

**TESIS**

**PERBANDINGAN EFEK PEMANASAN AKTIF DAN  
PEMANASAN PASIF TERHADAP KADAR GLUKOSA  
DARAH DAN KADAR ASAM LAKTAT PADA AKTIVITAS  
FISIK SUBMAKSIMAL**

**(PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS)**



EKA  
KR.  
TKO-13/14  
Ami  
P

**AMINUDDIN**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA  
JENJANG MAGISTER (S2) FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2014**

**TESIS**

**PERBANDINGAN EFEK PEMANASAN AKTIF DAN  
PEMANASAN PASIF TERHADAP KADAR GLUKOSA  
DARAH DAN KADAR ASAM LAKTAT PADA AKTIVITAS  
FISIK SUBMAKSIMAL**

**(PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS)**

**AMINUDDIN**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA  
JENJANG MAGISTER (S2) FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2014**

**TESIS**

**PERBANDINGAN EFEK PEMANASAN AKTIF DAN  
PEMANASAN PASIF TERHADAP KADAR GLUKOSA  
DARAH DAN KADAR ASAM LAKTAT PADA AKTIVITAS  
FISIK SUBMAKSIMAL**

**(PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS)**

**TESIS**

**Untuk Memperoleh Gelar Magister  
Dalam Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga  
Jenjang Magister (S2) Pada Fakultas Kedokteran  
Universitas Airlangga**

**Oleh**

**AMINUDDIN**

**011 214 553 004**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN OLAAHRAGA  
JENJANG MAGISTER (S2) FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2014**

**Lembar Pengesahan**

**TESIS INI TELAH DISETUJUI UNTUK DIUJI  
Pada Tanggal, .....Agustus 2014**

**Oleh**

**Pembimbing Ketua**



**Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes.**  
**NIP. 19660504 199603 2 001**


**Pembimbing**



**Choesnan Effendi, dr., AIFM., AIFO**  
**NIP. 19471208 197403 1 002**

**Mengetahui :**

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

**Lilik Herawati, dr., M. Kes., AIFO**  
**NIP. 19750314 200312 2 001**

## **PENETAPAN PANITIA PENGUJI TESIS**

Tesis ini di uji dan dinilai  
Oleh panitia penguji pada  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga  
Pada tanggal, 19 Agustus 2014  
PANITIA PENGUJI TESIS

### **Panitia Penguji,**

**Ketua** : Dr. Elyana Asnar STP, dr., M.S

**Anggota** : 1. Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes.  
2. Choesnan Effendi, dr., AIFM., AIFO  
3. Roostantia Indrawati, dr. M.Kes. AFK  
4. Budiono, dr., MKes

## UCAPAN TERIMA KASIH

### **Alhamdu lillahi rabbil alamin....**

Puji syukur kehadirat Allah swt atas berkah dan rahmat-Nya sehingga dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Perbandingan efek pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal”.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes., selaku dosen pembimbing ketua dengan penuh perhatian dan kesabaran selalu memberikan bimbingan, motivasi, kritik, saran serta dorongan moril sejak awal penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai selesainya penulisan tesis ini.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Choesnan Effendi, dr., AIFM., AIFO., selaku dosen pembimbing ketua dengan penuh perhatian dan kesabaran selalu memberikan bimbingan, motivasi, kritik, saran serta dorongan moril sejak awal penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai selesainya penulisan tesis ini.

Terima kasih tak terhingga dan penghargaan setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Dr. Elyana Asnar STP, dr., M.S., Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes., Choesnan Effendi, dr., AIFM., AIFO., Roostantia Indrawati, dr. M.Kes. AFK., Budiono, dr., MKes., selaku penguji yang telah banyak memberikan masukan-masukan yang berharga demi penyempurnaan tesis ini.

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

1. Rektor Universitas Airlangga Prof. Dr. Fasichul Lisan, Apt., atas kesempatan serta fasilitas yang diberikan kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program magister.
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Prof. Dr. Agung Pranoto, dr., M.Kes., SpPD.K-EMD.FINASIM atas kesempatan untuk menjadi mahasiswa Program Magister pada Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
3. Prof. Dr. Indri Safitri Mukono, dr., MS. selaku Wakil Dekan I FK

Universitas Airlangga yang telah memberikan surat keterangan penelitian.

4. Ketua Departemen Ilmu Faal Dr. Elyana Asnar, dr., M.S., atas bimbingan dan kemudahan dalam menggunakan sarana dan prasarana untuk praktikum dan belajar selama kuliah.
5. Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Lilik Herawati, dr., M. Kes.,AIFO., atas arahan, dorongan, perhatian, dan bimbingan semenjak perkuliahan sampai penyelesaian tesis ini.
6. Prof. M. Sajid Darmadipura, dr., SpS, SpBS, selaku Ketua Komite Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga yang telah memberikan surat pernyataan laik etik kepada peneliti.
7. Seluruh dosen pengajar IKESOR Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga dan seluruh staf karyawan Departemen Ilmu Faal yang telah banyak membantu dalam kegiatan kuliah sampai dengan penyelesaian tesis.
8. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, yang telah memberikan ijin dalam melakukan penelitian.
9. Dr. Oce Wiriawan. M,Kes yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk mengadakan penelitian di Achilles Sport Science Centre. FIK UNESA.
10. Teman-teman seperjuangan IKESOR 2012 (Buyung,Shinta, Darul, Risma, Ardo, Taufik, Upik, Dony, Edy, Reno, Afif, Agus, Amir, dan Dwi) atas semua dukungan dan kerjasamanya.
11. Teman-teman seperjuangan Ilmu Keolahragaan 2007 Universitas Negeri Makassar atas segala dukungan dan bantuan baik secara moral dan material.
12. Sahabat-sahabat kos Jojoran gang 3 No. 40 ( Dr. Stang., M.Kes, Dr. Atco. M.Kes, Nurkhasyakhaer Khanafie SH., MH, Aswan Rauf, SH, MKN., Muhammad Ilham Arisaputra SH.,MKN, Zubaidi S.Si., M.Kes, Muhammad Danial S.Pd., M.Kes., Mahfudin Yusbud S.Km, Edy Gunawan S.Or, Buyung Khusumawardhana S.Pd, Zakaria S.H, Amir

Chamdhani S.Kep) atas segala nasihat yang senantiasa mencerahkan, memberikan dukungan baik moril dan material dan kebersamaannya selama menjalani masa studi.

13. Teristimewa bagi kedua orang tuaku tercinta ayahanda Hasanuddin S.Pd.I dan Ibunda Musdalifa yang penuh kasih sayang dan tanggung jawab dalam mendidik, membesarkan, mendukung dan senantiasa mendoakan dengan tulus dan ikhlas meskipun tertatih-tatih dalam setiap langkah sukses yang saya tempuh. Adik saya tercinta Muslimin dan Anriani Sulastri yang selalu semangat memberikan dukungan dan harapan. Adik Nurhikmah (alm.). Semoga engkau tenang disisi yang Maha Penyayang ALLAH SWT.

14. Kepada seluruh keluarga dan masyarakat desa Timbuseng yang telah memberikan semangat, bantuan dan dukungan baik secara moril terlebih lagi material selama masa studi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Semoga segala kebaikan bapak, ibu, saudara tersebut diatas mendapatkan kebaikan yang berlipat ganda dari ALLAH SWT., Amin.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati saya mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan.

Surabaya, 2 Agustus 2014

Penulis



## RINGKASAN

Pemanasan merupakan kegiatan permulaan olahraga untuk mempersiapkan tubuh dalam melakukan kegiatan yang lebih berat. Pemanasan sangat berguna untuk mempersiapkan tubuh secara fisiologis dan psikologis menghadapi aktivitas yang lebih berat dan mengurangi resiko terjadinya cedera sebelum latihan atau pertandingan. Pemanasan terdiri dari 2 macam yaitu, pemanasan aktif adalah gerakan yang bervariasi berkaitan dengan gerakan yang dipakai dalam olahraga itu sendiri seperti naik turun bangku dan pemanasan pasif adalah pemanasan tanpa gerakan namun dilakukan dengan melibatkan berbagai macam peralatan dan bantuan seperti melakukan mandi sauna. Pemanasan yang dilakukan dengan baik dan benar akan meningkatkan suhu tubuh yang akan memperbaiki penampilan.

Pada saat melakukan aktivitas fisik tubuh akan mengalami dampak fisiologis berupa kelelahan akibat kurangnya pasokan energi berupa glukosa ke bagian tubuh yang sedang aktif. Akibatnya tubuh tidak dapat melakukan tugasnya secara optimal. Beberapa respons fisiologis yang terjadi saat kelelahan, meningkatnya jumlah asam laktat dalam darah. Sedangkan respons biologis lainnya adalah terjadinya penurunan kadar glukosa darah dan meningkatnya metabolisme glikolisis anaerobik dan aerobik. Peningkatan glikolisis aerobik dan anaerobik dapat diukur dengan besarnya terjadi penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan kadar asam laktat.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal dengan menggunakan rancangan penelitian "*the randomized pretest-posttest control group design*". Penelitian ini menggunakan sampel manusia yaitu mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya jurusan pendidikan jasmani. Jumlah subjek yang digunakan 18 orang, umur 21-23 tahun. Dari jumlah 18 orang sampel dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok pemanasan aktif (K1) 9 orang dan kelompok pemanasan pasif (K2) 9 orang.

Kelompok pemanasan aktif akan diberikan pemanasan dengan naik turun bangku selama 10 menit dan kelompok pemanasan pasif dengan sauna selama 10 menit. Setelah itu setiap kelompok diberikan aktivitas fisik submaksimal yaitu dengan mengayuh sepeda ergocycle (80% HRmax). Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan dengan menggunakan alat *easy touch glucose meter* satuan mg/dl sedangkan pemeriksaan kadar asam laktat menggunakan *accutrend lactate* buatan Roche-Jerman satuan mol/l. Pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat dilakukan sebanyak 4 kali, yaitu (pre test) kadar glukosa darah dan asam laktat awal, (segera post 1) kadar glukosa darah dan asam laktat segera setelah pemanasan, (post test 2) kadar glukosa darah dan asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal dan (post test 3) kadar glukosa darah dan asam laktat 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.

Data hasil penelitian yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif, uji normalitas data, uji t berpasangan dan uji t-bebas dengan taraf signifikansi 0,05 dan menggunakan program IBM SPSS 20 secara komputerisasi. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa : rerata kadar glukosa darah pada kelompok pemanasan aktif (K1) pre test  $99,66 \pm 2,738$  mg/dl, post test-1  $96,66 \pm 2,645$  mg/dl, post test-2  $92,55 \pm 2,185$  mg/dl dan post test-3  $89,88 \pm 3,444$

mg/dl. Rerata kadar asam laktat kelompok pemanasan aktif (K1) pre test  $2,78 \pm 0,413$  mMol/L, post test-1  $7,41 \pm 1,411$  mMol/L, post test-2  $8,82 \pm 1,503$  dan post test-3  $3,40 \pm 0,497$ . Sedangkan rerata kadar glukosa darah kelompok pemanasan pasif (K2) pre test  $96,88 \pm 3,018$  mg/dl, post test-1  $99,22 \pm 2,223$  mg/dl, post test-2  $93,55 \pm 3,244$  mg/dl dan post test-3  $91,11 \pm 5,555$  mg/dl. Rerata kadar asam laktat kelompok pemanasan pasif (K2) pre test  $1,33 \pm 0,418$  mMol/L, post test-1  $2,07 \pm 0,653$  mMol/L, post test-2  $6,30 \pm 1,395$  dan post test-3  $3,10 \pm 0,663$  mMol/L.

Hasil uji normalitas data pada variabel tinggi badan, berat badan, kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pre test, post test-1, post test-2, dan post test-3 pada kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif menunjukkan  $p > 0,05$ . Hal ini berarti bahwa seluruh variabel data penelitian berdistribusi normal. Hasil uji-t berpasangan pada parameter variabel kadar glukosa darah kelompok pemanasan aktif dan pasif menunjukkan bahwa  $p < 0,05$  yang berarti perbedaan rerata hasil pemeriksaan tersebut secara berbeda bermakna. Hasil uji-t berpasangan pada parameter variabel kadar asam laktat kelompok pemanasan aktif dan pasif menunjukkan  $p < 0,05$  yang berarti perbedaan rerata hasil pemeriksaan tersebut secara berbeda bermakna. Hasil uji t-bebas variabel kadar glukosa darah delta-1 diperoleh nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ) terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif sedangkan hasil uji t-bebas variabel kadar asam laktat delta-1  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), delta-3  $p = 0,000$ . Pada delta-1 dan delta-3 terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif segera setelah pemanasan dan 30 menit setelah pemanasan.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa : 1. Tidak ada perbedaan antara kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif terhadap perubahan kadar glukosa darah, hanya terjadi peningkatan kadar glukosa darah setelah pemanasan pasif. 2. Peningkatan laktat darah setelah pemanasan dalam kelompok pemanasan aktif lebih besar dari kelompok pemanasan pasif.

## SUMMARY

Warming up is a beginning activity in exercise to prepare body in doing more heavy exercise. Warming up is exceedingly important to prepare body physiologically and psychologically to do more heavy activity and reduce flawed risk before doing exercise or competition. Warming up has two kinds; active warming up and passive warming up. Active warming up is a variant activity related to the certain exercise, such as step up. Meanwhile, passive warming up has no certain activity done as process, but using a number of tools involving body, such as taking Sauna.

