

# Adaptasi Faali Sebelum Latihan

Oleh: Yudik Prasetyo, M.Kes.

## Pendahuluan.

Tubuh manusia terdiri dari sel, dimana sel-sel tersebut membentuk jaringan, organ-organ dan sistem-sistem tertentu yang memberikan dan menjaga fungsi biologis sebagai suatu kesatuan yang terpadu. Fungsi sel, jaringan dan sistem melakukan kerja sedemikian harmonisnya sehingga tubuh manusia tidak ubahnya seperti sebuah mesin. Setiap organisme selalu berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan hidupnya, artinya setiap perubahan yang terjadi di dunia luar akan mendapat tanggapan agar tetap bertahan hidup.

Seseorang yang mau latihan sangat penting terlebih dahulu mengetahui mengenai sistem atau keadaan faali. Hal ini bertujuan agar dalam melakukan latihan tidak terjadi kesalahan baik terutama pada dosis latihan, sehingga seseorang dengan kemampuan faali nya masing-masing dapat latihan sesuai yang diharapkan yaitu mencapai hasil maksimal.

Adaptasi faali melibatkan semua organ dan sistem tubuh seperti otak, saraf, otot, tulang, jantung, limfa, paru, hati, ginjal, darah dan lain sebagainya yang ada di tubuh. Adaptasi faali sebelum latihan yaitu terjadi pada tahap pemanasan (*warm up*). Pemanasan terutama menyebabkan peningkatan denyut jantung dan peningkatan suhu. Pemanasan penting untuk mempersiapkan otot dan untuk mengaktifkan sistem energi yang diperlukan untuk aktivitas tertentu (aerobik atau anaerobik).

## A. Otot.

### A.1. Otot rangka.

Otot rangka (otot bergaris, otot lurik) adalah organ somatik yang fungsinya dipengaruhi oleh kemauan dimana inervasinya dilakukan oleh saraf motorik somatik tipe A?. Fungsi utama otot rangka yaitu kontraksi dalam menggerakkan anggota tubuh. Fungsi lain adalah menghasilkan panas tubuh, memberi bentuk tubuh serta melindungi organ yang lebih dalam (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S., 2006: 51).

[pic]

### Gambar 1. Otot rangka

#### Struktur kontraktil

Struktur kontraktil otot rangka pada serabut otot rangka yaitu miofibril terdiri dari 2 filamen: filamen tipis (*actin filament*) dan filamen tebal (*myosin filament*). Pada gambaran mikroskopis terlihat garis-garis gelap dan terang, yaitu I band, A band, H zone dan Z line. Antara dua Z lines disebut sarcomere. Gambaran gelap akibat adanya filamen tebal dan tipis, gambaran terang karena hanya ada filamen tipis (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S.,2006: 53).

[pic]

### Gambar 2. Struktur kontraktil otot rangka

Menurut Choesnan Effendi (2007: 17) actin filamen tersusun dari kumpulan molekul actin yang membentuk pilinan (*helix*) ganda, kumpulan molekul tropomyosin juga membentuk pilinan ganda dan troponin molekul. Dalam troponin terdapat 3 bagian yaitu T, I dan C. Sedangkan myosin filamen merupakan kumpulan molekul myosin tipe II. Myosin II adalah dobel trimer yang membentuk pilinan. Tiap molekul myosin II terdiri rod/ batang, hinge/ leher dan head/ kepala. Pada saat relaksasi posisi head myosin tidak terikat, tetapi ketika kontraksi head myosin

terikat/ menempel pada bagian aktif dari filament actin (*binding site of actin*). Keadaan menempelnya head myosin pada actin disebut kontraksi (sliding antara actin dan myosin).

#### A.2. Otot polos.

Otot polos disebut otot halus (otot putih). Sel otot polos berbentuk sekoci (*spindle-shaped*), berinti tunggal terletak di tengah. Persarafan otot polos berbeda dengan otot rangka, persarafan dilakukan oleh saraf otonomik simpatis maupun parasimpatis. Secara umum sel otot polos dibedakan menjadi 2 tipe, yaitu: (a) single-unit smooth muscle/ visceral smooth muscle, (b) multi-unit smooth muscle. Single-unit smooth muscle banyak terdapat di dinding organ berongga seperti: saluran cerna, uterus dan pembuluh darah. Multi-unit smooth muscle terdapat pada musculus ciliaris di mata, musculus arrector pili di hair follicles dan dinding arteri besar (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S.,2006: 69-70).

