

BAB VI

SISTEM RESPIRASI

Tujuan

Menjelaskan respirasi internal dan eksternal, proses pertukaran gas, dan peran otot-otot pernafasan dalam mekanisme respirasi.

Respirasi atau ventilasi atau disebut juga pernafasan adalah suatu proses pertukaran gas yang terjadi antara organisme tubuh dengan lingkungan sekitarnya. Guyton (2006) menjelaskan ketika tubuh membutuhkan oksigen (O_2) maka tubuh akan menghirup oksigen yang berada di lingkungan melalui organ pernapasan. Pada keadaan tertentu tubuh kelebihan karbon dioksida (CO_2) maka tubuh berusaha mengeluarkan kelebihan tersebut melalui organ pernapasan. Berdasarkan penjelasan diatas terdapat dua proses dalam respirasi. Pertama adalah proses tubuh menghirup oksigen dari lingkungan yang disebut inspirasi, kedua proses tubuh mengeluarkan karbon dioksida yang ada di dalam tubuh ke lingkungan yang disebut dengan proses ekspirasi.

Menurut Syaifuddin (2011) respirasi memiliki kegunaan antara lain:

1. Mengambil oksigen dari luar masuk ke dalam tubuh, beredar dalam darah selanjutnya terjadi proses oksidasi dalam sel atau jaringan.
2. Mengeluarkan karbon dioksida yang terjadi dari sisa-sisa hasil metabolisme energi di dalam sel yang selanjutnya dibawah oleh darah untuk dikeluarkan melalui organ pernapasan.
3. Untuk melindungi sistem permukaan dari kekurangan cairan dan mengubah suhu tubuh.
4. Melindungi sistem pernapasan dari jaringan lain terhadap serangan patogenetik.
5. Untuk pembentukan komunikasi seperti berbicara, bernyanyi, berteriak dan menghasilkakn suara.

6.1 Jenis Respirasi

Sebagian besar orang berpikir bahwa respirasi sebagai proses menghirup dan menghembuskan udara. Namun dalam fisiologi respirasi memiliki arti yang lebih luas, respirasi mencakup dua proses yang terpisah tetapi berkaitan yaitu respirasi eksternal dan respirasi internal.

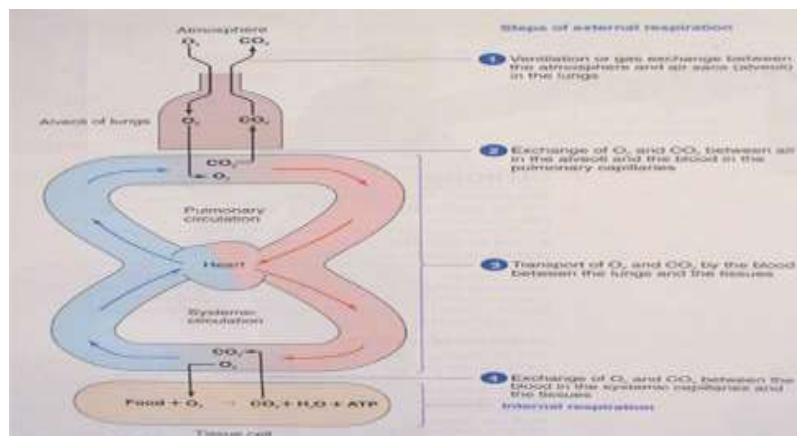
1. Respirasi Eksternal

Respirasi eksternal merupakan keseluruhan rangkaian proses kejadian dalam pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara lingkungan luar (eksternal) dan sel tubuh. Menurut Sherwood (2012) respirasi eksternal mencakup empat langkah, yaitu:

- Udara secara bergantian dimasukkan ke paru dan keluar dari paru sehingga udara dapat dipertukarkan antara atmosfer (lingkungan eksternal) dan kantung udara (alveolus) paru.
- Oksigen dan karbon dioksida dipertukarkan antara udara di alveolus dan darah di dalam kapiler paru melalui proses difusi.
- Darah mengangkut oksigen dan karbondioksida antara paru dan jaringan.
- Oksigen dan karbon dioksida dipertukarkan antara jaringan dan darah melalui proses difusi menembus kapiler sistemik (jaringan).

