



MATAKULIAH

IPA

KELAS TINGGI

DR. MUKTAR BAHRUDDIN PANJAITAN, M.PD
ADY FRENLY SIMANULLANG, S.Pd., M.Si



**BUKU AJAR MATAKULIAH IPA
KELAS TINGGI**

BUKU AJAR MATAKULIAH IPA KELAS TINGGI

DR. MUKTAR BAHRUDDIN PANJAITAN, M.Pd
ADY FRENLY SIMANULLANG, S.Pd., M.Si



BUKU AJAR MATAKULIAH IPA KELAS TINGGI

Penulis:

DR. MUKTAR BAHRUDDIN PANJAITAN, M.Pd
ADY FRENLY SIMANULLANG, S.Pd., M.Si

Editor:

Mardame Pangihutan Sinaga, S.Pi., M.Si

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Maret 2024

Hak Cipta 2024, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

**Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT**

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151
Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org
E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2024 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia
All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2024
; 14,8 x 21 cm
ISBN : 978-623-448-834-0

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Buku Ajar Mata Kuliah IPA Kelas Tinggi sesuai yang ditargetkan.

Buku dengan judul Buku Ajar Mata Kuliah IPA Kelas Tinggi ini berisikan mengenai materi yang diberikan pada mahasiswa yang mengambil mata kuliah IPA di Kelas Tinggi. Buku ini membahas mulai dari konsep gerak pada hewan dan tumbuhan, sistem pernapasan manusia dan hewan, sampai dengan konsep fisika bumi dan alam semesta. Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Maret 2024, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I KONSEP GERAK PADA HEWAN DAN TUMBUHAN	1
A. Sistem Gerak Hewan	1
1. Gerak hewan dalam air	2
2. Gerak hewan di udara	3
3. Gerak hewan di darat	4
B. Sistem Gerak Tumbuhan	4
1. Gerak endonom	5
2. Gerak higroskopis	5
3. Gerak esionom	6
C. Kesimpulan	8
D. Essay	9
 BAB II KONSEP SISTIM PERNAPASAN MANUSIA DAN HEWAN	 11
A. Konsep Sistem Pernapasan Manusia	11
1. Konsep Sistim Pernapasan Manusia	11
2. Fungsi Sistem Pernapasan Manusia	13
3. Organ dan Bagian-bagian Sistem Pernapasan Manusia	14
4. Proses Pernapasan Manusia	17
5. Cara Memelihara Organ Pernapasan	19
B. Konsep Sistem Pernapasan Hewan	20
1. Sistem Pernapasan Vertebrata	20
2. Jenis-Jenis Hewan Vertebrata	21
3. Sistem Pernapasan Invertebrata	22
4. Cara Kerja Sistem Pernapasan Invertebrata	22
C. Kesimpulan	24
D. Essay	26

BAB III KONSEP SISTEM PENCERNAAN MAKANAN	28
A. Konsep Sistem Pencernaan Makanan	28
1. Sistem Pencernaan Makanan Manusia	28
2. Mulut	30
3. Kerongkongan (esofagus)	31
4. Lambung (ventrikulus)	32
5. Usus halus	33
6. Usus besar (kolon)	35
7. Rektum	36
8. Anus	36
B. Cara Kerja Sistem Pencernaan Manusia	36
C. Proses Pencernaan Makanan	37
D. Kesimpulan	41
E. Essay	43
 BAB IV KONSEP PERNAFASAN DAN SISTEM PERNAFASAN	 45
A. Pengertian Sistem Pernapasan Manusia	45
B. Fungsi Sistem Pernafasan	47
C. Organ dan Bagian-bagian Sistem Pernapasan Manusia	49
D. Proses Pernapasan Manusia	52
E. Cara Memelihara Organ Pernapasan	54
F. Kesimpulan	55
G. Essay	56
 BAB V KONSEP REPRODUKSI	 58
A. Pengertian Reproduksi Sel	58
B. Tujuan Reproduksi Sel	59
C. Macam-macam Reproduksi Sel	59
D. Kesimpulan	73
E. Essay	75
 BAB VI KONSEP HUBUNGAN ANTAR KOMPONEN EKOSISTEM	 77
A. Pengertian Ekosistem	77
B. Komponen Ekosistem	80
C. Macam-Macam Ekosistem	83

D.	Ekosistem Buatan	88
E.	Kesimpulan	89
F.	Essay	90
BAB VII KONSEP PERPINDAHAN KALOR		92
A.	Konsep Perpindahan Kalor	92
B.	Pengertian Perpindahan Kalor	92
C.	Macam-macam Cara Perpindahan Panas	96
D.	Kesimpulan	101
E.	Essay	102
BAB VIII KONSEP ENERGI		103
A.	Konsep Energi	103
B.	Pengertian Energi	103
C.	Bentuk- bentuk Energi	104
D.	Fungsi Energi	111
E.	Kesimpulan	111
F.	Essay	113
BAB IX ZAT DAN WUJUDNYA		115
A.	Pengertian Zat	115
B.	Zat Padat	115
C.	Zat Cair	119
D.	Gas	125
E.	Kesimpulan	132
F.	Essay	134
BAB X KONSEP LISTRIK DAN MAGNET		136
A.	Konsep Listrik	136
1.	Konsep Listrik	136
2.	Muatan Listrik	136
3.	Hukum Coulomb	141
4.	Medan Listrik	143
5.	Arus Listrik	148
6.	Kuat Arus Listrik	158

7. Beda Potensial atau Tegangan Listrik	159
8. Hubungan Antara Kuat Arus Listrik dan Tegangan Listrik	159
B. Konsep Magnetisme	160
1. Magnet dan Medan Magnet	160
2. Hukum Gauss untuk Magnetisme	161
3. Induksi Magnetik	162
4. Elektromagnetisme	162
5. Gaya Lorentz	163
C. Kesimpulan	164
D. Essay	166
 BAB XI KONSEP CAHAYA DAN GELOMBANG	168
A. Konsep Cahaya dan Gelombang	168
B. Pengertian Cahaya	168
C. Sifat-sifat Cahaya	169
D. Peralatan yang Memanfaatkan sifat-sifat Cahaya	175
E. Gelombang Cahaya	176
F. Hukum Snellius	176
G. Kesimpulan	178
H. Essay	180
 BAB XII KONSEP FISIKA BUMI DAN ALAM SEMESTA	181
A. Konsep Fisika Bumi dan Alam Semesta	181
1. Sistem Tata Surya	181
2. Bagian-bagian Tata Surya	181
3. Penggolongan Planet	183
4. Kesamaan planet di dalam tata surya:	184
5. Syarat benda angkasa disebut sebagai planet	184
6. Macam-macam Planet	185
B. Bumi dan Lapisan-lapisan Bumi	195
1. Susunan Lapisan Bumi	195
2. Struktur bumi	196

