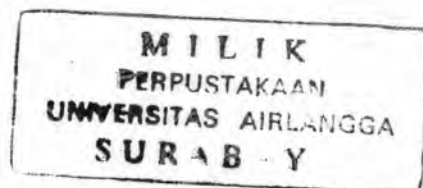


## TESIS

# HUBUNGAN $VO_2$ MAX DENGAN KECEPATAN PEMULIHAN ASAM LAKTAT SETELAH LATIHAN FISIK SUBMAKSIMAL

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS



KKA  
KK  
TKO. 09/11  
Yul  
h

**Dita Yuliasrid**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2008**

**TESIS**

**HUBUNGAN VO2 MAX DENGAN KECEPATAN  
PEMULIHAN ASAM LAKTAT SETELAH LATIHAN  
FISIK SUBMAKSIMAL**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**

**Dita Yuliastrid  
NIM 090515601M**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2008**

**HUBUNGAN VO<sub>2</sub> MAX DENGAN KECEPATAN  
PEMULIHAN ASAM LAKTAT SETELAH LATIHAN  
FISIK SUBMAKSIMAL**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS**

**TESIS**

**Untuk memperoleh Gelar Magister  
dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga  
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga**

**Oleh :**

**Dita Yuliastrid  
NIM 090515601M**

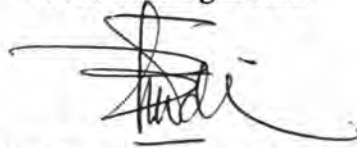
**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2008**

**Lembar Pengesahan**

**TESIS INI TELAH DISETUJUI**

**TANGGAL, 13 Juni 2008**

**Oleh :  
Pembimbing Ketua**



**Dr. Elyana Asnar, dr.,MS  
NIP. 130 802 228**

**Pembimbing**



**Dr. Paulus Liben, dr.,MS  
NIP. 130 531 788**

**Mengetahui :**

**Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga**



**Prof. Dr. Soenarko Setyawan, dr.,MS  
NIP. 131 949 832**

Telah diuji pada

Tanggal, 13 Juni 2008

**PANITIA PENGUJI TESIS**

Ketua : Choesnan Effendi, dr.,AIF

Anggota :

1. Dr. Elyana Asnar, dr.,MS
2. Dr. Paulus Liben, dr.,MS
3. Prof. Dr. Soenarko Setyawan, dr.,MS
4. M. Cholil Munif, dr.,AIF
5. Tjitra Wardani, dr.,MS.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya panjatkan puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Dr. Elyana Asnar, dr.,MS selaku pembimbing ketua yang dengan penuh perhatian dan kesabaran selalu memberikan bimbingan, kritik, saran serta dorongan dan motivasi sejak penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga selesainya tesis ini.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Dr. Paulus Liben, dr.,MS selaku pembimbing yang dengan penuh perhatian dan kesabaran selalu memberikan bimbingan, kritik, saran serta dorongan dan motivasi sejak penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga selesainya tesis ini.

Saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia cq Menteri Pendidikan Nasional melalui Tim Managemen Program Magister yang telah memberikan bantuan finansial, sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan tesis ini.

Dengan selesainya tesis ini, perkenankanlah saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- a. Rektor Universitas Airlangga, Prof. Dr. Fasichul Lisan, Apt dan mantan Rektor Universitas Airlangga Prof. Dr. Med, Puruhito, dr., Sp.BTKV., yang

- telah memberikan kesempatan menjadi mahasiswa di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- b. Rektor Universitas Negeri Surabaya, Prof. Dr. H. Haris Supratno, yang telah memberikan ijin, bantuan finansial dan dorongan untuk mengikuti pendidikan mahasiswa di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
  - c. Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof. Dr. Hj. Sri Hajati SH MS, dan mantan Direktur Prof. Dr. H. Muhammad Amin, dr, SpP(K), yang telah memberikan kesempatan menjadi mahasiswa di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
  - d. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Prof. Dr. H. Muhammad Amin, dr, SpP(K), dan mantan Dekan Prof. Dr. HMS Wijadi, dr, DTMH, yang telah memberikan kesempatan menjadi mahasiswa di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
  - e. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, Drs. Abdul Rachman Syam T, M.Pd., yang telah memberikan ijin, bantuan finansial dan dorongan untuk mengikuti pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
  - f. Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga, Prof. Dr. Soenarko Setyawan, dr.,MS yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan selama menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
  - g. Ketua Tim Koordinasi Program Studi Magister (TKPSM) Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Prof. Dr. Harjanto JM, dr, AIF, yang telah banyak membantu dalam perijinan.

- h. Ketua Jurusan Penkesrek Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, Erman S.Pd. M.Pd., dan mantan Ketua Jurusan Drs. Himawan Wismanadi, M.Pd., telah memberikan ijin untuk menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- i. Kepala Laboratorium IKOR Jurusan Penkesrek Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, Dra. Noortje Anita K, M.Kes. yang telah memberikan ijin untuk pelaksanaan penelitian di laboratorium IKOR.
- j. M. Cholil Munif, dr.,AIF, staf pengajar Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah membantu dalam pengolahan data hasil penelitian dan memberikan bimbingan serta masukan selama penyusunan proposal dan tesis.
- k. Panitia penguji proposal dan tesis : Dr. Elyana Asnar, dr.,MS; Dr. Paulus Liben, dr.,MS; Prof. Dr. Soenarko Setyawan, dr.,MS; M. Cholil Munif, dr.,AIF, Choesnan Effendi, dr.,AIF dan Tjitra Wardani, dr.,MS., yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan tesis saya.
- l. Seluruh Dosen pengajar Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga dan Ilmu Faal yang banyak membantu selama menempuh pendidikan.
- m. Seluruh staf karyawan Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Unair yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama menempuh pendidikan.
- n. Seluruh staf pengajar dan karyawan di Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, khususnya Jurusan Penkesrek prodi IKOR yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama menempuh pendidikan.



- o. Tim A1 Jurusan Penkesrek Prodi IKOR, Erman, S.Pd, M.Pd dan Dra. Martini, M.Pd. yang telah menyediakan alat pengukur laktat sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
- p. Orang tuaku tercinta, Ir. Soemianto dan Ibunda Soemarmi, suami tercinta Ir. Iwan Suasana dan kedua buah hatiku tersayang M. Faridhudien Asyam dan Zahra Salma Ayu Arimbi atas segala kesempatan, pengertian, doa dan dukungan selama menjalani pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- q. Semua teman-temanku : pak Bambang, pak Ugik, pak Darwis, mbak Indri, mbak Hawin, mbak Purwo dan pak Joni serta teman-teman seangkatan yang lain, yang banyak membantu selama menjalani pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
- r. Kepada Pak Azis, Pak Nur Bawono, Bu Sivi dan teman-teman jurusan Penkesrek lainnya, yang banyak membantu pada pelaksanaan penelitian sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
- s. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian dan penyusunan tesis ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dengan segenap kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kekurangan.

Surabaya, Juni 2008

Penulis

## RINGKASAN

### **Hubungan $VO_2$ Max Dengan Kecepatan Pemulihan Asam Laktat Setelah Latihan Fisik Submaksimal**

Dita Yuliastrid

Prestasi Olahraga Indonesia tampak kurang menggembirakan apabila dilihat dari kurangnya prestasi Internasional yang berhasil diraih oleh para atlet Indonesia. Oleh karena itu penting bagi negara kita untuk menyeleksi atlet secara ilmiah.

Menyeleksi atlet dapat dimulai dengan seleksi kemampuan kapasitas aerobik ( $VO_2$  max), karena  $VO_2$  max mencerminkan tingkat kesegaran jasmani seseorang dan merupakan modal dasar bagi calon atlet berprestasi disamping motivasi dan gerak dasar.  $VO_2$  max yang tinggi dapat menghambat kelelahan yang disebabkan karena terakumulasinya asam laktat dalam darah. Daya tahan atlet selain diukur dari nilai ambilan oksigen maksimal juga bisa diprediksi dari peningkatan jumlah asam laktat darah. Peningkatan asam laktat dalam darah seringkali dijadikan parameter kualitas proses metabolisme atlet. Namun hubungan antara  $VO_2$  max dan kecepatan pemulihan asam laktat belum banyak dikaji.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan  $VO_2$  max dengan kecepatan pemulihan asam laktat setelah latihan fisik submaksimal.

Rancangan penelitian menggunakan *factorial pretest-posttest design*. Orang coba berusia 20-23 th, jumlah sampel 20 orang yang dibagi menjadi 2 kelompok, masing-masing kelompok 10 orang. Kelompok 1/*untrained* dengan  $VO_2 \max$  35-40 ml/kg/mnt dan kelompok 2/*trained* dengan  $VO_2 \max$  55-60 ml/kg/mnt. Masing-masing kelompok melakukan aktivitas fisik submaksimal (85% HRM) dengan *ergocycle*. Data kadar asam laktat darah diambil pada waktu sebelum aktivitas, setelah melakukan pemulihan 5 menit dan setelah melakukan pemulihan 15 menit yang diambil dari ujung jari.

Data yang didapat dari hasil penelitian kemudian diolah dengan menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, ANOVA uji homogenitas, uji ANAVA Univariate dan uji T *sample independent*, dengan taraf signifikansi 5% dan menggunakan program SPSS 10 uji secara komputerasi. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa : rerata kadar asam laktat awal kelompok 1=  $1,86 \pm 0,1955$  mMol/l dan kelompok 2= $1,55 \pm 0,2014$  mMol/l; rerata kadar asam laktat pemulihan 5 menit kelompok 1=  $6,61 \pm 0,4408$  mMol/l dan kelompok 2= $5,62 \pm 0,3994$  mMol/l; rerata kadar asam laktat pemulihan 15 menit kelompok 1=  $5,96 \pm 0,568$  mMol/l dan kelompok 2= $2,85 \pm 0,7821$  mMol/l. Rerata penurunan kadar asam laktat kelompok 1= $0,650 \pm 0,369$  mMol/l dan kelompok 2= $2,770 \pm 0,693$  mMol/l. Dan kecepatan penurunan kadar asam laktat kelompok 1= $6,5 \times 10^{-2} \pm 3,69 \times 10^{-2}$  mMol/l menit dan kelompok 2= $0,277 \pm 6,93 \times 10^{-2}$  mMol/lmenit. Hasil uji ANAVA univariate menunjukkan bahwa penurunan kadar asam laktat dan kecepatan pemulihan antara kelompok 1 dan kelompok 2 berbeda bermakna ( $p < 0,05$ ) dan nilai R *Square* = 0,836. Dengan demikian terdapat hubungan antara  $VO \max$  yang tinggi dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah dan

pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $VO_2$  *max* tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $VO_2$  *max* rendah.

## SUMMARY

### **Correlation between VO<sub>2</sub> Max and the Velocity of Lactic Acid**

#### **Recovery after Sub maximum Physical Exercises**

Dita Yuliastrid

Indonesian's athletes performance in sport is not satisfying. As we can see, our achievement in International does not show any significant progress. Therefore, it is important that we should select our athletes in a scientific way.

We can do it, as a start, by selecting aerobic capacity (VO<sub>2</sub> Max), because VO<sub>2</sub> reflects one's fitness level as a capital for a good athlete besides motivation and basic movement. A high VO<sub>2</sub> max can inhibits fatigue caused by accumulated lactic acid in blood. An athlete's endurance not only can be measured by maximum oxygen taken percentage but also can be predicted through the increased of blood lactic acid. The increase of lactic acid in blood is often used as the parameter of an athlete's metabolism process quality. Yet, the correlation between VO<sub>2</sub> max and the velocity of lactate acid recovery after sub maximum physical exercise has not much studied.

Thus, the objective of this research is to know the correlation between VO<sub>2</sub> max and the velocity of lactate acid recovery after sub maximum physical exercise.

This research used randomized pretest-pottest control group design. The samples were 20 people aged between 20-23. They were divided into two groups, each groups consisted of 10 persons. The first group (untrained) has  $VO_2$  max 35-40 ml/kg/min and the second (trained) has 55-60 ml/kg/min. Both groups did sub maximum physical exercise (85% HRM) using ergocycle. The blood lactic acid level was taken as the data from the fingertips three times; before the exercise, after 5 minutes and 15 minutes recovery.

The data was analyzed using descriptive statistics, normality tes, ANOVA homogeneity test, ANAKOVA and ANAVA same subject with 5% significant, using computerized SPSS 10 test program. The result showed that : the average of group 1's initial lactic acid was  $1.86 \pm 0.1955$  mMol/l and group 2 was  $1.55 \pm 0.2014$  mMol/l; the average lactic acid after 5 minutes recovery of group 1 was  $6.61 \pm 0.4408$  mMol/l and group 2 was  $5.62 \pm 0.3994$  mMol/l; after 15 minutes recovery, group 1 was  $5.96 \pm 0.568$  mMol/l and group 2 was  $2.85 \pm 0.7821$  mMol/l. The average decrease of group 1's lactic acid was  $0.650 \pm 0.369$  mMol/l and group 2 was  $2.770 \pm 0.693$  mMol/l. The pace of group 1's lactic acid decrease was  $6.5 \times 10^{-2} \pm 3.69 \times 10^{-2}$  mMol/l minutes and group 2 was  $0.277 \pm 6.93 \times 10^{-2}$  mMol/lminutes. The result of ANAVA univariate test showed that the difference of the lactic acid decrease and the recovery pace between group 1 and 2 was very significant ( $p < 0.05$ ) and R Square value was 0,836. Thus, there was corelation between  $VO_2$  max and the velocity of lactic acid recovery after sub maximum physical exercises ;and the recovery of blood lactic acid level after sub maximum physical exercise was faster in a group with 55-60 ml/kg/min of  $VO_2$  max than in a group with 35-40 ml/kg/min of  $VO_2$  max.



**ABSTRACT****Correlation between VO<sub>2</sub> Max and the Velocity of Lactic Acid****Recovery after Sub maximum Physical Exercises**

Dita Yuliasrid

The objective of this research is to find out the correlation between VO<sub>2</sub> max and the velocity of lactate acid recovery after sub maximum physical exercise. The samples were 20 people, divided into two groups, each groups consisted of 10 persons. The first group (untrained) had VO<sub>2</sub> max 35-40 ml/kg/min and the second (trained) had 55-60 ml/kg/min. Both groups did sub maximum physical exercise (85% HRM) using ergocycle. The blood lactic acid level was taken as the data from the fingertips three times; before the exercise, after 5 minutes and 15 minutes recovery. The result showed that : the average of group 1's initial lactic acid was  $1.86 \pm 0.1955$  mMol/l and group 2 was  $1.55 \pm 0.2014$  mMol/l; the average lactic acid after 5 minutes recovery of group 1 was  $6.61 \pm 0.4408$  mMol/l and group 2 was  $5.62 \pm 0.3994$  mMol/l; after 15 minutes recovery, group 1 was  $5.96 \pm 0.568$  mMol/l and group 2 was  $2.85 \pm 0.7821$  mMol/l. The average decrease of group 1's lactic acid was  $0.650 \pm 0.369$  mMol/l and group 2 was  $2.770 \pm 0.693$  mMol/l. The pace of group 1's lactate decrease was  $6.5 \times 10^{-2} \pm 3.69 \times 10^{-2}$  mMol/l minutes and group 2 was  $0.277 \pm 6.93 \times 10^{-2}$  mMol/lminutes. The result of ANAVA univariate test showed that the difference of the lactic acid decrease and the recovery pace between group 1 and 2 was very significant ( $p < 0.05$ ). To be concluded, there was corelation between VO<sub>2</sub> max and the velocity of lactic acid recovery after sub maximum physical exercises ;and the recovery of blood lactic acid level after sub maximum physical exercise was faster in a group with 55-60 ml/kg/min of VO<sub>2</sub> max than in a group with 35-40 ml/kg/min of VO<sub>2</sub> max.

Key words : VO<sub>2</sub> max, lactic acid, sub maximum physical exercises.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Sampul Depan .....	
Sampul Dalam.....	i
Prasyarat Gelar.....	ii
Persetujuan.....	iii
Penetapan Panitia Penguji.....	iv
Ucapan Terima Kasih.....	v
Ringkasan.....	ix
Summary.....	xii
Abstrak.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
DAFTAR SINGKATAN.....	xxii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan umum .....	3
1.3.2 Tujuan khusus .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4



BAB 2	TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1	Volume Oksigen Maksimum .....	5
2.1.1	Pengertian volume oksigen maksimum.....	5
2.1.2	Pengukuran volume oksigen maksimum.....	5
2.1.3	Faktor-faktor yang menentukan volume oksigen maksimum .....	9
2.2	Latihan.....	11
2.2.1	Pengertian latihan.....	11
2.2.2	Prinsip-prinsip dasar latihan.....	12
2.2.3	Intensitas latihan.....	13
2.2.4	Frekuensi latihan .....	14
2.2.5	Lama latihan ( <i>duration of training</i> ) .....	15
2.3	Sumber Energi dan Penyediaan Energi.....	15
2.3.1	Sumber energi .....	15
2.3.2	Sistem energi otot.....	16
2.4	Sistem Energi Pada Saat Istirahat dan Latihan Submaksimal.....	20
2.4.1	Sistem energi pada saat istirahat .....	20
2.4.2	Sistem energi pada saat latihan submaksimal .....	21
2.5	Asam Laktat .....	21
2.5.1	Latihan fisik dan asam laktat.....	22
2.5.2	Efek penumpukan asam laktat.....	23
2.5.3	Penyingkiran asam laktat .....	23
2.6	Pemulihan.....	24
2.6.1	Pemulihan oksigen .....	25
2.6.2	Penyingkiran asam laktat otot dan darah.....	26

<b>BAB 3</b>	<b>KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN .</b>	<b>28</b>
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian .....	28
3.2	Hipotesis Penelitian.....	30
<b>BAB 4</b>	<b>MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
4.1	Jenis Penelitian.....	31
4.2	Rancangan Penelitian .....	31
4.3	Populasi dan Sampel .....	32
4.3.1	Populasi .....	32
4.3.2	Sampel.....	32
4.3.3	Teknik pengelompokan .....	33
4.4	Variabel Penelitian .....	33
4.4.1	Definisi operasional variabel.....	34
4.5	Alat / Instrumen Penelitian.....	35
4.6	Lokasi dan Waktu penelitian.....	36
4.6.1	Lokasi penelitian .....	36
4.6.2	Waktu penelitian .....	36
4.7	Prosedur Pelaksanaan.....	36
4.7.1	Prosedur pengambilan data .....	36
4.8	Kerangka Operasional Penelitian.....	40
4.9	Teknik Analisis Data .....	41
<b>BAB 5</b>	<b>ANALISIS HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>42</b>
5.1	Data Penelitian .....	42
5.2	Analisis dan Hasil Penelitian.....	42
5.2.1	Hasil analisis deskriptif .....	42

5.2.2	Hasil uji normalitas distribusi .....	45
5.2.3	Hasil ANOVA uji homogenitas .....	46
5.2.4	Hasil Uji ANAVA univariate .....	47
<b>BAB 6</b>	<b>PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
6.1	Kadar Asam Laktat Darah Awal / Sebelum Aktivitas Fisik Submaksimal.....	52
6.2	Kadar Asam Laktat Darah 5 Menit Setelah Aktivitas Fisik Submaksimal.....	53
6.3	Penurunan Kadar Asam Laktat Darah 15 menit Setelah Aktivitas Fisik Submaksimal.....	55
<b>BAB 7</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>59</b>
7.1	Kesimpulan.....	59
7.2	Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>60</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Standar $VO_2$ submaksimal dengan tes <i>treadmill</i> .....	8
Tabel 2.2	Skala intensitas untuk <i>speed</i> dan <i>strength exercises</i> .....	14
Tabel 5.1	Hasil analisis deskriptif karakteristik orang coba pada kedua kelompok perlakuan.....	43
Tabel 5.2	Hasil analisis deskriptif karakteristik variabel kadar asam laktat darah pada kedua kelompok perlakuan.....	43
Tabel 5.3	Hasil analisis deskriptif karakteristik variabel penurunan kadar asam laktat darah dan kecepatan penurunan asam laktat pada kedua kelompok perlakuan.....	44
Tabel 5.4	Hasil uji normalitas variabel laktat awal, pemulihan 5 menit dan pemulihan 15 menit pada kedua kelompok perlakuan...	45
Tabel 5.5	Hasil uji normalitas distribusi ( $n=10$ ) variabel penurunan kadar asam laktat darah dan kecepatan penurunan kadar asam laktat darah pada kedua kelompok perlakuan...	45
Tabel 5.6	Hasil uji ANOVA variabel umur, tinggi badan, berat badan, denyut nadi dan Hb.....	46
Tabel 5.7	Hasil ANOVA uji homogenitas variabel laktat awal.....	47
Tabel 5.8	Hasil uji ANAVA univariate ( $n=20$ ) terhadap variabel penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat antar kelompok .....	47
Tabel 5.9	Nilai rerata penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat pada kedua kelompok perlakuan.....	48
Tabel 5.10	Hasil uji T <i>sample independent</i> variabel perubahan laktat pada kedua kelompok perlakuan.....	50

## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Struktur ATP .....	16
Gambar 2.2	Sumber ATP .....	17
Gambar 2.3	Pembentukan ATP dari kreatin fosfat dengan enzim kreatin fosfat kinase (CPK) .....	18
Gambar 2.4	Glikolisis aerobik dan anaerobik .....	20
Gambar 2.5	Waktu paruh pemusnahan asam laktat antara pemulihan yang dilakukan dengan aktivitas ringan dengan tanpa aktivitas / duduk .....	24
Gambar 4.1	Pengukuran $VO_2 max$ di GOR, Kampus UNESA Lidah Wetan.....	37
Gambar 4.2	Latihan fisik submaksimal dengan <i>ergocycle</i> .....	38
Gambar 4.3	Pengukuran kadar asam laktat darah.....	38
Gambar 5.1	Rerata perubahan laktat setelah latihan fisik submaksimal pada kelompok 1/ <i>untrained</i> dan 2/ <i>trained</i> .....	44
Gambar 5.2	Rerata penurunan laktat setelah latihan fisik submaksimal pada kelompok 1/ <i>untrained</i> dan 2/ <i>trained</i> .....	49
Gambar 5.3	Rerata kecepatan penurunan laktat setelah latihan fisik submaksimal pada kelompok 1/ <i>untrained</i> dan 2/ <i>trained</i> .....	49
Gambar 5.3	Rerata kecepatan penurunan laktat setelah latihan fisik submaksimal pada kelompok 1/ <i>untrained</i> dan 2/ <i>trained</i> .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Prosedur pengukuran $VO_2 \max$ dengan metode <i>Bleep Test / MFT</i> .....	64
Lampiran 2	Prosedur pengukuran kadar asam laktat darah.....	66
Lampiran 3	Data peserta orang coba.....	68
Lampiran 4	Hasil analisis deskriptif .....	70
Lampiran 5	Hasil uji normalitas distribusi.....	71
Lampiran 6	Hasil uji ANOVA dan uji ANAVA univariate.....	74
Lampiran 7	Hasil uji genaral linear model dan uji T.....	82
Lampiran 8	Jadwal kegiatan.....	91
Lampiran 9	Rincian biaya.....	92
Lampiran 10	<i>Informed consent</i> .....	93
Lampiran 11	Penjelasan dan informasi penelitian.....	94
Lampiran 12	Dokumentasi penelitian.....	95
Lampiran 13	Surat peminjaman alat.....	97
Lampiran 14	Surat pernyataan dekan.....	98

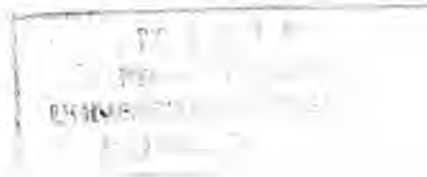
## DAFTAR SINGKATAN

$VO_2 \text{ max}$	:	Volume oksigen maksimum
MFT	:	Multi-stage Fitness Test
ST	:	Slow Twitch
FT	:	Fast Twich
ATP	:	Adenosine Triphosphate
ADP	:	Adenosine Diphosphate
ATP-PC	:	Adenosine Triphosphate-Phosphocreatine
Max HR	:	Maximal Heart Rate
IKOR	:	Ilmu Keolahragaan



# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang Masalah

Prestasi olahraga Indonesia tampak kurang menggembirakan apabila dilihat dari kurangnya prestasi internasional yang berhasil diraih oleh para atlet Indonesia (Kemenegpora, 2007). Oleh karena itu penting bagi negara kita untuk mencari jalan keluar dan menentukan metode-metode baru berlandaskan iptek olahraga dalam rangka keluar sebagai unggulan dari persaingan internasional yang makin ketat. Salah satunya adalah dengan cara menyeleksi atlet secara ilmiah (Siregar, 2003).