2. Respirasi Internal

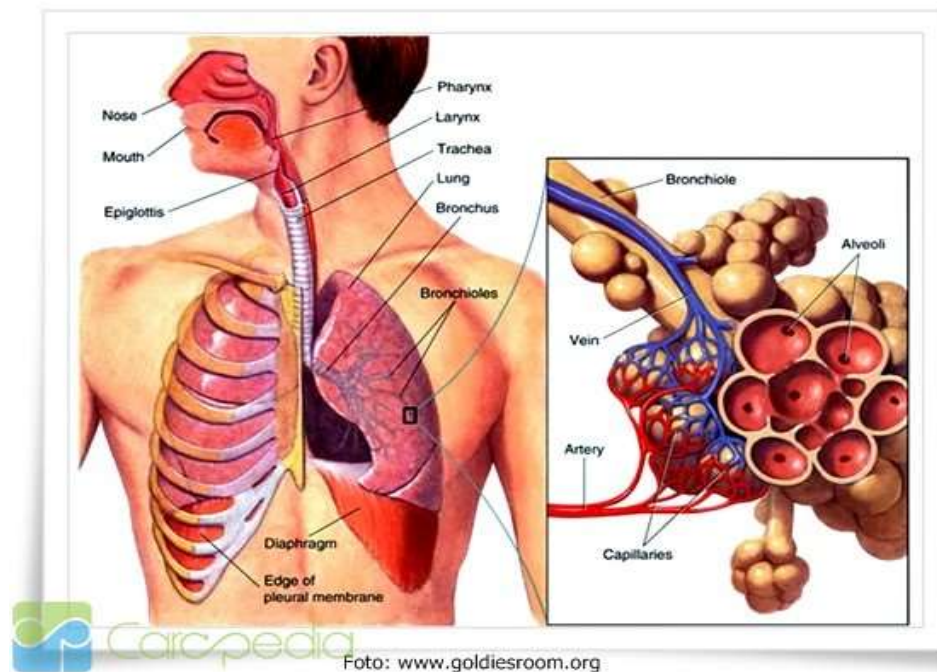
Sherwood (2011) menjelaskan respirasi internal atau respirasi sel merupakan proses-proses metabolik intrasel yang dilakukan di dalam sel (mitokondria) yang menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi dan menghasilkan karbon dioksida sebagai limbah metabolisme yang akan dikeluarkan dari tubuh. Bahan penghasil energi seperti karbohidrat, lemak, protein yang kita peroleh dari makanan yang kita konsumsi akan melalui proses oksidasi di dalam sel dengan menggunakan oksigen untuk kemudian menghasilkan energi berupa ATP. Proses pembentukan energi ini juga menghasilkan karbon dioksida yang merupakan limbah yang bersifat racun yang harus dikeluarkan dari dalam tubuh.



Gambar 6.1 Respirasi eksternal dan respirasi internal

6.2 Organ atau Saluran Pernafasan

Nawawi (2008) menjelaskan saluran pernafasan adalah suatu ruang yang dilewati oleh udara baik ke luar maupun masuk ke paru-paru. Sedangkan organ pernafasan adalah alat untuk bagian dari saluran pernafasan. Saluran pernafasan dimulai dari hidung, laring, faring, trachea, bronchus, bronchiolus (terminal dan respiratorik) dan alveoli. Bagian-bagian saluran pernafasan yang dilewati oleh udara tersebut juga termasuk dari organ-organ pernafasan.



Gambar 6.2 Saluran dan organ pernafasan

Lebih lanjut Guyton (2006) menjelaskan paru-paru merupakan organ pernafasan yang didalamnya terdapat saluran nafas bronchus, bronchiolus dan alveoli. 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*). Selanjutnya akan dibahas saluran respirasi satu persatu.

