.

2) Kelenjar Submandibula

Terdapat pada rahang bawah di belakang kelenjar sublingual, menghasilkan getah berupa air dan lendir.

3) Kelenjar Parotis

Menghasilkan ludah yang berbentuk air, terdapat di depan daun telinga. Infeksi pada kelenjar ini menyebabkan penyakit gondongan.

Setiap hari ketiga kelenjar ini menghasilkan sekitar dua setengah liter air ludah. Air ludah mengandung enzim ptialin yang mengubah zat tepung(karbohidrat majemuk) menjadi maltosa.

2. Tekak (farings)

Disebut juga pangkal kerongkongan yang menghubungkan rongga mulut dengan kerongkongan. Pada tekak terdapat persimpangan jalan ke tenggorokan dan kerongkongan.

### 3. Kerongkongan (esofagus)

Pada saluran ini, makanan dari mulut didorong ke dalam lambung melalui gerak peristaltik. Kerongkongan dalam bahasa latin disebut *oesophagus*, merupakan saluran yang berada di belakang tenggorokan (*trachea*). Saluran ini panjangnya kira-kira 25 cm pada orang dewasa yang berakhir di lambung. Fungsi kerongkongan adalah menghasilkan lendir dan mendorong makanan masuk ke lambung dengan gerak peristaltik. Di dalam kerongkongan tidak dihasilkan enzim dan juga tidak terjadi penyerapan zat makanan.

### 4. Lambung

Di dalam lambung makanan dicerna dalam waktu yang agak lama. Lambung terletak di sebelah kiri atas dari bagian perut (abdomen), tepat di bawah tulang iga dan diafragma. Bentuknya seperti kantung, dapat diregangkan sehingga mampu menampung sejumlah makanan.

### 5. Usus Halus dan Usus Besar

Usus halus terdiri atas 3 bagian yaitu duodenum (usus 12 jari) panjangnya kira-kira 25 cm, jejunum panjangnya kira-kira 250 cm, dan ileum panjangnya kira-kira 360 cm. Didalam usus terjadi pencernaan makanan dan penyerapanmakanan.

Usus besar atau kolon panjangnya kira-kira 1 meter. Di dalam usus besar sisa makanan yang tidak tercerna, bersama dengan lendir dan sel-sel mati lainnya dibusukkan oleh bakteri *Escherichia coli* menjadi feses (tinja). Bakteri ini juga menghasilkan vitamin K yang bersama-sama air diserap ke dalam darah. Kolon terdiri atas bagian yang naik yaitu pada daerah usus buntu (appendiks), lalu bagian mendatar, kemudian bagian yang menurun yang berakhir pada rektum. Bila lambung dan usus terisi kembali, maka keadaan ini akan menimbulkan rangsang pada kolon untuk melakukan defekasi (buang air besar). Rangsang ini merupakan gerak refleks. Lubang anus dijaga oleh otot sfinkter anus yang terdiri dari dua lapisan yaitu di sebelah dalam otot dan di sebelah luar otot lurik.



## C. Proses Pencernaan Pada Manusia

### 1. Mulut

Proses pencernaan dimulai sejak makanan masuk ke dalam mulut. Di dalam mulut terdapat alat-alat yang membantu dalam proses pencernaan, yaitu gigi, lidah, dan kelenjar ludah (air liur). Di dalam rongga mulut, makanan mengalami pencernaan secara mekanik dan kimiawi.

### 2. Kerongkongan

Kerongkongan merupakan saluran penghubung antara rongga mulut dengan lambung. Di kerongkongan makanan menuju ke lambung dibantu dengan gerakan peristalsis dari otot-otot kerongkongan. Makanan berada di kerongkongan hanya sekitar enam detik. Bagian pangkal kerongkongan bekerja secara sadar menurut kehendak kita dalam proses menelan.

### 3. Lambung

Lambung tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong, otot-otot tersebut menyebabkan lambung tersebut berkontraksi, sehingga makanan teraduk dengan baik dan bercampur rata dengan getah lambung. Dinding lambung terdiri dari otot yang tersusun melingkar, memanjang, dan menyerong. Otot-otot tersebut menyebabkan lambung berkontraksi, sehingga makanan teraduk dengan baik dan bercampur merata dengan getah lambung. Hal ini menyebabkan makanan di dalam lambung berbentuk seperti bubur. Dinding lambung mengandung sel-sel kelenjar yang berfungsi sebagai kelenjar pencernaan yang menghasilkan getah lambung. Getah lambung mengandung air lendir (mucin), asam lambung, enzim renin, pepsinogen. Getah

lambung bersifat asam yang digunakan untuk membunuh bakteri maupun penyakit yang masuk bersama makanan. Setelah itu makanan diuraikan menggunakan renin, pepsin yang menunjukkan pada lambung terdapat pencernaan kimiawi. Makanan umumnya bertahan 3 sampai 4 jam pada lambung. Biasanya makanan berserat dapat bertahan lebih lama. Dari lambung, makanan sedikit demi sedikit keluar menuju usus duabelas jari melalui sfingter pilorus.

#### 4. Usus Halus

Didalam usus halus makanan mengalami pencernaan kimiawi. Di usus halus terdapat villi yang berfungsi memperluas daerah penyerapan sehingga sari – sari makanan dapat terserap lebih banyak dan cepat. Dinding Villi banyak mengandung kapiler darah dan kapiler limfe (pembuluh getah bening usus). Agar mencapai darah, sari - sari makanan harus menembus sel dinding usus halus yang selanjutnya masuk kedalam pembuluh darah atau pembuluh limfe. Glukosa, asam amino, vitamin, dan mineral setelah diserap oleh usus halus, melalui kapiler darah akan dibawa oleh darah melalui pembuluh vena porta hepar ke hati. Selanjutnya dari hati ke jantung kemudian diarkan keseluruh tubuh. Asam lemak dan gliserol bersama empedu membentuk suatu larutan yang disebut misel. Vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E,dan K) diserap dan diangkat melalui pembuluh getah bening. Selanjutnya, vitamin – vitamin tersebut masuk kedalam sistem peredaran darah. Umumnya sari makanan diserap saat mencapai akhir usus halus. Sisa makanan yang tidak diserap, secara perlahan – lahan bergerak menuju usus besar.

#### 5. Usus Besar

Makanan yang tidak dicerna pada usus halus misalnya selulosa, bersama dengan lendir akan menuju ke usus besar menjadi feses. Didalam usus besar terdapat bakteri *Escheria coli*. Bakteri ini membantu dalam proses pembusukan sisa makanan menjadi feses. Karena sisa makanan banyak mengandung air maka sebagian air kembali diserap lagi di usus besar. Perjalanan makanan sampai di usus

besar dapat mencapai empat sampai lima jam. Namun, di usus besar makanan dapat disimpan sampai dengan 24. Didalam usus besar, feses didorong secara teratur dan lambat oleh gerakan peristaltik menuju rektum poros usus.

#### 6. Anus

Merupakan lubang tempat pembuangan feses dari tubuh, sebelum dibuang feses terlebih dahulu ditampung dibagian rektum. Apabila feses sudah siap dibuang maka otot sphincter rectum mengatur pembukaan dan penutupan anus. Otot sphincter yang menyusun rektum ada 2 yaitu otot polos dan otot lurik. Jadi proses defikasi (buang air besar) dilakukan dengan sadar.



### **D. Manfaat Makanan Sehat Bagi Pencernaan Manusia**

Manfaat makanan sehat bagi pencernaan manusia seperti sayur-sayuran dan buah-buahan adalah sumber serat pangan yang sangat mudah ditemukan dalam bahan makanan. Sayuran dapat dikonsumsi dalam bentuk mentah maupun setelah melalui proses perebusan. Sedangkan buah-buahan Indonesia merupakan negara yang kaya akan aneka macam buah-buahan. Namun dari hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsumsi serat masyarakat Indonesia masih jauh dari kebutuhan serat yang dianjurkan yaitu 30 gram/hari, konsumsi serat rata-rata antara 9,9 – 10,7 gram/hari (Jahari dan Sumarno, 2002 dalam Olwin Nainggolan dan Cornelis Adimunca 2005). Lalu dijelaskan bahwa perhatian kita terhadap peranan serat pangan terhadap kesehatan mulai muncul setelah para ahli membandingkan tingginya kejadian kanker kolon di negara industri maju yang konsumsi



seratnya rendah dibandingkan dengan negara berkembang terutama yang konsumsi seratnya tinggi (seperti di pedalaman Afrika).

Beberapa peneliti dan penulis Olwin Nainggolan dan Coenelis Adimunca, (2005); Sutrisno Koswara (2010); Tensiska (2008); Jansen Silalahi dan Netty Hutagalung (2010); Anonim (2010a); Anonim (2010b); Anik Herminingsih, 2010), mengemukakan beberapa manfaat serat pangan (dietary fiber) untuk kesehatan yaitu

- 1 Mengontrol berat badan atau kegemukan (obesitas)

Serat larut air (soluble fiber), seperti pektin serta beberapa hemiselulosa mempunyai kemampuan menahan air dan dapat membentuk cairan kental dalam saluran pencernaan. Sehingga makanan kaya akan serat, waktu dicerna lebih lama dalam lambung, kemudian serat akan menarik air dan memberi rasa kenyang lebih lama sehingga mencegah untuk mengkonsumsi makanan lebih banyak. Makanan dengan kandungan serat kasar yang tinggi biasanya mengandung kalori rendah, kadar gula dan lemak rendah yang dapat membantu mengurangi terjadinya obesitas.

- 2 Penanggulangan Penyakit Diabetes

Serat pangan mampu menyerap air dan mengikat glukosa, sehingga mengurangi ketersediaan glukosa. Diet cukup serat juga menyebabkan terjadinya kompleks karbohidrat dan serat, sehingga daya cerna karbohidrat berkurang. Keadaan tersebut mampu meredam kenaikan glukosa darah dan menjadikannya tetap terkontrol.

- 3 Mencegah Gangguan Gastrointestinal

Konsumsi serat pangan yang cukup, akan memberi bentuk, meningkatkan air dalam feces menghasilkan feces yang lembut dan tidak keras sehingga hanya dengan kontraksi otot yang rendah feces dapat dikeluarkan dengan lancar. Hal ini berdampak pada fungsi gastrointestinal lebih baik dan sehat.

#### 4 Mencegah Kanker Kolon (Usus Besar)

Penyebab kanker usus besar diduga karena adanya kontak antara sel-sel dalam usus besar dengan senyawa karsinogen dalam konsentrasi tinggi serta dalam waktu yang lebih lama. Beberapa hipotesis dikemukakan mengenai mekanisme serat pangan dalam mencegah kanker usus besar yaitu konsumsi serat pangan tinggi maka akan mengurangi waktu transit makanan dalam usus lebih pendek, serat pangan mempengaruhi mikroflora usus sehingga senyawa karsinogen tidak terbentuk, serat pangan bersifat mengikat air sehingga konsentrasi senyawa karsinogen menjadi lebih rendah.

#### 5 Mengurangi Tingkat Kolesterol dan Penyakit Kardiovaskuler

Serat larut air menjerat lemak di dalam usus halus, dengan begitu serat dapat menurunkan tingkat kolesterol dalam darah sampai 5% atau lebih. Dalam saluran pencernaan serat dapat mengikat garam empedu (produk akhir kolesterol) kemudian dikeluarkan bersamaan dengan feses. Dengan demikian serat pangan mampu mengurangi kadar kolesterol dalam plasma darah sehingga diduga akan mengurangi dan mencegah resiko penyakit kardiovaskuler.



### **E. Penyakit Yang Ditimbulkan Pada Sistem Pencernaan Manusia**

Menurut (Tresnaasih, 2020), ada beberapa penyakit yang akan mengancam sistem pencernaan manusia, antara lain:

#### 1 Diare

Merupakan salah satu gangguan sistem pencernaan yang banyak dialami. Dimana gangguan pencernaan ini akan membuat perut terasa mulas dan feses penderita menjadi encer. Gangguan ini terjadi karena

selaput dinding usus besar di penderita mengalami iritasi. Ada beberapa hal yang menyebabkan seseorang menderita diare, dimana salah satunya yaitu karena penderita mengkonsumsi makanan yang tidak higienis atau mengandung kuman, sehingga dengan begitu gerakan peristaltik usus menjadi tidak terkendali serta di dalam usus besar tidak terjadi penyerapan air. Jika fases penderita bercampur dengan nanah atau darah, maka gejala tersebut menunjukkan bahwa si penderita mengalami desentri yang mana gangguan itu disebabkan karena adanya infeksi bakteri *Shigella* pada dinding usus besar orang yang menderitanya.

## 2 Gastritis

Merupakan penyakit atau gangguan dimana dinding lambung mengalami peradangan. Gangguan ini disebabkan karena kadar asam klorida atau Hcl terlalu tinggi. Selain itu, Gastritis juga dapat disebabkan karena penderita mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung kuman penyebab penyakit.

## 3 Maag

Maag merupakan penyakit yang sudah tidak aneh lagi untuk kita semua, karena penyakit yang satu ini biasanya dialami oleh banyak orang. Maag merupakan penyakit atau gangguan sistem pencernaan yang ditandai dengan adanya rasa perih pada dinding lambung, selain itu maag juga disertai dengan adanya rasa mual dan perut menjadi kembung. Gangguan ini terjadi karena tingginya kadar asam lambung. Penyebab utama gangguan ini yaitu karena pola makan penderita tidak baik atau tidak teratur, stres dan lain sebagainya. *Helicobacter pylori*, merupakan bakteri penyebab terjadinya maag pada manusia.

## 4 Sembelit

Merupakan salah satu gangguan pada sistem pencernaan dimana si penderita akan mengeluarkan fases yang keras. Gangguan ini terjadi disebabkan karena usus besar menyerap air terlalu banyak. Sembelit disebabkan karena kurang mengkonsumsi makanan berserat seperti

misalkan buah dan sayur atau kebiasaan buruk yang selalu menunda buang air besar.

5 Hemaroid atau Wasir

Yaitu pembengkakan berisi pembuluh darah yang membesar. Pembuluh darah yang terkena gangguan ini yaitu berada di sekitar atau di dalam bokong, entah itu di dalam anus atau di dalam rektum. Biasanya kebanyakan hemaroid yaitu penyakit ringan serta tidak menimbulkan adanya gejala.

6 Parotitis Epidimika

Penyakit ini menyerang kelenjar ludah terutama kelenjar parotis. Akibatnya, kelenjar yang terserang menjadi bengkak, panas, dan nyeri. Parotitis disebabkan oleh sejenis virus yang ditularkan melalui air ludah.

7 Caries Gigi (Gigi Berlubang)

Penyakit ini disebabkan oleh bakteri *Streptococcus*. Bakteri ini dapat mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Asam inilah yang secara perlahan-lahan dapat melarutkan email dan menimbulkan lubang. Apabila lubang tersebut telah mencapai pulpa, gigi akan terasa sakit. Untuk mencegah penyakit ini, gosoklah gigi Anda setelah makan.

8 Apendisitis

Merupakan gangguan sistem pencernaan yang mana umbai cacing atau usus buntu mengalami peradangan. Apendisitis ini biasanya terjadi ketika ada sisasisa makanan yang terjebak serta tidak bisa keluar di umbai cacing. Sehingga lama kelamaan umbai cacing tersebut akan menjadi busuk serta akan menimbulkan peradangan yang menjalar ke usus buntu. Jika umbai cacing tidak segera dibuang, maka lama kelamaan akan pecah. Dimana peradangan usus buntu ini biasanya ditandai dengan terdapatnya nanah. Bila gangguan atau penyakit ini tidak terawat, maka akan menyebabkan angka kematian yang cukup tinggi.

## 9 Tukak Lambung

Merupakan keadaan dimana dinding lambung terluka. Gangguan ini disebabkan karena terkikisnya lapisan dinding lambung itu sendiri. Luka yang muncul ini juga bisa saja muncul pada dinding duodenum atau usus kecil serta esofagus atau kerongkongan.

## 10 Apendix atau Radang Usus Buntu

Gangguan atau penyakit yang satu ini menyerang usus buntu. Dimana keadaan ini terjadi karena usus buntu terinfeksi oleh bakteri. Radang usus buntu terjadi karena lubang antara usus buntu dan usus besar tersumbat oleh lendir atau biji cabai.

## 11 Sariawan

Seperti yang kita ketahui, sariawan merupakan gangguan sistem pencernaan yang biasanya muncul di sekitar mulut. Ketika kita mengalami gangguan ini maka ketika makan akan merasakan perih. Sariawan terjadi karena panas dalam pada rongga lidah atau rongga mulut. Dimana penyebab yang paling mendasar dari penyakit ini yaitu kurangnya vitamin C.

