PENGARUH LATIHAN ANAEROBIK EKSTENSIF TERHADAP KECEPATAN REGULASI pH DARAH SETELAH AKTIVITAS KERJA MAKSIMAL

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIES

MILIK
NGGA

YONNY HERDYANTO
NIM : 090014134

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

PENGARUH LATIHAN ANAEROBIK EKSTENSIF TERHADAP KECEPATAN REGULASI pH DARAH SETELAH AKTIVITAS KERJA MAKSIMAL

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIES

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

YONNY HERDYANTO
NIM : 090014134

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

PENGARUH LATIHAN ANAEROBIK EKSTENSIF TERHADAP KECEPATAN REGULASI pH DARAH SETELAH AKTIVITAS KERJA MAKSIMAL

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS

TESIS

Untuk memperoleh gelar Magister

Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga

Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Oleh :

YONNY HERDYANTO
NIM : 090014134

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS INI TELAH DISETUJUI PADA TANGGAL :

……

Oleh :

Pembimbing Ketua

Prof. Martin Setiabudi, dr, Ph.D

Pembimbing

Dr. Bachtiar Hermawan, M.S.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Program Pascasarjana Universitas Airlangga

Dr. Sudarko Setyawan, dr, M.S
NIP : 131 949 832

Telah diuji pada

Tanggal .....

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Dr Sunarko Setyawan, dr., M.S.

Anggota : 1. Prof Martin Setiabudi, dr, Ph.D

2. Dr Bachtiar Hermawan, M.S

3. Moh Cholil Munif, dr, AIF

4. Dr Elyana Asnar STP, dr.,M.S

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur yang tak terhingga saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini dengan sebaik-baiknya. Tesis ini merupakan bagian akhir dari seluruh kegiatan pendidikan Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga, Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Dengan ketulusan yang paling dalam, saya menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Prof Martin Setiabudi, dr, PhD, sebagai Pembimbing Ketua yang telah mendorong dan melayani konsultasi serta memberikan masukan bahkan membimbing sejak awal penulisan proposal hingga akhir penulisan tesis ini.

Dr. Bachtiar Hermawan, M.S, sebagai pembimbing yang selalu memberikan petunjuk, bimbingan, dorongan serta arahan, sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik-baiknya.

Prof H. Soedarto, dr, DTMH, PhD Rektor Universitas Airlangga, yang telah memberikan kesempatan untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Magister.

Prof Dr H. Muhammad Amin, dr, Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengikuti pendidikan program Magister.

Prof Dr H.R. Soekarman, dr AIF (Alm), sebagai sesepuh Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya, yang telah

mendorong dan melayani konsultasi serta memberikan masukan bahkan membimbing sejak awal penulisan proposal hingga akhir penulisan tesis ini.

Dr Sunarko Setyawan, dr, MS, yang selalu memberikan petunjuk, bimbingan, dorongan serta arahan, sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik-baiknya.

Cholil Munif, dr AIF selaku dosen Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya yang telah banyak memberikan petunjuk dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini.

Seluruh staf pengajar Program Pascasarjana di Universitas Airlangga Surabaya, khususnyaProgram Studi Ilmu Kesehatan Olahraga, yang telah membimbing dan memberikan motivasi bahkan telah membekali ilmu kepada saya.

Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Ilmu Faal, Laboratorium Gramik, Laboratorium Biokimia Faklutas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, atas segala bantuan dan kerjasama yang telah diberikan kepada saya.

Seluruh staf perpustakaan Universitas Airlangga Surabaya atas bantuan dan kerjasama yang telah diberikan kepada saya.

Drs. Irmantara Subagio, M.Kes selaku Sekretaris Jurusan Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya yang telah banyak memberikan bantuan berupa sarana dan prasarana serta telah membimbing dan memberi motivasi bahkan telah membekali ilmu kepada saya.

Oce Wirawan, S.Pd, M.Kes selaku kepala Laboratorium SSFC Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya yang telah banyak memberikan bantuan berupa sarana dan prasarana serta memberikan motivasi demi terselesainya penelitian ini.

Semua teman seangkatan dan senior di ProgramStudi Ilmu Kesehatan Olahraga yang telah membantu dan saling memberikan motivasi guna penyelesaian penelitian dan penulisan tesis ini.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penulisan tesis ini, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Pada kesempatan ini pula, tidak lupa saya menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu saya yang telah membiayai seluruh kebutuhan perkuliahan saya dan memberikan dorongan serta motivasi guna penyelesaian studi saya di Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Kepada calon pendamping saya yang tercinta Rahayu Wilujeng, S.Psi yang telah memberikan motivasi serta dorongan moril kepada saya demi terselesaikannya penelitian ini.

Dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini, semoga segala amal dan perbuatannya mendapat limpahan rahmat dari Allah SWT. Amiiiin.

Surabaya, 28 Agustus 2002

P e n u l i s

RINGKASAN

Pengaturan ion hidrogen di dalam cairan ekstrasel dan intrasel harus selalu dipertahankan dalam kondisi normal, karena hampir semua aktivitas sistem enzim dalam tubuh dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen. Penelitian ini memberi perlakuan kepada sampel berupa latihan anaerobik ekstensif sehingga akan memberikan pengaruh yang baik terhadap tubuh yang akan terjadi peningkatan kapasitas fosfagen (ATP-PC) dan sistem glikolisis anaerobik.

Jenis penelitian yang telah dilaksanakan adalah penelitian eksperimental. Perlakuan terhadap sampel dilaksanakan pada ruang/tempat yang telah dipersiapkan dan pemeriksaan terhadap sampel darah dilaksanakan di laboratorium SSFC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh latihan anaerobik ekstensif terhadap kecepatan regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *randomized pretest posttest control group design*.

Sampel penelitian yang digunakan adalah mahasiswa laki-laki Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya angkatan tahun 2000. Penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 20 orang yang diambil secara acak (random) dari populasi sebanyak 120 orang dan dibagi menjadi 2 kelompok dengan masing-masing kelompok 10 orang. Kelompok tersebut adalah kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Kelompok kontrol tidak diberikan program latihan anaerobik ekstensif. Kelompok perlakuan diberi program latihan anaerobik ekstensif yaitu naik turun bangku selama 6 minggu dengan beban 80-90% dari kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit.

Data hasil pengukuran diolah dengan menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial (uji normalitas, uji anava, uji anakova, uji "t" dan uji multivariate + LSD) dengan taraf signifikan 5 %. Data deskriptif pH darah yang dihasilkan yaitu : (1) Tidak ada perbedaan yang bermakna (p=0.673) antara pH darah sebelum AKM antara kelompok kontrol dan kelompok latihan anaerobik, (2) Ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah saat akhir AKM, (3) Ada perbedaan yang bermakna (p=0,028) pada nilai pH darah 3 menit setelah akhir AKM, (4) Ada

perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah 6 menit setelah akhir AKM.

Dari hasil di atas dapat disimpulkan sebagai berikut : (1) Nilai pH darah sebelum melakukan AKM memiliki nilai yang seimbang, jadi perbedaan nilai pH darah yang ada pada saat akhir AKM, 3 menit dan 6 menit itu merupakan akibat dari perlakuan yang diberikan pada kelompok latihan anaerobik, (2) Latihan anaerobik ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal (AKM).

ABSTRACT

This research is intended to explore the influence of extensive anaerobik exercise on regulation acceleration of blood acidity (pH) after maximum work activity. Research design used in this research is randomized pretest posttest control group design.

The sample used in this research is male student of Sport Faculty of UNESA Surabaya year graduated 2000. A number of 20 persons taken from the population of 120 persons are divided into 2 groups of each 10 persons. There are control group and treatment group. The control group doesn't underwent extensive anaerobic exercises. The treatment group underwent extensive anaerobic exercises including getting on and getting off the bench in 6 weeks in 80% up to 90% of maximum ability to get on and get off the bench in 5 minutes.

Descriptive and inferential statistics are used to process the data (normality test, homogenity test, ANOVA test, ANACOVA test, t test, and multivariate + LSD test) on 5% significant standart. The results show that: (1) There is no significant difference ($p = 0.673$) between blood acidity before MWA on control group and anaerobic exercise group, (2) There is high significant difference ($p = 0.000$) on blood acidity rate in the last of MWA, (3) There is significant difference ($p = 0.028$) on blood acidity after 3 minutes of the last of MWA, (4) There is high significant difference ($p = 0.000$) on blood acidity after 6 minutes of the last of MWA.

From the results above, it could be concluded that: (1) since the blood acidity rate before MWA has balance value, the value differences of blood acidity on the last of MWA, including 3 minutes and 6 minutes, are due to the treatment given to anaerobic exercises group, (2) anaerobic exercises could accelerate the regulation of blood acidity after doing maximum work activity (MWA).

Key Word: exercise, anaerobic extensive, blood acidity regulation, maximum work activity.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul muka	0
Halaman Sampul dalam	i
Halaman Prasyarat	ii
Halaman Persetujuan	iii
Daftar Panitia Penguji Tesis	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Ringkasan	vi
Abstract	viii
Daftar isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Singkatan	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian dan Prinsip Latihan	4
2.2 Sistem Energi	9

2.2.1 Sistem ATP-PC (Phospagen System) 10

2.2.2 Sistem Glikolisis Anaerobik (Lactid Acid System) 11

2.2.3 Sistem Aerobik 12

2.3 Latihan Anaerobik 14

2.4 Latihan Naik Turun Bangku 15

2.5 Latihan Interval 17

2.6 Aktivitas Kerja Maksimal 18

2.7 Pengaturan Keseimbangan Asam-Basa 19

2.7.1 Sistem Penyangga Asam Basa Kimiawi 20

2.7.1.1 Sistem Penyangga Bikarbonat 20

2.7.1.2 Sistem Penyangga Fosfat 21

2.8 Sel-sel Darah Merah dan Fungsi Hemoglobin 22

2.9 Kontrol Keseimbangan Asam-Basa oleh Sistem Respirasi 23

2.10 Kontrol Keseimbangan Asam-Basa oleh Ginjal 26

2.11 Pengaturan Hormonal 27

2.11.1 Integrasi Fisiologis Hormon 28

2.12 Pengaruh dan Adaptasi Latihan 29

BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS 31

3.1 Kerangka Konsep 31

3.2 Hipotesis 32

BAB 4 METODE PENELITIAN 33

4.1 Jenis Penelitian 33

4.2 Rancangan Penelitian 33

4.3 Populasi 34

4.4 Sampel 34

4.5 Variabel Penelitian 35

4.6 Definisi Operasional Variabel 35

4.6.1 Latihan Anaerobik Ekstensif 35

4.6.2 pH darah 36

4.6.3 Jenis Kelamin 36

4.6.4 Umur 36

4.6.5 Kesehatan 36

4.6.6 Berat Badan 37

4.7 Waktu dan Lokasi Penelitian 37

4.7.1 Waktu Penelitian 37

4.7.2 Lokasi Penelitian 37

4.8 Metode Pemeriksaan 38

4.9 Alat dan Prasarana 41

4.10 Teknik Analisis Data 42

BAB 5 HASIL PENELITIAN 43

5.1 Hasil Statistik Deskriptif Variabel 43

5.2 Hasil Uji Normalitas Distribusi Variabel 45

5.3 Uji Beda Data Awal 47

5.4 Uji "t" Sepasang Terhadap Variabel 48

5.5 Hasil uji Anakova 48

BAB 6 PEMBAHASAN 51

6.1 Metode Penelitian 51

6.2 Pembahasan Hasil Penelitian 52

6.2.1 Uji Normalitas Distribusi 52

6.2.2 Pengaruh Latihan Anaerobik Ekstensif terhadap Regulasi pH Darah 52

6.3 Keterbatasan Penelitian 54

6.3.1 Sampel 54

6.3.2 Sarana dan Prasarana 54

BAB 7 SIMPULAN DAN SARAN 55

7.1 Simpulan 55

7.2 Saran 55

DAFTAR PUSTAKA 57

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 5.1 : Hasil Statistik Deskriptif Variabel pH darah 43

Tabel 5.2 : Hasil Statistik Deskriptif variabel umur, BB, dan TB 44

Tabel 5.3 : Hasil Uji Normalitas Distribusi pH darah 45

Tabel 5.4 : Hasil Uji Normalitas Distribusi variabel umur, BB dam TB .. 46

Tabel 5.5 : Hasil Uji Hoogenitas pH Darah 46

Tabel 5.6 : Hasil Uji Anava pH darah sebelum melakukan AKM 47

Tabel 5.7 : Hasil Uji "t" 48

Tabel 5.8 : Hasil Uji Anakova pH darah 6 Menit sesudah AKM 48

Tabel 5.9 : Hasil Uji LSD dengan *Pairwise Comparisons* 49

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	: Grafik perpaduan antara denyut nadi dan konsentrasi asam Laktat untuk menentukan bentuk latihan	6
Gambar 2.2	: Pembentukan ATP di dalam sel	13
Gambar 2.3	: Kompensasi Sistem Respiratorik dan Ginjal dalam Meregulasi pH	19
Gambar 2.4	: Perubahan pH Cairan Ekstraselular disebabkan oleh Peningkatan atau Penurunan Kecepatan Ventilasi Alveol ...	24
Gambar 2.5	: Efek pH darah pada Kecepatan Ventilasi Alveol	25
Gambar 2.6	: Mekanisme Dasar Ekskresi Ginjal	26
Gambar 5.1	: Grafik Variabel pH Darah Kelompok Kontrol	44
Gambar 5.2	: Grafik Variabel pH Darah Kelompok Perlakuan	44

DAFTAR SINGKATAN

Halaman

1. MWA (Maximum Work Activity) viii
2. ST (Slow Twitch) 7
3. ATP (Adenosin Tri Phospat) 10
4. PC (Phospo Creatin) 10
5. AKM (Aktivitas Kerja Maksimal) 18

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pengaturan ion hidrogen di dalam cairan ekstrasel dan intrasel harus selalu dipertahankan dalam kondisi normal, karena hampir semua aktivitas sistem enzim dalam tubuh dipengaruhi oleh konsentrasi ion hidrogen. Oleh karena itu, perubahan konsentrasi ion hidrogen sesungguhnya dapat mengubah fungsi seluruh sel (Guyton & Hall 1996). Ada tiga sistem utama yang mengatur konsentrasi ion hidrogen dalam cairan tubuh untuk mencegah asidosis atau alkalosis, yaitu : (1) Sistem penyangga asam basa kimiawi dalam cairan tubuh, (2) Sistem pernapasan, dan (3) Ginjal (Guyton & Hall 1996). Sistem penyangga tidak mengeliminasikan ion-ion hidrogen dari tubuh atau menambahnya ke dalam tubuh tetapi hanya menjaga agar mereka tetap terikat sampai keseimbangan atau homeostasis tercapai kembali melalui cairan ekstrasel.

Penelitian yang dilakukan oleh Rachel Casiday dan Regina Frey menyatakan bahwa efek dari latihan dapat mempercepat proses pergerakan CO_2 pada sistem pernapasan dan hal itu merupakan salah satu komponen prinsip dalam usaha mempertahankan pH pada kondisi homeostasis (Casiday & Frey, 2001).

Sebagian besar metabolisme tubuh akan menghasilkan berbagai macam asam, terlebih pada saat melakukan aktivitas fisik baik aerobik maupun anaerobik. Di samping asam karbonat, yang dibuang oleh alat pernapasan yang

berupa CO_2, masih banyak asam lain yang tidak menguap, diproduksi oleh proses metabolisme yang berupa asam laktat, dan asam piruvat (Mayes, 1985).

Asam laktat yang dihasilkan dari metabolisme anaerobik dapat meningkatkan ion H^+ sehingga menyebabkan pH menurun, hal itu sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jacklyn Mullick B.S bahwa hasil dari metabolisme anaerobik berupa asam laktat dapat menurunkan pH sehingga menyebabkan keasaman pada otot yang menyebabkan penurunan kadar calcium dan inilah yang menyebabkan otot menjadi kelelahan (Jacklyn, 1998).

Dari berbagai macam penelitian dan teori yang dikemukakan oleh para ahli tersebut di atas, terjadi beberapa perubahan terhadap pH darah terutama saat terjadi perubahan sistem kardiorespirasi dan sistem kardiovaskuler pada saat latihan fisik, akan tetapi belum diketahui secara jelas apakah latihan anaerobik ekstensif dengan naik turun bangku dapat mempercepat regulasi pH darah saat melakukan aktivitas kerja maksimal. Maka perlu kiranya dilakukan suatu penelitian dengan memberikan latihan anaerobik ekstensif naik turun bangku, sehingga terjadi adaptasi metabolisme tubuh dalam meningkatkan kecepatan regulasi pH darah .

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

* Apakah latihan anaerobik ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah aktivitas kerja maksimal ?

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengaruh latihan anaerobik ekstensif dalam meningkatkan kecepatan regulasi pH darah setelah aktivitas kerja maksimal.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui pengaruh latihan anaerobik ekstensif terhadap regulasi pH darah sebelum AKM, akhir AKM, 3 menit pertama dan 3 menit kedua setelah akhir AKM.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan tentang pengaruh latihan terhadap pH darah. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan Ilmu Kesehatan Olahraga, dan dapat digunakan untuk memperluas wawasan pelatih, atlet, pembina olahraga, dan guru-guru olahraga dalam menentukan intensitas latihan yang dapat menjamin kesehatan seseorang (Pelaku olahraga).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memberikan dasar tinjauan kepustakaan tentang pengaruh latihan anaerobik ekstensif terhadap kecepatan regulasi pH darah, pada bab II akan dibahas beberapa sub bab, meliputi: pengertian dan prinsip latihan, sistem energi, jenis-jenis latihan, latihan naik turun bangku, latihan interval, aktivitas kerja maksimal, pengaturan keseimbangan asam-basa, sistem penyangga bikarbonat, sel-sel darah merah dan fungsi hemoglobin, fosfor, besi (Fe), kontrol keseimbangan asam-basa oleh ginjal, hormon pertumbuhan dan pengaruh dan adaptasi latihan terhadap kecepatan regulasi pH darah.

2.1. Pengertian dan Prinsip Latihan

Yang dimaksud dengan latihan adalah suatu proses yang sistematis atau suatu aktivitas yang dilakukan berulang-ulang dalam jangka waktu yang cukup lama dengan meningkatkan beban latihan secara bertahap. Latihan memiliki sifat individual dan ditujukan pada pembentukan fisiologis dan psikologis atlet untuk memenuhi tuntutan tugas (Brooks & Fahey, 1987). Untuk meningkatkan komponen-komponen kondisi fisik atlet secara nyata, maka latihan harus dilakukan secara teratur dan berkesinambungan dan harus dituangkan dalam suatu program latihan yang baik (Bompa, 1994). Latihan yang tidak teratur dan tidak dituangkan dalam suatu program latihan, maka hasilnya akan sangat diragukan (Astrand & Rodahl, 1986). Dan kemampuan fisik atlet akan kembali menurun apabila tidak melakukan latihan dalam kurun waktu tertentu. Oleh karena itu, atlet harus selalu melakukan latihan secara teratur dan berkesinambungan (Brooks & Fahey,1987).