#### A.3. Otot Jantung.

Struktur otot jantung (miokard) hampir sama dengan otot rangka, tetapi ada bagian-bagian tertentu yang berbeda. Triad yang terdapat di otot skelet tidak ada di miokard, namun yang ada adalah Diad, ujung SR tidak membentuk cisterna dan diameter T tubule pada otot jantung jauh lebih besar dibanding dengan otot rangka yaitu 5 kali nya. Antar sel otot jantung terdapat *gap junction*, dimana dengan adanya *gap junction* maka potensial aksi dapat dihantarkan dari sel satu sebelahnya. Inervasi otot jantung oleh saraf otonomik (simpatis, parasimpatis dan intrisik oleh Purkinje system), berbeda dengan otot rangka yang inervasinya dilakukan oleh saraf somatik (Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S.,2006: 75).

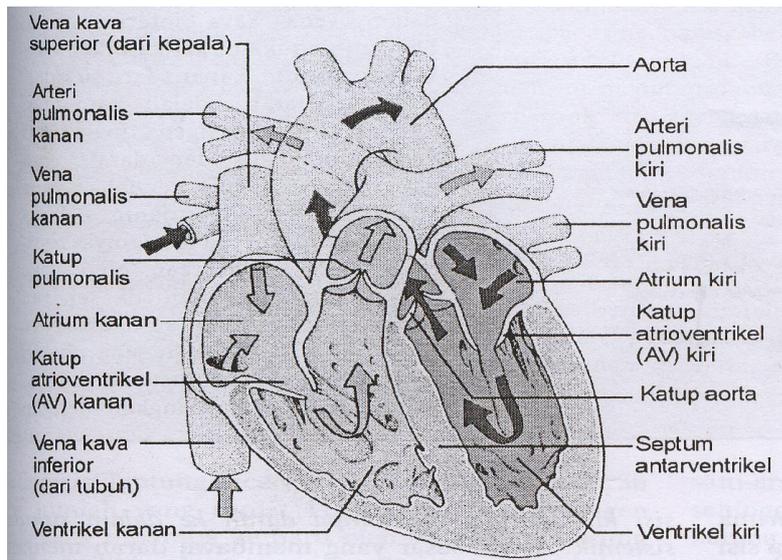
### **B. Jantung.**

#### B. 1. Anatomi dan fisiologi jantung.

Jantung adalah organ berongga yang memiliki empat ruang (atrium kanan dan kiri, ventrikel kanan dan kiri), terletak antara kedua paru-paru di bagian tengah rongga toraks. Jantung berukuran kurang lebih sebesar kepalan tangan pemiliknya. Dinding jantung tersusun dari tiga lapisan yaitu: (1) epikardium (luar) tersusun dari lapisan sel-sel mesotelial yang berada di atas jaringan ikat, (2) miokardium (tengah) terdiri dari jaringan otot jantung yang berkontraksi untuk memompa darah, (3) endokardium (dalam) tersusun dari lapisan endotelial yang terletak di atas jaringan ikat (Sloane, E., 2004: 228-229).

Fungsi utama jantung adalah menyediakan oksigen ke seluruh tubuh dan membersihkan tubuh dari hasil metabolisme CO<sub>2</sub> (karbondioksida).

Jantung melaksanakan fungsi tersebut dengan mengumpulkan darah yang kekurangan oksigen dari seluruh tubuh dan memompanya ke paru-paru, dimana darah akan mengambil oksigen dan membuang karbondioksida; jantung selanjutnya mengumpulkan darah yang kaya oksigen dari paru-paru dan memompanya ke jaringan di seluruh tubuh ([www.medicastore.com/cybermed](http://www.medicastore.com/cybermed)).



**Gambar 3. Aliran darah dan pemompaan jantung.**

Pembuluh yang mengembalikan darah dari jaringan ke atria adalah vena, sedangkan pembuluh yang mengangkut darah menjauhi ventrikel ke jaringan adalah arteri. Kedua belahan jantung dipisahkan oleh septum antarventrikel.

