

**HUBUNGAN ANTARA KADAR HEMOGLOBIN DENGAN KAPASITAS**

**VITAL PARU**

**Studi Analitik pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran UNISSULA Angkatan**

**2006, 2007 dan 2008**

**Karya Tulis Ilmiah**

untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai gelar Sarjana Kedokteran



Oleh

**Oktantia Dyah Rahmawati**

**01.206.5245**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**SEMARANG**

**2009**

**KARYA TULIS ILMIAH**  
**HUBUNGAN ANTARA KADAR HEMOGLOBIN DENGAN KAPASITAS**  
**VITAL PARU**  
**Studi Analitik pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran UNISSULA Angkatan**  
**2006, 2007 dan 2008**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh  
**OKTANTIA DYAH RAHMAWATI**  
**01.206.5245**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 9 Desember 2009  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Tim Penguji**

Pembimbing I



dr. H. Muhtarom, M.Kes

Anggota Tim Penguji



dr. Erwin Budi Cahyono, Sp.PD

Pembimbing II



dr. H. Hadi Sarosa, M.Kes



Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes

Semarang, Desember 2009

Fakultas Kedokteran

Universitas Islam Sultan Agung

Dekan.



Dr. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M.Kes, Sp.And

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.

Karya tulis ilmiah yang berjudul “Hubungan antara Kadar Hemoglobin dengan Kapasitas Vital Paru” disusun untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai gelar sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Selesainya penyusunan karya tulis ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. dr. H. Taufiq R. Nasihun, M. Kes, Sp. And, selaku dekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mengizinkan penyusunan karya tulis ilmiah ini.
2. dr. H. Muhtarom, M. Kes, selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan menempa dengan segenap ilmu, waktu dan tenaga dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.
3. dr. H. Hadi Sarosa, M.Kes, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan menempa dengan segenap ilmu, waktu dan tenaga dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.

4. dr. Erwin Budi Cahyono, Sp.PD, selaku dosen penguji I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran agar karya tulis ilmiah ini dapat menjadi lebih baik.
5. Ir. Titiek Sumarawati, M.Kes, selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan kritik dan saran agar karya tulis ilmiah ini dapat menjadi lebih baik.
6. Kedua orang tuaku (Warijan, M.Kes dan Menik Pujianti, S.Kep) dan adik-adikku (Ainun dan Arif) yang selalu memberikan dorongan, restu, nasehat, doa serta semangat hingga selesainya karya tulis ilmiah ini.
7. Sahabat-sahabatku tercinta (Zuldan, Nink, Riskha, Rosi) dan anak-anak kost (Mbak Mia, Mbak Pipit, Mbak Dwi, Mbak Lastri dan Nita) untuk dukungan dan perhatiannya selama ini.
8. Semua pihak yang belum tertulis diatas, yang telah membantu hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu penulis sangat berterima kasih atas kritik dan saran yang bersifat membangun. Besar harapan karya tulis ilmiah ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta memberi manfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, Desember 2009

Penulis

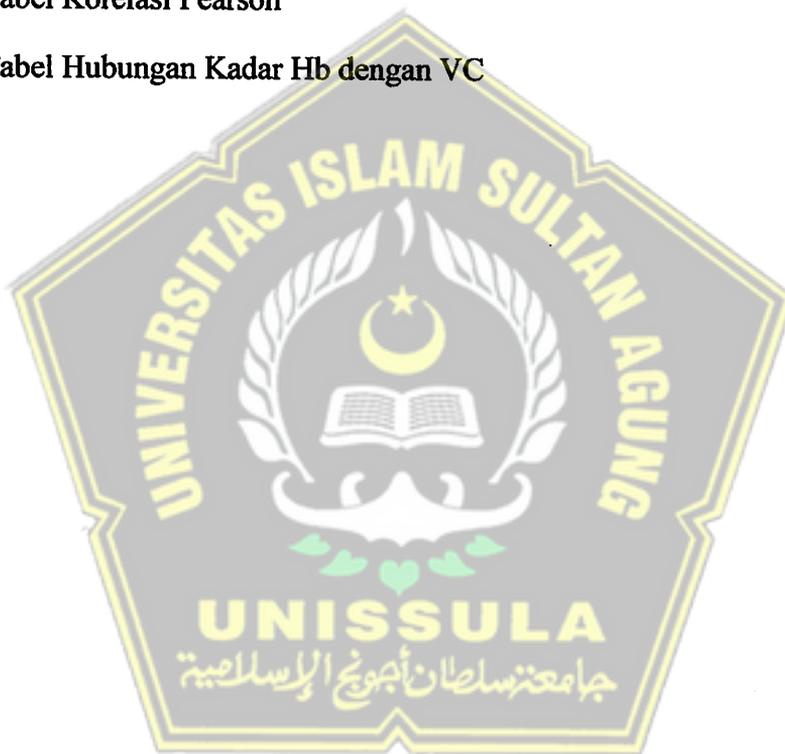
## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>INTI SARI.....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB. I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat.....	4
<b>BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Kapasitas Vital Paru.....	5
2.1.1. Definisi.....	5
2.1.2. Uji Fungsi Ventilasi Paru.....	5
2.1.3. Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Vital Paru.....	8
2.1.4. Mekanisme Kontraksi Otot.....	13
2.1.5. Sumber Energi Kontraksi Otot.....	14
2.1.6. Faktor yang Mempengaruhi Kontraksi Otot.....	14
2.2. Hemoglobin.....	15

2.2.1. Definisi.....	15
2.2.2. Transpor Oksigen dalam Darah.....	16
2.2.3. Penetapan Kadar Hemoglobin dan Macam Anemia....	17
2.2.4. Metode Pengukuran Hemoglobin.....	20
2.3. Pengaruh Anemia terhadap Kapasitas Vital Paru.....	21
2.4. Kerangka Teori.....	22
2.5. Kerangka Konsep.....	22
2.6. Hipotesis.....	22
<b>BAB. III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Jenis Penelitian.....	23
3.2. Variabel dan Definisi Operasional.....	23
3.3. Populasi dan Sampel.....	24
3.4. Instrumen dan Bahan Penelitian.....	26
3.5. Cara Penelitian.....	27
3.6. Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.7. Analisa Hasil.....	30
<b>BAB. IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
<b>BAB. V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kadar Hb dan VC	41
Lampiran 2. Kuesioner Penelitian	43
Lampiran 3. Tabel Hasil Output SPSS	44
Lampiran 4. Surat Izin Penggunaan Laboratorium	46
Lampiran 5. Tabel Korelasi Pearson	47
Lampiran 6. Tabel Hubungan Kadar Hb dengan VC	48



## INTISARI

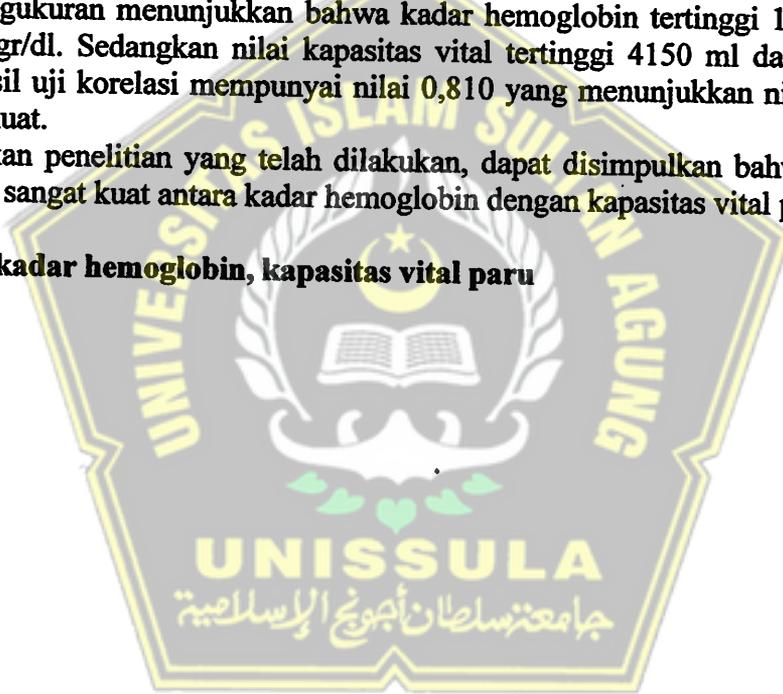
Kadar hemoglobin dalam darah yang rendah akan menyebabkan transpor oksigen ke jaringan tubuh menurun. Oksigen sangat dibutuhkan untuk produksi energi terutama untuk kontrakasi otot. Kapasitas vital paru dipengaruhi kekuatan kontrakasi otot pernafasan dimana kontrakasi otot membutuhkan oksigen yang diangkut oleh hemoglobin. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru dan seberapa kuat hubungan tersebut.