C. Teori Terjadinya Bumi	198
D. Kesimpulan	201
E. Essay	203
DAFTAR PUSTAKA	204

BAB I

KONSEP GERAK PADA HEWAN DAN TUMBUHAN

Apa Itu Sistem Gerak? Tahukah kamu apa itu sistem gerak? Apabila ditinjau secara ilmiah, sistem gerak adalah reaksi yang terjadi pada makhluk hidup terhadap rangsangan. Tentunya, pada hewan dan tumbuhan memiliki perbedaan dalam sistem geraknya. Lalu, apa perbedaan antara gerak hewan dan tumbuhan? Perbedaan keduanya sangat jelas terlihat. Hewan memiliki alat gerak aktif, seperti sayap, sirip, kaki, dan lainnya. Hal tersebut yang membuat gerakan hewan disebut gerak aktif. Namun, pada tumbuhan, tidak ada alat gerak pasif. Gerakan pada tumbuhan disebut gerak pasif.

A. Sistem Gerak Hewan

Ada banyak cara untuk hewan bergerak. Bergeraknya hewan tersebut menggunakan otot dan rangkanya. Setiap hewan bergerak dengan cara kerja sistem gerak yang berbeda-beda. Sistem gerak hewan ini dikelompokkan menjadi tiga, yakni sistem gerak hewan dalam air, di udara, dan di darat. Di bawah ini penjelasannya:

Tabel perbedaan gerak pada hewan yang hidup di air, di udara dan di darat.

Hewan di air	Hewan di udara	Hewan di darat
Hewan yang hidup di air bergerak menggunakan sirip dan ekornya. Gaya angkat air dan bentuk tubuh torpedo memudahkan gerakan hewan yang hidup di air. Otot dan tulang belakang bersifat fleksibel untuk memudahkan mendorong tubuhnya saat berenang di air.	Hewan yang hidup di udara bergerak dengan menggunakan sayap. Struktur sayap yang dimiliki oleh hewan yang hidup di udara adalah otot yang kuat namun ringan. Gaya angkat dan gaya dorong yang kuat akan memudahkan hewan yang hidup di udara untuk terbang.	Hewan yang hidup di darat bergerak menggunakan kaki. Struktur otot dan tulang kaki pada hewan yang hidup di darat ini kuat. Hal tersebut untuk memudahkannya dalam bergerak. Massa tubuh juga mempengaruhi gerakan hewan yang hidup di darat. Semakin kecil massanya, maka semakin cepat gerakannya.

Gambar 1.1 sistem gerak hewan dalam air, di udara

1. Gerak hewan dalam air

Kerapatan air lebih besar dibandingkan udara. Sehingga, hewan lebih sulit bergerak di air. Lebih lanjut, air juga memiliki gaya angkat yang lebih besar dibandingkan dengan udara. Hewan yang hidup di air memiliki massa jenis lebih kecil dibandingkan massa jenis lingkungannya, hal tersebut yang membuat hewan dapat melayang di air dan bergerak dengan mudah, selain itu dibantu dengan gaya angkat air.

Ciri-ciri hewan yang hidup di air memiliki bentuk torpedo (streamline). Bentuk tubuh ini yang membuat hewan-hewan air bisa bergerak dengan mudah di dalam air dan mengurangi hambatan yang besar terjadi saat mereka bergerak. Contoh hewan yang bergerak di air adalah ikan. Tubuh ikan dilengkapi dengan otot dan tulang belakang yang lebih fleksibel. Tujuannya adalah untuk mendorong ekor dan sirip di dalam air. Sementara itu, pada ikan ada sirip tambahan yang fungsinya untuk menjaga keseimbangan. Kemudian, untuk mengatur gerakan ikan yang naik turun, menggunakan gelembung renang yang biasanya mengeluarkan oksigen. Alat gerak untuk sebagian besar ikan

adalah bagian lateral pada tubuh dan sirip ekornya, agar mendapatkan gaya dorong ke depan. Namun, ada beberapa ikan yang menggunakan sirip pasangan dan tengah. Ikan-ikan yang bergerak dengan sirip pasangan dan tengah ini adalah ikan yang tinggal di terumbu karang. Ikan ini tidak bisa bergerak secepat ikan yang bergerak dengan bagian tubuh lateral dan sirip ekor.

2. Gerak hewan di udara

Apakah kamu pernah melihat burung terbang? Burung adalah salah satu hewan yang dapat bergerak di udara. Pernahkah kamu bertanya, bagaimana burung bisa terbang serta mampu melawan gravitasi yang menjadi masalah utama hewan dapat melayang di udara? Agar hewan bisa terbang di udara, tubuh hewan harus punya gaya angkat yang besar agar bisa mengimbangi gaya gravitasi. Hal tersebut karena hewan tidak mungkin punya massa jenis yang mirip dengan massa jenis udara. Anggota tubuh burung yang mampu memperbesar gaya angkat adalah sayap, yang menjadi ciri utama untuk hewan yang bergerak di udara. Prinsip kerja sayap pada burung sama dengan pesawat terbang. Sayap tersusun dari kerangka yang kuat namun ringan, selain itu otot pada sayap burung sangat kuat. Bentuk sayap burung sedikit melengkung ke atas, tujuannya agar udara yang mengalir di atas sayap lebih cepat dibandingkan udara di bagian bawah. Dari situlah gaya angkat dan dorong muncul, membuat burung bisa bergerak dengan efektif.