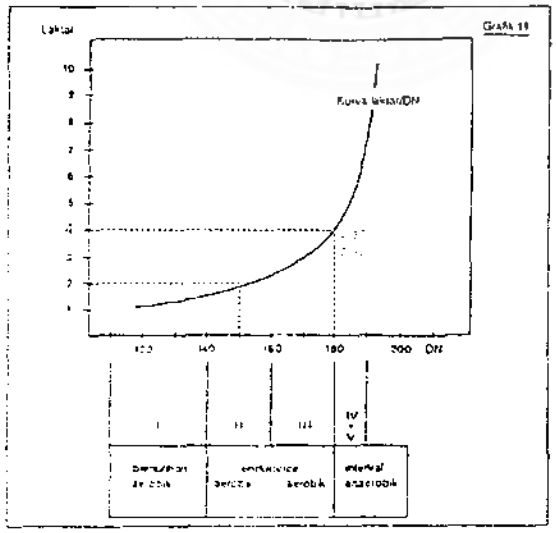
Atlet dapat mencapai prestasi yang setinggi-tingginya (semaksimal mungkin), jika melakukan program latihan yang disusun berdasarkan pada pendekatan-pendekatan ilmiah. Pendekatan-pendekatan secara ilmiah yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun suatu program latihan memberikan petunjuk bahwa: (1) Kemampuan atlet untuk berprestasi setinggi-tingginya tergantung pada keadaan fisiologis atlet tersebut. Oleh karena itu, perlu diadakan analisis terhadap proses kimia dan fungsi fisiologis atlet sebagai penunjang utama dalam mencapai prestasi (Janssen, 1987), (2) Peningkatan prestasi olahraga sangat tergantung pada kualitas latihan yang dilakukan. Kualitas latihan dapat dilihat dari sistem energi predominan yang digunakan selama melakukan latihan (Soekarman, 1989), (3) Melalui dua pendekatan di atas, maka volume dan intensitas latihan dapat ditentukan secara tepat, sehingga akan menghasilkan perubahan dan penyesuaian fisiologis sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Fox, 1993). Ada tiga cara yang dipakai untuk menentukan intensitas latihan sebagai ambang rangsang yang harus dicapai atau dilalui dalam suatu latihan, yang merupakan patokan-patokan fisiologis individu yaitu : denyut jantung (denyut nadi), kadar asam laktat dan ambang anaerobik (Soekarman, 1989).

Beberapa prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan intensitas latihan meliputi: (1) berdasarkan prosentase beban latihan maksimal, (2) berdasarkan pada sistem energi predominan yang digunakan dalam latihan, dan (3) didasarkan pada tingkat fisiologis awal (Bompa, 1994). Saat melakukan latihan perlu memperhatikan kemampuan masing-masing atlet untuk menghambat peningkatan asam laktat, baik yang terdapat di dalam otot maupun pada aliran darah. Kelelahan pada atlet dapat dihambat dengan cara menghambat peningkatan asam laktat atau mengurangi jumlah

penumpukannya di dalam otot. Atlet dapat mengikuti pertandingan atau perlombaan selanjutnya apabila tidak mengalami kelelahan (Bompa, 1994).

Beban latihan dapat ditentukan dengan memadukan antara denyut nadi dan konsentrasi asam laktat (Janssen, 1987). Bentuk-bentuk latihan yang diperoleh melalui perpaduan antara denyut nadi dan konsentrasi asam laktat, meliputi: (1) Latihan pemulihan atau regenerasi (latihan aerobik intensitas rendah), yaitu latihan dengan intensitas jauh di bawah kadar laktat 2 mM/kg otot dan denyut nadi antara 110-140 per menit, (2) Latihan endurance ekstensif (latihan aerobik intensif sedang), yaitu latihan dengan intensitas kadar laktat berkisar 2 mM/kg otot dan denyut nadi antara 140-160 per menit, (3) Latihan endurance intensif (latihan aerobik intensif berat) yaitu latihan dengan intensitas kadar laktat 3-4 mM/kg otot dan denyut nadi 160-180 per menit, (4) Pengulangan ekstensif (durasi tempo), yaitu latihan dengan intensitas kadar laktat antara 4-6 mM/kg otot dan denyut nadi di atas 180 per menit, (5) Pengulangan intensif, yaitu latihan dengan intensitas kadar laktat antara 6-12 mM/kg otot dan denyut nadi diatas 180 per menit.

Perhatikan gambar 2.1



Gambar 2.1
Perpaduan antara denyut nadi dan konsentrasi asam laktat
untuk menentukan bentuk latihan (Janssen, 1987)

Latihan yang didasarkan pada sistem energi glikolisis anaerobik merupakan perpaduan antara kekuatan dan daya tahan. Agar terjadi peningkatan ketahanan dan kekuatan anaerobik, maka atlet harus diberi latihan dengan beban maksimum, waktu yang pendek dan dilakukan secara berulang-ulang dengan diselingi interval istirahat. Latihan seperti ini dimaksudkan untuk meningkatkan simpanan ATP-PC di dalam otot, meningkatkan kadar glikogen otot dan meningkatkan ambang anaerobik. Peningkatan ambang anaerobik dilakukan dengan cara penurunan penumpukan asam laktat yang terbentuk dari beban latihan yang sama atau meningkatkan ketahanan terhadap suatu keasaman yang disebabkan oleh penumpukan asam laktat (Soekarman, 1989).

Agar latihan berpengaruh terhadap peningkatan daya tahan, maka intensitas latihan yang dilakukan harus berkisar antara 40-60% (Nossek, 1982; Harre, 1981 dan bompa 1994). Latihan dengan intensitas yang terus ditingkatkan merupakan transisi dari penggunaan serabut otot lambat (ST=*Slow Twitch*), dan selanjutnya terjadi perubahan efektif kerja serabut otot cepat sebagai hasil akhirnya. Hal ini terjadi pada latihan dengan intensitas 80% atau lebih dari kapasitas kerja maksimal (VO_{2max}) seseorang saat latihan(Lamb, 1984).

Dalam mengembangkan kondisi fisik, perlu diketahui tentang prinsip latihan, agar latihan yang dilakukan membuahkan hasil sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Prinsip dasar latihan yang berhubungan dengan program latihan yang dikemukakan oleh para ahli dapat dirinci menjadi :

a. Prinsip beban berlebih

Untuk mendapatkan pengaruh latihan yang baik organ tubuh harus mendapat beban yang melebihi beban yang biasanya diterima dalam aktivitas

sehari-hari. Agar latihan diketahui peningkatannya maka perlu diberikan penambahan beban semakin berat secara teratur. Penambahan beban itu dapat berupa menambah jumlah ulangan, mengurangi masa istirahat dan menambah frekuensi latihan.

b. *Prinsip beban bertambah*

Setiap latihan akan sangat efektif apabila secara rutin latihan bertambah berat untuk setiap minggu atau dua minggu. Beban ditingkatkan jika kemampuan semakin meningkat. Prinsip ini didasarkan pada kerja fisiologis tubuh bahwa tubuh akan selalu beradaptasi terhadap keadaan atau stress baru, asalkan beban yang diberikan tidak melampaui batas toleransi tubuh (Fox, 1993).

c. *Prinsip kekuhususan*

Prinsip ini adalah mengenai kekhususan latihan dalam hal kelompok otot yang dilatih, pola gerakan, sistem energi predominan dan persediaannya serta jenis kontraksi ototnya (Bompa, 1994).

d. *Prinsip Individual*

Prinsip ini didasarkan bahwa setiap orang mempunyai karakteristik berbeda-beda baik secara fisik ataupun secara psikologis. Oleh karena itu latihan yang diberikan harus disesuaikan dengan tingkat kesegaran seseorang dan tujuan yang hendak dicapai (Fox , 1993). Prinsip individualisasi dalam latihan ini adalah suatu kebutuhan yang utama dari suatu bentuk usaha latihan dan ini berbeda untuk setiap atlet, baik pelaksanaannya untuk tiap atlet, penyesuaian ini harus menyenangkan bagi setiap individu untuk

kecakapannya, potensinya, serta mempelajari sifat secara khusus dari setiap cabang olahraga (Bompa, 1994).

e. *Prinsip Pulih Asal*

Prinsip pulih asal ini bertujuan untuk memulihkan kondisi tubuh pada keadaaan sebelum aktivitas, baik pemulihan cadangan energi, pembuangan asam laktat dari darah dan otot serta pemulihan cadangan oksigen (Soekarman, 1989).

2.2. Sistem Energi

Energi mempunyai pengertian sebagai kemampuan untuk melakukan kerja, sedangkan kerja diartikan dengan daya yang dilakukan pada jarak tertentu. Energi ada beberapa macam yaitu : energi mekanik, energi kimia, panas, cahaya, elektrik. Bentuk energi yang digunakan oleh sel otot untuk menghasilkan proses kontraksi adalah energi kimia, energi kimia ini disimpan dalam molekul kimia dan dipindahkan untuk menghasilkan kerja di dalam sel. Molekul khusus yang digunakan dalam sel otot adalah Adenosin Trifosfat (ATP) dan ini termasuk dalam golongan fosfat berenergi tinggi. Kanji, gula dan trigliserida merupakan bagian terbesar dari energi pada pengaturan makanan, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilaksanakan oleh Flatt PJ bahwa pengaturan makanan itu untuk menjaga agar kondisi tubuh tetap homeostasis dan kebanyakan penyerapan glukosa dan lemak harus disimpan untuk dapat diangkut dan diolah menjadi energi (Flatt PJ, 1995;61:9525 – 95). Sebagian besar energi yang digunakan berfungsi untuk berkontraksi otot-otot yang perlu untuk bergerak, untuk

mempertahankan hidup kita seperti mengalirkan darah, bernapas, pembuatan enzim dan lainnya untuk metabolisme tubuh (Soekarman, 1991).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nehlsen, dkk yang menyatakan bahwa pergerakan dan gerak badan dapat menginduksi suatu perubahan multitude dalam sistem imun neuroendokrin. Dikatakan bahwa resiko dan infeksi respirasi dengan eksersi yang berat dapat berkurang setelah melakukan latihan. Dan hasil penelitian itu dapat kita lihat bahwa lalu lintas yang sering dari sel masuk dan keluar dari kompartemen darah pada responnya untuk eksersi dapat mengurangi resiko dari infeksi respirasi (Cannarella S.L, 1998). Kita tahu bahwa untuk melakukan gerakan perlu ATP jadi semua kegiatan yang terjadi dalam tubuh kita memerlukan ATP dan yang terutama untuk kontraksi otot. Ada tiga macam sistem penyediaan ATP dalam otot, dua diantaranya berlangsung secara anaerobik yaitu tidak memerlukan oksigen dan sistem ketiga berlangsung secara aerobik, yaitu untuk menghasilkan ATP dengan memerlukan adanya oksigen. Adapun tiga sistem itu yaitu : (a) Sistem ATP-PC ; (b) Sistem asam laktat (anaerobik) ; (c) Sistem aerobik.

2.2.1. Sistem ATP-PC (Phospagen System)

ATP yang tersedia dalam otot sangat terbatas jumlahnya, bila kita ingin bahwa otot itu dapat berkontraksi berulang-ulang, maka ATP yang digunakan otot harus dibentuk kembali. Dalam kontraksi otot yang cepat dan kuat diperlukan pembentukan ATP yang lebih cepat. Untuk itu terdapat senyawa sederhana yang dapat membantu pembentukan kembali ATP dengan cepat, senyawa tersebut adalah PC (phospo creatin). Apabila PC pecah akan keluar energi dan pemecahan

itu tidak memerlukan oksigen. PC ini jumlahnya sedikit tetapi PC merupakan sumber energi yang tercepat untuk pembentukan ATP kembali.

PC ——> C + Pi + Energi

Energi + ADP + Pi ———> ATP

Sistem fosfagen ini merupakan persediaan ATP yang dapat digunakan secara cepat oleh otot, yaitu untuk aktivitas otot yang berat dan dalam waktu 3 – 8 detik (Soekarman, 1991). Cepatnya proses penyediaan energi melalui sistem fosfagen ini disebabkan karena : (1) Tidak bergantung pada reaksi kimia ; (2) Tidak membutuhkan oksigen ; (3) ATP-PC tertimbun dalam mekanisme kontraksi otot.

2.2.2. Sistem Glikolisis Anaerobik (Lactid Acid System)

Setelah cadangan ATP-PC menipis dan tidak tersedianya cukup oksigen, pembentukan ATP dapat dilakukan dengan cara pemecahan glikogen, proses ini bisa disebut sistem glikolisis anaerobik. Sistem ini lebih rumit bila dibandingkan dengan sistem fosfagen, karena sistem ini memerlukan lebih banyak macam reaksi kimia secara berurutan sehingga pembentukan ATP melalui sistem ini berjalan lambat.

secara sederhana proses glikolisis anaerobik dapat dikemukakan rangkaian reaksi kimia sebagai berikut :

$$(C_6H_{12}O_6)n \longrightarrow 2\ C_3H_6O_3 + \text{Energi}$$

$$\text{Energi} + 3\ Pi + 3\ ADP \longrightarrow 3\ ATP$$

(Fox, 1993)

Selanjutnya asam laktat dapat diubah menjadi glukosa lagi di dalam hati. Untuk olahraga yang memakan waktu 1 sampai dengan 3 menit energi yang digunakan terutama dari glikolisis ini (Soekarman, 1991).

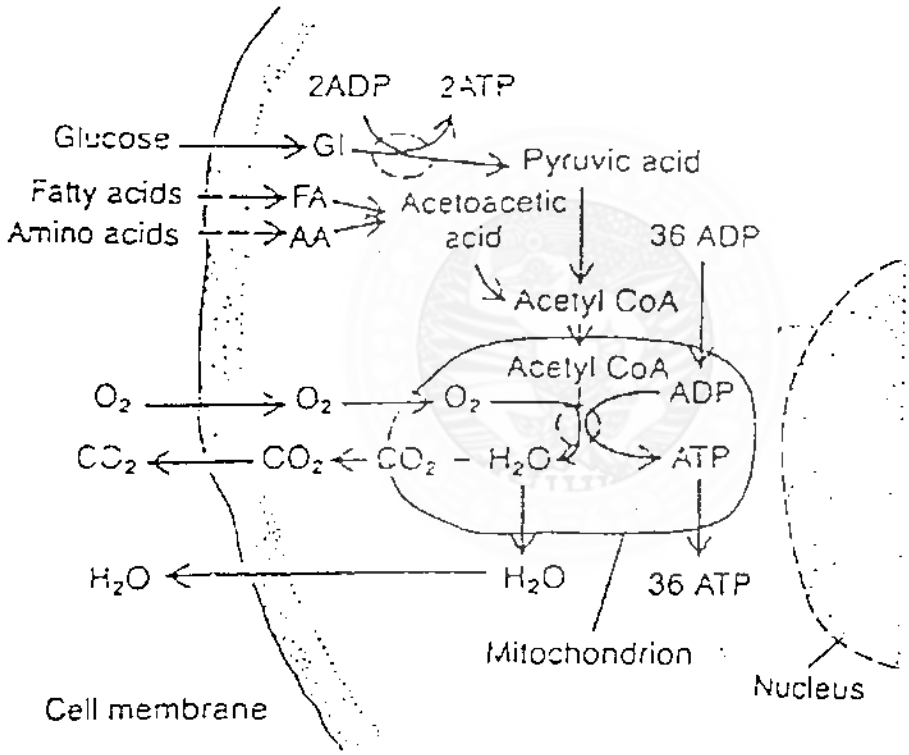
2.2.3. Sistem Aerobik

Untuk olahraga ketahanan yang tidak memerlukan gerakan yang cepat, pembentukan ATP terjadi dengan metabolisme aerobik. Untuk reaksi ini walaupun metabolisme aerobiknya terjadi di otot, tetapi letaknya agak jauh dari mekanisme kontraktil, oleh karena itu pengaruhnya juga lebih lambat dan tidak dapat digunakan secara cepat. Reaksi aerobik ini terjadi di dalam organella yang dinamakan "mitokondria" dan reaksi aerobik ini dapat dibagi menjadi 3 yaitu : (1) Glikolisis aerobik ; (2) Siklus kreb ; (3) Sistem transportasi elektron (Soekarman, 1989).

Sistem aerobik ini meliputi oksidasi lemak dan protein, proses oksidasi berlangsung di mitokondria, melalui serangkaian proses pada siklus kreb dan sistem transportasi. Apabila didalam mitokondria mempunyai cukup oksigen, maka glikogen di sitoplasma diubah menjadi asam piruvat, sedangkan asam lemak dan asam amino diubah menjadi asam asetoasetat dan selanjutnya masuk ke dalam mitokondria dan bersama dengan Koenzim (CoA) membentuk Asetil-CoA. Bersama dengan asam oksaloasetat asetil CoA membentuk asam sitrat yang selanjutnya mengalami serangkaian reaksi kimia di siklus krebs. Dalam siklus kreb ini terbentuk CO_2 dan beberapa ATP serta terbebasnya elektron. Elektron yang terbebas itulah selanjutnya melalui sistem transportasi elektron membentuk ATP.

SURABAYA

Pembentukan Adenosin Trifosfat (ATP) didalam sel, menunjukkan bahwa sebagian besar ATP dibentuk di dalam mitokondria. Proses pembentukan ATP dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2.2

Pembentukan ATP di dalam sel (Guyton & Hall, 1996)

2.3. Latihan Anaerobik

Latihan anaerobik adalah suatu aktivitas fisik dengan menggunakan sumber energi predominan yang berasal dari sistem ATP-PC dan glikolisis anaerobik. Latihan yang didasarkan pada sistem energi ATP-PC hanya bertahan dalam beberapa detik saja (kurang dari 12 detik), sedangkan latihan yang didasarkan pada sistem energi glikolisis anaerobik dapat berlangsung tidak lebih dari 3 menit (Fox, 1993).

Secara umum maka dapat diartikan bahwa latihan anaerobik sering dihubungkan dengan program latihan olahraga dengan kerja yang singkat, berulang-ulang dengan intensitas yang tinggi. Pada prinsipnya latihan kapasitas anaerobik merupakan kegiatan yang berlangsung dalam beberapa detik dan sumber energinya berasal dari glikolisis anaerobik (Fox, 1993).

Latihan anaerobik lebih ditekankan pada atlet-atlet yang memiliki kemampuan tinggi dalam memproduksi energi secara anaerobik. Interval kerja yang dilakukan tidak boleh lebih dari 3 menit dengan intensitas latihan maksimal, mendekati maksimal/sub maksimal. Suatu latihan dengan kapasitas anaerobik biasanya dimulai dengan intensitas 80% dari kerja maksimal dengan jumlah latihan 3 sampai 5 kali setiap minggu (Astrand & Rodahl, 1986)

Untuk meningkatkan kemampuan anaerobik pada atlet, maka harus dilakukan latihan yang spesifik dengan gerakan-gerakan yang tidak bertentangan dengan cabang olahraganya. Aktivitas yang dilakukan dengan kapasitas anaerobik memerlukan waktu antara1 sampai 3 menit (Fox,1993). Peningkatan kapasitas anaerobik dapat diperoleh dengan cepat, jika melakukan latihan dengan menggunakan metode latihan interval. Metode latihan interval adalah bentuk

latihan yang memadukan antara interval kerja dengan interval istirahat (Fox, 1993). Latihan interval disusun menjadi suatu set, sehingga dalam suatu program latihan terdiri dari beberapa set latihan interval (Fox, 1993).

Latihan anaerobik lebih ditekankan pada atlet-atlet yang memiliki kemampuan tinggi dalam memproduksi energi secara anaerobik. Interval kerja yang dilakukan tidak boleh lebih dari 3 menit dengan intensitas latihan maksimal (mendekati maksimal/submaksimal). Latihan yang dilakukan dengan interval kerja lebih dari 3 menit dan intensitas kurang dari sub maksimal tidak akan meningkatkan kemampuan anaerobik secara optimal. Suatu latihan dengan kapasitas anaerobik biasanya dimulai dengan intensitas 80% dari kerja maksimal dengan jumlah latihan 3 sampai 5 kali setiap minggu (Astrand, 1986).