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan penelitian *cross sectional*. Sampel adalah 68 orang mahasiswa laki-laki FK UNISSULA dengan kriteria tidak ada gangguan compliance paru dan tidak ada kebiasaan olahraga secara teratur yang diketahui dengan kuesioner. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar hemoglobin dan kapasitas vital paru secara langsung.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar hemoglobin tertinggi 18 gr/dl dan terendah 10 gr/dl. Sedangkan nilai kapasitas vital tertinggi 4150 ml dan terendah 2350 ml. Hasil uji korelasi mempunyai nilai 0,810 yang menunjukkan nilai korelasi yang sangat kuat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru.

**Kata kunci: kadar hemoglobin, kapasitas vital paru**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kapasitas vital paru adalah volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan selama satu kali bernafas setelah inspirasi maksimum. Kapasitas vital merupakan salah satu indikator penurunan fungsi paru yang dapat diukur dengan spirometer. Kapasitas vital paru dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah kekuatan kontraksi otot pernafasan yang sangat bergantung pada kadar hemoglobin. Bila hemoglobin turun hingga kadar di bawah normal (anemia), akan menyebabkan berbagai macam komplikasi pada berbagai kesehatan tubuh. Namun, sampai sekarang kesadaran masyarakat untuk melakukan pencegahan dan penanggulangan anemia belum dapat dilakukan secara efektif karena anemia masih dianggap sebagai gejala yang tidak terlalu membahayakan bagi kesehatan, padahal komplikasi anemia pada sistem pernafasan dapat berakibat fatal (Antaruddin, 2003).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Deasy (2007) di Bandung pada atlet berbagai bidang olahraga menunjukkan atlet cabang olahraga yang banyak menggunakan otot tubuh bagian atas, nilai kapasitas parunya lebih tinggi daripada atlet cabang olahraga yang banyak menggunakan otot bagian bawah. Latihan fisik akan menyebabkan otot menjadi kuat. Perbaikan fungsi otot, terutama otot pernafasan menyebabkan pernafasan lebih efisien pada saat istirahat. Ventilasi paru pada orang yang terlatih dan tidak terlatih relatif

sama besar, tetapi orang yang berlatih bernapas lebih lambat dan lebih dalam. Hal ini menyebabkan oksigen yang diperlukan untuk kerja otot pada proses ventilasi berkurang, sehingga dengan jumlah oksigen sama, otot yang terlatih akan lebih efektif kerjanya. Kekuatan otot dalam arti kemampuan otot untuk berkontraksi bergantung pada energi yang disediakan oleh ATP (*adenosine triphosphat*) dari hasil metabolisme tubuh. Sedangkan metabolisme tubuh itu sendiri sangat dipengaruhi oleh oksigen yang ditranspor oleh hemoglobin (Yunus, 1997).

Prevalensi kasus rendahnya kadar hemoglobin (anemia) sampai sekarang masih tinggi terutama pada wanita. Survey Kesehatan Rumah Tangga tahun 2001, prevalensi anemia pada balita 0-5 tahun sekitar 47%, anak usia sekolah dan remaja sekitar 26,5% dan wanita usia subur sekitar 40%. Diperoleh data bahwa kadar hemoglobin yang rendah berhubungan dengan prestasi, tingkat pengetahuan seseorang, tingkat kebugaran dan berbagai komplikasi pada sistem tubuh dimana salah satunya pada sistem pernafasan. Bila kadar hemoglobin rendah, transpor oksigen ke jaringan tubuh juga akan menurun. Kadar oksigen dalam jaringan tubuh yang menurun, menyebabkan gangguan pada metabolisme tubuh untuk menghasilkan energi. Energi itu sendiri salah satunya digunakan sebagai sumber kontraksi otot. Sehingga bila kontraksi otot pernafasan menurun maka kapasitas vital juga akan menurun (Toruan, 2007).

Dengan tingginya prevalensi kasus anemia dan menyadari pentingnya mencegah anemia tersebut agar tidak mengganggu kerja pernafasan, maka

perlu diketahui seberapa besar hubungan kadar hemoglobin dengan nilai kapasitas vital paru. Penelitian mengambil tempat di Laboratorium Fisiologi Universitas Islam Sultan Agung Semarang dengan pertimbangan bahwa laboratorium ini memiliki fasilitas yang memadai untuk melakukan pengukuran kapasitas vital paru dan kadar hemoglobin serta jumlah mahasiswa yang mempunyai karakteristik fisik yang hampir sama sebagai sampel sehingga lebih representatif. Hal ini diharapkan akan mempermudah dalam pengambilan dan pengelolaan data penelitian.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan bahwa masalah yang akan diteliti adalah: Adakah hubungan antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **Tujuan Umum:**

Untuk mengetahui hubungan antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang periode 1 Januari 2009 – 31 Desember 2009.

### **Tujuan Khusus:**

- 1.3.1. Mengetahui distribusi kadar hemoglobin mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

#### **1.4. Manfaat Penelitian:**

- 1.4.1 Diharapkan dapat digunakan untuk kajian bagi penelitian selanjutnya mengenai hubungan kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru.
- 1.4.2 Menambah pengetahuan masyarakat tentang pengaruh rendahnya kadar hemoglobin bagi kesehatannya khususnya pada pernafasan sehingga dapat melakukan pencegahan dan pengobatan sedini mungkin.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kapasitas Vital Paru

##### 2.1.1. Definisi

Kapasitas vital adalah volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan selama satu kali bernafas setelah inspirasi maksimum. Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan ekspirasi. Nilai rata-rata normal  $\pm 4600$  ml. Kapasitas vital mencerminkan perubahan volume maksimum yang dapat terjadi di dalam paru dan bermanfaat untuk menilai kapasitas fungsional paru (Sherwood, 2001).

##### 2.1.2. Uji Fungsi Ventilasi Paru

Uji fungsi paru terbagi atas dua kategori yaitu uji yang berhubungan dengan ventilasi paru dan dinding dada, serta uji yang berhubungan dengan pertukaran gas. Uji fungsi ventilasi termasuk pengukuran volume paru-paru dalam keadaan statis atau dinamis. Uji fungsi paru ini dapat memberikan informasi yang berharga mengenai keadaan paru, walaupun tidak ada uji fungsi paru yang dapat mengukur semua kemungkinan yang ada. Metode sederhana untuk meneliti ventilasi paru adalah merekam volume udara yang masuk dan keluar dari paru dengan proses yang dinamakan spirometri

dengan menggunakan spirometer. Dari spirometri didapatkan dua istilah yaitu volume dan kapasitas paru (Alsagaff, 2005).

Volume paru terbagi menjadi 4 yaitu:

1. Volume tidal adalah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi pada setiap kali pernafasan normal. Besarnya  $\pm 500$  ml pada rata-rata orang dewasa.
2. Volume cadangan inspirasi adalah volume udara ekstra yang diinspirasi setelah volum tidal dan biasanya mencapai  $\pm 3000$  ml.
3. Volume cadangan ekspirasi adalah jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi normal. Pada keadaan normal volumenya sekitar 1100 ml.
4. Volume residu yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat. Besarnya  $\pm 1200$  ml.

Kapasitas paru merupakan gabungan dari beberapa volume paru dan dibagi menjadi 4 yaitu:

1. Kapasitas inspirasi sama dengan volume tidal + volume cadangan inspirasi. Besarnya  $\pm 3500$  ml dan merupakan jumlah udara yang dapat dihirup seseorang mulai pada tingkat ekspirasi normal dan mengembangkan paru sampai jumlah maksimum.
2. Kapasitas residu fungsional sama dengan volume cadangan ekspirasi + volume residu. Besarnya  $\pm 2300$  ml dan merupakan besarnya udara yang tersisa dalam paru pada akhir ekspirasi normal.

3. Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan ekspirasi. Besarnya  $\pm 4600$  ml dan merupakan jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkannya sebanyak-banyaknya.
4. Kapasitas paru total sama dengan kapasitas vital + volume residu. Besarnya  $\pm 5800$  ml adalah volume maksimal dimana paru dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa (Guyton and Hall, 1997).

Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita  $\pm 20-25\%$  lebih kecil daripada pria dan lebih besar pada atlet dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis. Dengan pemeriksaan spirometri dapat diketahui dan ditentukan semua volume pernafasan kecuali volume residu serta semua kapasitas pernafasan kecuali kapasitas pernafasan yang mengandung komponen volume residu seperti kapasitas paru total dan kapasitas residu fungsional (Alsagaff, 2005).

Dari pemeriksaan spirometri dapat ditentukan gangguan fungsional ventilasi seseorang. Klasifikasi bentuk abnormal dari suatu spirometri yaitu :

1. Obstruktif : adanya penurunan aliran udara mulai dari saluran nafas bagian atas sampai bronkiolus berdiameter kurang dari 2 mm ditandai dengan penurunan FEV1 (*Force Expiration Volume*

1), kecepatan aliran udara pada ekspirasi. Seseorang dianggap memiliki gangguan fungsi paru obstruktif bila nilai FEV1 kurang dari 75%. Pemeriksaan FEV1 merupakan pemeriksaan yang standar, sederhana, dapat diulang dan akurat untuk menilai obstruksi saluran nafas.

2. Restriktif, keadaan ini menunjukkan adanya penyakit paru yang menyebabkan kapasitas vital berkurang, khususnya kapasitas total paru. Dengan berkurangnya kapasitas vital maka proporsi FEV1 juga menurun. Kapasitas vital paru kurang dari 80 % nilai dugaan merupakan baku emas untuk menentukan penyakit paru restriktif.
3. Kombinasi obstruktif dan restriktif atau bentuk campuran, hal ini terjadi juga karena proses patologi yang mengurangi volume paru, kapasitas vital dan aliran, yang juga melibatkan saluran nafas. Beberapa kerusakan dapat menghasilkan bentuk campuran obstruktif dan restriktif, seperti penyakit parenkim paru yang melibatkan fibrosis pada saluran nafas, sehingga terjadi obstruktif, misalnya adalah penyakit tuberculosis paru (Antaruddin, 2003).

### **2.1.3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Vital Paru**

Besarnya nilai faal paru seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain keturunan, usia, jenis kelamin, latihan fisik, posisi tubuh saat pengukuran dan *compliance* paru.

a. Keturunan (genetik)

Dari penelitian yang pernah dilakukan dibuat kesimpulan bahwa 93,4% ditentukan oleh fungsi genetik, yang hanya dapat diubah dengan latihan (Moelock, 1994).

b. Usia

Fungsi pernafasan dan sirkulasi darah mulai dari masa kanak-kanak terus meningkat sampai mencapai optimal pada usia 15-30 tahun. Sesudah itu akan terjadi penurunan. Setelah mencapai titik maksimal pada usia dewasa muda, difusi paru, ventilasi paru, ambilan oksigen dan semua parameter faal paru akan menurun sesuai pertambahan usia. Kecuraman penurunan ini dapat dikurangi bila seseorang tetap melakukan olahraga aerobik. Dengan pertambahan usia (penuaan) akan terjadi perubahan struktur dan sifat-sifat jaringan pada sistem pernafasan yaitu perubahan sifat *elastic recoil* dan *compliance* jaringan paru dan dinding dada (Burhan dan Yunus, 2001).

c. Jenis kelamin

Anak laki-laki dan perempuan mempunyai faal paru yang sama pada saat istirahat dan uji latihan sampai usia pubertas. Sesudah masa itu terdapat perbedaan yang mencolok antara keduanya, anak laki-laki menunjukkan kapasitas yang lebih besar pada semua umur. Setelah pubertas pada anak laki-laki menunjukkan kapasitas yang lebih besar dan merupakan yang paling besar selama

hidupnya. Faktor sosial budaya juga berperan dalam manifestasi itu. Anak perempuan sesudah pubertas cenderung menghindari aktivitas fisik (Yunus, 1997).

d. Latihan fisik

Olahraga di masa kini mengambil peran aktif dalam hal meningkatkan prestasi, kebugaran dan derajat kesehatan. Latihan yaitu suatu proses yang sistematis dan aktifitas yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama dengan meningkatkan beban latihan secara bertahap. Latihan fisik akan menyebabkan otot menjadi kuat. Perbaikan fungsi otot, terutama otot pernapasan menyebabkan pernapasan lebih efisien pada saat istirahat. Ventilasi paru pada orang yang terlatih dan tidak terlatih relatif sama besar, tetapi orang yang berlatih bernapas lebih lambat dan lebih dalam. Hal ini menyebabkan oksigen yang diperlukan untuk kerja otot pada proses ventilasi berkurang, sehingga dengan jumlah oksigen sama, otot yang terlatih akan lebih efektif kerjanya. Otot-otot inspirasi yaitu otot sternokleidomastoideus yang mengangkat sternum ke atas, otot serratus anterior yang mengangkat sebagian besar iga dan otot skalenus yang mengangkat dua iga pertama dan otot intercostal eksternus. Sedangkan otot-otot ekspirasi adalah rektus abdominus yang mempunyai efek menarik ke bawah iga-iga bagian bawah pada waktu yang sama otot-otot ini

dan otot-otot perut lainnya juga menekan isi perut ke arah diafragma dan otot intercostalis internus (Saripin dkk, 2002).

e. IMT ( Indeks Massa Tubuh )

IMT ikut menentukan nilai status faal paru. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmatullah (1999) yang menyebutkan bahwa pada individu dengan IMT lebih dan normal, kenaikan IMT dapat menimbulkan gangguan fungsi paru tipe restriktif. Nilai IMT normal pada pria menurut WHO adalah 18,5-24,9.

f. Posisi tubuh saat pengukuran

Posisi tubuh mempengaruhi volume dan kapasitas paru, biasanya menurun bila berbaring dan meningkat bila berdiri. Perubahan pada posisi ini disebabkan oleh dua faktor yaitu kecenderungan isi abdomen menekan ke atas melawan diafragma pada posisi berbaring dan peningkatan volume darah paru pada posisi berbaring, yang berhubungan dengan pengecilan ruang yang tersedia untuk udara dalam paru (Sheerwood, 2001).

g. Pengembangan paru serta rongga dada atau *compliance*.

Restriksi adalah gangguan pengembangan paru oleh sebab apapun. Hal ini menyebabkan penurunan semua volume statis paru salah satunya adalah kapasitas vital paru. Kelainan ini meliputi:

- Kelainan parenkim paru: tumor paru, pneumonia, abses paru, edema paru, atelektasis, fibrosis paru.

- Kelainan pleura: efusi pleura, pneumotoraks, pleuritis sicca, tumor pleura.
- Kelainan dinding dada atau tulang: patah iga, skoliosis, kifosis dan lordosis (Joewono, 2009).

Gejala penyakit paru restriksi disini meliputi:

- Nyeri dada yang disertai dengan sesak nafas kemungkinan disebabkan oleh emboli paru, infark miokard dan penyakit pleura.
- Batuk yang disertai dengan sesak nafas khususnya sputum purulen mungkin disebabkan oleh infeksi atau proses radang kronik, misalnya bronkhitis atau radang mukosa saluran nafas lainnya.
- Hemoptisis mengisyaratkan ruptur kapiler atau vaskuler misalnya karena emboli paru, radang, dan tumor saluran nafas.

Tabel 3.1 Derajat Restriksi Paru

Derajat	Kapasitas Vital (%)
Normal	$\geq 80$
Ringan	60-80
Sedang	50-60
Berat	$< 50$

(Antaruddin, 2003)

#### 2.1.4. Mekanisme Kontraksi Otot

Otot rangka adalah organ peka rangsang yang dipersarafi oleh saraf motorik somatic dalam kesatuan yang disebut unit motorik. Penghantaran impuls (potensial aksi) saraf motorik alfa menuju motor endplate di membrane otot rangka merupakan peristiwa yang mengawali kontraksi otot. Sebelum terjadi aksi potensial saraf motorik alfa, di motor endplate telah terjadi depolarisasi sebagai akibat terlepasnya asetilkolin dalam kuantum kecil secara terus menerus. Dengan adanya potensial aksi di saraf motorik, pelepasan asetilkolin akan sangat banyak sehingga depolarisasi di endplate menjadi potensial aksi otot yang kemudian menjalar sepanjang membrane sel otot dan tubulus T. Akibatnya pintu Ca di retikulum sarkoplasma membuka dan melepaskan ion Ca ke sitoplasma sel otot. Ion Ca kemudian menyebar ke seluruh sitoplasma dan berikatan dengan troponin C. Ikatan troponin C dengan ion Ca mengakibatkan perubahan konformasi molekul troponin, membuka binding sites untuk kepala myosin di molekul aktin. Pembukaan binding sites tersebut memungkinkan terjadinya jembatan silang filamen aktin dan myosin.