## 12 Kolik

Merupakan suatu rasa nyeri yang muncul pada perut, dimana rasa nyeri ini akan hilang dan timbul. Rasa nyeri yang timbul biasanya disebabkan karena saluran di dalam rongga perut tersumbat, seperti misalkan usus, saluran kencing, empedu dan saluran telur pada wanita. Salah satu penyebab gangguan ini yaitu karena mengkonsumsi makanan yang terlalu pedas, asam atau makan terlalu banyak.

## 13 Malnutrisi

Gizi buruk terjadi karena pembentukan enzim mengalami gangguan. Gizi buruk ini disebabkan karena sel-sel pankreas atropi mengalami kehilangan reticulum endoplasma terlalu banyak.

## 14 Keracunan

Biasanya disebabkan karena salah mengkonsumsi makanan. Dimana keracunan biasanya terjadi karena pengaruh bakteri seperti

bakteri Salmonela, yang mana akan menyebabkan penyakit tipus dan paratipus.

#### 15 Cacingan

Penyakit cacingan tentunya sudah tidak asing lagi di tengah-tengah masyarakat Indonesia, hal ini disebabkan karena hampir 80 % orang Indonesia mengalami penyakit yang satu ini. Cacingan merupakan penyakit yang menyerang sistem pencernaan manusia. Penyakit ini biasanya dialami oleh anak-anak, namun bukan berarti orang dewasa tidak akan mengalaminya.



## Rangkuman

1. Zat makanan yang diperlukan tubuh, di antaranya karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral.
2. Nilai gizi makanan adalah banyaknya kalori yang terdapat dalam menu makanan.
3. Sistem pencernaan terdiri atas;
  - a. Saluran pencernaan, yaitu mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus
  - b. Kelenjar pencernaan terdapat di mulut, lambung, usus, dan hati.
4. Pencernaan makanan berlangsung secara mekanis dan secara kimiawi.
5. Pada rongga mulut, makanan dicerna secara mekanis oleh gigi dan secara kimiawi oleh enzim ptialin (amilase) yang terdapat pada air liur. Enzim ptialin berfungsi memecah amilum menjadi maltosa.
6. Getah lambung mengandung asam klorida (HCl), enzim pepsin, dan renin. HCl berfungsi membunuh kuman-kuman yang masuk bersama makanan dan mengaktifkan enzim pepsin. Pepsin berfungsi memecah protein menjadi pepton. Renin berfungsi menggumpalkan protein susu.
7. Pankreas menghasilkan enzim tripsin, amilase, dan lipase. Tripsin berfungsi memecah pepton menjadi asam amino, amilase berfungsi memecah amilum menjadi maltosa, serta lipase berfungsi memecah lemak menjadi asam lemak dan gliserol.
8. Penyerapan zat-zat makanan terjadi di ileum oleh mikrovili. Glukosa, vitamin yang larut dalam air, asam amino, dan mineral akan langsung dibawa oleh pembuluh darah ke seluruh tubuh. Sementara itu, asam lemak, gliserol, dan vitamin yang larut dalam lemak akan dibawa oleh pembuluh getah bening dan akhirnya masuk ke pembuluh darah.
9. Fungsi utama usus besar adalah mengatur kadar air pada sisa makanan. Jika kadar air pada sisa makanan terlalu banyak, dinding usus besar menyerap kelebihan air tersebut. Jika sisa makanan kekurangan air, dinding usus besar akan mengeluarkan air ke sisa makanan tersebut. Di dalam usus besar terdapat mikroorganisme yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan.
10. Kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan, di antaranya parotitis, kerostomia, tukak lambung, apendistis, diare, dan konstipasi.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Sistem pencernaan pada manusia adalah ....

2. Proses pencernaan yang terjadi di mulut berlangsung secara mekanik dan kimiawi dengan menggunakan enzim sebagai katalisatornya. Zat yang diubah di dalam mulut dengan adalah ....

3. Seseorang mengalami gangguan pencernaan makanan dengan gejala sukar buang air besar. Gangguan ini disebabkan ....



4. Seorang pasien sering mengeluh sakit pada bagian lambung. Setelah diperiksa, terdapat luka pada dinding lambung dan terjadi infeksi pada lapisan mukosa lambung sehingga memicu terjadinya peradangan pada lambung yang kadang-kadang disertai pendarahan. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut, jenis penyakit yang diderita pasien dan penyebabnya secara berurutan adalah ....

5. Apa saja manfaat makanan sehat bagi pencernaan manusia ....

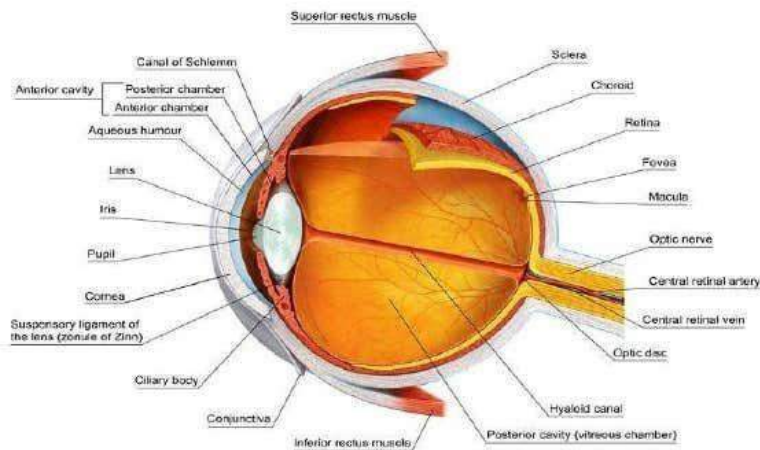
## UNIT 5

# Sistem Indera Pada Manusia



## A. Sistem Indera Penglihatan (Mata)

Sistem penglihatan adalah bagian dari sistem indera yang membuat organisme mampu melihat. Sistem penglihatan menafsirkan informasi dari cahaya untuk mendirikan representasi dunia di sekeliling tubuh. Mata adalah alat utama sistem ini. Sistem penglihatan melibatkan mata, struktur penunjang, dan nervus optik, traktus dan jaras.



## 1. Fungsi mata

### a. Memusatkan perhatian pada suatu objek

Ketika melihat objek yang dekat atau jauh, maka dibutuhkan penglihatan yang jelas supaya dapat mempresentasikan objek apa yang sedang dilihat. Bagi sebagian orang untuk melihat atau memusatkan perhatian pada objek membutuhkan kacamata. Hal ini dikarenakan mata orang tersebut tidak mampu memusatkan perhatiannya pada objek yang lebih jauh atau dekat.

### b. Menyesuaikan cahaya yang masuk

Cahaya yang masuk ke mata harus disesuaikan karena cahaya yang masuk secara berlebihan dapat merusak mata. Selain itu, penyesuaian cahaya pada mata dapat digunakan untuk melihat waktu, apakah masih pagi, siang, sore, atau malam.

### c. Dapat digunakan sebagai media komunikasi

Contact eye bisa dikatakan sebagai sebuah komunikasi yang dilakukan melalui mata. Bagi sebagian orang akan mengetahui perilaku orang lain hanya dari kontak matanya saja. Salah satu perilaku yang dapat dilihat dengan kontak mata adalah berbohong

## 2. Struktur mata

a. **Sklera** adalah bagian mata yang berfungsi untuk menutupi seluruh bola mata, kecuali bagian kornea. Sklera ini tersusun dari jaringan yang ikat dengan serat yang kuat serta berwarna putih sedikit buram. Sklera ini bisa dikatakan sebagai bagian mata yang tidak tembus terhadap cahaya.

b. **Koroid** adalah lapisan mata yang berada di bagian tengah yang didalamnya terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah berfungsi untuk memberikan nutrisi dan oksigen pada mata khususnya bagian mata retina. Koroid ini warnanya gelap karena berfungsi untuk melindungi bola mata dari berbagai macam gangguan, seperti cahaya yang berlebih.

c. **Retina** adalah bagian mata yang berupa lapisan dan sangat peka

terhadap rangsangan cahaya. Seluruh bagian yang ada di retina mempunyai hubungan dengan sel-sel saraf yang serabutnya dapat menyusun urat-urat saraf optik yang bentuknya memanjang sampai ke bagian otak. Di retina terdapat tulang yang dimana tulang tersebut berfungsi sebagai pelindung bola mata sekaligus sebagai tempat keberadaan mata. Tulang yang ada pada retina ini disebut dengan tulang orbita.

- d. **Lensa** adalah bagian mata yang terletak pada bagian belakang iris dan pupil. Bagian mata yang satu ini berfungsi untuk memusatkan cahaya dan objek pada retina. Lensa memiliki jaringan yang lentur dan transparan. Jika kamu pengguna kacamata, maka sudah dipastikan bahwa kondisi mata kamu rabun jauh atau rabun dekat.
- e. **Iris dan pupil, Iris** adalah bagian mata atau selaput bola mata yang terletak pada bagian kornea. Sedangkan **pupil** adalah otot-otot mata yang dapat mengecil dan membesar atau tertutup dan terbuka ketika ada cahaya yang masuk. Fungsi iris dan pupil adalah menyesuaikan cahaya yang masuk ke dalam mata.
- f. **Makula** adalah bagian mata yang tengahnya berfungsi sebagai penglihatan supaya lebih jelas. Selain itu, makula juga berfungsi sebagai penerima cahaya. Oleh karena itu, kondisi makula harus diperhatikan dengan baik supaya penglihatan dan pengatur cahaya yang masuk pada mata tidak terganggu.
- g. **Kornea** adalah bagian mata yang berbentuk jaringan seperti kubah transparan. Selain itu, kornea berfungsi sebagai pembentuk bagian mata paling luar dan sebagai pintu keluar masuknya cahaya yang datang dari luar.
- h. **Cairan aqueous**. Bagian anterior mata yakni ruang antara kornea dan lensa di bagi menjadi dua bilik yakni bilik anterior dan bilik posterior oleh iris. Kedua bilik mengandung cairan bening yaitu suatu cairan aqueous bening yang di ekresikan ke bilik posterior oleh badan kelenjar siliaris cairan itu beredar didepan lensa melalui pupil ke bilik anterior dan kembali ke sirkulasi vena melalui sinus

vena sclera disudut antara iris dan kornea. Cairan ini terus diproduksi dan di alirkan tetapi tekanan okulernya tetap konstan antara 1.3 dan 2.6 kPa (1020 mmHg). Peningkatan tekanan ini menyebabkan glukoma. Cairan aqueous membawa nutrient dan menyingkirkan zat sisa dari struktur bening di depan mata yang tidak memiliki suplai darah yaitu kornea, lensa dan kapsul lensa.

- i. **Badan vitreus** terletak dibelakang lensa dan bagian posterior (rongga) bola mata, badan vitreus merupakan substansi bening, halus tidak berwarna dan menyerupai jelly yang terdiri atas 99% air, beberapa garam dan mukoprotein. Substansi ini mempertahankan tekanan intraokuler yang cukup untuk menunjang retina pada koroid dan mencegah kolapnya dinding bola mata. Mata mempertahankan bentuknya karena tekanan intraocular yang diberikan oleh badan vitreus dan cairan aqueous.

### 3. Organ aksesoris mata

- a. **Alis mata** adalah dua jembatan melengkung dari tepi supraorbital tulang frontal. Fungsi alis mata adalah untuk melindungi bola mata dari keringat, debu dan materi asing lainnya.
- b. **Kelopak mata** Merupakan dua lipatan jaringan yang dapat digerakan. Pada bagian tepinya terdapat rambut yang pendek dan melengkung yang disebut bulumata.
- c. **Konjungtiva** merupakan membran bening yang halus dan melapisi kelopak mata serta bagian depan bola mata. Konjungtiva yang melapisi kelopak mata mengandung epitelium kolumnar yang kaya vaskuler. Konjungtiva kornea terdiri atas epitelium berlapis avaskular, yakni epitelium yang tidak mengandung pembuluh darah. Saat kelopak mata menutup konjungtiva menjadi kantong (sakus) yang tertutup. Konjungtiva melindungi kornea yang halus dan bagian depan mata. Saat diberikan tetes mata sebaiknya diberikan di sakus konjungtiva bawah.
- d. **Tepi kelopak mata** terdapat banyak kelenjar sebacea, sebagian disertai duktus yang mengandung folikel rambut bulu mata dan

sebagian bersambung ke tepi kelopak mata di antara rambut. Kelenjar tarsal (kelenjar meibomian) adalah kelenjar sebacea yang diubah sedemikian rupa dan melekat pada lempeng tarsal disertai duktus yang bersambung ke depan bagian kelopak mata yang bebas. Fungsi kelopak mata dan bulu mata adalah melindungi dari cedera penutupan refleksi kelopak mata saat konjungtiva atau bulu mata bersentuhan dan saat objek mendekat ke mata atau saat cahaya terang menyinari mata (reflek kornea), berkedip dengan interval 3-7 detik untuk menyebarkan air mata dan sekresi di sepanjang kornea yang bertujuan mencegah kekeringan.

- e. **Apparatus lakrimalis.** Tiap mata terdiri dari satu kelenjar lakrimalis dan duktusnya, dua kanalikuli lakrimalis dan satu duktus nasilakrimalis. Kelenjar lakrimalis merupakan kelenjar eksokrin yang tepat dibelakang tepi supraorbital. Kelenjar menyekresikan air mata yang terdiri dari air, garam mineral, antibody, dan lisozim suatu enzim bakterisida.

#### 4. Mekanisme melihat

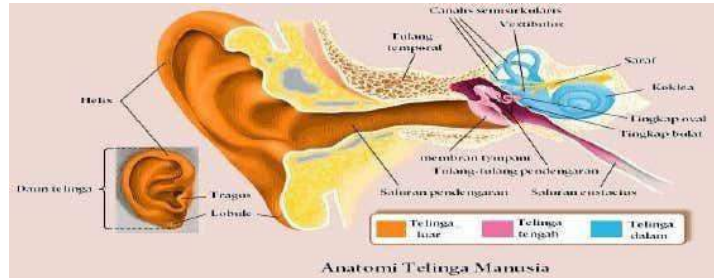
Mekanisme melihat suatu benda adalah sebagai berikut :

- a. Cahaya yang dipantulkan oleh benda ditangkap oleh mata, kemudian menembus kornea dan diteruskan melalui pupil.
- b. Intensitas cahaya yang diatur oleh pupil diteruskan menembus lensa mata ke retina.
- c. Daya akomodasi lensa mata mengatur cahaya agar jatuh tepat di bintik kuning retina.
- d. Pada bintik kuning, impuls cahaya disampaikan oleh saraf optik ke otak.
- e. Cahaya yang disampaikan ke otak akan diinterpretasikan sehingga kita bisa mengetahui apa yang kita lihat.



## B. Sistem Indra Pendengar (Telinga)

Telinga merupakan organ pendengaran dan mempunyai reseptor khusus untuk mengenali getaran bunyi dan untuk keseimbangan. Ada tiga bagian utama dari telinga manusia, yaitu bagian telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.



### 1. Fungsi telinga

#### a. Mendengarkan bunyi

Berfungsi untuk mendengarkan dan mengenali bunyi-bunyian. Adapun bunyi yang mampu didengar oleh manusia 20 Hz sampai 20.000 Hz. Jika manusia mendengarkan bunyi lebih dari 20.000 Hz, maka gendang telinga akan pecah.

#### b. Keseimbangan

Dalam hal ini, keseimbangan yang dimaksud adalah informasi yang diterima oleh telinga dapat disampaikan ke otak dengan seimbang. Berkat fungsi keseimbangan ini maka perubahan kecepatan bunyi dapat diatasi dengan baik.

#### c. Tempat untuk mempecantik diri. Telinga menjadi tempat perhiasan dengan cara ditindik. Perhiasan yang diletakkan pada telinga sudah ada sejak lama terutama pada wanita.

## 2. Struktur telinga

### a. Bagian luar

Bagian luar telinga adalah bagian telinga yang berfungsi untuk menerima berbagai macam getaran bunyi. Pada bagian tengah ini terdapat dua organ telinga, yaitu aurikel dan liang telinga. Kedua organ itu memiliki fungsi yang berbeda, tetapi satu sama lain saling berkaitan. Aurikel mempunyai fungsi untuk menerima atau merespon bunyi-bunyian yang ada di lingkungan. Bentuk dari aurikel ini adalah tidak teratur dan di organ aurikel ini terdapat tulang rawan dan jaringan fibrus. Liang telinga mempunyai fungsi untuk menyampaikan getaran bunyi agar sampai di membrana timpani. Liang telinga ini memiliki ukuran kira-kira 2,5 cm serta sepertiga bagian luar dari liang telinga adalah tulang rawan dan dua pertiganya lagi ada di dalam yang berupa berbentuk tulang.