Agar terjadi peningkatan ketahanan dan kekuatan anaerobik, maka atlet harus diberikan latihan dengan beban maksimum, waktu yang pendek dan dilakukan secara berulang-ulang dengan diselingi interval istirahat. Latihan seperti ini dimaksudkan untuk meningkatkan simpanan ATP-PC di dalam otot, meningkatkan kadar glikogen otot dan meningkatkan ambang anaerobik. Peningkatan ambang anaerobik dilakukan dengan cara penurunan penumpukan asam laktat yang terbentuk dari beban latihan yang sama atau meningkatkan ketahanan terhadap suatu keasaman yang disebabkan oleh penumpukan asam lakatat (Soekarman, 1989).

2.4. Latihan Naik Turun Bangku

Berbagai macam bentuk latihan banyak dilakukan untuk meningkatkan kondisi fisik seseorang. Sharkey (1984) mengemukakan bahwa latihan naik turun

bangku dapat meningkatkan kesegaran jasmani seseorang dan dapat meningkatkan kontraksi otot, serta perbaikan peredaran darah. Sedangkan Hazeldine (1989) mengemukakan bahwa salah satu bentuk latihan yang dapat meningkatkan daya tahan adalah latihan naik turun bangku.

Ketinggian bangku untuk melakukan latihan naik turun bangku tergantung pada jenis kelamin dan kelompok usia (Atmojo dan Sarwono, 1993). Atmojo dan Sarwono mengemukakan beberapa ketentuan tentang tinggi bangku, jenis kelamin, frekuensi latihan dan lamanya latihan sebagai berikut :

a. Latihan naik turun bangku untuk mahasiswa putra dewasa :
   - Tinggi bangku : 20 inch (50,8 cm)
   - Frekuensi : 30 x per menit
   - Lama latihan : 5 menit
b. Latihan naik turun bangku untuk mahasiswa putri (modifikasi Clarke) :
   - Tinggi bangku : 18 inch
   - Frekuensi : 30 x per menit
   - Lama latihan : 4 menit
c. Latihan naik turun bangku untuk wanita dan anak perempuan (modifikasi Skubic dan Hodgkins) :
   - Tinggi bangku : 18 inch
   - Frekuensi : 24 x per menit
   - Lama latihan : 3 menit
d. Latihan naik turun bangku untuk anak laki-laki sekolah menengah umur 12-18 tahun (modifikasi Gallagher dan Brouha) :

- Tinggi bangku : 18-20 inch
- Frekuensi : 30 x per menit
- Lama latihan : 4 menit

e. Latihan naik turun bangku untuk siswa putra dan putri sekolah dasar umur 8-12 tahun (modifikasi Brouha dan Ball) :

- Tinggi bangku : 14 inch (35,56 cm)
- Frekuensi : 30 x per menit
- Lama latihan : 3 menit (untuk siswa umur di bawah 7 tahun lama latihan 2 menit

Untuk menentukan intensitas latihan pada program latihan naik turun bangku dapat dilakukan dengan prosentase frekuensi maksimal dari latihan naik turun bangku tersebut. Intensitas latihan dapat diklasifikasikan sebagai berikut : intensitas ringan 30-50%, intensitas sedang 50-70%, intensitas menengah 70-80%, intensitas submaksimal 80-90%, intensitas maksimal 90-100% dan intensitas super maksimal 100-105% dari beban maksimal (Bompa, 1994).

2.5. Latihan Interval

Program latihan fisik yang berlangsung secara berselang antara interval kerja *(work interval)* dan interval istirahat *(rest interval)* disebut *interval training*.

Pada interval istirahat dapat berupa istirahat aktif yang disebut *"work relief interval"* dan dapat pula berupa istirahat pasif yang disebut *"rest relief interval"*. Pada interval istirahat tubuh diberi kesempatan untuk pemulihan *(recovery)*, biasanya diukur dengan denyut nadi.

Tetapi secara praktis digunakan pedoman rasio untuk interval kerja dibandingkan dengan interval istirahat yang disusun oleh Fox, Mathews sebagai berikut :

a. 1 : 3 dan 1 : 2, untuk interval kerja berat dengan waktu yang singkat, digunakan untuk meningkatkan ketahanan anaerobik.
b. 1 : 2, yang digunakan untuk interval kerja yang beban sedang.
c. 1 : ½ dan 1 : 1, untuk interval kerja yang ringan dan berlangsung lama, terutama untuk meningkatkan ketahanan aerobik.

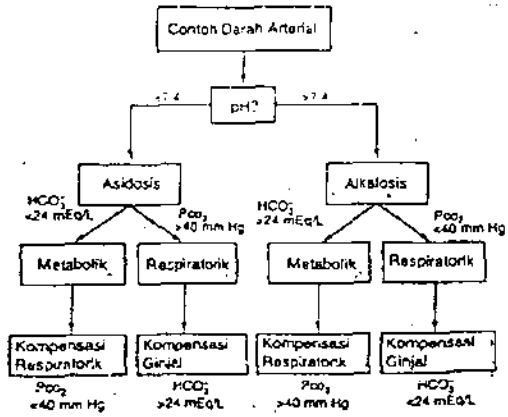
2.6. Aktivitas Kerja Maksimal

Aktivitas kerja maksimal adalah kemampuan seseorang dalam melakukan suatu aktivitas sampai orang itu sudah tidak mampu lagi melakukannya atau orang itu merasa dipaksa utuk melakukannya sehingga menjadi lebih lambat. Oleh karena itu tingkat beban endurance harus berada dibawah tingkat kerja maksimal (Janssen, 1987). Kinerja yang dapat dilakukan pada tingkat kerja maksimal hanya dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang sangat pendek, paling lama beberapa menit.

Dengan pedoman aktivitas kerja maksimal itu dapat ditentukan intensitas latihan yang akan dilakukan berdasarkan klasifikasi sebagai berikut : intensitas ringan 30-50%, intensitas sedang 50-70%, intensitas menengah 70-80%, intensitas submaksimal 80-90%, intensitas maksimal 90-100% dan intensitas super maksimal 100-105% dari beban maksimal (Bompa, 1994).

2.7. Pengaturan Keseimbangan Asam-Basa

Pengaturan keseimbangan ion hidrogen dalam tubuh sangat berpengaruh terhadap kondisi pH cairan tubuh baik ekstra maupun intra sel. Di dalam pengaturan ion hidrogen ini banyak melibatkan mekanisme penyangga asam-basa yang menggunakan darah sebagai sarana utamanya, sel-sel, paru-paru dan ginjal yang bertujuan untuk mempertahankan konsentrasi ion hidrogen normal dalam cairan intrasel dan ekstrasel (Guyton & Hall, 1996). Ada tiga sistem utama yang mengatur konsentrasi ion hidrogen dalam cairan tubuh untuk mencegah terjadinya asidosis atau alkalosis, yaitu : (1) Sistem penyangga asam-basa kimiawi yang terdapat dalam cairan tubuh ; (2) Sistem pernapasan yang mengatur pembuangan CO_2 melalui ventilasi alveolus; (3) Ginjal yang dapat mengekskresikan urine asam atau alkalis, sehingga menyesuaikan kembali konsentrasi ion hidrogen cairan ekstrasel menuju normal selama terjadi asidosis atau alkalosis (Guyton & Hall, 1996). Proses regulasi pH dengan cepat sangat dibutuhkan bagi seorang atlet, hal itu sangat ditentukan dari respons yang dilakukan dari ketiga sistem diatas dalam mempertahankan konsentrasi ion hidrogen dalam darah. Hal ini akan diperjelas dengan gambar 2.3 di bawah :



Gambar 2.3
Kompensasi sistem respiratorik dan ginjal dalam meregulasi perubahan pH

2.7.1 Sistem Penyangga asam-basa Kimiawi

Sistem penyangga asam-basa kimiawi dalam cairan tubuh berfungsi dengan segera bergabung dengan asam atau basa untuk mencegah perubahan konsentrasi ion hidrogen yang berlebihan. Saat terjadi perubahan dalam konsentrasi ion hidrogen, sistem penyangga kimiawi bekerja dalam waktu yang singkat untuk meminimalkan perubahan itu. Sistem penyangga kimiawi tidak mengeliminasikan ion-ion hidrogen dari tubuh atau menambahnya ke dalam tubuh tetapi hanya menjaga agar mereka tetap terikat sampai keseimbangan tercapai kembali(Guyton & Hall, 1996).

2.7.1.1 Sistem Penyangga Bikarbonat

Sistem penyangga bikarbonat terdiri dari larutan air yang mengandung asam lemah (H_2CO_3) dan garam bikarbonat. H_2CO_3 dibentuk dalam tubuh oleh reaksi CO_2 dengan H_2O sebagai berikut :

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

Pada saat produksi H_2CO_3 meningkat maka akan banyak menghasilkan CO_2 dan H_2O. CO_2 yang berlebihan sangat merangsang pernapasan, yang mengeluarkan CO_2 dari cairan ekstraselular. Tekanan CO_2 dapat ditingkatkan dalam darah baik oleh produksi yang meningkat dari jaringan perifer maupun pembuangan yang menurun oleh ventilasi alveolus. Dan dengan tekanan CO_2 yang tinggi pada darah akan menyebabkan penurunan pH (asidosis) (Mayes, 1985).

Ventilasi alveolus yang berkurang atau menurun dan sebagai akibatnya tekanan CO_2 naik dinamakan asidosis respiratorik. Sedangkan alkalosis karena hiperventilasi dan penurunan tekanan CO_2 dalam darah

dinamakan alkalosis respiratorik. Sistem ini sering dikerahkan untuk segera membuat penyesuaian terhadap perubahan pH yang lebih sering ditimbulkan sebab-sebab metabolisme (Mayes, 1985). Selain asam karbonat yang dibuang oleh alat pernapasan saat metabolisme ada asam lain yang diproduksi yang tidak menguap seperti asam laktat dan asam piruvat (Mayes, 1985). Hal ini terbukti pada saat seseorang melakukan aktivitas fisik anaerobik, yang banyak menghasilkan asam laktat dan CO_2 yang menyebabkan pH darah turun (asidosis), sehingga untuk kompensasinya maka frekwensi napas ditingkatkan untuk mendapatkan O_2 dan ventilasi alveolus meningkat dalam rangka pelepasan CO_2 yang meningkat.

Dan sebaliknya, pada saat tubuh banyak mengandung natrium hidroksida (NaOH) yang akan bereaksi dengan H_2CO_3 yang telah terbentuk akan menghasilkan ikatan basa lemah sehingga konsentrasi CO_2 menurun. Dengan menurunnya konsentrasi CO_2 dalam darah dapat menghambat pernapasan sehingga terjadi penurunan laju ekspirasi CO_2 (Guyton & Hall, 1996).

2.7.1.2 Sistem Penyangga Fosfat

Sistem penyangga ini memainkan peranan penting dalam menyangga cairan tubulus ginjal dan cairan intraselular. Elemen-elemen utama dalam sistem penyangga fosfat adalah $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^- bila suatu asam kuat seperti HCl ditambahkan ke dalam campuran kedua zat ini, hydrogen diterima oleh basa HPO_4^- dan dikonversikan menjadi $H_2PO_4^-$:

$$HCl + Na_2HPO_4 \rightarrow NaH_2PO_4 + NaCl$$

(Guyton & Hall, 1996)

Hasil dari reaksi ini adalah asam kuat, yaitu HCl, digantikan oleh sejumlah asam lemah tambahan NaH_2PO_4 sehingga pH turun dan menjadi normal.

Bila suatu basa kuat, seperti NaOH ditambahkan ke dalam sistem penyangga, OH^- disangga oleh H_2PO_4 untuk membentuk sejumlah penambahan HPO_4^- + H_2O :

$$NAOH + NaH_2PO_4 \rightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$$

(Guyton & Hall, 1996)

2.8 Sel-sel Darah Merah dan Fungsi Hemoglobin

Fungsi utama dari sel-sel darah merah (eritrosit) adalah mengangkut hemoglobin dan hemoglobin itu sendiri akan mengangkut O_2 untuk diedarkan ke seluruh tubuh bersamaan dengan aliran darah ke seluruh tubuh. Hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah juga merupakan dapar asam-basa (seperti juga pada kebanyakan protein) (Guyton & Hall, 1996).

Selain mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan perifer, hemoglobin juga mempermudah transport CO2 dari jaringan paru-paru untuk dikeluarkan. Jadi, pengikatan O_2 oleh hemoglobin akan memaksa pengeluaran CO_2 (Mayes, 1985). Oleh sebab itu, pada saat kita latihan fisik dengan sistem energi aerobik banyaknya O_2 yang dibutuhkan dan berikatan dengan hemoglobin sehingga banyak CO_2 yang dikeluarkan dan pH darah cenderung dipertahankan kondisi normal lebih mudah. Lain halnya dengan latihan fisik anaerobik yang banyak memproduksi asam laktat, asam piruvat dan CO_2 sehingga pH darah lebih asam (asidosis).

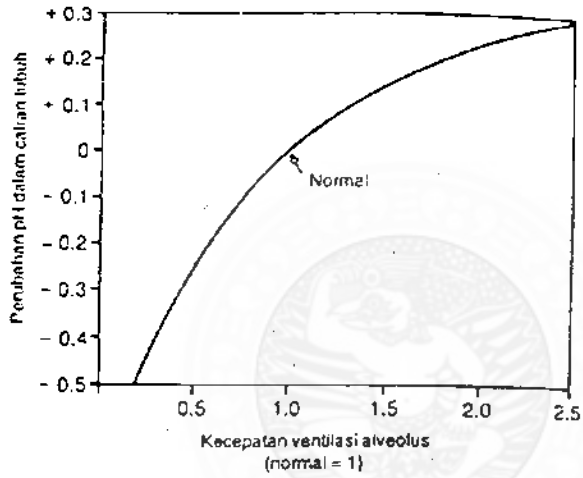
Produksi CO_2 dan H_2O yang berasal dari siklus krebs tergantung sistem energi apa yang digunakan, apakah itu anaerobik atau aerobik. Apabila yang digunakan anaerobik, maka asam yang dihasilkan lebih banyak sedangkan aerobik asam yang dihasilkan lebih sedikit. CO_2 dan H_2O yang dihasilkan tadi berikatan membentuk asam karbonat yang kemudian berdisosiasi menjadi proton dan ion bikarbonat. Deoksi-hemoglobin berfungsi sebagai buffer (dapar) untuk mengikat proton dan membawanya ke paru-paru, dalam paru-paru pengikatan O_2 oleh hemoglobin menyebabkan proton dibebaskan dari hemoglobin pula. Proton yang dihasilkan bergabung dengan ion bikarbonat membentuk asam karbonat, yang dengan bantuan enzim carbonic anhidrase menjadi CO_2 (karbon dioksida) yang dihembuskan keluar melalui paru-paru dan H_2O (Mayes, 1985).

2.9 Kontrol Keseimbangan Asam – Basa oleh Sistem Respirasi

Pengaturan pernapasan terhadap keseimbangan asam–basa sangat ditentukan oleh kadar CO_2 dalam darah. Tekanan CO_2 dapat ditingkatkan dalam darah baik oleh produksi yang meningkat dari jaringan perifer maupun pembuangan yang menurun oleh ventilasi alveolus. Jelas bahwa tekanan CO_2 (PCO_2) yang meningkat akan menyebabkan penurunan pH (Mayes, 1985). Bila konsentrasi CO_2 meningkat, maka konsentrasi H_2CO_3 dan konsentrasi ion hidrogen juga meningkat sehingga pH darah menurun. Pada saat kecepatan ventilasi alveol menurun maka jumlah oksigen yang ditambahkan ke dalam darah menurun pula sehingga tekanan parsial oksigen (PO_2) didalam darah juga

menurun, yang akan memberikan efek rangsang dengan mempercepat ventilasi alveol (Guyton & Hall 1996).

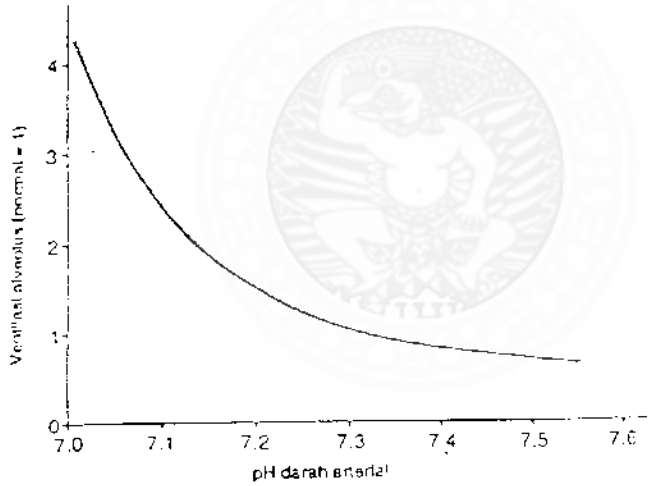
Perhatikan gambar 2.4



Gambar 2.4
Perubahan pH cairan ekstraseluler disebabkan oleh peningkatan atau penurunan kecepatan ventilasi alveolus (Guyton & Hall, 1996)

Tidak hanya kecepatan ventilasi alveoli saja yang mempengaruhi konsentrasi ion hidrogen dengan mengubah PCO_2 cairan tubuh, tetapi konsentrasi ion hidrogen juga mempengaruhi kecepatan ventilasi alveoli. Kecepatan ventilasi alveoli meningkat empat sampai lima kali kecepatan normal sewaktu pH turun dari normal 7,4 menjadi sangat bernilai asam 7,0, dan sebaliknya, saat pH naik meningkat diatas 7,4 keadaan ini menyebabkan penurunan kecepatan ventilasi.