[pic]

#### **Gambar 4. Sistem kardiorespirasi**

(Sumber: Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L., 1993: 268)

Kontrol kardiorespirasi terletak pada medulla oblongata di batang otak, yang terdiri dari interkoneksi neuron yg membentuk jaringan stimulasi (Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L., 1993: 269).

#### **B.2. Frekuensi jantung normal.**

Menurut Ganong W.F. (1999: 532) pada jantung orang normal, tiap denyut berasal dari simpul SA. Jantung berdenyut kira-kira 70 kali dalam satu menit pada keadaan istirahat. Frekuensi melambat disebut bradikardia terjadi selama tidur dan dipercepat disebut takikardia terjadi karena emosi, olahraga, demam dan rangsang lain. Pada individu muda sehat yang bernapas dengan frekuensi normal, frekuensi jantung bervariasi sesuai dengan fase pernapasan: meningkat selama inspirasi dan menurun selama ekspirasi.

#### **C. Paru.**

Pernafasan bertujuan menghantar  $O_2$  dari udara luar ke sel-sel di dalam tubuh dan mengangkut  $CO_2$  yang dihasilkan dalam pertukaran zat di dalam sel-sel ke udara luar. Hawa yang masuk ke dalam paru melewati berturut-turut: rongga hidung, faring, laring, trakea, bronkus besar, bronkus kecil, bronkiolus sampai ke alveolus. Rongga hidung sampai ke bronkiolus hanya merupakan jalannya hawa dan pertukaran gas terjadi di dalam alveolus (Soekarman, 1987: 48).

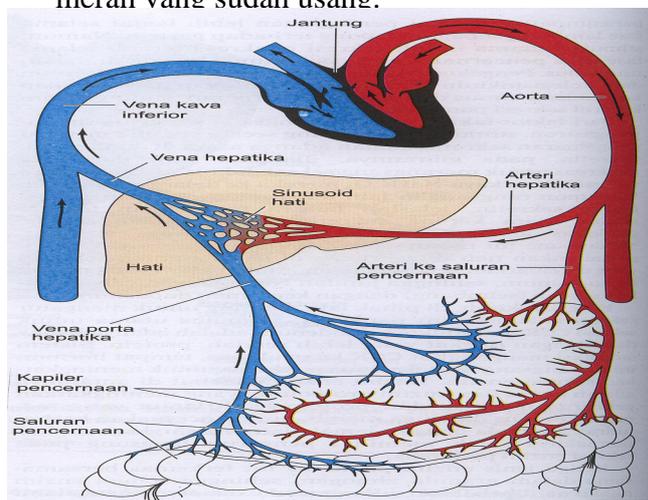
Pada keadaan normal, jumlah udara yang diinspirasi selama satu menit disebut volume respirasi semenit/ ventilasi paru sekitar 6 L (500 mL/ napas x 12 napas/ menit). Kapasitas pernapasan maksimum (Maximal Voluntary Ventilation/MVV) adalah volume gas terbesar yang dapat dimasukkan dan dikeluarkan selama 1 menit secara volunter, dimana pada keadaan normal

MVV berkisar antara 125-170 L/ menit (Ganong W.F., 1999: 625).

#### D. Hati.

Menurut Sherwood, L (2001: 565) hati adalah organ metabolik yang penting bagi sistem pencernaan untuk sekresi garam empedu, tetapi hati juga melakukan beberapa fungsi lain sebagai berikut:

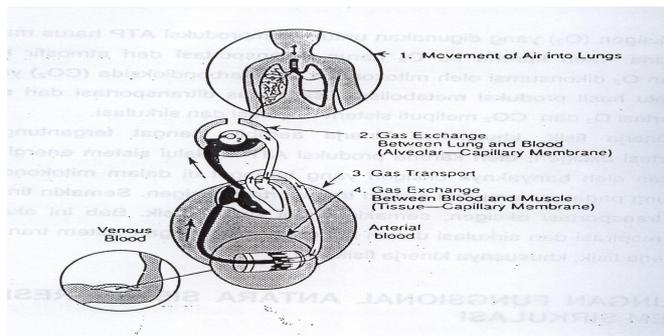
1. Pengolahan metabolik kategori nutrisi utama (karbohidrat, lemak, protein) setelah penyerapan dari saluran pencernaan.
2. Detoksifikasi atau degradasi zat-zat sisa, hormon, obat dan senyawa asing lainnya.
3. Sintesis berbagai protein plasma, meliputi protein-protein yang penting untuk pembekuan darah dan untuk mengangkut hormon tiroid, steroid serta kolesterol dalam darah.
4. Penyimpanan glikogen, lemak, besi, tembaga dan vitamin.
5. Pengaktifan vitamin D, yang dilakukan oleh hati bersama dengan ginjal.
6. Pengeluaran bakteri dan sel darah merah yang usang, karena adanya makrofag residen.
7. Ekskresi kolesterol dan bilirubin, produksi penguraian yang berasal dari destruksi sel darah merah yang sudah usang.



**Gambar 5. Gambaran skematik aliran darah hati.**

#### E. Sistem transportasi oksigen (respirasi dan sirkulasi).

Sistem respirasi menyangkut pergerakan udara yang keluar-masuk paru-paru. CO<sub>2</sub> dari darah masuk ke paru-paru kemudian menuju atmosfer, sedangkan O<sub>2</sub> dari atmosfer sampai ke paru-paru (alveoli) selanjutnya masuk ke darah. Sistem sirkulasi (darah, jantung, pembuluh darah) mengangkut O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dari paru-paru ke jaringan (sel) atau sebaliknya, dimana CO<sub>2</sub> yang diproduksi sel masuk ke dalam darah kemudian menuju paru-paru, sedangkan O<sub>2</sub> dari darah masuk ke dalam jaringan (sel) untuk selanjutnya dikonsumsi di mitokondria (Lihanjaya Patellogi, dkk, 2000: 107-108).

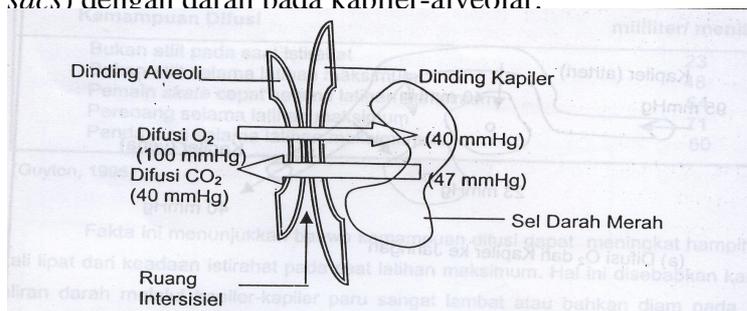


**Gambar 6. Hubungan fungsional antara sistem respirasi dan sirkulasi.**

**E.1. Sistem respirasi.**

Ventilasi paru (*minute ventilation*) adalah volume udara yang dihirup dan dihembuskan dalam satu menit. Ventilasi paru (ml/ menit) merupakan hasil kali antara tidal volume (ml/ napas) dengan frekuensi pernapasan (napas/ menit). Tidal volume rata-rata sebesar 500 ml/ napas dan frekuensi pernapasan 12 kali per menit, ventilasi paru adalah 6.000 ml atau 6 liter udara yang dihirup dan dihembuskan masuk-keluar paru dalam satu menit pada kondisi istirahat (Sherwood, L., 2001: 432-433).

Pertukaran gas antara udara alveoli dengan darah melalui membran kapiler alveolar terjadi karena terdapat perbedaan tekanan parsial gas-gas tersebut antara kantong alveoli (*alveolar sacs*) dengan darah pada kapiler-alveolar.



**Gambar 7. Difusi O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> melalui membran alveolar-kapiler.**

Menurut Lihanjaya Patellongi, dkk (2000: 112) oksigen yang berdifusi dari alveoli masuk ke darah melalui membran kapiler alveolar karena adanya perbedaan tekanan parsial O<sub>2</sub>. Tekanan parsial O<sub>2</sub> pada kantong alveolar lebih tinggi (100 mmHg) daripada tekanan parsial O<sub>2</sub> dalam kapiler-alveolar (40 mmHg). Sebaliknya CO<sub>2</sub> berdifusi masuk ke kantong alveolar dari darah karena tekanan parsial CO<sub>2</sub> dalam darah lebih tinggi (47 mmHg di kapiler alveolar) daripada tekanan parsial CO<sub>2</sub> dalam kantong alveolar (40 mmHg).