1. Hidung

Hidung merupakan organ tubuh yang berfungsi sebagai alat pernafasan dan indra penciuman. Dalam keadaan normal, udara masuk ke dalam sistem pernafasan melalui rongga hidung. Vestibulum rongga hidung berisi serabut-serabut halus. Epitel vestibulum berisi rambut-rambut halus yang mencegah

masuknya benda-benda asing yang mengganggu proses pernafasan. Menurut Syaifuddin (2011) fungsi hidung dalam proses pernafasan meliputi:

- a. Udara dihangatkan oleh permukaan konka dan septum nasalis.
- b. Udara dilembapkan. Sejumlah besar udara yang melewati hidung bila mencapai faring kelembapannya lebih kurang 75%.
- c. Kotoran disaring oleh bulu-bulu hidung. Partikel di rongga disaring oleh rambut vestibular, lapisan mukosiliar, dan lisozim.

2. Faring

Syaifuddin (2011) menjelaskan udara dari rongga hidung masuk ke faring. Faring merupakan percabangan dua saluran, yaitu saluran pernapasan (*nasofarings*) pada bagian depan dan saluran pencernaan (*orofarings*) pada bagian belakang. Walaupun demikian, saraf kita akan mengatur agar peristiwa menelan, bernapas, dan berbicara tidak terjadi bersamaan sehingga mengakibatkan gangguan kesehatan. 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.

3. Laring

Laring adalah organ pada leher mamalia yang melindungi trakea dan terlibat dalam produksi suara. Laring adalah saluran pernapasan yang membawa udara menuju ke trakea fungsi utama laring adalah untuk melindungi saluran pernapasan dibawahnya dengan cara menutup secara cepat pada stimulasi mekanik, sehingga mencegah masuknya benda asing ke dalam saluran napas. Laring mengandung pita suara (*vocal cord*). Laring berada di depan faring yang menuju ke esofagus dan secara vertikal Laring terdapat di antara trakea dan akar lidah, pada bagian atas dan depan dari leher.

4. Trachea

Trachea berbentuk pipa yang panjangnya sekitar 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. Syaifuddin (2011) menjelaskan di paru-paru trakea

bercabang dua membentuk bronkus. Dinding tenggorokan terdiri atas tiga lapisan berikut.

- a. Lapisan paling luar terdiri atas jaringan ikat.
- b. Lapisan tengah terdiri atas otot polos dan cincin tulang rawan. Trakea tersusun atas 16–20 cincin tulang rawan yang berbentuk huruf C. Bagian belakang cincin tulang rawan ini tidak tersambung dan menempel pada esofagus. Hal ini berguna untuk mempertahankan trakea tetap terbuka.
- c. Lapisan terdalam terdiri atas jaringan epitelium bersilia yang menghasilkan banyak lendir. Lendir ini berfungsi menangkap debu dan mikroorganisme yang masuk saat menghirup udara.

Selanjutnya, debu dan mikroorganisme tersebut didorong oleh gerakan silia menuju bagian belakang mulut. Akhirnya, debu dan mikroorganisme tersebut dikeluarkan dengan cara batuk. Silia-silia ini berfungsi menyaring benda-benda asing yang masuk bersama udara pernapasan.

5. Bronchus

Bronchus merupakan cabang trachea, jumlahnya sepasang, yang satu menuju paru-paru kanan dan yang satu menuju paru-paru kiri. Struktur lapisan mukosa bronkus sama dengan trakea, hanya tulang rawan bronkus bentuknya tidak teratur dan pada bagian bronchus yang lebih besar cincin tulang rawannya melingkari lumen dengan sempurna. Bronkus bercabang-cabang lagi menjadi bronkiolus. Fungsi utama bronkus adalah menyediakan jalan bagi udara yang masuk dan keluar paru-paru (Lukaningsih, 2011).