### b. Bagian tengah

Bagian tengah telinga adalah bagian yang berupa bilik kecil yang terkandung udara dan didalamnya ada saluran eustachio. Bagian telinga tengah ini berfungsi untuk melanjutkan getaran bunyi yang berasal dari telinga bagian luar ke bagian telinga bagian dalam. Getaran bunyi tersebut dihubungkan dengan faring reseptor yang ada di telinga. Bukan hanya itu, bagian tengah telinga juga memiliki tiga tulang pendengaran, yaitu tulang martil (maleus), tulang landasan (inklus), dan tulang sanggurdi (stapes). Tulang martil dan tulang landasan bergerak sebagai satu tulang karena kedua bagian itu terikat oleh ligamentum.

### c. Bagian dalam

Bagian dalam telinga merupakan bagian yang didalamnya terdapat banyak sekali organ-organ yang dapat membantu cara kerja telinga. Bagian dalam telinga tersusun dari labirin tulang dan labirin membran. Labirin membran ini mempunyai lima bagian utama, yaitu tiga saluran setengah lingkaran, utrikulus, sakulus,



rumah siput atau koklea, dan ampula.

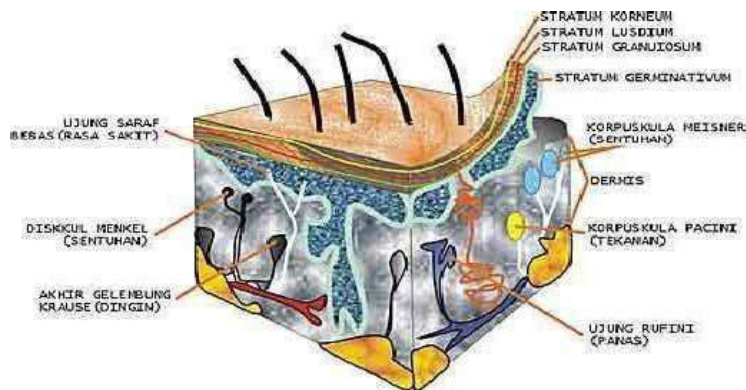
### 3. Mekanisme mendengar

Manusia mampu mendengar bunyi yang berada pada frekuensi 20-20.000 gelombang per detik. Mekanisme mendengar pada manusia adalah sebagai berikut: Gelombang bunyi (getaran) ditangkap oleh daun kartilago telinga → menjalar ke kanal auditori eksternal (meatus) → membentuk getaran pada membran tympanum → menjalar ke osikel auditori (maleus, inkus, dan stapes) → menuju ke fenestra vestibuli → terbentuk gelombang tekanan pada perilimfa skala vestibuli → menjalar ke skala timpani → menyebabkan getaran pada membran basilar sel-sel rambut melengkung → memicu impuls saraf → menjalar ke serabut saraf vestibulokoklear (CN VIII) → menjalar ke korteks auditori di otak → bunyi diinterpretasikan.



## C. Sistem Indra Peraba (Kulit)

Kulit merupakan indra peraba yang mempunyai reseptor khusus untuk sentuhan, panas, dingin, sakit, dan tekanan. Reseptor untuk rasa sakit ujungnya menjorok masuk ke daerah epidermis. Reseptor untuk tekanan, ujungnya berada di dermis yang jauh dari epidermis. Reseptor untuk rangsang sentuhan dan panas, ujung reseptornya terletak di dekat epidermis. Kulit berfungsi sebagai alat pelindung bagian dalam, misalnya otot dan tulang.



## 1. Fungsi kulit

### a. Proteksi

Sebagai mekanisme pertahanan nonspesifik, epidermis terdiri atas sel imun khusus yang disebut sel langerhans. Sel ini memfagosit antigen yang masuk dan beredar ke jaringan limfoid dengan demikian menstimulasi respon imun. Pigmen melanin melakukan beberapa proteksi terhadap sinar ultraviolet dari cahaya matahari yang berbahaya.

### b. Regulasi suhu tubuh

Saat laju metabolisme meningkat, suhu tubuh meningkat dan saat laju metabolisme menurun suhu tubuh menurun juga. Untuk memastikan suhu ini tetap konstan, keseimbangan dipertahankan di antara panas yang dihasilkan tubuh dan panas yang hilang pada lingkungan. Pengeluaran panas. Panas yang hilang melalui kulit dipengaruhi oleh perbedaan antara suhu tubuh dan lingkungan, jumlah permukaan tubuh yang terpapar udara dan jenis pakaian yang dikenakan. Sebagian besar panas yang hilang dari tubuh terjadi pada kulit. Sebagian kecil panas hilang di udara, urine dan feces.

### c. Pengendalian suhu tubuh

Pusat di medula oblongata mengendalikan diameter arteri kecil dan arteriola sehingga sejumlah darah bersirkulasi di kapiler pada dermis. Saat suhu tubuh meningkat kapiler kulit berdilatasi dan darah tambahan di dekat permukaan meningkatkan panas yang hilang

melalui radiasi, konveksi, dan konduksi.

d. Pembentukan vitamin D

Substansi berbau dasar lipid di kulit adalah 7-Dehidro kolesterol dan sinar ultraviolet dari matahari yang mengubahnya menjadi vitamin D. Substansi ini beredar di darah dan digunakan bersama kalsium dan fosfat dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang.

e. Sensasi

Reseptor sensori terdiri atas ujung saraf di lapisan dermis yang peka terhadap sentuhan, tekanan, suhu atau nyeri. Stimulasi membangkitkan impuls saraf di saraf sensoris yang di hantarkan ke korteks serebri. Sebagian area memiliki reseptor sensoris lebih banyak daripada area lain misalnya bibir dan ujung jari. Reseptor kesaan raba tekan adalah korpukel, meissner, korpukel merckel, basket like arrangement.

f. Ekskresi

Kulit merupakan organ ekskresi minor bagi sebagian zat yang meliputi :

- 1) Natrium klorida dalam keringat.
- 2) Urea khususnya saat fungsi ginjal terganggu.
- 3) Substansi aromatik, misalnya bawang putih dan rempah-rempah.

2. Struktur kulit

Struktur kulit manusia terdiri dari tiga bagian, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis. Untuk lebih jelasnya, simak penjelasannya sebagai berikut.

a. Epidermis

Epidermis adalah lapisan paling luar kulit yang terbentuk dari lapisan korneum dan lapisan malpighi. Lapisan korneum adalah lapisan kulit yang sudah mati dan bisa terkelupas, kemudian digantikan dengan sel-sel kulit yang baru. Sementara itu,

lapisan malpighi adalah lapisan kulit yang terbentuk dari lapisan spinosum dan lapisan germinativum. Selain itu, di lapisan malpighi terdapat kandungan pigmen melanin yang dapat memberikan warna pada kulit. Dengan kata lain, warna kulit manusia tergantung pada kandungan melanin.

b. Dermis

Lapisan tengah pada kulit manusia dinamakan dermis. Di dalam lapisan dermis ini terdapat pembuluh darah, ujung saraf, akar rambut, kelenjar keringat, dan kelenjar minyak. Kelenjar keringat ini akan menghasilkan banyak keringat, bahkan setiap harinya keringat yang dikeluarkan bisa mencapai 2.000 ml. Pada suhu yang sangat tinggi atau panas, maka kelenjar keringat ini akan menjadi aktif serta pembuluh kapiler yang ada di kulit akan melebar. Pada saat pembuluh kapiler, maka proses pembuangan air dan sisa metabolisme menjadi lebih mudah.

c. Hipodermis

Lapisan paling dalam pada kulit manusia disebut dengan hipodermis dan berada di bawah lapisan dermis. Lemak yang terkandung pada lapisan ini sangatlah banyak. Lemak-lemak yang tersimpan berfungsi sebagai cadangan makanan, menahan panas tubuh, dan melindungi tubuh dari berbagai macam benturan.

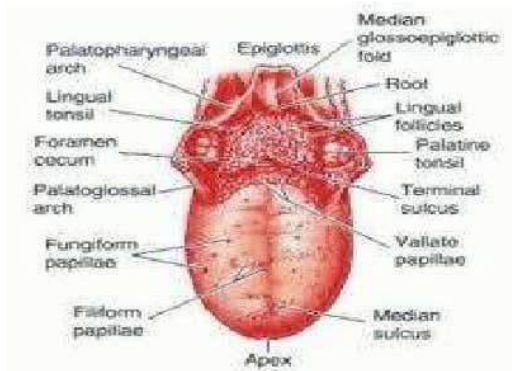
3. Mekanisme kulit

Ketika kulit menerima rangsang, kemudian diterima oleh sel-sel reseptor, kemudian rangsangan akan diteruskan ke otak melalui urat saraf. Di dalam otak, rangsang akan diolah, sehingga dapat merasakan adanya suatu rangsang. kemudian tubuh menanggapi rangsang tersebut.



## D. Sistem Indera Pengecap (Lidah)

Lidah terletak pada dasar mulut, pembuluh darah dan saraf masuk dan keluar pada pangkalnya. Ujung serta pinggiran lidah bersentuhan dengan gigi bawah. Bagian bawah lidah disebut prenum linguae, yaitu struktur ligamen halus yang mengaitkan bagian posterior lidah pada dasar mulut.



### 1. Fungsi lidah

#### a. Sebagai perasa

Fungsi utama dari lidah adalah sebagai perasa. Coba bayangkan bagaimana jadinya jika manusia tidak punya lidah, pastinya tidak akan tahu berbagai macam rasa yang ada. Lidah dapat merasakan lima macam rasa, asin, pedas, manis, pahit, dan asem.

#### b. Membolak-balikan makanan

Ketika sedang mengunyah makanan biasanya makanan tersebut akan dibolak-balikan. Hal ini dikarenakan untuk memudahkan proses pengunyahan dan membantu untuk menelan makanan.

c. Pembentuk huruf

Ketika seseorang menyebut suatu huruf pastinya membutuhkan bantuan lidah. Salah satu huruf yang sangat jelas membutuhkan lidah adalah huruf “R”.

2. Struktur lidah

Lidah sebagian besar terdiri dari dua kelompok otot yaitu otot intrinsik untuk melakukan semua gerakan halus, dan otot ekstrinsik untuk mengaitkan lidah pada bagian sekitarnya, melakukan gerakan-gerakan kasardan untuk mendorong lidah kefarang.

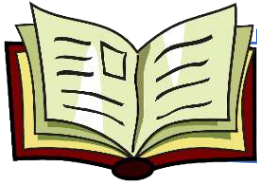
Selaput lendir lidah selalu lembab dan waktu sehat berwarna merah jambu. Permukaan atas seperti beludru dan ditutupi papila yang terdiri dari :

- a. Papila Sirkumfalata, ada 8 hingga 12 dari jenis ini yang terletak pada bagian dasar lidah. Papila ini adalah papila yang terbesar dan masing-masing dikelilingi lekukan seperti parit.
- b. Papila Fungiformis, menyebar pada permukaan ujung dan sisi lidah dan berbentuk jamur.
- c. Papila foliformis, adalah yang terbanyak dan menyebar pada seluruh permukaan lidah.

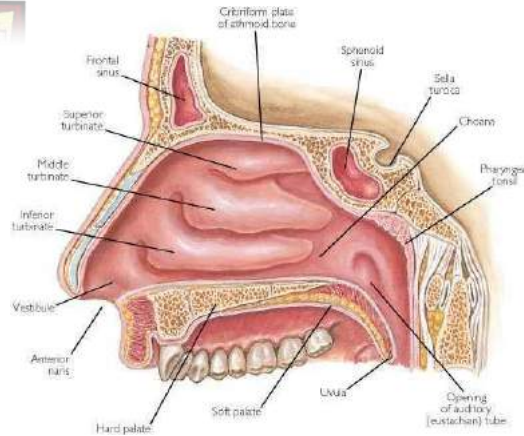
3. Mekanisme lidah dalam merasakan rasa

- a. Tiap kuncup pengecap tersusun dari sel-sel yang memiliki rambut berukuran mikro yang sensitif disebut mikrovilli. Rambut-rambut super mini ini pada saat berkontak dengan makanan akan mengirimkan pesan ke otak, lalu otak akan menerjemahkan sinyal yang diberikan tersebut dan menentukan rasa dari makanan yang dimakan.
- b. Proses pengecapan rasa tidak hanya digawangi oleh lidah tapi juga dibantu oleh hidung. Hidung membantu untuk pengecapan makanan dengan membauinya sebelum makanan dikunyah dan ditelan. Bila makanan ada dalam mulut atau mencium bau makanan maka akan keluar saliva disebut sekresi psikis akan merangsang nervus

- olfaktorius dan nervus glossofaringeus.
- c. Ujung saraf pengecap berada di taste buds pada seluruh permukaan lidah. Seseorang dapat mengecap apa yang dia makan karena adanya molekul kimia yang terkandung dalam makanan tersebut. Molekul tersebut baru dapat berikatan dengan reseptor protein pada mikrovili di lidah jika molekul tersebut terlarut dalam saliva.
  - d. Terbentuknya ikatan antara protein reseptor pada mikrovili dengan molekul kimia akan menyebabkan potensial membran plasma mengalami depolarisasi. Hal ini mengakibatkan terbukanya voltage-gated  $Ca^{+}$  channel sehingga ion kalsium masuk ke dalam sel. Masuknya ion kalsium ini memacu dihasilkannya neurotransmitter. Neurotransmitter akan menginisiasi timbulnya potensial aksi pada ujung-ujung sel saraf yang saling berhubungan melalui celah sinapsis di nervus facial dan nervus glossopharyngeal. Impuls dari daerah lain selain lidah berjalan melalui nervus vagus (pada pharynx dan epiglottis). Impuls di ketiga saraf tersebut menyatu di medula oblongata untuk masuk ke nukleus tractus solitarius. Dari sana, axon berjalan membawa sinyal dan bertemu dengan lemniskus medialis kemudian akan disalurkan ke daerah insula.
  - e. Impuls diproyeksikan ke daerah cortex serebrum di postcentral gyrus kemudian dihantar ke thalamus dan sebagai hasilnya dapat mengecap makanan yang masuk ke dalam mulut. Selain ke thalamus, beberapa jalur saraf ini menuju sistem limbik dan hipotalamus.
  - f. Tiap rasa utama tersebut tidak mutlak sebagai proses spesifik, artinya rasa oleh masing-masing ion atau molekul zat tersebut dapat bereaksi pada saat yang berlainan dengan setiap epitel neuron ujung serabut saraf pengecap. Jadi setiap taste buds dapat bereaksi untuk semua rasa walau dengan intensitas berbeda.



## E. Sistem Indera Penciuman (Hidung)



### 1. Fungsi hidung

- a. Respirasi adalah sebagai indera penciuman. Hidung berisi area sel khusus, neuron reseptor penciuman yang bertanggung jawab untuk indera penciuman. Mukosa penciuman di rongga hidung bagian atas, mengandung sejenis kelenjar hidung yang disebut kelenjar penciuman atau kelenjar Bowman yang membantu dalam penciuman.
- b. Mencegah benda-benda asing masuk ke dalam rongga hidung hingga paru-paru. Hidung memiliki banyak rambut kecil di dalam lubang hidung. Rambut-rambut ini bertindak sebagai filter, menghilangkan kotoran dan partikel sebelum udara memasuki paru-paru.
- c. Memproses udara yang dihirup, mempersiapkannya untuk paru-paru dan tenggorokan yang tidak mentolerir udara kering dengan baik. Saat udara yang dihirup melewati hidung, ia dilembapkan berkat jalur udara berlapis-lapis dengan tiga set turbin yang disebut conchae atas, tengah dan bawah.



- d. Fungsi hidung juga meliputi peran pada penghasilan suara. Udara beresonansi di hidung memengaruhi suara. Bentuk septum juga berperan dalam suara. Akibatnya, operasi pada hidung juga dapat mengubah suara.