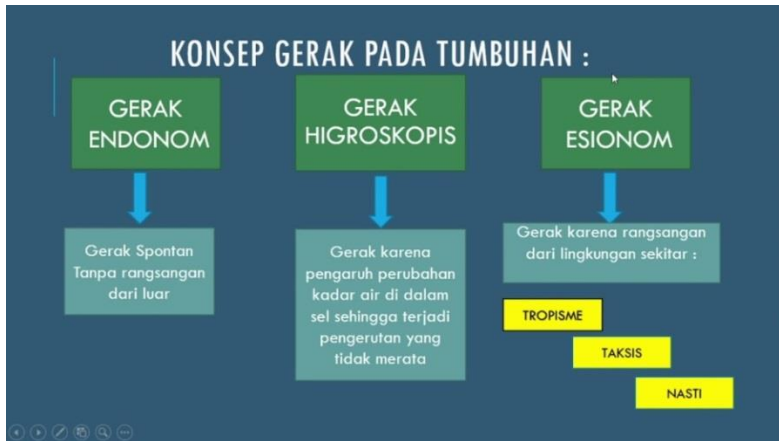
Saat burung mengepakkan sayapnya, akan menghasilkan gaya aksi terhadap udara di bawah sayap, nantinya udara akan mengalir ke bawah. Apabila dilihat dari Gaya Newton III, jika benda memberikan gaya aksi pada benda kedua, maka benda akan memberikan gaya reaksi pada benda pertama.

3. Gerak hewan di darat

Dibandingkan dengan hewan di air dan udara, hewan di darat memiliki otot dan tulang yang lebih kuat. Hewan darat bergerak dengan mengandalkan otot dan rangkanya. Contohnya: kuda berlari dengan kaki menggunakan otot yang berkoordinasi dengan rangka. Otot pada hewan darat dipakai berfungsi untuk mengatasi inersia dan menyimpan energi agar dapat melakukan aktivitasnya. Misalnya pada hewan-hewan besar seperti kerbau dan gajah. Untuk melawan massa tubuhnya yang berat, hewan tersebut harus melawan inersia yang angkanya sangat besar. Setiap hewan darat memiliki struktur tulang dan kekuatan otot yang berbeda-beda. Seperti pada kerbau dan gajah, dimana gajah lebih lincah dibandingkan kerbau meski massa tubuhnya lebih besar. Begitu pula dengan hewan-hewan lainnya.

B. Sistem Gerak Tumbuhan

Gerak pada tumbuhan tidak terlalu terlihat seperti gerak pada hewan dan manusia. Namun, pernahkah kamu melihat putri malu tertutup dengan sendirinya saat disentuh? Ya, itu adalah salah satu bentuk tumbuhan bergerak. Gerakan pada putri malu tersebut adalah salah satu respons dari rangsangan luar. Selain putri malu, bagaimana tumbuhan lain bergerak? Tumbuhan lain bergerak dengan cara menerima rangsang yang berbeda-beda. Berdasarkan arah datangnya rangsangan, gerak tumbuhan digolongkan menjadi gerak endonom, higrokopis, dan esionom. Di bawah ini akan dijelaskan lebih lengkapnya.



Gambar 1.2. Konsep Gerak Pada Tumbuhan

1. Gerak endonom

Gerak endonom adalah gerak pada tumbuhan yang terjadi akibat rangsangan dari dalam sel atau tubuh tumbuhan tersebut. Contoh tumbuhan yang mengalami gerak endonom adalah tumbuhan *Hydrilla verticillata*. Tumbuhan ini memiliki struktur tubuh seperti tembok yang ternyata bagian dari sel daunnya. Pada sel daun *Hydrilla verticillata* ada cairan yang disebut sitoplasma, dimana di dalamnya terdapat butiran bulat berwarna hijau, disebut dengan kloroplas. Apabila kloroplas pada *Hydrilla verticillata* tersebut dilihat lebih cermat lagi, akan terlihat kloroplas bergerak berkeliling di dalam sel. Pergerakan ini disebut gerak siklosis. Pergerakan tersebut

2. Gerak higroskopis

Gerak higroskopis bisa dilihat pada dilihat pada polong-polongan, seperti kacang kedelai (*Glycine max*), buah cangkring (*Erythrina variegata*), dan biduri (*Asclepias gigantea*). Polong-polongan tersebut apabila sudah tua kulit buahnya akan membuka. Kenapa bisa begitu? Buah polong yang sudah tua akan mengalami perubahan kadar air di

dalam sel sehingga tidak akan merata. Nantinya akan terjadi pengerutan pada beberapa bagian buah secara tidak merata. Pengerutan tersebut yang membuat buah polong terbuka.

3. Gerak esionom

Gerak esionom adalah gerak tumbuhan karena adanya rangsangan dari luar tubuh tumbuhan. Gerak esionom ini masih dibedakan menjadi tiga berdasarkan respon yang diberikan tumbuhan, yaitu gerak tropisme, taksis, dan nasti. Berikut ini penjelasannya:

1. Gerak tropisme

Gerak tropisme adalah gerak tumbuhan yang arah geraknya dipengaruhi arah datangnya rangsangan dari luar. Arah gerak tropisme ada dua, yaitu tropisme positif yang mendekati ke sumber rangsang dan tropisme negatif yang menjauhi sumber rangsang. Sementara itu, gerak tropisme sendiri juga dibedakan berdasarkan jenis rangsangannya, yaitu:

- a). Gerak *fototropisme* atau *heliotropisme*, jenis rangsangan yang membuat bergerak adalah cahaya. Gerak tumbuhan yang mendekati sumber cahaya disebut fototropisme positif, sedangkan yang menjauhi sumber cahaya, yaitu fototropisme negatif.
- b). Gerak *hidrotropisme*: pertumbuhan akar menuju sumber air.
- c). Gerak *geotropisme* atau *gravitropisme*: arah gerak akar dan batang tumbuhan (misalnya, jagung) yang dipengaruhi gravitasi bumi. Gerak tumbuhan yang menjauhi pusat bumi disebut geotropisme positif, sementara kebalikannya adalah geotropisme negatif.
- d). Gerak *tigmotropisme* adalah gerak melilitnya sulur tumbuhan (misalnya, mentimun, kacang panjang, labu, dan markisa) pada tempat rambatan.

- e). Gerak *kemotropisme* adalah gerak tumbuhan yang dipengaruhi oleh zat kimia. Contohnya adalah gerakan buluh serbuk menuju sel telur yang dipengaruhi zat gula dari bakal buah.