Oksigen diangkut oleh darah melalui 2 bentuk yaitu: (1) terlarut dalam darah, dan (2) terikat dengan hemoglobin. Pada keadaan normal, kurang lebih 97% oksigen yang diangkut dari paru ke jaringan dan dibawa dalam bentuk terikat dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Sisanya 3% diangkut dalam bentuk terlarut dalam plasma dan sel, sehingga pada keadaan normal O<sub>2</sub> dibawa ke jaringan hampir seluruhnya oleh hemoglobin. Pada transportasi CO<sub>2</sub>, biasanya karbondioksida dapat diangkut dalam jumlah yang lebih besar daripada O<sub>2</sub>. Transportasi CO<sub>2</sub> dalam darah terdapat 3 bentuk: (1) terlarut kurang lebih 7%, (2) dalam bentuk ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub>) dalam sel darah merah kurang lebih 70%, dan (3) berikatan dengan hemoglobin (HbCO<sub>2</sub>) kurang lebih 23% (Lihanjaya Patellongi, dkk., 2000: 115-116).

**E.2. Sistem sirkulasi.**

Fungsi utama dari sistem sirkulasi adalah menyediakan nutrisi dan oksigen bagi jaringan dan membuang sampah metabolisme jaringan (sel) tubuh. Dalam hubungannya dengan sistem transportasi oksigen, terdapat 2 aspek utama yaitu: (1) curah jantung (*cardiac output*) dan (2) distribusi aliran darah.

### 1. Curah jantung

Menurut Ganong W.F. (1999: 547-548) bahwa darah yang keluar dari jantung per satuan waktu disebut curah jantung. Seorang pria dalam keadaan istirahat dan terlentang, curah jantung rata-rata adalah 5,0 L/mnt (70 mL x 72 denyut/mnt). Jumlah darah yang dipompa keluar dari tiap-tiap ventrikel per denyutan disebut isi sekuncup (*stroke volume*) adalah sekitar 70 mL. Keadaan istirahat pada pria dengan ukuran rata-rata dalam posisi terlentang (70 mL dari ventrikel kiri dan 70 mL dari ventrikel kanan).

### 2. Distribusi aliran darah.

Distribusi aliran darah saat istirahat hanya 15% ke otot.

**Tabel 1. Distribusi aliran darah pada saat istirahat.**

Jaringan	Istirahat	
	Presentasi	Liters/ Minute
Tulang	5%	0.30
Otak	15%	0.90
Jantung	5%	0.30
Ginjal	25%	1.50
Hati	25%	1.50
Otot	15%	0.90
Kulit	5%	0.30
Jaringan lainnya	5%	0.30
Total	100%	6.00 liters

(Bowers, 1992)

### F. Pemanasan (*warm up*).

Pemanasan (*warm up*) merupakan sekelompok gerakan yang dilakukan pada saat hendak melakukan aktivitas olahraga. Dengan melakukan pemanasan diharapkan akan memberikan penyesuaian pada kondisi tubuh dari keadaan istirahat (rileks) sebelum melakukan aktivitas olahraga. Selain itu, dengan pemanasan dapat memperbaiki penampilan serta mengurangi kemungkinan terjadinya cedera. Pemanasan yang biasa dilakukan sebelum latihan menyebabkan berbagai hal sebagai berikut:

1. Pelepasan adrenaline
2. Peningkatan denyut jantung
  - Memungkinkan oksigen di dalam darah berjalan dengan kecepatan lebih besar
  - Peningkatan produksi cairan synovial
  - Gerakkan sendi lebih efisien
3. Pembesaran kapiler
  - Memungkinkan oksigen di dalam darah berjalan pada volume yang lebih tinggi
4. Peningkatan temperatur di dalam otot
5. Penurunan viskositas darah
6. Memudahkan aktivitas enzim
7. Elastisitas otot lebih besar
8. Peningkatan kekuatan dan kecepatan kontraksi
9. Peningkatan metabolisme otot

- Persediaan energi melalui penguraian glikogen
10. Peningkatan kecepatan penghantaran impuls syaraf

(sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki>).