## 2. Struktur hidung

- a. Lubang hidung Udara masuk ke dalam rongga hidung melalui lubang hidung yang di dalamnya terdapat rambut-rambut halus. Rambut tersebut biasa disebut dengan bulu hidung yang berfungsi sebagai penyaring udara. Kotoran yang terdapat di udara tertahan oleh bulu hidung sehingga hanya udara yang bersih yang masuk ke dalam sistem pernapasan.
- b. Rongga hidung Menurut Encyclopedia Britannica, hidung memiliki dua rongga yang dipisahkan oleh septum. Septum adalah dinding dari tulang rawan. Septum memisahkan rongga hidung hingga bagian awal tenggorokan. Struktur hidung ini terbentuk dari empat dinding yaitu:
  - 1) Dinding superior atau bagian atas
  - 2) Dinding inferior atau bagian bawah
  - 3) Dinding medial atau bagian tengah
  - 4) Dinding lateral atau bagian samping

Di dalam rongga hidung terdapat selaput lendir dan rambut halus atau silia. Selaput lendir yang ada di rongga hidung berfungsi sebagai pelindung terhadap kotoran dan bakteri. Selaput lendir akan menghasilkan ingus atau mukus untuk mencegah bakteri dan kotoran yang masih ada di udara. Udara yang masuk dalam rongga hidung nantinya akan diteruskan menuju tenggorokan. Udara yang ada di rongga hidung dijaga kelembapan, suhu, serta tekanannya.

- c. Sinus hidung Sinus hidung merupakan rongga atau kantung udara yang terletak di dekat saluran hidung. Terdapat empat jenis sinus hidung, yaitu:
  - a) Sinus etmoid: Terletak di sekitar pangkal hidung yang sudah ada sejak lahir dan terus berkembang.

- b) Sinus maksilaris: Terletak di area pipi. Sama dengan etmoid, sinus maksilaris ada sejak lahir dan terus berkembang.
  - c) Sinus frontal: Terletak di dahi dan berkembang setelah umur tujuh tahun.
  - d) Sinus sphenoid: Terletak di belakang hidung dan biasanya berkembang saatusia remaja.
- d. Saraf hidung atau saraf olfaktori
- Saraf olfaktori merupakan salah satu dari 12 saraf kranial yang terhubung langsung dengan saraf pusat atau otak. Saraf hidung berfungsi sebagai reseptor utama di dalam indra penciuman yang berupa aroma yang terbawa di dalam udara. Aroma yang tercium nantinya akan diberikan pada otak berupa impuls. Saraf olfaktori berhubungan dengan rasa pada makanan dan minuman yang dikonsumsi.
- e. Tulang rawan Rongga hidung terlindungi oleh tulang rawan yang membentuk luaran hidung. Tulang rawan tersebut kuat namun tetap elastis yang bernama hialin. Tulang rawan tersebut berbentuk transparan, kuat, dan elastis. Meskipun kuat, jika terjadi benturan keras hidung juga bisa rusak.

### 3. Mekanisme hidung

Indera penciuman mendeteksi zat yang melepaskan molekul-molekul di udara. Di atap rongga hidung terdapat olfactory epithelium yang sangat sensitif terhadap molekul-molekul bau, karena pada bagian ini ada bagian pendeteksi bau (smellreceptors). Reseptor ini jumlahnya sangat banyak ada sekitar 10 juta. Ketika partikel bau tertangkap oleh reseptor, sinyal akan di kirim ke olfactory bulb melal ui saraf olfactory. Bagian inilah yang mengirim sinyal ke otak dan kemudian di proses oleh otak, bau apakah yang telah tercium oleh hidung kita, apakah itu harumnya bau sate padang atau menyengatnya bau selokan.



## F. Kelainan Pada Sistem Indera Manusia

1. Kelainan Indra Pengelihatan (mata)
  - a. Miopia (rabun jauh) merupakan gangguan berupa mata tidak dapat melihat benda yang berjarak jauh karena fokus bayangan jatuh didepan retina. Umumnya, terjadi pada pelajar remaja. Rabun jauh dapat dibantu dengan kacamata lensa minus (cekung/konkaf)
  - b. Hipermetropia ( hiperopia/rabun dekat) tidak dapat melihat benda yang berjarak dekat karena fokus bayangan jatuh dibelakang retina. Rabun jauh dapat dibantu dengan kacamata berlensa plus (cembung/konveks)
  - c. Presbiopia merupakan gangguan berupa mata tidak melihat benda yang berjarak dekat maupun jauh. Gangguan ini dapat dibantu dengan kacamata lensa rangkap dan umum terjadi pada orang lanjut usia (lansia).
  - d. Kebutaan merupakan gangguan berupa mata hanya dapat melihat benda apapun, umumnya disebabkan oleh kecelakaan.
  - e. Kerabunan merupakan gangguan berupa mata hanya dapat melihat dengan samar samar, umumnya disebabkan oleh kecelakaan.
  - f. Rabun senja merupakan gangguan berupa mata tidak bisa melihat dengan jelas pada saat sore hari saja, akibat kekurangan vitamin A
  - g. Buta warna merupakan penyakit keturunan yang menyebabkan seseorang tidak mampu mempresentasikan warna. Buta warna total (monokromat) merupakan kelainan yang menyebabkan mata sama sekali tidak dapat membedakan warna. Buta warna parsial (Dikromat) merupakan kelainan yang menyebabkan mata tidak dapat membedakan warna tertentu
  - h. Katarak merupakan penebalan kepada lensa mata yang

menyebabkan penglihatan seseorang menjadi buram. Gangguan ini umum terjadi pada orang lanjut usia.

- i. Astigmatisma merupakan gangguan berupa kelengkungan kornea yang tidak merata. Gangguan ini dapat menyebabkan ketidakteraturannya lengkung-lengkung permukaan bias mata. Akibatnya, menyebabkan cahaya tidak fokus pada satu titik retina (bintik kuning). Astigmatisma dapat dibantu dengan kacamata silinder/operasi.
- j. Mata juling (strabismus) merupakan suatu kondisi ketika kedua mata tampak tidak searah atau memandang pada dua titik yang berbeda. Strabismus disebabkan oleh faktor keturunan, komplikasi penyakit mata, gangguan otot dan saraf atau kecelakaan. Gangguan ini dapat diatasi dengan operasi.

## 2. Kelainan Indra Pendengaran (Telinga)

- a. Tuli (tuna rungu) yaitu penurunan atau ketidak mampuan seseorang untuk mendengarkan suara. Tuli Konduktif terjadi akibat gangguan transmisi suara ke koklea. Tuli Saraf terjadi akibat kerusakan organ Corti, saraf CN VIII, atau korteks otak
- b. Furunkulosis yaitu munculnya bisul pada meatus (liang telinga)
- c. Otitis media, yaitu infeksi telinga tengah yang dapat terjadi setelah terserang flu, sinusitis, campak, atau infeksi bakteri.
- d. Mastoiditis yaitu infeksi yang menyebabkan sel sel tulang mastoid berongga.

## 3. Kelainan Indra Peraba (Kulit)

Kulit merupakan bagian tubuh terluar sehingga selalu berhubungan dengan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, kulit mudah terluka serta terserang jamur dan bibit penyakit lainnya. Beberapa penyakit kulit yang sering kita temui yaitu :

- a. Jerawat. Jerawat mudah menyerang kulit wajah, leher, punggung, dan dada. Penyakit ini timbul akibat ketidakseimbangan hormon dan kulit yang kotor. Anak-anak yang memasuki masa remaja serta

orang-orang yang memiliki jenis kulit berminyak sangat rentan terhadap jerawat.

- b. Panu. Panu disebabkan oleh jamur yang menempel di kulit. Panu tampak sebagai bercak atau bulatan putih di kulit dan disertai rasa gatal. Panu timbul karena penderita tidak menjaga kebersihan kulit.
- c. Kadas. Kadas nampak di kulit sebagai bulatan putih bersisik. Pada setiap bulatan terdapat garis tepi yang jelas dengan kulit yang tidak terkena. Kadas juga menyebabkan rasa gatal. Penyakit ini disebabkan oleh jamur.
- d. Skabies. Skabies disebut pula "*seven year itch*". Penyakit tersebut disebabkan oleh parasit insekta yang sangat kecil (*Sarvoptes scabies*) dan dapat menular pada orang lain.
- e. Eksim. Eksim merupakan penyakit kulit yang akut atau kronis. Penyakit tersebut menyebabkan kulit menjadi kering, kemerah-merahan, gatal-gatal, dan bersisik.
- f. Biang keringat. Biang keringat terjadi karena kelenjar keringat tersumbat oleh sel-sel kulit mati yang tidak dapat terbuang secara sempurna. Keringat yang terperangkap tersebut menyebabkan timbulnya bintik-bintik kemerahan yang disertai gatal. Daki, debu, dan kosmetik juga dapat menyebabkan biang keringat.

#### 4. Kelainan Indra Pengecap (Lidah)

- a. Oral candidosis penyebabnya adalah jamur yang disebut *candida albicans* gejalanya yaitu lidah akan tampak tertutup lapisan putih yang dapat dikerok.
- b. Atropic glossitis, Lidah akan terlihat licin dan mengkilat baik seluruh bagian lidah maupu hanya sebagian kecil. Penyebab yang paling sering biasanya adalah kekurangan zat besi. Jadi banyak ditemukan pada penderita anemia.
- c. Geografic tongue. Gejalanya yaitu lidah seperti peta, berpulau-pulau. Bagian pulau itu berwarna merah dan lebih licin dan bila parah akan dikelilgi pita putih tebal.

- d. Fissured tongue. Gejalanya yaitu lidah akan terlihat pecah-pecah.
  - e. Glossopyrosis. Kelainan ini berupa keluhan pada lidah dimana lidah terasa sakit dan panas dan terbakar tetapi tidak ditemukan gejala apapun dalam pemeriksaan. Hal ini lebih banyak disebabkan karena psikosomatis dibandingkan dengan kelainan pada syaraf.
5. Kelainan Indra Pembau (Hidung)
- a. Hiposmia (indra penciuman kurang mampu mencium bau) dan anosmia (indra penciuman sama sekali tidak dapat mencium bau) dapat disebabkan oleh tersumbatnya rongga hidung, misalnya polip, pilek, atau tumor. Hiposmia dan anosmia berpotensi mengakibatkan gangguan pada indra pengecap lidah sehingga seseorang menjadi kurang berselera makan.
  - b. Hiperosmia (lebih peka terhadap bau-bauan), contohnya kemampuan untuk mengenali bau parfum seseorang sebelum tampak orangnya. Hiperosmia dapat terjadi akibat sakit kepala migrain, penyakit Addison, dan berpengaruh obat-obatan.
  - c. Sinusitis yaitu radang tulang-tulang tengkorak disekitar hidung yang berongga dan berisi udara. Gejala penyakit ini adalah sering batuk dan pilek
  - d. Polip yaitu pembengkakan jaringan yang terjadi didalam hidung dan pengeluaran banyak cairan/lendir. Polip berkaitan dengan penyakit THT (Telinga, hidung, dan tenggorakan), seperti alergi, inflamasi mukosa, asma, infeksi, dan radang. Polip dapat diatasi dengan cara operasi.



## Rangkuman

1. Struktur sistem indera penglihatan (mata) terdiri dari sklera, koroid, retina, lensa, iris dan pupil, macula, kornea, cairan aqueous, dan badan vitreus.
2. Organ aksesoris mata terdiri dari alis mata, kelopak mata, konjungtiya, tepi kelopak mata, dan apparatus lakrimalis.
3. Struktur sistem inderan pendengar (telinga) yaitu terdiri dari bagian luar telinga, bagian tengah telinga, dan bagian dalam telinga.
4. Struktur sistem indera peraba (kulit) terdiri dari tiga bagian, yaitu epidermis, dermis, dan hipodermis.
5. Struktur sistem indera pengecap (lidah) terdiri dari Papila Sirkumfalata, Papila Fungiformis, dan Papila foliformis.
6. Struktur sistem indera penciuman (hidung) terdiri dari lubang hidung, rongga hidung, sinus hidung, dan tulang rawan.
7. Kelainan indera mata yaitu miopi (rabun jauh), presbyopia, kebutaan, kerabunan, rabun senja, katarak, dan lain-lain.
8. Kelainan pada indera pendengaran yaitu tuli, furunkulosis, otitis media, dan mastoiditis.
9. Kelainan indera peraba (kulit) yaitu jerawat, panu, kadas, dan lain-lain.
10. Kelainan pada indera pengecap (lidah) yaitu Oral candidosis, Atropic glossitis, Geografic tongue, Fissured tongue, dan Glossopyrosis.
11. Kelainan pada indera pembau (hidung) yaitu hyposmia, hiperosmia, sinusitis, dan polip.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Apa fungsi mata ?

2. Bagaimana mekanisme lidah dalam merasakan rasa ?

3. Struktur telinga bagian dalam telinga tersusun dari labirin membran. Apa saja bagian yang terdapat pada labirin membran ?

4. Apa fungsi kulit bagi tubuh manusia ?



5. Apa saja kelainan pada sistem indera kulit ?



## UNIT 6

# Sistem Reproduksi Pada Manusia



### A. Pengertian Sistem Reproduksi Manusia

Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak. Sistem reproduksi pada pria terdiri dari 2 bagian utama yaitu testis yang merupakan tempat pembentukan sperma, dan penis. Pada manusia, kedua organ ini berada di luar perut. Sistem reproduksi pria dan wanita berbeda. Pada reproduksi wanita memiliki vagina dan ovarium untuk menghasilkan ovum. Alat reproduksi manusia adalah organ – organ yang berperan dalam sistem reproduksi dengan tujuan berkembang biak atau memperbanyak keturunan.



### B. Nama Organ Sistem Reproduksi Manusia

#### 1. Organ - Organ Reproduksi pada Laki-laki

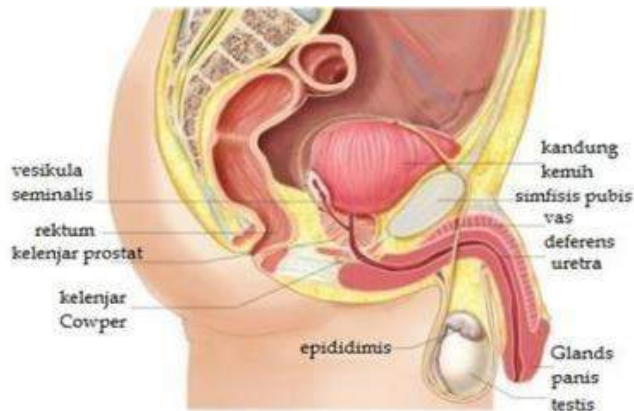
Sistem reproduksi laki-laki tersusun dari organ-organ yang terletak di luar tubuh yaitu penis dan skrotum dan organ reproduksi yang terletak di dalam tubuh saluran pengeluaran dan kelenjar yang menghasilkan hormon-hormon kelamin.

a. Organ Reproduksi Bagian Dalam

Testis berfungsi penghasil sperma dan hormon kelamin yang pembentukannya terjadi di dalam tubulus seminiferus. Di antara tubulus seminiferus terdapat sel-sel Leydig penghasil hormon testosteron dan hormon androgen.

b. Saluran Reproduksi

- 1) Epididimis, saluran dalam skrotum dan keluar dari kedua testis. Disini, selsperma disimpan sementara hingga matang.
- 2) Vas deferens, saluran tempat Bergeraknya sperma dari epididimis ke kantungsemen (vesikula seminalis).
- 3) Uretra, saluran dalam penis, berfungsi sebagai ekskresi urine dari kandungkemih.



c. Kelenjar-kelenjar aksesoris

- 1) Vesikula seminalis (kantung mani), menghasilkan cairan kental kekuning- kuning, bersifat basa, mengandung mukus, enzim koagulasi, asam askorbat, prostaglandin dan gula fruktosa (sumber energi sperma).
- 2) Kelenjar prostat, penghasil getah kelamin bersifat encer, mengandung enzimantikoagulan, penyuplai nutrisi, dan berasa agak asam.
- 3) Kelenjar bulbouretralis (kelenjar Cowper). Kecil jumlahnya sepasang. Hasil sekresinya cairan bening, menetralkan urine

asam pada uretra. Membawa sejumlah sperma bebas sebelum dikeluarkan dari dalam tubuh.

d. Organ Reproduksi Bagian Luar

- 1) Penis merupakan adalah alat senggama (kopulasi / sarana mengalihkan cairan sperma ke alat reproduksi wanita). Secara struktural, penis tersusun atas tiga rongga berisi jaringan erektil berspons. Dua rongga terletak di tengah dinamakan korpus kavernosa. Korpus spongiosum berada dibawah korpus kavernosa, dan terdapat saluran reproduksi yakni uretra. Di bagian ujung penis terdapat kepala penis (gland penis), yang tertutup oleh lipatan kulit (preputium). Di dalam rongga penis terdapat jaringan erektil berisi banyak pembuluh darah dan saraf. Saat terjadi rangsangan seksual, rongga akan penuherisi darah. Akibatnya, penis mengembang dan menegang ( ereksi). Apabila rangsangan ini terusmenerus terjadi, sperma akan keluar melalui uretra (ejakulasi). Jumlah sperma yang dikeluarkan sekitar 2 hingga 5 mL semen ( 1 mililiter = 50-130 juta sperma).
- 2) Skrotum Oleh karena temperatur tubuh yang terlalu tinggi tidak sesuai denganperkembangan sperma, skrotum yang berisi testis berada di luar tubuh. Testis dua buah, letaknya di kanan dan kiri, dipisahkan oleh otot polos penyusun sekat skrotum, sehingga bisa mengendur dan mengerut (otot dartos). Terdapat pula otot yang bertindak sebagai pengatur kondisi suhu testis agar stabil( otot kremaster).