Doing warming up well increases body's temperature and muscle creating a good performance affected by bigger muscle contraction power, bigger blood pressure, lower blood clod, and higher metabolism. In doing physical activity, physiological body risk occurs owing to fatigue caused by less active energy stock. Furthermore, body is unable to do such a point optimally. A number of body's responses happening in fatigue are increasing lactic acid in blood, increasing anaerobic and aerobic glucose metabolism, and decreasing blood glucose level. Anaerobic and aerobic glucose enhancement can be measured by decreasing blood glucose level and increasing lactic acid.

This research is to compare between active warming up and passive warming up in blood glucose level and lactic acid level through sub- maximal physical activity implemented by a research design "*the randomized pretest- posttest control group design*". Subjects of this research are students of Surabaya State University of Sport faculty major of physical education. Samples of this research are eighteen students of 21- 23 years old. The samples are divided into two groups: nine students in active warming up Group (K1) and nine students in passive warming up Group (K2).

Active warming up group is given warming up by step up for ten minutes. Meanwhile, passive warming up group is given taking Sauna for ten minutes. Then, every single group is given sub- maximal physical activity by paddling ergo cycle in 80% HRmax. Blood glucose level is measured by *easy touch glucose meter (GCU)* in mg/dl. Meanwhile, lactic acid level is measured by *accutrend lactate* by Roche Germany in mMol/l. Blood glucose and lactic acid level is done four times: (pretest) blood glucose and lactic acid level in beginning, (posttest 1) blood glucose and lactic acid level soon after warming up, (posttest 2) blood glucose and lactic acid level five minutes after sub- maximal physical activity, and (posttest 3) blood glucose and lactic acid level thirty minutes after sub- maximal physical activity.

Data from research finding gained is analyzed by descriptive analysis, test of normality, paired t test, and independent t test in significance 0,05 processed by IBM SPSS 20. The research finding shows that blood glucose level average to active warming up Group (K1) in pretest  $99,66 \pm 2,185$  mg/dl, posttest-1  $96,66 \pm 2,645$  mg/ dl, posttest-2  $92,55 \pm 2,185$  mg/dl and posttest-3  $89,88 \pm 3,444$  mg/dl. Lactic acid level average to active warming up (K1) in pretest  $2,78 \pm 0,418$  mMol/L, posttest-1  $7,41 \pm 1,411$  mMol/L, posttest-2  $8,82 \pm 1,503$  and posttest-3  $3,40 \pm 0,497$ . Meanwhile, blood glucose level average to passive warming up Group (K2) in pretest  $96,88 \pm 3,018$  mg/ dl, posttest-1  $99,22 \pm 2,223$  mg/dl, posttest-2  $93,55 \pm 3,244$  mg/dl, and posttest-3  $91,11 \pm 5,555$  mg/dl. Lactic acid level average

in passive warming up Group (K2) in pretest  $1,33 \pm 0,418$  mMol/L, posttest-1  $2,07 \pm 0,653$  mMol/L, posttest-2  $6,30 \pm 1,395$ , and posttest-3  $3,10 \pm 0,663$  mMol/L.

Result in test of normality in variable of body height, body weight, blood glucose and lactic acid level pretest, posttest-1, posttest-2, and posttest-3 to active warming up group and passive warming up group shows  $p > 0,05$ . It means that all variables of this research distribute normally.

Paired t-test result in variable of blood glucose level to active warming up group shows that  $p < 0,05$  means difference in measurement result average (pretest-posttest 1), (pretest- posttest 2), (pretest- posttest 3), (posttest 1- posttest 2), (posttest 1- posttest 3) is significant. Bound t- test result in variable of lactic acid level to active warming up group shows that  $p < 0,05$  means difference in measurement result average (pretest- posttest1), (pretest- posttest 2), (pretest-posttest 3), (posttest 1- posttest 2), (posttest 1- posttest 3) is significant.

Meanwhile, Paired t- test result in variable of blood glucose level to passive warming up group shows that  $p < 0,05$  means difference in measurement result average (pretest- posttest 1), (pretest- posttest 2), (pretest- posttest 3), (posttest 1- posttest 2), (posttest 1- posttest 3) is significant. Paired t test result in variable of lactic acid level to active warming up group shows that  $p < 0,05$  means difference in measurement result average (pretest- posttest 1), (pretest- posttest 2), (pretest-posttest 3), (posttest 1- posttest2), (posttest 1- posttest 3) is significant. Independent t- test result in variable of blood glucose level in delta-1 shows value  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ). In delta-1, there is a significant difference that means effect of active warming up group and passive warming up group. Independent t- test result in variable of lactic acid level in delta-1 shows value  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), delta-3 shows value  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), there is a significant difference between the active warming and passive warming.

Therefore, it can be concluded that: 1. There is no difference between K1 to K2 to changes in blood glucose, only an increase in blood glucose after passive warming up. 2. Increased blood lactate after warming up in group K1 is greater than K2.

**ABSTRACT****COMPARATIVE EFFECT OF ACTIVE WARMING UP AND PASSIVE WARMING UP THROUGH BLOOD GLUCOSE LEVEL AND LACTIC ACID TO SUB-MAXIMAL PHYSICAL ACTIVITY****AMINUDDIN**

Warming up is a beginning activity in exercise to prepare body physiologically and psychologically to do more heavy activity and reduce flawed risk before doing exercise or competition.

Research design is *"the randomized pretest- posttest control group design"*. This research uses human beings as subject. The subjects are students of Surabaya State University of sport faculty major of physical education. Samples of this research are eighteen students of 21- 23 years old. The students are divided into two groups. Nine students are in active warming up Group (K1) and nine students are in passive warming up Group (K2). Each group is given sub-maximal physical activity by paddling ergocycle by 80% HRmax. The measurement of blood glucose and lactic acid was done four times: Pre-test, immediately after warming up, 5 minutes and 30 minutes after sub-maximal physical activity

Research finding is analyzed by descriptive analysis, test of normality, paired t test, and independent t test in significance 0,05 by IBM SPSS 20. The results showed the blood glucose (mg/dL); K1: 99,66±2,73-96,66±2,64-92,55±2,18-89,88±3,44. K2: 96,88±3,01-99,22±2,22-93,55±3,24-91,11±5,55. The blood lactic acid (mmol/dL); K1: 2,78±0,41-7,41±1,41-8,82±1,50-3,40 ±0,49. K2: 1,33±0,41-2,07±0,65-6,30±1,39-3,10 ±0,66.

Therefore, it can be concluded that: There is no difference between K1 to K2 to changes in blood glucose, only an increase in blood glucose after passive warming up. Increased blood lactate after warming up in group K1 is greater than K2.

*Keyword : Active warming up, passive warming up, blood glucose, blood lactic acid and sub-maximal physical activity*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	ii
Halaman Sampul Dalam .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Halaman Panitia Penguji .....	v
Ucapan terima kasih .....	vi
Ringkasan .....	ix
Summary .....	xi
Abstrack .....	xiii
Daftar Isi .....	xiv
Daftar Tabel .....	xviii
Daftar Gambar .....	xix
Daftar Lampiran .....	xx
Daftar Singkatan .....	xxi

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.3.1 Tujuan umum .....	4
1.3.2 Tujuan khusus .....	4
1.4 Manfaat .....	5
1.4.1 Manfaat untuk subjek penelitian .....	5
1.4.2 Manfaat untuk masyarakat .....	5
1.4.3 Manfaat untuk ilmu pengetahuan .....	5

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Latihan .....	6
2.1.1 Pengertian latihan .....	6
2.1.2 Dosis latihan .....	7
2.1.3 Prinsip-prinsip latihan .....	8
2.2 Pemanasan .....	9
2.2.1 Manfaat pemanasan .....	12
2.2.1.1 Fisiologis pemanasan .....	12
2.2.1.2 Psikologis pemanasan .....	13
2.2.1.3 Pencegahan cedera .....	13
2.2.2 Macam-macam pemanasan .....	14
2.2.2.1 Pemanasan aktif .....	15
2.2.2.2 Pemanasan pasif .....	16
2.2.2.3 Pemanasan khusus .....	16
2.2.3 Peregangan .....	18
2.3 Sumber Energi dan Penyediaan Energi .....	19

2.3.1	Sumber energi .....	19
2.3.2	Sistem penyediaan energi otot .....	20
2.3.2.1	Sistem ATP-PC ( <i>Phosphagen system</i> ).....	21
2.3.2.2	Sistem asam laktat (glikolisis anaerobik) .....	22
2.3.2.3	Sistem aerobik (glikolisis aerobik) .....	24
2.4.	Sumber Energi pada Saat Istirahat dan Latihan Submaksimal ...	25
2.4.1	Sistem energi pada saat istirahat .....	25
2.4.2	Sistem energi pada saat latihan submaksimal .....	26
2.5	Glukosa .....	26
2.5.1	Metabolisme glukosa .....	26
2.5.2	Metabolisme secara anaerobik .....	28
2.5.3	Metabolisme secara aerobik.....	28
2.5.4	Transpor glukosa kedalam otot rangka .....	29
2.5.5	Stimulus insulin pada <i>uptake</i> glukosa di sel otot rangka .....	31
2.5.6	Glukosa <i>transporter</i> -4 (GLUT-4).....	31
2.5.7	Pengaruh Latihan terhadap <i>Uptake</i> Glukosa.....	32
2.6	Glukosa Darah .....	32
2.6.1	Latihan fisik dan glukosa darah .....	33
2.6.2	Peran hormon terhadap glukosa darah selama latihan fisik.....	33
2.7	Pengaruh Intensitas Latihan Fisik terhadap Glukosa Darah .....	34
2.7.1	Pengaruh latihan fisik intensitas rendah terhadap glukosa darah .....	34
2.7.2	Pengaruh latihan fisik intensitas sedang terhadap glukosa darah .....	34
2.7.3	Pengaruh latihan fisik intensitas tinggi terhadap Glukosa Darah.....	35
2.8.	Asam Laktat .....	35
2.8.1	Latihan dan asam laktat .....	37
2.8.2	Efek penumpukan asam laktat .....	37
2.8.3	Eliminasi asam laktat .....	38
2.8.4	Eliminasi asam laktat otot dan darah .....	39
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>		
3.1	Bagan Kerangka Konseptual.....	41
3.2	Penjelasan Kerangka Konseptual.....	42
3.3	Hipotesis Penelitian.....	43
<b>BAB 4 METODELOGI PENELITIAN</b>		
4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian .....	44
4.2	Populasi, Sampel, Besar Sampel, Teknik Pengelompokan.....	45
4.2.1	Populasi .....	45
4.2.2	Besar sampel .....	45

4.2.3	Tehnik pengelompokan.....	46
4.3	Variabel Penelitian.....	47
4.3.1	Variabel bebas.....	47
4.3.2	Variabel tergantung .....	47
4.3.3	Variabel kendali .....	47
4.4	Definisi Operasional .....	47
4.4.1	Pemanasan aktif .....	47
4.4.2	Pemanasan pasif.....	47
4.4.3	Pemeriksaan kadar glukosa darah .....	48
4.4.4	Pemeriksaan kadar asam laktat .....	48
4.4.5	Aktivitas fisik submaksimal.....	49
4.4.6	Berat badan .....	49
4.4.7	Tinggi badan .....	50
4.4.8	Umur .....	50
4.4.9	Jenis kelamin.....	50
4.4.10	Status kesehatan .....	50
4.5	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	50
4.5.1	Lokasi.....	50
4.5.2	Waktu.....	51
4.6	Instrumen Penelitian .....	51
4.6.2	Alat.....	51
4.6.2	Bahan .....	51
4.7	Prosedur Penelitian .....	52
4.7.1	Persiapan penelitian .....	52
4.7.2	Prosedur pelaksanaan .....	53
4.7.3	Pelaksanaan pengambilan data.....	54
4.7.3	Pengambilan sampel darah .....	55
4.8	Kerangka Operasional Penelitian.....	56
4.9	Teknik Analisis Data .....	57
 <b>BAB 5 HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN</b>		
5.1	Analisis Deskriptif .....	58
5.2	Uji Normalitas.....	61
5.3	Uji t-Berpasangan .....	62
5.4	Uji t-Bebas .....	64
 <b>BAB 6 PEMBAHASAN</b>		
6.1	Metodologi Penelitian .....	66
6.2	Pembahasan Hasil Penelitian .....	66
6.2.1	Efek pemanasan aktif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat .....	66
6.2.2	Efek pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat .....	71