Menyeleksi atlet dapat dimulai dengan seleksi kemampuan kapasitas aerobik yang dimilikinya. Kapasitas aerobik seseorang dapat menggambarkan tingkat efektifitas tubuh untuk mendapatkan oksigen dan menyalurkannya ke otot-otot serta sel-sel lain untuk menghasilkan energi (Sumosardjuno, 1996). Jumlah oksigen yang dikonsumsi secara maksimal per menit atau daya aerobik maksimal disebut dengan  $VO_2 \text{ max}$  (Fox, 1993).  $VO_2 \text{ max}$  yang mencerminkan tingkat kesegaran jasmani seseorang adalah modal dasar bagi calon atlet berprestasi disamping motivasi dan gerak dasar (Widyah, 2003). Makin banyak oksigen yang digunakan berarti makin besar kapasitas aerobik seseorang sehingga mampu bekerja secara kontinyu tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan. Dengan kata lain mereka yang mempunyai  $VO_2 \text{ max}$  tinggi dapat melakukan lebih banyak aktivitas dibandingkan dengan mereka yang mempunyai  $VO_2 \text{ max}$  rendah (Isa, 2002).



$VO_2 \max$  penting untuk penampilan olahraga *endurance* (daya tahan) seperti renang 800 m dan 1500 m, balap sepeda 100 km, lari maraton, sepak bola dan jalan cepat 20 km.  $VO_2 \max$  merupakan faktor dominan untuk berprestasi, makin besar  $VO_2 \max$  seorang atlet maka semakin besar kemungkinannya untuk berprestasi pada cabang olahraga yang memerlukan ketahanan (Widyah, 2003), dan atlet yang mempunyai  $VO_2 \max$  yang rendah tidak mungkin dapat bersaing dengan atlet yang mempunyai  $VO_2 \max$  tinggi (Astrand, 1986). Nilai rata-rata  $VO_2 \max$  pria usia 20 th adalah 42 ml/kg/men sedangkan untuk pemain tim usia 20 th,  $VO_2 \max$  bisa mencapai 50 ml/kg/men, tetapi untuk atlet pelari jarak jauh internasional  $VO_2 \max$  bisa mencapai 80 ml/kg/men untuk pria dan 70 ml/kg/men untuk wanita (Widyah, 2003).

$VO_2 \max$  yang tinggi dapat memperlambat kelelahan yang disebabkan karena terakumulasinya asam laktat dalam darah (Astrand, 1986; Brooks, 1992). Kelelahan merupakan dampak fisiologis yang terjadi sebagai akibat kurangnya pasokan energi ke bagian tubuh yang sedang aktif. Akibatnya tubuh tidak dapat melakukan tugasnya secara optimal. Pada kondisi lelah ini, jumlah asam laktat yang diproduksi meningkat sebagai akibat dari tidak sempurnanya proses oksidasi karbohidrat dalam tubuh. Dengan demikian baik kelelahan maupun peningkatan jumlah asam laktat merupakan indikator dari tidak tersedianya energi dalam jumlah yang cukup yang dibutuhkan selama beraktivitas. Kelelahan merupakan indikator secara fisiologis sedangkan peningkatan jumlah asam laktat darah merupakan indikator secara biokimiawi yang menandai kurangnya pasokan oksigen ke dalam mitokondria (Shephard, 1982). Daya tahan atlet selain diukur dari nilai ambilan oksigen maksimal juga bisa diprediksi dari peningkatan jumlah

asam laktat darah. Secara fisiologis, daya tahan dapat dikatakan sebagai upaya untuk menunda tercapainya kelelahan secara dini. Peningkatan asam laktat dalam darah seringkali dijadikan parameter kualitas proses metabolisme atlet (Sudarso, 2004). Namun hubungan antara  $VO_2 \max$  dan kecepatan pemulihan asam laktat belum banyak dikaji.

Berdasarkan berbagai hal tersebut diatas maka perlu kiranya dilakukan penelitian tentang hubungan  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan asam laktat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah peneliti paparkan di depan, maka dapat di rumuskan pokok masalah sebagai berikut :

1. Apakah pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $VO_2 \max$  tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $VO_2 \max$  rendah?
2. Apakah ada hubungan antara  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan asam laktat setelah latihan fisik submaksimal

### 1.3.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Untuk membuktikan bahwa pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $VO_2 \max$  tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $VO_2 \max$  rendah.
2. Untuk membuktikan adanya hubungan antara  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah

### 1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat :

1. Manfaat akademis

Memberikan sumbangan dalam perkembangan Ilmu Olahraga di Indonesia pada umumnya dan untuk tenaga medis bidang olahraga dan pembina olahraga pada khususnya dalam pelaksanaan program latihan di lapangan.

2. Manfaat praktis

Digunakan sebagai acuan dalam menyusun program latihan, khususnya mempertahankan nilai  $VO_2 \max$  tetap tinggi agar pemulihan / penurunan kadar laktat darah lebih cepat.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Volume Oksigen Maksimum

##### 2.1.1 Pengertian volume oksigen maksimum

Volume oksigen maksimum ( $VO_2 \max$ ) atau nilai konsumsi oksigen adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi secara maksimal per menit atau sama dengan daya aerobik maksimal (Fox, 1993). Sedangkan menurut Holly (2004) dan Wilmore & Costill (1994)  $VO_2 \max$  adalah jumlah oksigen maksimum yang diambil dan digunakan tubuh selama olahraga maksimal atau melelahkan dan diukur dalam satuan ml/kg/mnt.

Sebagai contoh, bila lari menaiki beberapa bukit, akan menggunakan lebih banyak oksigen pada saat menaiki bukit kedua dibandingkan dengan bukit pertama. Demikian juga bukit ketiga akan menggunakan lebih banyak oksigen daripada bukit kedua. Tetapi pada suatu titik tertentu, akan tiba pada tingkatan dimana konsumsi oksigen tidak akan bertambah lagi. Ini adalah titik dimana seseorang dapat mengukur volume oksigen maksimum yang dapat ditampung tubuh (Isa, 2002).

##### 2.1.2 Pengukuran volume oksigen maksimum

Untuk menentukan besarnya  $VO_2 \max$  atau Kapasitas Aerobik Maksimal, maka oksigen yang digunakan harus diukur. Ada beberapa metode yang yang bisa digunakan untuk mengukur besarnya  $VO_2 \max$  baik secara langsung (*direct method*) maupun secara tidak langsung (*indirect method*).

Pengukuran  $VO_2 \max$  secara langsung hanya bisa dilaksanakan di laboratorium, yang memakan banyak waktu, tenaga dan biaya yang tinggi, maka sebagai alternatif lain yang lebih mudah, murah, dan lebih sederhana yaitu dengan cara menaksir banyaknya oksigen yang digunakan pada waktu kerja/latihan (Widyah, 2003).

Untuk pengukuran tidak langsung dapat menggunakan *treadmill* atau dengan *cycle ergometer* yaitu suatu pengukuran dengan menghitung jumlah denyut jantung waktu kerja (Sajoto, 1988). Selain kedua cara tersebut, pengukuran  $VO_2 \max$  secara tidak langsung dapat juga dengan menggunakan *Multi-stage Fitness Test* (MFT) atau 20 m *Shuttle Run Test*. Test ini juga dikenal sebagai Bleep-Test atau Yo-yo Test. Beberapa ahli menyatakan bahwa penafsiran  $VO_2 \max$  dengan metode ini merupakan tes  $VO_2 \max$  yang sah dan terpercaya (Leger dan Lambert, 1982). Keunggulan dari tes ini adalah selain pelaksanaannya mudah, biayanya lebih murah, tidak memakan banyak tempat dan waktu, juga dapat dilaksanakan dengan beberapa orang secara bersamaan.

Cara pengukuran volume oksigen maksimum ada beberapa cara, antara lain:

#### **1. Dengan menggunakan *treadmill***

Di dalam pengukuran dengan *treadmill*, cara pengukuran yang dilakukan dengan meningkatkan kecepatan *treadmill*; menaikkan ketinggian derajat *treadmill* dan meningkatkan kedua-duanya kecepatan dan derajat. Makin rendah denyut jantung terhadap aktivitas berat, makin baik keadaan kapasitas aerobik orang tersebut (Sajoto, 1988).

Ada dua cara untuk mengukur  $VO_2 \max$  dengan menggunakan *treadmill*, pertama adalah cara Bruce dan kedua adalah cara Balke, dimana dari kedua cara

ini, mempunyai hasil penilaian  $VO_2 \max$  hampir sama. Perbedaannya terletak dalam rata-rata waktu pencapaian titik maksimum, dimana cara Balke memakan waktu lebih lama dibanding cara Bruce (Sajoto, 1988).

#### **Cara Bruce :**

- a. Orang coba berjalan dengan kecepatan 1,7 mil/jam; elevasi atau kemiringan *treadmill* 10% pada menit 1 – 3.
- b. Setiap 3 menit kemudian, kecepatan ditambah, dan elevasi atau kemiringan ditambah 2%
- c. Demikian seterusnya sehingga orang coba tidak mampu lagi melanjutkan, karena kelelahan.

#### **Rumus perhitungan $VO_2 \max$ :**

Pertama, dicari dulu berapa besar  $VO_2$  Sub Maksimal dengan rumus :

$$VO_2 \text{ Sub Max} = 75 + (6 \times \% \text{ kemiringan}) \times \frac{\text{mph}}{60} \times 3,5$$

Kedua, mengerjakan hitungan  $VO_2 \max$ , dengan rumus :

$$VO_2 \max = VO_2 \text{ Sub Max} \times \frac{\text{Max HR} - 61}{\text{Sub Max HR} - 61}$$

Sebelum menghitung  $VO_2 \text{ Sub Max}$ , perlu diketahui dulu derajat kemiringan *treadmill* (%) dan kecepatan jalan atau lari dalam mil/jam (mph). Hal ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.



**Tabel 2.1 Standar VO<sub>2</sub> Sub Maximal dengan tes treadmill**

Kedudukan	menit	mph	% kemiringan	Kebutuhan	Energi
				VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	MET
<b>Cara Bruce</b>					
I	1-3	1.7	10	13.4	3.82
II	4-6	2.5	12	31.4	6.12
III	7-9	3.4	14	31.5	9.01

**Cara Balke :**

- a. Orang coba berjalan dengan kecepatan tetap 3,3 mil/jam; elevasi atau kemiringan treadmill 0% pada menit pertama
- b. Setiap 1 menit, dimulai dari menit ke-2 dan seterusnya, elevasi ditambah dengan 2%
- c. Demikian seterusnya, dengan kecepatan tetap ini, sampai orang coba tidak mampu lagi melanjutkan, karena kelelahan.

**2. Dengan menggunakan ergometer sepeda**

Cara ini menggunakan prinsip mekanika kerja rem sebagai beban kerja. Prinsip peningkatan kerja orang coba adalah dengan memperbesar tahanan pada roda, meningkatkan kecepatan pedal dan meningkatkan kedua-duanya. Cara yang dipakai NASA adalah dengan mengayuh sepeda pada kecepatan tetap 50 rpm (putaran permenit) dan menaikkan tahanan pada roda. Alat ini mahal karena semuanya serba komputer. Ergometer sepeda Monarch meletakkan beban pada roda sepeda, sedang Schwinn Biodyen memakai rem sepeda sebagai beban (Sajoto, 1988).

### 3. Dengan menggunakan *Multi-stage Fitness Test (MFT)* atau *20 m Shuttle Run Test*.

Pelaksanaannya adalah dengan menggunakan alat bantu *CD player* untuk memutar CD MFT atau *20 m Shuttle Run Test* sebagai signal saat berlangsung tes. CD tersebut sudah diset dengan rapi mulai dari informasi pelaksanaan tes, hingga signal tiap *level* dan *shuttle*. Orang coba berlari bolak-balik dalam jarak 20 meter dengan mengikuti signal dari CD. Pada saat permulaan test orang coba berlari pelan-pelan, hingga pada akhirnya orang coba harus berlari cepat untuk bisa mengikuti signal dari CD. Semakin lama orang coba melaksanakan tes, maka semakin tinggi *level* dan *shuttle* yang diperolehnya. Dengan demikian semakin besar pula kapasitas aerobik maksimalnya (Widyah, 2003).

#### 2.1.3 Faktor-faktor yang menentukan volume oksigen maksimum

Besarnya nilai  $VO_2 \max$  tergantung dari beberapa faktor seperti hereditas, usia, jenis kelamin, komposisi tubuh dan latihan fisik (Wilmore & Costill, 1994)

##### a. Hereditas

$VO_2 \max$  dipengaruhi oleh keturunan. Beberapa penelitian mengatakan bahwa orang yang kembar identik, nilai  $VO_2 \max$ nya hampir sama.  $VO_2 \max$  ditentukan oleh genetik sekitar 25% - 50% (Wilmore & Costill, 1994), 10%-30% (Mc. Ardle 1996) dan 20%-30% (Holly, 2004). Tanpa menghiraukan volume atau intensitas latihan. Genetik mempengaruhi  $VO_2 \max$  yang berhubungan dengan jantung, paru-paru dan pembuluh darah (Mc. Ardle 1996).

Perbedaan genetik dalam proporsi tipe serabut otot juga dapat menentukan nilai  $VO_2 \max$ . Serabut otot ST memiliki ciri jumlah mitokondria dan enzim



oksidatif lebih banyak daripada tipe serabut FT, sehingga orang yang punya tipe serabut ST lebih banyak, kapasitas respirasinya juga meningkat, akibatnya nilai  $VO_2 \max$  juga tinggi.

**b. Usia**

Usia mempengaruhi  $VO_2 \max$ , setelah mencapai usia 20-an,  $VO_2 \max$  turun secara perlahan-lahan. Di usia 55 tahun,  $VO_2 \max$  lebih kurang 27% lebih rendah dari usia 25 tahun, tetapi hal ini berbeda antara orang yang satu dengan yang lain. Mereka yang mempunyai banyak aktivitas  $VO_2 \max$  akan turun secara perlahan (Isa, 2002). Menurut Holly (2004), setelah usia 25 tahun  $VO_2 \max$  turun 1% tiap tahun.

**c. Jenis kelamin**

$VO_2 \max$  wanita mencapai puncaknya antara usia 13 – 15 tahun, tetapi untuk pria antara 18-22 tahun (Wilmore & Costill, 1994). Perbedaan nilai  $VO_2 \max$  ini berhubungan dengan ukuran tubuh yang berbeda antara pria dan wanita, dimana wanita cenderung lebih kecil daripada pria. Wanita umumnya mempunyai  $VO_2 \max$  15%-30% dibawah pria (Holly, 2004).

**d. Komposisi tubuh**

Walaupun  $VO_2 \max$  dinyatakan dalam beberapa mililiter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan, perbedaan komposisi tubuh seseorang menyebabkan konsumsi oksigen yang berbeda. Misalnya tubuh yang mempunyai presentase lemak tinggi, mempunyai konsumsi oksigen maksimum yang lebih rendah. Bila tubuhnya terdiri dari banyak otot, maka  $VO_2 \max$ nya akan tinggi (Isa, 2002).

### e. **Latihan Fisik**

Untuk meningkatkan  $VO_2 \max$  dapat dilakukan melalui latihan secara teratur dan berkelanjutan, seperti latihan interval dan latihan endurance, dengan kata lain  $VO_2 \max$  adalah indikator terbaik kapasitas endurance cardiorespiratory. Pernah dilaporkan bahwa peningkatan terjadi dari 4% - 93% dan untuk orang sedentary yang melakukan latihan terjadi peningkatan 15%-20% (Wilmore & Costill, 1994), dan dengan latihan atletik  $VO_2 \max$  dapat meningkat 6-20% (Holly, 2004).

Menurut Lamb (1984), konsumsi oksigen maksimal ditentukan oleh :

- a. Jantung, paru dan pembuluh darah harus berfungsi dengan baik, sehingga oksigen yang dihirup dan masuk ke paru bisa sampai ke darah.
- b. Proses pengangkutan oksigen ke jaringan-jaringan atau sel-sel aktif yang membutuhkan banyak oksigen.
- c. Jaringan-jaringan terutama otot, harus mempunyai kapasitas yang normal untuk menggunakan oksigen tersebut.

## 2.2 **Latihan**

### 2.2.1 **Pengertian latihan**

Latihan adalah suatu proses yang terprogram secara sistematis dalam mempersiapkan atlet pada tingkat penampilan tertinggi yang dilakukan berulang-ulang dengan beban latihan yang semakin meningkat (Bompa, 1994). Astrand (1986) menyatakan bahwa latihan fisik yang dilakukan secara teratur, sistematis dan berkesinambungan, serta dituangkan dalam suatu program latihan akan meningkatkan kemampuan fisik secara nyata.

### 2.2.2 Prinsip-prinsip dasar latihan

Suatu program latihan akan memberikan hasil yang maksimal apabila didasarkan pada prinsip-prinsip dasar latihan (Fox,1993 ; Bompa,1994).

Beberapa prinsip dasar latihan tersebut meliputi :

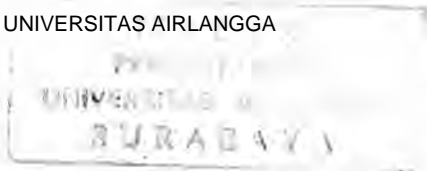
#### a. Prinsip beban berlebih (*the overload principles*)

Untuk mendapatkan efek latihan yang baik, organ tubuh harus diberi beban latihan yang melebihi beban yang biasa diterima dalam aktivitas sehari-hari. Beban latihan yang diberikan pada setiap atlet tidak sama (individual), dan bebannya mendekati maksimal. Beban pada waktu melakukan latihan memang harus merupakan beban yang lebih dari sebelumnya, agar kemampuan kardiovaskuler (jantung dan peredaran darah) dan kemampuan otot-otot rangka dapat berkembang terus. Konsep latihan dengan beban lebih terutama berhubungan erat dengan intensitas latihan (Fox, 1993; Sumosardjuno, 1990).

#### b. Prinsip beban bertambah (*the principles of system progressive resistance*)

Prinsip beban bertambah dapat dilakukan dengan cara meningkatkan beban latihan secara bertahap dalam suatu program latihan. Cara ini dapat dilakukan dengan jalan mengatur peningkatan intensitas, frekuensi dan lama latihan. Beban latihan ditingkatkan jika kemampuan tubuh semakin meningkat. Prinsip ini didasarkan pada kerja fisiologis tubuh, bahwa tubuh akan selalu beradaptasi terhadap keadaan atau stress yang diberikan asalkan beban yang diberikan tidak melampaui batas-batas toleransi tubuh (Fox, 1993).

Prinsip ini ditekankan pada latihan yang progresif, misalnya seorang atlet biasa berlatih sampai 65-75% dari kemampuannya selama 20-30 menit, harus mencoba memperpanjang kemampuannya sampai 50-75 menit dari intensitas



yang sama, dengan harapan terjadi kenaikan atas penampilan keseluruhannya (Sumosardjuno, 1990).