**2. Organ - Organ Reproduksi pada Wanita**

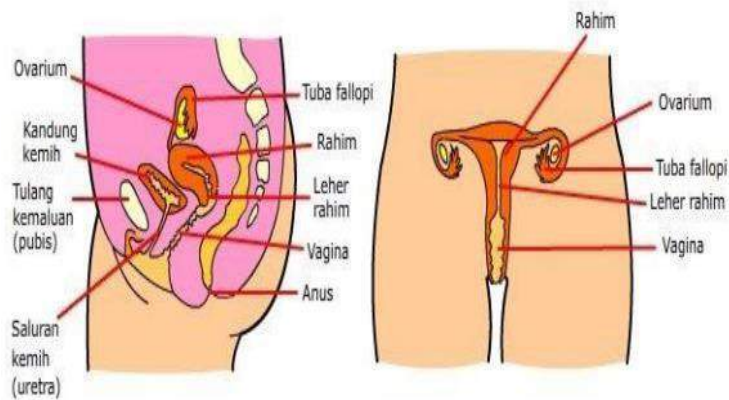
Sistem reproduksi wanita terdiri dari organ yang terdapat dalam ovarium, tuba fallopi, (tuba uterine/oviduk), uterus dan vagina. Organ yangterletak di luar tubuh terdiri dari vulva (pudendum).

a. Organ Reproduksi Dalam Wanita

- 1) Ovarium Ovarium atau indung telur, berbentuk seperti telur dan berjumlah sepasang. Ovarium terlindungi kapsul keras dan terdapat folikel-folikel. Setiap folikel mengandung satu sel telur, berfungsi memberikan makanan dan melindungi sel telur yang sedang berkembang hingga matang. Setelah sel telur matang, folikel akan mengeluarkannya dari ovarium (ovulasi).
- 2) Uterus (rahim) Uterus adalah organ tebal dan berotot yang dapat mengembang selama masa kehamilan. Bentuknya seperti buah pir. berfungsi sebagai tempat pertumbuhan dan perkembangan janin Pada bagian bawah uterus terdapat struktur yang mengecil. Bagian ini disebut serviks atau leher rahim. Lapisan penyusun uterus, yakni lapisan terluar (perimetrium), lapisan tengah yang berotot (miometrium), dan selaput rahim/lapisan terdalam (endometrium). Lapisan endometrium mengandung banyak pembuluh darah dan lendir.
- 3) Vagina Vagina merupakan saluran dengan dinding dalam berlipatlipat dan memanjang dari leher rahim ke arah vulva ( 7-10 cm). Bagian luar vagina berupa selaput yang menghasilkan lendir dari kelenjar Bartholini. Vagina berfungsi sebagai saluran kelahiran yang dilalui bayi saat lahir juga berfungsi sebagai tempat kopulasi.

b. Saluran Reproduksi

Saluran reproduksi wanita yang berfungsi sebagai jalur sel telur menuju uterus (rahim) dinamakan saluran telur (oviduk) atau tuba Fallopi. Pada bagian pangkalnya terdapat bagian mirip corong yang dinamakan infundulum, yang berjumbai-jumbai (fimbriae). Fungsinya penangkap sel telur (ovum) yang lepas dari ovarium. melalui gerakan peristaltik, lalu disalurkan melalui oviduk menuju uterus



### c. Organ Reproduksi Luar Wanita

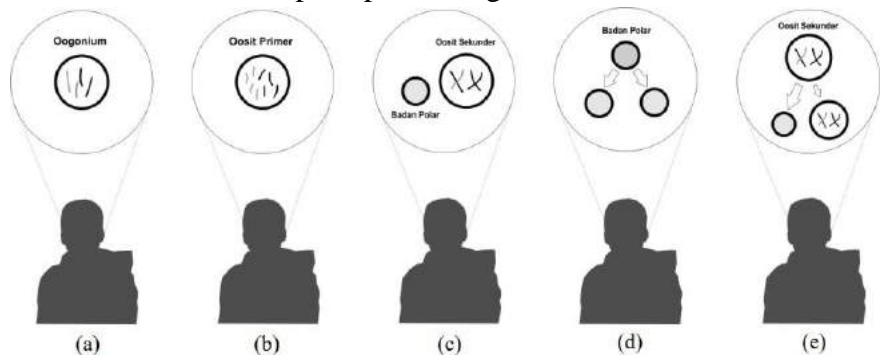
- 1) Vulva bagian paling luar organ kelamin wanita yang bentuknya berpaceloh.
- 2) Pubic bone (Mons pubis) bagian atas dan terluar vulva yang tersusun atas jaringan lemak. Saat masa pubertas, bagian ini banyak ditumbuhi oleh rambut.
- 3) Bibir besar (Labia mayora) lipatan yang jumlahnya sepasang dibawah mons pubis.
- 4) Bibir Kecil (Labia minora) bagian dalam labia mayora terdapat lipatan berkelenjar, tipis, tidak berlemak, dan berjumlah sepasang. Fungsi kedua bagian ini adalah sebagai pelindung vagina.
- 5) Klitoris tonjolan kecil yang mengandung banyak ujung-ujung saraf perasa sehingga sangat sensitive. Seperti halnya penis laki-laki, klitoris akan bereaksi bila ada rangsangan (mengandung banyak jaringan erektil).
- 6) Orificium urethrae, muara saluran kencing.
- 7) selaput dara atau hymen bagian yang mengelilingi tepi ujung vagina, yang berselaput mukosa dan mengandung banyak pembuluh darah.



## C. Proses Oogenesis dan Spermatogenesis

### 1. Proses Oogenesis

Proses oogenesis ialah proses pembentukan sel telur atau ovum yang terjadi di ovarium organ kelamin perempuan. Berikut hasil tampilan dari media LMOS pada proses oogenesis.



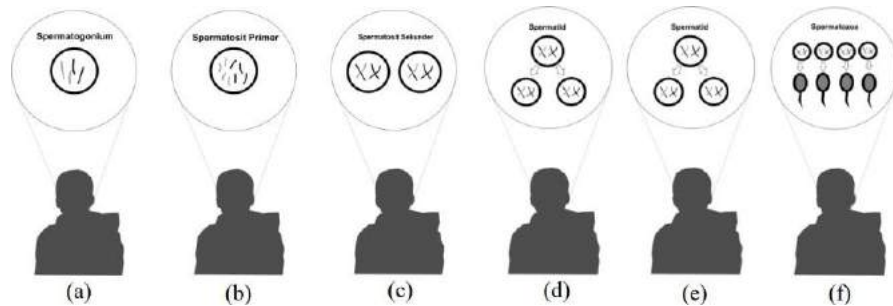
Proses oogenesis dari gambar di atas dimulai dari sebelah kiri ke sebelah kanan. Proses awal oogenesis yaitu dari oogonium sebagai induk atau bakal telur dari sel telur (gambar 2a). Oogonium akan mengalami proses pembelahan secara mitosis menjadi oosit primer diploid ( $2n$ ) (gambar 2b). Proses selanjutnya yaitu oosit primer mengalami pembelahan meiosis 1 menghasilkan 1 badan polar haploid ( $n$ ) yang berukuran kecil dan 1 oosit sekunder ( $n$ ) yang berukuran lebih besar (gambar 2c).

Pembelahan meiosis 2 terjadi pada tahap selanjutnya yaitu digambarkan pada gambar (2d) untuk pembelahan meiosis badan polar ( $n$ ) yang menghasilkan 2 badan polar ( $n$ ) dan gambar (2e) pembelahan meiosis 2 pada oosit sekunder ( $n$ ) menghasilkan 1 badan polar ( $n$ ) dan 1 sel telur (ovum). Hasil akhir dari proses oogenesis yaitu menghasilkan 3 badan polar yang nantinya akan mengalami degradasi dan 1 sel telur

(ovum) yang nantinya siap dibuahi.

## 2. Proses Spermatogenesis

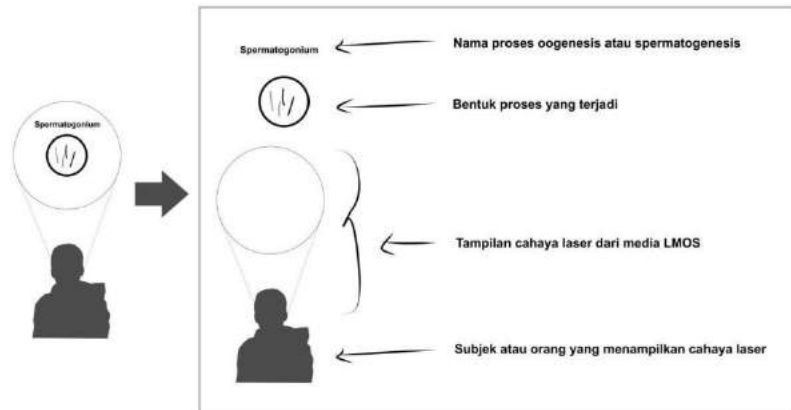
Proses spermatogenesis ialah proses pembentukan sperma yang terjadi di testis organ kelamin laki-laki. Berikut hasil tampilan dari media LMOS pada proses spermatogenesis.



Proses spermatogenesis mengalami dua proses yaitu spermatogenesis tahap awal dari spermatogonium menjadi spermatid. Tahap kedua disebut spermiogenesis yaitu dari spermatid menjadi spermatozoa dewasa (mengalami proses metamorfosa) (Pratiwi, et al. 2019). Proses spermatogenesis pada gambar 3 dimulai dari gambar sebelah kiri ke sebelah kanan. Proses spermatogenesis dimulai dari pembelahan mitosis spermatogonium diploid ( $2n$ ) menjadi spermatisit primer haploid ( $n$ ) (gambar 3a, 3b). Spermatisit primer selanjutnya mengalami proses pembelahan meiosis 1 menghasilkan 2 spermatisit sekunder ( $n$ ) (gambar 3c) dan spermatisit sekunder mengalami pembelahan meiosis 2 menghasilkan 4 spermatid (gambar 3d, 3e).

Tahapan terakhir pada proses spermatogenesis (spermiogenesis) ialah proses diferensiasinya spermatid menjadi spermatozoa ( $n$ ). Hasil akhir dari proses spermatogenesis ialah 1 spermatogonium menghasilkan 4 spermatozoa yang haploid( $n$ ).





Selain untuk proses oogenesis dan spermatogenesis, media laser ini juga dapat digunakan untuk menunjukkan organ-organ sistem reproduksi pada manusia atau proses mitosis dan meiosis dengan menambahkan variasi bentuk di penutup badan sinar laser tersebut sehingga bentuk yang dihasilkan itu dapat menampilkan struktur atau tahapan proses tersebut. Pengembangan media ini sangat luas misalnya penayangan media dua dimensi dapat dipasang pada android; baterai yang digunakan dapat diganti dengan yang lebih tahan lama atau rechargeable; dan penutup badan laser dapat dibuat permanen dengan sistem putar pada bagian atas lampu atau sumber sinar laser tersebut; serta variasi warna dapat menjadi ketertarikan tersendiri dalam menunjukkan konsep materi pembelajaran. Kelemahan dari media LMOS ini ialah gambar yang dihasilkan akan terlihat kecil dan tulisan tidak terlalu jelas jika didekatkan dengan permukaan yang dekat. Permukaan yang digunakan harus datar dan monokrom atau satu warna serta tidak ada corak dan tidak menutupi atau sama dengan warna dari sinar laser yang dipancarkan, misalnya dinding atau tembok bangunan yang lebih gelap dari sinar laser. Dengan demikian, harus dibuat ukuran diameter lingkaran yang besar bagian penutup ujung sinar laser dan

ditampilkan pada permukaan yang datar. Kelemahan lainnya ialah baterai yang mungkin akan cepat habis jika terus menerus dipakai. Akan tetapi, jika media ini digunakan untuk proses kegiatan belajar mengajar siswa saja maka bisa saja alat ini digunakan cukup lama.

Hal yang harus diperhatikan ialah adanya pengkaratan pada baterai jika terlalu lama tidak dipakai atau di tempatkan pada tempat yang salah karena jenis baterai yang digunakan ialah nonrechargeable atau satu kali pakai. Hilangnya penutup sinar laser dapat menjadi kekurangan dari media ini karena ukurannya yang cukup kecil sehingga perlunya dibuat tempat khusus untuk alat ini, misalnya box atau kantong lainnya.



#### **D. Sistem Kerja Organ Reproduksi Manusia**

##### **1. Sistem Kerja Organ Reproduksi Pria**

Dibedakan menjadi organ kelamin luar dan organ kelamin dalam.

###### **a. Organ reproduksi luar terdiri dari :**

Penis merupakan organ kopulasi yaitu hubungan antara alat kelamin jantan dan betina untuk memindahkan semen ke dalam organ reproduksi betina. Penis diselimuti oleh selaput tipis yang nantinya akan dioperasi pada saat dikhitan/sunat. Scrotum merupakan selaput pembungkus testis yang merupakan pelindung testis serta mengatur suhu yang sesuai bagi spermatozoa.

###### **b. Organ reproduksi dalam terdiri dari :**

Testis merupakan kelenjar kelamin yang berjumlah sepasang dan akan menghasilkan sel-sel sperma serta hormone testosterone. Dalam testis banyak terdapat saluran halus yang disebut tubulus seminiferus. Epididimis merupakan saluran panjang yang berkelok

yang keluar dari testis. Berfungsi untuk menyimpan sperma sementara dan mematangkan sperma. Vas deferens merupakan saluran panjang dan lurus yang mengarah ke atas dan berujung di kelenjar prostat. Berfungsi untuk mengangkut sperma menuju vesikula seminalis. Saluran ejakulasi merupakan saluran yang pendek dan menghubungkan vesikula seminalis dengan urethra. Urethra merupakan saluran panjang terusan dari saluran ejakulasi dan terdapat di penis. Kelenjar pada organ reproduksi pria :

- 1) Vesikula seminalis merupakan tempat untuk menampung sperma sehingga disebut dengan kantung semen, berjumlah sepasang. Menghasilkan getah berwarna kekuningan yang kaya akan nutrisi bagi sperma dan bersifat alkali. Berfungsi untuk menetralkan suasana asam dalam saluran reproduksi wanita.
- 2) Kelenjar Prostat merupakan kelenjar yang terbesar dan menghasilkan getah putih yang bersifat asam.
- 3) Kelenjar Cowper's/Cowper/Bulbourethra merupakan kelenjar yang menghasilkan getah berupa lender yang bersifat alkali. Berfungsi untuk menetralkan suasana asam dalam saluran urethra.

## 2. Sistem Kerja Organ Reproduksi Wanita

Dibedakan menjadi organ kelamin luar dan organ kelamin dalam. Adapun penjelasannya sebagai berikut:



a. Organ Reproduksi Luar

- 1) Vagina merupakan saluran yang menghubungkan organ uterus dengan tubuh bagian luar. Berfungsi sebagai organ kopulasi dan saluran persalinan keluaranya bayi sehingga sering disebut dengan liang peranakan. Di dalam vagina ditemukan selaput dara.
- 2) Vulva merupakan suatu celah yang terdapat di bagian luar dan terbagi menjadi 2 bagian yaitu :
  - Labium mayor merupakan sepasang bibir besar yang terletak di bagian luar dan membatasi vulva.
  - Labium minor merupakan sepasang bibir kecil yang terletak di bagian dalam dan membatasi vulva.

b. Organ Reproduksi Dalam

- 1) Ovarium merupakan organ utama pada wanita. Berjumlah sepasang dan terletak di dalam rongga perut pada daerah pinggang sebelah kiri dan kanan. Berfungsi untuk menghasilkan sel ovum dan hormon wanita seperti :
  - Estrogen yang berfungsi untuk mempertahankan sifat sekunder pada wanita, serta juga membantu dalam proses pematangan sel ovum.
  - Progesterone yang berfungsi dalam memelihara masa kehamilan.
- 2) Fimbriae merupakan serabut/silia lembut yang terdapat di bagian pangkal ovarium berdekatan dengan ujung saluran oviduct. Berfungsi untuk menangkap sel ovum yang telah matang yang dikeluarkan oleh ovarium.
- 3) Fundibulum merupakan bagian ujung oviduct yang berbentuk corong/membesar dan berdekatan dengan fimbriae. Berfungsi menampung sel ovum yang telah ditangkap oleh fimbriae.
- 4) Tuba fallopi merupakan saluran memanjang setelah

infundibulum yang bertugas sebagai tempat fertilisasi dan jalan bagi sel ovum menuju uterus dengan bantuan silia pada dindingnya.

