

FISIOLOGI HEWAN: SISTEM RESPIRASI HEWAN

SISTEM RESPIRASI

**(Organ Pernapasan Hewan, Pertukaran Gas, Pengaturan Respirasi, Mekanisme
Pernapasan Pada Vertebrata dan Invertebrata)**

MAKALAH

Disusun Untuk Memenuhi Tugas

Mata Kuliah Fisiologi Hewan

Yang Dibina Oleh Sulthon Taqdir Al Firdaus, S.Pd

Oleh

Kelompok 8

Aini Maskuro

0910211107

Serlly Dita Lestari

0910211105

Rahmatika Wulansari

0910211085

Edhisma Shiekta Y.

0910211103

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER

Juni, 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W.T yang telah memberikan karunia-Nya sehingga, penulis dapat menyusun makalah yang berjudul "*Sistem Respirasi (Organ Pernapasan Hewan, Pertukaran Gas, Pengaturan Respirasi, Mekanisme Pernapasan Pada Vertebrata dan Invertebrata)*" dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Fisiologi Hewan yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan makalah ini. Sehingga, makalah ini dapat terselesaikan dengan baik. Makalah ini disusun sebagai tugas awal yang menjadi kesepakatan dalam kontrak perkuliahan dengan strategi *students center*. Dengan demikian penulis berharap agar makalah ini dapat menambah khasanah pengetahuan baik bagi kelompok kami maupun bagi para pembaca dalam memahami konsep pengetahuan lingkungan secara umum.

Alat respirasi adalah alat atau bagian tubuh tempat O_2 dapat berdifusi masuk dan sebaliknya CO_2 dapat berdifusi keluar. Alat respirasi pada hewan bervariasi antara hewan yang satu dengan hewan yang lain, ada yang berupa paru-paru, insang, kulit, trakea, dan paru-paru buku, bahkan ada beberapa organisme yang belum mempunyai alat khusus sehingga oksigen berdifusi langsung dari lingkungan ke dalam tubuh, contohnya pada hewan bersel satu, porifera, dan coelenterata. Pada ketiga hewan ini oksigen berdifusi dari lingkungan melalui rongga tubuh.

Makalah ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun, untuk kesempurnaan makalah di masa yang akan datang. Semoga makalah ini dapat menambah khasanah pengetahuan bagi para pembaca.

Jember, Juni 2012

DAFTAR ISI

Halaman

judul.....
..... i

Kata

Pengantar.....
..... ii

Daftar

isi.....
..... iii

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Rumusan Masalah..... 1

1.3 Tujuan.....2

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Organ Pernapasan pada hewan..... 3

2.2 Pertukaran Gas dan Pengaturan Respirasi..... 3

2.2.1 Pertukaran Gas.....	3
2.2.2 Pengaturan pernapasan.....	10
2.3 Mekanisme pernapasan pada vertebrata dan avertebrata.....	13
2.3.1 Mekanisme pernapasan pada vertebrata.....	13
2.3.2 Mekanisme respirasi avertebrata.....	22
 BAB III PENUTUP	
3.1 Kesimpulan.....	30
 DAFTAR PUSTAKA.....	
	31

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem respirasi memiliki fungsi utama untuk memasok oksigen ke dalam tubuh serta membuang CO₂ dari dalam tubuh. Kita sering mendengar istilah respirasi eksternal dan internal. Pada dasarnya, pengertian respirasi eksternal sama dengan bernapas, sedangkan respirasi internal atau respirasi seluler ialah proses penggunaan oksigen oleh sel tubuh dan pembuangan zat sisa metabolisme sel yang berupa CO₂. Penyelenggaraan respirasi harus didukung oleh alat pernapasan yang sesuai, yaitu alat yang dapat digunakan oleh hewan untuk melakukan pertukaran gas dengan lingkungannya. Alat yang dimaksud dapat berupa alat pernapasan khusus ataupun tidak.

Oksigen yang diperoleh hewan dari lingkungannya digunakan dalam proses fosforilasi oksidatif untuk menghasilkan ATP. Sebenarnya, hewan dapat menghasilkan ATP tanpa oksigen. Proses semacam itu disebut respirasi anaerob. Akan tetapi, proses tersebut tidak dapat menghasilkan ATP dalam jumlah banyak. Respirasi yang dapat menghasilkan ATP dalam jumlah banyak ialah respirasi aerob. Dalam proses anaerob, sebuah molekul glukosa hanya menghasilkan dua molekul ATP, sementara dalam proses aerob, molekul yang sama akan menghasilkan 36 atau 38 molekul ATP. Oleh karena itu, hampir semua hewan sangat sangat bergantung pada proses respirasi (pembentukan ATP) secara aerob. Respirasi sel

(internal) akan menghasilkan zat sisa berupa CO₂ dan air, yang harus segera dikeluarkan dari sel. (Isnaeni, 2006:191-192)

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja organ pernapasan pada hewan?
2. Jelaskan pengaturan respirasi dan pertukaran gas!
3. Jelaskan mekanisme respirasi pada vertebrata dan invertebrata!

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah tersebut maka tujuan penulisan makalah ini sebagai berikut:

1. Menjelaskan organ pernapasan pada hewan
2. Menjelaskan pengaturan respirasi dan pertukaran gas
3. Menjelaskan mekanisme respirasi pada vertebrata dan invertebrata.

BAB II

PEMBAHASAN

2.1 Organ pernapasan pada hewan

Alat respirasi adalah alat atau bagian tubuh tempat O_2 dapat berdifusi masuk dan sebaliknya CO_2 dapat berdifusi keluar. Alat respirasi pada hewan bervariasi antara hewan yang satu dengan hewan yang lain, ada yang berupa paru-paru, insang, kulit, trakea, dan paru-paru buku, bahkan ada beberapa organisme yang belum mempunyai alat khusus sehingga oksigen berdifusi langsung dari lingkungan ke dalam tubuh, contohnya pada hewan bersel satu, porifera, dan coelenterata. Pada ketiga hewan ini oksigen berdifusi dari lingkungan melalui rongga tubuh.

2.2 Pertukaran Gas dan Pengaturan Respirasi

2.2.1 Pertukaran Gas

Pertukaran Gas O₂ Dan CO₂

Pertukaran gas antara tubuh hewan dan lingkungannya selalu terjadi pada lingkungan aquatic maupun terrestrial. Bernafas, baik di udara ataupun di air, masing-masing mengandung keuntungan dan kerugian.

Bagi hewan yang bernafas yang di air, kerugian yang pertama ialah adanya kenyataan bahwa dibandingkan dengan udara, molekul air jauh lebih padat dan lebih sulit bergerak atau mengalir. Molekul air kira-kira 1000 kali lebih padat dan 60 kali lebih sulit mengalir dari pada udara. Jadi, dibandingkan dengan udara, air jauh lebih sulit mengalir ke organ pernafasan. Oleh karena itu, untuk mengalirkan air ke organ pernafasannya, hewan aquatic harus mengeluarkan energy lebih banyak dari pada energy yang digunakan oleh hewan terrestrial.