2. Gerak taksis

Gerak taksis adalah gerak pada tumbuhan yang mampu berpindah tempat dan arahnya dipengaruhi oleh rangsangan. Contoh tumbuhan yang mengalami gerak taksis adalah organisme bersel satu seperti *Euglena viridis*. Pergerakan *Euglena viridis* karena pengaruh cahaya disebut fototaksis. Tumbuhan ini membutuhkan cahaya untuk bertahan hidup, sehingga *Euglena viridis* akan bergerak mendekati cahaya. Tetapi di saat cahaya terlalu tinggi, tumbuhan ini akan bergerak menghindar. Pergerakan dari *Euglena viridis* disebabkan adanya *flagela* sebagai reseptor cahaya di tubuhnya. Selain fototaksis pada *Euglena viridis*, ada gerak kemotaksis yang dipengaruhi rangsangan berupa zat kimia. Contoh tanaman yang mengalami kemotaksis adalah tumbuhan lumut dan paku yang akan bereproduksi secara seksual dengan menghasilkan sel kelamin jantan (*spermatozoid*). *Spermatozoid* pada tumbuhan paku dan lumut akan bergerak menuju sel kelamin betina yang ada di arkegonium karena adanya zat gula dan protein.

3. Gerak nasti

Gerak nasti adalah gerakan pada tumbuhan yang tidak dipengaruhi arah datangnya rangsangan. Gerak nasti dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- 1) Gerak seismonasti: gerak tumbuhan karena getaran atau sentuhan, misalnya daun putri malu yang menutup apabila disentuh.
- 2) Gerak nitinasti: gerak tumbuhan karena adanya rangsangan karena kondisi berubah dari siang menjadi

malam hari atau sebaliknya, misalnya bunga merak (*Caesalpinia pulcherrima*) dan daun tumbuhan lamtoro (*Leucaena leucocephala*) yang daunnya menutup di malam hari dan membuka di siang hari.

- 3) Gerak fotonasti: gerak tumbuhan yang disebabkan adanya rangsangan cahaya, misalnya bunga pukul empat yang mekar di sore hari.
- 4) Gerak termonasti: gerak tumbuhan yang dipengaruhi rangsangan suhu, misalnya bunga tulip yang hanya mekar di musim semi karena lebih hangat.

C. Kesimpulan

Konsep gerak pada hewan dan tumbuhan melibatkan pemahaman tentang bagaimana organisme ini bergerak atau merespons terhadap lingkungannya. Berikut adalah beberapa aspek utama dalam konsep gerak pada hewan dan tumbuhan:

1. Gerak pada Hewan:

- a. Motorik dan Koordinasi: Hewan memiliki sistem saraf dan otot yang berfungsi untuk mengkoordinasikan gerakan tubuh. Bagian otak dan sistem saraf mengirim sinyal kepada otot untuk menyebabkan gerakan.
- b. Adaptasi terhadap Lingkungan: Hewan sering mengembangkan adaptasi fisik dan perilaku untuk bergerak sesuai dengan lingkungan mereka. Contohnya, kemampuan burung terbang atau kaki panjang pada kanguru untuk melompat.
- c. Respon terhadap Stimulus: Hewan merespons rangsangan dari lingkungan mereka. Contohnya, gerak refleks pada vertebrata, seperti menarik tangan setelah menyentuh sesuatu yang panas.

- d. Navigasi dan Migrasi: Hewan sering kali memiliki kemampuan untuk bergerak jauh untuk mencari makanan, berkembang biak, atau menghindari bahaya. Migrasi hewan seperti burung atau ikan adalah contoh penting dari gerakan ini.

2. Gerak pada Tumbuhan:

Fototropisme dan Gravitropisme: Tumbuhan merespons cahaya (*fototropisme*) dan gaya gravitasi (*gravitropisme*) untuk mengarahkan pertumbuhan mereka. Contohnya, tunas tumbuhan yang tumbuh menuju sumber cahaya.

- a. Gerak Nastik: Tumbuhan dapat merespons sentuhan atau stimulus mekanis dengan gerakan, seperti gerakan kelopak bunga saat tersentuh.
- b. *Natrium-Potasium Pump*: Tumbuhan menggunakan perubahan tekanan osmotik melalui natrium-potasium pump untuk menggerakkan air dan nutrisi melalui jaringan mereka.
- c. Pertumbuhan dan Orientasi: Tumbuhan tumbuh dan berkembang berdasarkan perubahan hormonal dan lingkungan sekitar. Pembentukan akar ke arah air dan batang ke arah cahaya adalah contoh orientasi tumbuhan.

Pemahaman konsep gerak pada hewan dan tumbuhan penting untuk ilmu biologi dan dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam ekologi, fisiologi, dan perilaku organisme.

D. Essay

Tentu, berikut adalah beberapa pertanyaan yang dapat diajukan untuk mendalami konsep gerak pada hewan dan tumbuhan:

1. Hewan:

- a. Bagaimana sistem saraf dan otot bekerja bersama untuk mengkoordinasikan gerakan pada hewan?
- b. Apa peran adaptasi dalam gerakan hewan? Berikan contoh adaptasi fisik dan perilaku pada hewan tertentu.
- c. Bagaimana hewan merespons stimulus dari lingkungan mereka, dan bagaimana hal itu mempengaruhi perilaku gerakan mereka?
- d. Apa keuntungan dan tantangan dari kemampuan migrasi pada hewan? Berikan contoh spesies yang melakukan migrasi dan tujuan migrasinya.
- e. Bagaimana proses navigasi pada hewan dapat dijelaskan dari perspektif biologi dan ekologi?

2. Tumbuhan:

- a) Apa peran fototropisme dalam pertumbuhan dan orientasi tumbuhan? Berikan contoh dari tanaman tertentu.
- b) Bagaimana tumbuhan merespons sentuhan atau stimulus mekanis, dan mengapa gerakan ini penting dalam kehidupan tumbuhan?
- c) Jelaskan konsep gravitropisme dan bagaimana hal itu mempengaruhi pertumbuhan akar dan batang pada tumbuhan.
- d) Apa yang dimaksud dengan gerakan nastik pada tumbuhan, dan apa manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari tumbuhan?
- e) Bagaimana tumbuhan menggunakan sistem natrium-potasium pump untuk mengatur gerakan air dan nutrisi dalam jaringan mereka?