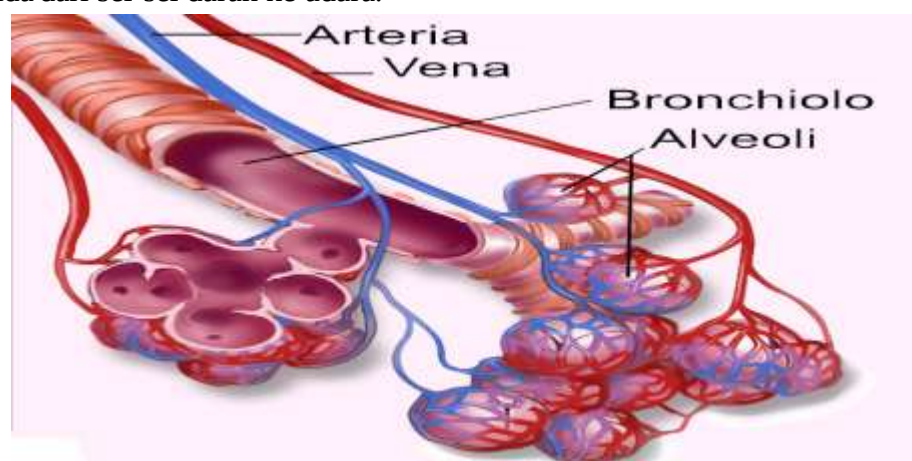
6. Bronchiolus

Bronchiolus merupakan cabang dari bronkus. Bronchiolus bercabang-cabang menjadi saluran yang semakin halus, kecil, dan dindingnya semakin tipis. Bronchiolus tidak mempunyai tulang rawan tetapi rongganya bersilia. Setiap bronchiolus bermuara ke alveolus. Lukaningsih (2011) menjelaskan ciri khas bronchiolus adalah tidak adanya tulang rawan dan kelenjar pada mukosanya, pada bagian awal dari cabang bronchiolus hanya memiliki sebaran sel goblet dan epitel.

7. Alveoli

Bronchiolus bermuara pada alveoli, strukturnya berbentuk bola-bola mungil yang diliputi oleh pembuluh-pembuluh darah. Dindingnya tipis, lembap,

dan berlekatan erat dengan kapiler-kapiler darah. Alveolus terdiri atas satu lapis sel epitelium pipih dan di sinilah darah hampir langsung bersentuhan dengan udara. Epitel pipih yang melapisi alveoli memudahkan terjadinya difusi gas pernapasan sehingga darah di dalam kapiler-kapiler darah mengikat oksigen dari udara dalam rongga alveolus. Guyton menjelaskan (2006) adanya alveolus memungkinkan terjadinya perluasan daerah permukaan yang berperan penting dalam pertukaran gas oksigen dari udara bebas ke sel-sel darah dan karbon dioksida dari sel-sel darah ke udara.

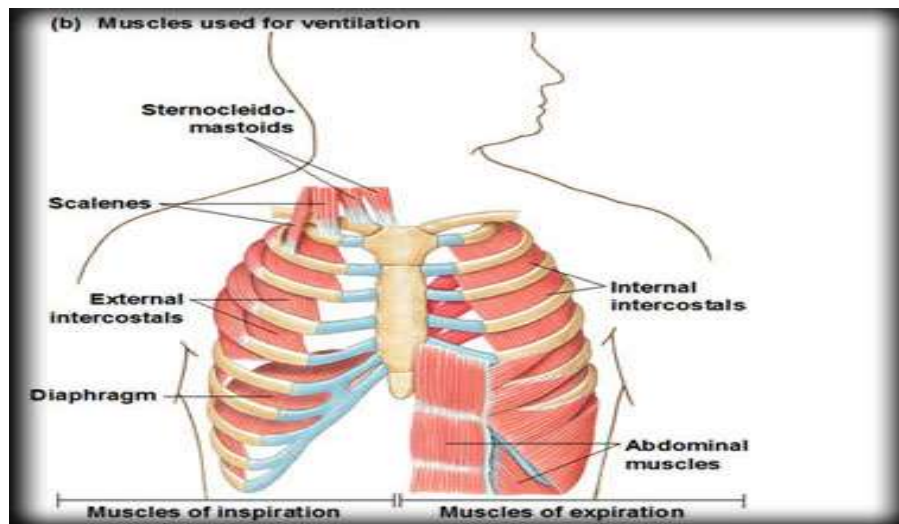


Gambar 6.3. Bronchiolus dan alveoli

6.3 Otot-otot Pernafasan

Disamping organ dan saluran pernafasan terdapat otot-otot rangka yang membantu proses respirasi. Nawawi (2008) menjelaskan otot-otot tersebut ada yang disebut otot inspirasi karena membantu proses inspirasi dan otot ekspirasi karena membantu proses ekspirasi. Otot yang utama membantu proses inspirasi adalah diafragma. Otot *diafragma* terletak di bawah paru dan melekat pada rongga pleura paru. Otot-otot lain yang membantu inspirasi diantaranya *musculus eksternal intercostalis* yang berfungsi untuk mengangkat tulang rusuk sehingga rongga dada bertambah besar, *musculus scalenus*, *sternocleidomastoideus*, dan otot *trapezeus*.