Berbeda dari hewan aquatic, hewan yang bernafas di udara memperoleh keuntungan karena tidak memerlukan banyak energy untuk mengalirkan udara ke dalam organ pernafasannya. Akan tetapi, hewan yang bernafas di udara harus mengeluarkan energy tambahan untuk melawan gaya grafitasi.

Keuntungan dan kerugian berikutnya berkaitan dengan adanya perbedaan antara kandungan oksigen di udara dan air. Kandungan oksigen dalam air jauh lebih rendah dari pada kandungan oksigen di udara. Kandungan oksigen dalam air adalah 10 ml O₂ per liter, sedangkan kandungan oksigen di udara 200 ml per liter. Jadi, hewan yang bernafas di udara lebih mudah memperoleh oksigen dari pada hewan akuatik.

Namun, hewan akuatik memperoleh keuntungan lain. Berkaitan dengan tingginya kelarutan CO₂ dalam air, yang mencapai 20-30 kali lebih besar dari pada kelarutannya di udara. Hal ini menyebabkan hewan akuatik sangat mudah membuang CO₂ ke ingkungannya, dan hampir tidak memiliki masalah yang berkaitan dengan pembuangan CO₂. Berkaitan dengan hal itu, rangsang utama untuk bernafas pada hewan akuatik adalah O₂, sedangkan pada hewan terrestrial, stimulus utama untuk bernafas adalah CO₂.

Air mempunyai kapasitas lebih panas dari pada udara. Hal ini berarti bahwa air lebih efektif untuk mengurangi panas dan suhunya tidak mudah berubah. Keadaan ini sangat menguntungkan bagi hewan yang hidup di air, yang umumnya bersifat ektotermik. Berbeda dengan air, udara memiliki kapasitas panas yang rendah sehingga suhu udara sangat mudah berubah.

Pada amfibia, pengambilan O₂ dan pengeluaran CO₂ dapat terjadi melalui paru-paru maupun kulit pada *Rana temporaria*, pengambilan oksigen melalui paru-paru 3 kali lebih besar dibandingkan melalui kulit. Pada *Rana esculenta*, paru-paru dan kulit memainkan peran yang sama dalam hal pengambilan O₂. Pengambilan oksigen terjadi selama hewan bernafas, yaitu pada fase inspirasi, sedangkan pembuangan CO₂ terjadi pada fase ekspirasi. Inspirasi ialah masuknya udara dari atmosfer ke dalam organ pernafasan, sedangkan ekspirasi adalah kebalikannya. Pada katak, inspirasi diawali dengan kontraksi otot di dasar mulut, kemudian rongga muat meluas sehingga terjadi tekanan negative di dalamnya. Selanjutnya, nosetril tiba-tiba terbuka dan udara pun mengalir masuk melalui nostril.

System respiratori pada burung berupa paru-paru yang di lengkapi dengan sejumlah kantong udara yang besar dan memiliki membrane tebal. Pada burung, gerakan inspirasi terjadi karena kontraksi otot-otot respiratori yang mendorong tulang-tulang iga ke arah depan sehingga menghasilkan gerakan sternum ke depan dan ke bawah. Tulang-tulang iga lainnya bergerak ke arah lateral dan menyebabkan peningkatan volume rongga tubuh. Pada kondisi tersebut paru-paru dan katong udara ikut mengembang. Akibatnya, tekanan pada paru-paru dan kantong udara turun sehingga udara atmosfer masuk ke dalamnya.

Pada mamalia, fase inspirasi merupakan proses aktif yang terjadi karena adanya kontraksi otot inspiratori (otot diantara tulang-tulang iga dan digfragma). Kontraksi otot tersebut akan meningkatkan volume rongga dada dan menyebabkan paru-paru mengembang serta timbul tekanan negative di dalamnya, sehingga udara atmosfer pun segera masuk paru-paru berbeda dengan fase inspirasi yang bersifat aktif, fase ekspirasi merupakan proses pasif. Ekspirasi terjadi karena adanya relaksasi otot inspiratori dan pengerutan dinding alveoli.

Transpor O₂

Transpor oksigen dalam darah terjadi dengan dua cara, yaitu dengan cara sederhana (terlarut dalam plasma darah) atau dengan cara diikat oleh pigmen respirasi, yaitu senyawa khusus yang dapat mengikat dan melepas oksigen secara bolak-balik. Beberapa hewan invertebrata sederhana mentranspor oksigen dengan cara melarutkannya dalam darah. Sebenarnya, cara semacam itu tidak efektif, namun masih dapat memenuhi kebutuhan tersebut karena invertebrata sederhana umumnya memiliki tingkat metabolisme yang rendah.

Hewan yang memiliki tingkat perkembangan lebih tinggi biasanya mempunyai aktifitas metabolisme yang lebih tinggi biasanya mempunyai aktifitas metabolisme yang lebih tinggi dan ukuran tubuh lebih besar. Mereka memerlukan oksigen dalam jumlah yang lebih besar pula. Oleh karena itu, hewan tingkat tinggi memerlukan cara pengangkutan oksigen yang lebih efektif, yakni dengan bantuan pigmen respirasi.

Pigmen respirasi merupakan protein dalam darah (dalam sel darah atau plasma) yang memiliki afinitas/ daya gabung tinggi terhadap oksigen. Pigmen respirasi sangat diperlukan oleh darah / cairan tubuh untuk meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen. Ada beberapa macam pigmen respirasi yang dapat ditemukan pada berbagai hewan, seperti yang disajikan pada tabel 8.1.

Keberadaan pigmen respirasi dalam darah/ cairan tubuh benar-benar dapat meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen secara bermakna. Sebagai contoh, keberadaan pigmen hemoglobin dalam darah mamalia dapat meningkatkan kapasitas pengangkutan O₂ oleh darah sebesar 20 kali lipat sehingga setiap 100 ml darah dapat membawa 20 ml oksigen. Tanpa hemoglobin, darah hanya dapat mengangkut oksigen sebanyak 1 ml per 100 ml darah.

Tabel 8.1 Berbagai macam pigmen respirasi pada hewan dan ciri-cirinya

Nama Pigmen	Jenis Logam	Lokasi	Warna Pigmen		Contoh Hewan
			Teroksigenasi	Tak	

				Teroksigenasi	
Hemosianin	Cu^{++}	Plasma	Biru	Tak berwarna	ketam, udang laut, siput (Gastropoda), cephalopoda.
Klorokruorin	Fe^{++}	Plasma	Hijau	Hijau	Cacing Polokhaeta (pada keempat familinya)
Hemeritrin	Fe^{++}	Plasma dan sel darah	Merah	Kuning pucat	Sipunkulid, brakhiopoda, beberapa Annelida
Hemoglobin	Fe^{++}	Plasma dan sel darah	Merah	Keunguan	Beberapa cacing pipih, beberapa Moluska, hampir semua Vertebrata

Hemoglobin (biasa disingkat Hb) merupakan pigmen respiratori yang paling dikenal, paling banyak dijumpai, dan cara kerjanya paling efisien. Hb ditemukan dalam darah manusia, Protozoa, dan kebanyakan filum hewan. Hb tersusun atas senyawa porfirin besi (hemin) yang berikatan dengan protein globin (lihat gambar 8.2). pada daerah yang memiliki tekanan/konsentrasi oksigen tinggi, seperti pada permukaan alveoli paru-paru, Hb sangat mudah berikatan dengan oksigen dan membentuk oksihemoglobin.