6.3	Aplikasi Hasil Penelitian pada Olahraga .....	74
6.3.1	Pemanasan aktif .....	74
6.3.1	Pemanasan pasif.....	75
<b>BAB 7 PENUTUP</b>		
7.1	Kesimpulan .....	76
7.2	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>77</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>82</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	: Skala Intensitas Untuk Olahraga .....	7
Tabel 2.2	: Cadangan Energi ( Kalori) Dalam Tubuh Manusia.....	23
Tabel 5.1	: Nilai Rerata Dan SD Kadar Glukosa Darah .....	58
Tabel 5.2	: Nilai Rerata Dan SD Kadar Asam laktat .....	60
Tabel 5.3	: Uji Normalitas Data Variabel Penelitian .....	61
Tabel 5.3	: Uji t Brpasangan Kadar Glukosa Darah Pemanasan Aktif...	62
Tabel 5.4	: Uji t Berpasangan Kadar Asam Laktat Pemanasan Aktif.....	62
Tabel 5.5	: Uji t Berpasangan Kadar Glukosa Darah Pemanasan Pasif	63
Tabel 5.6	: Uji t berpasangan Kadar asam laktat pemanasan pasif.....	64
Tabel 5.7	: Uji t Bebas Kadar Glukosa Darah .....	64
Tabel 5.7	: Uji t Bebas Kadar Asam Laktat .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Sumber ATP .....	20
Gambar 2.2	: Reaksi pembentukan ATP dari fosfokreatin (PC). C =Creatin, Pi = fosfat energi tinggi.....	22
Gambar 2.3	: Glikolisis anaerobik.....	23
Gambar 2.4	: Glikolisis aerobik .....	25
Gambar 2.5	: Rangkaian Siklus Cori .....	27
Gambar 2.6	: Mekanisme masuknya glukosa ke dalam serabut otot rangka.....	32
Gambar 2.7	: Waktu paruh eliminasi asam laktat antara pemulihan yang dilakukan dengan aktivitas ringan dengan tanpa aktivitas (istirahat pasif) .....	39
Gambar 2.8	: Kecepatan pelunasan hutang laktat melalui oksidasi selama masa pemulihan setelah latihan fisik yang melelahkan .....	40
Gambar 3.1	: Kerangka konseptual .....	41
Gambar 4.1	: Rancangan penelitian .....	44
Gambar 4.2	: Kerangka operasional penelitian .....	56
Gambar 5.1	: Rerata perubahan kadar glukosa darah.....	59
Gambar 5.2	: Rerata perubahan kadar asam laktat.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	: Rumus perhitungan sampel .....	83
Lampiran 2	: <i>Information for consent</i> .....	84
Lampiran 3	: Surat permohonan pengisian <i>information for consent</i> .....	85
Lampiran 4	: Surat pernyataan subjek penelitian.....	86
Lampiran 5	: Panduan penggunaan accutrend lactate .....	87
Lampiran 6	: Rincian biaya penelitian .....	88
Lampiran 7	: Surat ijin penelitian dari unesa .....	89
Lampiran 8	: Surat permohonan penelitian dari ikesor.....	90
Lampiran 9	: Sertifikat etik .....	91
Lampiran 10	: Jadwal penelitian .....	92
Lampiran 11	: Data-data hasil penelitian .....	93
Lampiran 12	: Hasil analisis statistik deskriptif pemanasan aktif.....	94
Lampiran 13	: Hasil analisis statistik deskriptif pemanasan pasif .....	95
Lampiran 14	: Hasil uji normalitas kadar glukosa darah pemanasan aktif ..	96
Lampiran 15	: Hasil uji normalitas kadar asam laktat pemanasan aktif.....	97
Lampiran 16	: Hasil uji normalitas kadar glukosa darah pemanasan pasif..	98
Lampiran 17	: Hasil uji normalitas kadar asam laktat pemanasan pasif .....	99
Lampiran 18	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar glukosa darah .....	100
Lampiran 19	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar glukosa darah .....	101
Lampiran 20	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar glukosa darah .....	102
Lampiran 21	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar glukosa darah.....	103
Lampiran 22	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar glukosa darah.....	104
Lampiran 23	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar glukosa darah.....	105
Lampiran 24	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar asam laktat.....	106
Lampiran 25	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar asam laktat.....	107
Lampiran 26	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar asam laktat.....	108
Lampiran 27	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar asam laktat .....	109
Lampiran 28	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar asam laktat .....	110
Lampiran 29	: Hasil uji t-test pemanasan pasif kadar asam laktat .....	111
Lampiran 30	: Hasil uji t-bebas pemanasan aktif kadar glukosa darah.....	112
Lampiran 31	: Hasil uji t-test pemanasan aktif kadar asam laktat.....	113
Lampiran 32	: dokumentasi penelitian .....	114
Lampiran 33	: dokumentasi penelitian .....	115
Lampiran 34	: dokumentasi penelitian .....	116

## DAFTAR SINGKATAN

ADP	:	<i>Adhenosin Diphosphate</i>
AMPK	:	<i>AMP Activated Protein Kinase</i>
ATP	:	<i>Adenosin Triphosphate</i>
cAMP	:	<i>Cyclic Adenosine Mono Phosphate</i>
CO <sub>2</sub>	:	<i>Carbon Dioxide</i>
GLUT-4	:	<i>Glucose Transporter-4</i>
H <sub>2</sub> O	:	<i>Air</i>
HRmax	:	<i>Heart Rate Maksimal</i>
Kg	:	<i>Kilogram</i>
LDH	:	<i>Laktat Dehydrogenase</i>
Mg	:	<i>Miligram</i>
MI	:	<i>Milliliter</i>
Mm	:	<i>Milimeter</i>
Mmol	:	<i>Milimol</i>
NADH	:	<i>Nikotinamida Adenine Dinukleotida Hydrogen</i>
PC/ CP	:	<i>Phospho Creatine</i>
PDH	:	<i>Piruvat dehydrogenase</i>
pH	:	<i>Power of Hydrogen (Derajat keasaman)</i>
Pi	:	<i>Phosphate Inorganic</i>
PI3K	:	<i>Phosphatidylinositol 3-Kinase</i>
PNF	:	<i>Proprioceptive Neuromuscular fasillitation</i>
ROM	:	<i>Range of Motion</i>
TCA	:	<i>Tri carboxylic acid</i>
VO <sub>2</sub> Max	:	<i>Volume Oxygen Maximal</i>

**BAB I**  
**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fenomena yang sering terjadi di masyarakat banyak pelatih dan atlet tidak melakukan pemanasan sebelum bertanding. Pemanasan adalah kegiatan permulaan yaitu beberapa gerakan persiapan tubuh untuk melakukan kegiatan yang lebih berat dengan cara melakukan beberapa aktivitas sederhana sebelum melakukan inti kegiatan yang lebih berat (Alter, 2003). Beberapa pendapat yang menganggap bahwa pemanasan tidak perlu dilakukan bahkan mengabaikan pemanasan khususnya olahraga yang mengarah ke prestasi, hal ini sangat memprihatinkan dan dapat menjadi kebiasaan yang salah. Pemanasan baik aktif maupun pasif diperlukan karena banyak manfaat dan kegunaannya. Namun mana yang lebih baik masih menjadi kontroversial.

Aktivitas fisik harus diawali dengan melakukan pemanasan. Pemanasan sangat berguna untuk mempersiapkan tubuh secara fisiologis dan psikologis menghadapi aktivitas yang lebih berat dan mengurangi resiko terjadinya cedera (Fox *et al.*, 1993). Pemanasan terdiri dari 2 macam yaitu, pemanasan aktif adalah gerakan yang bervariasi berkaitan dengan gerakan yang dipakai dalam olahraga itu sendiri seperti naik turun bangku dan pemanasan pasif adalah pemanasan yang dilakukan dengan melibatkan berbagai macam peralatan dan bantuan seperti melakukan sauna (Alter, 2003).

Pemanasan yang dilakukan secara aktif dan sesuai dengan aktivitas yang akan dilakukan merupakan bentuk pemanasan yang paling baik dibandingkan dengan

pemanasan pasif, dengan melakukan pemanasan cara ini suhu otot meningkat, demikian juga kekuatan otot akan bertambah besar disamping itu koordinasi melakukan gerakan bertambah baik (Danny & Josep , *et al.*, 2006). Sedangkan keuntungan yang didapatkan dari pemanasan pasif adalah penggunaan cadangan energi lebih kecil, karena jumlah kegiatannya tidak begitu besar (Alter, 2003). Pemanasan yang benar, akan membuat performa diri lebih baik terutama dalam kecepatan, koordinasi, kelenturan, kelincahan, dan kekuatan (Dinata, 2003).

Berdasarkan sistem energi predominan yang berperan menyediakan energi 70% berasal dari sistem glikolisis aerobik dan 30% dari sistem anaerobik (Bompa, 1994). Aktivitas fisik submaksimal adalah salah satu aktivitas fisik yang berlangsung selama 10-12 menit secara anaerobik dan aerobik sehingga menghasilkan limbah metabolik seperti asam laktat, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O selain itu juga dapat menurunkan kadar glukosa darah (Sakamoto, 1999). Dalam menentukan sistem energi yang dominan, harus melibatkan durasi (lama) dan intensitas saat melakukan aktivitas fisik. Aktivitas fisik submaksimal yang berlangsung lebih dari 20 menit sumber energinya berasal dari karbohidrat (Fox *et al.*, 1993).

Performa atlet aktivitas fisik submaksimal salah satunya ditentukan oleh energi yang tersedia selama aktivitas tersebut. Sumber energi berasal dari glukosa melalui proses metabolisme secara anaerobik yang berlangsung di dalam sitoplasma sedangkan asam lemak melalui proses metabolisme aerobik yang berlangsung didalam mitokondria (Irawan, 2007). Glukosa dalam tubuh dipecah untuk menyediakan energi pada sel atau jaringan dan dapat disimpan sebagai simpanan energi dalam sel sebagai glikogen (Pocock, 2004).



Asam laktat merupakan dampak fisiologis yang terjadi akibat tubuh melakukan aktivitas yang berat sehingga pasokan energi berkurang ke bagian tubuh yang sedang aktif akibatnya tubuh tidak bisa melakukan tugasnya secara optimal. Pada saat terjadi kelelahan maka jumlah asam laktat akan meningkat dalam darah, oleh karena itu diperlukan aktivitas yang dapat mempercepat pemindahan asam laktat sehingga pemulihan cepat terjadi (Fox, 1993).

Peningkatan suhu tubuh dan otot pada saat pemanasan akan memperbaiki penampilan dan mempercepat terjadinya pemulihan, hal ini disebabkan kecepatan dan kekuatan kontraksi otot bertambah besar, aliran darah ke otot bertambah besar, kekentalan darah menurun, metabolisme tubuh meningkat (Fox, 1993; Singer, 1972)

Menurut Ozolin (1991) tujuan utama pemanasan untuk mencapai keadaan adaptasi tubuh dalam suasana aktivitas fisik. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Darwis (2008) yang membandingkan efek pemanasan 30%, 50% dan 70%, cadangan denyut jantung maksimal terhadap waktu tempuh lari 400 meter menyatakan pemanasan 30%, 50% dan 70% cadangan denyut jantung maksimal memberikan pengaruh terhadap penurunan waktu tempuh lari 400 meter. Pemanasan 50% cadangan denyut jantung maksimal memberikan pengaruh terbesar terhadap penurunan waktu tempuh lari 400 meter. Hal ini menunjukkan bahwa pemanasan dapat meningkatkan performa dengan cepat.

Mengingat pentingnya pemanasan terhadap peningkatan performa pada aktivitas fisik submaksimal dan penyediaan metabolisme energi, sedang dipihak lain ada anggapan bahwa pemanasan sebelum melakukan latihan tidak diperlukan maka perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan efek pemanasan aktif dan

pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.

## **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah pemanasan aktif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal ?
2. Apakah pemanasan pasif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal ?
3. Apakah penurunan kadar glukosa darah lebih besar dan peningkatan kadar asam laktat lebih besar pada pemanasan aktif dibanding pemanasan pasif setelah aktivitas fisik submaksimal ?

## **1.3 Tujuan penelitian**

### **1.3.1 Tujuan umum**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efek pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.

### **1.3.2 Tujuan khusus**

1. Membuktikan pemanasan aktif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.
2. Membuktikan pemanasan pasif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.

3. Membuktikan penurunan kadar glukosa darah lebih besar dan peningkatan kadar asam laktat lebih besar pada pemanasan aktif dibanding pemanasan pasif setelah aktivitas fisik submaksimal.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1 Manfaat untuk subjek penelitian**

1. Mengetahui pemanasan aktif dan pemanasan pasif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat setelah aktivitas fisik submaksimal upaya peningkatan performa atlet atau subjek sebelum latihan atau kompetisi, dan upaya pencegahan terjadinya cedera serta efektifitas metabolisme tubuh.
2. Memberikan informasi kepada subjek tentang status kesehatan, penyakit yang dialami dan risiko lain yang berkaitan dengan kesehatan.

##### **1.4.2 Manfaat untuk masyarakat**

Penelitian ini diharapkan berguna bagi masyarakat secara umum untuk melakukan pemanasan baik aktif maupun pasif sebelum melakukan aktivitas berat dalam rangka menyiapkan tubuh menghadapi aktivitas sesungguhnya dan sebagai upaya pencegahan terjadinya cedera.

##### **1.4.3 Manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan**

1. Memberikan sumbangan informasi ilmiah bagi peneliti selanjutnya mengenai efek pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.
2. Penelitian ini diharapkan berguna bagi praktisi olahraga yang ingin mengetahui efek yang tepat antara pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal

## **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Latihan

##### 2.1.1 Pengertian latihan

Latihan adalah proses peningkatan kebugaran tubuh dengan cara *exercise* dan diet (Bateman, 2006). Setiap rangkaian gerakan pada latihan didesain untuk meningkatkan kemampuan dengan melibatkan pembangkitan tenaga dan aktivitas otot serta melakukan adaptasi terhadap stimulasi yang berulang (Fox, 1993 ; Kent, 1994 ; Skinner, 2005). Latihan adalah suatu proses yang terprogram secara sistematis dalam mempersiapkan atlet pada tingkat penampilan tertinggi yang dilakukan berulang- ulang dengan beban latihan yang semakin meningkat (Bompa, 1994).

Menurut Soekarman (2003) latihan fisik dapat diartikan sebagai suatu kegiatan fisik menurut cara dan aturan tertentu yang mempunyai sasaran meningkatkan efisiensi sistem faal tubuh dan sebagai hasil akhir adalah peningkatan kesegaran jasmani. Komponen (dosis) latihan fisik terdiri dari intensitas, frekuensi dan ritme (misalnya interval dan kontinyu), durasi dan modus atau jenis latihan (Wilmore, 1994).