BAB II

KONSEP SISTIM PERNAPASAN MANUSIA DAN HEWAN

A. Konsep Sistem Pernapasan Manusia

1. Konsep Sistim Pernapasan Manusia

Pernapasan atau bisa disebut juga dengan respirasi yang dapat didefinisikan sebagai sebuah proses pengambilan oksigen dan pelepasan karbohidrat dan penggunaan energi yang ada di dalam tubuh. Ketika manusia bernapas, berarti sedang terjadi proses masuknya oksigen ke dalam tubuh dan pelepasan karbondioksida keluar tubuh. Pertukaran antara oksigen dan karbondioksida tersebut terjadi di dalam darah manusia. Manusia yang memiliki pernapasan yang normal ditandai dengan bernapas sebanyak 12-20 kali dalam satu menit.

Dalam bernapas, umumnya manusia membutuhkan 300 liter oksigen dalam sehari. Jika seseorang tersebut sedang mengerjakan pekerjaan berat seperti olahraga maka kebutuhan oksigennya menjadi bertambah berkali kali lipat. Jumlah oksigen yang diambil ini tergantung dari jenis aktivitas yang dilakukan, ukuran tubuh dan jenis makanan yang dikonsumsi. Umumnya, orang-orang yang melakukan aktivitas berat akan mengambil oksigen lebih banyak dibanding orang yang melakukan aktivitas ringan. Orang yang memiliki tubuh yang lebih besar juga membutuhkan oksigen yang lebih banyak. Selain itu orang yang sering mengkonsumsi daging-dagingan akan membutuhkan lebih banyak oksigen dibanding orang yang lebih sering mengkonsumsi sayur-sayuran atau vegetarian.

Manusia bisa melakukan dua cara pernapasan, yaitu menggunakan pernapasan dada dan pernapasan perut. Manusia bernapas menggunakan alat atau organ-organ pernapasan yang terdiri dari hidung, faring, trakea, bronkus, bronkiolus dan paru-paru.

Pada paru-paru yang normal, volume udara bisa mencapai 4500 cc. Kapasitas ini biasa dikenal dengan kapasitas total. ketika proses pernapasan berlangsung, kapasitas vital udara yang digunakan hanya sampai 3500 cc. Kapasitas vital adalah jumlah udara maksimal yang bisa dikeluarkan manusia setelah paru-parunya terisi. Lalu ke mana sisa yang 1000 cc nya? 1000 cc yang tersisa adalah sisa udara yang tidak bisa digunakan. Sisa udara tersebut akan mengisi bagian paru-paru sebagai residu.

Pernapasan adalah sebuah proses yang terjadi secara otomatis di dalam tubuh manusia. Bahkan ketika kita tertidur sekalipun. Pernapasan dibedakan menjadi dua, yaitu pernapasan luar dan pernapasan dalam. Pernapasan luar adalah dimana terjadinya pertukaran udara di dalam alveoli dengan darah yang berada di dalam kapiler. Sedangkan pernapasan dalam adalah dimana terjadinya pernapasan antara darah yang ada di dalam kapiler dengan semua sel-sel yang ada di dalam tubuh.

Jumlah udara yang masuk dan ke luar dari dalam tubuh setiap bernapas disebut dengan frekuensi pernapasan. Frekuensi pernapasan pada manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu usia, jenis kelamin, suhu tubuh, posisi tubuh dan aktivitas yang dilakukan. Semakin bertambahnya usia, frekuensi pernapasannya akan semakin rendah. Selain itu, laki-laki memiliki frekuensi pernapasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perempuan karena butuh oksigen

dan produksi karbondioksida pada tubuh laki-laki lebih tinggi dibandingkan pada tubuh perempuan.

2. Fungsi Sistem Pernapasan Manusia

Organ-organ pernapasan manusia memiliki fungsi untuk memasukan udara yang mengandung oksigen dan mengeluarkannya dalam senyawa karbondioksida dan uap air. Selain untuk bernapas, sistem pernapasan manusia juga memiliki fungsi untuk membuat suara. Berikut adalah beberapa fungsi sistem pernapasan manusia:

- a. Menghirup dan menghembuskan udara atau bernapas

Pada paru-paru, udara dihirup melalui rongga hidung dan mulut. Selanjutnya akan bergerak melalui faring, laring dan trakea lalu menuju ke paru-paru. Selanjutnya udara akan dihembuskan keluar dan mengalir melalui jalur yang sama. ketika sedang menghirup udara, diafragma dan tulang rusuk terangkat. Saat volume paru-paru meningkat, tekanan udara turun dan udara masuk. Saat menghembuskan napas, otot-otot menjadi rileks, paru-paru menjadi lebih kecil dan udara dikeluarkan.

- b. Pertukaran Gas antara Paru-paru dan Aliran Darah

Di dalam paru-paru, akan terjadi pertukaran antara oksigen dengan limbah karbondioksida. Proses ini disebut dengan respirasi eksternal dan terjadi di *alveoli*. Oksigen yang dihirup akan mengikat molekul *hemoglobin* dalam sel darah merah dan dipompa melalui aliran darah.

- c. Pertukaran gas antara aliran darah dan jaringan di dalam tubuh

Aliran darah akan mengalirkan oksigen ke sel tubuh dan membuang limbah karbondioksida. Proses ini disebut respirasi internal. pada proses ini, sel darah merah akan

membawa oksigen yang diserap dari paru-paru ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah.