Sementara, pada daerah yang memiliki tekanan oksigen rendah atau pH rendah, oksihemoglobin sangat mudah terurai dan membebaskan oksigen, sesuai dengan reaksi berikut

Tekanan O_2 tinggi

$\text{Hb} + \text{O}_2$

HbO_2

Oksigen akan berikatan dengan hemin, tepatnya pada Fe^{++} yang terdapat pada pusat gugus tersebut, dengan suatu ikatan yang longgar/lemah. Harus diingat bahwa proses pengikatan molekul oksigen pada hemin tersebut bukanlah peristiwa oksidasi, melainkan penggabungan antara Fe^{++} pada gugus hemin dan molekul O_2 .

Gambaran skematis struktur molekul hemoglobin manusia

Mekanisme oksigenasi dan deoksigenasi Hb pada bagian hemin

Penggabungan Hb dan O₂ menjadi HbO₂ atau proses kebalikannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi oksigen di lingkungan hewan, seperti telah diuraikan sebelumnya. Konsentrasi oksigen di suatu lingkungan akan menentukan besarnya tekanan parsial gas tersebut. Hal ini akan berpengaruh terhadap kejenuhan Hb oleh oksigen.

Kurva pelepasan oksigen Hb untuk memperlihatkan pengaruh pH, Jika Ph turun afinitas Hb terhadap oksigen berkurang dan lebih mudah melepas oksigen ke jaringan. (efek Bohr)

Transpor CO₂

Pada bagian terdahulu telah dijelaskan bahwa aktivitas metabolisme sel akan menghasilkan zat sisa, antara lain CO₂ dan air. Air yang terbentuk dari proses tersebut dinamakan air metabolik. Keberadaan air metabolik di dalam tubuh tidak menimbulkan masalah yang rumit karena masih dapat dimanfaatkan oleh sel tubuh. Namun, keberadaan CO₂ dapat menimbulkan gangguan fisiologis yang penting. CO₂ sangat mudah berikatan dengan air membentuk asam karbonat yang memiliki kekuatan untuk menciptakan kondisi asam. Oleh karena itu, CO₂ yang terbentuk di jaringan harus segera diangkut dan dikeluarkan dari tubuh.

Reaksi antara CO₂ dan air terjadi melalui persamaan reaksi berikut.



Reaksi pembentukan asam karbonat dapat terjadi dalam cairan jaringan/ruang ekstrasel, plasma, maupun di dalam sel darah merah. Pembentukan asam karbonat (H₂CO₃) yang terjadi di dalam sel darah merah berlangsung sangat cepat (disebut reaksi cepat) karena di dalamnya terdapat enzim karbonat anhidrase yang berperan sebagai katalis.

Darah mengangkut CO_2 dalam beberapa bentuk, yaitu sebagai senyawa karbamino (ikatan antara CO_2 dan Hb), CO_2 terlarut dalam plasma, asam karbonat (H_2CO_3 , hasil reaksi antara CO_2 dan air), ion karbonat (HCO_3^-) dan senyawa bikarbonat (NaHCO_3 dan KHCO_3 , bentuk yang paling banyak). H_2CO_3 merupakan senyawa asam yang labil dan mudah terionisasi dengan menghasilkan ion H^+ dan HCO_2^- . Akan tetapi, transpor CO_2 dalam bentuk H_2CO_3 dan HCO_3^- sering kali menyebabkan terjadinya penurunan pH karena keduanya bersifat asam. Keadaan jaringan yang asam akan dapat mengganggu kerja enzim dan aktifitas metabolisme sel.

Oleh karena itu, peluang timbulnya suasana asam harus dihindarkan dengan cara membentuk senyawa yang bersifat sedikit basa (senyawa bikarbonat). Dalam proses tersebut, ion HCO_3^- (ion bikarbonat) akan berikatan dengan ion Na^+ atau K^+ yang banyak terdapat dalam jaringan, membentuk NaHCO_3 dan KHCO_3 (senyawa bikarbonat).

Pengangkutan CO_2 dalam bentuk senyawa bikarbonat merupakan cara untuk mempertahankan keseimbangan pH. Mekanisme mempertahankan pH dengan cara seperti itu dinamakan mekanisme buffering mempertahankan keseimbangan pH merupakan tugas tambahan bagi sistem respirasi, di luar tugas utamanya untuk mentranspor O_2 dan CO_2 .

Sistem respirasi juga memiliki fungsi lain, yaitu menjaga keseimbangan elektrik dalam darah, yang dilaksanakan melalui mekanisme $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$ transporter atau *chloride shift* atau pertukaran $\text{HCO}_3^-/\text{Cl}^-$. *Chloride shift* mekanisme untuk menjaga keseimbangan elektrik antara plasma darah dan sel darah merah, dengan mengatur perpindahan ion Cl^- ke arah tertentu (ke dalam atau luar sel), sebagai imbalan bagi perpindahan ion HCO_3^- ke arah yang berlawanan dengan arah yang ditempuh ion Cl^- .

Keterangan :

HCO_3^- atau Cl^- transporter (*Chloride shift*)

Mekanisme buffering menjaga homeostatis pH

Bagan mekanisme buffer dan HCO_3^- atau Cl^- transporter

2.2.2 Pengaturan pernapasan

Respirasi pada hewan merupakan proses yang diatur oleh saraf untuk mencukupi kebutuhan akan oksigen dan membuang CO_2 secara efektif. Pengaturan respirasi dapat berlangsung secara kimiawi maupun saraf (lihat gambar 8.5). pada dasarnya, pengaturan tersebut dimasukkan untuk menjaga keseimbangan kadar oksigen dan karbon dioksida dalam tubuh. Hal ini penting karena kekurangan oksigen maupun kelebihan karbondioksida dalam darah/cairan tubuh akan mengganggu proses fisiologis secara keseluruhan.

Pengendalian kadar atau tekanan CO_2 dalam darah

Kita dapat memahami bahwa pada saat kadar karbondioksida meningkat (misalnya selama aktif melakukan kegiatan), kemoreseptor di medula (pusat respirasi) terangsang. Hal ini menyebabkan impuls saraf dijalarkan di sepanjang serabut eferen ke organ efektor (otot dada, jantung, dan pembuluh darah). Impuls yang sampai pada organ efektor tersebut menimbulkan proses kompleks yang menyebabkan peningkatan laju ventilasi dan pelepasan CO_2 . Impuls yang sampai ke jantung dan pembuluh darah pada jaringan yang mengalami penimbunan CO_2 akan mendorong timbulnya respons yang akan mempermudah pelepasan CO_2 dari tubuh, sekaligus meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam tubuh.