Oleh karena itu, kompensasi pernapasan terhadap peningkatan pH tidak seefektif respons terhadap penurunan pH yang nyata (Guyton & Hall, 1996). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah :

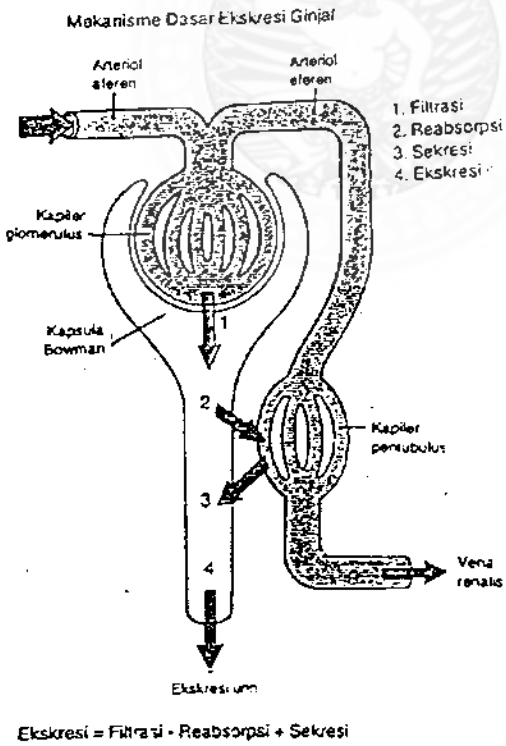


Gambar 2.5

Efek pH darah pada kecepatan ventilasi alveolus (Guyton & Hall, 1996)

2.10 Kontrol Keseimbangan Asam – Basa oleh Ginjal

Ginjal mengontrol keseimbangan asam-basa dengan mengeluarkan urine yang bersifat asam atau basa. Pembentukan urine dimulai dengan filtrasi sejumlah besar cairan tubuh yang bebas protein dari kapiler glomerulus ke kapsul Bowman. Kebanyakan zat dalam plasma, kecuali protein difiltrasi secara bebas sehingga konsentrasinya pada filtrat glomerulus dalam kapsul Bowman hampir sama dengan dalam plasma. Ketika cairan telah difiltrasi dan meninggalkan kapsul Bowman dan mengalir melewati tubulus, cairan diubah oleh reabsorbsi air dan zat terlarut spesifik yang kembali ke dalam darah atau oleh sekresi zat-zat lain dari kapiler peritubulus ke dalam tubulus (Guyton & Hall, 1996). Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.6 mekanisme dasar ekskresi ginjal :



Gambar 2.6
Mekanisme dasar ekskresi ginjal

Pengeluaran urine yang bersifat asam akan mengurangi jumlah asam dalam cairan ekstraselular dan sebaliknya. Keseluruhan mekanisme ekskresi urine yang bersifat asam atau basa oleh ginjal adalah sebagai berikut :

> Sejumlah besar ion bikarbonat disaring secara terus menerus ke dalam tubulus, dan bila ion bikarbonat diekskresikan ke dalam urine, maka keadaan ini bertujuan untuk menghilangkan basa dari darah. Sebaliknya, jumlah ion hidrogen juga disekresikan ke dalam lumen tubulus oleh sel-sel epitel tubulus untuk menghilangkan asam dalam darah (Guyton & Hall, 1996).

Dengan demikian apabila lebih banyak ion hidrogen yang disekresikan daripada ion bikarbonat yang disaring akan terdapat kehilangan asam dari cairan ekstraselular, dan sebaliknya bila lebih banyak ion bikarbonat yang disaring daripada ion hidrogen yang disekresikan akan kehilangan basa dari cairan ekstraselular.

2.11 Pengaturan Hormonal

Fungsi tubuh diatur oleh dua sistem pengaturan utama yaitu : (1) Sistem saraf ; (2) Sistem hormonal atau sistem endokrin. Pada umumnya, sistem hormonal terutama berkaitan dengan pengaturan berbagai fungsi metabolisme tubuh, seperti pengaturan kecepatan reaksi kimia didalam sel atau pengangkutan bahan-bahan melewati membran sel atau aspek lain dari metabolisme sel seperti pertumbuhan dan sekresi.

2.11.1 Integrasi Fisiologis Hormon

Hormon merupakan zat kimia yang disekresikan ke dalam cairan tubuh intra sel oleh satu sel atau sekelompok sel dan mempunyai efek pengaturan fisiologis terhadap sel-sel tubuh yang lainnya. Sistem endokrin ini khusus untuk penghantaran sinyal yang lambat dan kronik, mengatur sistem sirkulasi untuk melindungi bagian tubuh dari jarak jauh. Messengers dari sistem endokrin adalah hormon-hormon (Silbernagl S, 2000).

Sistem endokrin bekerja sama yang erat dengan pusat vegetatif di otak dengan sistem saraf otonom dalam pengaturan nutrisi, metabolisme, pertumbuhan, perkembangan, dan kematangan fisik dan psikis, mekanisme reproduksi dan kemampuan adaptasi yang perlu dari organisme dan lingkungan dalam "homeostasis" . Kebanyakan fungsi vegetatif yang utama diperintahkan untuk kontrol pusat oleh hipotalamus dimana hipotalamus itu sendiri dipengaruhi oleh pusat-pusat yang lebih tinggi dari otak.

Di hipotalamus, rangsangan listrik (neural) diubah menjadi sinyal kimia (hormonal). Sel-sel saraf khusus dalam hipotalamus (sel neuroendokrin) mensintesis hormon yang dilepaskan sebagai respons terhadap rangsangan dan diangkut dalam darah ke target-targetnya, oleh sebab itu pH darah harus selalu dipertahankan dalam kondisi homeostasis agar hormon-hormon yang dihasilkan dapat dikirim pada targetnya melalui aliran darah dengan lancar.

Seseorang yang menderita penyakit gondok mengalami gangguan pada kelenjar tiroid yang menghasilkan hormon tiroksin dan triiodotironin akan menyebabkan terjadinya gangguan pada mekanisme tubuh antara lain meningkatkan kekuatan denyut jantung sehingga volume darah, tekanan arteri dan

efek pada respirasi meningkat (Guyton & Hall, 1996). Peningkatan metabolisme ini akan menyebabkan pemakaian oksigen dan produksi karbondioksida meningkat. Dari efek ini akan mempengaruhi pH darah dan mengaktifkan semua mekanisme yang meningkatkan kecepatan respirasi.

2.12. Pengaruh dan Adaptasi Latihan terhadap Kecepatan Regulasi pH darah

Latihan yang dilakukan sesuai dengan prinsip dasar latihan fisik akan memberikan pengaruh yang baik terhadap tubuh, dimana terjadi peningkatan kualitas fisik. Adapun perubahan-perubahan yang dimaksud terdiri dari perubahan kimiawi, perubahan serabut otot, dan perubahan pada system kardiorespirasi serta perubahan-perubahan lainnya (Fox, 1993).

- Segala perubahan yang terjadi itu merupakan respon dari adaptasi untuk mengurangi stress pada saat latihan serta untuk meningkatkan kemampuan kerja maksimal.

Perubahan-perubahan fisiologi yang terjadi akibat latihan akan mampu mempercepat regulasi pH darah pada saat melakukan aktivitas kerja maksimal (VO_2 max). Dengan meningkatnya kemampuan sistem fosfagen dan sitem glikolisis anaerobik akan mampu mengurangi produksi asam laktat pada darah. Dengan berkurangnya produksi asam laktat maka pH darah tidak akan menjadi terlalu asam sehingga tubuh mampu lebih lama melakukan aktivitas latihan (Janssen, 1987)

Penelitian yang dilakukan oleh Rachel Casiday menyatakan bahwa efek dari latihan dapat mempercepat proses pergerakan CO_2 pada sistem pernapasan

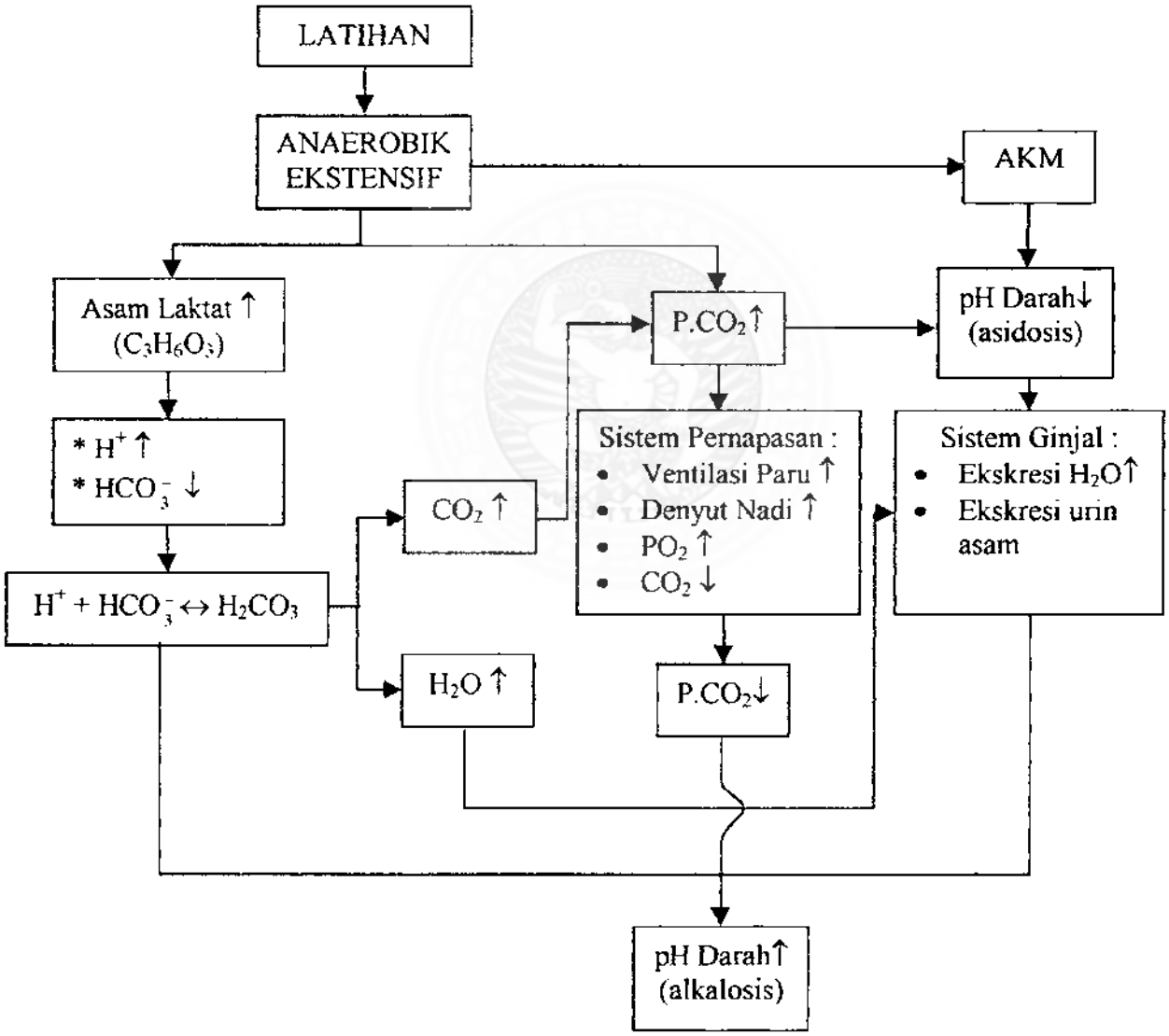
dan hal itu merupakan salah satu komponen prinsip dalam usaha mempertahankan pH pada kondisi homeostasis (Casiday & Frey, 2001).

Tanpa latihan maka semua kemampuan akan mundur. VO_2 max akan mundur sesudah istirahat tujuh hari. Besar kemunduran 6 – 7 %. Jumlah HB total juga akan mundur dalam seminggu istirahat. Karena cepatnya kemunduran itu, maka harus dilakukan latihan yang teratur dan terus menerus untuk mempertahankannya (Soekarman, 1989).

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1. Kerangka Konseptual



Latihan Anaerobik ekstensif dapat meningkatkan kecepatan regulasi pH darah kembali normal, hal ini disebabkan karena asam yang dihasilkan akibat aktifitas fisik terutama anaerobik berupa asam laktat akan berkurang serta sistem respirasi akan meningkatkan frekuensi napas untuk mendapatkan O_2, bersamaan dengan itu ventilasi alveolus meningkat dalam rangka pelepasan CO_2 yang meningkat (Mayes, 1985).

Dengan berkurangnya kadar asam laktat pada darah dan kemampuan respirasi yang meningkat akan mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal.

3.2. Hipotesis

1. Latihan Anaerobik Ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimen yang sebenarnya karena adanya perlakuan, kelompok perlakuan, kelompok kontrol, replikasi (tanggapan atas jawaban) dan dilakukan secara randomisasi (Zainuddin, 2000). Perlakuan yang diberikan terhadap sampel dilakukan di lapangan dan pemeriksaan datanya dilakukan di laboratorium, sehingga penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen laboratorium (Arikunto, 1989).

4.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan *randomized control group pretest posttest design* (Zainuddin, 2000).

Adapun rancangan penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :

$$P \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow \begin{cases} K_1 : \rightarrow P_0 \rightarrow Pre_1 \rightarrow PT_{1a} \rightarrow PT_{1b} \rightarrow PT_{1c} \rightarrow PT_{1d} \\ K_2 : \rightarrow P_1 \rightarrow Pre_2 \rightarrow PT_{2a} \rightarrow PT_{2b} \rightarrow PT_{2c} \rightarrow PT_{2d} \end{cases}$$

Keterangan :

P : Populasi

R : Randomisasi

S : Sampel

K_1 = Kelompok 1 (kontrol)

K_2 = Kelompok 2 (kelompok latihan anaerobik)

Pre_1 = Pretest kelompok 1 (kontrol)

Pre_2 = Pretest kelompok 2 (kelompok latihan anaerobic)

P_0 = Tanpa perlakuan

P_1 = Perlakuan latihan anaerobik

PT_{1a} = Post test kelompok kontrol

PT_{1b} = Post test kelompok kontrol

PT_{1c} = Post test kelompok kontrol

PT_{1d} = Post test kelompok kontrol

PT_{2a} = Post test kelompok latihan anaerobic

PT_{2b} = Post test kelompok latihan anaerobik

PT_{2c} = Post test kelompok latihan anaerobik

PT_{2d} = Post test kelompok latihan anaerobik

4.3. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa berjenis kelamin laki-laki dan berbadan sehat semester lima angkatan tahun 2000 Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya (FIK UNESA).

4.4. Sampel Penelitian

Yang menjadi sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa FIK UNESA yang berjenis kelamin laki-laki semester lima angkatan 2000. Jumlah

anggota sampel tiap kelompok 10 (sepuluh) orang, karena jumlah kelompok dalam penelitian ini adalah 2 kelompok, sehingga anggota sampel keseluruhan 20 orang.

4.5. Variabel Penelitian

4.5.1. Variabel bebas

Latihan Anaerobik Ekstensif

4.5.2. Variabel tergantung

pH darah

4.5.3. Variabel kendali

(a) Jenis Kelamin

(b) Kesehatan

(c) Umur

(d) Berat Badan

(e) Tinggi Badan

4.6. Definisi Operasional Variabel Penelitian

4.6.1. Latihan Anaerobik ekstensif

Latihan anaerobik ekstensif adalah program latihan naik turun bangku selama 5 menit dengan beban latihan 80 - 90 % dari kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit (KKM-5M), jadi masing-masing sampel memiliki beban latihan yang berbeda-beda sesuai KKM-5M masing-masing sampel. Program latihan ini dilakukan selama 6

minggu dengan frekuensi latihan 3 kali/minggu. Latihan ini dilakukan sebanyak 1 set/pertemuan, 4 repetisi/set dan 5 menit/repetisi. Interval istirahat dilakukan selama 10 menit (ratio perbandingan 1:2) (fox, 1993) (hasil pengukuran KKM-5M terhadap sampel dan program latihan naik turun bangku selama 6 minggu terdapat pada lampiran 2)

4.6.2. pH darah

Yang dimaksud dengan pH darah dalam penelitian ini adalah kandungan ion H^+ pada darah. Darah diambil dari pembuluh darah arteri radialis pada lengan dan metode pengukuran pH darah menggunakan alat Blood Gas Analisys (I-STAT PORTABLE CLINICAL ANLYZER). Hal itu dilakukan pada saat pretest dan posttest.

4.6.3. Jenis Kelamin

Jenis kelamin orang coba (sampel) yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kelamin laki-laki semester lima angkatan 2000.

4.6.4. Umur

Umur orang coba (sampel) dalam penelitian ini adalah umur antara 20 samai 22 tahun.

4.6.4 Kesehatan

Yang dimaksud dengan kesehatan adalah sehat jasmani dan rohani berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan oleh dokter.

4.6.5 Berat Badan

Berat badan sampel antara 53 sampai dengan 69 kilogram.

4.7. Waktu dan Lokasi Penelitian

4.7.1. Waktu Penelitian

a. Penelitian awal

Penelitian awal dilakukan untuk menentukan kemampuan kerja maksimal naik turun bangku selama 5 menit (KKM-5M). KKM-5M digunakan untuk menentukan beban latihan masing-masing sampel. Penelitian awal dilaksanakan pada tanggal 10 juni sampai 27 juni 2002.

b. Penelitian Inti

Setelah dilakukan penelitian awal dan didapatkan hasil KKM tiap sampel maka pelaksanaan penelitian inti dengan memberikan latihan selama 6 minggu dimulai tanggal 1 Juli sampai 12 Agustus 2002. Pelaksanaan secara lengkap terdapat pada jadwal/kalender penelitian (lampiran 1).

4.7.2. Lokasi Penelitian

a. Pemberian perlakuan dilaksanakan di laboratorium Sport Science and Fitness Centre (SSFC) Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya jalan lidah wetan.

b. Pemeriksaan darah dilakukan di Laboratorium Sport Science and Fitness Centre (SSFC) Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya jalan lidah wetan.

4.8. Metode Pengambilan data dan Pemeriksaan darah

4.8.1 Metode Pengambilan Data

a. Pengambilan Data Kemampuan Kerja Maksimal Naik Turun Bangku Selama 5 menit (Atmojo dan Sarwono, 1993)

Sebelum pengambilan data *posttest* akan dilakukan pengukuran terhadap kemampuan kerja maksimal masing-masing sampel. Kemampuan maksimal diukur melalui kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit (KKM-5M). yang dilakukan melalui sistem *trial and error*. Pengukuran Kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit dilakukan dengan beban awal 24 kali/menit dan frekuensi terus ditingkatkan sampai beban akhir 36 kali/menit pada percobaan berikutnya hingga sampel tidak mampu meneruskan latihan naik turun bangku. Peningkatan frekuensi naik turun bangku dilaksanakan pada hari yang lain, sehingga sampel sudah cukup istirahat. Data hasil pengukuran kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit digunakan untuk menentukan beban latihan masing-masing sampel.

Langkah-langkah pengambilan data kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit sebagai berikut :

1) Sampel datang pada pukul 07.00 WIB.
2) Pukul 08.00 WIB sampel melakukan pemanasan selama kurang lebih 15 menit.

3) Pukul 08.20 WIB sampel secara bergantian melakukan latihan naik turun bangku dengan frekuensi 24 kali/menit.
4) Apabila sampel mampu melakukan latihan naik turun bangku dengan frekuensi 24 kali/menit, maka pada hari berikutnya dicoba dengan latihan naik turun bangku selama 5 menit dengan frekuensi 30 kali/menit. Jadi, sampel telah istirahat selama 1 hari. Dan frekuensi naik turun bangku terus ditingkatkan menjadi 34 kali/menit, 36 kali/menit hingga sampel tidak mampu melakukan naik turun bangku selama 5 menit.
5) Data kemampuan maksimal naik turun bangku selama 5 menit adalah data terakhir saat sampel tidak mampu melakukan latihan naik turun bangku selama 5 menit.
6) Dari data kemampuan maksimal naik turun bangku itu akan diambil kemampuannya sebesar 80-90% untuk menentukan beban latihan setiap harinya.

b. Pengambilan Data *Pretest*

Setelah diberikan perlakuan berupa program latihan naik turun bangku selama 6 minggu akan dilakukan pengukuran data *pretest*. Pengukuran data *pretest* dilakukan dua hari setelah latihan yang terakhir. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh akut latihan yang terakhir terhadap kemampuan regulasi pH darah. Data *pretest* diukur dalam 5 tahap yaitu ; 1) sebelum melakukan kemampuan maksimal naik turun bangku yang hasilnya digunakan sebagai pedoman pH darah istirahat, 2) Saat setelah akhir melakukan kemampuan maksimal naik turun bangku, 3) dua menit pertama, 4) dua menit kedua, dan 5)

dua menit ketiga. Langkah-langkah yang harus dilakukan sama dengan saat pengambilan data untuk posttest.

c. Pengambilan Data *Posttest*

Setelah diberikan perlakuan berupa program latihan naik turun bangku selama 6 minggu akan dilakukan pengukuran data *posttest*. Pengukuran data *posttest* dilakukan dua hari setelah latihan yang terakhir. Hal ini dilakukan untuk menghindari pengaruh akut latihan yang terakhir terhadap kemampuan regulasi pH darah.