**c. Prinsip kekhususan (*the principles of specificity*)**

Prinsip kekhususan harus diterapkan dalam suatu program latihan sehingga dapat memberikan hasil yang optimal. Prinsip kekhususan meliputi beberapa aspek, antara lain : (1) kekhususan terhadap kelompok otot yang dilatih, (2) kekhususan terhadap pola gerakan yang dibutuhkan dalam suatu cabang olahraga, (3) kekhususan terhadap system energi utama yang digunakan (*predominant energy system*), (4) kekhususan terhadap sudut sendi yang terlibat dalam suatu gerakan, dan (5) kekhususan terhadap jenis kontraksi ototnya (Brooks, 1984; Fox, 1993).

**d. Prinsip individual (*the principles of individuality*)**

Prinsip ini didasarkan bahwa setiap orang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, baik secara fisik maupun secara psikologis. Oleh karena itu latihan yang diberikan harus disesuaikan dengan tingkat kesegaran seseorang dan tujuan yang hendak dicapai (Fox, 1993).

### **2.2.3 Intensitas latihan**

Intensitas latihan adalah seberapa keras kita melakukan latihan, khususnya latihan yang bersifat aerobik (Sumosardjuno, 1990), apabila intensitas latihan tidak memadai, maka pengaruhnya sangat kecil bahkan bisa tidak ada pengaruh yang diperoleh dari latihan yang dilakukan. Sebaliknya jika intensitas diberikan terlalu tinggi, dapat menyebabkan cedera atau sakit (Bompa, 1994). Parameter yang dapat digunakan untuk menentukan intensitas latihan adalah denyut nadi, asam laktat darah dan ambang rangsang anaerobik (Janssen, 1987; Fox, 1993).

Suatu metode latihan untuk menentukan intensitas latihan adalah berdasarkan penentuan denyut nadi maksimal (*maximum heart rate*). Denyut nadi maksimal merupakan jumlah denyut jantung yang dicapai per menit waktu melakukan kerja maksimal. Selanjutnya dikatakan pula bahwa, denyut nadi maksimal ditentukan dengan melibatkan seseorang pada tingkat maksimal (Fox, 1993). Rumus untuk mencari prediksi denyut nadi maksimal adalah :

$$HR_{max} = 220 - \text{umur}$$

**Tabel 2.2** Skala intensitas untuk *speed* dan *strength exercises*

<b>Intensity Number</b>	<b>Percentage of One's Maximal Performance</b>	<b>Intensity</b>
1	30-50%	<i>Low</i>
2	50-70%	<i>Intermediate</i>
3	70-80%	<i>Medium</i>
4	80-90%	<i>Submaximal</i>
5	90-100%	<i>Maximal</i>
6	100-105%	<i>Supermaximal</i>

#### 2.2.4 Frekuensi latihan

Frekuensi latihan adalah banyaknya latihan yang dilakukan selama seminggu (Fox, 1993). Penentuan frekuensi latihan tergantung dari status kesehatan dan kesegaran jasmani atlet yang akan dilatih. Agar diperoleh peningkatan kualitas komponen kondisi fisik, maka frekuensi latihan sebaiknya dilakukan 3-5 kali perminggu, dan didasarkan pada prinsip latihan hari berat dan hari ringan sesuai dengan tujuan latihan (Bompa, 1994).



Menurut Fox (1993) frekuensi latihan 3-5 kali perminggu cukup efektif untuk endurance, sedangkan menurut Wilmore dan Costill (1994), frekuensi untuk meningkatkan kapasitas endurance antara 5-7 kali perminggu.

### **2.2.5 Lama latihan (*duration of training*)**

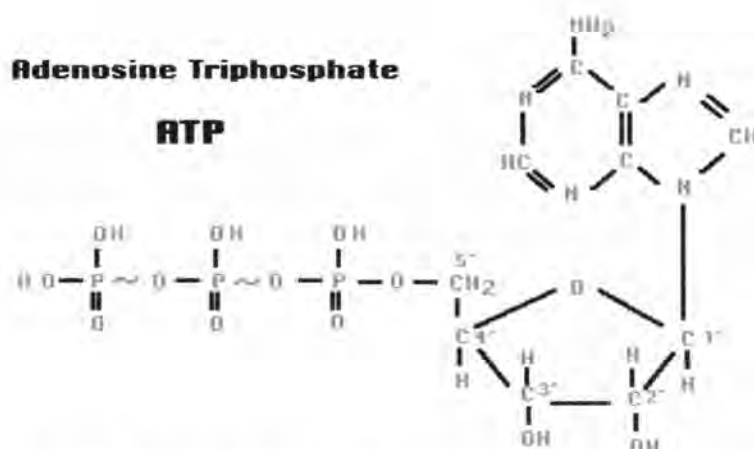
Lama latihan atau durasi adalah waktu yang digunakan untuk setiap latihan. Menurut Fox (1993), durasi tergantung dari intensitas latihan, semakin rendah intensitasnya, maka waktu latihan semakin panjang. Untuk non-atlet direkomendasikan melakukan latihan intensitas rendah sampai sedang dengan durasi yang lama (misal latihan dengan 70% THR selama 60 menit lebih baik daripada 90% THR selama 15 menit).

## **2.3 Sumber Energi dan Penyediaan Energi**

### **2.3.1 Sumber energi**

Energi adalah kapasitas atau kemampuan untuk melakukan kerja/aktivitas (Brooks, 1984; Fox, 1993). Semakin tinggi aktivitas maka transfer energi juga akan meningkat (Mc. Ardle, 1986). Namun semua energi yang digunakan dalam proses biologi, sebenarnya berasal dari matahari, yang oleh tumbuhan hijau diubah menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat, selulosa, lemak dan protein (Fox, 1993).

Bahan-bahan makanan yang kita makan dalam tubuh diubah menjadi ikatan energi tinggi yang disebut ATP (*adenosine triphosphate*) dan disimpan di dalam otot (Guyton, 1996). ATP sendiri dibentuk oleh satu molekul adenosin dan 3 molekul fosfat (Ganong, 1996).

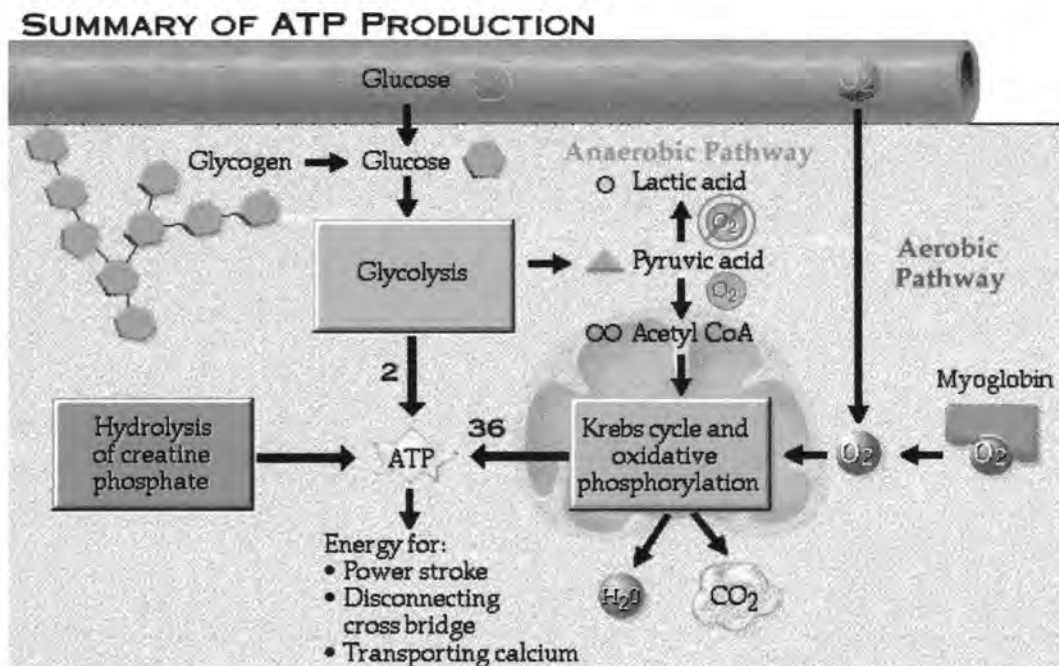


Gambar 2.1 : Struktur ATP (Kimball, 1983)

Untuk dapat membuat otot berkontraksi dan berelaksasi dibutuhkan ATP. Zat ini merupakan suatu senyawa yang selama aktivitas otot diubah menjadi ADP (*adenosine diphosphate*) sambil menghasilkan energi siap pakai untuk otot tersebut. Namun jumlah ATP dalam otot-otot terbatas, (Jansen, 1987), akan tetapi suplai ATP harus berlangsung terus-menerus agar tubuh dapat melakukan aktivitas fisik dalam waktu yang lama.

### 2.3.2 Sistem energi otot

Untuk melakukan aktivitas, otot menyimpan sejumlah ATP dan mempunyai sistem dalam membentuk kembali ATP yang telah terpakai. Diantara sel-sel tubuh, sel otot merupakan sel yang paling banyak menimbun ATP, walaupun jumlahnya terbatas. Proses pembentukan kembali ATP dalam otot dapat diperoleh melalui 3 cara sebagai berikut : (1) sistem ATP-PC (*phosphagen system*); (2) sistem glikolisis anaerobik (*lactic acid system*) dan (3) sistem aerobik (*aerobic system*)

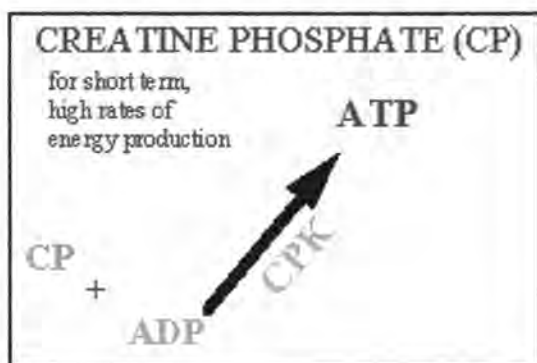


Gambar 2.2 : Sumber ATP (Dewitt, 2005)

### 1. Sistem ATP-PC (*phosphagen system*)

Bila otot berkontraksi atau berelaksasi secara berulang-ulang, maka ATP harus terus dibentuk kembali. Sumber energi pertama yang digunakan untuk menyusun kembali ATP adalah substansi kreatin fosfat yang membawa ikatan fosfat berenergi tinggi yang serupa dengan ATP. Ikatan fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat memiliki jumlah energi bebas yang sedikit lebih tinggi daripada yang dimiliki oleh ikatan ATP. Karena itu kreatin fosfat segera dipecahkan dan pelepasan energi menyebabkan terikatnya sebuah ion fosfat baru pada ADP untuk menyusun kembali ATP. Namun jumlah total kreatin fosfat juga sangat kecil, hanya sekitar lima kali lebih besar daripada ATP. Karena itu kombinasi energi dari ATP cadangan dan kreatin fosfat di dalam otot masih dapat menimbulkan kontraksi otot maksimal hanya untuk 5 sampai 8 detik (Guyton, 1996).





Gambar 2.3: Pembentukan ATP dari Kreatin Fosfat dengan Enzim Kreatin Fosfat Kinase (CPK) (Nismat, 2005)

Sistem fosfagen merupakan sumber energi yang dapat digunakan secara cepat yang diperlukan untuk cabang olahraga yang memerlukan kecepatan. Alasan yang menunjang pernyataan tersebut adalah : (1) sistem fosfagen tidak tergantung pada reaksi kimia yang panjang, (2) sistem fosfagen tidak memerlukan oksigen pada proses kimianya dan (3) ATP – PC tertimbun dalam mekanisme kontraktile dalam otot (Fox, 1993).

## 2. Sistem asam laktat (Glikolisis Anaerobik)

Setelah cadangan ATP – PC habis dan tidak tersedia cadangan oksigen yang cukup, maka pembentukan ATP masih dapat dilakukan dengan cara pemecahan glikogen yang disebut sebagai glikolisis anaerobik. Proses ini lebih rumit karena memerlukan 11 macam reaksi kimiawi secara berurutan, sehingga pembentukan energi berjalan lebih lambat dan lebih rumit jika dibandingkan dengan sistem ATP – PC (Patellongi, 2000).

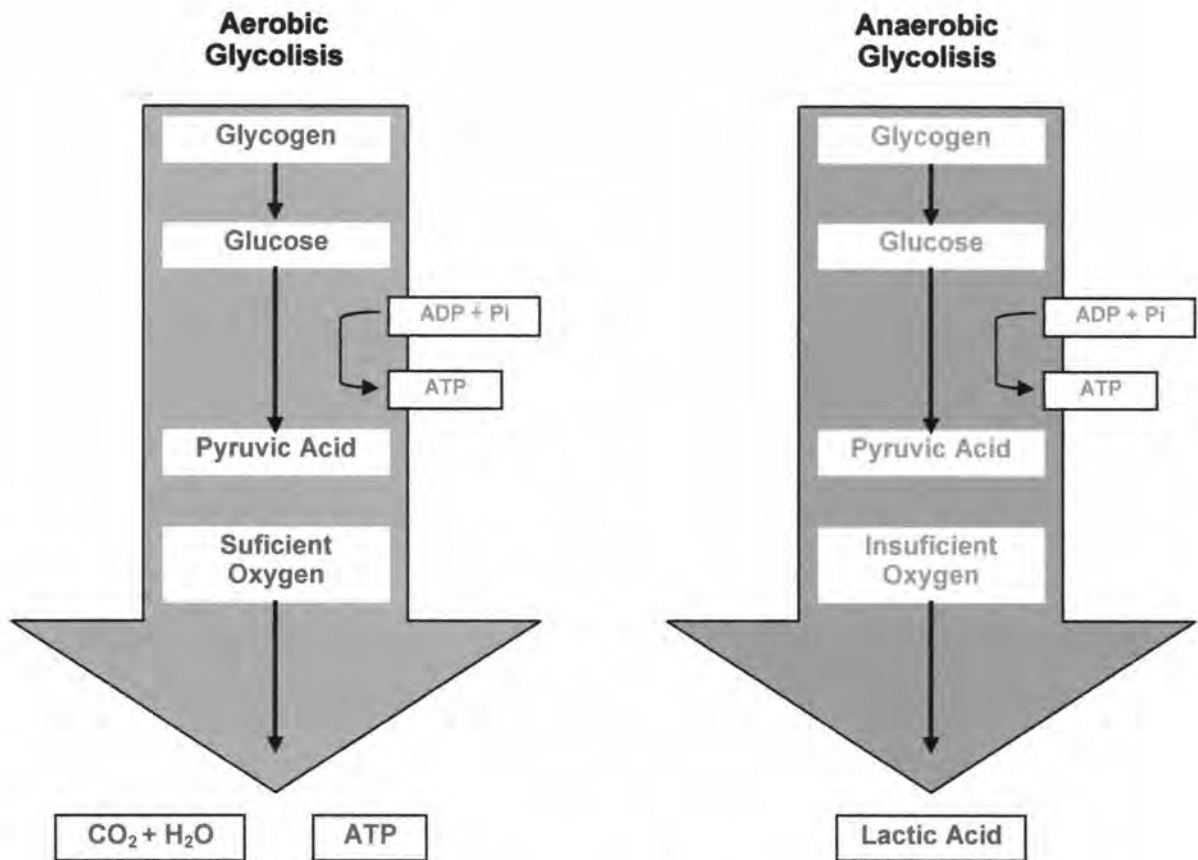
Asam laktat yang terbentuk dalam glikolisis anaerobik ini akan menurunkan pH (meningkatkan keasaman) dalam otot maupun darah. Perubahan pH ini akan menghambat kerja enzim-enzim atau reaksi kimia dalam sel tubuh, terutama dalam sel otot tersebut sehingga menyebabkan kontraksi otot bertambah lemah

dan akhirnya mengalami kelelahan. Adapun ciri-ciri dari sistem asam laktat ini menurut Fox (1993) adalah sebagai berikut :

- a. Menghasilkan pembentukan asam laktat yang menyebabkan kelelahan otot
- b. Tidak membutuhkan oksigen
- c. Hanya menggunakan karbohidrat sebagai bahan bakar, baik dalam bentuk glikogen maupun glukosa.
- d. Memberikan energi untuk resintesis beberapa molekul ATP saja

### **3. Sistem aerobik (Glikolisis Aerobik)**

Sumber energi aerobik terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein. Berdasar sumber energinya maka sistem aerobik yang berlangsung di dalam otot meliputi : oksidasi karbohidrat, oksidasi asam lemak dan protein yang tersimpan di dalam sel (Fox, 1993). Proses oksidasi berlangsung dalam mitokondria melalui serangkaian reaksi kimia dalam siklus Krebs dan sistem transport elektron (Guyton, 1996). Apabila mitokondria memiliki oksigen yang cukup tersedia, maka glikogen dan glukosa di dalam sitoplasma akan diubah menjadi asam piruvat dan akan masuk di dalam mitokondria. Asam piruvat bersama-sama dengan Coenzym-A akan membentuk Asetil CoA. Asetil CoA bersama-sama dengan oksaloasetat akan membentuk asam sitrat yang selanjutnya akan mengalami serangkaian reaksi kimia yang berlangsung di dalam siklus Krebs dan sistem transport elektron. Glikolisis aerobik akan menghasilkan energi yang jauh lebih besar jika dibandingkan glikolisis anaerobik.



Gambar 2.4: Glikolisis Aerobik dan Anaerobik (Fox, 1993)

## 2.4 Sistem Energi Pada Saat Istirahat dan Latihan Submaksimal

### 2.4.1 Sistem energi pada saat istirahat

Pada saat istirahat, semua sel-sel tubuh mampu mencukupi kebutuhan oksigennya melalui sistem transportasi oksigen. Kira-kira 2/3 dari kebutuhan energi dipenuhi dari hasil pembakaran lemak dan 1/3-nya dipenuhi dari karbohidrat. Pada waktu istirahat kita tidak membutuhkan gerakan-gerakan yang cepat ataupun yang memerlukan kekuatan, sehingga sistem resintesa ATP diproses melalui sistem aerobik (Fox, 1993).

#### 2.4.2 Sistem energi pada saat latihan submaksimal

Pada latihan submaksimal ini, sistem yang berperan menyediakan energi adalah 70% berasal dari sistem glikolisis anaerobik dan 30% dari sistem aerobik (Bompa, 1994). Pada latihan submaksimal, bahan bakar utama mula-mula karbohidrat dan selanjutnya makin lama bergeser ke lemak. Pergeseran ini terjadi secara bertahap sejak simpanan glikogen di otot dan di hati mulai menyusut (Fox, 1993).

#### 2.5 Asam Laktat

Asam laktat merupakan metabolit yang menyebabkan kelelahan dan diproduksi dari sistem asam laktat / glikolisis anaerobik sebagai akibat pemecahan glukosa yang tidak sempurna (Fox, 1993). Akumulasi asam laktat dapat terjadi selama melakukan latihan dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang singkat, hal ini disebabkan karena produksi asam laktat lebih tinggi daripada pemusnahannya (Brooks, 1984).

Dalam tubuh, asam laktat diproduksi secara terus-menerus dalam sitoplasma. Meskipun demikian jumlah asam laktat dalam tubuh relatif tetap. Pada orang sehat dalam keadaan sedang istirahat, jumlah asam laktat sekitar 1-2 mM/l (Jansen, 1987; Human Kinetics, 2004), 1-1,8 mM/l (Fox, 1993).

Jalur metabolisme yang menghasilkan asam laktat dalam tubuh adalah jalur Emden-Mayerhoff (jalur E-M). Asam laktat dibuat dari asam piruvat dengan bantuan katalis *lactate dehydrogenase*. Berdasarkan siklus Cori, asam laktat yang diproduksi melalui jalur E-M dalam sitoplasma akan berdifusi ke dalam darah dan diangkut ke hati untuk diubah kembali menjadi asam piruvat. Di hati asam laktat

#### 2.4.2 Sistem energi pada saat latihan submaksimal

Pada latihan submaksimal ini, sistem yang berperan menyediakan energi adalah 70% berasal dari sistem glikolisis anaerobik dan 30% dari sistem aerobik (Bompa, 1994). Pada latihan submaksimal, bahan bakar utama mula-mula karbohidrat dan selanjutnya makin lama bergeser ke lemak. Pergeseran ini terjadi secara bertahap sejak simpanan glikogen di otot dan di hati mulai menyusut (Fox, 1993).

#### 2.5 Asam Laktat

Asam laktat merupakan metabolit yang menyebabkan kelelahan dan diproduksi dari sistem asam laktat / glikolisis anaerobik sebagai akibat pemecahan glukosa yang tidak sempurna (Fox, 1993). Akumulasi asam laktat dapat terjadi selama melakukan latihan dengan intensitas yang tinggi dalam waktu yang singkat, hal ini disebabkan karena produksi asam laktat lebih tinggi daripada pemusnahannya (Brooks, 1984).

Dalam tubuh, asam laktat diproduksi secara terus-menerus dalam sitoplasma. Meskipun demikian jumlah asam laktat dalam tubuh relatif tetap. Pada orang sehat dalam keadaan sedang istirahat, jumlah asam laktat sekitar 1-2 mM/l (Jansen, 1987; Human Kinetics, 2004), 1-1,8 mM/l (Fox, 1993).

Jalur metabolisme yang menghasilkan asam laktat dalam tubuh adalah jalur Emden-Mayerhoff (jalur E-M). Asam laktat dibuat dari asam piruvat dengan bantuan katalis *lactate dehydrogenase*. Berdasarkan siklus Cori, asam laktat yang diproduksi melalui jalur E-M dalam sitoplasma akan berdifusi ke dalam darah dan diangkut ke hati untuk diubah kembali menjadi asam piruvat. Di hati asam laktat

akan diubah menjadi glukosa yang kemudian diangkut oleh darah menuju otot untuk diolah menjadi energi atau disimpan sebagai glikogen.