Pengaturan respirasi secara kimiawi pada hewan terestrial lebih banyak dirangsang oleh adanya peningkatan kadar CO_2 dalam darah dari pada oleh penurunan kadar oksigen. Pengaturan respirasi secara saraf dilakukan oleh sekelompok sel saraf pada *pons varolli* dan *medula oblongata*. Pada pons bagian atas terdapat *pneumotaxic center*, yaitu pusat pernapasan yang berfungsi sebagai pengatur kerja pusat saraf yang lebih rendah, yang terdapat di medula oblongata. Pusat saraf yang lebih rendah tersebut ialah pusat inspiratori dan pusat ekspiratori, yang mengendalikan inspirasi dan ekspirasi yang dilakukan hewan. Selain ketiga pusat tersebut, pengaturan respirasi juga dilakukan oleh *stretch receptor* (reseptor regangan) dan saraf vagus, yang membawa rangsang dari organ pernapasan ke pusat ekspiratori. *Stretch receptor* yaitu reseptor yang terdapat pada bronkhus dan jaringan paru-paru, berfungsi untuk memantau keadaan paru-paru meregang maksimal (saat inspirasi).

Kemoreseptor yang peka terhadap CO_2 juga ditemukan pada badan karotid dan aorta. Reseptor di bagian ini memantau kadar CO_2 secara langsung, tetapi peranannya tidak sebesar peran reseptor sejenis yang terdapat di medula oblongata. Hal ini berarti bahwa sekalipun saraf yang menghubungkan bagian tersebut dengan otak diputuskan, respons untuk menurunkan kadar CO_2 akan tetap terselenggara. Sebagian reseptor di badan karotid dan aortik juga merespons penurunan kadar oksigen (pO_2).

Hal ini terpenting yang harus diatur dan berkaitan langsung dengan pengendalian homeostasis kadar/tekanan O_2 dan CO_2 adalah kedalaman dan laju pernapasan. Faktor yang paling menentukan kedalaman dan laju pernapasan ialah konsentrasi karbondioksida, yang biasanya dinyatakan dengan PCO_2 . Perubahan pCO_2 akan dipantau oleh kemoreseptor yang terdapat di pusat respiratori di medula. Pusat respiratori tersebut sebenarnya merespons penurunan pH (peningkatan keasaman) cairan serebrospinal. Peningkatan keasaman pada cairan tersebut merupakan cermin yang tepat bagi adanya peningkatan pCO_2 di arteri. Peningkatan pCO_2 di arteri akan menjadi sumber rangsang bagi dimulainya proses pembuangan CO_2 .

Pembuangan CO_2 dan pemasukan oksigen harus sesuai dengan kebutuhan tubuh hewan, yang dari waktu ke waktu dapat sangat bervariasi. Pada saat laju metabolisme meningkat, kebutuhan oksigen dan pembentukan karbondioksida juga meningkat. Apabila saat tersebut darah tidak mengandung cukup oksigen untuk memenuhi kebutuhannya, hewan akan mengalami kondisi hipoksia atau bahkan asfiksia (keadaan tidak terdapat oksigen dalam jaringan tubuh). Sebaliknya, apabila kadar oksigen dalam sel/tubuh terlalu tinggi, dapat terjadi oksidasi yang tidak diharapkan, yang dapat mengakibatkan kehancuran sel-sel tubuh. Pasokan oksigen yang tidak memadai pada umumnya berkaitan erat dengan adanya timbunan karbondioksida. Sementara itu, tumbunan karbondioksida dalam tubuh dapat menimbulkan berbagai gangguan yang tidak diinginkan, antara lain gangguan metabolisme seperti telah diuraikan sebelumnya.

2.3 Mekanisme pernapasan pada vertebrata dan avertebrata

2.3.1 Mekanisme pernapasan pada vertebrata

1 Sistem Respirasi Pada Ikan

Ikan bernapas pada insang yang terdapat di sisi kanan dan kiri kepala (kecuali ikan Dipnoi yang bernapas dengan paru-paru). Selain berfungsi sebagai alat pernapasan, insang juga berfungsi sebagai alat ekskresi dan transportasi garam-garam. Oksigen dalam air akan berdifusi ke dalam sel-sel insang. Darah di dalam pembuluh darah pada insang mengikat oksigen dan membawanya beredar ke seluruh jaringan tubuh, darah akan melepaskan dan mengikat karbondioksida serta membawanya ke insang. Dari insang, karbondioksida keluar dari tubuh ke air secara difusi.

Insang (branchia) akan tersusun atas bagian-bagian berikut ini:

- a. Tutup insang (operculum).** Hanya terdapat pada ikan bertulang sejati, sedangkan pada ikan bertulang rawan, tidak terdapat tutup insang. Operculum berfungsi melindungi bagian kepala dan mengatur mekanisme aliran air sewaktu bernapas,
- b. Membrane brankiostega (selaput tipis di tepi operculum),** berfungsi sebagai katup pada waktu air masuk ke dalam rongga mulut,
- c. Lengkung insang (arkus brankialis),** sebagai tempat melekatnya tulang tapis insang dan daun insang, mempunyai banyak saluran-saluran darah dan saluran syaraf,
- d. Tulang tapis insang,** berfungsi dalam sistem pencernaan untuk mencegah keluarnya organisme makanan melalui celah insang,
- e. Daun insang,** berfungsi dalam sistem pernapasan dan peredaran darah, tempat terjadinya pertukaran gas O_2 dengan CO_2 ,
- f. Lembaran (filamen) insang (holobran kialis)** berwarna kemerahan,
- g. Saringan insang (tapis insang)** berfungsi untuk menjaga agar tidak ada benda asing yang masuk ke dalam rongga insang.

Insang berbentuk lembaran-lembaran tipis berwarna merah muda dan selalu lembab. Bagian terluar dari insang berhubungan dengan air, sedangkan bagian dalam berhubungan erat dengan kapiler-kapiler darah. Tiap lembaran insang terdiri dari sepasang filamen, dan tiap filamen mengandung banyak lapisan tipis (lamela). Pada filamen terdapat pembuluh darah yang memiliki banyak kapiler sehingga memungkinkan O_2 berdifusi masuk dan CO_2 berdifusi keluar. Insang pada ikan bertulang sejati ditutupi oleh tutup insang yang disebut operculum, sedangkan insang pada ikan bertulang rawan tidak ditutupi oleh operculum.

Insang tidak saja berfungsi sebagai alat pernapasan tetapi dapat pula berfungsi sebagai alat ekskresi garam-garam, penyaring makanan, alat pertukaran ion, dan osmoregulator. Beberapa jenis ikan mempunyai labirin yang merupakan perluasan ke atas dari insang dan membentuk lipatan-lipatan sehingga merupakan rongga-rongga tidak teratur. Labirin ini berfungsi menyimpan cadangan O_2 sehingga ikan tahan pada kondisi yang kekurangan O_2 . Contoh ikan

yang mempunyai labirin adalah ikan gabus dan ikan lele. Untuk menyimpan cadangan O_2 , selain dengan labirin, ikan mempunyai gelembung renang yang terletak di dekat punggung.