Ada dua istilah latihan yaitu *acute exercise* (latihan yang bersifat akut) dan *chronic exercise* (latihan yang bersifat kronik). *Acute exercise* adalah latihan yang dilakukan hanya sekali saja atau disebut juga dengan *exercise*, sedangkan *chronic exercise* adalah latihan yang dilakukan berulang-ulang sampai beberapa hari atau sampai beberapa bulan atau biasa disebut *training* (Mc Ardle, 2010).

### 2.1.2 Dosis latihan

Dosis latihan merupakan takaran dari pemberian beban latihan terhadap tubuh. Faktor yang mempengaruhi latihan antara lain : a) Intensitas, b) Frekuensi latihan dan c) Durasi latihan (Fox *et al*,1993) :

#### 1) Intensitas Latihan

Intensitas latihan merupakan faktor penting dalam program latihan. Intensitas menunjukkan sebuah kualitas elemen latihan. Intensitas dapat diartikan sebagai tingkatan kualitas dengan pemberian beban berdasarkan berat badan antara lain: ringan, sedang dan berat. Penentuan intensitas latihan juga berdasarkan dari tujuan yang ingin dicapai. (Bompa, 1994).

Tabel 2.1 Skala intensitas untuk olahraga

No	Persentase dari performa maksimum	Intensitas
1.	30-50%	Rendah
2.	50-70%	Intermediet
3.	70-80%	Medium
4.	80-90%	Submaksimal
5.	90-100%	Maksimal

Sumber : (Bompa, 1994)

#### 2) Frekuensi latihan

Frekuensi latihan dapat dilakukan 1 kali, 2 kali, 3 kali, 4 kali dan 5 kali perminggu tergantung tujuan yang ingin dicapai (Fox *et al*, 1993). Penentuan frekuensi latihan tergantung dari status kesehatan dan kesegaran jasmani atlet yang akan dilatih. Agar diperoleh peningkatan kualitas komponen kondisi fisik, maka frekuensi latihan sebaiknya dilakukan 3-5 kali perminggu (Bompa,1994; Fox,1993).

### 3) Durasi latihan

Lama latihan dapat diartikan sebagai rentang waktu yang dapat berupa berapa menit atau berapa jam latihan dilakukan dalam setiap kali seminggu atau berapa bulan suatu program latihan berlangsung (Bompa, 1994).

#### 2.1.3 Prinsip-prinsip dasar latihan

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

##### 1) Prinsip beban berlebih (*The overload principle*)

Untuk mendapatkan efek latihan yang baik organ tubuh harus diberi beban latihan yang melebihi beban yang biasa diterima dalam aktivitas sehari-hari. Beban latihan yang diberikan pada setiap atlet tidak sama (individual), dan bebannya mendekati beban maksimal. Dengan beban yang akan memaksa otot untuk berkontraksi semaksimal mungkin, sehingga dapat merangsang adaptasi fisiologis yang dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan (Rushall, 1990; Fox, 1993).

##### 2) Prinsip beban bertambah (*the principle of progressive resistance*).

Prinsip beban bertambah dapat dilakukan dengan cara meningkatkan beban latihan secara bertahap dalam suatu program latihan. Cara ini dapat dilakukan dengan jalan mengatur peningkatan intensitas, frekuensi dan lama latihan. Beban latihan ditingkatkan jika kemampuan tubuh semakin meningkat. Prinsip ini didasarkan pada kerja fisiologis tubuh, bahwa tubuh akan selalu beradaptasi terhadap keadaan atau stres yang diberikan asalkan beban yang diberikan tidak melampaui batas-batas toleransi tubuh (Rushall, 1990 ; Fox, 1993).

### 3) Prinsip kekhususan (*the principles of specificity*)

Prinsip kekhususan harus diterapkan dalam suatu program latihan sehingga dapat memberikan hasil yang optimal. Prinsip kekhususan meliputi beberapa aspek, antara lain:

1. Kekhususan terhadap kelompok otot yang dilatih.
2. Kekhususan pola gerakan yang dibutuhkan dalam suatu cabang olahraga.
3. Kekhususan terhadap sudut sendi yang terlibat dalam suatu gerakan.
4. Kekhususan system energi utama yang digunakan (*predominant energy*).
5. Kekhususan terhadap terhadap jenis aksi ototnya. (Rushall, 1990 ; Fox, 1993).

### 4) Prinsip individual (*the principles of individuality*)

Prinsip ini didasarkan bahwa setiap orang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, baik secara fisik maupun secara psikologis. oleh karena itu latihan yang diberikan harus disesuaikan dengan tingkat kesegaran seseorang dan tujuan yang hendak dicapai. (Rushall, 1990 ; Fox, 1993).

### 5) Prinsip Pulih asal (*recovery*)

Prinsip pulih asal bertujuan untuk memulihkan kondisi tubuh pada keadaan sebelum aktivitas, baik pemulihan terhadap cadangan energi, maupun pembuangan asam laktat dari darah dan otot, serta pemulihan cadangan oksigen (Soekarman, 1991).

## 2.2 Pemanasan

Pemanasan (*warming-up*) merupakan salah satu bagian dasar dari program latihan permulaan (*conditioning program*). Pemanasan ini terdiri dari sekelompok latihan (gerakan) yang dilakukan pada saat hendak melakukan aktivitas olahraga. Pemanasan diharapkan dapat memperbaiki penampilan atlet serta mengurangi



kemungkinan terjadinya cedera pada saat latihan dengan cara memobilisasi (mengerahkan) baik kondisi mental maupun fisik atlet (Quinn, 2013). Latihan pemanasan yang dilakukan sebelum aktivitas yang sesungguhnya, merupakan suatu cara untuk menyiapkan tubuh dalam menghadapi aktivitas yang lebih berat dan sebagai pencegah terjadinya cedera (Alter, 2003). Dengan latihan tersebut maka akan dapat merangsang jantung, paru dan aliran darah serta secara progresif dapat meningkatkan temperatur tubuh dan otot (Strauss, 1979).

Dengan adanya peningkatan temperatur akibat melakukan pemanasan menyebabkan aktivitas dan reaksi metabolisme meningkatkan penggunaan oksigen yang menyebabkan sirkulasi darah bertambah cepat, kecepatan dan kekuatan kontraksi serta penghantaran impuls lebih cepat, dan denyut nadi meningkat sesuai dengan peningkatan temperatur tubuh. Pemanasan akan membantu melebarkan pembuluh darah otot dan secara bertahap dapat meregangkan tendon serta ligamen, sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya cedera (Fox *et al.*, 1988).

Idealnya pemanasan biasanya tergantung pada olahraga, tingkat persaingan dan umur peserta. Sebuah pemanasan harus menggabungkan kelompok otot dan kegiatan yang diperlukan selama pelatihan atau kompetisi. Intensitas dari pemanasan harus dimulai pada tingkat rendah secara bertahap membangun ke tingkat intensitas yang diperlukan selama pelatihan atau kompetisi. Bagi sebagian atlet 5-15 menit sudah mencukupi, namun dalam cuaca dingin durasi pemanasan harus ditingkatkan (Jhon, 2004). Penggunaan Oksigen (peak  $VO_2$ ) dan detak jantung selama latihan maksimum adalah secara langsung berhubungan dengan suhu otot (Fox *et al.*, 1993).

Pemanasan diperlukan oleh tubuh karena sistem yang ada, bahwa tubuh selama istirahat memiliki kecenderungan tertentu dan salah satu yang tidak dapat diharapkan adalah kenaikan efisiensi fungsi tubuh dengan segera (Burket *et al.*, 2005). Kenaikan temperatur tubuh yang disebabkan karena pemanasan paling efektif adalah 2-4 °C atau sekitar 38-40 °C. Kenaikan temperatur tubuh yang berasal dari panas yang dihasilkan oleh tubuh sebagai hasil dari metabolisme, setiap kenaikan 1 °C dapat meningkatkan metabolisme sebesar 13%. Sumber utama panas adalah jaringan yang paling aktif yaitu : hati, kelenjar sekresi dan otot. Suhu masing-masing jaringan dapat berbeda tergantung pada derajat aktivitas metabolismenya, kecepatan aliran darah dan perbedaan suhu dengan jaringan disekitarnya (Karpovich, 1956).

Menurut Lamb (1978) menyatakan bahwa selain ditandai dengan meningkatnya suhu tubuh, pemanasan yang benar ditandai pula dengan meningkatnya ventilasi. Kenaikan ventilasi paru ini akibat kenaikan frekuensi pernapasan yang dalam keadaan istirahat berkisar antara 12-20 kali per menit, sedangkan dalam keadaan olahraga mencapai 50-60 kali per menitnya. Ventilasi pada orang dewasa dalam keadaan istirahat 5-8 liter per menit, sedangkan dalam keadaan olahraga yang berat ventilasi dapat meningkat sampai 130 liter per menit untuk wanita dan untuk laki-laki dapat mencapai 180 liter per menit . Pemanasan sebelum latihan atau berolahraga menyebabkan sistem syaraf pusat (SSP) akan terangsang sehingga koordinasi gerak dan reaksi gerak akan menjadi lebih baik (Burket *et al.*, 2005).

## **2.2.1 Manfaat Pemanasan**

### **2.2.1.1 Fisiologis pemanasan**

Secara fisiologis melakukan pemanasan akan meningkatkan suhu tubuh dan otot. Peningkatan suhu tubuh dan otot akan meningkatkan : aktivitas enzim, peredaran darah dan penyediaan oksigen, dan waktu kontraksi secara reflex (Fox *et al.*, 1993). Sedangkan Bompa (1999) mengatakan sebagai akibat dari pemanasan yang dilakukan, suhu tubuh meningkat yang merupakan salah satu faktor untuk memudahkan dalam unjuk kerja. Selanjutnya pemanasan akan merangsang aktivitas sistem syaraf pusat yang mengkoordinir sistem organisme, mempercepat waktu reaksi motorik dan memperhatikan koordinasi. Mekanisme fisiologis yang terlibat dalam proses pemanasan semuanya tergantung pada temperatur. Selanjutnya ditingkatkan temperatur adalah :

1. Meningkatkan laju metabolik dengan cara menurunkan tingkat kritis untuk terjadinya reaksi kimia yang penting.
2. Lebih mempercepat dan menyempurnakan disosiasi oksigen dari hemoglobin.
3. Memperbesar pelepasan oksigen dari mioglobin
4. Mempercepat dan menguatkan kontraksi otot .
5. Memperbesar kepekaan reseptor syaraf dan kecepatan transmisi dari impuls syaraf (fungsi system syaraf meningkat).
6. Merangsang pelebaran pembuluh darah sehingga meningkatkan aliran darah pada tempat tertentu.

### 2.2.1.2 Psikologis pemanasan

Menurut Komaruddin (2013) meskipun aspek ini belum banyak diteliti namun banyak terlihat bahwa,

1. Atlet yang melakukan pemanasan cenderung lebih siap mental untuk menghadapi suatu event tersebut.
2. Pemanasan bisa menjadi ajang/area yang pas untuk melepas kecemasan atlet.
3. Atlet tertentu memanfaatkan periode pemanasan untuk berkonsentrasi. Hal ini penting untuk menyulut dan meningkatkan agresivitas.

### 2.2.1.3 Pencegahan cedera

Peningkatan temperatur jaringan yang dihasilkan selama pemanasan akan mengurangi kejadian dan kemungkinan cedera pada otot. Sebagai contoh : elastisitas otot tergantung dari baik buruknya aliran darah. Otot yang tidak panas, volume darahnya rendah sehingga lebih rentan terhadap cedera atau kerusakan dibanding dengan otot yang volume darahnya tinggi. Luas gerak sekitar sendi juga meningkat pada temperatur yang lebih tinggi karena meningkatnya ekstensibilitas dari tendon, ligamen dan jaringan ikat yang lain (Stewart 1998 ; Sleivert, 1998). Kerusakan jaringan ikat bisa terjadi apabila dilakukan peregangan yang berlebihan pada saat temperatur jaringan relatif rendah. Sehingga bagi mereka yang melakukan olahraga harus tetap melakukan pemanasan lebih dahulu, agar terhindar dari kemungkinan cedera (Quinn, 2013).

Menurut Shellok dan Prentice (1985) bahwa pemanasan dapat mengurangi kemungkinan timbulnya resiko-resiko cedera otot akibat olahraga. Meningkatkan fleksibilitas melalui *stretching* sebagai aktivitas persiapan awal disamping akan

meningkatkan performa fisik. Dan pada akhirnya fleksibilitas yang baik maka akan mengurangi resiko cedera saat melakukan olahraga.

Sedangkan Alter (2003) beberapa manfaat melakukan pemanasan yang baik yaitu : meningkatkan suhu tubuh beserta jaringan-jaringannya, meningkatkan aliran darah melalui otot-otot yang aktif, meningkatkan detak jantung sehingga dapat mempersiapkan bekerjanya sistem kardiovaskular, menaikkan tingkat energi yang dikeluarkan oleh metabolisme tubuh, meningkatkan pertukaran hemoglobin oksigen dalam hemoglobin, meningkatkan kecepatan perjalanan sinyal syaraf yang memerintahkan gerakan tubuh, meningkatkan efisiensi yang memudahkan otot-otot kontraksi dan relaksasi secara efisien dan cepat, meningkatkan kapasitas kerja fisik.

Pemanasan yang dilakukan dengan sungguh-sungguh, bahaya cedera otot akan sangat dapat dihindari, kecepatan meningkat dan akan meningkatkan prestasi (Morhouse, 1963). Pemanasan dilakukan secara maksimal, maka kecepatan dan kekuatan kontraksi otot akan bertambah besar, aliran darah yang ke otot bertambah besar, kekentalan darah menurun, dan kemungkinan terjadinya cedera dapat dikurangi (Singer, 1972).