Batas toleransi terhadap ketinggian konsentrasi asam laktat pada otot dan darah selama melakukan aktivitas latihan fisik tidak diketahui secara pasti. Namun demikian, toleransi kadar asam laktat pada manusia diperkirakan mencapai di atas 20mM/l darah dan 25mM kg/berat otot basah, dan bahkan bisa mencapai di atas 30 mM/l pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi (Gollnick, 1986).

### **2.5.1 Latihan fisik dan asam laktat**

Pada saat melakukan latihan, terutama yang berintensitas tinggi, jumlah energi yang diperlukan sangat besar dalam waktu yang relatif singkat. Persediaan energi dalam bentuk ATP, akan digunakan secara besar-besaran untuk mendukung aktivitas tersebut. Agar terjadi kesetimbangan energi dalam tubuh dan untuk menjaga kestabilan fungsi seluruh aktivitas basal tubuh maka bahan-bahan cadangan energi, seperti lemak dan glikogen akan dioksidasi untuk menghasilkan energi. Dalam kondisi ini pasokan oksigen sebagai oksidator utama harus mencukupi kebutuhan. Kemampuan atlet dalam memasok molekul oksigen dari udara dalam tubuhnya haruslah besar (Sudarso, 2004). Pada latihan maksimal selama 30-120 detik, kadar laktat bisa mencapai 15-25 mM yang diukur setelah latihan 3-8 menit, peningkatan kadar laktat yang tinggi mengindikasikan terjadinya iskemia dan hipoksia (Goodwin, 2007)

Akan tetapi pada latihan yang submaksimal akan menyebabkan penurunan akumulasi asam laktat terutama pada latihan daya tahan. Penurunan akumulasi asam laktat akan menyebabkan ambang anaerobik meningkat. Hal ini disebabkan



karena sistem anaerobik sangat tergantung pada kecepatan pembentukan asam laktat (Fox, 1993).

### **2.5.2 Efek penumpukan asam laktat**

Kadar asam laktat yang tinggi dapat timbul sebagai akibat beban kerja yang berat, hal ini karena ketidakmampuan sistem pemasok energi aerobik, sehingga suplai energi dari sumber energi anaerobik mendominasi (Jansen, 1987). Akumulasi asam laktat selama berolahraga tidak hanya berasal dari bagian otot yang sedang aktif bekerja. Otot-otot lain yang kurang aktif pada saat melakukan aktivitas fisik juga terjadi produksi asam laktat (Brooks, 1992).

Peningkatan kadar asam laktat dalam otot dan darah akan berdampak kurang menguntungkan bagi aktivitas sel akibat terganggunya kinerja sejumlah enzim yang bekerja pada pH netral atau basa sebagai katalis pada berbagai proses metabolisme. Hal ini tentu saja akan semakin mengganggu aktivitas sel dalam memproduksi energi untuk menunjang aktivitas tubuh (Sudarso, 2004).

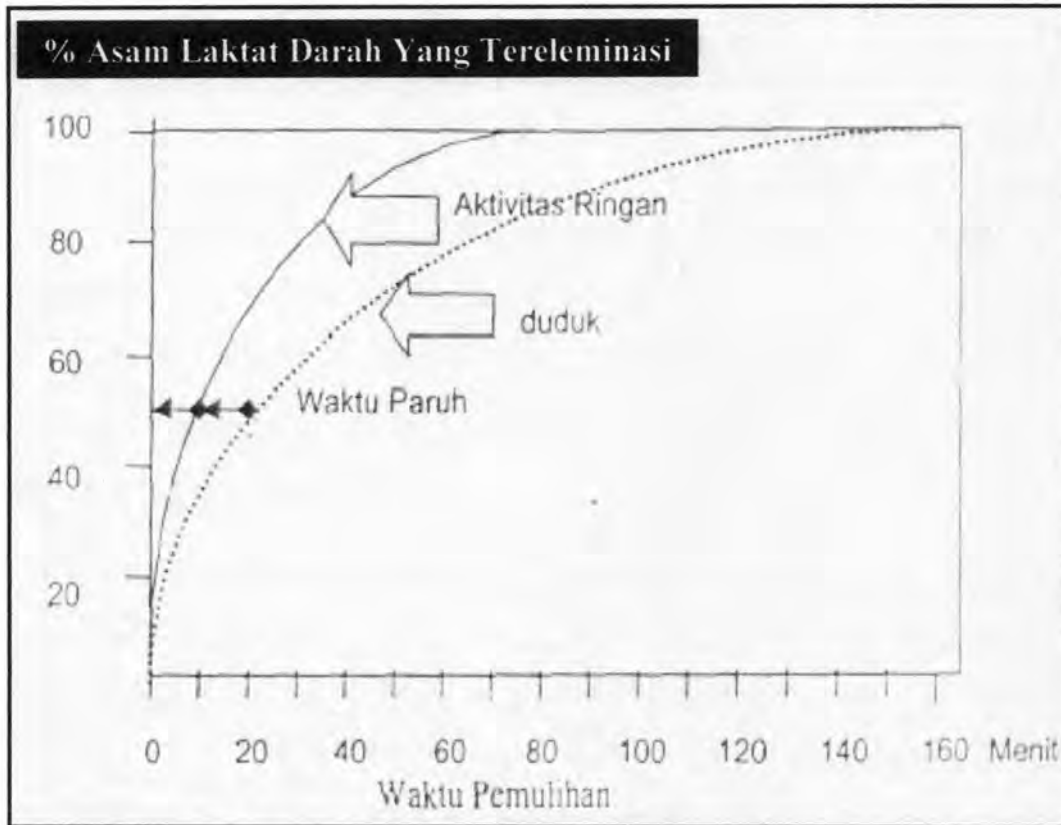
Lingkungan asam (pH rendah) dapat menyebabkan gangguan pada berbagai mekanisme sel otot seperti : (a) menghambat kerja enzim aerobik sehingga menurunkan kapasitas ketahanan aerobik, (b) menghambat terbentuknya kreatin fosfat, sehingga mengganggu koordinasi dalam gerakan olahraga, (c) muncul lubang-lubang kecil pada jaringan otot, yang dapat menyebabkan kenaikan kadar urea, (d) memperlambat oksidasi lemak (Jansen, 1987).

### **2.5.3 Penyingkiran asam laktat**

Penyingkiran asam laktat dari darah terutama berlangsung pada periode *recovery* setelah melakukan latihan berintensitas tinggi. Namun rumusan matematikanya belum diketahui secara pasti. Waktu paruh proses eliminasi laktat



dari darah berkisar antara 10-15 menit. Eleminasi laktat pada orang yang terlatih lebih cepat daripada orang yang tidak terlatih (Sudarso, 2004).



Gambar 2.5 Waktu Paruh Pemusnahan Asam laktat antara Pemulihan yang Dilakukan dengan Aktivitas Ringan dengan Tanpa Aktivitas/duduk (Patellongi, 2000)

## 2.6 Pemulihan

Proses yang terjadi selama pemulihan dari suatu latihan fisik sama pentingnya dengan proses selama latihan fisik itu sendiri. Pemulihan yang tidak sempurna antara satu latihan fisik dengan latihan fisik lainnya atau antara satu pertandingan dengan pertandingan lainnya pada akhirnya akan menurunkan kinerjanya (Patellongi, 2004). Pada masa pemulihan akan terjadi pula pemulihan cadangan energi, pemulihan cadangan glikogen dan pemusnahan asam laktat darah dan otot (Fox, 1993).

### 2.6.1 Pemulihan oksigen

Pemulihan oksigen atau hutang oksigen (*the oxygen debt*) merupakan konsep untuk menggambarkan berbagai kejadian selama proses pemulihan, lebih daripada hanya sekedar pergantian oksigen yang dipinjam dari berbagai tempat dalam tubuh selama latihan fisik yang melelahkan. Ini didefinisikan sebagai besarnya konsumsi oksigen selama pemulihan setelah melakukan latihan dikurangi besarnya konsumsi oksigen pada keadaan istirahat biasa selama selang waktu yang sama (Patelongi, 2004).

Kelebihan oksigen yang harus dikonsumsi tersebut selain digunakan untuk memulihkan cadangan oksigen tubuh, juga digunakan untuk membentuk kembali sistem fosfagen yang telah dipakai saat kerja fisik yang dikenal sebagai hutang oksigen tanpa laktat (*alactacid oxygen debt* atau *alctacid fast component*) dan juga digunakan untuk pemulihan sistem asam laktat dan selanjutnya disebut hutang oksigen asam laktat (*lactacid oxygen debt* atau *lactacid slow component*). Hal ini disebabkan karena baik pemulihan cadangan sistem fosfagen maupun pemulihan sistem asam laktat, semuanya melalui proses metabolisme oksidatif di mitokondria (sistem aerobik).

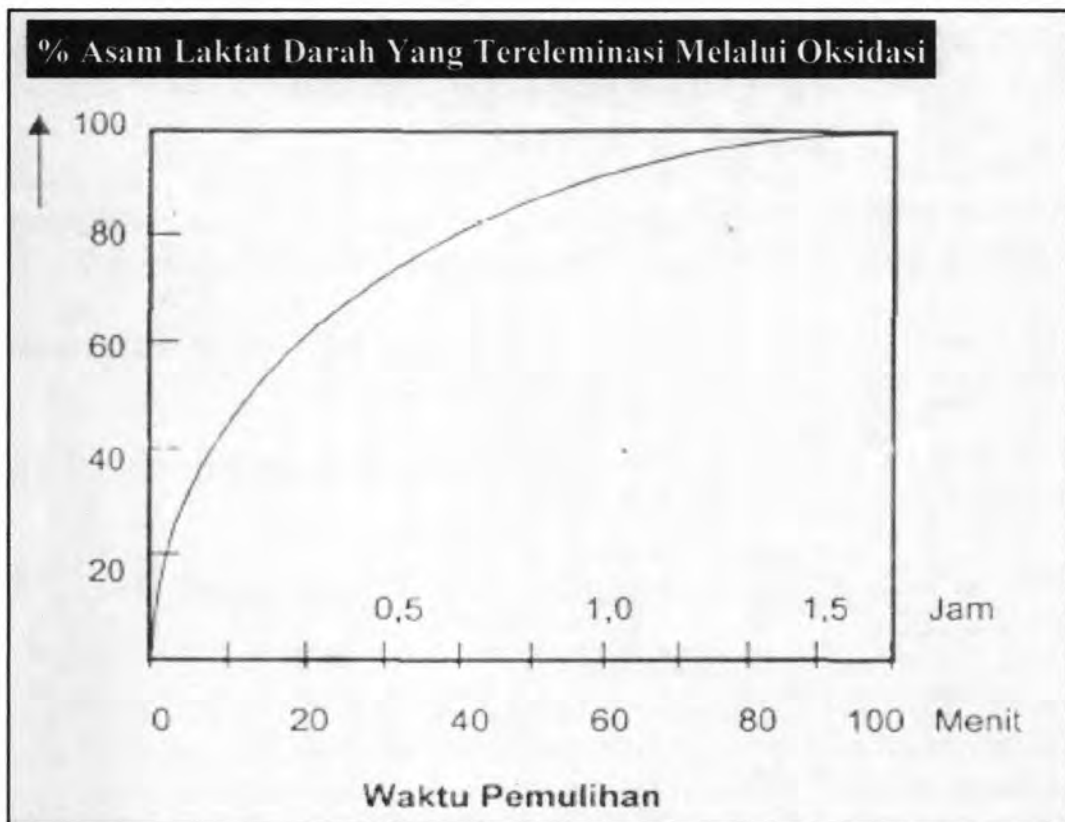
Energi dari kreatinfosfat (PC) dapat digunakan untuk membentuk kembali ATP, demikian juga dengan energi dari sistem glikogen-asam laktat dapat digunakan kembali untuk membentuk baik fosfokreatin maupun ATP. Selanjutnya energi dari metabolisme oksidatif di mitokondria digunakan untuk membentuk kembali semua sistem yang lain, yakni sistem ATP-PC dan sistem glikogen-asam laktat.

### 2.6.2 Penyingkiran asam laktat otot dan darah

Penyingkiran asam laktat dari otot dan darah setelah kerja fisik yang melelahkan tergantung dari aktivitas fisik yang dilakukan pada saat pemulihan. Menurut Fox (1993), penyingkiran asam laktat dapat terjadi karena beberapa hal yaitu :

1. Asam laktat akan dikeluarkan lewat urine dan keringat, akan tetapi dengan cara ini selama fase pemulihan jumlahnya sangat sedikit.
2. Sebagian kecil laktat akan diubah menjadi glukosa atau glikogen di dalam hati dan otot. Resintesis glikogen di otot dan di hati jauh lebih lambat dibandingkan dengan penggusuran laktat, disamping itu besarnya perubahan dalam kadar glukosa darah selama masa pemulihan juga kecil. Oleh karena itu perubahan laktat menjadi glukosa dan glikogen hanya mencukupi sebagian kecil dari laktat seluruhnya yang disingkirkan.
3. Sebagian kecil laktat juga dibentuk menjadi asam amino (alanin). Karbohidrat termasuk laktat, secara kimia dapat diubah menjadi asam amino (alanin) dalam tubuh. Akan tetapi, dalam hal ini relatif sedikit laktat yang diubah menjadi asam amino selama periode pemulihan.
4. Laktat akan dioksidasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Laktat yang dihasilkan oleh otot aktif dengan aliran darah yang baik dapat dikeluarkan dari sel-sel otot yang aktif untuk masuk ke dalam aliran darah dan dioksidasi ke jaringan otot yang lain seperti, otot jantung, otak, hepar dan ginjal. Dengan adanya oksigen, laktat dikonversi menjadi asam piruvat dan kemudian menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang kemudian masuk dalam siklus Krebs dan sistem transpor elektron.

Asam laktat darah yang disingkirkan selama masa pemulihan dari suatu latihan yang melelahkan dengan cara dioksidasi melalui sistem aerobik adalah sekitar 50% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit dan sekitar 95% setelah 60 menit (Gambar 2.6).

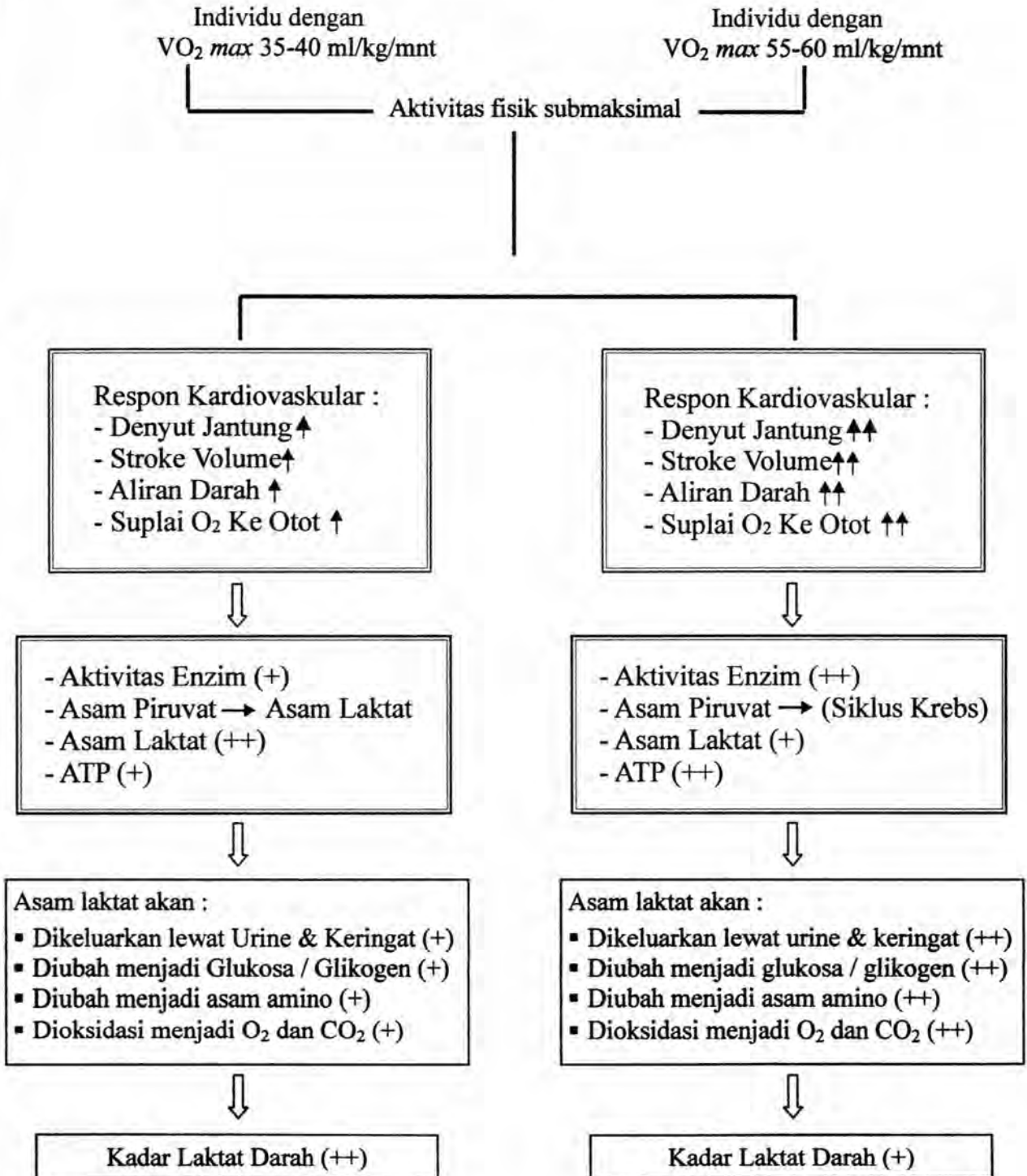


Gambar 2.6 Kecepatan Pelunasan Hutang Laktat melalui Oksidasi selama Pemulihan Setelah Latihan Fisik Yang Melelahkan (Patellongi, 2000)

**BAB 3**

**KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN**

**3.1 Kerangka Konseptual Penelitian**



**Keterangan kerangka konseptual :**

Daya tahan atlet sangat erat kaitannya dengan ketersediaan oksigen sebagai oksidator utama dalam metabolisme seluler untuk menghasilkan energi. Prestasi seorang atlet ditentukan oleh kemampuan untuk menggunakan oksigen secara maksimal /  $VO_2 \max$ . Dengan latihan yang intensif dan dosis yang tepat  $VO_2 \max$  dapat meningkat. Makin tinggi  $VO_2 \max$  seseorang, maka makin banyak oksigen yang digunakan dalam tubuhnya, sehingga dapat melakukan aktivitas yang tinggi tanpa cepat merasa lelah.

Kelelahan yang terjadi sebagai akibat dari penumpukan asam laktat baik dalam darah maupun dalam otot. Peningkatan laktat akan menyebabkan penurunan pH, dan penurunan pH akan berdampak kurang menguntungkan bagi aktivitas sel akibat terganggunya kinerja sejumlah enzim yang bekerja pada pH netral atau basa sebagai katalis pada berbagai proses metabolisme. Hal ini tentu saja akan semakin mengganggu aktivitas sel dalam memproduksi energi untuk menunjang aktivitas tersebut. Dengan kata lain, peningkatan asam laktat dapat mengganggu kinerja sel termasuk dalam memproduksi energi.

Diasumsikan bahwa individu yang mempunyai  $VO_2 \max$  tinggi lebih cepat menurunkan kadar laktat darah daripada individu yang mempunyai  $VO_2 \max$  rendah. Hal ini disebabkan, bahwa individu yang mempunyai  $VO_2 \max$  tinggi, respon kardiovaskular seperti kerja jantung dalam memompa darah menjadi lebih efisien, peredaran darah menjadi lebih baik; paru-paru dapat mengambil oksigen lebih banyak sehingga sel-sel otot bisa mendapatkan banyak oksigen dari pembuluh darah kapiler. Pada individu dengan  $VO_2 \max$  yang tinggi, aktivitas dan jumlah enzim dalam mitokondria bertambah banyak, sehingga jumlah asam



piruvat berkurang, karena akan masuk ke dalam siklus Krebs, terbentuklah ATP yang lebih besar, dan kadar laktat darah menurun. Asam laktat yang rendah pada saat pemulihan banyak yang dikeluarkan melalui urin dan keringat, diubah menjadi glukosa/glikogen, diubah menjadi asam amino dan dioksidasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

### 3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka konsep yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis mengajukan hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $\text{VO}_2 \text{ max}$  tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $\text{VO}_2 \text{ max}$  rendah.
2. Ada hubungan antara  $\text{VO}_2 \text{ max}$  dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah



## BAB 4

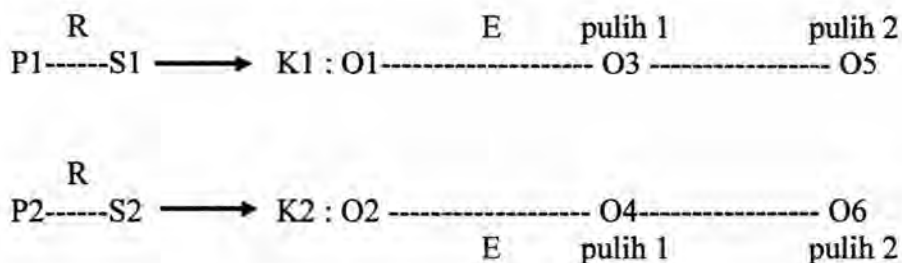
### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 4.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan adalah jenis penelitian eksperimental laboratoris.