Data *posttest* diukur dalam 4 tahap yaitu ; 1) sebelum melakukan kemampuan maksimal naik turun bangku yang hasilnya digunakan sebagai pedoman pH darah istirahat, 2) Saat setelah akhir melakukan kemampuan maksimal naik turun bangku, 3) tiga menit pertama, dan 4) tiga menit kedua.

Langkah-langkah pengambilan data *posttest* sebagai berukut :

1) Sampel datang pukul 07.00 WIB. Sampel berkumpul dan diambil darahnya di arteri pada lengan dan dianalisis pada alat Blood Gas Analisys.
2) Setelah pengambilan darah yang pertama lalu darah diperiksa dan sampel melakukan AKM-5M.
3) Saat akhir dari melakukan AKM-5M darah langsung diambil melalui tempat yang sama melalui arteri dan dianalis. Setelah itu setiap 3 menit sekali diambil lagi darahnya untuk diperiksa sampai pH darah menunjukkan kembali seperti saat sebelum melakukan AKM-5M (pH darah istirahat).
4) Hasil pemeriksaan pH darah itu sebagai data *posttest (data hasil penelitian)*.

4.8.2 Metode Pemeriksaan Darah

Pemeriksaan terhadap pH darah dilakukan oleh seorang analis dari RSAL Dr. Ramelan Surabaya dengan menggunakan alat Blood Gas Analisys yang dipinjam dari PT. ABBOT DIAGNOSTICS INDONESIA jalan rungkut industri Surabaya.

4.9 Alat dan Prasarana

4.9.1 Alat-alat yang digunakan meliputi :

a. Blood Gas Analisys (I-STAT PORTABLE CLINICAL ANLYZER)

Blood Gas Analisys digunakan untuk menganalisis pH darah sampel.

b. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu lamanya sampel melakukan naik turun bangku. Dalam penelitian ini menggunakan *stopwatch merk Alba tipe SW01-X002.*

c. Bangku

Bangku setinggi 20 inch (50,8 cm) digunakan untuk latihan naik turun bangku selama melaksanakan program latihan.

d. Metronom

Metronom digunakan untuk mengatur irama/ritme latihan naik turun bangku.

e. Heparin Sodium inj 5000 I.Cl/ml

f. Alkohol 70 %

g. Spet 2,5 cc dengan merk TERUMO

4.9.2 Prasarana yang digunakan meliputi :

- Laboratorium Sport Science and Fitness Centre (SSFC) Fakultas Ilmu Keolahragaan UNESA Surabaya.
- Seperangkat meja dan kursi.

4.10 Teknik Analisis Data

Uji statistik yang digunakan untuk menganalisis data adalah statistik deskriptif dan statistik inferensial (uji normalitas, uji homogenitas, uji t sepasang, uji anava satu jalur, Uji Anakova dan uji LSD dengan Pairwise Comparisons dengan taraf signifikan 5%).

BAB 5

HASIL PENELITIAN

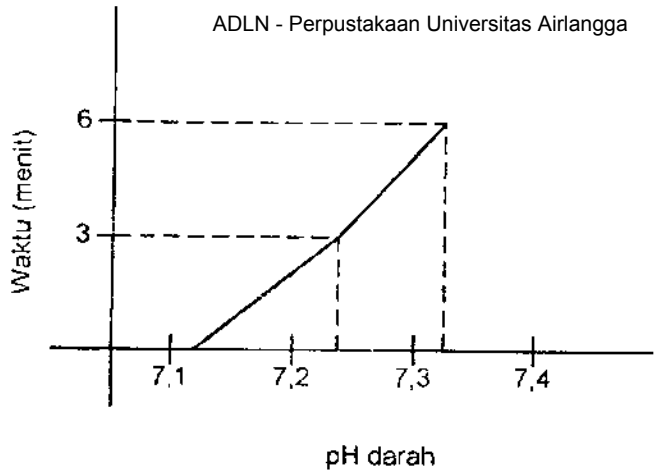
Dari hasil penelitian yang diperoleh data berupa variabel pH darah yang terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelomok latihan Anaerobik ekstensif yang diambil darah pada saat sebelum AKM (pH istirahat), saat akhir setelah AKM, 3 menit pertama setelah AKM, 3 menit kedua setelah AKM (6menit). Dan data pengukuran Tinggi Badan, Berat badan dan umur. Selanjutnya data hasil penelitian ini diolah dengan menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas dan statistik infernesial (Anava, dan Anakova, Uji-t, dan uji LSD dengan Pairwise Comparisons)

5.1. Hasil Statistik Deskriptif Varibel pH darah, Variabel Berat badan, tinggi badan dan umur

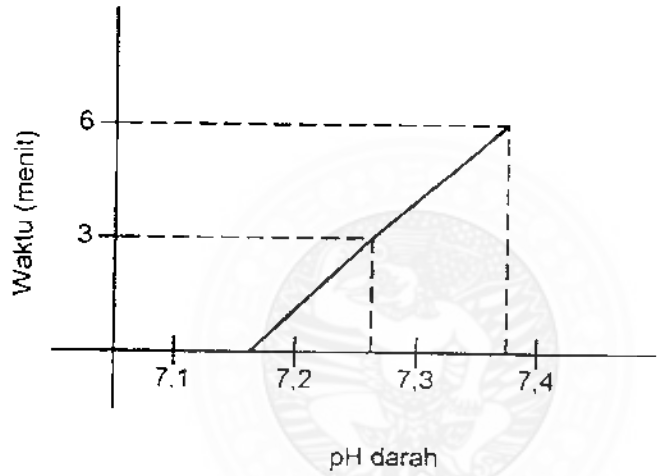
Tabel 5.1
Hasil Statistik Deskriptif variabel pH darah

PERLAKUAN		Mean	Std Deviation	N
pH SEB AKM	KONTROL	7,36300	0,01852	10
	ANAEROBIK	7,35460	0,05906	10
pH SES AKM	KONTROL	7,15220	0,01473	10
	ANAEROBIK	7,18700	0,009165	10
pH 3M AKM	KONTROL	7,24985	0,01673	10
	ANAEROBIK	7,26690	0,01525	10
pH 6M AKM	KONTROL	7,31390	0,008103	10
	ANAEROBIK	7,33780	0,01116	10

Data deskritif variabel pH darah dapat dilihat pada lampiran 3 halaman 67.



Gambar 5.1
Grafik Variabel pH darah kelompok kontrol



Gambar 5.2
Grafik Variabel pH darah kelompok perlakuan

Tabel 5.2
Hasil Statistik Deskriptif variabel umur, berat bdan dan tinggi badan

	PERLAKUAN			
	KONTROL		ANAEROBIK	
	Mean	Std.Dev	Mean	Std.Dev
UMUR (Tahun)	20,30	0,67	20,30	0,48
BERAT BADAN (Kg)	62,20	5,63	62,00	4,64
TINGGI BADAN (cm)	168,60	2,41	167,10	2,77

Data deskriptif umur, berat badan dan tinggi badan dapat dilihat pada lampiran 3 halaman 76.

5.2. Hasil Uji Normalitas Distribusi Variabel-Variabel pH darah, Umur, Berat Badan dan Tinggi Badan

Tabel 5.3
Hasil Uji Normalitas Distribusi variabel pH darah

PERLAKUAN		Mean	Std Deviation	K-S Z	P	N
pH SEB AKM	KONTROL	7,36300	0,0185	0,395	0,998	10
	ANAEROBIK	7,35460	0,0591	1,252	0,087	10
pH SES AKM	KONTROL	7,15220	0,0147	0,516	0,953	10
	ANAEROBIK	7,18700	0,00917	0,495	0,967	10
pH 3M AKM	KONTROL	7,24985	0,0167	0,515	0,953	10
	ANAEROBIK	7,26690	0,0152	0,525	0,945	10
pH 6M AKM	KONTROL	7,31390	0,00810	0,612	0,848	10
	ANAEROBIK	7,33780	0,0112	0,526	0,945	10

Uji Normalitas distribusi terhadap regulasi pH darah memberikan hasil bahwa : (1) pH darah pada kelompok kontrol sebelum AKM berdistribusi normal (p=0,998), (2) pH darah pada kelompok kontrol saat akhir AKM berdistribusi normal (p=0,953), (3) pH darah pada kelompok kontrol 3 menit setelah AKM berdistribusi normal (p=0,953), (4) pH darah pada kelompok kontrol 6 menit setelah AKM berdistribusi normal (p=0,848), (5) pH darah pada kelompok Anaerobik sebelum AKM berdistribusi normal (p=0,087), (6) pH darah pada kelompok Anaerobik saat akhir AKM berdistribusi normal (p=0,967), (7) pH darah pada kelompok Anaerobik 3 menit setelah AKM berdistribusi normal (p=0,945), (8) pH darah pada kelompok Anaerobik 6 menit setelah AKM berdistribusi normal (p=0,945). Data uji normalitas tersebut dapat dilihat pada tabel 5.3 dan lampiran 3 halaman 75

Tabel 5.4
Hasil Uji Normalitas Distribusi Variabel umur, berat badan dan tinggi badan

	PERLAKUAN							
	KONTROL				ANAEROBIK			
	Mean	Std.Dev	K-S Z	P	Mean	Std.Dev	K-S Z	p
UMUR	20,30	0,67	1,491	0,023	20,30	0,48	1,368	0,047
BERAT BADAN	62,20	5,63	0,713	0,690	62,00	4,64	0,586	0,882
TINGGI BADAN	168,60	2,41	0,524	0,946	167,10	2,77	0,362	0,999

Uji Normalitas distribusi terhadap variabel umur, berat badan dan tinggi badan memberikan hasil bahwa : (1) Umur pada kelompok kontrol tidak berdistribusi normal (p=0,023), (2) Berat badan pada kelompok kontrol berdistribusi normal (p=0,690), (3) Tinggi badan pada kelompok kontrol berdistribusi normal (p=0,946), (4) Umur pada kelompok anaerobik tidak berdistribusi normal (p=0,047), (5) Berat badan pada kelompok anaerobik berdistribusi normal (p=0,882), (6) Tinggi badan pada kelompok anaerobik berdistribusi normal (p=0,999). Data uji normalitas tersebut dapat dilihat pada lampiran 3 halaman 76.

Tabel 5.5
Hasil uji Homogenitas varian (n=20) Variabel pH darah

Variabel	p
pH SEB AKM	0,241
pH SES AKM	0,179
pH 3M AKM	0,886
pH 6M AKM	0,145

Uji homogenitas terhadap data variable pH darah memberikan hasil bahwa : (1) Variabel pH darah sebelum AKM baik kelompok kontrol maupun perlakuan memiliki varian yang homogen (p=0,241), (2) Variabel pH darah saat akhir AKM baik kelompok kontrol maupun perlakuan memiliki varian yang homogen

(p=0,179), (3) Variabel pH darah 3 menit setelah AKM baik kelompok kontrol maupun perlakuan memiliki varian yang homogen (p=0,886), (4) Variabel pH darah 6 menit setelah AKM baik kelompok kontrol maupun perlakuan memiliki varian yang homogen (p=0,145)

5.3. Uji Beda Data Awal pH Darah Sebelum Melakukan AKM pada Kelompok Kontrol dan Latihan Anaerobik

Tabel 5.6
Hasil Uji Anava Variabel pH darah Sebelum Melakukan AKM pada Kelompok Kontrol dan Latihan Anaerobik

Variabel	Mean		SD		F	p
	Kont.	Anac	Kont	Anac		
pH SEBELUM AKM	7,363	7,354	0,01852	0,05906	2,623	0,123

Uji Anava terhadap variabel pH darah sebelum melakukan AKM pada kelompok kontrol dan latihan anaerobik memberikan hasil bahwa : (1) tidak ada perbedaan yang bermakna (p=0,123) antara pH darah sebelum AKM pada kelompok kontrol dan kelompok Latihan anaerobik, Data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.6 dan lampiran 3 halaman 73 dan 74. Hasil uji Anava memberikan gambaran bahwa pada data pH darah sebelum melakukan AKM memiliki nilai yang seimbang, jadi perbedaan nilai pH darah yang ada pada saat akhir AKM, 3 menit , dan 6 menit itu merupakan akibat dari perlakuan yang diberikan pada kelompok latihan anaerobic dan tidak ada pengaruh pada perbedaan umur, berat badan dan tinggi badan.

5.4. Uji "t" Terhadap Variabel pH Darah pada Kelompok Kontrol dan Kelompok Latihan Anaerobik

Tabel 5.7
Hasil independent "t" test variabel pH darah
pada kelompok kontrol dan kelompok latihan anaerobik

PERLAKUAN	KONTROL		ANAEROBIK		T Value	P
	Mean	SD	Mean	SD		
pH SEB AKM	7,36300	0,0185	7,35460	0,0591	0,429	0,673
pH SES AKM	7,15220	0,0147	7,18700	0,00917	-6,345	0,000
pH 3M AKM	7,24985	0,0167	7,26690	0,0152	-2,382	0,028
PH 6M AKM	7,31390	0,00810	7,33780	0,0112	-5,479	0,000

Uji "t" terhadap variabel pH darah pada kelompok kontrol dan kelompok latihan anaerobik memberikan hasil bahwa : (1) tidak ada perbedaan yang bermakna (p=0,673) pada nilai pH darah sebelum AKM, (2) ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah saat akhir AKM, (3) ada perbedaan yang bermakna (p=0,028) pada nilai pH darah 3menit setelah AKM, (4) ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah 6 menit setelah AKM. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.7 dan lampiran 3 halaman 72.

Hasil uji "t" terhadap variabel pH darah diatas memberikan arti bahwa : (1) pada awal sebelum melakukan AKM (pH istirahat) tidak ada perbedaan yang berarti antara kelompok kontrol dan kelompok anaerobik ekstensif, (2) Latihan anaerobik dapat mempercepat regulasi pH darah.

5.5. Hasil Uji Anakova

Tabel 5.8
Hasil Uji Anakova Variabel pH darah 6 Menit sesudah Melakukan AKM pada
Kelompok Kontrol dan Latihan Anaerobik

Variabel	Mean		SD		F	p
	Kont.	Anae	Kont	Anae		
pH 6 Menit Sesudah AKM	7,3139	7,3378	0,08103	0,01116	20,344	0,000

Hasil Uji Anakova variabel pH darah 6 menit sesudah melakukan AKM memberikan hasil bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) antara nilai pH darah 6 menit setelah melakukan AKM pada kelompok kontrol dengan kelompok latihan anaerobik. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.8 dan lampiran 3 halaman 77, 78, dan 79.

Tabel 5.9
Hasil Uji *LSD (Least Significant Different)*
dengan *Pairwise Comparisons* Nilai pH Darah
sebelum AKM (1), akhir AKM (2), 3 menit (3) dan 6 menit (4) setelah AKM

(I) AMAT	(J) AMAT	P
1	2	0,000
	3	0,000
	4	0,004
2	1	0,000
	3	0,000
	4	0,000
3	1	0,000
	2	0,000
	4	0,000
4	1	0,004
	2	0,000
	3	0,000

Hasil uji Anakova di atas dilanjutkan dengan uji *Least Significant Different (LSD)* dengan *Pairwise Comparisons.* Hasil uji *LSD Pairwise Comparisons* memberikan hasil bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) antara nilai pH darah sebelum AKM dengan saat akhir KKM, ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) antara nilai pH darah sebelum AKM dengan 3 menit setelah AKM, ada perbedaan yang bermakna (p=0,004) antara nilai pH darah sebelum AKM dengan 6 menit setelah AKM, ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) antara nilai saat akhir AKM dengan 3 menit setelah AKM, ada perbedaan yang sagat bermakna (p=0,000) antara nilai saat akhir AKM dengan nilai 6 menit setelah AKM, ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) antara nilai 3 menit setelah AKM dengan 6 menit setelah AKM (tabel 5.9 dan lampiran 3 halaman 70). Hasil Uji *LSD* di atas

memberikan arti bahwa latihan anaerobik ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan KKM dibandingkan dengan yang tidak terlatih (kelompok kontrol).

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang telah dilaksanakan adalah penelitian eksperimental. Perlakuan terhadap sampel penelitian dilaksanakan pada ruangan/tempat yang telah dipersiapkan dan pemeriksaan terhadap sampel darah dilaksanakan di laboratorium SSFC, penelitian eksperimen ini dapat menjelaskan tentang hubungan sebab akibat dan memiliki validitas internal dan eksternal yang dapat dipertanggungjawabkan. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *randomized control group pretest posttest design.*

Penentuan sampel dilakukan dengan cara random yang terdiri dari dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok yang diberi perlakuan berupa latihan anaerobik ekstensif. Hasil Uji Anava terhadap variabel pH darah sebelum melakukan AKM pada kelompok kontrol dan latihan anaerobik memberikan hasil bahwa : (1) tidak ada perbedaan yang bermakna (p=0,123) antara pH darah sebelum AKM pada kelompok kontrol dan kelompok latihan anaerobik. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 5.5 dan lampiran 3 halaman 73 dan 74. Hasil uji Anava memberikan gambaran bahwa pada data pH darah sebelum melakukan AKM memiliki nilai yang seimbang, jadi perbedaan nilai pH darah yang ada pada saat akhir AKM, 3 menit , dan 6 menit itu merupakan akibat dari perlakuan yang diberikan pada kelompok latihan anaerobik dan tidak ada pengaruh terhadap perbedaan umur, berat badan dan tinggi badan. Sedangkan pada variabel kendali khususnya umur tidak berdistribusi normal.

6.2. Pembahasan Hasil Penelitian

6.2.1. Uji Normalitas Distribusi

Hasil uji normalitas distribusi terhadap variabel pH darah sebelum AKM, saat akhir AKM, 3 menit setelah AKM dan 6 menit setelah AKM berdistribusi normal (tabel 5.3 dan lampiran 3 halaman 15). Dan Hasil uji normalitas distribusi terhadap variabel berat badan dan tinggi badan juga berdistribusi normal (tabel 5.4 dan lampiran 3 halaman 16). Sedangkan pada variabel umur tidak berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas variable pH darah kelompok kontrol dan perlakuan memiliki varian yang homogen. Dengan demikian, data variabel nilai pH darah, berat badan dan tinggi badan memenuhi syarat untuk dianalisis dengan menggunakan statistik inferensial (Hadi, 1993).

6.2.2. Pengaruh Latihan Anaerobik Ekstensif terhadap Regulasi pH darah

Latihan yang dilakukan sesuai dengan prinsip dasar latihan fisik akan memberikan pengaruh yang baik terhadap tubuh yang akan terjadi peningkatan kualitas fisik. Dengan latihan anaerobik akan meningkatkan kemampuan kapasitas fosfagen (ATP-PC) dan sistem glikolisis anaerobik (Soekarman, 1989) yang hal itu akan mengurangi produksi asam laktat pada darah sehingga tubuh akan lebih lama kemampuannya dalam melakukan aktivitas olahraga. Adaptasi latihan juga menyebabkan perubahan sistem sirkulasi darah dan pernapasan yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mengangkut oksigen, sehingga dengan banyaknya oksigen yang dapat ditransportasi keseluruh tubuh melalui darah maka metabolisme akan berjalan dengan normal dan lebih lama. Memberikan latihan anaerobik ekstensif akan dapat meningkatkan volume dan kapasitas paru, hemoglobin meningkat yang berfungsi

untuk mengikat oksigen dalam darah sehingga pH selalu dalam kondisi homeostasis (Guyton & Hall, 1996). Berbeda dengan orang biasa atau tidak terlatih, apabila melakukan aktifitas fisik dengan maksimal (AKM) maka akan banyak penumpukan asam laktat sehingga pH darah akan turun lebih banyak dibandingkan yang terlatih dan waktu regulasi pH pun akan lebih lama.