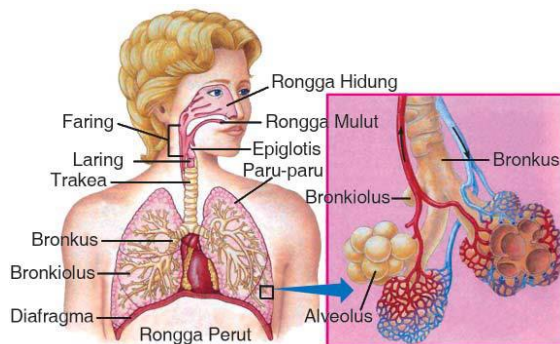
d. Menciptakan Suara

Udara yang menggetarkan pita suara akan menciptakan sebuah suara. Suara ini dibentuk oleh struktur di saluran pernapasan bagian atas. Selama bernapas udara akan mengalir dari paru-paru ke kotak suara. Saat manusia berbicara otot di laring akan menggerakkan tulang rawan aritenoid, selanjutnya akan mendorong pita suara. Getaran yang besar pada pita suara akan menghasilkan suara bernada tinggi. Sedangkan getaran yang kecil akan membuat suara bernada rendah.

e. Mencium bau

Proses penciuman dimulai dengan serat penciuman yang melapisi rongga hidung. Saat udara memasuki rongga hidung, bahan-bahan kimia di udara akan mengaktifkan reseptor sistem saraf. Stimulus ini akan mengirimkan sinyal ke otak. Sinyal tersebut akan bergerak dan dari situlah manusia bisa mengenali bau.

3. Organ dan Bagian-bagian Sistem Pernapasan Manusia



Gambar 2.1. Sistem Pernapasan Pada Manusia.

a. Rongga hidung

Udara yang berasal dari luar akan memasuki rongga hidung. Di dalam rongga hidung yang berselaput, ada kelenjar minyak dan juga kelenjar keringat. Selaput itu berfungsi untuk menangkap benda-benda asing yang masuk ke dalam saluran pernapasan.

Di dalam rongga hidung juga ada rambut-rambut kecil dan tebal. Rambut-rambut itu memiliki fungsi untuk menyaring partikel kotoran-kotoran yang masuk ke dalam hidung bersama udara. Selain itu, ada juga konka yang memiliki fungsi untuk menghangatkan udara dingin yang masuk ke dalam rongga hidung.

b. Faring atau Tenggorokan

Udara yang masuk dari rongga hidung akan melewati tenggorokan. Tenggorokan memiliki dua cabang saluran, yaitu saluran pernapasan dan saluran pencernaan yang terletak di bagian belakang. Fungsi utama tenggorokan adalah menyediakan saluran untuk udara yang masuk dan juga keluar. Di tenggorokan juga ada pita suara yang berguna untuk menghasilkan suara. Jika ada udara yang masuk, maka pita suara akan bergetar dan menghasilkan suara. Jika seseorang makan sambil berbicara hal itu bisa membahayakan karena makanan bisa masuk ke saluran pernapasan yang sedang terbuka. Meski begitu, saraf manusia bisa mengatur supaya menelan, bernapas dan berbicara tidak terjadi dalam waktu yang bersamaan. Jika hal ini sering dilakukan bisa menimbulkan gangguan kesehatan. Oleh sebab itu, sangat penting bagi kita untuk merawat hidung dan juga tenggorokan sebagai salah satu bagian dari proses pernapasan.

c. Trakea atau batang tenggorokan

Tenggorokan adalah organ yang berbentuk pipa dan terletak di sebagian leher sampai ke rongga dada. Dinding tenggorokan sangat tipis dan kaku dan ada di dalam rongga bersilia. Silia ini memiliki fungsi untuk menyaring benda-benda asing yang masuk melalui saluran pernapasan. Batang tenggorokan ada di depan kerongkongan. Batang tenggorokan memiliki dua cabang. Cabang dari tenggorokan itu akan bercabang-cabang lagi di dalam paru-paru dan menjadi saluran kecil yang disebut bronkiolus. Pada bronkiolus ada gelembung-gelembung kecil yang disebut gelembung paru-paru atau *alveoli*.

d. Laring atau pangkal tenggorokan

Pangkal tenggorokan adalah organ pernapasan yang berbentuk seperti saluran dan dikelilingi oleh tulang rawan. Pangkal tenggorokan memiliki tulang rawan yang disebut dengan epiglottis. Tulang rawan ini ada di bagian pangkal laring. Pangkal tenggorokan juga diselimuti oleh membran yang bernama mukosa. Membran tersebut memiliki epitel-epitel berlapis yang cukup tebal untuk menahan getaran-getaran suara yang sampai pada pangkal tenggorokan. Fungsi utama dari pangkal tenggorokan adalah sebagai tempat keluarnya masuk udara dan juga tempat menghasilkan suara. Di sinilah jantung terbentuk yang disusun oleh beberapa tulang rawan pangkal tenggorokan. Di dalam pangkal tenggorokan juga terdapat katup. Ketika manusia sedang menelan makanan, katup pada pangkal tenggorokan akan menutup dan akan terbuka jika manusia sedang bernafas.

e. Bronkus atau cabang batang tenggorokan

Fungsi dari cabang batang tenggorokan adalah menyediakan jalan untuk udara yang ingin masuk dan keluar dari dan menuju paru-paru. Struktur dari batang

tenggorokan mirip dengan struktur batang tenggorokan. Yang membedakan hanya tulang rawan di cabang batang tenggorokan memiliki bentuk yang tidak teratur. Pada cabang tenggorokan juga ada cincin tulang rawan yang melingkari dengan baik. Cabang batang tenggorokan memiliki cabang-cabang lagi yang disebut dengan bronkiolus.

Batang tenggorokan memiliki dua cabang, yaitu cabang di sebelah kiri dan kanan. Kedua cabang itu mengarah kepada paru-paru dan bercabang lagi. Cabang-cabang kecil yang masuk ke dalam paru-paru disebut *alveoli*. *Alveoli* memiliki kapiler darah. Melalui kapiler-kapiler tersebut oksigen dan udara menuju ke dalam darah.

f. Pulmo atau paru-paru

Paru-paru berada di dalam rongga dada bagian atas. Di samping paru-paru ada tulang rusuk dan di bawahnya ada diafragma. Paru-paru terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kanan dan kiri. Paru-paru bagian kanan terdiri dari tiga lobus, sedangkan paru-paru kiri memiliki dua lobus saja. Paru-paru diselimuti oleh selaput yang tipis.

Di dalam paru-paru terdapat cabang dari bronkus, *alveoli* dan pembuluh darah. Bronkiolus memiliki cabang-cabang lagi yang disebut dengan bronkiolus respirasi. Paru-paru menjadi tempat pertukaran oksigen dan karbondioksida.