Selanjutnya dengan katalis enzim myosin ATP-ase, terjadi hidrolisis ATP menjadi  $ADP + P_i + \text{energi}$  di kepala myosin yang memungkinkan pembengkokan kepala myosin hingga myofilamen bergerak saling bergeser ke arah pertengahan sarkomer menghasilkan kontraksi otot. Seluruh peristiwa kontraksi otot rangka dari mulai

perangsangan saraf motorik hingga pergeseran myofilamen disebut excitation-contraction coupling (Sudarsono, 2005).

#### **2.1.5. Sumber Energi Kontraksi Otot**

Kontraksi otot bergantung pada energi yang disediakan oleh ATP. Sumber energi utama yang digunakan untuk menyusun ATP adalah substansi kreatin fosfat yang membawa ikatan fosfat berenergi tinggi yang serupa dengan ATP. Namun jumlah total kreatin fosfat sangat kecil, hanya mampu untuk mempertahankan kontraksi otot maksimal 5 sampai 8 detik. Sumber energi berikutnya adalah glikogen yang sebelumnya telah disimpan dalam sel otot. Dari proses glikolisis mampu mempertahankan kontraksi otot maksimum selama sekitar 1 menit. Sumber energi yang terakhir adalah metabolisme oksidatif. Hal ini berarti mengkombinasikan oksigen dengan berbagai bahan makanan seluler untuk membebaskan ATP. Lebih dari 95% energi yang digunakan oleh otot untuk kontraksi jangka panjang yang dipertahankan berasal dari sumber ini (Guyton and Hall, 1997).

#### **2.1.6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kontraksi Otot**

Selain perangsangan saraf, berbagai faktor dapat mempengaruhi kinerja otot rangka. Panjang awal otot yang berkaitan dengan jumlah jembatan silang yang dapat dihasilkan oleh overlapping filament aktin merupakan faktor yang mempengaruhi kekuatan kontraksi otot rangka. Sehubungan dengan hal ini, perlu diingat bahwa otot rangka melekat pada tulang sehingga kekuatan kontraksi yang dihasilkan akan sangat

bergantung pada kedudukan sendi serta arah serat otot terhadap aksis kebebasan gerak sendinya.

Faktor lain yang juga mempengaruhi kinerja otot rangka adalah perubahan suhu dan keasaman, yang dapat mempengaruhi kinerja protein yang merupakan bahan dasar otot maupun enzim yang berperan dalam kontraksi otot rangka. Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa faktor sentral (sistem saraf pusat), cadangan glikogen otot, dan keadaan ion fosfat maupun kalium dalam otot juga dapat mempengaruhi kinerja otot pada kondisi tertentu, antara lain berupa timbulnya kelelahan otot. Sedangkan hemoglobin merupakan faktor yang sangat penting dalam kontraksi otot. Tanpa hemoglobin, oksigen yang diperlukan untuk metabolisme guna menghasilkan energi (ATP) tidak dapat ditranspor dengan baik sehingga kontraksi otot akan terganggu (Sudarsono, 2005).

## **2.2. Hemoglobin**

### **2.2.1. Definisi**

Fungsi utama eritrosit adalah membawa  $O_2$  ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida ( $CO_2$ ) dari jaringan ke paru. Untuk mencapai pertukaran gas ini, eritrosit mengandung protein khusus yaitu hemoglobin. Hemoglobin adalah pigmen yang membuat sel darah berwarna merah. Tiap eritrosit mengandung sekitar 640 juta molekul hemoglobin. Tiap molekul hemoglobin (Hb) A (hemoglobin yang dominan dalam darah setelah usia 3-6 bulan) pada orang dewasa

normal terdiri atas 4 rantai polipeptida  $\alpha_2\beta_2$ , masing-masing dengan gugus hemyanya sendiri. Berat molekul HbA adalah 68.000.

Darah orang dewasa normal juga mengandung dua hemoglobin lain dalam jumlah kecil, yaitu HbF dan HbA<sub>2</sub>. Keduanya juga mengandung rantai  $\alpha$ , tetapi secara berurutan dengan rantai  $\gamma$  dan  $\delta$ , selain rantai  $\beta$ . Sintesis heme terutama terjadi di mitokondria melalui suatu rangkaian reaksi biokimia dari gabungan heme dan globin (Hoffbrand, 2002).

### 2.2.2. Transpor Oksigen dalam Darah

Pada keadaan normal 97% oksigen yang ditranspor dari paru ke jaringan dibawa dalam campuran kimiawi dengan hemoglobin dalam sel darah merah. 3% sisanya dibawa dalam bentuk terlarut dalam cairan plasma dan sel. Dengan demikian pada keadaan normal, oksigen dibawa ke jaringan hampir seluruhnya oleh hemoglobin. Bila  $PO_2$  tinggi, seperti dalam kapiler paru, oksigen berikatan dengan hemoglobin, tetapi bila  $PO_2$  rendah, misalnya dalam kapiler jaringan, oksigen dilepaskan dari hemoglobin. Ini adalah dasar untuk hampir seluruh transport oksigen dari paru ke jaringan (Guyton and Hall, 1997).

Eritrosit dalam darah sistemik mengangkut  $O_2$  dari paru ke jaringan dan kembali dalam darah vena dengan membawa  $CO_2$  ke paru-paru. Sel darah merah yang memiliki sedikit mitokondria, memproduksi adenosine trifosfat (ATP) hanya melalui glikolisis hingga

terbentuk asam laktat. Proses glikolisis dalam sel darah merah juga membentuk 2,3-diphosphogliserat (2,3-DPG). Sel darah merah normal mengandung 2,3-DPG yang mempunyai efek langsung terhadap pengikatan dan pelepasan oksigen. Pada beberapa tekanan parsial oksigen, 2,3-DPG dalam konsentrasi tinggi menyebabkan oksigen dilepas oleh hemoglobin. Produksi 2,3-DPG menurun ketika sel darah merah sudah tua. Saat level 2,3-DPG terlalu rendah, hemoglobin semakin kuat mengikat oksigen sehingga oksigen sulit lepas (Dhedia, 2008).

### 2.2.3. Penetapan Kadar Hemoglobin dan Macam-macam Anemia

Kadar hemoglobin menurut WHO (2008) adalah sebagai berikut:

Hb normal:

- Wanita : 11,5-16,5 gr/dl
- Pria : 13,5-18 gr/dl

Hb anemia untuk pria:

- Ringan : 8-13,4 gr/dl
- Sedang : 6-7,9 gr/dl
- Berat : < 6 gr/dl

Orang dengan kadar hemoglobin yang rendah disebut dengan istilah anemia. Jenis anemia itu sendiri dibagi meliputi anemia megaloblastik, anemia defisiensi besi, anemia karena penyakit kronik, anemia aplastik dan anemia hemolitik (Hoffbrand, 2005).

Anemia megaloblastik adalah kelainan yang disebabkan oleh sintesis DNA yang terganggu. Sel-sel yang pertama dipengaruhi adalah yang secara relatif mempunyai sifat perubahan yang cepat, terutama sel-sel awal hematopoietik dan epitel gastrointestinal. Pembelahan sel terjadi lambat, tetapi perkembangan sitoplasmik normal, sehingga sel-sel megaloblastik cenderung menjadi besar dengan peningkatan rasio dari RNA terhadap DNA. Sel-sel awal atau pendahulu eritroid megaloblastik cenderung dihancurkan oleh sum-sum tulang. Dengan demikian selularitas sum-sum tulang cenderung meningkat tetapi produksi sel darah merah berkurang dan keadaan abnormal ini disebut dengan istilah eritropoiesis yang tidak efektif. Kebanyakan anemia megaloblastik disebabkan karena defisiensi vitamin B12 dan asam folat (Sunarto, 2006).

Anemia defisiensi besi adalah anemia yang timbul akibat berkurangnya penyediaan besi untuk eritropoesis, karena cadangan besi kosong yang pada akhirnya mengakibatkan pembentukan hemoglobin berkurang. Anemia ini ditandai dengan anemia hipokromik mikrositer dan hasil laboratorium menunjukkan cadangan besi kosong. Anemia ini merupakan anemia yang paling sering dijumpai terutama terjadi pada wanita (Bakta, 2006).

Anemia karena penyakit kronis sering terjadi pada usia lanjut yang ditandai dengan lemah badan, penurunan berat badan, pucat.