#### 4.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian "Factorial Pretest-Posttest Design" (Zainuddin, 2000).



#### Keterangan :

- P1 : Populasi untuk individu dengan  $VO_2 \max$  35-40 ml/kg/mnt
- P2 : Populasi untuk individu dengan  $VO_2 \max$  55-60 ml/kg/mnt
- R : Randomisasi
- S1 : Sampel dengan  $VO_2 \max$  35-40 ml/kg/mnt (sebagai kontrol)
- S2 : Sampel dengan  $VO_2 \max$  55-60 ml/kg/mnt
- K1 : Kelompok dengan  $VO_2 \max$  35- 40 ml/kg/mnt
- K2 : Kelompok dengan  $VO_2 \max$  55-60 ml/kg/mnt
- O1.O2 : Pengukuran kadar asam laktat awal (*pretest*)
- O3.O4 : Pengukuran kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas submaksimal (*posttest*)
- O5.O6 : Pengukuran kadar asam laktat 15 menit setelah aktivitas submaksimal (*posttest*)
- E : *Ergocycle* / aktivitas fisik submaksimal (85 % HR *max*)
- Pulih 1 : Pemulihan selama 5 menit
- Pulih 2 : Pemulihan selama 15 menit

### 4.3 Populasi dan Sampel

#### 4.3.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa IKOR Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya dan Atlet Sepak Takraw Universitas Negeri Surabaya dengan jenis kelamin laki-laki, usia antara 20 – 23 tahun, dalam kondisi sehat dan berat badan normal.

#### 4.3.2 Sampel

Penentuan sampel dalam penelitian ini ada beberapa kriteria antara lain kondisi sehat, denyut nadi awal 60-80 denyut/menit, kadar laktat darah awal 1-2 mMol/l, kadar Hb darah antara 13 – 15 g/dl, dan mampu melakukan aktivitas fisik submaksimal (85% HR max) dengan cara mengayuh sepeda diatas *ergocycle* denyut jantung maksimal yang dicapai pada tes akhir antara 167-170 denyut/menit.

Berdasarkan pada kriteria sampel yang memenuhi persyaratan, maka dalam penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 10 orang untuk masing-masing kelompok, sehingga secara keseluruhan menggunakan sampel sebanyak 20 orang.

Besar sampel untuk setiap kelompok 10 orang, hal ini ditentukan berdasarkan rumus Steel dan Torrie (1991) dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{(Z\alpha + Z\beta)^2 \cdot t^2}{d^2}$$

Diasumsikan bahwa populasi berdistribusi normal dan homogen serta perbedaan rerata antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan mempunyai perbedaan (d) sebesar (1 standar deviasi) sehingga  $t^2/d^2 = 1$ .

Bila  $\alpha = 0,05$  dan  $\beta = 0,20$  maka diperoleh  $Z\alpha = 1,645$  dan  $Z\beta = 0,842$  sehingga diperoleh besar sampel minimal =  $(1,645 + 0,842)^2 \times (1)^2 = 6,185$ . dengan demikian penggunaan besar sampel setiap kelompok 10 orang sudah memenuhi jumlah sampel minimal

### 4.3.3 Teknik pengelompokan

Jumlah sampel keseluruhan adalah 20 orang yang dibagi 2 kelompok, dan masing-masing kelompok berjumlah 10 orang. Kelompok 1 adalah kelompok dengan  $VO_2 \text{ max}$  35-40 ml/kg/mnt dan kelompok 2 adalah kelompok dengan  $VO_2 \text{ max}$  55-60 ml/kg/mnt. Dimana kedua kelompok diberi aktivitas fisik submaksimal dengan beban yang sama (85% HR max).

## 4.4 Variabel Penelitian

### a. Variabel bebas

Kelompok tingkat  $VO_2 \text{ max}$

### b. Variabel tergantung

Kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah

### c. Variabel kendali

1. Aktivitas fisik submaksimal
2. Waktu pengukuran kadar asam laktat darah
3. Jenis kelamin
4. Umur

### d. Variabel moderator

1. Tinggi badan
2. Berat badan

### 3. Kadar Hb

#### 4.4.1 Definisi operasional variable

##### 1. Kelompok tingkat $VO_2$ max

Kelompok dengan  $VO_2$  max 35-40 ml/kg/mnt (rendah) dan kelompok dengan  $VO_2$  max 55-60 ml/kg/mnt (tinggi) yang cara pengukurannya dilakukan dengan metode MFT (*Multi-stage Fitness Test*).

##### 2. Kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah

Kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah adalah hasil selisih (penurunan kadar asam laktat darah) dibagi dengan 10 menit.

##### 3. Aktivitas fisik submaksimal

Aktivitas fisik submaksimal dapat diartikan sebagai suatu kegiatan fisik orang coba (sampel) yang dilakukan sampai mencapai 85% *heart rate maximal*. Dan di dalam penelitian ini bentuk aktivitas fisik submaksimal yang diberikan adalah tes dengan menggunakan *ergocycle*.

##### 4. Waktu pengukuran kadar asam laktat darah

Waktu pengukuran kadar asam laktat darah adalah pada saat sebelum melakukan aktivitas fisik, 5 menit sesudah melakukan aktivitas fisik submaksimal serta pada saat 15 menit sesudah melakukan aktivitas fisik submaksimal yang diambil dari darah kapiler ujung jari (dengan satuan mMol/l), yang diperiksa dengan alat *Accutrend Lactate* buatan Roche-Jerman.

## 5. Jenis kelamin

Penelitian ini menggunakan sampel mahasiswa dan atlet sepak takraw yang berjenis kelamin laki-laki yang didasarkan surat keterangan dokter dan akte kelahiran.

## 6. Umur

Penelitian ini menggunakan sampel yang berumur antara 20 - 23 tahun berdasarkan akte kelahiran.

## 7. Tinggi badan

Pengukuran tinggi badan yang dilakukan sebelum perlakuan, dalam posisi berdiri tegak tanpa alas kaki dengan menggunakan alat *Continental Scale Corp*, buatan Amerika dengan satuan sentimeter (cm), ketelitian satu angka dibelakang koma.

## 8. Berat badan

Pengukuran berat badan terhadap orang coba, dilakukan sebelum perlakuan dengan menggunakan alat *Continental Scale Corp*, buatan Amerika dengan satuan kilogram (kg), ketelitian satu angka dibelakang koma.

## 9. Kadar Hb

Pengukuran Hb darah, dilakukan sebelum perlakuan dengan menggunakan alat *Hemocue* dengan satuan g/dl.

### 4.5 Alat / Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan dan alat sebagai berikut :

1. *Ergocycle* untuk latihan submaksimal
2. *Pulse oximeter* untuk mengetahui denyut nadi awal

3. *Accutrend Lactate* dengan test stripnya untuk mengukur kadar asam laktat darah
4. *Softclix Accu-check* untuk penusuk ujung jari agar terjadi luka sehingga darah dapat diteteskan pada test-strip supaya asam laktat bisa terukur.
5. Alat pengukur berat badan dan tinggi badan *Continental Scale Corp.*
6. Alat pengukur kadar hemoglobin *Hemocue.*
7. Alkohol 70% dan kapas steril untuk membersihkan jari sebelum ditusuk.
8. *Stop-watch* untuk membatasi waktu latihan dan pemulihan.

#### **4.6 Lokasi dan Waktu penelitian**

##### **4.6.1 Lokasi penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung Olahraga (GOR) Kampus Lidah Wetan dan Laboratorium IKOR Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya.

##### **4.6.2 Waktu penelitian**

Pengumpulan data penelitian dilaksanakan antara bulan Desember 2007 s/d Maret 2008.

#### **4.7 Prosedur Pelaksanaan**

##### **4.7.1 Prosedur pengambilan data**

Untuk memperoleh data penelitian di lapangan dilakukan dengan prosedur penelitian secermat mungkin, agar diperoleh data penelitian yang akurat. Langkah-langkah pengumpulan data penelitian dilakukan dengan prosedur yang diatur sebagai berikut :

**a. Persiapan**

Beberapa persiapan yang harus dilakukan meliputi :

1. Mempersiapkan orang coba
2. Menghubungi Kepala Laboratorium IKOR FIK UNESA
3. Menghubungi Atlet Sepak Takraw UNESA
4. Mempersiapkan sarana dan prasarana untuk penelitian
5. Pemeriksaan kesehatan sampel
6. Menentukan waktu pengambilan data

**b. Pengambilan Data**

Pengambilan data penelitian akan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

**Pengambilan data I :**

Mengukur  $VO_2 \max$  sampel dengan metode *Bleep Test* / MFT, prosedur selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4.1 Pengukuran  $VO_2 \max$ , di GOR Kampus Unesa, Lidah Wetan



**Pengambilan data II :**

1. Pukul 08.00 WIB kedua kelompok sampel diambil darahnya dari ujung jari untuk mengetahui kondisi kadar asam laktat awalnya, kemudian sampel diinstruksikan untuk melakukan pemanasan, karena aktivitas fisik submaksimal dengan *ergocycle* akan dilaksanakan.



Gambar 4.2 Latihan fisik submaksimal dengan *Ergocycle*

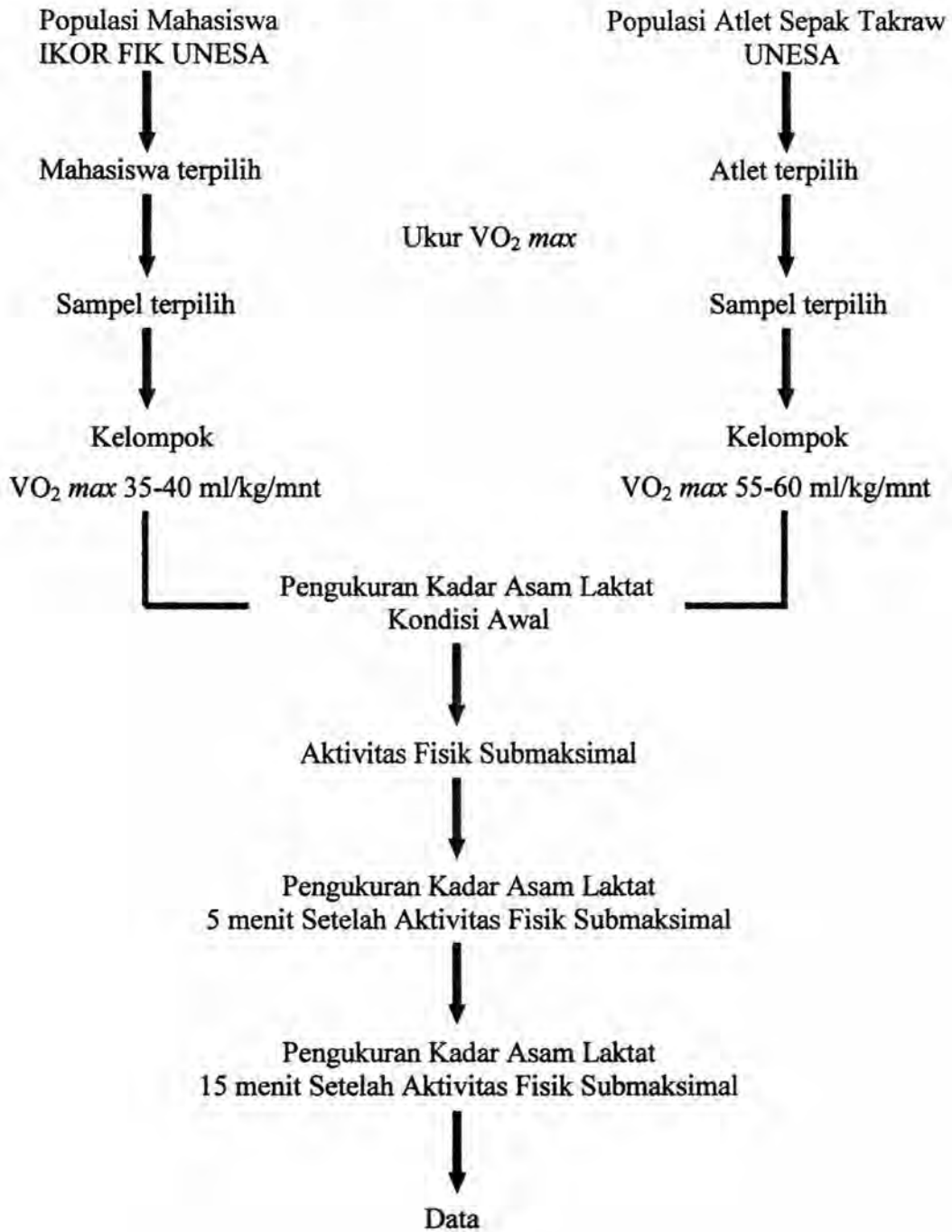
2. Setelah sampel melakukan tes dengan *ergocycle* (sampai mencapai 85% HRM), sampel diinstruksikan untuk melakukan pemulihan (duduk) selama 5 menit kemudian diambil darahnya dari ujung jari untuk mengetahui kadar asam laktat darah.



Gambar 4.3 Pengukuran kadar asam laktat darah

3. Tahap berikutnya sampel diinstruksikan untuk melakukan pemulihan selama 10 menit (15 menit setelah aktivitas submaksimal).
4. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan darah pada ujung jari yang dilakukan pada akhir waktu pemulihan. Prosedur pengambilan kadar asam laktat darah selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

#### 4.8 Kerangka Operasional Penelitian



#### 4.9 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan teknik analisa data secara statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, *Biserial Correlation*, Anava univariate, uji T *sample independent*, dengan taraf signifikansi 5%.

## BAB 5

### ANALISIS HASIL PENELITIAN

#### 5.1 Data Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data berupa kadar asam laktat darah awal, kadar asam laktat pemulihan 5 menit dan kadar asam laktat pemulihan 15 menit. Data kadar asam laktat darah awal diukur sebelum orang coba melakukan aktivitas submaksimal dengan *ergocycle* sampai mencapai 85% *Heart Rate Maximal* (HRM), kadar asam laktat pemulihan 5 menit diukur pada waktu orang coba telah selesai melakukan pemulihan selama 5 menit dan kadar asam laktat pemulihan 15 menit diukur pada waktu orang coba telah selesai melakukan pemulihan selama 15 menit. Data kadar asam laktat darah tersebut diatas didapatkan dari 2 kelompok. Kelompok 1 adalah kelompok *untrained* dengan  $VO_2 \text{ max}$  antara 35-40 ml/kg/mnt dan kelompok 2 adalah kelompok *trained* dengan  $VO_2 \text{ max}$  antara 55-60 ml/kg/mnt. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 5.2 Analisis dan Hasil Penelitian

##### 5.2.1 Hasil analisis deskriptif

##### 1. Hasil analisis deskriptif karakteristik orang coba

Hasil analisis deskriptif orang coba pada kedua kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Hasil Analisis Deskriptif Karakteristik Orang Coba Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	K1		K2	
	Rerata	SD	Rerata	SD
Umur (th)	22	1,2	21	1,1
Tinggi Badan (cm)	165	1,6	170	2,6
Berat Badan (kg)	57	3,6	57	2,3
Denyut Nadi Istirahat (denyut/mnt)	67	2,7	63	2,3
Hb (g/dl)	14	0,8	14	0,4

**Keterangan :**

- K1 : Kelompok 1/*untrained* dengan  $VO_2 \text{ max}$  35-40 ml/kg/mnt (10 orang)  
 K2 : Kelompok 2/*trained* dengan  $VO_2 \text{ max}$  55-60 ml/kg/mnt (10 orang)

**2. Hasil analisis deskriptif variabel kadar asam laktat darah**

Data deskriptif hasil pengukuran variabel kadar asam laktat darah awal, kadar asam laktat darah pemulihan 5 menit dan kadar asam laktat darah pemulihan 15 menit pada kedua kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Analisis Deskriptif Karakteristik Variabel Kadar Asam Laktat Darah (mMol/l) Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	Kelompok 1		Kelompok 2	
	Rerata	SD	Rerata	SD
Laktat Awal	1,86	0.20	1,55	0.20
Laktat Pemulihan 5 menit	6,61	0,44	5,62	0.40
Laktat Pemulihan 15 menit	5,96	0,57	2,85	0,78

**Keterangan :**

- Laktat awal : kadar laktat yang diukur sebelum melakukan aktivitas submaksimal

- Laktat pemulihan 5 menit : kadar laktat yang diukur setelah melakukan pemulihan selama 5 menit
- Laktat pemulihan 15 menit : kadar laktat yang diukur setelah melakukan pemulihan selama 15 menit



Gambar 5.1. Rerata Perubahan Laktat Setelah Latihan Fisik Submaksimal Pada Kelompok 1/*untrained* dan 2/*trained*

### 3. Hasil analisis deskriptif variabel penurunan kadar asam laktat darah dan kecepatan penurunan laktat

Data deskriptif hasil pengukuran variabel penurunan kadar asam laktat darah dan kecepatan penurunan kadar asam laktat darah pada kedua kelompok perlakuan dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Hasil Analisis Deskriptif Variabel Penurunan Kadar Asam Laktat Darah dan Kecepatan Penurunan Asam Laktat Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	Kelompok 1		Kelompok 2	
	Rerata	SD	Rerata	SD
Penurunan laktat	0,65	0,37	2,77	0,69
Kecepatan penurunan laktat	$6,5 \times 10^{-2}$	$3,69 \times 10^{-2}$	0,277	$6,93 \times 10^{-2}$

#### Keterangan :

- Penurunan laktat : Selisih kadar laktat antara pemulihan 5 menit dan 15 menit (mMol/l)
- Kecepatan penurunan laktat: Hasil selisih (penurunan laktat) dibagi dengan 10 menit (mMol/l per 10 menit)



Data analisis deskriptif selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4

### 5.2.2 Hasil uji normalitas distribusi

Sebelum melakukan analisa data hasil penelitian dengan uji ANOVA, maka data diuji normalitas distribusinya dengan uji Kolmogorov-Smirnov seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.4 Hasil Uji Normalitas Distribusi (n=10) Variabel Laktat Awal, Pemulihan 5 menit dan Pemulihan 15 menit Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	Rerata	SD	K-S Z	p
<b>Kelompok 1</b>				
▪ Laktat Awal	1,860	0,196	0,832	0,493
▪ Laktat Pulih 5 menit	6,610	0,441	0,628	0,825
▪ Laktat Pulih 15 menit	5,960	0,568	0,544	0,929
<b>Kelompok 2</b>				
▪ Laktat Awal	1,550	0,201	0,942	0,337
▪ Laktat Pulih 5 menit	5,620	0,399	0,569	0,902
▪ Laktat Pulih 15 menit	2,850	0,782	0,708	0,698

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov test* menunjukkan bahwa variabel kadar asam laktat darah awal, laktat pemulihan 5 menit dan 15 menit, pada kedua kelompok perlakuan berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ).

Tabel 5.5 Hasil Uji Normalitas Distribusi (n=10) Variabel Penurunan Kadar Asam Laktat Darah dan Kecepatan Penurunan Kadar Asam Laktat Darah Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	Rerata	SD	K-S Z	p
<b>Kelompok 1</b>				
▪ Penurunan Laktat	0,650	0,369	0,499	0,964
▪ Kecepatan Penurunan Laktat	$6,5 \times 10^{-2}$	$3,69 \times 10^{-2}$	0,499	0,964

Variabel	Rerata	SD	K-S Z	p
<b>Kelompok 2</b>				
▪ Penurunan Laktat	2,770	0,693	0,727	0,665
▪ Kecepatan Penurunan Laktat	0,277	$6,93 \times 10^{-2}$	0,727	0,665

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov test* menunjukkan bahwa variabel penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat pada kedua kelompok perlakuan berdistribusi normal ( $p > 0,05$ ). Data hasil uji normalitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5.

### 5.2.3 Hasil ANOVA uji homogenitas

Analisis ANOVA Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan umur, tinggi badan, berat badan, denyut nadi dan Hb pada masing-masing kelompok secara terpisah maupun secara bersama-sama.

Tabel 5.6 Hasil Uji ANOVA Variabel Umur, Tinggi Badan, Berat Badan, Denyut Nadi dan Hb

Variabel	F	Sig
Umur	1,995	0,175
Tinggi Badan	32,683	0,000
Berat Badan	0,006	0,941
Denyut Nadi Istirahat	8,185	0,010
Hb	0,831	0,374

Tabel 5.6 memperlihatkan hasil ANOVA uji homogenitas didapatkan bahwa faktor umur, berat badan dan Hb tidak ada perbedaan antara kelompok 1 dan kelompok 2 ( $p > 0,05$ ), namun untuk tinggi badan dan denyut nadi istirahat terdapat

perbedaan yang bermakna antara kedua kelompok ( $p < 0,05$ ) tetapi perbedaan tersebut masih dalam batas normal / tidak menunjukkan tanda-tanda klinis.

Tabel 5.7 Hasil ANOVA Uji Homogenitas Variabel Laktat Awal

Variabel	F	Sig
Laktat Awal	12,199	0,003

Tabel 5.7 memperlihatkan hasil ANOVA uji homogenitas, bahwa variabel laktat awal pada kedua kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ). Hasil diatas memberikan gambaran bahwa walaupun kadar laktat awal berbeda pada kedua kelompok namun perbedaan ini masih dalam batas yang normal yaitu antara 1-2 mMol/l. Data hasil ANOVA uji homogenitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

#### 5.2.4 Hasil Uji ANAVA univariate

Tabel 5.8 Hasil Uji ANAVA Univariate (n=20) Terhadap Variabel Penurunan Laktat dan Kecepatan Penurunan Laktat Antar Kelompok (tanpa dipengaruhi variabel moderator)

Variabel	F	Sig
Tinggi Badan	2,200	0,159
Berat Badan	0,345	0,566
Laktat Awal	1,239	0,283
Penurunan Laktat Kelompok	26,397	0,000
Kec. Penurunan Laktat Kelompok	26,397	0,000

$R^2 = 0,836$

Hasil uji ANAVA univariate terhadap variabel penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat, menunjukkan perbedaan bermakna antara kedua kelompok perlakuan ( $p < 0,05$ ). Dan untuk variabel tinggi badan, berat badan dan

laktat awal tidak ada perbedaan bermakna ( $p > 0,05$ ). Hal ini memberikan gambaran bahwa penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat antara kelompok yang mempunyai  $VO_2 \max$  tinggi dan kelompok yang mempunyai  $VO_2 \max$  rendah menunjukkan perbedaan yang bermakna, namun penurunan laktat dan kecepatan penurunan laktat antara kedua kelompok tersebut tidak dipengaruhi oleh variabel tinggi badan, berat badan serta laktat awal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel moderator tidak berpengaruh terhadap variabel tergantung.