### **2.2.2 Macam-Macam Pemanasan**

Saat ini bentuk-bentuk pemanasan sangatlah banyak, hal ini dikarenakan pemanasan harus disesuaikan dengan olahraga atau aktivitas fisik yang dilakukan. Namun menurut Alter (2003) dari berbagai bentuk-bentuk latihan pemanasan rutin dapat dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu :

### 2.2.2.1 Pemanasan aktif

Pemanasan aktif (*active warm-up*) biasa juga disebut pemanasan umum (*general warm-up*) merupakan tehnik pemanasan yang sering digunakan dalam latihan pemanasan. Tehnik ini menggunakan beberapa gerakan yang bervariasi dan secara tidak langsung berkaitan dengan gerakan yang dipakai dalam olahraga itu sendiri. Proses pemanasan secara aktif dilakukan dengan intensitas latihan harus ditingkatkan secara bertahap, yaitu untuk meningkatkan kapasitas kerja organ-organ tubuh melalui fungsional sistim syaraf otonom, yang selanjutnya proses metabolisme berlangsung secara menyeluruh akan terjadi dengan lebih cepat. Akibatnya aliran darah akan meningkat, suhu tubuh naik dan ini akan merangsang pusat pernapasan, sehingga dapat mengakibatkan peningkatan suplai O<sub>2</sub> pada organ tubuh.

Peningkatan suplai Oksigen dan aliran darah akan melebarkan potensi kerja organ tubuh, yang dapat membantu olahragawan melakukan unjuk kerja secara lebih efektif. Seiring dengan meningkatnya temperatur tubuh dari gerakan yang dilakukan juga diikuti meningkatnya suhu kelompok-kelompok otot secara efektif. Alat yang umumnya dipakai dalam pemanasan aktif adalah kegiatan otot itu sendiri, dimana atlet melakukan beberapa bentuk latihan dan dengan berpakaian olahraga, kering dan hangat.

Pemanasan yang efektif di mulai dari intensitas rendah ke menengah serta dalam waktu yang relatif lama (Quinn, 2013). Sedangkan untuk menentukan waktu yang optimal seseorang harus mengukur suhu tubuhnya sendiri, dalam latihan biasanya dilihat dari keringat yang timbul. Dengan keringat dapat dikatakan suhu tubuh telah naik dari organ dalam, untuk itu pemanasan sudah dapat diakhiri atau selesai.

Aktifitasnya biasa berbeda dengan olahraga yang akan dilakukan, jogging, lompat tali, naik turun bangku atau bersepeda stasioner merupakan contoh untuk pemanasan aktif.

#### **2.2.2.2 Pemanasan pasif**

Pemanasan pasif (*passive warm-up*) merupakan pemanasan yang dilakukan menggunakan peralatan khusus seperti penggunaan bantal pemanas (*heating pads*), mandi sauna (*hot showers*), mandi air panas juga merupakan jenis pemanasan pasif. Pemanasan disini melibatkan berbagai peralatan dengan beberapa cara dari luar (eksternal) untuk menaikkan temperatur tubuh, termasuk didalamnya diatermi untuk memanaskan jaringan dalam, pemanasan yang ditempelkan, mandi uap, sauna dan pancuran panas atau mandi air panas.

Meskipun tidak banyak atlet yang mempraktekannya, namun penampilan atau kinerja fisik akan meningkat di bandingkan dengan tanpa pemanasan sama sekali jika suhu tubuh cukup meningkat dengan metode ini. Keuntungan yang diperoleh dari pemanasan pasif adalah bahwa ada kemungkinan berkurangnya kerusakan akibat menipisnya cadangan energi, karena jumlah kegiatannya yang tidak seberapa (Taylor, 2002).

#### **2.2.2.3 Pemanasan khusus (*specific warm-up*)**

Pemanasan khusus (*specific warm-up*), pemanasan ini meliputi gerakan-gerakan yang menirukan gerakan-gerakan yang digunakan dalam aktivitas olahraga yang sesungguhnya, dengan intensitas yang lebih berkurang (menurun).

Intinya pemanasan tersebut dilakukan cukup intensif untuk meningkatkan temperatur badan sehingga menyebabkan berkeringat akan tetapi jangan melakukan pemanasan terlalu berlebihan sehingga menyebabkan keletihan (Alter, 2003).

Menurut Franks (1972), banyak macam pemanasan yang digunakan antara lain : *passive warm-up massage* dan penggunaan panas secara umum, misalnya *infrared lamp, ultra sound, diathermy, steam bath, sauna bath, hot sower, dan hot showers*.

Pemanasan aktif adalah menggerakkan semua atau bagian dari gerakan pendahuluan untuk gerakan yang sama. Gerakan yang dilakukan secara aktif dan sesuai dengan aktivitas yang akan dilakukan merupakan bentuk pemanasan yang paling baik dibandingkan dengan pemanasan pasif, karena dengan melakukan pemanasan cara ini suhu otot akan meningkat, demikian juga kekuatan otot akan bertambah besar disamping itu koordinasi dalam melakukan gerakan bertambah baik (Danny *et al.*, 2006).

Dengan melakukan pemanasan cara ini, kemampuan seseorang dapat meningkat 5-50% bila dibandingkan dengan tanpa pemanasan. Astrand dan Rodahl (2003) mengungkapkan lamanya pemanasan sekitar 15-30 menit. Untuk mengetahui pemanasan yang dilakukan cukup berpedoman pada denyut nadi (120 denyut/menit).

Namun demikian, waktu untuk pemanasan akan dipengaruhi oleh persiapan fisik atlet, daya tahan umum, daya tahan khusus dan suhu lingkungan. Bagi atlet olahraga jangka waktu lama seperti lari jarak jauh, 10 menit berlari-lari untuk pemanasan tidak dibutuhkan sama sekali. Sedangkan untuk atlet sprint atau atlet pada cabang olahraga intensitas tinggi, kegiatan diatas seperti lari-lari harus cukup memenuhi kebutuhannya. Suhu lingkungan akan berpengaruh terhadap waktu yang digunakan, intensitas dan waktu yang diperlukan sampai dia dapat berkeringat. Keringat mungkin akan keluar setelah beberapa menit dari keadaan aktifitas yang tidak terputus putus. Jika suhu lingkungan luar berada pada 8° C. atau bahkan suhunya



10° C, waktu 9 menit sudah cukup untuk berkeringat, suhu lingkungan luar 14° C, waktu 6-6,5 menit melakukan latihan pemanasan keringat sudah akan keluar. Sedangkan apabila suhu luar 16° C, keringat akan keluar dalam waktu 1 menit. Pemanasan yang dilakukan secara intensif dan tidak terputus-putus, keringat akan keluar setelah 2-3 menit, namun demikian hal ini belum dapat memberikan jaminan, bahwa potensi fungsional seseorang telah mencapai taraf yang mencukupi (Bompa, 1999).

### 2.2.3 Peregangan

Setiap orang dapat melakukan peregangan tanpa memperhatikan umur maupun jenis kelamin, peregangan dapat dilakukan kapan saja ketika tubuh merasa kaku setelah duduk, berdiri atau bekerja dalam waktu yang lama. Peregangan berhubungan dengan kelenturan (*flexibility*) yaitu kemampuan untuk menggerakkan otot beserta persendian pada seluruh daerah pergerakan (Alter, 2003).

Peregangan adalah bentuk latihan yang diberikan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas fisik dan dapat dilakukan dimana saja yang anda sukai, dengan tujuan mengurangi kemungkinan timbulnya cedera, mendeteksi adanya otot atau sendi yang nyeri dan meningkatkan keeluasaan gerak. Peregangan yang baik dan dilakukan dengan benar dapat memberikan pengaruh terhadap tubuh, mengurangi ketegangan otot dan membuat tubuh merasa lebih rileks, membantu koordinasi untuk memberikan gerakan yang lebih bebas dan lebih mudah, meningkatkan keeluasaan gerak, mencegah terjadinya cedera dan kekuatan otot, menjaga flexibilitas persendian dan membantu program pemanasan sebelum masuk aktivitas fisik yang sesungguhnya. Peregangan yang dilakukan dalam waktu antara 5-10

menit akan meningkatkan kekuatan, ketahanan, flexibilitas dan mobilitas *range of motion (ROM)* (Arnold & Kokonen, 2007).

Secara umum ada 3 jenis tehnik peregangan menurut Arnold dan Kokonen (2007) yang dapat dilakukan yaitu :

1. Peregangan statis, merupakan tehnik peregangan yang paling banyak dipergunakan, meliputi peregangan secara pasif pada otot *antagonis* tertentu dengan meregang pada posisi maksimal dan menahannya untuk beberapa saat. Waktu optimal yang diperbolehkan dalam menahan posisi regang ini bervariasi berkisar antara 3 detik terpendek sampai 60 detik terpanjang. 30 detik dianggap baik oleh beberapa orang. Peregangan statik pada tiap otot diulangi 3-4 kali.
2. Peregangan balistik meliputi kontraksi berulang dari otot *agonis* (searah) untuk menghasilkan peregangan yang cepat dari otot *antagonis* (berlawanan).
3. Peregangan tehnik *proprioceptive Neuromuscular fasillitation* (PNF) banyak digunakan oleh para "*Physical therapist*" dalam memeriksa dan mempertimbangkan respon fisiologis dari sistem saraf, otot, persendian dan tendon (Taylor and Paul, 2002).

Peregangan dilakukan sebelum dan sesudah latihan atau pertandingan. Latihan dapat meningkatkan temperatur tubuh dan temperatur otot, hal ini akan melindungi kemungkinan terjadinya sobekan pada otot dengan penampilan yang hebat. (Fox, *et al.*, 1993).

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

### **2.3.1 Sumber energi**

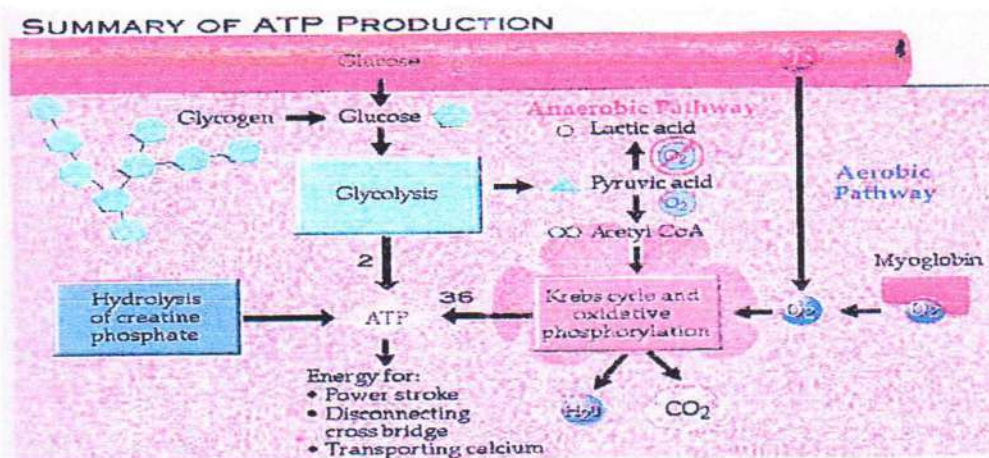
Energi adalah kapasitas atau kemampuan untuk melakukan kinerja atau aktivitas (Brooks, 1984 ; Fox, 1993). Semakin tinggi nilai aktivitas maka transfer energi juga

akan mengalami peningkatan (Mc Ardle, 2010). Namun semua energi yang digunakan dalam proses biologis, sebenarnya berasal dari matahari, yang oleh tumbuhan hijau diubah menjadi energi kimia dalam bentuk karbohidrat, selulosa, dan protein (Fox, 1993).

Bahan-bahan makanan yang kita makan dalam tubuh diubah menjadi ikatan energi tinggi yang disebut ATP (*adenosin triphosphate*) dan disimpan berada dalam otot (Guyton, 2006). ATP sendiri dibentuk oleh satu molekul adenosin dan 3 molekul *phosphat* (Ganong, 2001). Untuk dapat membuat otot berelaksasi dan kontraksi dibutuhkan ATP, zat ini merupakan senyawa yang selama aktivitas otot diubah menjadi ADP (*adenosin diphosphate*) sambil menghasilkan energi siap pakai untuk otot tersebut. Namun jumlah ATP dalam otot-otot terbatas, akan tetapi suplai ATP harus berlangsung terus menerus agar tubuh dapat melakukan aktivitas fisik dalam waktu yang lama (Janssen, 1989).

### 2.3.2 Sistem penyediaan energi otot

Proses pembentukan kembali ATP dalam otot dapat diperoleh melalui 3 cara sebagai berikut : (1) sistem ATP-PC (*phosphagen system*); (2) sistem glikolisis anaerobik (*lactid acid system*) dan (3) sistem aerobik (*aerobik system*).



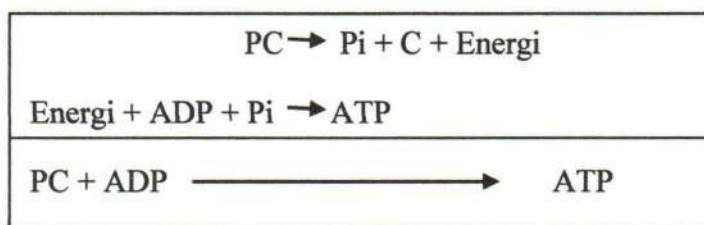
Gambar 2.1 : Sumber ATP (Dewitt, 2005)

### 2.3.2.1 Sistem ATP-PC (*Phosphagen System*)

Sistem ini merupakan pemasok energi paling cepat untuk aktivitas otot, akan tetapi tidak bertahan lama. Hal ini disebabkan karena ATP-PC sudah tersedia dalam jumlah yang terbatas pada otot dan hanya memerlukan rangkaian reaksi kimia yang pendek sekali untuk mengubahnya menjadi energi yang langsung digunakan otot untuk melakukan aktivitasnya. ATP-PC yang tertimbun dalam otot hanya cukup digunakan untuk melakukan aktivitas antara 10-30 detik (Mc. Ardle *et al.*, 2010 ; Bowers, 1992).