Mekanisme pernapasan pada ikan

Mekanisme pernapasan pada ikan diatur oleh mulut dan tutup insang. Pada waktu tutup insang mengembang, membran brankiostega menempel rapat pada tubuh, sehingga air masuk lewat mulut. Sebaliknya jika mulut ditutup, tutup insang mengempis, rongga faring menyempit, dan membran brankiostega melonggar sehingga air keluar melalui celah dari tutup insang. Air dengan oksigen yang larut di dalamnya membasahi filamen insang yang penuh kapiler darah dan karbon dioksida ikut keluar dari tubuh bersama air melalui celah tutup insang. Ikan juga mempunyai gelembung renang yang berfungsi untuk menyimpan oksigen dan membantu gerakan ikan naik turun.

Pada beberapa jenis ikan, misalnya gabus, lele atau gurami, rongga insangnya mempunyai perluasan ke atas yang berupa lipatan-lipatan tidak teratur yang disebut labirin. Rongga labirin berfungsi menyimpan udara sehingga jenis ikan tersebut dapat hidup di air kotor dan kekurangan oksigen.

Selain dimiliki oleh ikan, insang juga dimiliki oleh katak pada fase berudu, yaitu insang luar. Hewan yang memiliki insang luar sepanjang hidupnya adalah salamander.

Hal-hal yang berkaitan dengan sistem pernapasan ialah perairan harus mengandung O_2 cukup banyak bila perairan kurang O_2 , ikan akan menuju ke permukaan, ke tempat pemasukkan air dan menuju tempat air yang berarus. Selain itu daun insang harus dalam keadaan lembab.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan ikan akan O_2 antara lain :

1. Ukuran dan umur (standia hidup) : ikan-ikan kecil membutuhkan lebih banyak O_2 ,
2. Aktivitas ikan : yang aktif berenang perlu lebih banyak O_2 ,
3. Jenis kelamin : ikan betina membutuhkan lebih banyak O_2 .

2. Sistem Respirasi pada Burung

Alat pernapasan pada burung adalah paru-paru. Ukuran paru-paru relatif kecil dibandingkan ukuran tubuh burung. Paru-paru burung terbentuk oleh bronkus primer, bronkus sekunder, dan pembuluh bronkiolus. Bronkus primer berhubungan dengan mesobronkus. Mesobronkus merupakan bronkiolus terbesar. Mesobronkus bercabang menjadi dua set bronkus sekunder anterior dan posterior yang disebut ventrobronkus dan dorsobronkus dihubungkan oleh parabronkus. Paru-paru burung memiliki ± 1000 buah parabronkus yang bergaris tengah $\pm 0,5$ mm. Paru-paru burung memiliki perluasan yang disebut kantong udara yang mengisi daerah selangka dada atas, dada bawah, daerah perut, daerah tulang humerus dan daerah leher.

Berturut-turut dari luar ke dalam. Susunan alat pernapasan burung adalah sebagai berikut:

- a. Lubang hidung,
- b. Celah tekak pada dasar faring, berhubungan dengan trakea,
- c. Trakea, berupa pipa dengan penebalan tulang rawan berbentuk cincin yang tersusun di sepanjang trakea,
- d. Siring (alat suara), terletak di bagian bawah trakea. Dalam siring terdapat otot sternotrakealis yang menghubungkan tulang dada dan trakea, serta berfungsi untuk menimbulkan suara. Selain itu terdapat juga otot siringialis yang menghubungkan siring dengan dinding trakea sebelah dalam. Dalam rongga siring terdapat selaput yang mudah bergetar. Getaran selaput suara tergantung besar kecilnya ruangan siring yang diatur oleh otot sternotrakealis dan otot siringialis,
- e. Bifurkasi trakea, yaitu percabangan trakea menjadi dua bronkus kanan dan kiri,
- f. Bronkus (cabang trakea) terletak di antara siring dan paru-paru,
- g. Paru-paru dengan selaput pembungkus paru-paru yang disebut pleura.

Pada burung, tempat berdifusinya gas pernapasan hanya terjadi di paru-paru. Paru-paru burung berjumlah sepasang dan terletak dalam rongga dada yang dilindungi oleh tulang rusuk.

Mekanisme Pernapasan Pada Burung

Paru-paru burung berhubungan dengan kantong udara melalui perantaraan bronkus rekurens. Selain berfungsi sebagai alat bantu pernapasan saat terbang, kantong udara juga membantu memperbesar ruang siring sehingga dapat memperkeras suara. Kantong udara juga berfungsi mencegah hilangnya panas dengan menyelubungi alat-alat dalam untuk mencegah kedinginan dan mengubah massa jenis tubuh pada burung-burung perenang.

Perubahan massa jenis terjadi dengan cara memperbesar atau memperkecil kantong udara. Kantong udara terdapat pada pangkal leher (servikal), ruang dada bagian depan (toraks anterior), antar tulang selangka (korakoid), ruang dada bagian belakang (toraks posterior), rongga perut (saccus abdominalis), ketiak (saccus axillaris).

Jalur pernapasan pada burung berawal di lubang hidung. Pada tempat ini, udara masuk kemudian diteruskan pada celah tekak yang terdapat pada dasar faring yang menghubungkan trakea. Trakeanya panjang berupa pipa bertulang rawan yang berbentuk cincin, dan bagian akhir trakea bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri. Dalam bronkus pada pangkal trakea terdapat sirink (alat suara yang terletak pada bagian bawah trakea) yang pada bagian dalamnya terdapat lipatan-lipatan berupa selaput yang dapat bergetar. Bergetarnya selaput itu menimbulkan suara. Bronkus bercabang lagi menjadi mesobronkus yang merupakan bronkus sekunder dan dapat dibedakan menjadi ventrobronkus (di bagian ventral) dan dorsobronkus (di bagian dorsal). Ventrobronkus dihubungkan dengan dorsobronkus, oleh banyak parabronkus (100 atau lebih). .

Parabronkus berupa tabung- tabung kecil. Di parabronkus bermuara banyak kapiler sehingga memungkinkan udara berdifusi. Selain paru-paru, burung memiliki 8 atau 9 perluasan paru-paru atau pundi-pundi hawa (sakus pneumatikus) yang menyebar sampai ke perut, leher, dan sayap. Pundi-pundi hawa berhubungan dengan paru-paru dan berselaput tipis. Di pundi-pundi hawa tidak terjadi difusi gas pernapasan, pundi-pundi hawa hanya berfungsi sebagai penyimpan cadangan oksigen dan meringankan tubuh. Karena adanya pundi-pundi hawa maka pernapasan pada burung menjadi efisien. .

Udara pada pundi-pundi hawa dimanfaatkan hanya pada saat udara (O₂) di paru-paru berkurang, yakni saat burung sedang mengepakkan sayapnya. Saat sayap mengepak atau diangkat ke atas maka kantung hawa di tulang korakoid terjepit sehingga oksigen pada tempat itu masuk ke paru-paru. Sebaliknya, ekspirasi terjadi apabila otot interkostal relaksasi maka tulang rusuk dan tulang dada kembali ke posisi semula, sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar dari tekanan di udara luar akibatnya udara dari paru-paru yang kaya karbondioksida keluar. Bersamaan dengan mengecilnya rongga dada, udara dari kantung hawa masuk ke paru-paru dan terjadi pelepasan oksigen dalam pembuluh kapiler di paru-paru. Jadi, pelepasan oksigen di paru-paru dapat terjadi pada saat ekspirasi maupun inspirasi. .