Belakangan ini diketahui bahwa penyakit infeksi seperti pneumonia, syphilis, HIV-AIDS, dan juga pada penyakit seperti artritis rheumatoid, limfoma Hodgkin, kanker sering disertai anemia yang diintroduksi sebagai anemia penyakit kronik. Beberapa gambaran klinisnya adalah: kadar Hb berkisar antara 7-11 gr%, kadar Fe serum menurun disertai TIBC (*Total Iron Binding Capacity*) yang rendah, cadangan Fe jaringan tinggi dan produksi sel darah merah berkurang (Supandiman, 2006).

Anemia aplastik merupakan kegagalan hemopoiesis yang relatif jarang ditemukan namun berpotensi mengancam jiwa. Penyakit ini ditandai pansitopenia dan aplasia sum-sum tulang. Anemia ini dapat diwariskan atau didapat dan dihubungkan erat dengan pemaparan bahan kimia dan obat-obatan (Wijanarko, 2006).

Anemia hemolitik adalah anemia yang disebabkan penghancuran eritrosit yang lebih cepat daripada kemampuan sum-sum tulang untuk menggantikannya. Anemia hemolitik dibagi menjadi anemia hemolitik autoimun yang merupakan suatu kelainan dimana terdapat antibodi terhadap sel-sel eritrosit sehingga umur eritrosit memendek dan anemia hemolitik non autoimun seperti pada thalasemia dan hemoglobinopati lainnya (Rinaldi, 2006).

#### 2.2.4. Metode Pengukuran Hemoglobin

Kadar hemoglobin darah dapat ditentukan dengan bermacam-macam cara. Yang banyak dipakai dalam laboratorium klinik adalah cara-cara fotoelektrik dan kalorimetrik visual.

##### a. Cara fotoelektrik: sianmethemoglobin

Hemoglobin darah diubah menjadi sianmethemoglobin (hemoglobin-sianida) dalam larutan yang berisi kalium ferrisianida dan kalium sianida. Absorpsi larutan diukur pada gelombang 540 nm atau filter hijau. Larutan drabkin yang dipakai pada cara ini mengubah hemoglobin, oksihemoglobin, methemoglobin dan karboksihemoglobin menjadi sianmethemoglobin. Sulfahemoglobin tidak berubah dan karena itu tidak dapat diukur.

**Kelebihan:** cara ini sangat bagus untuk laboratorium rutin dan sangat dianjurkan untuk penetapan kadar hemoglobin dengan teliti karena standar sianmethemoglobin yang ditanggung kadarnya bersifat stabil dan dapat dibeli. Ketelitian cara ini dapat mencapai 2%.

**Kekurangan:** kekeruhan dalam sampel darah mengganggu pembacaan dalam fotokalorimeter dan menghasilkan absorbansi dan kadar hemoglobin yang lebih tinggi dari yang sebenarnya. Kekeruhan semacam ini dapat disebabkan antara lain oleh leukositosis, lipemia dan adanya globulin abnormal seperti pada makroglobulinemia.

#### b. Cara Sahli

Pada cara ini hemoglobin diubah menjadi hematin asam, kemudian warna yang terjadi dibandingkan secara visual dengan standar dalam alat itu.

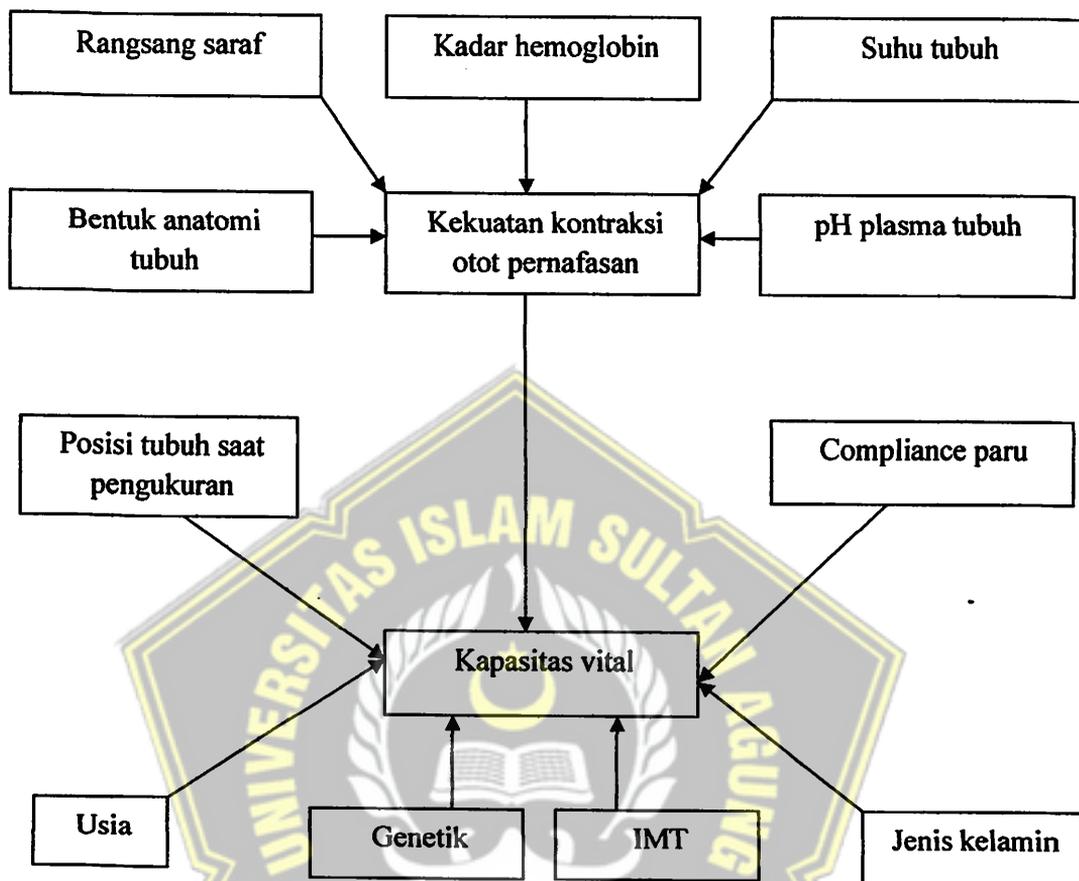
**Kelebihan:** cara sahli masih banyak dipakai di laboratorium-laboratorium kecil yang tidak mempunyai fotokolorimeter.

**Kelemahan:** kelemahan metodik berdasarkan kenyataan bahwa kalorimetri visual tidak teliti, bahwa hematin asam bukan merupakan larutan sejati dan bahwa alat itu tidak dapat distandarkan. Tidak semua macam hemoglobin diubah menjadi hematin asam, misalnya karboksihemoglobin, methemoglobin dan sulfahemoglobin (Gandasoebrata, 2006).

### 2.3. Pengaruh Anemia terhadap Kapasitas Vital Paru

Darah orang normal mengandung sekitar 13 gram hemoglobin dalam 100 ml darah dan setiap gram hemoglobin dapat berikatan dengan maksimal 1,34 mililiter oksigen. Bila kadar hemoglobin rendah, transportasi oksigen akan terganggu dan jaringan tubuh akan kekurangan oksigen guna menghasilkan energi atau ATP. Bila energi berkurang, maka kekuatan kontraksi otot pernafasan yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru juga ikut berkurang sehingga kemampuan untuk mengeluarkan udara secara maksimal diukur dari kapasitas vital paru akan menurun (Moelock, 1994).

## 2.4. Kerangka Teori



## 2.5. Kerangka Konsep



## 2.6. Hipotesis

Ada hubungan antara kadar hemoglobin dengan nilai kapasitas vital paru.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*.

#### **3.2. Variabel dan Definisi Operasional**

##### **3.2.1. Variabel**

3.2.1.1. Variabel bebas : kadar hemoglobin (Hb)

3.2.1.2. Variabel terikat : kapasitas vital (VC)

##### **3.2.2. Definisi Operasional**

3.2.2.1. Kadar hemoglobin adalah jumlah hemoglobin yang terkandung dalam darah dengan satuan gr/dl yang diukur dengan metode sahli dengan menggunakan darah vena. Metode Sahli sering digunakan karena merupakan metode yang paling sederhana dan mudah dilaksanakan, serta peralatan yang digunakan sudah tersedia di laboratorium fisiologi FK UNISSULA sehingga lebih efektif dan efisien.