Bila otot melakukan kontraksi ataupun relaksasi secara berulang-ulang, maka ATP harus selalu dibentuk kembali. Sumber energi yang digunakan untuk menyusun kembali ATP adalah substansi kreatin fosfat yang membawa ikatan fosfat berenergi tinggi yang serupa dengan ATP. Ikatan fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat memiliki jumlah energi bebas yang sedikit lebih tinggi daripada yang dimiliki oleh ikatan ATP. Karena itu ikatan kreatin fosfat segera dipecah dan pelepasan energi menyebabkan terikatnya sebuah ion fosfat baru pada ADP untuk menyusun kembali ATP. Namun jumlah total kreatin fosfat juga sangat kecil, hanya sekitar lima kali lebih besar daripada ATP itu sendiri. Karena itu kombinasi energi dari ATP cadangan dan kreatin fosfat didalam otot masih menimbulkan kontraksi otot minimal 5-8 detik (Guyton, 2006).

Sistem *posphagen* ini termasuk sistem pengadaan energi tanpa menggunakan oksigen. Oleh karena itu energi yang dihasilkan sangat terbatas hanya bisa digunakan untuk latihan/kerja berat selama 5-10 detik (Fox *et al.*, 1993).



Gambar 2.2 : Reaksi pembentukan ATP dari fosfokreatin (PC). C =Creatin, Pi = fosfat energi tinggi (Fox, 1993).

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

### 2.3.2.2 Sistem asam laktat (glikolisis anaerobik)

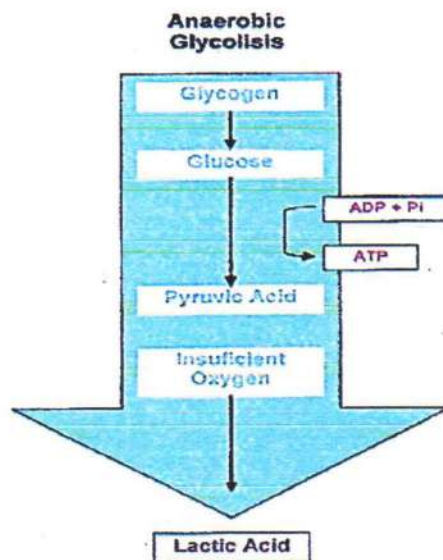
Sistem asam laktat adalah sistem anaerobik dimana ATP dihasilkan pada otot skelet melalui glikolisis. sistem asam laktat penting untuk olahraga intensitas tinggi yang lamanya 20 detik - 2 menit seperti sprint 200 - 800 m, renang gaya bebas 100 m. Glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. sistem ini penting untuk latihan anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5 - 2 menit melakukan Latihan anaerobik, penumpukan asam laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Melalui sistem ini dari 1 mol (180 gram) glikogen otot dihasilkan 3 molekul ATP (Fox *et al.*, 1993). Seberapa besar perkiraan cadangan energi dalam tubuh manusia dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2. Cadangan energi ( kalori) dalam tubuh manusia

Sumber energi	Bentuk cadangan	Total kalori
ATP	Jaringan Otot	1
CP	Jaringan Otot	4
Karbohidrat	Glukosa darah	20
	Glikogen hati	400
	Glikogen otot	1500
Lemak	Asam lemak darah	7
	Trigliserida darah	75
	Trigliserida otot	2500
	Trigliserida jaringan lemak	80.000
Protein	Protein otot	30.000

Sumber : (Melvins, 1991)

Pada saat istirahat tumpukan asam laktat akan menyingkir bersamaan dengan aliran darah, Menurut Bowers (1992), asam laktat yang disingkirkan selama masa pemulihan dari suatu latihan yang melelahkan adalah sekitar 50% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit, dan sekitar 95% setelah 60 menit. Proses glikolisis anaerobik dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Penyingkiran asam laktat akan lebih cepat bila pemulihan dilakukan secara aktif, yaitu dengan melakukan aktivitas ringan.



Gambar 2.3 : Glikolisis anaerobik (Fox, 1993)

Glikolisis anaerobik yang hanya menghasilkan 2 mol ATP ini dapat digunakan untuk latihan fisik dengan kecepatan maksimal yang berlangsung selama 1-3 menit. Apabila akumulasi asam laktat terjadi, maka akan mengarah ke kejadian kelelahan otot (Fox *et al.*, 1993).

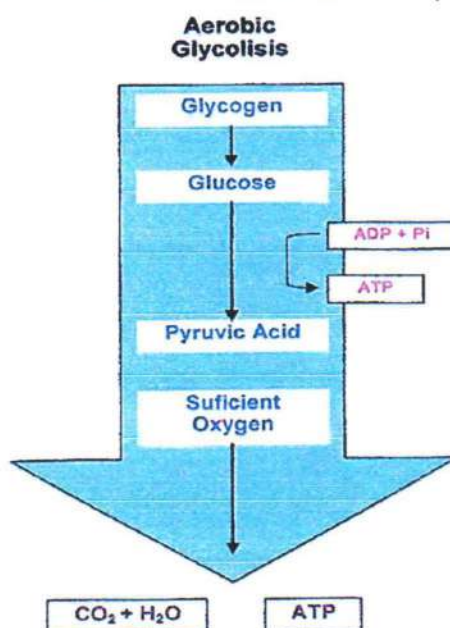
#### **2.3.2.2 Sistem aerobik (glikolisis aerobik)**

Sistem aerobik terdiri dari karbohidrat, lemak dan protein. merupakan sumber energi yang utama untuk nomor-nomor lari cabang olahraga yang berjangka antara 2 menit hingga 2-3 jam. Kerja lama yang melebihi 2-3 jam akan mengakibatkan pemecahan lemak dan protein untuk menggantikan cadangan ATP, selama cadangan glikogen telah mendekati habis. Dalam beberapa kasus pemecahan glikogen, lemak atau protein akan menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) yang keduanya akan dibuang atau dikeluarkan melalui respirasi (Bompa, 1994). Pada dasarnya glikogen lebih dominan untuk aktivitas fisik yang berat dan cepat, akan tetapi apabila olahraga yang memakan waktu lama lemak juga harus tersedia. Mc. Ardle (2010) menyebutkan ini sebagai peristiwa pemecahan lemak pada glikogen dan berarti bahwa apapun yang dioksidasi selalu membutuhkan karbohidrat (glukosa) untuk menjalankan siklus krebs.

Berdasarkan sumber energinya maka sistem aerobik yang berlangsung didalam otot meliputi : oksidasi karbohidrat, oksidasi asam lemak dan protein yang tersimpan didalam sel (Fox, 1993). Proses oksidasi berlangsung dalam mitokondria melalui serangkaian reaksi kimia dalam siklus krebs dan sistem transport elektron (Guyton, 2006).

Reaksi sistem aerobik terdiri dari 1) glikolisis aerobik, 2) Siklus Krebs, dan 3) sistem transpor elektron (Fox, 1993). Pada glikolisis aerobik terjadi pemecahan

glikogen dimana pemecahan 1 mol glikogen akan menghasilkan 2 mol asam piruvat yang akan memasuki siklus krebs (Wilmore, 1994). Pada siklus krebs akan dihasilkan 2 ATP dari masing-masing 1 mol hasil metabolisme glikogen yaitu asam piruvat yang kemudian masuk sistem transpor elektron (Fox, 1993). Pada sistem transpor elektron (rantai respirasi) dihasilkan 36 ATP (Fox, 1993). Jadi jumlah total yang dihasilkan oleh metabolisme aerob adalah 38 ATP (Mayes, 2000).



Gambar 2.4 : Glikolisis aerobik (Fox, 1993)

## 2.4 Sumber Energi pada Saat istirahat dan Latihan Submaksimal

### 2.4.1 Sistem energi pada saat istirahat

Dalam keadaan istirahat sekitar 2/3 bahan makanan berasal dari lemak dan yang 1/3-nya berasal dari karbohidrat (glukosa dan glikogen). Protein dalam keadaan istirahat dapat dikatakan tidak memberikan sumbangan kebutuhan terhadap energi, walaupun ada sangat sedikit sekali sehingga dapat untuk diabaikan. ATP yang terbentuk kembali telah mencukupi keperluan tenaga gerak untuk berfungsinya organ-organ tubuh selama istirahat (Fox *et al.*, 1993).



## **2.4.2 Sistem energi pada saat latihan submaksimal**

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

Dalam menentukan sistem energi yang dominan, hal ini harus melibatkan durasi (lama waktu) saat melakukan latihan fisik serta intensitas latihan fisik. Misalnya, pada sistem ATP-PC perkiraan durasi adalah 10 detik dengan melakukan latihan fisik intensitas tinggi (Janssen, 1989). Pada latihan fisik submaksimal yang berlangsung lebih dari 20 menit sumber energinya berasal dari karbohidrat (Fox, 1993).

## **2.5 Glukosa**

Kent (1994) mendefenisikan bahwa glukosa merupakan monosakarida dan sangat dibutuhkan oleh tubuh. Karbohidrat adalah bahan bakar utama untuk produksi ATP. Karbohidrat yang digunakan untuk menghasilkan ATP ada dua macam, yaitu : Glukosa darah dan glikogen otot (Fox, 1993).

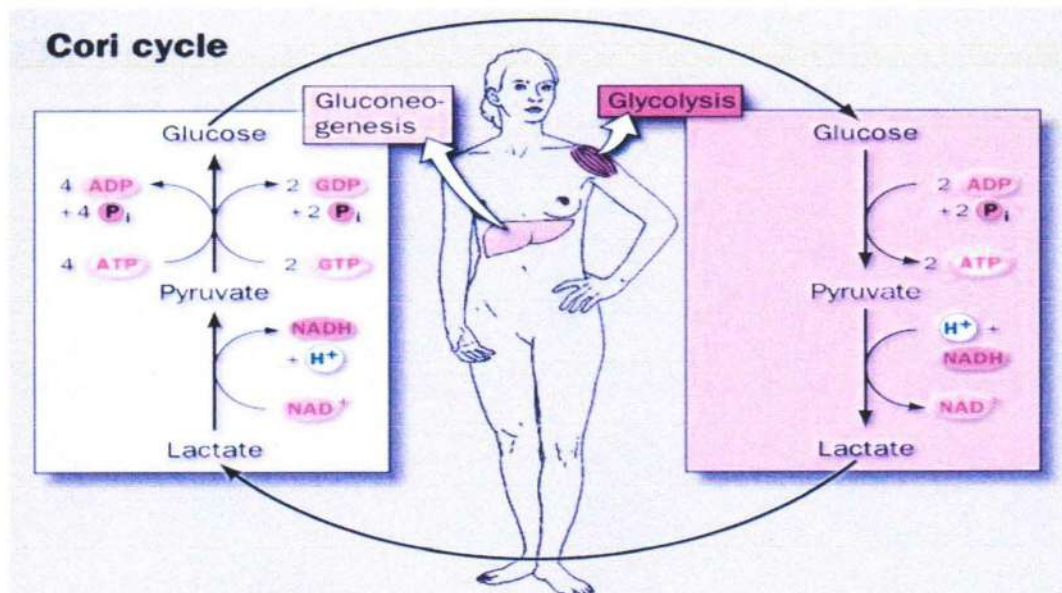
### **2.5.1 Metabolisme glukosa**

Hasil akhir dari pencernaan karbohidrat adalah glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Kira-kira 80% yang ada di sirkulasi dalam bentuk glukosa. Secara biomedis, glukosa adalah monosakarida yang paling penting merupakan sumber energi utama untuk jaringan tubuh. Glukosa yang dimetabolisme menjadi ATP ialah glukosa yang terdapat dalam sel. Kadar glukosa darah saat puasa di darah vena perifer berkisar 70-110 mg/dL (3,9-6,1 mmol/L). Di darah arteri, kadar glukosa darah

adalah 15-39 mg/dl lebih tinggi daripada darah vena yaitu 85-140 mg/dL (Mayes, 2000 ; Ganong, 2001).

Glukosa di fosforilasi menjadi glukosa 6 fosfat, ketika masuk ke dalam sel. Glukosa 6-fosfat ini kemudian akan dipolimerisasi menjadi glikogen atau dikatabolisme. Proses pembentukan glikogen disebut glikogenesis, dan pemecahan glikogen disebut glikogenolisis (Ganong, 2001).

Sel otot skelet menyimpan glikogen yang nantinya digunakan oleh otot skelet sendiri, dan tidak ikut secara langsung dalam kontribusi regulasi glukosa darah. Kadar glukosa darah juga dapat terimbas oleh glikogen otot secara tidak langsung dengan penjelasan berikut ini : ketika glikolisis anaerob terjadi di otot, maka asam laktat yang terbentuk akan ikut aliran darah dan masuk hepar dimana kemudian akan dikonversi menjadi glukosa dan selanjutnya (1) glukosa dapat di kembalikan ke darah sebagai glukosa darah, (2) digunakan hepar sebagai bahan bakar, (3) dikonversi menjadi glikogen dan disimpan sebagai glikogen hepar. Proses ini disebut *Cori cycle* (Fox, 1993).