Selain itu, pada waktu burung tidak terbang, pernapasan terjadi karena gerakan tulang dada sehingga tulang-tulang rusuk bergerak ke muka dan ke arah bawah. Akibatnya, rongga dada membesar dan paru-paru akan mengempis sehingga udara dari kantong udara kembali ke paru-paru. Jadi, udara segar mengalir melalui parabronkus pada waktu inspirasi dan ekspirasi sehingga fungsi paru-paru burung lebih efisien daripada paru-paru mamalia. Kecepatan respirasi pada berbagai hewan berbeda bergantung dari berbagai hal, antara lain, aktifitas, kesehatan, dan bobot tubuh

3. sistem respirasi pada amfibi

Pada katak, oksigen berdifusi lewat selaput rongga mulut, kulit, dan paru-paru. Kecuali pada fase berudu bernapas dengan insang karena hidupnya di air. Selaput rongga mulut dapat berfungsi sebagai alat pernapasan karena tipis dan banyak terdapat kapiler yang bermuara di tempat itu. Pada saat terjadi gerakan rongga mulut dan faring, lubang hidung terbuka dan glotis tertutup sehingga udara berada di rongga mulut dan berdifusi masuk melalui selaput rongga mulut yang tipis. Selain bernapas dengan selaput rongga mulut, katak bernapas pula dengan kulit, ini dimungkinkan karena kulitnya selalu dalam keadaan basah dan mengandung banyak kapiler sehingga gas pernapasan mudah berdifusi. Oksigen yang masuk lewat kulit akan melewati vena kulit (*vena kutanea*) kemudian dibawa ke jantung untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Sebaliknya karbon dioksida dari jaringan akan di bawa ke jantung, dari jantung dipompa ke kulit dan paru-paru lewat arteri kulit paru-paru (*arteri pulmo kutanea*). Dengan demikian pertukaran oksigen dan karbon dioksida dapat terjadi di kulit.

Selain bernapas dengan selaput rongga mulut dan kulit, katak bernapas juga dengan paru-paru walaupun paru-parunya belum sebaik paru-paru mamalia. Katak mempunyai sepasang paru-paru yang berbentuk gelembung tempat bermuaranya kapiler darah. Permukaan paru-paru diperbesar oleh adanya bentuk- bentuk seperti kantung sehingga gas pernapasan dapat berdifusi. Paru-paru dengan rongga mulut dihubungkan oleh bronkus yang pendek.

Dalam paru-paru terjadi mekanisme inspirasi dan ekspirasi yang keduanya terjadi saat mulut tertutup. Fase inspirasi adalah saat udara (kaya oksigen) yang masuk lewat selaput rongga mulut dan kulit berdifusi pada gelembung-gelembung di paru-paru. Mekanisme inspirasi adalah sebagai berikut. Otot *Sternohioideus* berkonstraksi sehingga rongga mulut membesar, akibatnya oksigen masuk melalui koane.

Setelah itu koane menutup dan otot rahang bawah dan otot *geniohioideus* berkontraksi sehingga rongga mulut mengecil. Mengecilnya rongga mulut mendorong oksigen masuk ke paru-paru lewat celah-celah. Dalam paru-paru terjadi pertukaran gas, oksigen diikat oleh darah yang berada dalam kapiler dinding paru-paru dan sebaliknya, karbon dioksida dilepaskan ke lingkungan. Mekanisme ekspirasi adalah sebagai berikut. Otot-otot perut dan *sternohioideus* berkontraksi sehingga udara dalam paru-paru tertekan keluar dan masuk ke dalam rongga mulut. Celah tekak menutup dan sebaliknya koane membuka. Bersamaan dengan itu, otot rahang bawah berkontraksi yang juga diikuti dengan berkontraksinya *geniohioideus* sehingga rongga mulut mengecil. Dengan mengecilnya rongga mulut maka udara yang kaya karbondioksida keluar

4. Respirasi reptil

Paru-paru reptilia berada dalam rongga dada dan dilindungi oleh tulang rusuk. Paru-paru reptilia lebih sederhana, hanya dengan beberapa lipatan dinding yang berfungsi memperbesar permukaan pertukaran gas. Pada reptilia pertukaran gas tidak efektif.

Pada kadal, kura-kura, dan buaya paru-paru lebih kompleks, dengan beberapa belahanbelahan yang membuat paru-parunya bertekstur seperti spon. Paru-paru pada beberapa jenis kadal misalnya bunglon Afrika mempunyai pundi-pundi hawa cadangan yang memungkinkan hewan tersebut melayang di udara.

2.3.3 mekanisme respirasi pada invertebrata

1. respirasi serangga

Proses respirasi pada serangga, sama dengan pada organisme lain, merupakan proses pengambilan oksigen (O_2), untuk diproses dalam mitokhondria. Baik serangga terestrial maupun akuatik membutuhkan O_2 dan membuang CO_2 , namun pada keduanya terdapat perbedaan jelas: di udara terdapat kl. 20% oksigen, sedang di air 10%. Oleh karenanya kecepatan diffusinya juga berbeda, di air 3×10^6 lebih kecil daripada kecepatan diffusi O_2 di udara.

Sistem pernafasan pada serangga mengenal dua sistem, yaitu sistem *terbuka* dan sistem *tertutup*. Digunakan alat atau organ yang disebut *spirakulum* (*spiracle*), juga *tabung-tabung trakhea* dan *trakheola*. Tekanan total dari udara sebenarnya merupakan jumlah tekanan gas N_2 , O_2 , CO_2 dan gas-gas lain. O_2 sendiri masuk ke dalam jaringan dengan satu proses tunggal yaitu adanya tekanan udara dalam jaringan. Tekanan O_2 dengan demikian harus lebih besar

daripada tekanan udara dalam jaringan, sebaliknya tekanan CO₂ dalam jaringan harus lebih besar dibanding yang ada di udara.

Pada umumnya serangga akuatik kecil luas permukaan tubuhnya lebih besar daripada volumenya, sehingga difusi O₂ dapat berjalan dengan baik berhubung luas permukaan yang cukup untuk akomodasi aliran O₂ dari luar tubuh.

Sebaliknya pada serangga yang ukurannya lebih besar, harus dibantu dengan menggunakan kantung udara (air-sacs), yang mengumpulkan udara dengan mekanisme kontraksi, yang harus didukung oleh suatu sistem pemanfaatan energi. Contohnya pada beberapa jenis belalang yang mampu hidup di dalam air.

Sistem respirasi *terbuka* banyak digunakan oleh serangga-serangga darat dan beberapa jenis serangga air, sedang sistem *tertutup* digunakan oleh serangga air, yang tidak menggunakan spirakulum, antara lain untuk mencegah supaya jangan terjadi evapotranspirasi.

Pada kepik air (Belastomatidae) digunakan apa yang disebut “insang fisis” atau *physical gill* digunakan untuk mengumpulkan gelembung, dan jaringan mengambil O₂ dari dalam gelembung-gelembung udara yang disimpan. Jika tekanan parsial O₂ menurun, tekanan udara di dalam air menjadi lebih besar, akan ada gerakan udara dari dalam air ke dalam tubuh serangga, sehingga terkumpul gelembung-gelembung udara. Apabila di dalam gelembung udara yang disaring tersebut sudah terkandung terlalu banyak N₂, maka serangga akan muncul ke permukaan dan membuka mulut.