Sementara untuk proses ekspirasi dibantu oleh otot-otot ekspirasi seperti *musculus rectus abdominalis* yang berfungsi menegangkan perut dan menekan tulang rusuk bagian bawah, *musculus internal intercostalis* yang berfungsi menarik tulang-tulang rusuk ke bawah sehingga tulang rusuk mendekat satu sama lain dan membantu memperkecil rongga dada.



Gambar 6.4 Otot-otot pernapasan

6.4 Mekanisme Respirasi

Masuk keluarnya udara dalam paru-paru dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam rongga dada dengan tekanan udara di luar tubuh. Jika tekanan di luar rongga dada lebih besar maka udara akan masuk. Sebaliknya, apabila tekanan dalam rongga dada lebih besar maka udara akan keluar. Sehubungan dengan organ yang terlibat dalam memasukkan udara (*inspirasi*) dan pengeluaran udara (*ekspirasi*) maka menurut Syaifuddin (2011) mekanisme pernafasan dibedakan atas dua macam, yaitu pernafasan dada dan pernafasan perut. Pernafasan dada dan perut terjadi secara bersamaan.

1. Pernafasan dada

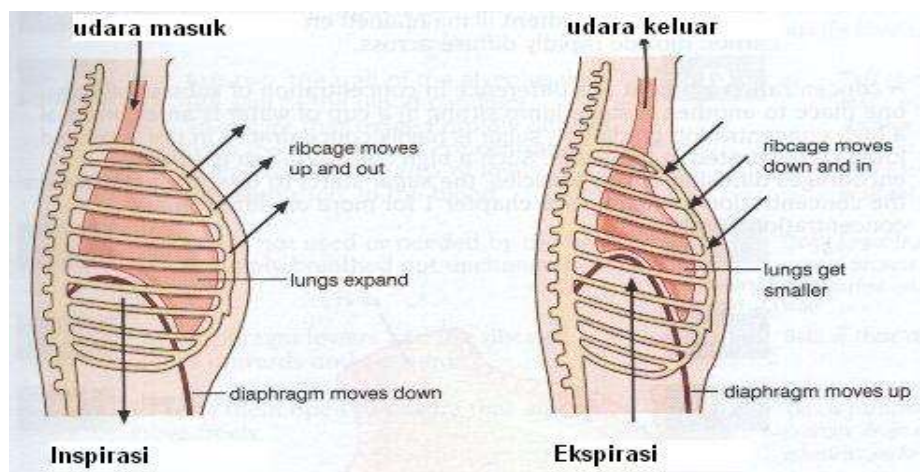
Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antar tulang rusuk. Mekanismenya dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Fase inspirasi. Fase ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan dalam rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.
- b. Fase ekspirasi. Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antara tulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar daripada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbon dioksida keluar.

2. Pernafasan perut

Pernafasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktifitas otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni sebagai berikut:

- Fase Inspirasi. Pada fase ini otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar, akibatnya rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk.
- Fase Ekspirasi. Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula, mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru.



Gambar 6.5 Mekanisme respirasi

6.5 Pertukaran Gas

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya udara yang kita hirup akan masuk ke dalam alveoli kemudian terjadi pertukaran gas antara alveoli dan pembuluh darah kapiler. Selanjutnya darah angkut membawa gas untuk di alirkan ke sel yang membutuhkan, setelah mencapai sel maka terjadi pertukaran udara antara sel dan pembuluh darah. Sherwood (2011) menjelaskan pertukaran gas pada membran kapiler dengan alveoli dan membran kapiler dengan sel dan jaringan terjadi melalui proses difusi. Difusi merupakan perpindahan zat dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang rendah. Perpindahan zat secara difusi disebabkan adanya perbedaan

tekanan. Tekanan yang dimaksud disini adalah tekanan gas yang disebut dengan tekanan parsial oksigen (PO_2) dan tekanan parsial karbon dioksida (PCO_2).