Skala data: rasio

3.2.2.2 VC adalah nilai kapasitas vital paru yaitu volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan selama satu kali bernafas setelah inspirasi maksimum. Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume

cadangan ekspirasi yang diukur dengan menggunakan spirometer.

Skala data: rasio

### 3.3. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah Mahasiswa laki-laki Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang periode 1 Januari-31 Desember 2009.

#### Kriteria Inklusi dan Eksklusi

##### Kriteria inklusi:

1. Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2006, 2007 dan 2008 usia 15 tahun sampai 30 tahun periode tahun 1 Januari-31 Desember 2009. Dipilih sampel dengan rentang usia tersebut karena nilai kapasitas vital paru mencapai maksimal pada usia itu.
2. Sampel dengan jenis kelamin laki-laki untuk menghindari pengaruh jenis kelamin terhadap kadar hemoglobin.
3. Sampel dalam keadaan sehat minimal satu minggu sebelum dan pada waktu pengukuran.

##### Kriteria eksklusi:

1. Sampel dengan gangguan compliance paru
  - a. Sampel dengan riwayat penyakit paru restriktif.

Yang termasuk penyakit paru restriktif adalah atelektasis, edema paru, pneumoni, TBC dan fibrosis paru.

b. Kelainan bentuk dada seperti patah iga kifosis, lordosis dan skoliosis.

Data diperoleh dari kuesioner.

2. Sampel dengan latihan fisik atau olahraga secara teratur

Data diperoleh dari kuesioner

3. Sampel dengan IMT tidak normal (kurang dari 18,5 atau lebih dari 24,9).

### Jumlah Sampel

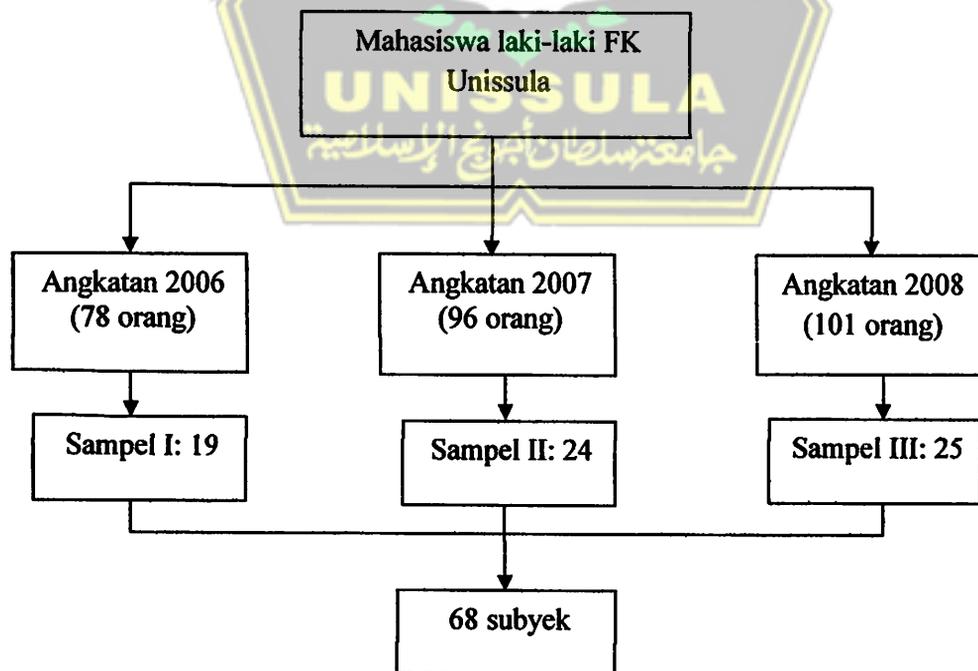
Sampel diambil dengan teknik *stratified proportional random sampling* dari total populasi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dengan perhitungan sampel minimal:

$$n = \left( \frac{Z \alpha S}{d} \right)^2$$

S : simpangan baku rerata dalam populasi = 10  
d : nilai ketetapan absolut yang dikehendaki = 2  
 $\alpha$  : tingkat kemaknaan : 0,05  $\rightarrow Z\alpha = 1,65$

$$n = 68$$

Jadi jumlah sampel penelitian minimal 68 (Dahlan, 2004).



### 3.4. Instrumen dan Bahan Penelitian

Instrumen dan bahan penelitian ini terdiri dari 2 bagian yaitu:

1. Untuk pengukuran kadar hemoglobin dengan metode Sahli

a. Haemometer Sahli yang terdiri dari:

- Tabung pengencer. Panjang 12 cm, dinding bergaris mulai angka 2 (bawah) s/d 22 (atas)
- 2 tabung standar warna
- Pipet Hb
- Pipet HCl
- Botol tempat aquadest dan HCl 0,1 N
- Batang pengaduk (dari gelas)

b. Torniquet

c. EDTA

d. Larutan HCl 0,1 N

e. Aquadest

f. Spuit 5cc

2. Untuk pengukuran VC

a. Spirometer Autospiro AS\_505 Minato

b. Mouthpiece

c. Penjepit hidung

### 3.5. Cara Penelitian

#### 1. Perencanaan

Dengan mengajukan proposal penelitian yang berisi perumusan masalah, studi pustaka, mengadakan studi pendahuluan, menetapkan sampel dan populasi penelitian, serta rancangan penelitian.

#### 2. Mempersiapkan instrument penelitian

#### 3. Persiapan praktikan:

##### a. Puasa

Dua jam sesudah makan sebanyak 800 kalori akan meningkatkan volume plasma. Gerakan akan menurunkan volume plasma. Perubahan tersebut mengakibatkan hemokonsentrasi/ hemodilusi sehingga mempengaruhi kadar Hb.

##### b. Obat-obatan

Obat-obatan tertentu seperti asam folat, preparasi besi, vitamin B12 akan mempengaruhi proses hemopoiesis.

#### 4. Pelaksanaan

##### a. Pengambilan darah vena

Lokasi: vena di lipatan siku, misal vena mediana cubiti.

Cara:

- Bendung di sebelah proksimal vena yang akan diambil.  
Agar tampak lebih jelas, sampel mengepalkan tangannya.
- Lakukan disinfeksi pada daerah tersebut dengan kapas alkohol 70%

- Periksa spuit, adakah udara, jarum kencang dan bila dihisap mudah.
- Setelah alkohol kering (tidak boleh ditiup) kulit ditegangkan, tusuk dengan jarum dengan sudut 45 derajat, arah jarum sejajar dengan arah vena, lubang jarum menghadap ke atas.
- Setelah vena terasa tertusuk, jarum diputar menghadap bawah. Tusukan dilanjutkan menyusur vena. Darah akan mengalir dengan sendirinya bila tusukan tepat. Kepala tangan dibuka, darah dihisap pelan-pelan. Ambil darah sesuai kebutuhan.
- Lepaskan tourniquet, jarum ditarik, tekan dengan kapas alkohol. Praktikan diminta untuk tetap menekan dengan kapas alkohol.
- Lepas jarum dari spuit, tuang darah ke dalam botol penampung dengan cara mengalirkan darah lewat dinding botol penampung. Campur perlahan-lahan dengan menggeser atau membolak-balikkan botol.

#### b. Pengukuran Hemoglobin

- Isi tabung pengencer dengan HCl 0,1 N sampai angka 2
- Dengan pipet Hb hisap darah sampai 20 mm, jangan sampai ada gelembung udara yang ikut terhisap
- Hapus darah yang ada pada ujung pipet

- Tuang darah ke dalam tabung pengencer, bilas dengan aquades bila masih ada darah dalam pipet
- Biarkan 1 menit
- Tambahkan aquades tetes demi tetes, aduk dengan batang kaca pengaduk
- Bandingkan larutan dalam tabung pengencer dengan warna larutan standar
- Bila sudah sama penambahan aquades dihentikan, baca kadar Hb pada skala yang ada di tabung pengencer

c. Pengukuran VC

- Pasang mouthpiece pada adapter spirometer
- Pilih VC dari tes menu
- Probandus berdiri dan memegang spirometer dalam posisi tegak
- Probandus menarik nafas dalam dan tahan. Kemudian masukkan mouthpiece ke dalam mulut probandus dan jepitlah dengan giginya.
- Tutup hidung dan bibir di sekitar mouthpiece sedemikian rupa sehingga tidak ada udara yang dapat keluar lewat celah antara bibir dan mouthpiece tersebut.
- Pengukuran dimulai dengan tahapan sebagai berikut:
  - inspirasi dan ekspirasi normal dan stabil
  - ekspirasi maksimum

- inspirasi maksimum
  - ekspirasi maksimum
  - akhiri pengukuran
- Test dapat diulang sebanyak 2 kali.
  - Print hasil pengukuran untuk melakukan intepretasi diagnosis

### 3.6. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat : Laboratorium Fisiologi Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Waktu : Dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2009

### 3.7. Analisis Hasil

Data dari hasil pengukuran hemoglobin dan kapasitas vital dimasukkan dalam tabel kemudian dilakukan analisis data. Untuk melihat distribusi data normal atau tidak, dipakai test *Kolmogorov-Smirnov*. Kemudian dilanjutkan dengan uji korelasi *Spearman*.