- 5) Oviduct merupakan saluran panjang kelanjutan dari tuba fallopi. Berfungsi sebagai tempat fertilisasi dan jalan bagi sel ovum menuju uterus dengan bantuan silia pada dindingnya.
- 6) Uterus merupakan organ yang berongga dan berotot. Berbentuk seperti buah pir dengan bagian bawah yang mengecil. Berfungsi sebagai tempat pertumbuhan embrio. Tipe uterus pada manusia adalah simpleks yaitu dengan satu ruangan yang hanya untuk satu janin. Uterus mempunyai 3 macam lapisan dinding yaitu :
  - Perimetrium yaitu lapisan yang terluar yang berfungsi sebagai pelindung uterus.
  - Miometrium yaitu lapisan yang kaya akan sel otot dan berfungsi untuk kontraksi dan relaksasi uterus dengan melebar dan kembali ke bentuk semula setiap bulannya.
  - Endometrium merupakan lapisan terdalam yang kaya akan sel darah merah. Bila tidak terjadi pembuahan maka dinding endometrium inilah yang akan meluruh bersamaan dengan sel ovum matang.
- 7) Cervix merupakan bagian dasar dari uterus yang bentuknya menyempit sehingga disebut juga sebagai leher rahim. Menghubungkan uterus dengan saluran vagina dan sebagai jalan keluarnya janin dari uterus menuju saluran vagina.
- 8) Saluran vagina merupakan saluran lanjutan dari cervix dan sampai pada vagina.
- 9) Klitoris merupakan tonjolan kecil yang terletak di depan vulva. Sering disebut dengan klintit.



## E. Penyakit yang Menyerang Sistem Organ Reproduksi Manusia

### 1. Penyakit Reproduksi Pada Pria

#### a. Disfungsi ereksi

Disfungsi ereksi atau impotensi adalah kondisi ketidakmampuan penis untuk mempertahankan ereksi saat berhubungan seks. Kondisi ini bisa menyebabkan 16eseha dan turunnya rasa percaya diri pada pria. Disfungsi ereksi bisa terjadi akibat berbagai macam hal, mulai dari gangguan fisik maupunmental. Beberapa contohnya adalah penyakit jantung, hipertensi, obesitas, gangguan tidur, rendahnya 16esehat 16esehatan1616e, hingga depresi. Penyakit reproduksi pria ini bisa diatasi dengan konsumsi obat-obatan ataupun kesehatan medis, seperti pemasangan pompa penis dan operasi. Penderita disfungsi ereksi juga disarankan untuk rajin berolahraga dan melakukan konseling sehingga kondisinya membaik.

#### b. Kriptorkismus

Tidak turunnya testis atau kriptorkismus adalah kondisi 16eseha testis tidak turun atautertunda ke skrotum (kantong testis) saat bayi dilahirkan. Kondisi ini biasanya hanya terjadi pada salah satu testis dan umumnya dialami oleh bayi yang lahir 16esehatan. Umumnya, testis akan turun dengan sendirinya dalam beberapa bulan setelah bayi lahir. Namun, pada beberapa kasus, penanganan medis dibutuhkan untuk mengatasi kondisi ini. Penanganan dapat dilakukan dengan cara operasi ataupun terapi 16esehat. Penanganan

penting dilakukan karena kriptorkismus bisa saja menyebabkan komplikasi bila dibiarkan, mulai dari gangguan kesuburan hingga kanker serviks.

c. Varikokel

Varikokel adalah pembesaran pembuluh darah vena, alias varises, pada skrotum (kantong testis). Kondisi ini mirip varises pada kaki. Penyakit varikokel dapat menyebabkan kualitas dan produksi sperma menurun. Selain itu, kondisi ini juga mungkin memicu penyusutan ukuran testis, sehingga penting untuk ditangani. Operasi umumnya menjadi pilihan utama untuk menangani varikokel, baik melalui bedah terbuka ataupun dengan bantuan alat mikroskopis. Operasi varikokel bertujuan untuk menutup pembuluh darah vena yang membesar dan memindahkan jalur aliran darah dari area tersebut ke pembuluh darah vena yang sehat

d. Hidrokel

Hidrokel adalah penyakit pada testis reproduksi pria yang menyerang skrotum (kantong testis). Penyakit ini terjadi karena testis skrotum membengkak akibat adanya cairan. Hidrokel umumnya dialami oleh bayi yang baru lahir, dan cairan tersebut akan hilang dengan sendirinya karena testis bayi menginjak usia 1 tahun. Namun, kondisi ini juga bisa terjadi pada orang dewasa, dan biasanya disebabkan oleh peradangan maupun infeksi. Hidrokel bukan merupakan kondisi yang berbahaya. Akan tetapi, kondisi ini tetap saja harus ditangani karena menimbulkan ketidaknyamanan.

e. Balanitis

Balanitis adalah peradangan kelenjar atau kepala penis. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh infeksi jamur namun dapat juga terjadi akibat infeksi bakteri maupun virus. Pria yang tidak disunat lebih mungkin mengalaminya. Balanitis bisa menyebabkan sejumlah

gangguan pada area penis, seperti iritasi, kemerahan, bengkak, juga gatal. Penyakit ini juga bisa menyebabkan proses buang air kecil terasa nyeri dan timbulnya bercak putih pada penis. Balanitis bisa diatasi dengan berbagai cara, mulai dari penggunaan krim anti jamur, konsumsi antibiotik, hingga penyunatan. Tidak hanya itu, pasien juga disarankan untuk lebih menjaga kebersihan area penis. Dan bila kondisi ini disebabkan oleh diabetes, maka pasien dianjurkan untuk lebih mengontrol kondisinya.

## 2. Penyakit Reproduksi Pada Wanita

### a. Endometriosis

Endometriosis merupakan kondisi yang sering ditemui pada perempuan. Endometriosis termasuk kelainan yang timbul di jaringan yang membentuk lapisan endometrium (dinding dalam rahim) tumbuh di luar rongga rahim. Jaringan ini tumbuh di ovarium, usus, dan pada jaringan yang melapisi panggul. Atas pengaruh hormonal dalam siklus menstruasi menyebabkan jaringan yang salah tempat tadi menjadi nyeri atau meradang dan membesar hingga membentuk kista. Pertumbuhan jaringan dapat menyebabkan masalah kesuburan akibat perlengketan, nyeri haid yang berat, nyeri saat bersenggama, benjolan perut yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

### b. Cystitis

Cystitis merupakan sindrom klinis kompleks yang diidentifikasi oleh peradangan akut atau kronis akibat infeksi pada lapisan kandung kemih. Wanita rentan mengalami infeksi kandung kemih disebabkan saluran kencing yang lebih pendek dibandingkan pria. Gejalanya ditandai oleh sering berkemih (anyang-anyangan), nyeri di akhir berkemih, serta nyeri di bagian panggul. Ketidaknyamanan pada penyakit ini dapat berkisar dari sensasi terbakar ringan hingga nyeri yang cukup parah. Tingkat ketidaknyamanannya juga beragam, bisa terus-menerus atau jarang.



c. Mioma uteri

Mioma uteri merupakan tumor jinak yang terdapat pada lapisan dinding 18eseh yang terdiri dari otot dan jaringan fibrosa. Wanita pada usia subur biasanya mengalami kondisi ini. Ukuran pada mioma uteri ini sangat bervariasi, mulai dari tidak terlihat hingga sebesar buah semangka. Mioma uteri cenderung terjadi pada 18eseha berusia 35 tahun dan lebih. Gejala umum mioma uteri antara lain durasi menstruasi lebih dari seminggu, pendarahan menstruasi yang berat, nyeri pada bagian panggul, sering buang air kecil, nyeri saat berhubungan seksual atau saat menstruasi, serta pembengkakan pada perut. Mioma uteri juga dapat menyebabkan gangguan kesuburan bergantung ukuran dan lokasi mioma pada dinding 18eseh.

d. Kanker serviks

Secara singkat, kanker serviks merupakan jenis kanker yang dimulai di leher 18eseh yang sebagian besar disebabkan oleh infeksi virus 18esehatan manusia (*human 18esehatan virus*). Leher 18eseh berbentuk silinder berlubang yang berfungsi menghubungkan bagian bawah 18eseh 18eseha ke vagina. Kanker serviks biasanya terjadi pada 18eseha berusia 30 sampai 45 tahun, terutama yang sudah aktif secara seksual. Kebanyakan 19eseha tidak menyadari bahwa dirinya mengidap kanker serviks dikarenakan gejala yang tidak terlalu terlihat. Gejala pada umumnya dirasakan 19eseha penyakit sudah menjadi lanjut sehingga penting sekali dilakukan pemeriksaan lebih awal pada mereka dengan 19eseha risiko untuk deteksi lebih dini. Gejala yang biasanya dikeluhkan adalah perdarahan, keputihan yang berbau busuk, nyeri saat buang air kecil, kesulitan buang air besar, dan nyeri panggul.

e. HIV/AIDS

HIV adalah virus yang menyerang 19eseha kekebalan tubuh dan melemahkan kemampuan tubuh melawan infeksi dan penyakit. Jika

seseorang wanita terkena HIV, ia dapat menularkan kepada pasangannya, kepada janin yang dikandungnya, dan akan lebih rentan terhadap penyakit infeksi dan keganasan/kanker . Penularan virus ini dapat terjadi melalui saat cairan tubuh seseorang yang mengidap HIV ke tubuh orang lain dengan berbagai cara, seperti melakukan hubungan seks tanpa kondom, penggunaan alat suntik secara 19esehat-sama, 19esehatan darah, kepada janin yang dikandungnya melalu plasenta saat hamil, persalinan, dan menyusui.



## **F. Upaya Mencegah Penyakit Sistem Organ Reproduksi**

Setiap remaja mempunyai hak untuk mendapatkan akses dan informasi tentang 19esehatan reproduksi berupa 19esehatan19 reproduksi dan seks. Pendidikan seks tidak ditujukan untuk mengajarkan mereka tentang hubungan seks, namun memberi pengetahuan tentang upaya yang perlu mereka tempuh untuk menjaga 19esehatan organ reproduksi. Kesehatan reproduksi bagi remaja berarti memiliki informasi yang benar dan tepat mengenai fungsi, peran, dan proses reproduksi.

Pendidikan kesehatan reproduksi juga mengarahkan pada remaja untuk memiliki sikap serta tingkahlaku bertanggung jawab mengenai proses reproduksi. Prinsip dasar dalam mencapai 19esehatan reproduksi secara fisik berkaitan dengan usaha menjaga kebersihan. Ada dua jenis menjaga kebersihan yaitu menjaga kebersihan diri dan menjaga kebersihan organ reproduksi. Menjaga kebersihan diri adalah proses membersihkan dan menjaga diri untuk tetap bersih, tidak kotor, dan terhindar dari penyakit. Ini dapat dilakukan dengan mandi rutin dua kali sehari, mencukupi kebutuhan gizi dan asupan makanan, menjaga berat badan ideal, membersihkan hati

dan berusaha hidup sehat. Menjaga kebersihan organ reproduksi dilakukan dengan cara

1. Menjaga kesehatan vagina dimulai dari memperhatikan kebersihan diri. Indonesia merupakan daerah yang beriklim tropis. Udara panas dan cenderung lembab sering membuat banyak berkeringat. Terutama dibagian tubuh yang tertutup dan lipatan-lipatan kulit, seperti daerah alat kelamin. Kondisi ini dapat menyebabkan mikroorganisme jahat, terutama jamur mudah berkembang biak, yang akhirnya bisa menimbulkan infeksi.
2. Mengganti celana dalam minimal dua kali sehari
3. Membersihkan kotoran yang keluar dari alat kelamin atau anus dengan menggunakan air bersih atau kertas pembersih (tisu)
4. Gerakkan cara membersihkan alat kelamin adalah dari arah vagina kearah anus, untuk mencegah kotoran anus masuk ke vagina
5. Tidak menggunakan air yang kotor untuk membersihkan vagina
6. Dianjurkan untuk mencukur atau merapikan rambut kemaluan karena bisa ditumbuhi jamur atau kutu yang dapat menimbulkan rasa gatal dan tidak nyaman
7. Pada siklus menstruasi, remaja perempuan mengganti pembalut setiap tiga hingga empat jam sekali



## Rangkuman

1. Sistem reproduksi adalah suatu rangkaian dan interaksi organ dan zat dalam organisme yang dipergunakan untuk berkembang biak.
2. Organ reproduksi bagian dalam yaitu terdapat testis berfungsi penghasil sperma dan hormon kelamin yang pembentukannya terjadi di dalam tubulus seminiferus.
3. Saluran reproduksi pada laki – laki terdiri dari epididimis, vas deferens, dan uretra,
4. Organ reproduksi bagian luar terdiri dari penis dan skrotum.
5. Sistem reproduksi wanita terdiri dari organ yang terdapat dalam ovarium, tuba fallopi, (tuba uterine/oviduk), uterus dan vagina. Organ yang terletak di luar tubuh terdiri dari vulva (pudendum).
6. Saluran reproduksi wanita yang berfungsi sebagai jalur sel telur menuju uterus (rahim) dinamakan saluran telur (oviduk) atau tuba Fallopi. Pada bagian pangkalnya terdapat bagian mirip corong yang dinamakan infundulum, yang berjumbai-jumbai (fimbriae).
7. Organ reproduksi bagian luar Wanita terdiri dari Vulva, Pubic bone (Mons pubis) bagian atas, Bibir besar (Labia mayora), Bibir Kecil (Labia minora), Klitoris, Orificium erethrae, muara saluran kencing, dan selaput dara atau hymen bagian yang mengelilingi tepi ujung vagina.
8. Proses oogenesis ialah proses pembentukan sel telur atau ovum yang terjadi di ovariumorgan kelamin perempuan.
9. Proses spermatogenesis ialah proses pembentukan sperma yang terjadi di testis organkelamin laki-laki.
10. Penyakit reproduksi pada pria yaitu Disfungsi ereksi, Kriptorkismus, Varikokel, Hidrokel, dan Balanitis. Sedangkan pada Wanita yaitu Endometriosis, Cystitis, Mioma uteri, Kanker serviks, dan HIV/AIDS.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Apa fungsi utama dari ovarium ?

2. Apa saja organ reproduksi bagian luar Wanita ?

3. Apa saja sistem reproduksi laki-laki bagian luar ?

4. Bagaimana proses oogenesis dan spermatogenesis ?

5. Apa saja penyakit yang terdapat pada sistem reproduksi pada laki-laki ?

## UNIT 7

# Sistem Ekskresi Pada Manusia



### A. Pengertian Sistem Ekskresi

Sistem Ekskresi adalah proses pengeluaran zat sisa metabolisme yang sudah terakumulasi dalam tubuh agar kesetimbangan tubuh tetap terjaga. Sistem ekskresi merupakan hal yang pokok dalam homeostasis karena sistem ekskresi tersebut membuang limbah metabolisme dan merespon terhadap ketidakseimbangan cairan tubuh dengan cara mengekskresikan ion-ion tertentu sesuai kebutuhan (Campbell, 2006). Sistem ekskresi merupakan sistem yang berperan dalam proses pembuangan zat-zat yang sudah tidak diperlukan (zat sisa) ataupun zat-zat yang membahayakan bagi tubuh dalam bentuk larutan. Ekskresi terutama berkaitan dengan pengeluaran-pengeluaran senyawa-senyawa nitrogen. Selama proses pencernaan makanan, protein dicernakan menjadi asam amino dan diabsorpsi oleh darah, kemudian diperlukan oleh sel-sel tubuh untuk membentuk protein-protein baru. Mamalia memiliki sepasang ginjal yang terletak dibagian pinggang (lumbar) dibawah peritonium. Urine yang dihasilkan oleh ginjal akan mengalir melewati saluran ureter menuju kantung kemih yang terletak midventral dibawah rektum. Dinding kantung kemih akan berkontraksi secara volunter mendorong urine keluar melalui uretra. (Kurniati, 2009).