Selisih tekanan parsial antara gas merupakan kunci dari pergerakan gas yang bergerak mengalir dari alveoli masuk ke dalam jaringan melalui pembuluh darah. Pada keadaan normal tekanan molekul oksigen di dalam alveoli sekitar 60 mm Hg lebih besar dari tekanan oksigen yang ada di dalam pembuluh darah. Tekanan oksigen di alveoli lebih tinggi dari pada tekanan oksigen di pembuluh darah sehingga terjadi proses difusi oksigen dari alveoli menuju pembuluh darah. Sebaliknya tekanan karbon dioksida pada pembuluh darah yang menuju alveoli lebih besar di bandingkan tekanan karbondioksida di alveoli, ini terjadi karena darah membawa karbon dioksida yang merupakan limbah hasil metabolisme energi tubuh. Perbedaan tekanan ini membuat karbon dioksida juga berdifusi dari pembuluh darah menuju alveoli kemudian di keluarkan keluar tubuh melalui saluran nafas. Sehingga sewaktu darah meninggalkan alveoli darah tersebut merupakan darah yang kaya oksigen.

Di dalam jaringan, oksigen yang dipakai untuk proses metabolisme energi jumlahnya hampir sama dengan jumlah karbondioksida yang dihasilkan. Pada saat keadaan normal tekanan tekanan oksigen pada pembuluh darah arteri yang membawa oksigen dari lingkungan lebih besar dibandingkan tekanan oksigen yang ada didalam sel. Perbedaan tekanan oksigen di dalam darah dan di dalam sel membuat oksigen berdifusi ke dalam sel. Di dalam sel, oksigen akan dipergunakan untuk proses oksidasi pembentukan energi berupa ATP, dan menghasilkan limbah berupa karbon dioksida. Akibat proses ini tekanan karbon dioksida di dalam sel menjadi lebih besar dibandingkan dengan tekanan karbon dioksida di dalam darah, sehingga dalam waktu yang bersamaan karbon dioksida berdifusi dari dalam sel menuju pembuluh darah. Darah yang mengandung karbon dioksida akan mengalir menuju jantung dan jantung akan memompa darah tersebut menuju paru-paru untuk dikeluarkan karbon dioksida melalui saluran nafas dengan proses ekspirasi.

6.6 Transport Gas

Seperti yang dijelaskan sebelumnya oksigen dan karbon dioksida diangkut oleh darah. Darah bekerja sebagai sistem transport untuk oksigen dan karbondioksida antara paru dan sel. Bagaimana darah mengangkut oksigen dan karbon dioksida akan dibahas pada bagian ini.

Guyton (2006) menjelaskan setelah oksigen dari lingkungan berdifusi dari alveoli menuju pembuluh darah, oksigen akan bergabung dengan hemoglobin. Selanjutnya oksigen akan diangkut oleh plasma darah dan hemoglobin yang terkandung di dalam sel –sel darah merah. Jumlah darah yang bisa diangkut oleh plasma darah sangat sedikit, sebagian besar oksigen yang masuk ke dalam darah akan berdifusi ke dalam sel-sel darah merah bercampur secara kimiawi dengan hemoglobin (Hb) untuk membentuk oksihemoglobin (HbO_2). Proses pengikatan ini meningkatkan kapasitas darah untuk mengikat oksigen sekitar 65 kali.

Hemoglobin memiliki kemampuan yang tinggi untuk berikatan dengan oksigen. Satu molekul hemoglobin terdiri dari satu protein globin dan empat zat besi (heme), setiap kelompok heme mampu bersatu secara kimiawi dengan satu molekul oksigen sehingga satu molekul hemoglobin mampu membawa empat molekul oksigen. Banyak sedikitnya jumlah oksigen yang mampu dibawa oleh darah tergantung jumlah dari hemoglobin dalam sel darah merah.