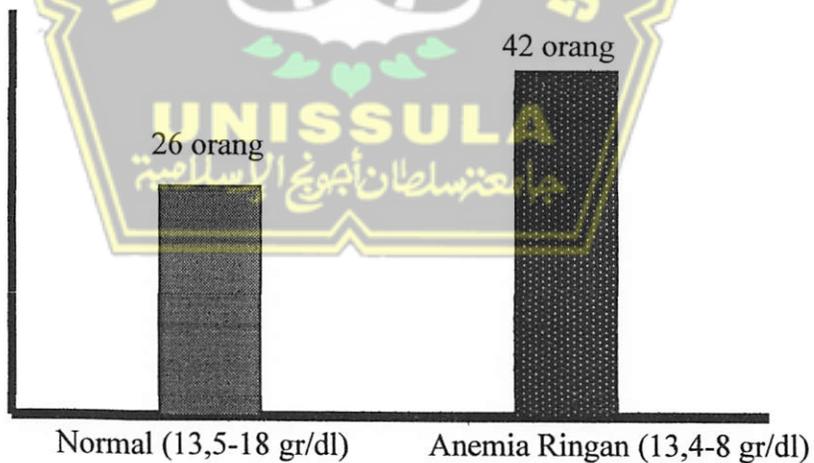
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

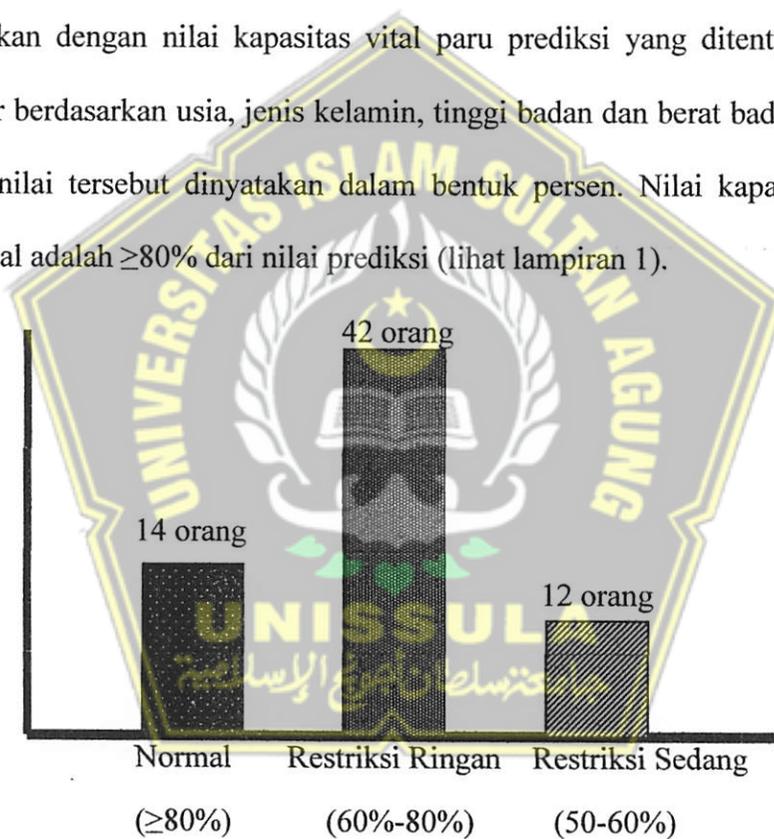
Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa laki-laki FK Unissula angkatan 2006, 2007 dan 2008 dengan jumlah sampel 68 orang. Penelitian ini dilakukan dengan cara membagikan kuesioner dan pemeriksaan langsung terhadap kadar hemoglobin dengan metode sahli dan kapasitas vital paru dengan spirometer.

Pengukuran kadar hemoglobin pada 68 sampel, didapatkan hasil 26 orang mempunyai nilai kadar hemoglobin normal (13,5 – 18 gr/dl). Empat puluh dua orang mempunyai kadar Hb kurang dari 13,5 gr/dl. Kadar tertinggi hemoglobin sampel adalah 18 gr/dl dan terendah adalah 10 gr/dl. Sedangkan rata-rata kadar hemoglobin sampel adalah  $13,15 \pm 1,78$  gr/dl.



Gambar 4.1. Diagram Distribusi Kadar Hemoglobin Mahasiswa FK Unissula

Hasil pengukuran kapasitas vital paru didapatkan 14 orang dari jumlah sampel mempunyai nilai kapasitas vital paru normal. Lima puluh empat orang mempunyai nilai kapasitas vital paru kurang dari normal. Nilai kapasitas vital paru tertinggi adalah 4250 ml dan terendah adalah 2350 ml. Rata-rata nilai kapasitas vital paru sampel adalah  $3550 \pm 10,12$  ml. Nilai kapasitas vital paru tersebut merupakan nilai action saat pengukuran. Selanjutnya nilai ini dibandingkan dengan nilai kapasitas vital paru prediksi yang ditentukan oleh spirometer berdasarkan usia, jenis kelamin, tinggi badan dan berat badan sampel sehingga nilai tersebut dinyatakan dalam bentuk persen. Nilai kapasitas vital paru normal adalah  $\geq 80\%$  dari nilai prediksi (lihat lampiran 1).



Gambar 4.2. Diagram Distribusi Nilai Kapasitas Vital Paru Mahasiswa  
FK Unissula

Tabel 4.1. Tabel Karakteristik Usia Sampel terhadap Kadar Hb

KADAR HB	USIA			
	19 tahun	20 tahun	21 tahun	22 tahun
Normal	8 orang	10 orang	6 orang	2 orang
Anemia Ringan	12 orang	15 orang	14 orang	1 orang

Tabel 4.2. Tabel Karakteristik Usia Sampel terhadap Nilai Kapasitas Vital Paru

KAPASITAS VITAL	USIA			
	19 tahun	20 tahun	21 tahun	22 tahun
Normal	4 orang	6 orang	3 orang	1 orang
Restriksi Ringan	15 orang	17 orang	8 orang	2 orang
Restriksi Sedang	1 orang	2 orang	9 orang	-

Data yang telah terkumpul diuji normalitas dan homogenitasnya dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Hasilnya adalah sebaran data tidak normal dan tidak homogen karena nilai  $p < 0,05$  (lihat lampiran 3). Data kemudian dianalisis dengan uji korelasi *spearman*.

Tabel 4.3. Hasil Uji Korelasi *Spearman* antara Kadar Hemoglobin dengan Kapasitas Vital Paru

	Kadar Hb	VC
Correlation coefficient	1000	0,810
Sig.(2-tailed)	.	0,000
N	68	68

Hasil analisis uji *Spearman* menunjukkan bahwa nilai  $p=0,00$  ( $<0,05$ ) yang berarti  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak, sehingga ada korelasi antar variabel. Nilai korelasi ( $r$ ) adalah sebesar 0,810 yang menunjukkan bahwa korelasi antar kedua variabel sangat kuat (lihat lampiran 5). Hubungan korelasi ini juga ditunjukkan oleh data hasil pengukuran kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru pada lampiran 6.

#### 4.2. Pembahasan

Hasil uji korelasi *Spearman* menunjukkan bahwa  $p = 0,000$  dan nilai  $r=0,810$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat antara kadar Hb dengan kapasitas vital paru. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menggambarkan bahwa semakin rendah kadar hemoglobin, semakin rendah pula kapasitas vital paru. Bila kadar hemoglobin rendah, transportasi oksigen akan terganggu dan jaringan tubuh akan kekurangan oksigen guna menghasilkan energi atau ATP. Bila energi

berkurang, maka kekuatan kontraksi otot pernafasan yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas vital paru juga ikut berkurang sehingga kemampuan untuk mengeluarkan udara secara maksimal diukur dari kapasitas vital paru akan menurun (Moelock, 1994).