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai  $R \text{ Square} = 0,836$ ; hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan asam laktat, makin tinggi  $VO_2 \max$  maka kecepatan pemulihan asam laktat makin cepat. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5.9 Nilai Rerata Penurunan Laktat dan Kecepatan Penurunan Laktat Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	Rerata	Std. Error
<b>Kelompok 1</b>		
▪ Penurunan Laktat	0,494	0,267
▪ Kecepatan Penurunan Laktat	$4,943 \times 10^{-2}$	0,027
<b>Kelompok 2</b>		
▪ Penurunan Laktat	2,926	0,267
▪ Kecepatan Penurunan Laktat	0,293	0,027

Tabel 5.9 menunjukkan bahwa rerata penurunan laktat pada kelompok 1/*untrained* adalah 0,494 mMol/l dan pada kelompok 2/*trained* adalah 2,926 mMol/l sedangkan rerata kecepatan penurunan laktat pada kelompok 1/*untrained*

adalah  $4,943 \times 10^{-2}$  mMol/l menit dan pada kelompok 2/*trained* adalah 0,293 mMol/l menit. Perbedaan rerata ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 5.2 Rerata Penurunan Laktat Setelah Latihan Fisik Submaksimal Pada Kelompok 1/*untrained* dan 2/*trained*



Gambar 5.3 Rerata Kecepatan Penurunan Laktat Setelah Latihan Fisik Submaksimal Pada Kelompok 1/*untrained* dan 2/*trained*

### 5.2.5 Hasil Uji T *sample independent*

Hasil Uji T *sample independent* untuk membandingkan rerata perubahan kadar asam laktat darah pada kelompok 1/*untrained* dan kelompok 2/*trained*. Perbedaan tersebut dirangkum pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.10 Hasil Uji T *sample independent* Variabel Perubahan Laktat Pada Kedua Kelompok Perlakuan

Variabel	p
Laktat Awal	0,003
Laktat Pemulihan 5 menit	0,000
Laktat Pemulihan 15 menit	0,000

Hasil uji T *sample independent* menunjukkan bahwa laktat awal pada kedua kelompok perlakuan berbeda bermakna ( $p < 0,05$ ), tetapi perbedaan tersebut masih dalam batas normal. Sedangkan untuk laktat pemulihan 5 menit dan 15 menit pada kedua kelompok menunjukkan perbedaan yang sangat bermakna ( $p < 0,05$ ). Seperti yang terlihat pada gambar 5.1 di halaman 44. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.



## BAB 6

### PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada individu dengan  $VO_2 \max$  55-60 ml/kg/mnt lebih cepat daripada individu dengan  $VO_2 \max$  35-40 ml/kg/mnt. Penelitian ini bersifat eksperimental murni karena ada kelompok kontrol dan ada perlakuan yaitu dengan melakukan aktivitas fisik submaksimal/85% HRM (Zainuddin, 2000). Rancangan penelitian menggunakan *factorial pretest-posttest design* karena pada penelitian ini ingin mengetahui efek dari kombinasi dua perlakuan pada unit eksperimen.

Pengambilan sampel selain ditentukan dengan nilai  $VO_2 \max$  yang diukur melalui metode *Bleep Test* / MFT, juga berdasarkan kriteria antara lain berjenis kelamin laki-laki, denyut nadi awal antara 60-80 denyut/mnt, Hb darah antara 13-15g/dl, tinggi badan antara 165-175 cm, berat badan antara 53-63 kg dan kadar laktat awal antara 1,2-2 mMol/l.

Pengukuran kadar asam laktat darah dilakukan tiga kali, yaitu sebelum aktivitas submaksimal, 5 menit setelah aktivitas submaksimal dan 15 menit setelah aktivitas submaksimal. Pengukuran kadar asam laktat darah dilakukan dengan mengambil darah kapiler pada ujung jari orang coba, alasannya adalah selain untuk mengurangi rasa nyeri juga karena persyaratan dari alat yang digunakan untuk meneteskan darah keseluruhan/*whole blood*.



## 6.1 Kadar Asam Laktat Darah Awal / Sebelum Aktivitas Fisik Submaksimal

Dari penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa rerata kadar asam laktat darah orang coba berkisar antara 1,55-1,86 mMol/l. Alasan dilakukan pengukuran kadar asam laktat darah awal sebelum aktivitas fisik submaksimal adalah untuk mengetahui kondisi kesehatan orang coba. Kadar asam laktat darah dipergunakan sebagai parameter untuk mengetahui respon aktivitas fisik. Pada orang sehat dalam keadaan istirahat, besarnya kadar asam laktat darah berkisar 1-2 mMol/l (Janssen, 1987), 0,5-2,2 mMol/l (McGee, 1992) dan menurut Bowman, (2001) kadar laktat terendah saat istirahat mencapai 2,5 mMol/l.

Hasil penelitian dengan menggunakan ANOVA uji homogenitas terhadap kadar asam laktat darah awal menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara kelompok 1/*untrained* dan kelompok 2/*trained* (lihat tabel 5.7). Rata-rata laktat awal untuk kelompok 1 adalah 1,86 mMol/l sedangkan untuk kelompok 2 adalah 1,55 mMol/l, nilai tersebut sebenarnya masih dalam batas normal yaitu antara 1-2 mMol/l, jadi perbedaan ini tidak menunjukkan tanda-tanda klinis. Namun perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena kedua kelompok mempunyai nilai  $VO_2 \text{ max}$  yang berbeda. Individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  tinggi mempunyai kemampuan yang tinggi untuk mentoleransi laktat (Anderson, 2001) sehingga kemampuan untuk membersihkan produksi laktat dalam otot juga tinggi (Wilmore & Costill, 1994).

Kadar asam laktat darah awal merupakan suatu kriteria yang ditetapkan untuk pemilihan sampel dalam penelitian ini. Hal ini ditetapkan dengan suatu pertimbangan bahwa kadar asam laktat darah istirahat diatas rata-rata kadar asam

laktat normal merupakan suatu indikasi adanya kelelahan dan kondisi yang demikian akan membatasi kinerja fisik seseorang bahkan dalam pencapaian ambang anaerobik seseorang cenderung akan berlangsung cepat (Janssen, 1987).

## **6.2 Kadar Asam Laktat Darah 5 Menit Setelah Aktivitas Fisik Submaksimal**

Nilai rerata kadar asam laktat darah setelah pemulihan 5 menit, untuk kelompok 1/*untrained* adalah 6,61 mMol/l dan untuk kelompok 2/*trained* adalah 5,62 mMol/l (lihat tabel 5.2). Alasan peneliti untuk mengukur kadar asam laktat darah setelah pemulihan 5 menit adalah bahwa puncak kadar asam laktat darah terjadi 5 menit setelah latihan yang intensif (Gollnick, 1986). Peningkatan ini terjadi karena laktat yang terbentuk selama aktivitas fisik, baru terdifusi ke dalam darah setelah 5 menit, oleh karena itu kadar laktat darah meningkat pada saat itu (Guyton, 1996).

Berdasarkan uji T *sample independent* laktat pemulihan 5 menit antar kedua kelompok dalam penelitian ini menunjukkan perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) seperti tampak pada tabel 5.10. Kondisi ini menggambarkan bahwa walaupun diberikan beban latihan yang sama (latihan submaksimal 85% HRM), kadar asam laktat darah pada kelompok individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  rendah lebih tinggi daripada kelompok individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  rendah kecepatan dalam pemakaian oksigen untuk menghasilkan ATP lebih kecil dibandingkan pada individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  tinggi (Pate, 1984).

Pada penelitian ini, latihan yang diberikan adalah latihan submaksimal dan pada latihan submaksimal sistem yang berperan dalam penyediaan energi adalah 70% berasal dari sistem glikolisis anaerobik dan 30% dari sistem aerobik (Bompa, 1994). Semakin tinggi aktivitas fisik maka kebutuhan energi dan kebutuhan oksigen akan meningkat pula. Pasokan kebutuhan oksigen dapat ditingkatkan dengan menggunakan respirasi paru dan denyut jantung. Saat aktivitas fisik lebih tinggi dan peningkatan respirasi serta denyut jantung tidak dapat mencukupi, maka terjadilah metabolisme anaerobik untuk pemenuhan kebutuhan energinya dan kondisi ini dapat meningkatkan kadar asam laktat baik dalam darah maupun dalam otot (Mercier, 1991). Sedangkan menurut Basset (2000), ATP yang dihasilkan di dalam tubuh berasal dari tiga sistem energi yang bekerja bersama-sama dan bukan bekerja secara sendiri-sendiri. Melalui glikolisis, gula darah atau glikogen otot akan diubah ke piruvat, dimana salah satunya akan masuk ke mitokondria atau diubah ke laktat tergantung dari intensitas latihannya. Piruvat masuk ke mitokondria apabila latihan yang dilakukan di bawah ambang laktat/*lactate threshold* (LT), sedangkan latihan diatas LT, piruvat diubah ke laktat, karena melebihi kapasitas respirasi mitokondria.

Guyton (1996) berpendapat bahwa asam piruvat dan atom hidrogen yang merupakan hasil glikolisis anaerobik akan berkombinasi dengan  $\text{NAD}^+$  membentuk  $\text{NADH}$  dan  $\text{H}^+$ , yangmana hasil pembentukan salah satu atau keduanya akan menghambat proses glikolitik dan mencegah pembentukan ATP lebih lanjut. Bila jumlah keduanya mulai berlebihan, maka kedua hasil ini bereaksi satu sama lain membentuk asam laktat.

Asam laktat terjadi saat jumlah atom  $H^+$  melebihi sistem *buffering*/penyangga tubuh, atau dengan kata lain terjadi penurunan pH tubuh. Ketika ini terjadi seseorang akan merasa nyeri dan dapat menurunkan performa. Nyeri ini disebabkan karena akumulasi ion hidrogen merangsang syaraf nyeri yang ada di otot. Turunnya performa dapat disebabkan oleh 2 hal, yaitu secara metabolik dan kelelahan otot. Secara metabolik, penurunan pH menyebabkan inaktivasi beberapa enzim-enzim dan inefisiensi mekanisme transpor membran nutrien sehingga katabolisme glikogen diperlambat oleh inaktivasi enzim glikogen fosforilase. Asam laktat juga menghambat penggunaan asam lemak untuk digunakan sebagai bahan bakar. Karena efek-efek ini karbohidrat digunakan dengan kecepatan yang tinggi dan katabolisme fosfokreatin meningkat yang selanjutnya akan menghambat pembentukan ATP. Faktor-faktor inilah yang mengurangi produksi ATP sehingga performa seorang atlet bisa menurun (Venom, 2007). Kekuatan kontraksi otot dapat menurun karena tingginya konsentrasi asam laktat, hal ini disebabkan karena menurunnya daya ikat ion  $Ca^{++}$  pada troponin, dan meningkatnya daya ikat retikulum sarkoplasmik terhadap ion  $Ca^{++}$ . Kedua mekanisme ini akan menurunkan jumlah ion kalsium yang diikat pada troponin selama proses kontraksi otot, sehingga akan sangat merugikan aktivitas fisik yang memerlukan kinerja tingkat tinggi (Kumaidah, 2002).

### **6.3 Penurunan Kadar Asam Laktat Darah 15 menit Setelah Aktivitas Fisik Submaksimal**

Nilai rerata penurunan kadar asam laktat darah 15 menit setelah aktivitas submaksimal adalah 0,494 mMol/l untuk kelompok 1/*untrained* dan 2,926 mMol/l

untuk kelompok 2/*trained* (lihat tabel 5.9). Hasil uji T *sample independent* untuk pemulihan 15 menit setelah aktivitas fisik submaksimal antara kedua kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang sangat bermakna ( $p < 0,05$ ). Hal ini menggambarkan bahwa kelompok individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  tinggi mengalami pemulihan yang lebih cepat daripada kelompok individu dengan  $VO_2 \text{ max}$  rendah seperti yang tampak pada gambar 5.1. Namun demikian, pemulihan yang dilakukan 15 menit setelah aktivitas submaksimal masih belum cukup untuk mengembalikan nilai kadar asam laktat darah kembali normal. Fox (1993) membuktikan bahwa kadar laktat untuk kembali ke nilai normal (sama dengan kondisi sebelum latihan) membutuhkan waktu pemulihan 25-60 menit. Sedangkan studi lainnya mengatakan 30-40 menit (Golnick, 1986) dan 30 menit - 2 jam (Glesson, 1998). Setelah latihan submaksimal waktu yang dibutuhkan untuk pemulihan adalah 30 menit (Frey, 1993).

Untuk membersihkan kadar asam laktat dalam tubuh lebih cepat dengan melakukan aktivitas ringan daripada tidak melakukan aktivitas apapun (Venom, 2007), pada penelitian ini pemulihan yang dilakukan termasuk pemulihan pasif sehingga penurunan kadar laktat tidak begitu cepat baik untuk kelompok 1 maupun kelompok 2. Untuk kelompok 1/*untrained* kecepatan penurunan laktat  $4,943 \times 10^{-2}$  mMol/l menit dan untuk kelompok 2/*trained* 0,293 mMol/l menit (lihat tabel 5.9). Tetapi walaupun demikian kecepatan pemulihan asam laktat masih tinggi pada kelompok 2/*trained* bila dibandingkan dengan kelompok 1/*untrained* hal ini disebabkan karena kelompok *trained* sering melakukan latihan dan latihan dapat juga meningkatkan kecepatan pembersihan kadar laktat, sehingga bisa dikatakan atlet lebih cepat pulih dari kelelahan dibandingkan



dengan non atlet (McMillan, 1993). Latihan dapat menyebabkan toleransi terhadap akumulasi laktat lebih tinggi sehingga untuk kelompok yang terlatih kadar laktatnya lebih rendah (Jacobs, 1986).

Pemusnahan laktat dalam darah terjadi melalui oksidasi dalam serabut otot, laktat yang tidak dioksidasi akan berdifusi dari otot yang aktif ke dalam kapiler dan akan menuju ke hati. Melalui siklus Cori (*Cori cycle*) laktat dapat diubah menjadi piruvat, jika ada oksigen akan diubah menjadi glukosa. Glukosa ini dapat dimetabolisme oleh otot yang aktif atau disimpan dalam otot sebagai glikogen untuk digunakan kemudian (Sport Fitness Advisor, 2007). Tetapi menurut Petersen (2005), ada bukti bahwa bukan hanya organ hati saja yang bisa mengubah laktat melalui siklus Cori-nya, tetapi jaringan otot merah, jantung dan otak secara langsung dapat mengoksidasi asam laktat sehingga bisa digunakan sebagai energi. Hal ini disebabkan karena adanya suatu protein transporter yang ada di otot, yaitu MCTs (mono carboxylic acid transporters), dimana transporter ini secara efisien mampu mengangkut laktat dari darah ke otot. Otot yang tidak aktif dapat menyimpan laktat, dengan demikian konsentrasi laktat baik dalam darah atau otot yang aktif menjadi rendah.

Ada beberapa alasan mengapa orang yang terlatih atau individu dengan  $VO_2$  *max* tinggi mengalami pemulihan yang lebih cepat daripada kelompok individu dengan  $VO_2$  *max* rendah yaitu kapasitas fungsi jantung dan paru pada orang terlatih sangat baik, sehingga transport oksigen dapat terjadi secepat mungkin (Pate, 1984), orang yang terlatih jumlah mitokondria, ukuran mitokondria dalam otot dan enzim-enzim dalam mitokondria bertambah (Willmore, 1994), sehingga kemampuan untuk menghasilkan energi melalui respirasi mitokondria juga

meningkat dan akibatnya produksi laktat menurun (Honig, 1992). Menurut Gladden (2000), pada orang yang terlatih akan terjadi peningkatan penggunaan laktat melalui otot, sehingga kapasitas pemusnahan laktat dari sirkulasi darah semakin besar, selain itu densitas kapiler disekitar otot meningkat terutama otot lambat (ST), hal ini dapat memperbaiki aliran darah dari dan ke otot rangka yang aktif sehingga akan meningkatkan pembersihan laktat dan asidosis.

Reaksi biokimia yang melibatkan respirasi mitokondria tergantung dari tersedianya oksigen. Meningkatnya pengiriman oksigen dan penggunaannya selama olahraga akan memperbaiki respirasi mitokondria dan juga kapasitas daya tahan. Oleh karena itu kedua fungsi fisiologis baik *central* (jantung, paru-paru dan pembuluh darah) maupun *peripheral* (ekstraksi oksigen pada jaringan) dapat membatasi  $VO_2$  max (Kravitz, 2001). Sehingga bisa disimpulkan bahwa orang yang terlatih bisa memelihara keseimbangan antara produksi laktat dan pemusnahan laktat dalam tubuh (Weltman, 1995).

Berdasarkan hasil uji ANAVA univariate didapatkan nilai *R Square* = 0,836; hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara  $VO_2$  max dengan kecepatan pemulihan asam laktat, makin tinggi  $VO_2$  max maka kecepatan pemulihan asam laktat makin cepat.

Dengan demikian hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini telah terbukti bahwa : Pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $VO_2$  max tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $VO_2$  max rendah dan ada hubungan antara  $VO_2$  max dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah



## BAB 7

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

1. Pemulihan kadar asam laktat darah setelah aktivitas fisik submaksimal pada kelompok dengan  $VO_2 \max$  tinggi lebih cepat daripada kelompok dengan  $VO_2 \max$  rendah.
2. Ada hubungan antara  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan kadar asam laktat darah

#### 7.2 Saran

Berdasarkan pada pelaksanaan penelitian dan hasil penelitian yang telah didapatkan, maka peneliti menyampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu kajian lebih lanjut tentang hubungan antara tingkat  $VO_2 \max$  dan tingkat kecepatan pemulihan asam laktat darah.
2. Disarankan kepada para pelatih untuk melakukan seleksi  $VO_2 \max$  pada atlet yang akan diterima dan mempertahankan  $VO_2 \max$  tetap tinggi agar pemulihan kadar laktat darah dapat lebih cepat.
3. Pada penelitian ini orang coba tidak diasramakan, sehingga perlakuan terhadap orang coba diluar penelitian tidak dapat dikontrol, meskipun dalam penelitian memperlihatkan hasil yang baik, namun dalam penelitian-penelitian lebih lanjut oleh peneliti lain perlu dikembangkan suatu penelitian dengan mengasramakan orang coba, sehingga segala aktivitas orang coba selama penelitian berlangsung dapat dikendalikan/dikontrol.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anderson O, 2001. Peak Performance. P 151-160.
- Astrand PO, Rodahl K, 1986. Text book of Work Physiology. 3<sup>rd</sup> ed. New York : McGraw Hill, pp 224-276.
- Bassett DR, Hoeley ET, 2000. Limiting Factors For Maximum Oxygen Uptake And Determinants of Endurance Performance. *Med & Sci in Sports & Exerc* 32: 70-84.
- Billat L.V, 1996. Use of Blood Lactate Measurements for prediction of exercise Performance and for Control of Training. Recommendations for long-distance running. *Sport Med* 22: 157-175.
- Bompa TO, 1994. Teory and Metodology of Training. 1<sup>st</sup> ed. Iowa : Kendall/Hurt Publishing Company, pp 3-5, 21-25, 78-88.
- Bowman S, 2001. Blood Lactate Testing In Training. *Exerc Phy Ed Resources*.
- Brooks GA, Fahey TD, 1984. Exercise Physiology Human Bioenergetics and Its Applications. New York : Macmillan Publishing Company, pp 701 – 715.
- Dewitt, Ph.D. 2005. Skeletal muscle. 21 : 1-30.
- Fox EL, Bowers BW, Foss M, 1993. The Physiological Basis for Exercise and Sport. New York : W.B. Souder College Publishing. pp 13-37, 43-60, 66, 344-355.
- Frey GC, Brynes WC, Mazzero RS, 1993. Factors Influecing Excess Postexercise Oxygen Consumption in Trained and Untrained Woman. *Metabolism* 42(7): 822-828.
- Ganong WF, 1996. Fisiologi Kedokteran (terjemahan). Ed 20, Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC, hlm 275.
- Gladden LB, 2000. Muscle as a Consumer of Lactate. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 32(4): 764-771.
- Gleeson MM, Blannik AK, walsh NP, Pritchard JC, 1998. Effect of Exercise Induce Muscle Damage on Blood Lactate Response to Incremental Exercise In Human. *Eur J Appl Physiol* Feb 77(3): 292-295.

- Gollnick P, Bayly MW, Hodgson RD, 1986. Exercise Intensity, Training Diet and Lactate Concentration in Muscle and Blood. *Med and Sci Sport Exerc* (18): 3: 334-339.
- Goodwin ML, 2007. Blood Lactate Measurements and Analysis during Exercise : A Guide for Clinicians. *J of Diabetes Sci and Tech* 1 (4): 558-569.
- Guyton AC and Hall JE, 1996. Text Book of Medical Physiology, 11th ed. Philadelphia : W.B. Saunders Co, pp 1063-1072, 1129-1132, 1339-1347.
- Hagberg JM, 1984. Physiological Implications of the Lactate Threshold. *Int. J. Sport Med.* 5 : 106-109.
- Holly JL, 2004. Exercise : getting started Part II. Southeast Texas Medical Associates, LLP.
- Honig CR, Connett RJ and Gayeski TEJ, 1992. O<sub>2</sub> Transport and Its Interaction With Metabolism : A Systems View of Aerobic Capacity. *Med and Sci in Sport and Exerc* 24 (1) : 47-53.
- Human Kinetics – Excerpts, 2004. The Lactate Curve. USA : Human Kinetics Publisher, Inc.
- Isa M, 2002. Olahraga dan Kesehatan Paru. Banjarmasin : Universitas Lambung Mangkurat, hlm : 6 -15.
- Jacobs, 1986. Blood Lactate, Implication for Training and sport Performance. *Sport Med* 3(1): 10-25.
- Janssen Peter GJM, 1989. Training Lactate Pulse Rate. Oule Finland : Polar Electro Oy, pp 26, 51-53, 57-58.
- Kimball JW, 1983. Biology. 5<sup>th</sup> ed. Amsterdam : Addison-Wesley Publishing Company Inc, pp 145.
- Kemenegpora, 2007. Rencana Strategis. Jakarta : Kemenegpora, Graha Pemuda dan Olahraga.
- Kravitz L and Dalleck LC, 2001. The Physiological Factors Limiting Endurance Exercise Capacity. Article Home Page.
- Kumaidah E. 2002. Pengaruh Pemulihan Aktif Dengan Bersepeda Dan Naik Turun Bangku Terhadap Penurunan Kadar Laktat Darah. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya.