Sebaliknya terdapat juga serangga yang mampu tinggal lama di dalam air dengan bantuan suatu organ yang disebut *plastron*, suatu filamen udara. Dengan alat ini maka CO₂ yang terbentuk dibuang, dan O₂ yang terlarut diambil langsung. Bangunan ini sering juga disebut sebagai insang fisis khusus (*special physical gill*). Karenanya serangga mampu bertahan di dalam air dalam jangka waktu yang lebih lama. Serangga air juga ada yang memanfaatkan insang trakheal (*tracheal gill*). (M. Abercrombie, 1993)

Gambar mekanisme dan morfologi respirasi serangga

Jika otot perut belalang berkontraksi maka trakea memampuk sehingga udara kaya CO₂ keluar. Sebaliknya, jika otot perut belalang berelaksasi maka trakea kembali pada volume semula sehingga tekanan udara menjadi lebih kecil dibandingkan tekanan di luar sebagai akibatnya udara di luar yang kaya O₂ masuk ke trakea.

Sistem trakea berfungsi mengangkut O₂ dan mengedarkannya ke seluruh tubuh, dan sebaliknya mengangkut CO₂ hasil respirasi untuk dikeluarkan dari tubuh. Dengan demikian,

darah pada serangga hanya berfungsi mengangkut sari makanan dan bukan untuk mengangkut gas pernapasan..

Di bagian ujung trakeolus terdapat cairan sehingga udara mudah berdifusi ke jaringan. Pada serangga air seperti jentik nyamuk udara diperoleh dengan menjulurkan tabung pernapasan ke permukaan air untuk mengambil udara.

Serangga air tertentu mempunyai gelembung udara sehingga dapat menyelam di air dalam waktu lama. Misalnya, kepik *Notonecta* sp. mempunyai gelembung udara di organ yang menyerupai rambut pada permukaan ventral. Selama menyelam, O_2 dalam gelembung dipindahkan melalui sistem trakea ke sel-sel pernapasan.

Selain itu, ada pula serangga yang mempunyai insang trakea yang berfungsi menyerap udara dari air, atau pengambilan udara melalui cabang-cabang halus serupa insang. Selanjutnya dari cabang halus ini oksigen diedarkan melalui pembuluh trakea.

Pada kepik air (*Belostomatidae*) digunakan “insang fisis” atau physical gill digunakan untuk mengumpulkan gelembung, dan jaringan mengambil O_2 dari dalam gelembung-gelembung udara yang disimpan. Jika tekanan parsial O_2 menurun, tekanan udara di dalam air menjadi lebih besar, akan ada gerakan udara dari dalam air ke dalam tubuh serangga, sehingga terkumpul gelembung-gelembung udara. Apabila di dalam gelembung udara yang disaring tersebut sudah terkandung terlalu banyak N_2 , maka serangga akan muncul ke permukaan dan membuka mulut.

Sebaliknya terdapat juga serangga yang mampu tinggal lama di dalam air dengan bantuan suatu organ yang disebut plastron, suatu filamen udara. Dengan alat ini maka CO_2 yang terbentuk dibuang, dan O_2 yang terlarut diambil langsung (bukan dalam ujud gelembung udara). Bangunan ini sering juga disebut sebagai insang fisis khusus (special physical gill). Karenanya serangga mampu bertahan di dalam air dalam jangka waktu yang lebih lama. Serangga air juga ada yang memanfaatkan insang trakheal (tracheal gill), yang merupakan insang biologis, berfungsi karena gerak biologis.

- **Filum Protozoa**

Respirasi dengan cara aerob atau anaerob. Pada respirasi aerob terjadi oksidasi dengan O_2 yang masuk dalam tubuh dengan cara difusi dan osmosis melalui seluruh permukaan tubuh, sedang pada anaerob terjadi pembongkaran zat yang kompleks menjadi zat yang sederhana dengan menggunakan enzim-enzim tanpa memerlukan oksigen. Hasil kedua peristiwa itu akan sama yakni dihasilkan energi dan zat sisa-sisa yang akan ditampung dalam vakuola kontraktil sebagai zat ekskresi.

- **Filum Porifera (Hewan Spons)**

Sebetulnya spons tidak mempunyai alat atau organ pernafasan khusus, kendati demikian mereka dalam hal respirasi bersifat aerobik. Dalam hal ini yang bertugas menangkap/mendifusikan oksigen yang terlarut di dalam air medianya bila di jajaran luar adalah sel-sel epidermis (sel-sel pinakosit), sedangkan pada jajaran dalam yang bertugas adalah sel-sel leher (khoanosit) selanjutnya oksigen yang telah berdifusi ke dalam kedua jenis sel tersebut diedarkan ke seluruh tubuh oleh amoebosit. Berhubung hewan spons bersifat sesil artinya tidak mengadakan perpindahan tempat sedangkan hidupnya sepenuhnya tergantung

akan kaya tidaknya kandungan material (oksigen, partikel makanan) dari air yang merupakan medianya, maka ketika Porifera masih dalam fase larva yang sanggup mengadakan pergerakan yaitu berenang-renang mengembara kian kemari dengan bulu-bulu getarnya, ia akan memilih tempat yang strategis dalam arti yang kaya akan kandungan material yang dibutuhkan untuk kepentingan hidup.

Bila air yang merupakan media hidupnya itu mengalami penyusutan kandungan oksigennya, maka hal ini akan mempengaruhi kehidupan Porifera yang bersangkutan, artinya tubuhnya juga akan mengalami penyusutan sehingga menjadi kecil dan bila kekurangan sampai melampaui batas toleransinya maka Poriferanya akan mati.

Gambar anatomi porifera

- **Filum Coelenterata (Hewan Berongga)**

Hewan *Hydra* “pertukaran gas pada hydra terjadi secara langsung pada permukaan tubuhnya. Hal ini karena *Hydra* tidak mempunyai organ khusus untuk pernafasan, pembuangan hasil ekskresi, dan juga tidak mempunyai darah serta sistem peredaran darah. Semua organ-organ itu bagi *Hydra* tidak diperlukan, sebab tubuhnya tersusun atas deretan sel-sel yang sebagian besar masih bebas bersentuhan langsung dengan air yang ada di sekitarnya. Di samping itu dinding tubuh *Hydra* merupakan dinding yang tipis, oleh sebab itu pertukaran gas oksigen dan karbondioksida maupun zat-zat sampah dari bahan nitrogen tidak menjadi persoalan bagi tubuh *Hydra*.

Pertukaran zat tersebut berlangsung secara langsung dengan dunia luar secara difusi dan osmosis melalui membran dari masing-masing sel. Dengan perkataan lain proses pernafasan maupun pembuangan sisa metabolisme dilakukan secara mandiri oleh masing-masing sel yang bersangkutan.