Makhluk hidup menghasilkan zat-zat sisa yang harus dikeluarkan. Zat ini dapat menjadi racun jika tidak dikeluarkan oleh tubuh. Proses

pengeluaran zat sisa dari tubuh antara lain sekresi,ekresi, dan defekasi. Sekresi merupakan suatu proses pengeluaran zat yang berbentuk cairan olehsel-sel atau jaringan. Ekskresi merupakan proses pengeluaran zat sisa metabolisme dari tubuhyang sudah tidak dapat digunakan lagi seperti pengeluaran urine, keringat, dan CO<sub>2</sub> dari tubuh.Defekasi merupakan prses pengeluaran feses dari tubuh. Alat ekskresi manusia adalah paru-paru,ginjal, kulit, dan hati (Karmana, 2007).Setiap hari tubuh kita menghasilkan kotoran dan zat-zat sisa dari berbagai proses tubuh.Agar tubuh kita tetap sehat dan terbebas dari penyakit, maka kotoran dan zat-zat sisa dalam tubuhkita harus dibuangmelalui alat-alat ekskresi. Sistem ekresi adalah proses pengeluaran zat-zat sisahasil metabolisme yang sudah tidak digunakan lagi oleh tubuh. Sedangkan kebalikan dari sistemini adalah sistem sekresi yaitu proses pengeluaran zat-zat yang berguna bagi tubuh. Alatalatekskresi manusia berupa ginjal, kulit, hati, paru-paru dan colon. Hasil sistem ekskresi dapatdibedakan menjadi : Zat cair yaitu berupa keringat, urine dan cairan empedu, Zat padat yaitu berufeces, Gas berupa CO<sub>2</sub> dan Uap air berupa H<sub>2</sub>O (Poedjadi, 2005).



## **B. Anatomi dan Fungsi Organ Ekskresi Manusia**

Pada system ekskresi manusia, sisa-sisa metabolisme diserap dari darah, kemudian diproses dan akhirnya dikeluarkan lewat alat-alat ekskresi. Berikut akan di jelaskan alat-alat ekskresi manusia antara lain :

1. Kulit
  - a. Pengertian Kulit

Seluruh permukaan tubuh terbungkus oleh lapisan tipis yang sering kita sebut kulit. Kulit merupakan benteng pertahanan tubuh kita yang utama karena berada di lapisan anggota tubuh yang



paling luar dan berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar.

Susunan Kulit tersusun atas tiga lapisan, yaitu epidermis (lapisan luar/kulit ari), dermis (lapisandalam/kulit jangat), dan hipodermis (jaringan ikat bawah kulit).

#### 1) Epidermis

Lapisan epidermis terdiri atas stratum korneum, stratum lusidum, stratum granulosum dan stratum germinativum. Stratum korneum tersusun dari sel-sel mati dan selalumenkelupas. Stratum lusidum tersusun atas sel-sel yang tidak berinti dan berfungsi menggantistratum korneum. Stratum granulosum tersusun atas sel-sel yang berinti dan mengandung pigmen melanin. Stratum germinativum tersusun atas sel-sel yang selalu membentuk sel-sel baru ke arah luar.

- Stratum korneum, merupakan lapisan zat tanduk, mati dan selalu mengelupas.
- Stratum lusidum, merupakan lapisan zat tanduk
- Stratum granulosum, mengandung pigmen
- Stratum germinativum, selalu membentuk sel-sel baru ke arah luar.

#### 2) Dermis

Dermis terletak di bawah epidermis. Lapisan ini mengandung akar rambut, pembuluhdarah, kelenjar, dan saraf. Kelenjar yang terdapat dalam lapisan ini adalah kelenjar keringat( glandula sudorifera) dan kelenjar minyak ( glandula sebacea). Kelenjar keringatmenghasilkan keringat yang di dalamnya terlarut berbagai macam garam. terutama garamdapur. Keringat dialirkan melalui saluran kelenjar keringat dan dikeluarkan dari dalam tubuhmelalui pori-pori. Di dalam kantong rambut terdapat akar rambut dan batang rambut. Kelenjarminyak berfungsi menghasilkan minyak yang berfungsi meminyaki rambut agar tidak kering.Rambut dapat tumbuh terus karena

mendapat sari-sari makanan pembuluh kapiler di bawahkantong rambut. Di dekat akar rambut terdapat otot penegak rambut.

- Akar rambut
- Pembuluh darah
- Syaraf
- Kelenjar minyak (glandula sebacea)
- Kelenjar keringat (glandula sudorifera)
- Lapisan lemak, terdapat di bawah dermis yang berfungsi melindungi tubuh dari pengaruh suhuluar.

### 3) Hipodermis

Hipodermis terletak di bawah dermis. Lapisan ini banyak mengandung lemak. Lemak berfungsi sebagai cadangan makanan, pelindung tubuh terhadap benturan, dan menahan panas tubuh.

#### b. Fungsi Kulit

Sebagai alat ekskresi. kulit berfungsi mengeluarkan keringat. Fungsi kulit yang lain,antara lain melindungi tubuh terhadap gesekan, kuman, penyinaran, panas. dan zat kimia;mengatur suhu tubuh; menerima rangsang dari luar: serta mengurangi kehilangan air.Kelenjar keringat menyerap air dan garam, terutama garam dapur dan darah di pembuluhkapiler. Keringat yang dikeluarkan melalui pori-pori di permukaan kulit akan menyerap panas tubuh sehingga suhu tubuh menjadi tetap. Pada keadaan normal. keringat akan keluar dari tubuh sebanyak sekitar 50 mL setiap jam. Beberapa faktor yang dapat memacu pengeluaran keringat. antara lain peningkatan aktivitas tubuh. peningkatan suhulingkungan, dan goncangan emosi. Emosi akan merangsang saraf simpatis untukmemperkecil pengeluaran keringat dengan cara mempersempit pembuluh darah.Pengeluaran keringat yang berlebihan, misalnya karena terik matahari atau kegiatan tubuhyang berlebihan, dapat menyebabkan

terjadi lapar garam.

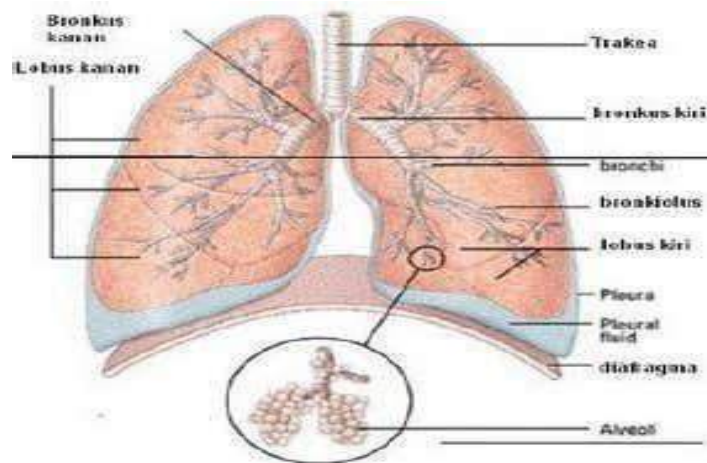
Kekurangan kadar garam darah dapat mengakibatkan kekejangan dan pingsan. Dapat disimpulkan, fungsi kulit antara lain sebagai berikut:

- Mengeluarkan keringat
- Pelindung tubuh
- menyimpan kelebihan lemak
- mengatur suhu tubuh, dan tempat pembuatan vitamin D dari pro vitamin D dengan bantuan sinar matahari yang mengandung ultraviolet.

## 2. Paru – Paru

### a. Pengertian Paru -Paru

Paru-paru manusia berjumlah dua atau sepasang. Pada dasarnya fungsi utama paru-paru adalah sebagai alat pernapasan, namun peran tersebut juga erat hubungannya dengan sistem ekskresi. Hal ini dikarenakan CO<sub>2</sub> dan air yang merupakan hasil proses metabolisme di jaringan yang diangkut melalui darah akhirnya akan dibawa ke paru-paru untuk dibuang dengan cara difusi di alveolus. Proses ini dapat berjalan dengan baik karena dibuang dengan difusi di alveolus. Proses ini dapat berjalan dengan baik karena pada alveolus banyak bermuara kapiler yang memiliki selapis sel.



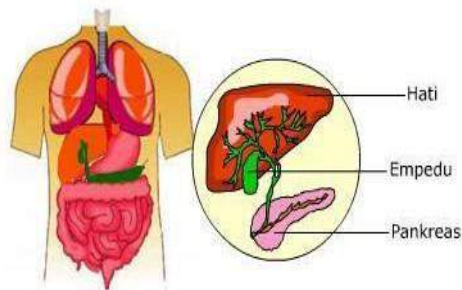
## b. Fungsi Paru – Paru

Paru-paru merupakan organ yang sangat vital bagi kehidupan manusia karena tanpa paru-paru manusia tidak dapat hidup. Dalam Sistem Ekskresi, paru-paru berfungsi untuk mengeluarkan KARBONDIOKSIDA (CO<sub>2</sub>) dan UAP AIR (H<sub>2</sub>O). Di dalam paru-paru terjadi proses pertukaran antara gas oksigen dan karbondioksida. Setelah membebaskan oksigen, sel darah merah menangkap karbondioksida sebagai hasil metabolisme tubuh yang akan dibawa ke paru-paru. Di paru-paru karbondioksida dan uap air dilepaskan dan dikeluarkan dari paru-paru melalui hidung. Penguraian karbohidrat (glukosa) dan lemak kecuali menghasilkan energi akan menghasilkan zat sisa berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang akan dikeluarkan lewat paru-paru. Seseorang yang berada dalam daerah dingin waktu ekspirasi akan tampak menghembuskan uap. Uap tersebut sebenarnya merupakan karbondioksida dan uap air yang dikeluarkan saat terjadi pernafasan.

## 3. Hati

Hati merupakan “kelenjar” terbesar yang terdapat dalam tubuh manusia. Letaknya di dalam rongga perut sebelah kanan atas. Berwarna merah tua dengan berat mencapai 2 kilogram pada orang dewasa. Hati terbagi menjadi dua lobus, kanan dan kiri. Hati mendapat suplai darah dari pembuluh nadi (arteri hepatica) dan pembuluh gerbang (*vena porta*) dari usus. Hati dibungkus oleh selaput hati (*capsula hepatica*). Hati terdapat pembuluh darah dan empedu yang dipersatukan selaput jaringan ikat (*capsula glisson*). Hati juga terdapat sel-sel perombak sel darah merah yang telah tua disebut histiosit. Sebagai alat ekskresi hati menghasilkan empedu yang merupakan cairan jernih kehijauan, di dalamnya mengandung zat warna empedu (bilirubin), garam empedu, kolesterol dan juga bakteriserta obat-obatan. Zat warna empedu terbentuk dari rombakan eritrosit yang telah tua atau rusak dan ditangkap histiosit selanjutnya dirombak dan haeglobinnya dilepas. Zat

racun yang masuk kedalam tubuh akan disaring terlebih dahulu di hati sebelum beredar ke seluruh tubuh. Hati menyerap zat racun seperti obat-obatan dan alkohol dari sistem peredaran darah. Hati mengeluarkan zat racun tersebut Bersama dengan getah empedu.



### C. Kelainan dan Gangguan Pada Sistem Ekskresi

Kelainan dan penyakit yang menyerang sistem ekskresi dapat disebabkan oleh banyak hal. Misalnya virus, bakteri, jamur, efek samping obat atau pola makan yang tidak sehat. Beberapa penyakit pada sistem ekskresi antara lain sebagai berikut:

1. Albuminuria

Albuminuria Adalah adanya albumin dan protein lain dalam ginjal. Penyakit ini menyebabkan terlalu banyak albumin yang lolos dari saringan ginjal dan terbuang bersama urin sebagai dampak kerusakan pada alat filtrasi di dalam ginjal.

2. Hematuria

Hematuria (kencing darah) adalah penyakit pada sistem ekskresi yang ditandai dengan urin penderita mengandung darah. Penyakit ini antara lain disebabkan oleh peradangan ginjal, batu ginjal, dan kanker kandung

kemih.

### 3. Nefritis

Terjadinya infeksi pada nefron (glomerulus), yang mengakibatkan urea dan urin masuk kembali ke dalam darah (uremia) serta mengakibatkan terganggunya proses penyerapan air, sehingga terjadi penimbunan air di kaki (edema)

### 4. Nefrolitiasis (batu ginjal)

Tanda dari gangguan batu ginjal yaitu, urine sulit keluar karena tersumbat batu pada ginjal, saluran ginjal atau kandung kemih. Penyebab batu ginjal tersebut yaitu konsentrasi unsur-unsur kalsium terlalu tinggi dan dipercepat dengan infeksi dan penyumbatan saluran ureter. Hal ini berakibat sulit mengeluarkan urine, dan urine bercampur darah

### 5. Gagal ginjal

Tanda dari gagal ginjal yaitu meningkatnya kadar urea dalam darah. Penyebabnya nefritis (radang ginjal) dan berakibat zat-zat yang seharusnya dibuang oleh ginjal tertumpuk dalam darah. Adapun cara pengobatannya yaitu melalui cuci darah secara rutin atau cangkok ginjal

### 6. Hepatitis

Hepatitis adalah radang hati yang umumnya disebabkan oleh virus. Penyakit ini dapat dicegah dengan vaksin hepatitis, menjaga kebersihan lingkungan, menghindari kontak langsung dengan penderita hepatitis dan tidak menggunakan jarum suntik untuk pemakaian lebih dari satu kali. Beberapa hepatitis antara lain hepatitis A dan B. Penderita hepatitis mengalami perubahan warna kulit dan putih mata menjadi berwarna kuning. Urin penderita pun berwarna kuning bahkan kecokelatan seperti teh.

### 7. Sirosis Hati

Tandanya yaitu timbulnya jaringan parut dan kerusakan sel-sel pada hati. Penyebab yaitu minuman alkohol, keracunan obat, infeksi bakteri, komplikasi hati. Akibat: gangguan kesadaran, koma, kematian.

Pengobatan sesuai penyebabnya, pemulihan fungsi hati dan transplantasi hati.

8. Asma atau sesak nafas yaitu kelainan yang disebabkan oleh penyumbatan saluran pernafasan yang diantaranya disebabkan oleh alergi terhadap rambut, bulu, debu atau tekanan psikologis.

9. Kanker Paru-Paru

yaitu gangguan paru-paru yang disebabkan oleh kebiasaan merokok. Penyebab lain adalah terlalu banyak menghirup debu asbes, kromium, produk petroleum dan radiasi ionisasi. Kelainan ini mempengaruhi pertukaran gas di paru-paru.



## Rangkuman

1. Proses pengeluaran zat-zat sisa dari dalam tubuh disebut ekskresi.
2. Organ yang berperan dalam proses ekskresi yaitu kulit, paru-paru, ginjal, dan hati.
3. Kulit berfungsi sebagai pelindung tubuh, alat ekskresi, pencegah masuknya kuman penyakit, pengatur suhu tubuh, dan pengatur pengeluaran air dari dalam tubuh.
4. Paru-paru berfungsi untuk mengeluarkan karbon dioksida dan uap air sisa respirasi.
5. Ginjal berfungsi sebagai penyaring darah, mengeluarkan sisa metabolisme, membuang zat-zat yang berbahaya bagi tubuh, dan mengatur keseimbangan air dan garam di dalam darah.
6. Hati berfungsi untuk tempat penyimpanan gula dalam bentuk glikogen, tempat pembentukan dan pembongkaran protein, tempat pembongkaran sel darah merah, yang telah tua, atau rusak, pembentukan cairan empedu, penetralan racun, dan tempat pembuatan vitamin A dari provitamin A.