Sebelumnya telah dijelaskan karbon dioksida merupakan produk akhir utama dari metabolisme oksidatif. Konsumsi oksigen dan produksi karbon dioksida terjadi di dalam mitokondria seiring dengan terjadinya respirasi seluler. Jumlah karbon dioksida yang berlimpah menghasilkan keasaman yang bersifat racun bagi sel tubuh, maka karbon dioksida yang berlimpah tersebut harus dibuang dengan cepat. Sherwood (2011) menjelaskan karbon dioksida dibawa oleh darah dengan bentuk terlarut dan berikatan secara kimia. Hanya sebagian kecil yang berbentuk terlarut (5%) dan sebagian besar bereaksi secara kimia setelah memasuki darah (95%). Secara kimia karbon dioksida dalam darah akan berikatan dengan air (H_2O) untuk membentuk asam karbonat (H_2CO_3) dan berikatan dengan hemoglobin untuk membentuk karbaminohemoglobin.

6.7 Ruang Rugi (*Dead Space*)

Pada saat kita bernafas (inspirasi) maka udara dari lingkungan masuk kedalam paru melalui saluran pernafasan. Namun sebagian udara yang diinspirasi tidak pernah sampai pada daerah pertukaran gas, udara tersebut tetap berada di saluran nafas dan akan keluar kembali ke lingkungan ketika ekspirasi. Nawawi (2008) menjelaskan udara yang masuk dalam saluran pernafasan akan tetapi tidak mengalami pertukaran gas disebut dengan udara ruang rugi. udara ini disebut udara ruang rugi sebab tidak

berguna untuk pertukaran gas dan salurannya di sebut ruang rugi. Ruang rugi dimulai dari hidung, mulut, faring laring, trachea, bronchus, dan bronchiolus. Pada keadaan normal, volume udara ruang rugi sekitar 150-200 ml atau sekitar 30% dari volume tidal istirahat.

Lebih lanjut Setiadi (2007) menjelaskan secara anatomi ruang rugi adalah udara yang berada hidung, mulut, faring laring, trachea, bronchus, dan bronchiolus. Namun beberapa alveoli dengan sendirinya tidak berdifusi atau hanya sebagian berfungsi karena tidak ada atau jeleknya aliran darah melalui paru-paru yang berdekatan, sehingga harus dipertimbangkan sebagai ruang rugi. Bila alveoli yang tidak berfungsi dimasukkan ke dalam ruang rugi total maka ini dinamakan ruang rugi fisiologik. Pada orang normal ruang rugi anatomi dan fisiologik hampir sama karena semua alveoli berfungsi dengan baik. Pada orang yang alveolinya tidak berfungsi atau berfungsi sebagian, ruang rugi fisiologi bisa mencapai 10 kali ruang rugi anatomi.

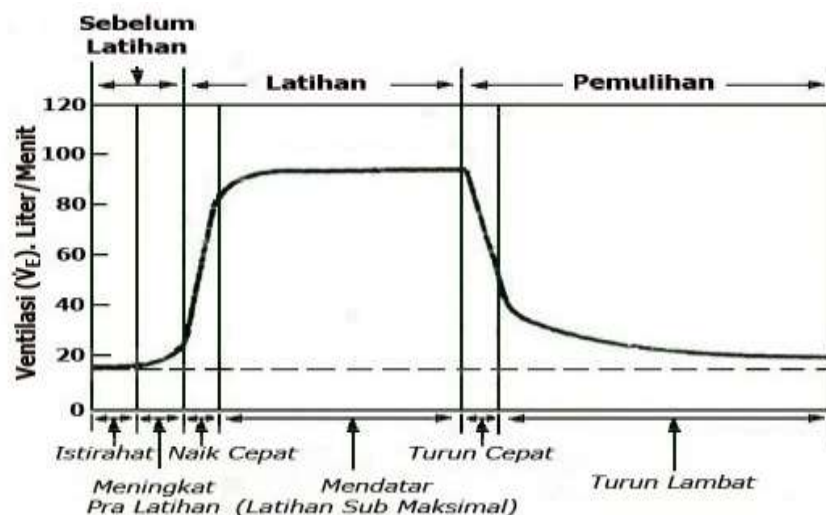
6.8 Konsep Penggunaan Oksigen dalam Olahraga

Dalam kegiatan olahraga otot bekerja dalam berbagai pola kontraksi. Dalam berkontraksi otot memerlukan energi yang diperoleh dari pemecahan ATP. Bila ATP yang dapat disediakan seimbang dengan ATP yang diperlukan oleh tubuh, maka tidak akan terjadi perubahan metabolisme yang signifikan. Pada umumnya pada saat berolahraga kebutuhan ATP akan mengalami peningkatan. Makin berat olahraga yang dilakukan makin tinggi lonjakan kebutuhan ATP. Untuk menghasilkan ATP secara aerobik diperlukan oksigen yang mencukupi.