- Lamb DR, 1984. *Physiology of Exercise : Responses and Adaptations*. New York : MacMillan Publishing Company, pp 173-188.
- Leger L and Lambert J, 1982. A Maximal Multistage 20 m Shuttle Run Test to Predict VO<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology* 49 : 1-12.
- Mc. Ardle WD, Katch FI and Katch VL, 1986. *Exercise Physiology : Energy, Nutrition and Human Performance*. 2nd ed. USA : Lea & Febiger Philadelphia, pp 106-107, 171-181.
- McGee DS, Jesse TC, Stone MG and Blessing D, 1992. Leg and Hip Endurance Adaptations to Three Different Weight Training Programs. *J Appl Sport Sci Res* 6(2): 92-95.
- McMillan JI et.all. 1993. 20-hour Physiological Responses to a Single Weight-Training Session. *J Strength Cond Res* 7(1): 9-21.
- Mercier J, Mercier B, Prefaut C, 1991. Blood Lactate During The Force Velocity Exercise Test. *Int J Sports Med* 12(91): 17-20.
- Nismat, 2005. A Primer on Muscle Physiology. NIH Internet Conection Grant no 1608LM7373-1.
- Pate RR, McClenaghan and Rotella R, 1984. *Scientific Foundation of Coaching*. Philadelphia : Saunders College Publishing (terjemahan oleh Dwijowinoto, K, 1993, Cetakan pertama, Semarang) hal 235-255.
- Patellongi I, 2000. *Fisiologi Olahraga*. Ed 1, Makasar : Universitas Hasanudin, hlm 1-6, 59-73.
- Petersen D, 2005. *The Truth About Lactate and Exercise*. Health & Fitness/Exercise.
- Sajoto, 1988. *Pembinaan Kondisi Fisik dalam Olahraga*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, hlm 67-72, 89-91.
- Siregar MF, 2003. *Mengugat Olahraga Indonesia*. Harian KOMPAS.
- Sport Fitnes Advisor, 2007. *Lactic Acid, Blood Lactate & The Lactic acid Myth*.
- Sudarso, 2004. Akumulasi Asam Laktat dan Kelelahan Selama Berolahraga. *Jurnal IKOR* (1): 2: 70-78.

- Steel and Torrie, 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Alih Bahasa : Bambang Sumantri. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, hlm 51-62.
- Sumosardjono S. 1996. Sehat dan Bugar : Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga 2. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, hlm 75, 89.
- Venom, 2007. Active Recovery - A Three Fold Break Down. [Venom@abcbodybuiding.com](mailto:Venom@abcbodybuiding.com)
- Weltman A, 1995. The Blood Lactate Response to Exercise. Campaign, IL : Human Kinetics.
- Widyah N, 2003. Perbandingan Ambilan Oksigen Maksimal Antara Mahasiswa FIK UNESA Yang Diterima Melalui Jalur PMDK, SPMB dan Nonreguler. Jurnal IKOR (1): 3 : 102-109.
- Willmore JH & Costill DL, 1994. Physiology of Sport and Exercise. USA : Human Kinetics, pp 216-236.
- Zainuddin, 2000. Metodologi Penelitian. Surabaya : Airlangga Press, hlm 30.

## Lampiran 1

### Prosedur Pengukuran $VO_2\max$ Dengan Metode *Bleep Test* / MFT

- a. Tes *bleep* dilakukan dengan lari menempuh jarak 20 m bolak-balik, yang dimulai dengan lari pelan-pelan secara bertahap yang semakin lama semakin cepat hingga atlet tidak mampu mengikuti irama waktu lari, berarti kemampuan maksimalnya pada level bolak-balik tersebut.
- b. Waktu setiap level 1 menit.
- c. Pada level 1 jarak 20 m ditempuh dalam waktu 8,6 detik dalam 7 kali bolak-balik
- d. Pada level 2 dan 3, jarak 20 m ditempuh dalam waktu 7,5 detik dalam 8 kali bolak-balik.
- e. Pada level 4 dan 5, jarak 20 m ditempuh dalam waktu 6,7 detik dalam 9 kali bolak-balik, dan seterusnya.
- f. Setiap jarak 20 m telah ditempuh, dan pada setiap akhir level akan terdengar tanda bunyi 1 kali.
- g. Start dilakukan dengan berdiri dan kedua kaki di belakang garis start. Dengan aba-aba "siap ya" atlet lari sesuai dengan irama menuju garis batas hingga satu kaki melewati garis batas.
- h. Bila tanda bunyi belum terdengar, atlet telah melampaui garis batas, tetapi untuk lari balik harus menunggu tanda bunyi. Sebaliknya, bila telah ada tanda bunyi atlet belum sampai pada garis batas, atlet harus mempercepat lari sampai melewati garis batas dan segera kembali lari ke arah sebaliknya.
- i. Bila dua kali berurutan atlet tidak mampu mengikuti irama waktu lari berarti kemampuan maksimalnya hanya pada level dan balikan tersebut.

- j. Setelah atlet tidak mampu mengikuti irama waktu lari, atlet tidak boleh terus berhenti, tetapi tetap meneruskan lari pelan-pelan selama 3-5 menit untuk cooling down.



Lampiran 2

**Prosedur Pengukuran Kadar Asam Laktat Darah**



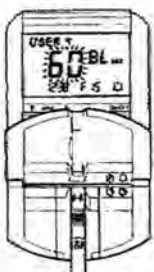
1. Nyalakan alat pengukur laktat *accutrend lactate* dan tunggu sampai ada kode yang ditampilkan di layar monitor.



2. Lakukan kalibrasi dengan memasukkan kode strip (blangko) dan lepaskan sesegera mungkin. Bunyi “bleep” akan terdengar dan nomer kode akan tampil di layar. Kalibrasi ini dilakukan setiap menggunakan strip dari packing yang berbeda.

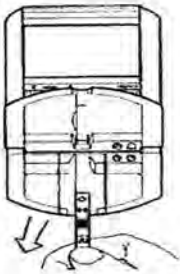


3. Masukkan strip test yang kosong kemudian buka tutup flapnya dan ambil strip test untuk ditetesi darah, pada saat itu di layar monitor tampak angka 60 (hitungan detik pengukuran asam laktat)





USER 4  
**3.4** BL  
mmol/l  
12:39 F 14 □



4. Penetesan darah harus sempurna sampai menutupi bagian kuning pada strip test-nya secara penuh. Setelah ditetesi darah tutup flapnya.
5. Tunggu sampai angka 60 mengitung mundur, kemudian pada layar monitor akan tampak nilai kadar asam laktat darah yang diukur.
6. Matikan alat terlebih dahulu, baru kemudian dibuka tutup flapnya dan lepaskan strip test dari alat tersebut.

## Lampiran 3

## DATA PESERTA ORANG COBA

No	Nama	Umur (th)	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)	Denyut Nadi Istirahat (denyut/mnt)	Hb (g/dl)	Laktat Awal (mmol/l)	Laktat Recov 5 menit (mmol/l)	Laktat Recov 15 menit (mmol/l)
<b>Kelompok : 1/Untrained (VO<sub>2</sub> Max 35-40 ml/kg/min)</b>									
1	RY	20	168	63	70	14,5	1,9	7,3	6,9
2	Dv P	21	165	60	67	14,9	2	6,4	5,7
3	AS	21	167	60	65	14,3	1,4	6	5,8
4	J	21	163	55	65	14,3	2	7	6
5	KH	22	165	54	68	12,4	2	6,8	6,2
6	Pr	23	163	53	62	14,5	2	6,2	5,1
7	A Sq	23	165	53	70	14	2	6,3	6
8	HA	23	166	56	67	14,6	1,8	6,4	6
9	NW	23	165	61	63	14,8	1,7	6,5	5,2
10	SP	23	167	58	68	13,3	1,8	7,2	6,7
<b>Kelompok : 2/Trained (VO<sub>2</sub> Max 55-60 ml/kg/min)</b>									
1	AH	20	175	62	68	14,6	1,5	6	3
2	AW	20	170	55	65	14,3	1,8	6,1	4,3
3	NA	21	168	59	61	14,7	1,4	5,3	2,3
4	MH	21	168	57	62	15	1,9	5	2,9
5	Sng	21	168	59	64	13,7	1,5	5,6	2
6	NM	23	174	58	64	14,6	1,5	5,7	4,1
7	M. NH	23	172	57	63	14,4	1,5	5,7	2,3
8	Jhn	22	170	54	62	14,2	1,7	5	2,2
9	Why	21	173	57	64	14,0	1,4	5,8	2,6
10	M K	22	171	56	60	13,8	1,2	6	2,8

**Hasil Pengukuran VO<sub>2</sub> max Dengan Metode Bleep Test**

No	Nama	Nilai VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min)
<b>Kelompok Untrained</b>		
1	RY	38,54
2	Dv P	37,51
3	AS	35,67
4	J	37,49
5	KH	35,41
6	Pr	39,90
7	A Sq	35,68
8	HA	37,49
9	NW	38,27
10	SP	37,61
<b>Kelompok Trained</b>		
1	AH	58,14
2	AW	57,39
3	NA	56,78
4	MH	55,70
5	Sng	60,28
6	NM	55,14
7	M. NH	57,57
8	Jhn	54,79
9	Why	58,18
10	M K	60,31

## Lampiran 4

## Hasil Analisis Deskriptif

## Means

## Report

KELOMPOK		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI	H B
UNTRAINED	Mean	22,0000	165,400	57,3000	66,5000	14,1400
	Std. Deviation	1,1547	1,6465	3,5917	2,7183	,7501
	N	10	10	10	10	10
TRAINED	Mean	21,3000	170,900	57,4000	63,3000	14,3900
	Std. Deviation	1,0593	2,5582	2,2706	2,2632	,4358
	N	10	10	10	10	10

## Means

## Report

KELOMPOK		LAKTAT AWAL	LAKTAT 5 MEN	LAKTAT 15 MEN
UNTRAINED	Mean	1,8600	6,6100	5,9600
	Std. Deviation	,1955	,4408	,5680
	N	10	10	10
TRAINED	Mean	1,5500	5,6200	2,8500
	Std. Deviation	,2014	,3994	,7821
	N	10	10	10

## Means

## Report

KELOMPOK		PENURUNAN LAKTAT	KECEPSTAN TURUN LAKTAT
UNTRAINED	Mean	-,6500	-6,5000E-02
	Std. Deviation	,3689	3,689E-02
	N	10	10
TRAINED	Mean	-2,7700	-,2770
	Std. Deviation	,6929	6,929E-02
	N	10	10

## Lampiran 5

## Hasil Uji Normalitas Distribusi

## NPar Tests Uji Normalitas distribusi

## KELOMPOK = UNTRAINED

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI	H B
N		10	10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	22,0000	165,4000	57,3000	66,5000	14,1400
	Std. Deviation	1,1547	1,6465	3,5917	2,7183	,7501
Most Extreme Differences	Absolute	,307	,204	,174	,173	,284
	Positive	,207	,196	,141	,109	,170
	Negative	-,307	-,204	-,174	-,173	-,284
Kolmogorov-Smirnov Z		,970	,645	,550	,547	,900
Asymp. Sig. (2-tailed)		,303	,799	,923	,926	,393

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = UNTRAINED

## KELOMPOK = TRAINED

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		UMUR	TINGGI BADAN	BERAT BADAN	DENYUT NADI	H B
N		10	10	10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	21,3000	170,9000	57,4000	63,3000	14,3900
	Std. Deviation	1,0593	2,5582	2,2706	2,2632	,4358
Most Extreme Differences	Absolute	,311	,172	,170	,179	,185
	Positive	,311	,172	,170	,179	,115
	Negative	-,189	-,128	-,130	-,121	-,185
Kolmogorov-Smirnov Z		,985	,542	,537	,565	,585
Asymp. Sig. (2-tailed)		,286	,930	,935	,907	,883

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = TRAINED

**NPar Tests****KELOMPOK = UNTRAINED****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		LAKTAT AWAL	LAKTAT 5 MEN	LAKTAT 15 MEN
N		10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1,8600	6,6100	5,9600
	Std. Deviation	,1955	,4408	,5680
Most Extreme Differences	Absolute	,263	,199	,172
	Positive	,237	,199	,172
	Negative	-,263	-,112	-,128
Kolmogorov-Smirnov Z		,832	,628	,544
Asymp. Sig. (2-tailed)		,493	,825	,929

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = UNTRAINED

**KELOMPOK = TRAINED****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		LAKTAT AWAL	LAKTAT 5 MEN	LAKTAT 15 MEN
N		10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1,5500	5,6200	2,8500
	Std. Deviation	,2014	,3994	,7821
Most Extreme Differences	Absolute	,298	,180	,224
	Positive	,298	,140	,224
	Negative	-,202	-,180	-,145
Kolmogorov-Smirnov Z		,942	,569	,708
Asymp. Sig. (2-tailed)		,337	,902	,698

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = TRAINED



**NPar Tests****KELOMPOK = UNTRAINED****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		PENURUNAN LAKTAT	KECEPSTAN TURUN LAKTAT
N		10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	-,6500	-6,5000E-02
	Std. Deviation	,3689	3,689E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,158	,158
	Positive	,129	,129
	Negative	-,158	-,158
Kolmogorov-Smirnov Z		,499	,499
Asymp. Sig. (2-tailed)		,964	,964

- a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.  
c. KELOMPOK = UNTRAINED

**KELOMPOK = TRAINED****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		PENURUNAN LAKTAT	KECEPSTAN TURUN LAKTAT
N		10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	-2,7700	-,2770
	Std. Deviation	,6929	6,929E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,230	,230
	Positive	,230	,230
	Negative	-,133	-,133
Kolmogorov-Smirnov Z		,727	,727
Asymp. Sig. (2-tailed)		,665	,665

- a. Test distribution is Normal.  
b. Calculated from data.  
c. KELOMPOK = TRAINED

## Lampiran 6

## Hasil ANOVA Uji Homogenitas

## Oneway Uji Homogenitas

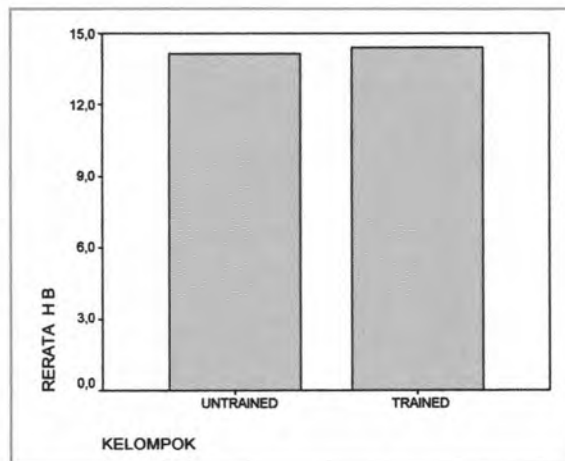
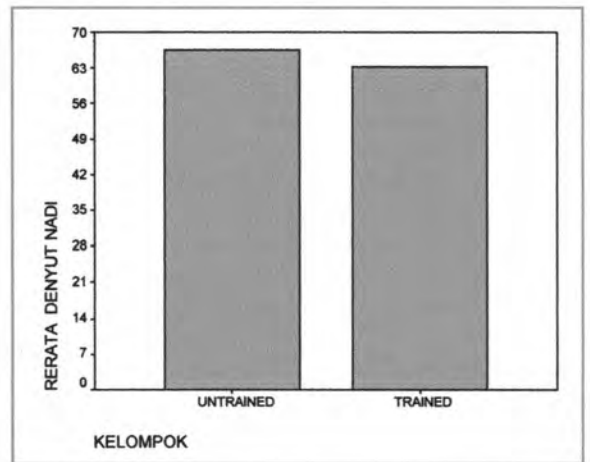
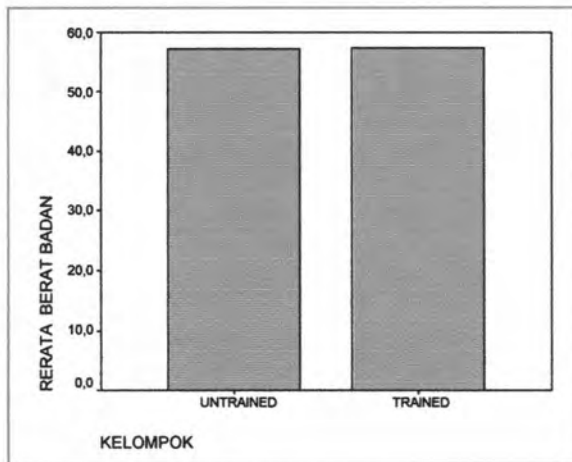
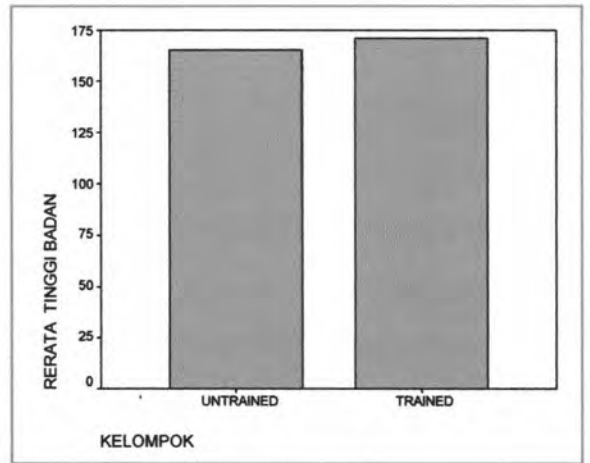
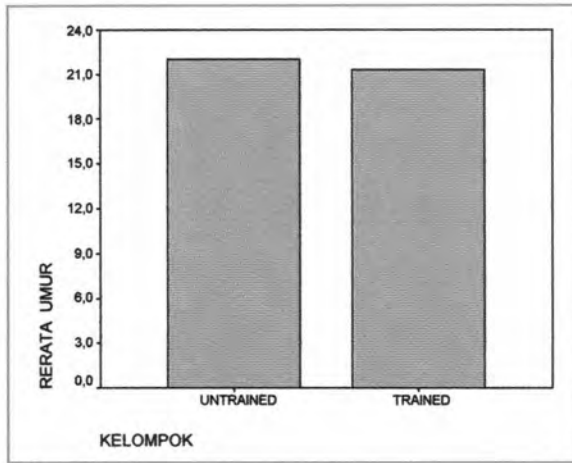
## Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
UMUR	UNTRAINED	10	22,0000	1,1547	,3651
	TRAINED	10	21,3000	1,0593	,3350
	Total	20	21,6500	1,1367	,2542
TINGGI BADAN	UNTRAINED	10	165,4000	1,6465	,5207
	TRAINED	10	170,9000	2,5582	,8090
	Total	20	168,1500	3,5135	,7856
BERAT BADAN	UNTRAINED	10	57,3000	3,5917	1,1358
	TRAINED	10	57,4000	2,2706	,7180
	Total	20	57,3500	2,9249	,6540
DENYUT NADI	UNTRAINED	10	66,5000	2,7183	,8596
	TRAINED	10	63,3000	2,2632	,7157
	Total	20	64,9000	2,9362	,6565
H B	UNTRAINED	10	14,1400	,7501	,2372
	TRAINED	10	14,3900	,4358	,1378
	Total	20	14,2650	,6107	,1366

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
UMUR	Between Groups	2,450	1	2,450	1,995	,175
	Within Groups	22,100	18	1,228		
	Total	24,550	19			
TINGGI BADAN	Between Groups	151,250	1	151,250	32,683	,000
	Within Groups	83,300	18	4,628		
	Total	234,550	19			
BERAT BADAN	Between Groups	5,000E-02	1	5,000E-02	,006	,941
	Within Groups	162,500	18	9,028		
	Total	162,550	19			
DENYUT NADI	Between Groups	51,200	1	51,200	8,185	,010
	Within Groups	112,600	18	6,256		
	Total	163,800	19			
H B	Between Groups	,313	1	,313	,831	,374
	Within Groups	6,773	18	,376		
	Total	7,085	19			

**Means Plots**



**Oneway****Descriptives**

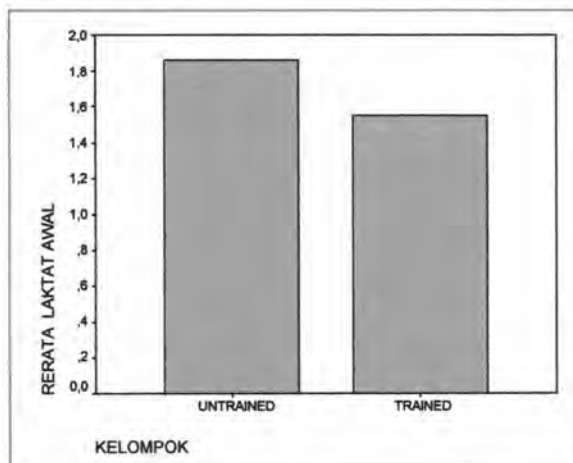
LAKTAT AWAL

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
UNTRAINED	10	1,8600	,1955	,0618
TRAINED	10	1,5500	,2014	,0637
Total	20	1,7050	,2502	,0559

**ANOVA**

LAKTAT AWAL

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,481	1	,481	12,199	,003
Within Groups	,709	18	3,939E-02		
Total	1,190	19			

**Means Plots****Univariate Analysis of Variance****Between-Subjects Factors**

KELOMPOK	Value Label	N
1,00	UNTRAINED	10
2,00	TRAINED	10

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
UNTRAINED	-,6500	,3689	10
TRAINED	-2,7700	,6929	10
Total	-1,7100	1,2143	20

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	23,425 <sup>a</sup>	4	5,856	19,126	,000
Intercept	,844	1	,844	2,757	,118
TB	,674	1	,674	2,200	,159
BB	,106	1	,106	,345	,566
LAKAW	,379	1	,379	1,239	,283
KEL	8,083	1	8,083	26,397	,000
Error	4,593	15	,306		
Total	86,500	20			
Corrected Total	28,018	19			

a. R Squared = ,836 (Adjusted R Squared = ,792)

**Estimated Marginal Means****KELOMPOK****Estimates**

Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Error
UNTRAINED	-,494 <sup>a</sup>	,267
TRAINED	-2,926 <sup>a</sup>	,267

a. Evaluated at covariates appeared in the model: TINGGI BADAN = 168,1500, BERAT BADAN = 57,3500, LAKTAT AWAL = 1,7050.