Hewan Scyphozoa “seperti halnya hydra, Ubur-ubur ini tidak mempunyai alat respirasi maupun ekskresi yang khusus. Kedua proses tersebut dilakukan secara langsung melalui seluruh permukaan tubuhnya. Dalam hal ini sistem saluran air dan sistem saluran gastrovaskular sangat membantu dalam memperlancar proses respirasi maupun ekskresi.

Gas-gas O_2 yang terlarut di dalam air akan masuk secara difusi masuk kedalam lapisan epidermis maupun gastrodermis tubuh ubur-ubur. Sebaliknya gas-gas O_2 yang dihasilkan dari proses respirasi akan dikeluarkan dari tubuhnya secara difusi. Demikian halnya dengan zat-zat sampah, terutama yang berupa zat-zat nitrogen sebagai sisa-sisa metabolisme, akan dibuang secara langsung oleh sel-sel epidermis maupun gastrodermis ke lingkungan luar tubuh.

Hewan Anthozoa “seperti halnya Coelenterata yang lain, tidak mempunyai alat khusus untuk pernafasan maupun pembuangan hasil ekskresi. Dalam hal ini pernafasan baik pemasukan oksigen yang terlarut di dalam air laut, maupun pengeluaran gas karbondioksida berlangsung secara difusi-osmosis secara langsung melalui semua permukaan tubuhnya. Yang dimaksud dengan permukaan tubuh ialah baik permukaan epidermis maupun permukaan gastrodermis

yang menghadap ke arah liang atau rongga gastrovaskuler. Dalam hal ini, aliran air yang timbul di dalam saluran gastrovaskuler disebabkan oleh gerak sapu dari rambut-rambut getar yang berjajar-jajar di bagian dinding stomodeum maupun dinding gastrovaskular (coelenteron). Gerak rambut getar yang ada pada dinding gastrovaskular menimbulkan aliran air ke luar. Kedua mekanisme ini sangat membantu dalam hal pertukaran gas maupun sisa-sisa metabolisme lainnya.

- **Filum Platyhelminthes**

Cacing pipih belum memiliki alat pernafasan khusus. Pengambilan oksigen bagi anggota yang hidup bebas dilakukan secara difusi melalui permukaan tubuh. Sementara anggota yang hidup sebagai endoparasit bernafas secara anaerob, artinya respirasi berlangsung tanpa oksigen. Hal ini terjadi karena cacing endoparasit hidup pada lingkungan yang kekurangan oksigen.

- **Filum Nematelminthes**

Cacing *Ascaris* tidak mempunyai alat respirasi. Respirasi dilakukan secara anaerob. Energi diperoleh dengan cara mengubah glikogen menjadi CO₂ dan asam lemak yang diekskresikan melalui kutikula. Namun sebenarnya *Ascaris* dapat mengkonsumsi oksigen kalau di lingkungannya tersedia. Jika oksigen tersedia, gas itu diambil oleh hemoglobin yang ada di dalam dinding tubuh dan cairan pseudosol.

- **Filum Annelida**

Cacing tanah bernapas dengan kulitnya, sebab kulitnya bersifat lembab, tipis, banyak mengandung kapiler-kapiler darah.

- **Filum Mollusca**

Sebagian besar Mollusca organ respirasinya adalah insang. Insang diadaptasikan untuk pertukaran gas oksigen dan karbondioksida dalam air melalui permukaan insang yang luas dan berbentuk membran yang tipis. Pada Mollusca, insang disebut juga ktenidium (Yunani : kteis; sebuah sisir). Ktenidia terdiri atas sebuah filamen (= lamela) yang ditutupi silia. Gerakan silia menyebabkan air melintasi permukaan filamen, oksigen berdifusi melintasi membran menuju ke darah, dan karbondioksida berdifusi keluar. Pada beberapa Mollusca seperti remis dan bivalvia lain, silia pada insang juga berperan menyaring partikel makanan, kemudian mengirimnya ke mulut dalam bentuk benang lendir. Setelah insang aliran air biasanya menuju anus dan saluran keluar ginjal sambil membawa bahan yang akan dibuang. Pada beberapa Mollusca, air masuk melalui incurrent siphon dan keluar melalui excurrent siphon. Sebelum mencapai insang aliran air yang masuk dideteksi oleh organ sensorik (osphradium) yang dapat berfungsi mendeteksi endapan lumpur, makanan atau predator.

Beberapa Mollusca yang tidak memiliki insang, maka pertukaran gas respirasi terjadi secara langsung melalui permukaan mantel. Keong memiliki kemampuan adaptasi untuk kehidupan darat yaitu dengan hilangnya insang, maka mantel yang dimilikinya dimodifikasi menjadi

sebuah paru-paru untuk pernapasan udara. Beberapa keong (pulmoat) kembali ke habitat air, namun tetap mempertahankan paru-parunya. Untuk itu mereka terlihat sering merambat naik ke permukaan air untuk mengambil udara.

- **Filum Echinodermata**

Organ respirasi pada Asterias adalah insang, atau papula dan kaki tabung. Papula merupakan organ respirasi utama. Mereka adalah sederhana, kontraktil, transparan, hasil pertumbuhan dari dinding tubuh pada permukaan aboral mempunyai ephithelium bersilia pada permukaan sebelah luar dan sebelah dalamnya. Itu merupakan derivat atau perubahan lanjut dari coelom dan sisa lumennya berhubungan langsung dengan coelom. Pertukaran O₂ dan CO₂ terjadi di antara air laut dan cairan tubuh dari insang-insangnya. Silia pada epithelium mempunyai peranan vital dalam menggerakkan cairan coelom dan dalam menciptakan air untuk pernapasan keluar masuk di dalam air laut. Di samping dindingnya tipis, kaya akan percabangan dan bagian-bagian tubuh lembab, juga bertindak sebagai organ-organ respirasi.

BAB III

PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Sistem respirasi ada dua macam, yaitu respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi seluler adalah proses masuknya O₂ ke dalam sel dan dikeluarkan CO₂ dan ATP yang dimana CO₂ dibuang dan ATP digunakan. Organ respirasi hewan:

1. Hewan Akuatik menggunakan kulit dan insang,
2. Hewan terrestrial menggunakan paru-paru difusi, paru-paru buku, paru-paru alveolar dan trakea.

DAFTAR PUSTAKA

- Isnaeni, Wiwi. 2006. Fisiologi Hewan. Yogyakarta: Kanisius
- Kastawi, Yusuf. *Zoologi Avertebrata*. Malang: FMIPA UM
- Goenarso, Darmadi. 2005. Fisiologi Hewan. UT
- <http://aprianatitik.wordpress.com/arsip> diakses tanggal 24 Juni 2012

Ø <http://ginapodia.blogspot.com/2009/05/sistem-respirasi-serangga.html> diakses tanggal 24 Juni 2012

Ø <http://gurungeblog.wordpress.com/2008/11/01/sistem-pernapasan-hewan/> diakses tanggal 24 Juni 2012

[About these ads](#)

Share this:

- [Twitter](#)
- [Facebook1](#)
-

By aimarusciencemania

Post navigation

[puisi bayi untuk ibu](#)

[LIRIK LAGU BUMIKU BY SMAN1 GENDING PROBOLINGGO 2006](#)

Tinggalkan Balasan