4. Proses Pernapasan Manusia

Manusia memiliki dua mekanisme pernapasan. Ada pernapasan dada dan juga pernapasan perut. Lalu bagaimana perbedaan keduanya? Berikut adalah penjelasan mekanisme pernapasan manusia.

a. Pernapasan Dada

Ketika kita bernapas menggunakan dada, otot yang berperan adalah otot-otot di sekitar tulang rusuk. Otot-otot

ini dibagi menjadi dua, yaitu otot tulang rusuk luar dan tulang rusuk dalam. Otot tulang rusuk luar memiliki peran untuk mengangkat tulang-tulang rusuk. Sedangkan otot tulang rusuk dalam memiliki fungsi untuk menurunkan tulang rusuk ke posisi normal.

Jika otot-otot pada tulang rusuk luar mengalami kontraksi, tulang rusuk akan terangkat sehingga volume di dada menjadi lebih besar. Hal ini akan menyebabkan tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih kecil. Karena tekanan udara yang di dalam rongga dada mengecil, akan menyebabkan aliran udara masuk dari luar tubuh ke dalam tubuh. Proses ini disebut dengan inspirasi.

Apabila kontraksi dari otot dalam tulang rusuk, dan tulang rusuk kembali pada posisi semula, maka akan menyebabkan tekanan udara di dalam tubuh menjadi bertambah. Hal ini akan menimbulkan udara di dalam paru-paru tertekan pada rongga dada sehingga aliran udara akan terdorong ke luar tubuh. Proses inilah yang disebut dengan ekspirasi.

b. Pernapasan Perut

Pernapasan dada atau disebut juga dengan pernapasan diafragma adalah pernapasan yang menggunakan diafragma dan otot dinding di rongga perut. otot diafragma akan berkontraksi dan posisinya menjadi datar. Hal ini menyebabkan volume rongga dada menjadi bertambah besar dan tekanan udara menjadi kecil. Karena tekanan udaranya yang rendah, paru-paru akan mengembang. Saat itulah terjadi masuknya udara ke paru-paru atau proses menghirup udara.

Sedangkan proses ekspirasi pernapasan perut, terjadi jika otot diafragma menjadi rileks dan otot yang ada di dinding perut menjadi kontraksi. Hal ini akan menyebabkan

bagian dalam rongga perut menjadi terdesak ke arah diafragma, sehingga menyebabkan posisi diafragma menjadi cekung ke arah rongga dada.

Sebetulnya, manusia terlahir secara alamiah bernapas menggunakan diafragma sepenuhnya, sehingga napas yang diambil bisa lebih dalam. Namun, seiring bertambahnya usia, manusia tidak lagi melakukan kebiasaan bernapas menggunakan diafragma ini. Segala sesuatu dari kegiatan sehari-hari tanpa kita sadari memaksa kita untuk secara bertahap beralih ke pernapasan dada.

Ketika bernapas dengan diafragma atau pernapasan perut, akan mendorong pertukaran oksigen lebih maksimal dibanding pernapasan dada. Tidak heran bahwa pernapasan perut akan memperlambat detak jantung dan bisa menurunkan tekanan darah.

5. Cara Memelihara Organ Pernapasan

Sebagai salah satu hal terpenting bagi manusia, sistem pernapasan seringkali terganggu, dan buku Herbal Penyembuh Gangguan Sistem Pernapasan ini dapat membantu kamu dalam mencari solusi yang tepat untuk setiap permasalahan pernapasan.

Sebagai manusia yang ingin sehat sepanjang umurnya tentunya harus tetap menjaga kesehatan organ-organ tubuhnya. Begitu juga pada organ-organ pernapasan. Berikut adalah cara memelihara organ pernapasan.

a. Hindari merokok

Mungkin hampir semua orang sudah mengetahui bahwa merokok adalah salah satu kebiasaan yang buruk dan bisa mendatangkan berbagai penyakit. Walaupun kamu bukan perokok, perokok pasif pun juga bisa merasakan dampak buruk yang sama. Setiap kali kamu merokok, kamu akan menghirup ribuan bahan kimia ke dalam paru-paru

seperti nikotin, karbon monoksida dan tar. Bahan-bahan ini bisa menyebabkan iritasi dan kesulitan bernapas.

b. Berolahraga

Saat manusia berolahraga, jantung akan berdetak lebih cepat dan paru-paru juga. Tubuh saat berolahraga akan membutuhkan lebih banyak oksigen. ketika berolahraga manusia yang biasanya akan bernapas sebanyak 15 kali per menit menjadi 40 sampai 60 kali per menit nya. itulah pentingnya untuk melakukan olahraga rutin. Semakin banyak kamu berolahraga maka semakin efisien paru-paru mu. Menciptakan paru-paru yang sehat dengan olahraga akan membantu dalam melawan penuaan dan penyakit yang akan muncul.

c. Hindari paparan polusi

Mungkin hal ini cukup sulit dilakukan terlebih lagi jika kamu tinggal di perkotaan. Polusi bisa ada dimana-mana. Polusi bisa merusak paru-paru dan mempercepat penuaan. Namun kamu bisa menghindari polusi dengan menggunakan masker. Selain itu hindari paparan asap rokok yang juga bisa membahayakan tubuh.

d. Menghindari infeksi

Cara terbaik untuk menghindari infeksi paru-paru, yaitu menjaga kebersihan. Selalu cuci tangan jika ingin mengkonsumsi makanan. Bersihkan badan secara teratur. Minum banyak air mineral dan selalu konsumsi buah dan sayuran setiap harinya. Dengan mengkonsumsi makanan sehat akan membantu menjaga sistem kekebalan tubuh.

B. Konsep Sistem Pernapasan Hewan

1. Sistem Pernapasan Vertebrata

Hewan vertebrata adalah kelompok hewan bertulang belakang dan memiliki punggung. Terdapat lima

kelompok hewan vertebrata, yaitu kelas *pisces*, *amphibi*, *reptilia*, *aves* (burung), dan *mamalia*. Pada hewan vertebrata, sistem pernapasannya hanya menggunakan insang dan paru-paru, berikut ini cara kerjanya:

1. Insang

Insang memiliki bentuk seperti lembaran-lembaran tipis dan posisinya berada di sisi kanan dan kiri kepala ikan. Ikan akan menarik napas dengan cara membuka mulut dan menutup insang;

Oksigen (O_2) masuk lewat mulut dan melaju ke kapiler darah serta jaringan tubuh yang membutuhkan; Karbondioksida (CO_2) dibawa oleh darah dan jaringan; Saat katup insang terbuka, ikan mengeluarkan karbondioksida dan air.