**Pairwise Comparisons**

Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
UNTRAINED	TRAINED	2,431*	,473	,000
TRAINED	UNTRAINED	-2,431*	,473	,000

Based on estimated marginal means

\* The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

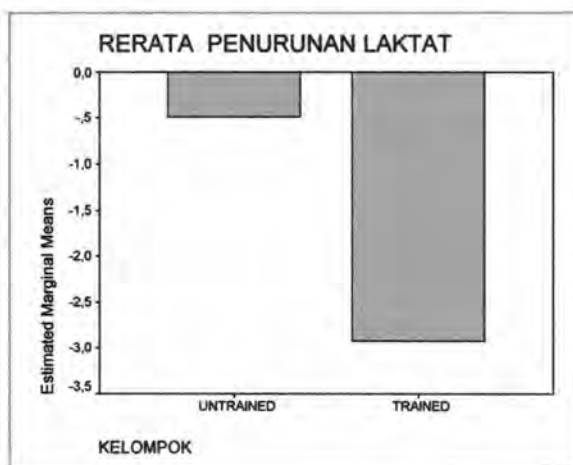
**Univariate Tests**

Dependent Variable: PENURUNAN LAKTAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	8,083	1	8,083	26,397	,000
Error	4,593	15	,306		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

**Profile Plots**



**Oneway**

**Descriptives**

PENURUNAN LAKTAT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
UNTRAINED	10	-,6500	,3689	,1167
TRAINED	10	-2,7700	,6929	,2191
Total	20	-1,7100	1,2143	,2715

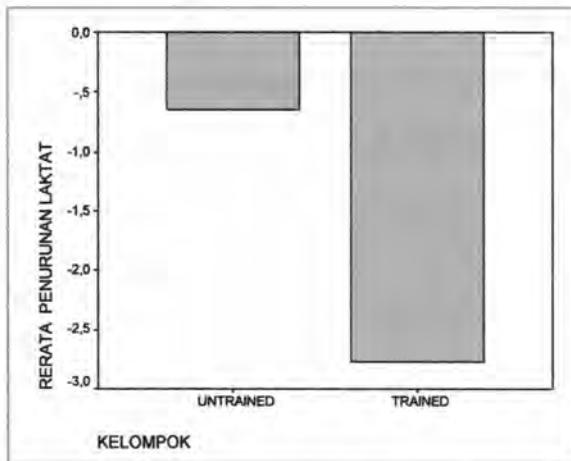
**ANOVA**

PENURUNAN LAKTAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22,472	1	22,472	72,935	,000
Within Groups	5,546	18	,308		
Total	28,018	19			



## Means Plots



## Univariate Analysis of Variance

### Between-Subjects Factors

KELOMPOK	Value Label	N
1,00	UNTRAINED	10
2,00	TRAINED	10

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: KECEPSTAN TURUN LAKTAT

KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
UNTRAINED	6,500E-02	3,689E-02	10
TRAINED	,2770	6,929E-02	10
Total	,1710	,1214	20

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KECEPSTAN TURUN LAKTAT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,234 <sup>a</sup>	4	5,856E-02	19,126	,000
Intercept	8,440E-03	1	8,440E-03	2,757	,118
TB	6,736E-03	1	6,736E-03	2,200	,159
BB	1,056E-03	1	1,056E-03	,345	,566
LAKAW	3,793E-03	1	3,793E-03	1,239	,283
KEL	8,083E-02	1	8,083E-02	26,397	,000
Error	4,593E-02	15	3,062E-03		
Total	,865	20			
Corrected Total	,280	19			

a. R Squared = ,836 (Adjusted R Squared = ,792)

**Oneway****Descriptives**

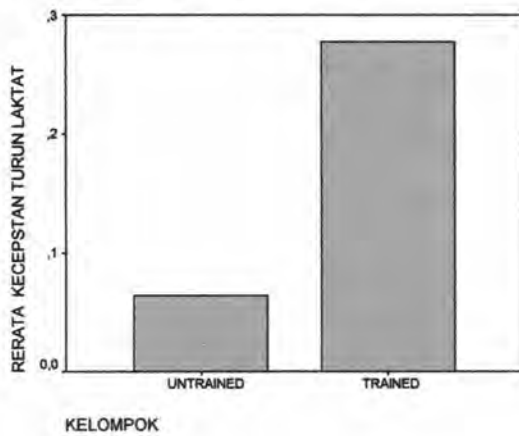
## KECEPSTAN TURUN LAKTAT

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
UNTRAINED	10	6,500E-02	3,689E-02	,0117
TRAINED	10	,2770	6,929E-02	,0219
Total	20	,1710	,1214	,0272

**ANOVA**

## KECEPSTAN TURUN LAKTAT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,225	1	,225	72,935	,000
Within Groups	5,546E-02	18	3,081E-03		
Total	,280	19			

**Means Plots**

## Lampiran 7

## Hasil Uji General Linear Model dan Uji T

## General Linear Model

## Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE\_1

PREPOS	Dependent Variable
1	LAKAW
2	LAK5MN
3	LAK15

## KELOMPOK = UNTRAINED

Descriptive Statistics<sup>a</sup>

	Mean	Std. Deviation	N
LAKTAT AWAL	1,8600	,1955	10
LAKTAT 5 MEN	6,6100	,4408	10
LAKTAT 15 MEN	5,9600	,5680	10

a. KELOMPOK = UNTRAINED

Tests of Within-Subjects Effects<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	132,650	2	66,325	606,015	,000
Error(PREPOS)	1,970	18	,109		

a. KELOMPOK = UNTRAINED

Tests of Within-Subjects Contrasts<sup>a</sup>

Measure: MEASURE\_1

Source	PREPOS	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	Linear	84,050	1	84,050	488,032	,000
	Quadratic	48,600	1	48,600	1041,429	,000
Error(PREPOS)	Linear	1,550	9	,172		
	Quadratic	,420	9	4,667E-02		

a. KELOMPOK = UNTRAINED

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	694,083	1	694,083	2063,676	,000
Error	3,027	9	,336		

a. KELOMPOK = UNTRAINED

**Estimated Marginal Means****PREPOS****Estimates<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

PREPOS	Mean	Std. Error
1	1,860	,062
2	6,610	,139
3	5,960	,180

a. KELOMPOK = UNTRAINED

**Pairwise Comparisons<sup>b</sup>**

Measure: MEASURE\_1

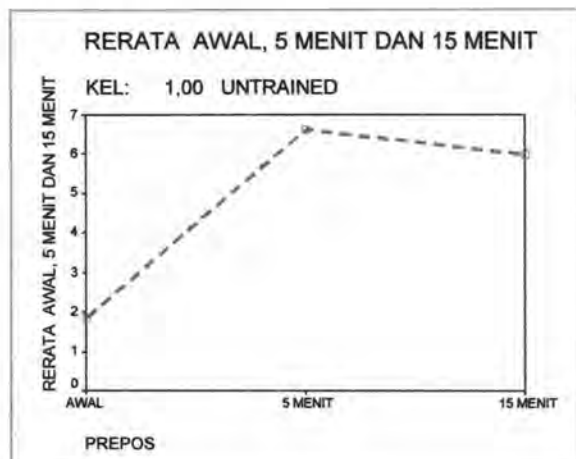
(I) PREPOS	(J) PREPOS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
1	2	-4,750*	,133	,000
	3	-4,100*	,186	,000
2	1	4,750*	,133	,000
	3	,650*	,117	,000
3	1	4,100*	,186	,000
	2	-,650*	,117	,000

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

b. KELOMPOK = UNTRAINED

**Profile Plots****KELOMPOK = TRAINED****Descriptive Statistics<sup>a</sup>**

	Mean	Std. Deviation	N
LAKTAT AWAL	1,5500	,2014	10
LAKTAT 5 MEN	5,6200	,3994	10
LAKTAT 15 MEN	2,8500	,7821	10

a. KELOMPOK = TRAINED

**Tests of Within-Subjects Effects<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	86,426	2	43,213	205,740	,000
Error(PREPOS)	3,781	18	,210		

a. KELOMPOK = TRAINED

**Tests of Within-Subjects Contrasts<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Source	PREPOS	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	Linear	8,450	1	8,450	30,915	,000
	Quadratic	77,976	1	77,976	531,386	,000
Error(PREPOS)	Linear	2,460	9	,273		
	Quadratic	1,321	9	,147		

a. KELOMPOK = TRAINED

**Tests of Between-Subjects Effects<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	334,668	1	334,668	854,391	,000
Error	3,525	9	,392		

a. KELOMPOK = TRAINED

**Estimated Marginal Means****PREPOS****Estimates<sup>a</sup>**

Measure: MEASURE\_1

PREPOS	Mean	Std. Error
1	1,550	,064
2	5,620	,126
3	2,850	,247

a. KELOMPOK = TRAINED

**Pairwise Comparisons<sup>b</sup>**

Measure: MEASURE\_1

(I) PREPOS	(J) PREPOS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
1	2	-4,070*	,153	,000
	3	-1,300*	,234	,000
2	1	4,070*	,153	,000
	3	2,770*	,219	,000
3	1	1,300*	,234	,000
	2	-2,770*	,219	,000

Based on estimated marginal means

\*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

b. KELOMPOK = TRAINED



**Profile Plots**



**General Linear Model**

**Within-Subjects Factors**

Measure: MEASURE\_1

PREPOS	Dependent Variable
1	LAKAW
2	LAK5MN
3	LAK15

**Between-Subjects Factors**

KELOMPOK	Value Label	N
1,00	UNTRAINED	10
2,00	TRAINED	10

**Descriptive Statistics**

	KELOMPOK	Mean	Std. Deviation	N
LAKTAT AWAL	UNTRAINED	1,8600	,1955	10
	TRAINED	1,5500	,2014	10
	Total	1,7050	,2502	20
LAKTAT 5 MEN	UNTRAINED	6,6100	,4408	10
	TRAINED	5,6200	,3994	10
	Total	6,1150	,6523	20
LAKTAT 15 MEN	UNTRAINED	5,9600	,5680	10
	TRAINED	2,8500	,7821	10
	Total	4,4050	1,7285	20

**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	197,748	2	98,874	618,97	,000
PREPOS * KEL	21,328	2	10,664	66,758	,000
Error(PREPOS)	5,751	36	,160		

**Tests of Within-Subjects Contrasts**

Measure: MEASURE\_1

Source	PREPOS	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PREPOS	Linear	72,900	1	72,900	327,232	,000
	Quadratic	124,848	1	124,848	1291,04	,000
PREPOS * KEL	Linear	19,600	1	19,600	87,980	,000
	Quadratic	1,728	1	1,728	17,869	,001
Error(PREPOS)	Linear	4,010	18	,223		
	Quadratic	1,741	18	9,670E-02		

**Tests of Between-Subjects Effects**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	996,338	1	996,338	2737,052	,000
KEL	32,414	1	32,414	89,044	,000
Error	6,552	18	,364		

**Estimated Marginal Means****1. KELOMPOK****Estimates**

Measure: MEASURE\_1

KELOMPOK	Mean	Std. Error
UNTRAINED	4,810	,110
TRAINED	3,340	,110

**Pairwise Comparisons**

Measure: MEASURE\_1

(I) KELOMPOK	(J) KELOMPOK	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
UNTRAINED	TRAINED	1,470*	,156	,000
TRAINED	UNTRAINED	-1,470*	,156	,000

Based on estimated marginal means

\* The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

**Univariate Tests**

Measure: MEASURE\_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	10,805	1	10,805	89,044	,000
Error	2,184	18	,121		

The F tests the effect of KELOMPOK. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

**2. PREPOS****Estimates**

Measure: MEASURE\_1

PREPOS	Mean	Std. Error
1	1,705	,044
2	6,115	,094
3	4,405	,153

**Pairwise Comparisons**

Measure: MEASURE\_1

(I) PREPOS	(J) PREPOS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>
1	2	-4,410*	,101	,000
	3	-2,700*	,149	,000
2	1	4,410*	,101	,000
	3	1,710*	,124	,000
3	1	2,700*	,149	,000
	2	-1,710*	,124	,000

Based on estimated marginal means

\* The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

### 3. KELOMPOK \* PREPOS

Measure: MEASURE\_1

KELOMPOK	PREPOS	Mean	Std. Error
UNTRAINED	1	1,860	,063
	2	6,610	,133
	3	5,960	,216
TRAINED	1	1,550	,063
	2	5,620	,133
	3	2,850	,216

#### Profile Plots



#### T-Test

##### Group Statistics

	KELOMPOK	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
LAKTAT AWAL	UNTRAINED	10	1,8600	,1955	6,182E-02
	TRAINED	10	1,5500	,2014	6,368E-02
LAKTAT 5 MEN	UNTRAINED	10	6,6100	,4408	,1394
	TRAINED	10	5,6200	,3994	,1263
LAKTAT 15 MEN	UNTRAINED	10	5,9600	,5680	,1796
	TRAINED	10	2,8500	,7821	,2473

## Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
LAKTAT AWAL	Equal variances assumed	,001	,971	3,493	18	,003
	Equal variances not assumed			3,493	17,984	,003
LAKTAT 5 MEN	Equal variances assumed	,352	,561	5,263	18	,000
	Equal variances not assumed			5,263	17,828	,000
LAKTAT 15 MEN	Equal variances assumed	,788	,387	10,174	18	,000
	Equal variances not assumed			10,174	16,428	,000

Lampiran 8

JADWAL KEGIATAN

No	Kegiatan	Bulan																																	
		2007																2008																	
		September				Oktober				Nopember				Desember				Januari			Pebruari			Maret			April			Mei			Juni		
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
1	Studi Kepustakaan	█																																	
2	Penyusunan Proposal	█																																	
3	Persiapan Penelitian	█																																	
4	Pelaksanaan Penelitian	█																																	
5	Penyusunan Data	█																																	
6	Analisis Data	█																																	
7	Penulisan Tesis	█																																	
8	Ujian Tesis	█																																	
9	Revisi	█																																	



## Lampiran 9

**RINCIAN BIAYA**

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
I	BIAYA PERALATAN				
1	Sewa Peralatan Penelitian :	1.00	Ls	1,200,000.00	1,200,000.00
	- Timbangan Berat Badan				
	- Pengukur Tinggi Badan				
	- Alat Pengukur Laktat (Accutrend Lactate)				
	- Alat Pengukur Hb (Hemocue)				
	- Alat Pengukur Denyut Nadi / Pulse Oximeter				
	- Ergocycle				
	- Stop Watch				
					<b>1,200,000.00</b>
II	BIAYA TRANSPORTASI				
1	Mahasiswa	20.00	Orang	30,000.00	600,000.00
2	Pembantu Lapangan	2.00	Orang	150,000.00	300,000.00
					<b>900,000.00</b>
III	BIAYA ANALISIS				
1	Strip Test Asam Laktat	60.00	strip	30,000.00	1,800,000.00
					<b>1,800,000.00</b>
IV	BIAYA PENGURUSAN IJIN PENELITIAN	1.00	Ls	150,000.00	150,000.00
V	BIAYA SEMINAR PROPOSAL	1.00	Ls	500,000.00	500,000.00
VI	BIAYA PENGOLAHAN DATA	1.00	Ls	600,000.00	600,000.00
VII	BIAYA UJIAN TESIS	1.00	Ls	500,000.00	500,000.00
VIII	BIAYA PENGGANDAAN TESIS	6.00	Buah	50,000.00	300,000.00
IX	BIAYA TAK TERDUGA	1.00	Ls	500,000.00	500,000.00
	<b>TOTAL</b>				<b>6,450,000.00</b>

Lampiran 10

**INFORMED CONSENT**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
PROGRAM PASCASARJANA PENDIDIKAN MAGISTER  
SURABAYA**

---

**SURAT PERSETUJUAN PESERTA COBA**

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama :

Umur :

Alamat / telepon :

Setelah mendapat keterangan secukupnya, tentang faedah dan juga akibat-akibat yang mungkin terjadi, saya bersedia ikut dalam penelitian ini dan menyatakan tidak keberatan melakukan latihan fisik submaksimal serta dilakukan pengambilan darah untuk pemeriksaan Hb dan kadar asam laktat.

Peneliti

Surabaya, November 2007

Yang memberi pernyataan

(Dita Yuliastrid, S.Si.)

(.....)

## Lampiran 11

**PENJELASAN DAN INFORMASI PENELITIAN****(Information for Informed Consent)**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan  $VO_2 \max$  dengan kecepatan pemulihan asam laktat setelah latihan fisik submaksimal.

Manfaat dari penelitian ini antara lain diharapkan dapat memberikan sumbangan dalam perkembangan ilmu olahraga di Indonesia pada umumnya dan untuk tenaga medis di bidang olahraga serta pembina olahraga pada khususnya dalam pelaksanaan program latihan di lapangan.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengambilan sampel darah kapiler untuk pemeriksaan kadar asam laktat darah.

Setiap orang yang dilibatkan penelitian (orang coba) akan melakukan latihan fisik submaksimal (olahraga) sesuai prosedur yang diinstruksikan dan dilakukan pengambilan sampel darah kapiler dengan cara menusuk ujung jari dengan alat penusuk *Softclix Accu-check* agar terjadi luka sehingga darah dapat diteteskan pada *test strip* yang selanjutnya akan diukur dengan alat pengukur laktat *Accutrend Lactate*.

Pengambilan darah tersebut akan menimbulkan sedikit rasa sakit pada daerah tusukan yang tidak akan membahayakan dan tidak akan memberikan efek samping lainnya.

Data saudara sebagai orang coba yang dilibatkan penelitian (orang coba) bersifat rahasia dan akan diolah secara ilmiah.

Lampiran 12

**DOKUMENTASI PENELITIAN**



Pengukuran  $VO_2$  max GOR Kampus  
Unesa, Lidah Wetan



Latihan Fisik Submaksimal dengan Ergocycle



Pengukuran Kadar Asam Laktat Darah



Peralatan yang Digunakan Dalam Penelitian

Lampiran 13



**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
JURUSAN PENDIDIKAN KESEHATAN DAN REKREASI  
Kampus Lidah Wetan Surabaya Telp. (031) 7532571**

Nomor: 020 /H38.6.4/LK.07.07/2008

Surabaya, 11 Februari 2008

Tempat : Peminjaman Alat

Kepada  
Kepala Laboratorium IKOR  
IK Unesa  
di  
tempat

Memperhatikan surat Saudari Dita Yuliastrid, S.Si, Dosen Jurusan Pendkesrek tentang permohonan peminjaman alat yang akan dipakai untuk pengambilan data penelitian dalam rangka penulisan tesis, maka mohon dengan hormat agar dosen tersebut dipinjam alat :

1. Ergocycle ( 1 buah )
2. Accutrend Lactate ( 1 buah )
3. Pulse oximeter ( 1 buah )
4. Alat penusuk ujung jari "Softclix accu-chek" ( 1 buah )
5. HB meter "Hemocue" (1 buah )
6. Alat penimbang badan & Tinggi badan ( 1 buah )

Demikian atas perhatian serta bantuannya, kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui  
Kajur Pendkesrek  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
JURUSAN PENDIDIKAN  
KESEHATAN DAN  
REKREASI  
Erman, S.Pd, M.Pd  
NIP. 132243749

Tembusan :  
1. Saudari Dita Yuliastrid, S.Si.  
2. Arsip THESIS

Lampiran 14



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
**FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN**

Kampus Lidah Wetan Surabaya 60213 fax. 7532571 Telepon : 7532571  
Website : <http://www.unesa.ac.id> email : [www.fik-unesa.go.id](http://www.fik-unesa.go.id)

**SURAT PERNYATAAN**

Setelah mempelajari secara seksama rancangan penelitian yang diusulkan, maka dengan ini menyatakan bahwa :

- Penelitian Berjudul : Hubungan  $VO_2$  Maks Dengan Kecepatan Pemulihan Asam Laktat Setelah Latihan Fisik Submaksimal
- Peneliti Utama : Dita Yuliastrid, S.Si
- Tempat Penelitian : Laboratorium IKOR Penkesrek Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya
- Dinyatakan : Laik Etik

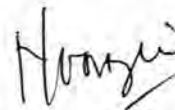
Surabaya, 4 Februari 2008

Mengetahui,  
Dekan FIK Unesa



Dr. Abdul Rachman Syam T, M.Pd  
NIP. 131651598

Ketua Laboratorium IKOR



Dra. Noortje Anita K, M.Kes  
NIP. 132086639