Beberapa keadaan fisiologis yang terjadi ketika melakukan warm up. Sebagai contoh adalah peningkatan temperatur tubuh dan otot. Peningkatan temperatur ini mengawali: (1) peningkatan aktivitas enzim dan di dalam reaksi metabolisme yang berhubungan dengan sistem energi, (2) peningkatan aliran darah dan pertukaran oksigen, dan (3) penurunan waktu reflek dan kontraksi (Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L., 1993: 297-298).

Menurut Michael J.A. (1996: 11) terjadi adaptasi pada peregangan sebelum latihan. Hal ini terjadi ketika otot secara tiba-tiba diregangkan, maka pertama-tama akan timbul stretch reflex, selanjutnya otot yang diregangkan berkontraksi. Kedua, selama waktu bertambahnya tingkat peregangan, sarung-sarung (lapisan) fascial yang menyelubungi otot akan mengalami perubahan panjang menjadi semipermanen. Sarung-sarung tersebut meliputi epymisium, endomysium dan perimysium. Jaringan-jaringan tambahan yang beradaptasi dengan peregangan berubah fungsinya menjadi tendons, ligament, fascia dan jaringan scar. Peregangan pada akhirnya dapat menstimulasikan produksi dan penyimpanan bahan yang menyerupai gel yang disebut glycoaminoglycans (GAGs). GAGs bersama-sama dengan air dan asam hyaluron, melumasi dan menjaga jarak kritis antara serat-serat jaringan penghubung dalam tubuh.

Ketika seseorang melakukan awalan olahraga sebenarnya terjadi awalan impuls untuk merekrut motor unit yang digunakan saat kontraksi otot, impuls ini juga diantar ke area kardiovaskuler. Hasilnya, dapat segera meningkatkan aliran impuls keluar dari jaringan saraf simpatik. Yang berhubungan dengan daerah SA node jantung. Dikeluarkannya norepineprin dari SA node menyebabkan peningkatan *heart rate*. Pengurangan secara simultan aktivitas saraf parasimpatis menyebabkan dikeluarkannya asetilkolin dari SA node, yang menimbulkan respon meningkatnya *heart rate* pada awal exercise (Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L., 1993: 275).

## Daftar Pustaka

- Bowers RW. (1992). *Sport Physiology. 3rd edition*. New York: Wm C Brown Pub.
- Choesnan Effendi. (2007). *Fisiologi Sistem Saraf dan Otot Rangka*. Surabaya: Laboratorium Ilmu Faal, Universitas Airlangga.
- Choesnan Effendi dan Kuncoro, P.S. (2006). *Faal Sel, Cair Tubuh dan Sel Eksitabel*. Surabaya: Laboratorium Ilmu Faal, Universitas Airlangga.
- Fox, T.L.E.L., Bowers, R.W., dan Foss, M.L. (1993). *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, fifth edition. Iowa: Brown & Benchmark Publishers.
- Ganong W.F. (1999). *Fisiologi Kedokteran*, alih bahasa Ken Ariata Tengadi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Warming\\_up](http://en.wikipedia.org/wiki/Warming_up) (online 21 Mei 2007).
- Lihanjaya Patelloji, dkk. (2000). *Fisiologi Olahraga*. Makasar: Bagian Ilmu Faal, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin.

Michael J.A. (1996). *300 Teknik Peregangan Olahraga*, diterjemahkan Jamal Habib. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Sherwood, L. (2001). *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*, alih bahasa Brahm U. Pendit. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Sloane, E. (2004). *Anatomi dan Fisiologi Untuk Pemula*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Soekarman. (1987). *Dasar Olahraga untuk Pembina, Pelatih dan Atlet*. Jakarta: Inti Idayu Press.

[www.medicastore.com/cybermed/detail\\_pyk.php?i](http://www.medicastore.com/cybermed/detail_pyk.php?i). (online 18 Mei 2007).

-----  
Ventilasi paru

Sirkulasi Pulmonal

Diffusi gas pada membran kapiler alveoli

Diffusi gas pada membran jaringan kapiler

Sirkulasi sistemik