Gambar 2.5 : Rangkaian Siklus Cori (Mayes, 2000)

### 2.5.2 Metabolisme energi secara anaerobik

Metabolisme glukosa atau glikogen menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  melepaskan energi yang cukup besar untuk membentuk ATP dan ADP. Jika pasokan  $\text{O}_2$  tidak mencukupi, maka piruvat yang berasal dari glukosa tidak masuk kedalam siklus asam sitrat (*TCA-Cycle*) tetapi tereduksi menjadi asam laktat. Proses ini disebut sebagai glikolisis anaerobik sistem asam laktat (Ganong, 2001). Glukosa dari glikogen otot dipecah menjadi asam laktat. Sistem ini penting untuk latihan anaerobik dengan intensitas tinggi yang berguna untuk melakukan kontraksi otot. Setelah 1,5 - 2 menit melakukan latihan anaerobik, penumpukan laktat yang terjadi akan menghambat glikolisis, sehingga timbul kelelahan otot. Melalui sistem ini dari 1 mol (180 gram) glikogen otot dihasil 3 molekul ATP. Apabila aktivitas maksimum terus berlangsung, maka glikolisis anaerobik akan terus berjalan sehingga produksi asam laktat akan bertumpuk, hasil dari glikolisis anaerobik ini akan menghasilkan asam laktat, dan menurunkan pH didalam otot maupun darah selanjutnya perubahan pH ini akan menghambat kerja enzim-enzim dan akhirnya menghambat reaksi kimia dalam sel tubuh, terutama dalam sel otot, sehingga mengakibatkan kontraksi otot bertambah lemah dan akhirnya otot mengalami kelelahan (Mc Govem, 1997). ATP yang dihasilkan selama proses glikolisis anaerobik adalah sebesar 2 ATP per molekul glukosa (Mayes, 2000).

### 2.5.3 Metabolisme energi secara aerobik

Karbohidrat yang dikonsumsi akan terkonversi menjadi glukosa untuk kemudian diabsorpsi oleh aliran darah dan ditempatkan ke berbagai organ dan jaringan tubuh. Molekul glukosa hasil konversi berbagai macam jenis karbohidrat inilah yang kemudian akan berfungsi sebagai dasar bagi pembentukan energi di tubuh.

Melalui berbagai tahapan dalam proses metabolisme, sel-sel yang terdapat di dalam tubuh dapat mengoksidasi glukosa menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dimana proses ini juga akan disertai dengan produksi energi. Proses metabolisme glukosa yang terjadi di dalam tubuh ini akan memberikan kontribusi hampir lebih dari 50% bagi ketersediaan energi (Mayes, 2000).

Di dalam tubuh, karbohidrat yang telah terkonversi menjadi glukosa tidak hanya akan berfungsi sebagai sumber energi utama bagi kontraksi otot atau aktifitas fisik tubuh, namun glukosa juga akan berfungsi sebagai sumber energi bagi sistem syaraf-pusat termasuk juga untuk kerja otak. Selain itu, karbohidrat yang dikonsumsi juga dapat tersimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk glikogen didalam otot dan hati. Glikogen otot merupakan salah satu sumber energi tubuh saat sedang berolahraga sedangkan glikogen hati dapat berfungsi untuk membantu menjaga ketersediaan glukosa di dalam sel darah dan sistem syaraf pusat.

Proses metabolisme energi secara aerobik merupakan proses metabolisme yang membutuhkan oksigen agar prosesnya dapat berjalan dengan sempurna untuk menghasilkan ATP. Pada saat berolahraga, kedua simpanan energi tubuh yaitu simpanan karbohidrat (glukosa darah, glikogen otot dan hati) serta simpanan lemak dalam bentuk trigliserida akan memberikan kontribusi terhadap laju produksi energi secara aerobik di dalam tubuh. Namun bergantung terhadap intensitas olahraga yang dilakukan, kedua simpanan energi ini dapat memberikan jumlah kontribusi yang berbeda.

#### **2.5.4 Transpor glukosa ke dalam otot rangka**

Masuknya glukosa kedalam sel otot rangka dengan cara difusi fasilitatif yaitu dengan bantuan protein pembawa (*carrier*). *Carrier* ini dikenal dengan sebutan

*glucose transporter (GLUT)* Mekanisme transport glukosa kedalam sel yang lain adalah *secondary active transport* yang hanya terjadi di sel epitel usus dan tubulus ginjal (Guyton, 2006).

Pada sel otot rangka terdapat 2 macam otot rangka yaitu GLUT -1 dan GLUT-4 yang letaknya banyak didalam sel dan dalam jumlah kecil di T tubular. GLUT -1 hanya dominan di sarkolema dalam keadaan basal dan jumlahnya 20 kali lebih sedikit daripada GLUT -4 (Ganong, 2001).

Transport glukosa kedalam sel otot rangka juga dipengaruhi beberapa faktor antara lain insulin dan olahraga. Pada otot rangka, jaringan lemak dan beberapa jaringan yang lain insulin memfasilitasi glukosa masuk kedalam sel dengan peningkatan jumlah *glucose transporter* didalam membran sel (Ganong, 2001).

Pengambilan glukosa oleh otot ditentukan tiga komponen utama yaitu suplai glukosa, transportasi glukosa dan metabolisme glukosa. Penyediaan glukosa ditentukan oleh konsentrasi glukosa dan aliran darah pada otot. Saat olahraga intensif terjadi peningkatan aliran darah otot sebesar 20 kali dibandingkan saat istirahat, dengan meningkatnya perfusi otot maka penyediaan glukosa untuk otot semakin besar. Pada olahraga dengan intensitas panjang, konsentrasi glukosa akan menurun diikuti oleh penurunan pengambilan glukosa otot (Coyle and Jeukendurf *et al.*, 1997).

Saat olahraga, terjadi peningkatan transporter glukosa yaitu *GLUT-4* di otot rangka untuk mempermudah masuknya glukosa ke dalam miosit. Peningkatan *GLUT-4* diinduksi oleh kontraksi otot dan insulin. Walaupun terjadi penurunan insulin saat olahraga, namun kepekaan otot lebih tinggi terhadap stimulus insulin yang merangsang *GLUT-4*, hal ini menunjukkan jalur yang berbeda dengan

kontraksi otot untuk merangsang *GLUT-4*. Masuknya glukosa dalam miosit akan mengaktifkan enzim heksokinase yang akan merubah glukosa menjadi glukosa 6-fosfat. Enzim heksokinase dapat dihambat oleh akumulasi glukosa 6 fosfat sehingga enzim ini sebagai regulator ketika ambilan glukosa berlebihan (Rose, 2005).

### **2.5.5 Stimulus insulin pada *uptake* glukosa di sel otot rangka**

Insulin menstimulasi gerakan intrasel *GLUT-4*, dengan terkaitnya insulin pada reseptor insulin. Ikatan ini menyebabkan autofosforilasi ikatan tersebut dan kemudian mengaktifasi fosforilasi *tyrosin kinase* pada bagian reseptor intrasel. Berikutnya aktivasi *phosphoinositide 3-kinase* (*PI-3K*) diperlukan untuk stimulasi transpor glukosa oleh insulin dan cukup menginduksi paling tidak translokasi parsial *GLUT-4* ke membran plasma, *phosphoinositide 3-kinase* ini di duga berperan sentral pada transpor glukosa yang distimulus insulin (Shepherd, 1999; Zierath, 2000).

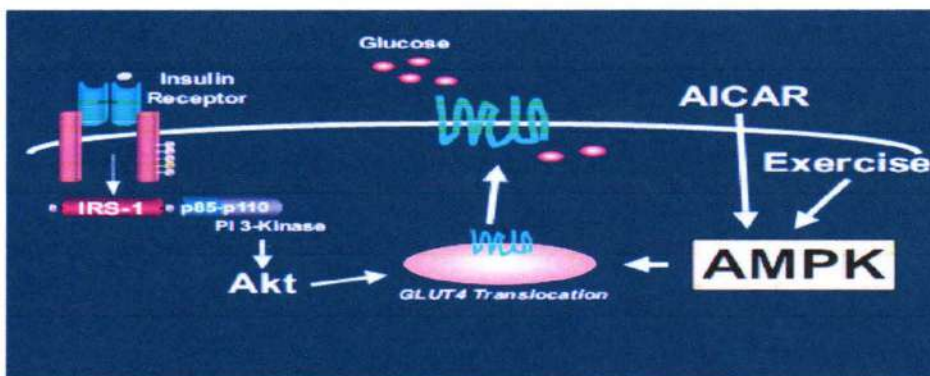
### **2.5.6 *Glucose transporter-4* (*GLUT - 4*)**

Molekul *GLUT-4* terdapat di vesikel dalam sitoplasma sel yang peka akan insulin. Ketika reseptor insulin pada sel teraktivasi, vesikel bergerak cepat dan bergabung ke membran sel. Aktivasi reseptor insulin menggerakkan vesikel ke membran sel oleh aktivitas *phosphoinositide 3-kinase*. Ketika aktivitas insulin selesai, maka akan kembali dari membran sel ke sitoplasma dengan endositosis (Ganong,2001). Pada sel otot skelet yang normal, *GLUT-4* mempunyai siklus membran plasma dan simpanannya di intrasel. Dengan adanya insulin atau stimulus yang lain, keseimbangan dari siklus ini dirubah kearah translokasi *GLUT-4* dari simpanannya di intrasel ke membran plasma, akibatnya terjadi peningkatan pada kecepatan transpor glukosa ke dalam sel (Shepherd, 1999).

### 2.5.7 Pengaruh Latihan terhadap *Uptake* Glukosa

Pergantian ATP pada otot rangka sangat meningkat dan didorong oleh katabolisme karbohidrat (intramuskular glikogen, glukosa darah) dan asam lemak (intramuskular trigliserida, lemak darah) selama latihan. Aktivitas olahraga meningkatkan penyerapan glukosa melalui mekanisme insulin (Ivy & JO, 1981).

Insulin di dalam darah merangsang IR (*insulin receptor*), sehingga terbentuk IRS-1, selanjutnya IRS-1 mengaktifkan sistem enzim yang ada di sitosol sehingga mengaktifkan PI3-kinase (PI3-K). PI3-K akan merangsang terjadinya translokasi vesikel yang berisi GLUT-4 menuju sarkolema. GLUT-4 yang berada di sarkolema akan memasukkan glukosa (Effendi & Irwadi, 2012).



Gambar 2.6 : Mekanisme masuknya glukosa ke dalam serabut otot rangka (Goodyear, 2008).

### 2.6. Glukosa Darah

Hepar penting dalam mempertahankan kadar glukosa darah. Kelebihan glukosa darah akan disimpan dalam hepar dalam bentuk glikogen (glikogenesis), dan apabila glukosa darah kadarnya menurun misalnya pada keadaan diantara waktu maka, maka glikogen hepar akan diubah kembali menjadi glukosa untuk dilepaskan ke sirkulasi (Mayes, 2000).

Saat kadar glukosa darah di bawah normal, di hepar akan terjadi glukoneogenesis. Glukosa yang dihasilkan ini berasal dari asam amino dan gliserol, sehingga kadar glukosa darah dapat dipertahankan relatif normal, karena mempertahankan kadar glukosa darah penting untuk jaringan seperti otak dan eritrosit (Guyton, 2000). Otot rangka menggunakan glukosa sebagai sumber energi selama beberapa jam setelah makan, sebagian disimpan dalam bentuk glikogen (Mayes, 2000).

### **2.6.1 Latihan fisik dan glukosa darah**

Selama latihan fisik kebutuhan kalori dipenuhi melalui glikolisis di otot dan peningkatan *uptake* glukosa. Kadar glukosa darah selama latihan fisik tergantung pada keseimbangan antara *uptake* glukosa oleh sel otot, kadar glukosa dan glukosa yang dilepaskan oleh hepar. Dalam regulasi kadar glukosa darah selama latihan fisik ada beberapa faktor yang terlibat antara lain hormon dan intensitas latihan fisik (Wilmore, 1994 ; Ganong, 2001).

Latihan fisik dapat memberikan efek baik singkat atau lama dalam metabolisme glukosa. Efek latihan fisik ini berkisar dari peran meningkatnya transport glukosa yang tidak tergantung oleh insulin sampai perubahan efektivitas biologi insulin pada otot (Youngren, 2003).

### **2.6.2 Peran hormon terhadap glukosa darah selama latihan fisik**

Diketahui ada hormon yang bekerja dalam meningkatkan kadar glukosa darah antara lain yaitu glukagon, epinefrin, norepinefrin, dan kortisol. Sedangkan yang menurunkan kadar glukosa darah adalah insulin (Ganong, 2001). Hormon insulin mempunyai fungsi utama menurunkan kadar glukosa darah. Selama latihan fisik



yang berlangsung 30 menit atau lebih kadar insulin darah menurun, sebaliknya kadar glukagon meningkat selama latihan (Wilmore, 1994).

Jumlah glukosa yang dilepas oleh hepar tergantung pada intensitas latihan fisik. Semakin meningkat intensitasnya maka pelepasan epinefrin dan norepinefrin dari kelenjar adrenal makin meningkat, sehingga kecepatan glikolisis hepar juga meningkat (Wilmore, 1994). Kadar epinefrin plasma akan meningkat secara bermakna apabila intensitas latihan fisik mencapai lebih dan 60-70%  $VO_2\max$ , dan norepinefrin meningkat apabila intensitas latihan mencapai lebih dari 50%  $VO_2\max$  (Wilmore, 1994). Pada saat istirahat, glukosa yang dilepas ke darah oleh hepar difasilitasi oleh hormon glukagon (wilmore, 1994). Kortisol meningkat saat latihan fisik akan meningkatkan katabolisme protein, asam amino bebas yang dapat digunakan hepar untuk glukoneogenesis (Astrand, 1986 ; Wilmore, 1994).