2. Paru-paru

Paru-paru hewan vertebrata memiliki ukuran berbeda-beda. Ada yang kecil dan besar, letaknya di organ dalam. Ketika hewan bernapas, paru-paru akan mengembang dan mengempis. Semua hewan vertebrata akan menarik napas dan memasukkan udara lewat lubang hidung; Udara yang masuk akan melewati jaringan tubuh lain seperti faring, laring, trakea, bronkus, hingga bronkiolus. Kemudian udara tersebut menuju *alveoli* untuk proses pertukaran antara O_2 dan CO_2 yang dikeluarkan tubuh.

2. Jenis-Jenis Hewan Vertebrata

Masih tentang sistem pernapasan vertebrata dan invertebrata, di bawah ini terdapat jenis-jenis hewan vertebrata yang bernapas dengan insang dan paru-paru, yaitu:

- a. *Pisces*: kelompok hewan dari air yang bernapas dengan insang, seperti ikan pari, hiu, gurami, dan ikan-ikan lainnya.

- b. *Amphibia*: kelompok hewan yang hidup di dua habitat, yaitu air dan darat, serta bernapas dengan paru-paru seperti katak, salamander, kadal air, dan lainnya.
- c. *Reptil*: kelompok hewan melata dan memiliki kulit bersisik dan bernapas dengan paru-paru, seperti kadal, buaya, ular, dan lainnya.
- d. *Aves*: kelompok hewan memiliki bulu dan sayap dan bernapas dengan paru-paru, seperti burung, bebek, penguin, ayam, kasuari, angsa, dan lainnya.
- e. *Mamalia*: kelompok hewan yang menyusui anak-anaknya dan berkembang biak dengan cara melahirkan. Hewan ini bernapas dengan paru-paru, seperti beruang, sapi, domba, monyet, gajah, kuda, dan lainnya. Sementara hewan mamalia air, yaitu paus, lumba-lumba, dan ikan duyung.

3. Sistem Pernapasan Invertebrata

Sebaliknya, invertebrata adalah kelompok hewan yang tidak memiliki tulang belakang. Contoh hewan invertebrata yakni cacing, ubur-ubur, kerang, cumi-cumi, gurita, lintah, laba-laba, bintang laut, siput, dan sebagainya. Sistem pernapasan invertebrata menggunakan difusi dan sistem trakea.

4. Cara Kerja Sistem Pernapasan Invertebrata

Pada hewan invertebrata sistem pernapasannya tergolong sederhana, hanya menggunakan difusi dan sistem trakea, berikut ini cara kerjanya:

1. Difusi

Difusi adalah proses pernapasan yang berlangsung pada permukaan tubuh, atau melalui kulit bagian luar hewan invertebrata.

2. Sistem trakea

Sistem trakea adalah proses pernapasan pada hewan invertebrata sejenis *insecta*. Trakea ini terletak di badan hewan berupa lubang-lubang halus untuk pertukaran udara.

Jenis-Jenis Hewan Invertebrata

Jenis-jenis hewan invertebrata diklasifikasikan menjadi beberapa filum, di antaranya:

- a. *Protozoa*: *Protozoa* adalah hewan bersel satu yang hidup di dalam air dan bernapas secara difusi. Kebanyakan, *protozoa* ini hanya bisa dilihat di bawah mikroskop.
- b. *Arthropoda*: *Arthropoda* ini merupakan hewan berbuku-buku dan bernapasnya ada yang melalui trakea. Contohnya serangga, laba-laba, lebah, kalajengking, kaki seribu, lipan, krustasea.
- c. *Mollusca*: *Mollusca* adalah hewan bertubuh lunak serta bercangkang. Contohnya siput, abalon, gurita, sotong, kerang-kerangan, simping, cumi-cumi raksasa, dan lainnya.
- d. *Porifera*: *Porifera* merupakan jenis hewan berpori yang hidup di air. Biasanya mereka tumbuh dan melekat di dasar laut, seperti *spongia*, *calcareia*, *cliona*, *sycon*, dan banyak lagi.
- e. *Crustacea*: *Crustacea* atau krustasea adalah kelompok hewan yang habitatnya di air. Contohnya teritip, kepiting, kelomang, lobster, udang, kril, dekapoda, dan copepoda.
- f. *Vermes*: *Vermes* adalah hewan cacing dan bernapasnya secara difusi melalui permukaan kulit. Hewan ini ada yang tinggal di air dan juga daratan.
- g. *Coelenterata*: *Coelenterata* atau *Cnidaria* termasuk hewan sengat. Hidupnya ada yang di air atau

menempel di dasar laut, seperti ubur-ubur, surai singa, anemo laut.

- h. *Enchinodermata*: *Enchinodermata* merupakan kelompok hewan berduri dan memiliki alat pernapasan khusus, yaitu insang kulit. Contohnya bulu babi, bintang laut, teripang, lili laut.

C. Kesimpulan

Sistem pernapasan manusia dan hewan adalah sistem fisiologis yang memungkinkan organisme untuk mendapatkan oksigen dari lingkungan dan membuang karbondioksida yang dihasilkan sebagai produk sampingan metabolisme. Berikut adalah beberapa aspek utama dari konsep sistem pernapasan pada manusia dan hewan:

A. Manusia:

Organ Pernapasan:

1. Paru-paru: Organ utama untuk pertukaran gas di dalam tubuh manusia. Oksigen diambil dari udara dan karbondioksida dibuang melalui paru-paru.
2. Trakea: Saluran yang menghubungkan tenggorokan dengan paru-paru.

Proses Pernapasan:

1. Inspirasi (pemasukan udara): Udara dihirup melalui hidung dan/atau mulut, melewati trakea dan mencapai paru-paru.
2. Ekspirasi (pengeluaran udara): Udara yang mengandung karbondioksida dikeluarkan dari paru-paru.

Transportasi Gas:

Pertukaran Gas: Oksigen diambil dari udara oleh paru-paru dan masuk ke dalam aliran darah. Sebaliknya, karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel tubuh dikirimkan ke paru-paru untuk dikeluarkan.