Peningkatan ventilasi paru terjadi sejak sebelum kerja fisik dimulai. Hal ini disebabkan rangsangan dari korteks serebri akibat adanya stres. Peningkatan ventilasi terjadi sangat cepat pada detik-detik pertama kerja fisik. Keadaan ini disebabkan karena rangsangan yang berasal tendon dan sendi yang ada dalam keadaan aktif.

Ventilasi paru istirahat adalah $500 \times 12 = 6000$ ml/men atau 6 L/men. Peningkatan ventilasi paru pada intensitas kerja fisik maksimal dapat meningkat sampai 20 kali keadaan istirahat (=120 L/men.). Bila kerja submaksimal adalah 75% dari kerja fisik maksimal, maka dalam keadaan submaksimal ventilasi paru adalah sebesar 90 L/men.

Pada fase pemulihan, ventilasi paru turun secara cepat di awal, kemudian melambat mendekati kondisi istirahat. Keadaan ini diperlukan untuk pengembalian hutang oksigen alaktasid dan hutang oksigen laktasid. Pada fase recovery/pemulihan terjadi proses membentuk kembali sistem fosfagen dan membayar kembali bagian cadangan oksigen dari hutang oksigen yang ada didalam tubuh atau *hutang oksigen alaktasid*. Kemudian untuk waktu berikutnya dengan kecepatan yang lebih rendah terjadi pengembalian hutang oksigen untuk proses memindahkan asam laktat, disebut *hutang oksigen asam laktat*.



Gambar 6.6 Grafik pemakaian oksigen selama latihan

Rangkuman

Respirasi atau disebut juga pernafasan adalah suatu proses pertukaran gas yang terjadi antara organisme tubuh dengan lingkungan sekitarnya. Dalam proses respirasi terjadi pertukaran gas oksigen dan karbondioksida antara tubuh dan lingkungan luar. respirasi memiliki arti yang lebih luas, respirasi mencakup dua proses yang terpisah tetapi berkaitan yaitu respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi eksternal terjadi antara lingkungan eksternal dan tubuh sedangkan respirasi internal terjadi di dalam sel. Oksigen yang masuk akan membantu proses metabolisme energi untuk menghasilkan ATP, sebagai limbah dalam proses metabolisme tersebut berupa karbondioksida yang dikeluarkan dari tubuh melalui saluran pernafasan. Masuk keluarnya udara dalam paru-paru dipengaruhi oleh perbedaan tekanan udara dalam rongga dada dengan tekanan udara di luar tubuh. Jika tekanan di luar rongga dada lebih besar maka udara akan masuk. Sebaliknya, apabila tekanan dalam rongga dada lebih besar maka udara akan keluar. Pertukaran gas pada

membran kapiler dengan alveoli dan membran kapiler dengan sel dan jaringan terjadi melalui proses difusi. Difusi merupakan perpindahan zat dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang rendah. Perpindahan zat secara difusi disebabkan adanya perbedaan tekanan. Proses difusi menyebabkan perpindahan oksigen ke dalam sel sedangkan karbondioksida keluar dari dalam sel dan dibuang melalui saluran nafas.

Latihan

1. Mengapa respirasi penting dalam kehidupan manusia?
2. Jelaskan respirasi eksternal dan respirasi internal!
3. Bagaimanakah proses pertukaran gas antara alveoli dan pembuluh darah?
4. Mengapa bisa terjadi difusi gas pernafasan antara pembuluh darah dan sel tubuh?
5. Bagaimanakah mekanisme pernafasan dan peranan otot-otot pernafasan dalam mekanisme tersebut?