Penelitian tentang pengaruh latihan anaerobik ekstensif terhadap kecepatan regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal memberikan hasil sebagai berikut :

(1) Tidak ada perbedaan yang bermakna (p=0,123) antara pH darah sebelum AKM pada kelompok kontrol dan kelompok latihan anaerobik (tabel 5.5 dan lampiran 3 halaman 73 dan 74). Hal ini berarti bahwa pada data pH darah sebelum melakukan AKM memiliki nilai yang seimbang, jadi perbedaan yang ada pada nilai pH darah pada saat akhir AKM, 3 menit dan 6 menit itu merupakan akibat dari perlakuan yang diberikan pada kelompok latihan anaerobik.

(2) Ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah saat akhir melakukan AKM (tabel 5.6 dan lampiran 3 halaman 72).

(3) Ada perbedaan yang bermakna (p=0,028) pada nilai pH darah 3 menit setelah ahir AKM (tabel 5.6 dan lampiran 3 halaman 72).

(4) Ada perbedaan yang sangat bermakna (p=0,000) pada nilai pH darah 6 menit setelah AKM (tabel 5.6 dan lampiran 3 halaman 72). Kelompok latihan anaerobik ekstensif (Mean=7,336) lebih cepat waktu regulasi pH darah dibandingkan kelompok kontrol (Mean=7,315) (tabel 5.7 dan lampiran halaman 78, 79). Dengan demikian, terbuktilah hipotesis yang menyatakan bahwa latihan anaerobik

ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal.

6.3. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa banyak sekali keterbatasan yang ada pada penleitian ini antara lain adanya keterbatasan dana penelitian, sarana dan prasarana penelitian.

6.3.1 Sampel

Dalam kegiatan penelitian ini tidak ada pengukuran terhadap tingkat kesegaran jasmani sampel, sehingga kemungkinan sampel memiliki tingkat kesegaran jasmani yang berbeda-beda. Sampel juga tidak diasramakan, sehingga masing-masing sampel tidak dapat dikendalikan (dikontrol) pada saat diluar kegiatan penelitian, terutama kegiatan (aktifitas) fisiknya dan konsumsi makanan dan minumannya. Untuk meminimalisasikan hal tersebut, peneliti memintakan ijin kepada dosen mata kuliah yang bersangkutan agar sampel tidak mengikuti mata kuliah yang melakukan aktivitas fisik selama penelitian berlangsung sehingga dapat mengurangi kegiatan fisik diluar kegiatan penelitian.

6.3.2 Sarana dan Prasarana

Alat yang terbaik untuk mengambil darah sampel yang dilakukan tiap satu kali pengambilan menggunakan spet merk TERUMO dan apabila darah harus diambil beberapa kali tiap menit harus dilaksanakan berulang kali menggunakan jarum spet merk TERUMO dan belum ada alat yang bisa ditancapkan di arteri yang apabila terkena goncangan atau gerakan tidak lepas dan tidak dirasakan sakit oleh sampel.

BAB 7

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Pengukuran nilai pH pada saat sebelum AKM tidak ada perbedaan yang bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok yang dilatih (anaerobik ekstensif).
2. Latihan Anaerobik ekstensif dapat mempercepat regulasi pH darah setelah melakukan aktivitas kerja maksimal.

7.2 Saran

Berdasarkan pelaksanaan dan hasil yang didapat pada penelitian ini, maka peneliti menyampaikan saran sebagai berikut :

1. Dalam penelitian-penelitian mendatang hendaknya sampel diasramakan, sehingga segala aktivitas dan kegiatan yang dilakukan, serta konsumsi makanan dan minuman dapat dikontrol. Kegiatan atau aktivitas dan konsumsi makanan serta minuman yang berbeda-beda memberikan peluang pada pengaruh yang berbeda pula terhadap pengukuran kecepatan regulasi pH darah.
2. Pada penelitian ini tidak diadakan pengukuran tingkat kesegaran jasmani terhadap sampel, sehingga kemungkinan sampel memiliki tingkat kesegaran jasmani yang berbeda-beda. Tingkat kesegaran jasmani yang berbeda-beda kemungkinan akan berpengaruh terhadap pengukuran kecepatan regulasi pH darah.

3 Pada penelitian mendatang hendaknya pengukuran pH darah dilakukan sampai kembali ke pH istirahat, tidak hanya 3 menit dan 6 menit saja.

4 Pada penelitian mendatang hendaknya menggunakan 2 alat I-stat yang sudah ditera.

5. Perlu diadakan penelitian lanjutan yang mengukur kecepatan regulasi pH darah dengan membandingkan dua bentuk latihan antara latihan anaerobik ekstensif dengan latihan aerobik intensif.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto S, 1989. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis, cetakan ke-6, Jakarta : Bima Aksara, hal. 75-78

Atmojo MB dan Sarwono, 1993. Materi Pokok Evaluasi Pengajaran dan Pendidikan Jasmani dan Kesehatan. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, hal 20-45

Astrand PO, Rodahl K. 1986. Textbook of work Physiology Bases of Exercise, New York: Mc Graw Hill Book Company, pp. 139-198

Bompa TO, 1994. Theory and Methodology of Training, 3rd edition. Lowa: Kendall/hunt Publishing Company, pp. 21-25; 75-91

Brooks GA and Fahey TD, 1987. Exercise Physiology, Human Bioenergetics and Its Applications, New York: Mc Millan Publising Company, pp. 280-292

Cannarella SL, 1998. Cellular Responses to Moderate and Heavy Exercise[1], Can J Physiol. Pharmacol, pp. 76; 486-489

Casiday R, Frey R, 2001. Blood, Sweat, and Buffers: pH Regulation During Exercise, Washington : Department of Chemistry, 14:112-115

Flatt PJ, 1995. Use and Storage of Carbohydrate and Fat, Am J. Clin Nutr, 61 : 952S-9S

Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 1993. The Physiological basis for Exercise and Sport, 5th edition, United States of American: by WM C Brown Communication inc, pp 12-374

Guyton AC, Hall JE, 1996. Textbook of Medical Physiology, 9th Edition. Philadelphia: WB Saunders Company, pp. 987-990

Harre D, 1981. Principle of Sport Training, Introduction to Theory and Method of Training, Berlin: Sport Verlag, pp. 108

Hazeldine R, 1989. Fitness for Sport. Malborough: The Crowood Press

Jacklyn MBS, 1998. Figh Heart Disease and Cancer with Soy Antioxidants, Washington:ISSA All right, 1:2-5

Janssen CP, 1987. Training Lactate Pulse-Rate, Finland:Polar Electro Oy, pp. 25, 58

Lamb RD, 1984. Physiology of Exercise Responses and Adaptation, New York: William Morrow and Company Inc.,p. 219

Mayes AP, 1985. Harper's Review of Biochemistry, Lange Medical Publications. pp. 683-685

Nossek J, 1982. General Theory of Training, National Institute for Sports, Logas:Pan African Press Ltd., pp. 54-58,69-76

Sharkey BJ, 1984. Physiology of Fitness, 2nd edition. Illionis:Human Kinetic Publisher, Inc., pp. 15-17

Silbernagl S, 2000. Atlas Berwarna dan teks Fisiologis (Color Atlas of Physiology), edisi ke-4, Jakarta:Hipokrates, hal 3-65

Soekarman R, 1989. Dasar-dasar Olahraga untuk Pembina, Pelatih, dan Atlet, Jakarta: CV. Haji Masagung, MCM xxxix, cetakan ke-2, hal. 24,58-60

Soekarman R, 1991. Energi dan Sistem Energi Predominan pada Olahraga. Jakarta: Komite Olahraga Nasional Indonesia Pusat, hal. 7-10

Zainuddin M, 2000. Metodologi Penelitian. Surabaya: PascaSarjana Universitas Airlangga, hal 49-58

Lampiran 1

JADWAL / KALENDER PENELITIAN

KEGIATAN	Waktu Pelaksanaan Mei 2001 – Oktober 2003																
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei
Studi Kepustakaan					X	X	X	X	X	X							
Penyusunan usulan penelitian										X	X	X	X	X			
Persiapan Penelitian															X	X	X
Pelaksanaan Penelitian						X	X	X									
Pengumpulan Data Penelitian								X									
Pengolahan dan analisa data								X									
Penulisan dan Penggandaan Tesis								X									
Ujian Tesis								X	X								
Revisi Tesis								X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisi Tesis						X	X	X	X	X	X						

Lampiran 2

HASIL PENENTUAN KERJA MAKSIMAL
NAIK TURUN BANGKU SELAMA 5 MENIT
SELASA, 11 JUNI 2002

NO	KODE SAMPEL	UKURAN METRONOM		KEMAMPUAN MAKSIMAL
		PER MENIT	5 MENIT	
1	S-1	30 KALI	150 KALI	2.40 MENIT
2	S-2	30 KALI	150 KALI	1.50 MENIT
3	S-3	36 KALI	180 KALI	2.36 MENIT
4	S-4	36 KALI	180 KALI	1.17 MENIT
5	S-5	36 KALI	180 KALI	2.00 MENIT
6	S-6	30 KALI	150 KALI	2.40 MENIT
7	S-7	36 KALI	180 KALI	2.10 MENIT
8	S-8	30 KALI	150 KALI	3.37 MENIT
9	S-9	30 KALI	150 KALI	2.25 MENIT
10	S-10	30 KALI	150 KALI	3.08 MENIT
11	S-11	36 KALI	180 KALI	2.27 MENIT
12	S-12	30 KALI	150 KALI	1.27 MENIT
13	S-13	30 KALI	150 KALI	2.54 MENIT
14	S-14	36 KALI	180 KALI	1.39 MENIT
15	S-15	36 KALI	180 KALI	1.53 MENIT
16	S-16	30 KALI	150 KALI	2.44 MENIT
17	S-17	30 KALI	150 KALI	2.55 MENIT
18	S-18	36 KALI	180 KALI	2.00 MENIT
19	S-19	30 KALI	150 KALI	2.28 MENIT
20	S-20	30 KALI	150 KALI	3.05 MENIT

Lampiran 3

HASIL PENENTUAN UMUR
BERAT BADAN DAN TINGGI BADAN
SELASA, 11 JUNI 2002

NO	KODE SAMPEL	UMUR	BB	TB
1	S-1	20	54	167
2	S-2	20	57	171
3	S-3	20	53	166
4	S-4	21	65	165
5	S-5	22	69	170
6	S-6	20	62	169
7	S-7	20	64	173
8	S-8	20	67	169
9	S-9	20	64	167
10	S-10	20	67	169
11	S-11	21	66	168
12	S-12	20	63	166
13	S-13	20	68	167
14	S-14	20	59	165
15	S-15	20	55	167
16	S-16	21	55	163
17	S-17	20	64	172
18	S-18	20	67	170
19	S-19	20	63	169
20	S-20	21	60	164

Lampiran 4

BEBAN LATIHAN MASING-MASING SAMPEL

(Penelitian inti)

Kelompok latihan (anaerobik Ekstensif)

NO	KODE SAMPEL	Frekuensi		Beban latihan 90%	
		Menit	5 menit	Frek/menit	Frek/5 menit
1	S-11	36 kali	180 kali	32,4 kali	162 kali
2	S-12	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali
3	S-13	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali
4	S-14	36 kali	180 kali	32,4 kali	162 kali
5	S-15	36 kali	180 kali	32,4 kali	162 kali
6	S-16	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali
7	S-17	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali
8	S-18	36 kali	180 kali	32,4 kali	162 kali
9	S-19	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali
10	S-20	30 kali	150 kali	27 kali	135 kali

Lampiran 5

PENELITIAN PENDAHULUAN

DATA POST TEST pH DARAH

Senin, 12 Agustus 2002

Kelompok kontrol

No	N A M A	Ket.	Sebelum AKM	Akhir AKM	2 menit I	2 menit II	2 menit III
1	BTN	SEHAT	7,332	7,161	7,183	7,249	7,313
2	DDK	SEHAT	7,371	7,143	7,217	7,263	7,305
3	AGN	SEHAT	7,396	7,135	7,234	7,271	7,318

Kelompok latihan (Anaerobik Ekstensif)

No	N A M A	Ket.	Sebelum AKM	Akhir AKM	2 menit I	2 menit II	2 menit III
1	A J	SEHAT	7,380	7,194	7,237	7,262	7,341
2	YHN	SEHAT	7,354	7,175	7,229	7,271	7,322
3	AJR	SEHAT	7,360	7,189	7,219	7,264	7,343

Lampiran 6

PENELITIAN INTI

DATA POST TEST pH DARAH

Senin, 12 Agustus 2002

Kelompok Kontrol

No	N A M A	Ket.	Sebelum AKM	Akhir AKM	3 menit I	3 menit II
1	BTN	SEHAT	7,332	7,161	7,216	7,313
2	DDK	SEHAT	7,371	7,143	7,240	7,305
3	AGN	SEHAT	7,396	7,135	7,252	7,318
4	HSN	SEHAT	7,377	7,151	7,258	7,311
5	T T	SEHAT	7,351	7,155	7,273	7,302
6	GFR	SEHAT	7,380	7,183	7,267	7,327
7	S N	SEHAT	7,349	7,139	7,238	7,305
8	T I	SEHAT	7,364	7,167	7,240	7,321
9	YLT	SEHAT	7,358	7,146	7,261	7,318
10	MCS	SEHAT	7,352	7,142	7,253	7,319

Lampiran 7

PENELITIAN INTI

DATA POST TEST pH DARAH

Senin, 12 Agustus 2002

Kelompok Latihan (Anaerobik Ekstensif)

No	N A M A	Ket.	Sebelum AKM	Akhir AKM	3 menit I	3 menit II
1	A J	SEHAT	7,380	7,194	7,249	7,341
2	YHN	SEHAT	7,354	7,175	7,250	7,322
3	AJR	SEHAT	7,360	7,189	7,242	7,343
4	B D	SEHAT	7,362	7,188	7,279	7,333
5	SWT	SEHAT	7,383	7,173	7,268	7,326
6	RMN	SEHAT	7,379	7,203	7,286	7,352
7	AWN	SEHAT	7,368	7,192	7,281	7,329
8	ATN	SEHAT	7,381	7,179	7,264	7,347
9	BMO	SEHAT	7,366	7,191	7,277	7,331
10	J K	SEHAT	7,384	7,186	7,273	7,354

General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

AMAT	Dependent Variable
1	PHSBKM
2	PHSSKM
3	PH2KM
4	PH4KM
5	PH6KM

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
PERLAKUAN	1,00	KONTROL	3
	2,00	ANAEROBIK	3

Descriptive Statistics

	PERLAKUAN	Mean	Std. Deviation	N
pH SEB AKM	KONTROL	7,36633	3,225E-02	3
	ANAEROBIK	7,30767	,10359	3
	Total	7,33700	7,577E-02	6
pH SES AKM	KONTROL	7,14633	1,332E-02	3
	ANAEROBIK	7,18600	9,849E-03	3
	Total	7,16617	2,412E-02	6
pH 2M AKM	KONTROL	7,21133	2,597E-02	3
	ANAEROBIK	7,22833	9,018E-03	3
	Total	7,21983	1,972E-02	6
pH 4M AKM	KONTROL	7,26100	1,114E-02	3
	ANAEROBIK	7,26567	4,726E-03	3
	Total	7,26333	8,066E-03	6
pH 6M AKM	KONTROL	7,31200	6,557E-03	3
	ANAEROBIK	7,33533	1,159E-02	3
	Total	7,32367	1,531E-02	6

Multivariate Tests[b]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
AMAT	Pillai's Trace	1,000	520,124[a]	4,000	1,000	,033
	Wilks' Lambda	,000	520,124[a]	4,000	1,000	,033
	Hotelling's Trace	2080,497	520,124[a]	4,000	1,000	,033
	Roy's Largest Root	2080,497	520,124[a]	4,000	1,000	,033
AMAT * PER	Pillai's Trace	,921	2,917[a]	4,000	1,000	,410
	Wilks' Lambda	,079	2,917[a]	4,000	1,000	,410
	Hotelling's Trace	11,667	2,917[a]	4,000	1,000	,410
	Roy's Largest Root	11,667	2,917[a]	4,000	1,000	,410

a. Exact statistic

b.
Design: Intercept+PER .
Within Subjects Design: AMAT

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	AMAT	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
AMAT	Linear	2,982E-03	1	2,982E-03	1,242	,328
	Quadratic	8,762E-02	1	8,762E-02	74,343	,001
	Cubic	2,588E-02	1	2,588E-02	24,898	,008
	Order 4	5,869E-03	1	5,869E-03	13,205	,022
AMAT * PER	Linear	2,496E-03	1	2,496E-03	1,039	,366
	Quadratic	2,379E-03	1	2,379E-03	2,018	,228
	Cubic	3,466E-03	1	3,466E-03	3,335	,142
	Order 4	2,624E-04	1	2,624E-04	,590	,485
Error(AMAT)	Linear	9,607E-03	4	2,402E-03		
	Quadratic	4,715E-03	4	1,179E-03		
	Cubic	4,157E-03	4	1,039E-03		
	Order 4	1,778E-03	4	4,445E-04		

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1
Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	1582,099	1	1582,099	1056141	,000
PER	2,028E-04	1	2,028E-04	,135	,732
Error	5,992E-03	4	1,498E-03		

Estimated Marginal Means
1. PERLAKUAN

Estimates

Measure: MEASURE_1

PERLAKUAN	Mean	Std. Error
KONTROL	7,259	,010
ANAEROBIK	7,265	,010

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
KONTROL	ANAEROBIK	-5,200E-03	,014	,732
ANAEROBIK	KONTROL	5,200E-03	,014	,732

Based on estimated marginal means

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	4,056E-05	1	4,056E-05	,135	,732
Error	1,198E-03	4	2,996E-04		

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

2. AMAT

Estimates

Measure: MEASURE_1

AMAT	Mean	Std. Error
1	7,337	,031
2	7,166	,005
3	7,220	,008
4	7,263	,003
5	7,324	,004

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) AMAT	(J) AMAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
1	2	,171*	,033	,007
	3	,117*	,028	,013
	4	7,367E-02	,030	,072
	5	1,333E-02	,033	,706
2	1	-,171*	,033	,007
	3	-5,367E-02*	,012	,011
	4	-9,717E-02*	,008	,000
	5	-,158*	,005	,000
3	1	-,117*	,028	,013
	2	5,367E-02*	,012	,011
	4	-4,350E-02*	,005	,001
	5	-,104*	,009	,000
4	1	-7,367E-02	,030	,072
	2	9,717E-02*	,008	,000
	3	4,350E-02*	,005	,001
	5	-6,033E-02*	,006	,000
5	1	-1,333E-02	,033	,706
	2	,158*	,005	,000
	3	,104*	,009	,000
	4	6,033E-02*	,006	,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).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	1,000	520,124[a]	4,000	1,000	,033
Wilks' lambda	,000	520,124[a]	4,000	1,000	,033
Hotelling's trace	2080,497	520,124[a]	4,000	1,000	,033
Roy's largest root	2080,497	520,124[a]	4,000	1,000	,033