Bentuk anatomi yang dicerminkan dari indeks massa tubuh seseorang sangat mempengaruhi nilai kapasitas vital paru. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kapasitas vital adalah posisi seseorang selama pengukuran, kekuatan otot-otot pernafasan dan pengembangan paru dan rongga dada yang disebut *compliance paru*. Kapasitas rata-rata pada pria dewasa muda kira-kira 4,6 liter dan pada wanita muda kira-kira 3,1 liter meskipun volum ini lebih besar pada beberapa orang dengan berat yang sama daripada yang lainnya. Seorang yang tinggi kurus biasanya mempunyai kapasitas vital lebih besar daripada orang gemuk, dan seorang atlet dengan pertumbuhan yang baik dapat mempunyai kapasitas vital sebesar 30 sampai 40 persen di atas normal yaitu 6 sampai 7 liter (Guyton and Hall, 1997).

Menurut Deasy (2007), atlet cabang olahraga yang banyak menggunakan otot tubuh bagian atas, nilai kapasitas parunya lebih tinggi daripada atlet cabang olahraga yang banyak menggunakan otot bagian bawah. Latihan fisik akan menyebabkan otot menjadi kuat. Perbaikan fungsi otot, terutama otot pernafasan menyebabkan pernafasan lebih efisien pada saat istirahat. Ventilasi paru pada orang yang terlatih dan tidak terlatih relatif sama besar, tetapi orang yang berlatih bernapas lebih lambat dan lebih dalam. Hal ini menyebabkan

oksigen yang diperlukan untuk kerja otot pada proses ventilasi berkurang, sehingga dengan jumlah oksigen sama, otot yang terlatih akan lebih efektif kerjanya.

Kekuatan otot dalam arti kemampuan otot untuk berkontraksi bergantung pada energi yang disediakan oleh ATP (*adenosine triphosphat*) dari hasil metabolisme tubuh. Sedangkan metabolisme tubuh itu sendiri sangat dipengaruhi oleh oksigen yang ditranspor oleh hemoglobin (Yunus, 1997). Sumber energi utama yang digunakan untuk menyusun ATP adalah substansi kreatin fosfat yang membawa ikatan fosfat berenergi tinggi yang serupa dengan ATP. Namun jumlah total kreatin fosfat sangat kecil, hanya mampu untuk mempertahankan kontraksi otot maksimal 5 sampai 8 detik. Sumber energi berikutnya adalah glikogen yang sebelumnya telah disimpan dalam sel otot. Proses glikolisis mampu mempertahankan kontraksi otot maksimum selama sekitar 1 menit. Sumber energi yang terakhir adalah metabolisme oksidatif. Hal ini berarti mengkombinasikan oksigen dengan berbagai bahan makanan seluler untuk membebaskan ATP. Lebih dari 95% energi yang digunakan oleh otot untuk kontraksi jangka panjang yang dipertahankan berasal dari sumber ini (Guyton and Hall, 1997).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar hemoglobin mahasiswa laki-laki FK Unissula adalah kurang dari normal. Begitu pula dengan nilai kapasitas vital paru. Padahal, kadar hemoglobin yang rendah berhubungan dengan prestasi, tingkat pengetahuan dan tingkat kebugaran seseorang. Selain

itu, sebagai mahasiswa fakultas kedokteran tentunya dituntut untuk belajar lebih giat dalam menghadapi materi kuliah, sehingga kadar hemoglobin yang rendah perlu mendapat perhatian khusus dari tiap mahasiswa agar prestasi belajar dalam proses perkuliahan dapat dicapai sesuai harapan (Toruan, 2007).

Keterbatasan atau kelemahan penelitian ini adalah metode sahli yang digunakan dalam pengukuran kadar hemoglobin. Metode ini sudah jarang digunakan dan diganti dengan metode sianmethemoglobin. Selain itu sampel juga harus berkali-kali berlatih menggunakan spirometer agar kapasitas vital paru dapat terukur secara maksimal karena pengukuran ini bersifat subyektif.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian yang dilakukan pada mahasiswa laki-laki Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung Semarang angkatan 2006, 2007 dan 2008 dapat ditarik kesimpulan:

- 5.1.1. Pengukuran kadar hemoglobin pada 68 sampel, didapatkan hasil 26 orang mempunyai nilai kadar hemoglobin normal (13,5 – 18 gr/dl). Empat puluh dua mahasiswa mempunyai kadar Hb kurang dari 13,5 gr/dl. Kadar tertinggi hemoglobin sampel adalah 18 gr/dl dan terendah adalah 10 gr/dl. Sedangkan rata-rata kadar hemoglobin sampel adalah  $13,15 \pm 1,78$  gr/dl.
- 5.1.2. Hasil pengukuran kapasitas vital paru didapatkan 14 orang dari jumlah sampel mempunyai nilai kapasitas vital paru normal. Lima puluh empat orang mempunyai nilai kapasitas vital paru kurang dari normal. Nilai kapasitas vital paru tertinggi adalah 4250 ml dan terendah adalah 2350 ml. Rata-rata nilai kapasitas vital paru sampel adalah  $3550 \pm 10,12$  ml.
- 5.1.3. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada korelasi yang sangat kuat antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru.

## 5.2. Saran

5.2.1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang hubungan antara kadar hemoglobin dengan kapasitas vital paru dengan menggunakan metode pengukuran hemoglobin selain metode sahli.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alsagaff, H., Mukhty, A., 2005, *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Paru*. Airlangga University Press, Surabaya.
- Antaruddin, 2003, *Pengaruh Debu pada Faal Paru Pekerja Kilang Padi yang Merokok dan Tidak Merokok*, USU Digital Library.
- Bakta, I., 2006, *Anemia Difisiensi Besi dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta.
- Dahlan, S., 2004, *Statistika untuk Kedokteran dan Kesehatan*, PT. Arkans Entertainment and Education in Harmoni, Jakarta.
- Dhedia, 2008., *Anatomi dan Fisiologi Sistem Respirasi*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Gandasoebrata R., 2007, *Penuntun Laboratorium Klinik*, Dian Rakyat, Jakarta.
- Ganong, W., 1983, *Fisiologi Kedokteran*, EGC, Jakarta.
- Guyton, A.C and Hall, J.E., 1997, *Fisiologi Manusia dan Mekanisme Penyakit*. EGC, Jakarta.
- Hoffbrand, A.V., 2005, *Kapita Selekta Hematologi*, EGC, Jakarta
- Joewono, D., *Manifestasi Klinik dan Pendekatan pada Pasien dengan Kelainan Pernafasan dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta.
- Madina, D., 2007, *Nilai Kapasitas Paru dan Hubungannya dengan Karakteristik Fisik pada Atlet Berbagai Cabang Olahraga*, Unpad, Bandung.
- Moeloek, D., Tjokronegoro, A., 1994, *Kesehatan dan Olahraga*, FKUI, Jakarta, 1-15
- Notoatmodjo, S., 2005, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta
- Price, S., Wilson, L., 2006, *Patofisiologi Konsep Klinik dan Proses-Proses Penyakit*, EGC, Jakarta.
- Rinaldi, I., 2006, *Anemia Hemolitik dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta
- Saripin, dkk, 2002, *Pengaruh Latihan Naik Turun Bangku Terhadap Faal Paru Hemostasis*, Majalah Ilmu Faal Indonesia, Vol.02/I/2002

- Sherrwood, L., 2001, *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*, EGC, Jakarta
- Sudarsono, 2001, *Nilai Faal Paru Penderita Asma Siswa SLTP di Kotamadya Yogyakarta*, Jurnal Berkala Ilmu Kedokteran FK UGM, Vol.33, No.1
- Sunarto, 2006, *Anemia Megaloblastik dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta.
- Supandiman, I., 2006, *Anemia pada Penyakit Kronis dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta.
- Toruan, J., 2005, *Hubungan Status GAKY, Anemia dan EYU dengan Kesegaran Jasmani Anak Sekolah Dasar dan Perbedaan Kesegaran Jasmani Menurut Tingkat Endemisitas GAKY di Kabupaten Dairi Sumatra Utara*. Thesis UGM.
- Wijanarko, A., 2006, *Anemia Aplastik dalam Ilmu Penyakit Dalam II*, FKUI, Jakarta.
- Yunus S., Burhan A., 2001, *Perubahan Faal Paru pada Orang Tua*, Jurnal Respirologi Indonesia, Vol.21, 162-163.
- Yunus, F., 1997, *Faal Paru dan Olahraga*, Jurnal Respirologi Indonesia Vol.17, No.2, Jakarta, 100-105