## Tes Formatif

**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Apa yang dimaksud dengan sistem ekskresi ?

2. Apa saja alat-alat ekskresi pada manusia ?

3. Jelaskan fungsi dari kulit, paru-paru, dan hati pada sistem ekskresi manusia !



4. Jelaskan susunan kulit yang tersusun atas tiga lapisan !



5. Kelainan dan gangguan apa saja yang terdapat pada sistem ekskresi manusia ?





## Tes Akhir

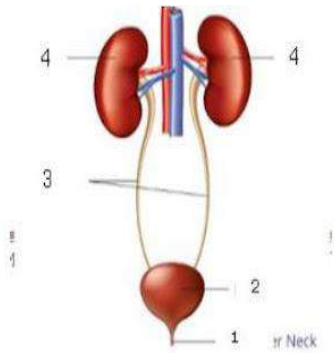
**Kerjakan Soal Di bawah ini dengan benar !**

1. Bebek melakukan penyesuaian dengan memiliki paruh yang lebar dan tipis, sedangkan paruh ayam pendek dan tebal untuk penyesuaian, ketika bebek dan ayam tidak melakukan penyesuaian maka...
  - a. Ayam tak dapat bertahan hidup
  - b. Bebek tak dapat bertahan hidup
  - c. Ayam dan bebek tak dapat bertahan hidup
  - d. Ayam dan bebek dapat bertahan hidup
2. Organisme adalah gabungan dari beberapa sistem organ yang saling berkaitan satu sama lain. Bagaimana apabila ada salah satu sistem organ yang terganggu maka....
  - a. sistem organ yang lain juga ikut terganggu
  - b. sistem organ yang lain tidak mengalami masalah
  - c. sistem organ yang lain juga ikut terganggu, namun tidak mengalami masalah
  - d. tidak mempengaruhi sistem organ yang lain
3. Keanekaragaman gen juga sering dikenal dengan ras, sedangkan keanekaragaman jenis adalah variasi makhluk hidup pada tingkat jenis, dibawah ini manakah pernyataan yang salah.... (C4)

- a. Keanekaragaman tingkat gen ini dapat dilihat dari perbedaan ciri makhluk hidup dalam satu spesies.
  - b. Keanekaragaman tingkat gen merupakan variasi komponen biotik.
  - c. Keanekaragaman tingkat jenis terjadi pada makhluk hidup yang berbeda spesies tetapi masih satu family.
  - d. Keanekaragaman tingkat jenis merupakan variasi komponen biotik
4. Pembuangan limbah deterjen ke sungai sering terjadi mengakibatkan spesies alga menurun. cara agar spesies alga tetap ada yaitu ....
- a. menghentikan pembuatan deterjen
  - b. membuang limbah deterjen ke laut
  - c. tidak menggunakan deterjen lagi
  - d. membuat pembuangan khusus sebagai solusinya
5. Bakso yang memiliki tekstur sangat kenyal dan tidak rusak sampai 2 hari pada suhu 25°C. sedangkan mie yang memiliki tekstur kental, lebih mengkilat, tidak lengket, dan tidak mudah putus. Dari makanan bakso dan mie tersebut mengandung zat berbahaya yaitu ....
- a. Mengandung formalin dan formalin
  - b. Mengandung formalin dan boraks
  - c. Mengandung sakarin
  - d. Asam Benzoat
6. Oksigen sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, oksigen dapat diperoleh makhluk hidup melalui pernapasan. Pernapasan adalah ...
- a. Proses perombakan gas yang berasal dari makhluk hidup dengan gas yang ada dilingkungannya
  - b. Proses pembentukan gas yang berasal dari makhluk hidup dengan gas yang ada dilingkungannya

- c. Proses pertukaran gas yang berasal dari makhluk hidup dengan gas yang ada dilingkungannya
  - d. Proses penguraian gas yang berasal dari makhluk hidup dengan gas yang ada dilingkungannya
7. Pernyataan berikut yang tepat mengenai sistem gerak pada manusia adalah ...
- a. Rangka merupakan alat gerak pasif, otot merupakan alat gerak aktif.
  - b. Rangka merupakan alat gerak aktif, otot merupakan alat gerak pasif
  - c. Rangka yang berfungsi menggerakkan otot
  - d. Antara rangka dan otot tidak saling bekerjasama
8. Pernyataan yang tepat sistem pencernaan pada manusia adalah ...
- a. Melindungi organ dalam pencernaan manusia
  - b. Penyedia energi bagi tubuh manusia
  - c. Penyedia cadangan makanan dalam tubuh
  - d. Sumber vitamin dan mineral tubuh
9. Penyakit organ reproduksi dengan penurunan sistem kekebalan tubuh yang disebabkan virus yang menghancurkan sel darah putih adalah ...
- a. Raja singa
  - b. Kencing nanah
  - c. AIDS
  - d. Keputihan

10. Perhatikan gambar dibawah ini !



Gambar yang ditunjukkan oleh nomor 3 adalah ...

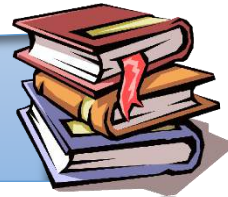
- a. Ginjal
- b. Ureter
- c. Kantong kemih
- d. Uretra



## Kunci Jawaban Tes Akhir

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

# Daftar Pustaka



- Adlina, Atifah. 11 Organ pada sistem Pencernaan Manusia, Tak Hanya Lambung dan Usus. SehatQ arikel. 08 Desember 2021. Diakses pada 04 Juni 2022. <https://www.sehatq.com/artikel/alat-pencernaan-manusia-ternyata-tak-hanya-lambung-danusus#:~:text=Sistem%20atau%20alat%20pencernaan%20manusia,karbohidrat%2C%20lemak%2C%20dan%20protein.>
- Aditia, L. 2013. Makalah Sistem Ekskresi. [http://www.academia.edu/16149298/MAKALAH\\_SISTEM\\_EKSKRESI](http://www.academia.edu/16149298/MAKALAH_SISTEM_EKSKRESI). Diakses pada tanggal 1 Juni 2022 pukul 22:00 WIB.
- Anidityas, N. A., Utami, N. R., & Widiyaningrum, P. (2012). Penggunaan alat peraga sistem pernapasan manusia pada kualitas belajar siswa SMP kelas VIII. *Unnes Science Education Journal*, 1(2).
- Ariwidodo,eko,Relevansi pengetahuan masyarakat tentang lingkungan dan etika lingkungan dengan partisipasinya dalam pelestarian lingkungan,Dalam jurnal Nuansa jurnal penelitian sosial dan keagamaan islam,vol 11 No,1( 2014).
- Azhari, Syamlawi.1997. Etika Lingkungan dalam Pembangunan Berkelanjutan. Jakarta: Dirjen Perguruan Tinggi Depdikbud.
- Aziz, Akbarul. 2011. [http://www.academia.edu/11083782/Penyakit\\_Pada\\_Sistem\\_Ekskresi\\_Ginjal](http://www.academia.edu/11083782/Penyakit_Pada_Sistem_Ekskresi_Ginjal). Diakses pada tanggal 1 Juni 2022 pada pukul 18:40 WIB.
- Azmiyawati, Choiril. 2018. Zat Kimia Berbahaya dalam Makanan dan Minuman. Jakarta: PT Sunda Kelapa Pustaka.
- Bertens,K. (2002). Etika. Jakarta: Gramedia
- Caisar, A. (2021). Modul Sistem Reproduksi Manusia dan Hewan (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Darmawan, A. (2013). Penyakit sistem respirasi akibat kerja. *JAMBI MEDICAL JOURNAL" Jurnal Kedokteran dan Kesehatan"*, 1(1).

- Dewi, Mia Roosmahlisa. 2007. Undur-Undur Darat (*Myrmeleon sp.*) sebagai Obat Alternatif Diabetes Melitus.
- Dr. RAMLAWATI, M. D. (2017). SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2017 Mata Pelajaran IPA. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Pendidikan.
- Dra. Ely Rudyatmi, M. D. (2016). SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016 MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN BIOLOGI BAB X EKOSISTEM. KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN.
- Efrizon, S., Zulfa, C. S., Atifah, Y., Achyar, A., & Ramadhani, S. (2021, September). Sistem Alat Reproduksi Pada Manusia. In Prosiding Seminar Nasional Biologi (Vol. 1, No. 1, pp. 725-32).
- Emmanuel, Kwaw., Sackey, Sackle Aaugustina. Nutritional & sensory analysis of millet based sponge cake. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*.2(6).287-2829
- Febriantina, Dyah Dwi. 2013. Sistem Gerak Manusia. ( [http://dyahfebriantina.blogspot.com/2013/12/vbehaviorur-ldefaultvml0\\_18.html](http://dyahfebriantina.blogspot.com/2013/12/vbehaviorur-ldefaultvml0_18.html) ) diakses padaRabu, 18Desember 2013.
- Guyton. 1995. Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit (*Human Physiology and Mechanisms od Disease*) Edisi III. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Hapipah, N., & Kep, M. (2022). ASUHAN SISTEM PERNAPASAN, GANGGUAN DAN PENATALAKSANAAN MEDIS. *Ilmu Keperawatan Medikal Bedah dan Gawat Darurat*, 15.
- Hakim, M. (2020). Sistem pakar mengidentifikasi penyakit alat reproduksi manusia menggunakan metode forward chaining. *TEKNIMEDIA : Teknologi Informasi Dan Multimedia*.
- Harahab, Dini P. 2012. Pengembangan LEMBAR KERJA SISWA Berorientasi Kecakapan Hidup (Life Skill) Untuk SMA Kelas XI Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia. Skripsi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Kimball, John W. 1988. *Biologi* Edisi Irianto K. 2004. Struktur dan Fungsi Tubuh Manusia Untuk Para Medis. Bandung:PT.Yrama Widya.
- Irawan, Albertus Bobby. 2013. Pembelajaran Biologi Mengenai Sistem Rangka Manusia. *Jurnal* Vol. 2, No. 1 hal 7-9.



- [seruniid.unsa.ac.id](http://seruniid.unsa.ac.id). Jhon, W Kimbal. 1983. Biologi Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Iswari, Mega and Nurhastuti, Nurhastuti (2018) Anatomi, Fisiologi dan Genetik. In: Anatomi, Fisiologi dan Genetik. Goresan Pena, Kuningan, pp. 1-176. ISBN 978- 602-364-425-4
- Kadhila, N. (2019). *Main Characteristics of Living Organisms*. A Brief Introduction to the Search for Extra-Terrestrial Life, 39–45. <https://doi.org/10.1201/9780429201431-4>.
- Khairiah, L., Tursina, Rismawan, T. 2017. Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Hati Dengan Metode Dempster Shafer Berbasis Android. Jurnal Coding Sistem Komputer Untan, 5(2):57-66.
- Kurnadi, Kemal Adyana. 1992. Dasar-Dasar Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA IKIP Bandung.
- Kurniati, Tuti. 2009. Zoologi Vertebrata. Bandung: Universitas Negeri Sunan Gunung Jati.
- Laelandi, R., Amani, S. R., & Solihah, W. (2021, July). Desain Media Pembelajaran LMOS (Laser Marking Oogenesis and Spermatogenesis) untuk Siswa SMP. In SINASIS (Seminar Nasional Sains) (Vol. 2, No. 1).
- Legiawan, K. M & Agustina, D. 2021. Penerapan Teknologi Augmented Reality Sistem Ekskresi Manusia Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Android. Media Jurnal Informatika, 13 (1):17-25.
- Lehninger, Albert L. 1982. Dasar-dasar Biokimia Jilid 1, 2, 3 Jakarta: Erlangga.
- Lisna, Wa. 2020. PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS KOOPERATIF TIPE NHT (Number Head Together) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA DI KELAS XI IIS DI MA NURUL IKHLAS AMBON. Repository IAIN Ambon.
- Maahdiyyani, I. P. (2017). *PENINGKATAN HASIL BELAJAR IPA MATERI ALAT PERNAFASAN PADA MANUSIA MELALUI METODE EKSPERIMEN PADA SISWA KELAS V MI TEGALWATON, KECAMATAN TENGARAN, KABUPATEN SEMARANG TAHUN AJARAN 2016 SKRIPSI* (Doctoral dissertation, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan).

- Maryati, Frida dan Yusuf, H. 2003, Upaya Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi Melalui Metode Resitasi, Jurnal penelitian dan Pendidikan.Gorontalo: Lembaga Penelitian Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan, tahun IV, Edisi 8.
- Muhaemin. 2006, Upaya Meningkatkan pemahaman Konsep Biologi Pada Siswa Kelas II Semester Ganjil SMA Al- Kautsar TP 2004\ 2005 Melalui Pendekatan Peta Konsep, Jurnal Pendidikan Vol. 4, No. 1. Jakarta: Jurnal Pendidikan Pengajaran.
- Muflihaini, Milade Annisa. (2017). Prinsip Etika Lingkungan
- Mohamed, H., & Bashhar, B. (2017). ITS for teaching the 7 characteristics for living things. ... of Advanced Research and Development, 2(1), 31–36. <https://philpapers.org/rec/MOHIFT>.
- Pearce, E. 2004. Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis.
- Purnamasari, A. (2020). SISTEM REPRODUKSI BIOLOGI-KELAS XI.
- Puspita R, Mahardika Prihadi G. *Sistem Stimulasi Alat indera Manusia Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar*. Universitas Islam Indonesia.
- Quddus, A. (2012). Ecotheology Islam: Teologi Konstruktif Atasi Krisis Lingkungan. *Ulumuna*, 16(2), 311-346.
- Rahardjanto, Abdulkadir dkk. (2019). Etika Lingkungan. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ramlawati, Hamka L. H, dkk. 2017. Zat aditif dan adiktif serta sifat bahan dan pemanfaatannya[https://www.usd.ac.id/fakultas/pendidikan/f113/PLP-G2017/Download/materi/ipa/BAB-IX\\_ZAT-ADITIF-DAN-ADIKTIF.pdf](https://www.usd.ac.id/fakultas/pendidikan/f113/PLP-G2017/Download/materi/ipa/BAB-IX_ZAT-ADITIF-DAN-ADIKTIF.pdf). Diakses pada tanggal 7, April 2022.
- Rumanta, M., Iryani, K., & Ratnaningsih, A. (2018). *Teori asal mula kehidupan. Konsep dasar asal makhluk hidup*, 1.03-1.14.
- Rozi. 2013. Sistem Gerak Manusia. (<http://roziromadanni.16mb.com/2013/02/sistem-gerak-manusia/>) diakses pada 1 Februari 2013.
- Setiadi. 2007. Anatomi dan Fisiologi Manusia. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu.
- Situmorang, M. V. (2020). *Biologi Dasar*. Widina Bhakti Persada : Bandung.
- Sinaga, E., Saribanon, N., Sa'adah, N., Salamah, U., Murti, Y. A., & Trisnamiati, A. (2017). Buku: Manajemen Kesehatan Menstruasi.

- Siti Zubaidah dkk. 2017. *Buku Ilmu Pengetahuan Alam Untuk SMP/MTS Kelas VIII Semester 1*. Jakarta. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Subagiyo, Triyono, A & Sulistiyono, A. 2013. *IPA Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Sumiyati Sa'adah. 2018. *Sistem Peredaran Manusia*. Bandung.
- Tim GTK Dikdas. (2021). *Modul Belajar Mandiri Calon Guru Bidang Studi Biologi*.
- Toto, dan Lia Yulisma. "Analisis Aplikasi Konsep Gaya dalam Fisika yang Berkaitan dengan Bidang Biologi". *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika 3* (2017): 67-69. Print.
- Tri, Yuni. dan Suryanto, Adi. 2004. Pemahaman murid Sekolah Dasar Terhadap konsep IPA Berbasis Biologi. *Jurnal Pendidikan Universitas Terbuka : Jurnal Pendidikan . Vol, No. 1*.
- Virgina Tulenan dkk. 2019. *Aplikasi Pembelajaran Interaktif Sistem Peredaran Darah Manusia Untuk Kelas 5 Sekolah Dasar*. Manado. *Jurnal Teknik Informatika Vol 14, No 2*.
- Wahyono, B., & Nurachmandani, S. (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam 4*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Widodo, A. (2008). Organisme dan Keanekaragamannya. *Repository.Ut.Ac.Id, PEB14526(MODUL 1), 27–30*.  
<http://repository.ut.ac.id/4361/2/PEBI4526-M1.pdf>.
- Wikipedia. 2011. Penyakit, <http://id.wikipedia.org/wiki/Penyakit> diakses tanggal 12 Juni 2011.
- Wulandari H, Kusumarini Y, Suryanata L. 2015. Perancangan Interior 'Five Sense' di Surabaya. *JURNAL INTRA Vol. 3, No 2*. 167-175.
- Yani, A., Uslan, Mahfud, Ihwan, Jannah, N., & Ernawati. (2021). *Konsep Dasar IPA Biologi untuk Mahasiswa PGSD*. Yayasan Penerbit Muhammad Zaini.
- Zaenal Arifin, M. S. (n.d.). *Modul PKB (Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan) Biologi SMA*.