Each F tests the multivariate effect of AMAT. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

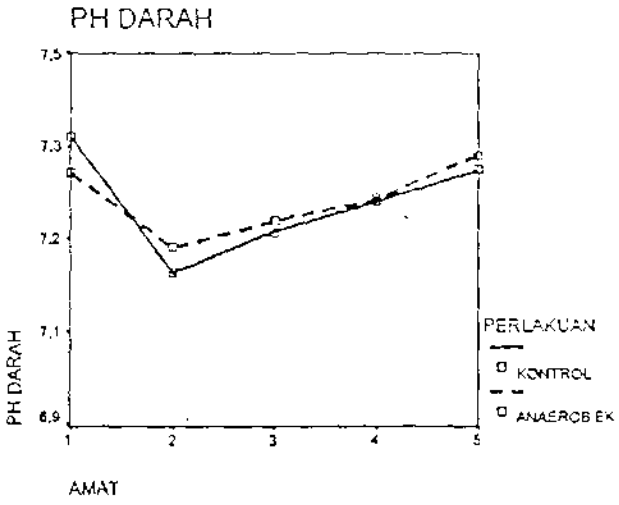
a. Exact statistic

3. PERLAKUAN * AMAT

Measure: MEASURE_1

PERLAKUAN	AMAT	Mean	Std. Error
KONTROL	1	7,366	,044
	2	7,146	,007
	3	7,211	,011
	4	7,261	,005
	5	7,312	,005
ANAEROBIK	1	7,309	,044
	2	7,186	,007
	3	7,228	,011
	4	7,266	,005
	5	7,335	,005

Profile Plots



GAMBAR : pH darah sebelum AKM, langsung, 2,4 dan 6 Menit sesudah AKM menurut perlakuan

T-Test

Group Statistics

	PERLAKUAN	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH SEB AKM	KONTROL	3	7,36633	3,225E-02	1,86E-02
	ANAEROBIK	3	7,30767	,10359	5,98E-02
pH SES AKM	KONTROL	3	7,14633	1,332E-02	7,69E-03
	ANAEROBIK	3	7,18600	9,849E-03	5,69E-03
pH 2M AKM	KONTROL	3	7,21133	2,597E-02	1,50E-02
	ANAEROBIK	3	7,22833	9,018E-03	5,21E-03
pH 4M AKM	KONTROL	3	7,26100	1,114E-02	6,43E-03
	ANAEROBIK	3	7,26567	4,726E-03	2,73E-03
pH 6M AKM	KONTROL	3	7,31200	6,557E-03	3,79E-03
	ANAEROBIK	3	7,33533	1,159E-02	6,69E-03

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
pH SEB AKM	Equal variances assumed	5,938	,071	,937	4	,402	5,8667E-02	6,E-02
	Equal variances not assumed			,937	2,384	,434	5,8667E-02	6,E-02
pH SES AKM	Equal variances assumed	,357	,583	-4,148	4	,014	-3,967E-02	1,E-02
	Equal variances not assumed			-4,148	3,684	,017	-3,967E-02	1,E-02
pH 2M AKM	Equal variances assumed	2,964	,160	-1,071	4	,344	-1,700E-02	2,E-02
	Equal variances not assumed			-1,071	2,476	,377	-1,700E-02	2,E-02
pH 4M AKM	Equal variances assumed	1,889	,241	-,668	4	,541	-4,667E-03	7,E-03
	Equal variances not assumed			-,668	2,698	,557	-4,667E-03	7,E-03
pH 6M AKM	Equal variances assumed	2,045	,226	-3,035	4	,039	-2,333E-02	8,E-03
	Equal variances not assumed			-3,035	3,161	,052	-2,333E-02	8,E-03

General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

AMAT	Dependent Variable
1	PHSBKM
2	PHSSKM
3	PH3KM
4	PH6KM

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
PERLAKUAN	1,00	KONTROL	10
	2,00	ANAEROBIK	10

Descriptive Statistics

	PERLAKUAN	Mean	Std. Deviation	N
pH SEB AKM	KONTROL	7,36300	1,852E-02	10
	ANAEROBIK	7,35460	5,906E-02	10
	Total	7,35880	4,282E-02	20
pH SES AKM	KONTROL	7,15220	1,473E-02	10
	ANAEROBIK	7,18700	9,165E-03	10
	Total	7,16960	2,148E-02	20
pH 3M AKM	KONTROL	7,24985	1,673E-02	10
	ANAEROBIK	7,26690	1,525E-02	10
	Total	7,25838	1,786E-02	20
pH 6M AKM	KONTROL	7,31390	8,103E-03	10
	ANAEROBIK	7,33780	1,116E-02	10
	Total	7,32585	1,551E-02	20

Multivariate Tests[b]

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
AMAT	Pillai's Trace	,995	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
	Wilks' Lambda	,005	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
	Hotelling's Trace	198,256	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
	Roy's Largest Root	198,256	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
AMAT * PER	Pillai's Trace	,300	2,286[a]	3,000	16,000	,118
	Wilks' Lambda	,700	2,286[a]	3,000	16,000	,118
	Hotelling's Trace	,429	2,286[a]	3,000	16,000	,118
	Roy's Largest Root	,429	2,286[a]	3,000	16,000	,118

a. Exact statistic

b.
Design: Intercept+PER
Within Subjects Design: AMAT

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

Source	AMAT	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
AMAT	Linear	1,015E-04	1	1,015E-04	,128	,725
	Quadratic	,329	1	,329	753,966	,000
	Cubic	8,957E-02	1	8,957E-02	245,456	,000
AMAT * PER	Linear	1,566E-03	1	1,566E-03	1,973	,177
	Quadratic	1,652E-03	1	1,652E-03	3,780	,068
	Cubic	1,830E-03	1	1,830E-03	5,014	,038
Error(AMAT)	Linear	1,429E-02	18	7,937E-04		
	Quadratic	7,864E-03	18	4,369E-04		
	Cubic	6,568E-03	18	3,649E-04		

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: MEASURE_1
Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	4237,725	1	4237,725	5156182	,000
PER	5,670E-03	1	5,670E-03	6,899	,017
Error	1,479E-02	18	8,219E-04		

Estimated Marginal Means

1. PERLAKUAN

Estimates

Measure: MEASURE_1

PERLAKUAN	Mean	Std. Error
KONTROL	7,270	,005
ANAEROBIK	7,287	,005

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
KONTROL	ANAEROBIK	-1,684E-02	,006	,017

Based on estimated marginal means

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	1,418E-03	1	1,418E-03	6,899	,017
Error	3,598E-03	18	2,055E-04		

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

2. AMAT

Estimates

Measure: MEASURE_1

AMAT	Mean	Std. Error
1	7,359	,010
2	7,170	,003
3	7,258	,004
4	7,326	,002

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

(I) AMAT	(J) AMAT	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
1	2	,189*	,010	,000
	3	,100*	,009	,000
	4	3,295E-02*	,010	,004
2	1	-,189*	,010	,000
	3	-8,878E-02*	,004	,000
	4	-,156*	,003	,000
3	1	-,100*	,009	,000
	2	8,878E-02*	,004	,000
	4	-6,747E-02*	,004	,000
4	1	-3,295E-02*	,010	,004
	2	,156*	,003	,000
	3	6,747E-02*	,004	,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).

Multivariate Tests

	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Pillai's trace	,995	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
Wilks' lambda	,005	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
Hotelling's trace	198,256	1057,363[a]	3,000	16,000	,000
Roy's largest root	198,256	1057,363[a]	3,000	16,000	,000

Each F tests the multivariate effect of AMAT. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

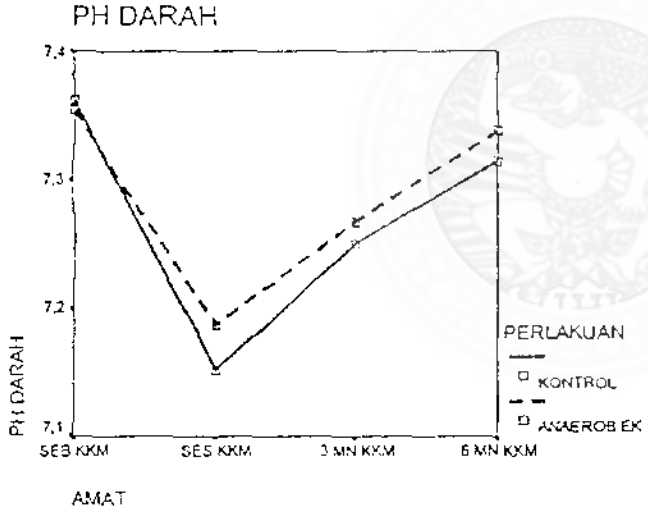
a. Exact statistic

3. PERLAKUAN * AMAT

Measure: MEASURE_1

PERLAKUAN	AMAT	Mean	Std. Error
KONTROL	1	7,363	,014
	2	7,152	,004
	3	7,250	,005
	4	7,314	,003
ANAEROBIK	1	7,355	,014
	2	7,187	,004
	3	7,267	,005
	4	7,338	,003

Profile Plots



GAMBAR : pH darah sebelum AKM , langsung, 3 dan 6 Menit sesudah AKM menurut perlakuan

T-Test

Group Statistics

	PERLAKUAN	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pH SEB AKM	KONTROL	10	7,36300	1,852E-02	5,86E-03
	ANAEROBIK	10	7,35460	5,906E-02	1,87E-02
pH SES AKM	KONTROL	10	7,15220	1,473E-02	4,66E-03
	ANAEROBIK	10	7,18700	9,165E-03	2,90E-03
pH 3M AKM	KONTROL	10	7,24985	1,673E-02	5,29E-03
	ANAEROBIK	10	7,26690	1,525E-02	4,82E-03
pH 6M AKM	KONTROL	10	7,31390	8,103E-03	2,56E-03
	ANAEROBIK	10	7,33780	1,116E-02	3,53E-03

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
pH SEB AKM	Equal variances assumed	1,468	,241	,429	18	,673	8,E-03	2,E-02
	Equal variances not assumed			,429	10,752	,676	8,E-03	2,E-02
pH SES AKM	Equal variances assumed	1,952	,179	-6,345	18	,000	-3,E-02	5,E-03
	Equal variances not assumed			-6,345	15,063	,000	-3,E-02	5,E-03
pH 3M AKM	Equal variances assumed	,021	,886	-2,382	18	,028	-2,E-02	7,E-03
	Equal variances not assumed			-2,382	17,848	,029	-2,E-02	7,E-03
pH 6M AKM	Equal variances assumed	2,213	,154	-5,479	18	,000	-2,E-02	4,E-03
	Equal variances not assumed			-5,479	16,423	,000	-2,E-02	4,E-03

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
PERLAKUAN	1,00	KONTROL	10
	2,00	ANAEROBIK	10

Descriptive Statistics

Dependent Variable: PERBEDAAN pH

PERLAKUAN	Mean	Std. Deviation	N
KONTROL	4,910E-02	1,743E-02	10
ANAEROBIK	1,680E-02	6,061E-02	10
Total	3,295E-02	4,646E-02	20

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PERBEDAAN pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,216E-03[a]	1	5,216E-03	2,623	,123
Intercept	2,171E-02	1	2,171E-02	10,920	,004
PER	5,216E-03	1	5,216E-03	2,623	,123
Error	3,579E-02	18	1,988E-03		
Total	6,272E-02	20			
Corrected Total	4,101E-02	19			

a. R Squared = ,127 (Adjusted R Squared = ,079)

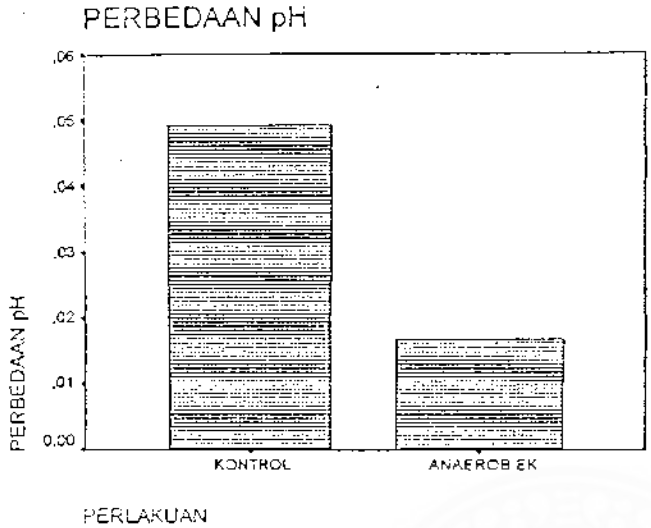
Estimated Marginal Means

PERLAKUAN

Dependent Variable: PERBEDAAN pH

PERLAKUAN	Mean	Std. Error
KONTROL	4,910E-02	,014
ANAEROBIK	1,680E-02	,014

Profile Plots



GAMBAR : Perbedaan pH darah sebelum dan 6 menit Sesudah AKM menurut perlakuan

Tables

RERATA DAN SIMPANG BAKU pH DARAH SEBELUM AKM SESUDAH KKM, 3 DAN 6 MENIT SETELAH AKM MENURUT PERLAKUAN

	PERLAKUAN			
	KONTROL		ANAEROB EK	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
pH SEB AKM	7,363	,019	7,355	,059
pH SES AKM	7,152	,015	7,187	,009
pH 3M AKM	7,250	,017	7,267	,015
pH 6M AKM	7,314	,008	7,338	,011

NPar Tests Untuk Uji Normalitas Distribusi
PERLAKUAN = KONTROL

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pH SEB AKM	pH SES AKM	pH 3M AKM	pH 6M AKM
N		10	10	10	10
Normal Parameters[a,b]	Mean	7,36300	7,15220	7,24985	7,31390
	Std. Deviation	1,85E-02	1,47E-02	1,67E-02	8,10E-03
Most Extreme Differences	Absolute	,125	,163	,163	,194
	Positive	,124	,163	,122	,164
	Negative	-,125	-,121	-,163	-,194
Kolmogorov-Smirnov Z		,395	,516	,515	,612
Asymp. Sig. (2-tailed)		,998	,953	,953	,848

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. PERLAKUAN = KONTROL

PERLAKUAN = ANAEROB EK

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		pH SEB AKM	pH SES AKM	pH 3M AKM	pH 6M AKM
N		10	10	10	10
Normal Parameters[a,b]	Mean	7,35460	7,18700	7,26690	7,33780
	Std. Deviation	5,91E-02	9,17E-03	1,52E-02	1,12E-02
Most Extreme Differences	Absolute	,396	,157	,166	,166
	Positive	,309	,123	,166	,166
	Negative	-,396	-,157	-,155	-,113
Kolmogorov-Smirnov Z		1,252	,495	,525	,526
Asymp. Sig. (2-tailed)		,087	,967	,945	,945

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. PERLAKUAN = ANAEROB EK

Tables

RERATA UMUR, TINGGI DAN BERAT BADAN RELAWAN MENURUT PERLAKUAN

	PERLAKUAN			
	KONTROL		ANAEROB EK	
	Mean	Std Dev	Mean	Std Dev
UMUR	20,30	,67	20,30	,48
BERAT BADAN	62,20	5,63	62,00	4,64
TINGGI BADAN	168,60	2,41	167,10	2,77

NPar Tests

PERLAKUAN = KONTROL

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		UMUR	BERAT BADAN	TINGGI BADAN
N		10	10	10
Normal Parameters [a,b]	Mean	20,3000	62,2000	168,6000
	Std. Deviation	,6749	5,6332	2,4129
Most Extreme Differences	Absolute	,472	,225	,166
	Positive	,472	,127	,146
	Negative	-,328	-,225	-,166
Kolmogorov-Smirnov Z		1,491	,713	,524
Asymp. Sig. (2-tailed)		,023	,690	,946

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. PERLAKUAN = KONTROL

PERLAKUAN = ANAEROB EK

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

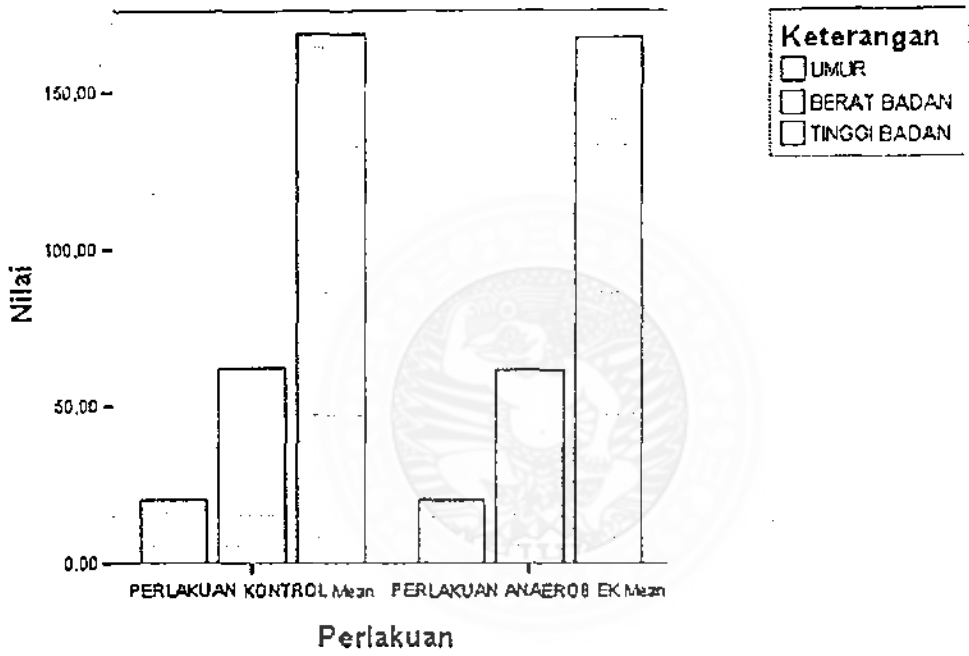
		UMUR	BERAT BADAN	TINGGI BADAN
N		10	10	10
Normal Parameters [a,b]	Mean	20,3000	62,0000	167,1000
	Std. Deviation	,4830	4,6428	2,7669
Most Extreme Differences	Absolute	,433	,185	,114
	Positive	,433	,134	,114
	Negative	-,267	-,185	-,086
Kolmogorov-Smirnov Z		1,368	,586	,362
Asymp. Sig. (2-tailed)		,047	,882	,999

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. PERLAKUAN = ANAEROB EK

	PERLAKUAN	
	KONTRO	ANAERO
	Mean	Mean
UMUR	20,30	20,30
BERAT BADAN	62,20	62,00
TINGGI BADAN	168,60	167,10



Univariate Analysis of Variance (Uji anakova)

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
PERLAKUAN	1,00	KONTROL	10
	2,00	ANAEROBIK	10

Descriptive Statistics

Dependent Variable: pH 6M KKM

PERLAKUAN	Mean	Std. Deviation	N
KONTROL	7,31390	8,103E-03	10
ANAEROB EK	7,33780	1,116E-02	10
Total	7,32585	1,551E-02	20

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH 6M KKM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
Corrected Model	3,208E-03[a]	5	6,416E-04	6,601	,002
Intercept	2,794E-02	1	2,794E-02	287,509	,000
UMR	2,956E-05	1	2,956E-05	,304	,590
BB	8,475E-05	1	8,475E-05	,872	,366
TB	3,428E-04	1	3,428E-04	3,527	,081
PHSBKM	1,694E-05	1	1,694E-05	,174	,683
PER	1,977E-03	1	1,977E-03	20,344	,000
Error	1,361E-03	14	9,720E-05		
Total	1073,366	20			
Corrected Total	4,569E-03	19			

a. R Squared = ,702 (Adjusted R Squared = ,596)

Estimated Marginal Means
PERLAKUAN

Estimates

Dependent Variable: pH 6M KKM

PERLAKUAN	Mean	Std. Error
KONTROL	7,315[a]	,003
ANAEROBIK	7,336[a]	,003

a. Evaluated at covariates appeared in the model: UMUR = 20,3000, BERAT BADAN = 62,1000, TINGGI BADAN = 167,8500, pH SEB KKM = 7,35880.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: pH 6M KKM

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
KONTROL	ANAEROBIK	-2,112E-02	,005	,000

Based on estimated marginal means

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

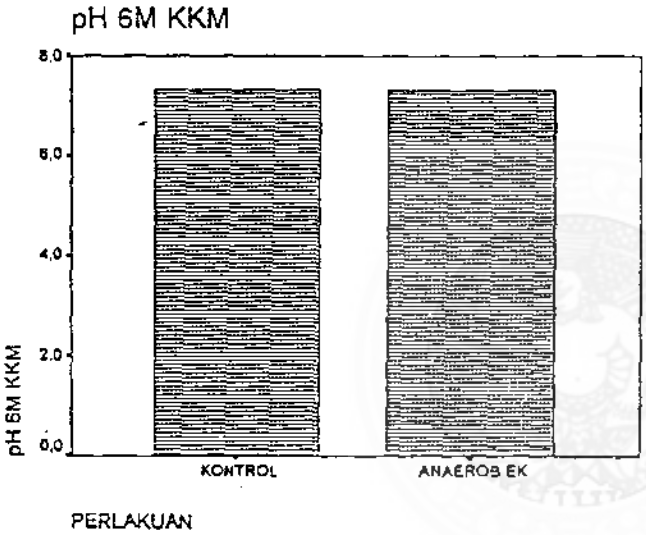
Univariate Tests

Dependent Variable: pH 6M KKM

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	1,977E-03	1	1,977E-03	20,344	,000
Error	1,361E-03	14	9,720E-05		

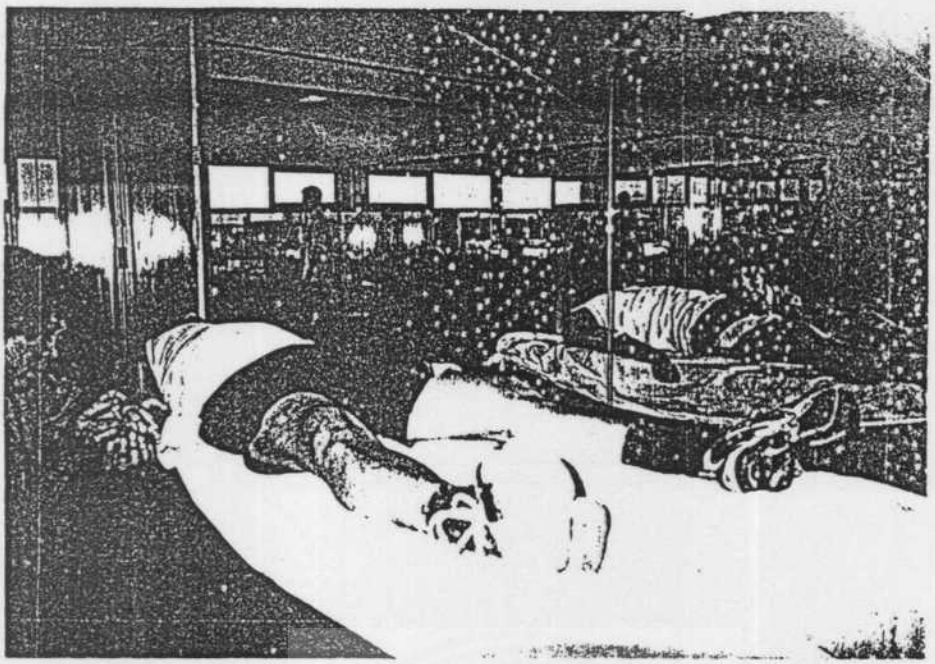
The F tests the effect of PERLAKUAN. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Profile Plots

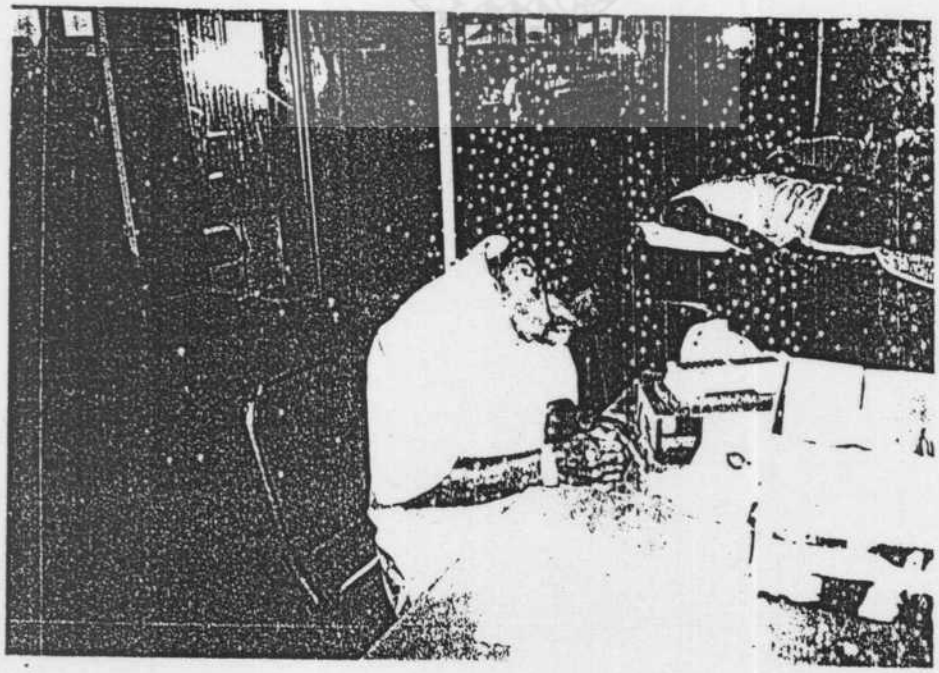


GAMBAR : pH darah 6 menit sesudah AKM Menurut AKM

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

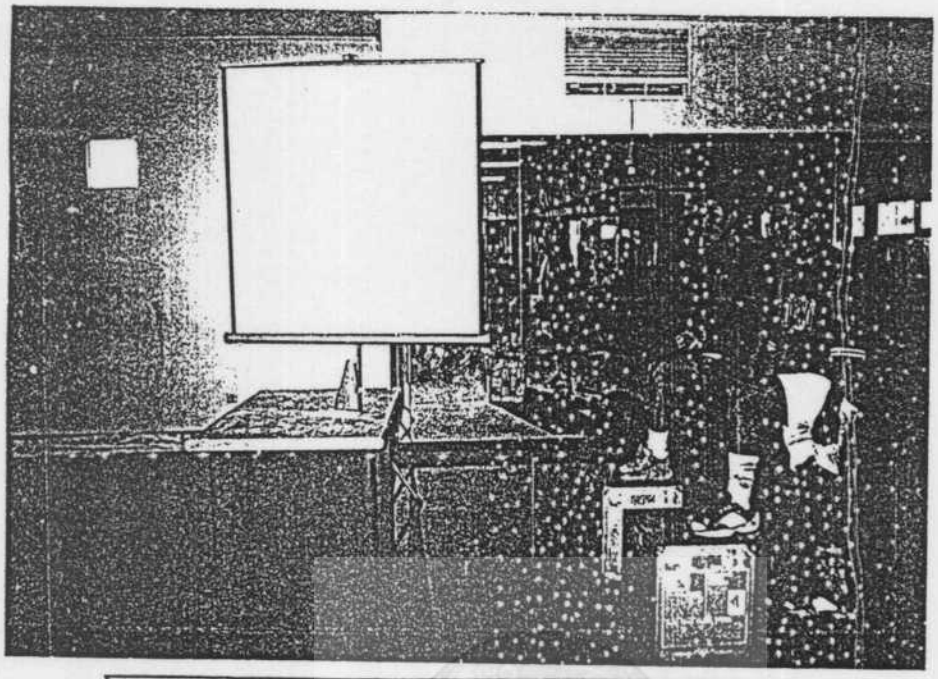


PENGAMBILAN DARAH UNTUK DATA ANALISIS

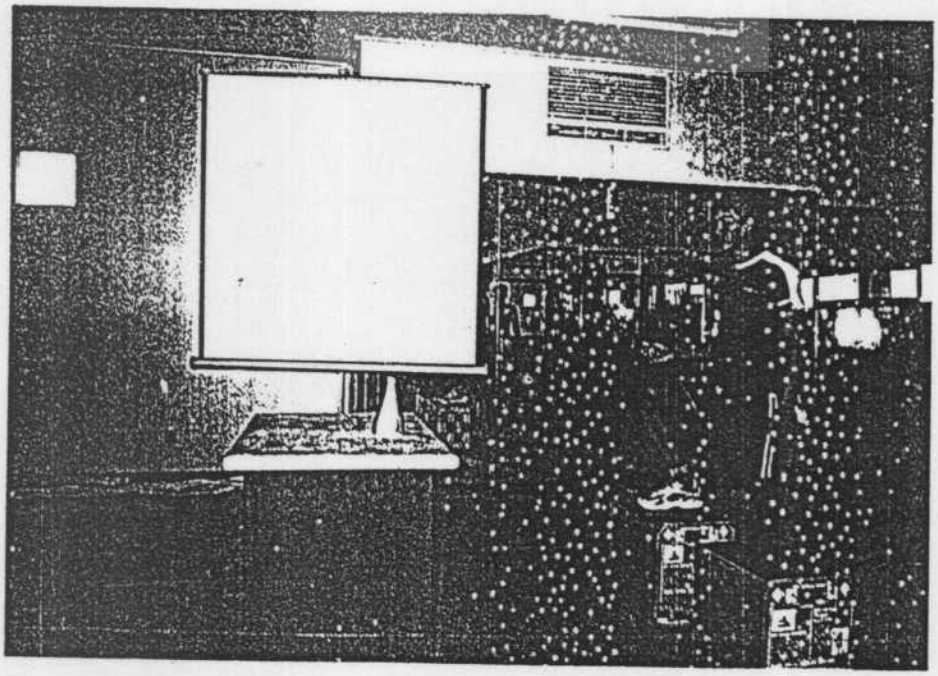


PENGUKURAN pH DARAH

Lampiran 4



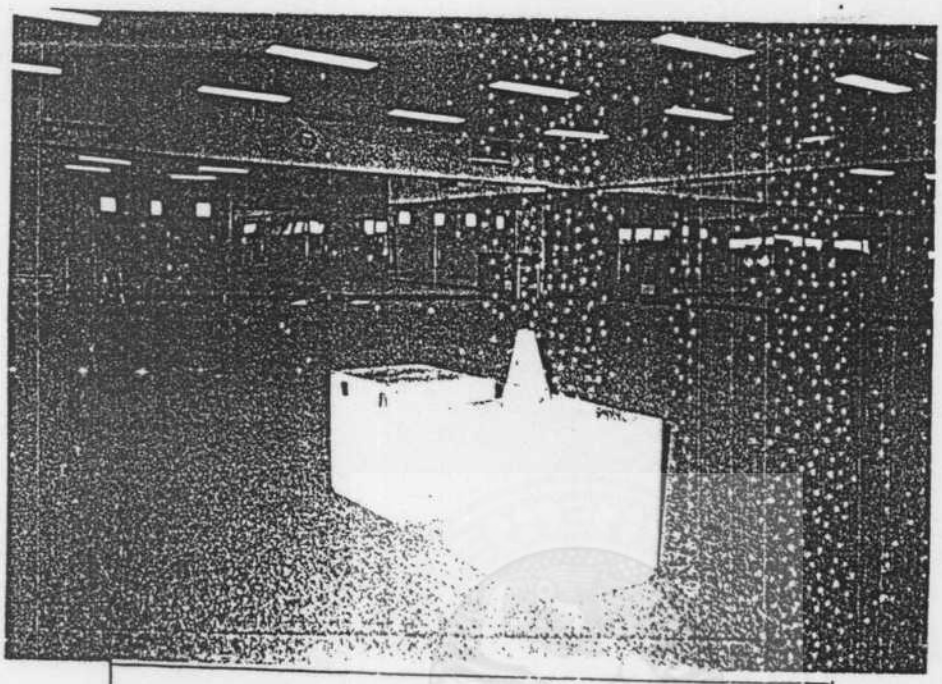
LATIHAN NAIK TURUN BANGKU
(PERLAKUAN TERHADAP SAMPEL)



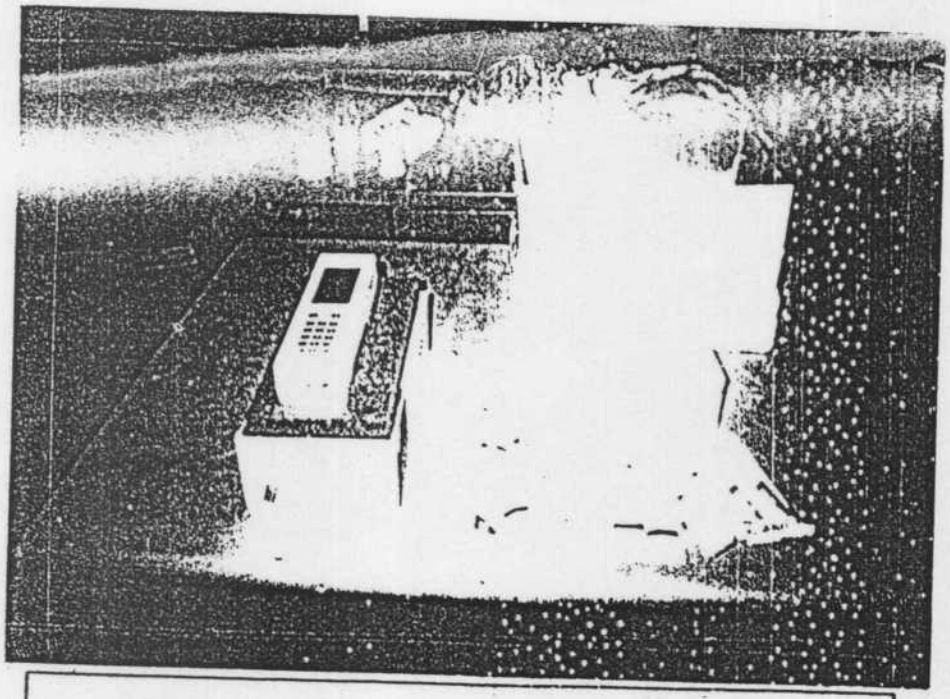
SAMPEL MELAKUKAN KKM

Lampiran 4

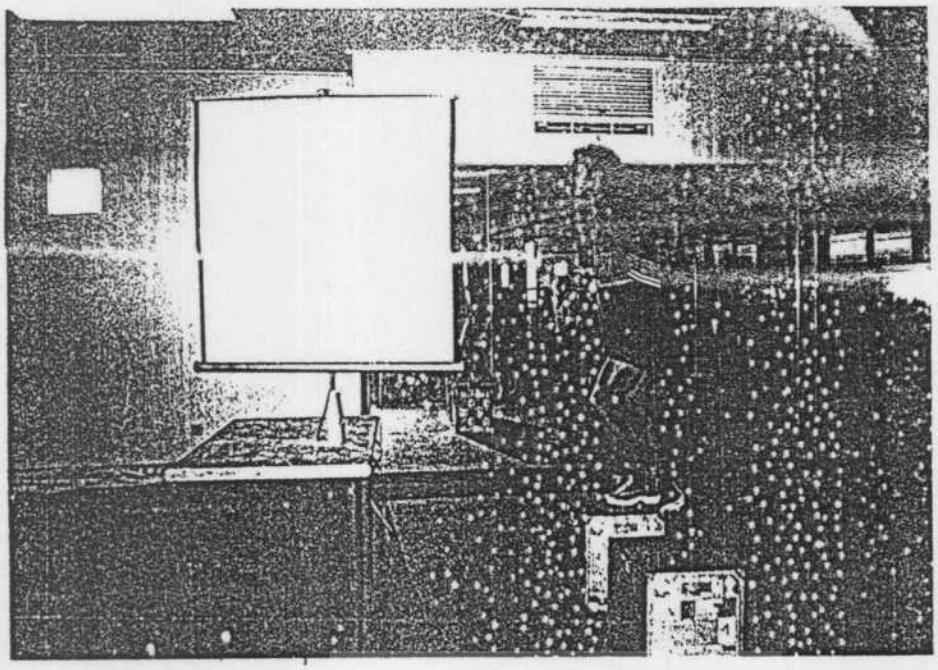
DOKUMENTASI PENELITIAN



METRONOM DAN BANGKU UNTUK PERLAKUAN TERHADAP SAMPEL

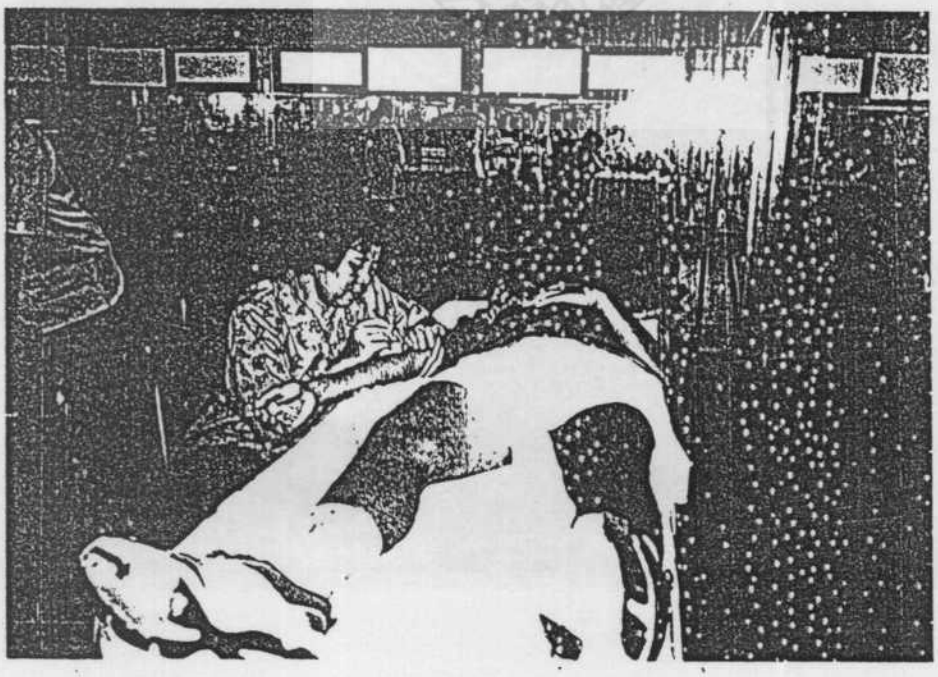


ALAT PEMERIKSAAN pH DARAH
(i-STAT PORTABLE CLINICAL ANALYZER)



SAMPEL MELAKUKAN KKM

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA



PENGAMBILAN DARAH UNTUK DATA ANALISIS