## **2.7 Pengaruh Intensitas Latihan Fisik Terhadap Glukosa Darah**

### **2.7.1 Pengaruh latihan fisik intensitas rendah terhadap glukosa darah**

Pada latihan fisik intensitas rendah dan sedang dalam keadaan puasa, glukosa yang digunakan awalnya disuplai oleh asam lemak, sehingga asam laktat yang meningkat lebih sedikit. Apabila lipolisis dihambat oleh respon insulin setelah makan atau mengkonsumsi karbohidrat selama latihan fisik, glukosa menjadi energi yang utama (Marliss, 2002).

### **2.7.2 Pengaruh latihan fisik intensitas sedang terhadap glukosa darah**

Pada latihan submaksimal yang berdurasi lebih dari 20 menit, glukosa merupakan sumber energi yang dominan. Pada latihan fisik intensitas sedang post absorpsi terjadi keseimbangan antara peningkatan penggunaan glukosa dan produksi glukosa (Fox, 1993).

Pada latihan fisik intensitas sedang (50%  $VO_2$ max selama 40 menit), plasma katekolamin meningkat hanya 2-4 kali (Kreisman, 2000 ; Marliss, 2002). Penelitian yang dilakukan Costill (1977) yang dikutip dari Fox (1993) menyebutkan bahwa pada latihan fisik 70%  $VO_2$ max selama 30 menit dengan pemberian glukosa 45 menit sebelum latihan akan menyebabkan peningkatan glukosa 38% dan peningkatan kadar insulin 3,3 kali pada awal latihan dan pada akhir latihan di dapatkan kadar glukosa menurun yang mengarah ke hipoglikemia.

### **2.7.3 Pengaruh latihan fisik intensitas tinggi terhadap glukosa darah**

Latihan fisik intensif (> 80%  $VO_2$  maks) untuk waktu yang singkat seperti pada olahraga repetisi yang singkat dengan waktu istirahat yang singkat pula seperti sprint dan baseball, sistem energi yang digunakan dominan anaerob. Latihan fisik hampir seluruhnya tergantung pada glukosa dan glikogen sebagai sumber energi untuk latihan (Marliss, 2002). Pada latihan fisik intensitas tinggi, 40% glukosa darah yang akan diambil mengakibatkan hipoglikemia (Fox, 1993).

## **2.8 Asam Laktat**

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

Didalam darah asam laktat selalu ada berasal dari metabolisme secara anerobik didalam eritrosit. Meskipun demikian jumlah asam laktat dalam tubuh relatif tetap. Pada orang sehat dalam keadaan sedang istirahat, jumlah asam laktatnya sekitar 1-

2 mM/l (Janssen, 1989; Human kinetics, 2004), 1-1,8 mM/l (Fox,1993). Kadar asam laktat darah yang melebihi 6 mM/l dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan. Asam laktat, hendaknya tidak hanya dianggap sebagai suatu zat metabolit laktat tetapi juga merupakan sumber energi dari energi kimia yang berakumulasi didalam tubuh selama melakukan latihan fisik (Westerblad, Allen., & Lannergen, 2000).

Asam laktat siap dikonversi dalam tubuh menjadi asam piruvat dan digunakan sebagai salah satu sumber energi. Jalur metabolisme yang menghasilkan asam laktat dalam tubuh adalah jalur *Emden-Mayerhoff* (E-M). Asam laktat dibuat dari asam piruvat dengan bantuan katalis *lactate dehydrogenase*. Berdasarkan siklus cori, asam laktat yang diproduksi melalui jalur E-M dalam sitoplasma akan berdifusi kedalam darah dan diangkut kehati untuk diubah kembali menjadi asam piruvat.

Asam laktat yang terbentuk didalam otot selama latihan dan diubah didalam hati melalui siklus cori (*cory cycle*) (Mc.Adle, 2010). Batas toleransi antara terhadap ketinggian konsentrasi asam laktat pada otot dan darah selama melakukan aktivitas latihan fisik tidak diketahui pasti. Namun demikian, toleransi kadar asam laktat pada manusia diperkirakan mencapai diatas 20mM/l darah dan 25 mM/kg /berat otot basah, dan bahkan bisa mencapai diatas 30 mM/l pada latihan dinamis dengan intensitas tinggi (Gollnick, 1986).

Asam laktat akan menurunkan pH dalam otot maupun darah. Selanjutnya penurunan pH ini akan menghambat enzim-enzim glikolisis dan mengganggu reaksi kimia dalam otot. Keadaan ini akan mengakibatkan kontraksi otot bertambah lemah dan akhirnya otot mengalami kelelahan (Fox, 1993).

### 2.8.1 Latihan fisik dan asam laktat

Pada saat melakukan latihan, terutama dengan intensitas tinggi, jumlah energi yang diperlukan sangat besar dalam waktu yang relatif singkat. Persediaan energi dalam bentuk ATP, akan digunakan secara besar-besaran untuk mendukung aktivitas tersebut. Agar terjadi kesetimbangan energi dalam tubuh dan untuk menjaga kestabilan fungsi tubuh seluruh aktivitas basal tubuh maka bahan-bahan cadangan energi seperti lemak dan glikogen akan dioksidasi untuk menghasilkan energi. Dalam kondisi ini pasokan oksigen sebagai oksidator utama harus mencukupi kebutuhan.

Pada latihan maksimal selama 30-120 detik, kadar laktat bisa mencapai 15-25 mM yang diukur setelah latihan 3-8 menit, peningkatan kadar asam laktat yang tinggi mengindikasikan terjadinya iskemia dan hipoksia (Goodwin, 2007). Akan tetapi pada latihan yang submaksimal akan menyebabkan penurunan akumulasi asam laktat terutama pada latihan daya tahan. Penurunan akumulasi asam laktat akan menyebabkan ambang anaerobik menjadi meningkat. Ini disebabkan karena sistem aerobik sangat tergantung pada kecepatan pembentukan asam laktat (Fox, 1993).

### 2.8.2 Efek Penumpukan asam laktat

Kadar asam laktat yang tinggi dapat timbul sebagai akibat beban kerja yang berat. Karena ketidak mampuan sistem pemasok energi aerobik, sehingga suplai energi dari sumber energi anaerobik mendominasi (Janssen, 1989). Asam laktat terbentuk dalam keadaan istirahat. Asam laktat terbentuk karena adanya reaksi reduksi asam piruvat oleh *nikotinamida adenine dinukleotida hydrogen* (NADH) dengan bantuan *laktat dehidrogenase* (LDH) yang tetap berlangsung walaupun

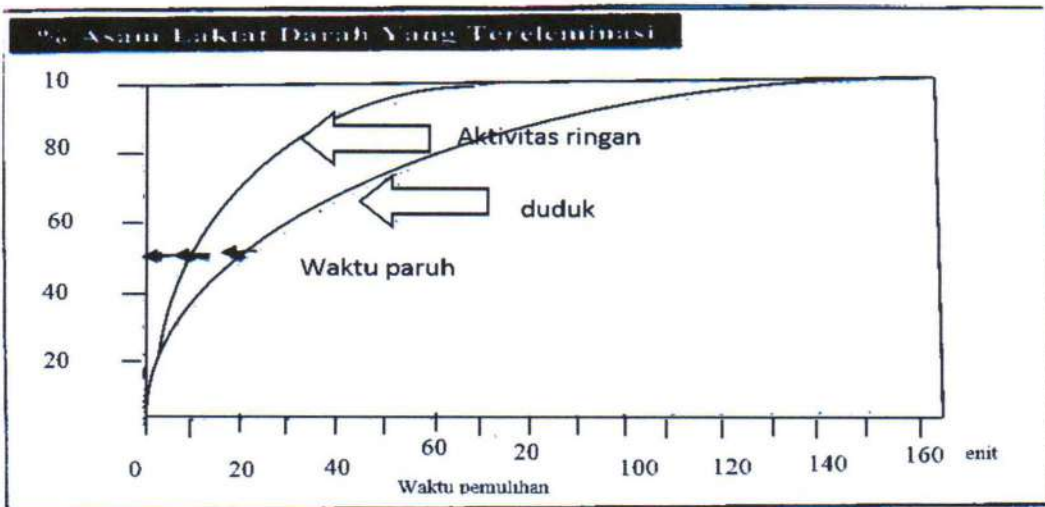
dalam jumlah yang sedikit. Peningkatan asam laktat dalam otot dan darah akan berdampak kurang menguntungkan bagi aktivitas sel akibat terganggu kinerja sejumlah enzim yang bekerja pada pH netral atau basal sebagai katalis pada berbagai proses metabolisme. Hal ini tentu akan semakin mengganggu aktivitas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

Keadaan asam (pH rendah) didalam otot dapat mengganggu berbagai macam mekanisme sel otot, seperti : 1) menghambat kerja enzim aerobik sehingga menurunkan kapasitas ketahanan aerobik. 2) menghambat terbentuknya kreatin fosfat, sehingga mengganggu koordinasi dalam gerakan olahraga. 3) muncul lubang-lubang kecil pada otot, yang dapat menyebabkan kenaikan kadar urea, dan 4) memperlambat oksidasi lemak (Janssen, 1989).

### **2.8.3 Eliminasi asam laktat**

Agar seorang atlet dapat melakukan aktivitas kembali dengan penampilan terbaiknya, maka kadar asam laktat yang ada harus diturunkan sampai batas kadar laktat yang tidak mengganggu aktivitas tubuh. Dalam penurunannya asam laktat membutuhkan persediaan oksigen yang mencukupi. Meningkatnya kadar laktat disebabkan karena kurangnya oksigen yang tersedia (Balson, 1994).

Eliminasi asam laktat dari darah terutama berlangsung pada periode *recovery* setelah melakukan aktivitas latihan berintensitas tinggi. Namun rumusan matematikanya belum diketahui secara pasti. Waktu paruh proses eliminasi laktat dari darah berkisar antara 10-15 menit. Eliminasi laktat darah pada orang yang terlatih lebih cepat daripada orang yang tidak terlatih (Soedarso, 2004).



Gambar 2.7 : Waktu paruh eliminasi asam laktat antara pemulihan yang dilakukan dengan aktivitas ringan dengan tanpa aktivitas (istirahat pasif). (Patelongi , 2000).

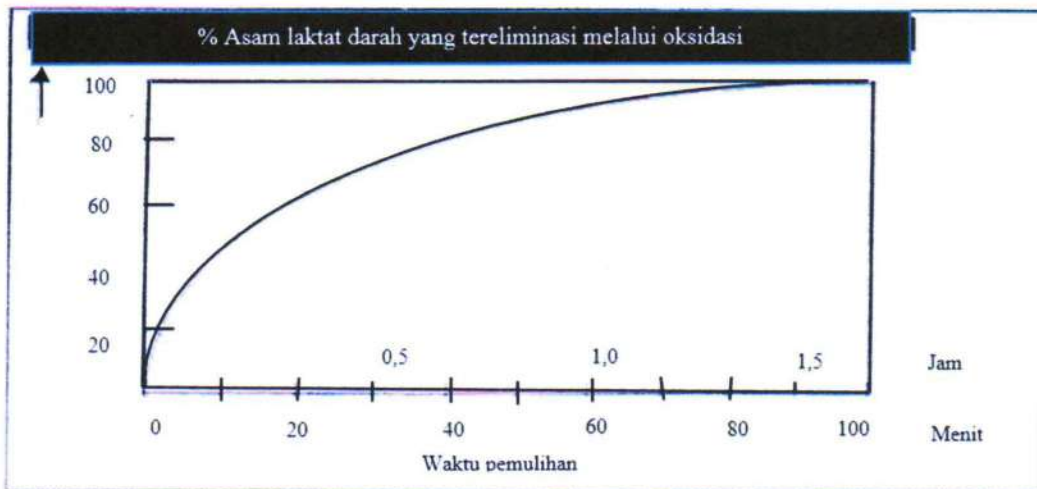
#### 2.8.4 Eliminasi asam laktat otot dan darah

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

- Asam laktat akan dikeluarkan lewat urine dan keringat, akan tetapi dengan cara ini selama fase pemulihan jumlahnya sangat sedikit.
- Sebagian kecil laktat akan diubah menjadi glukosa atau glikogen didalam hati dan otot. Resintesis glikogen di otot dan hati jauh lebih lambat dibandingkan dengan pengusuran laktat, disamping itu besarnya perubahan dalam kadar glukosa selama masa pemulihan juga kecil. Oleh karena itu perubahan laktat menjadi glukosa dan glikogen hanya mencukupi sebagian kecil dari laktat seluruhnya yang disingkirkan.
- Sebagian kecil laktat juga dibentuk menjadi asam amino (alanin). Karbohidrat termasuk laktat, secara kimia dapat diubah menjadi asam amino (alanin)

dalam tubuh. Akan tetapi, dalam hal ini relatif sedikit laktat yang diubah menjadi asam amino selama periode pemulihan.

- d. Laktat akan keluar diotot untuk kemudian di recycle oleh hati melalui siklus cori.



Gambar 2.8: Kecepatan pelunasan hutang laktat melalui oksidasi selama masa pemulihan setelah latihan fisik yang melelahkan (Patellongi, 2000)

Asam laktat darah yang dieliminasi selama masa pemulihan dari suatu latihan yang melelahkan dengan cara dioksidasi melalui sistem aerobik adalah sekitar 50% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit dan sekitar 95% setelah 60 menit (Gambar 2.8).

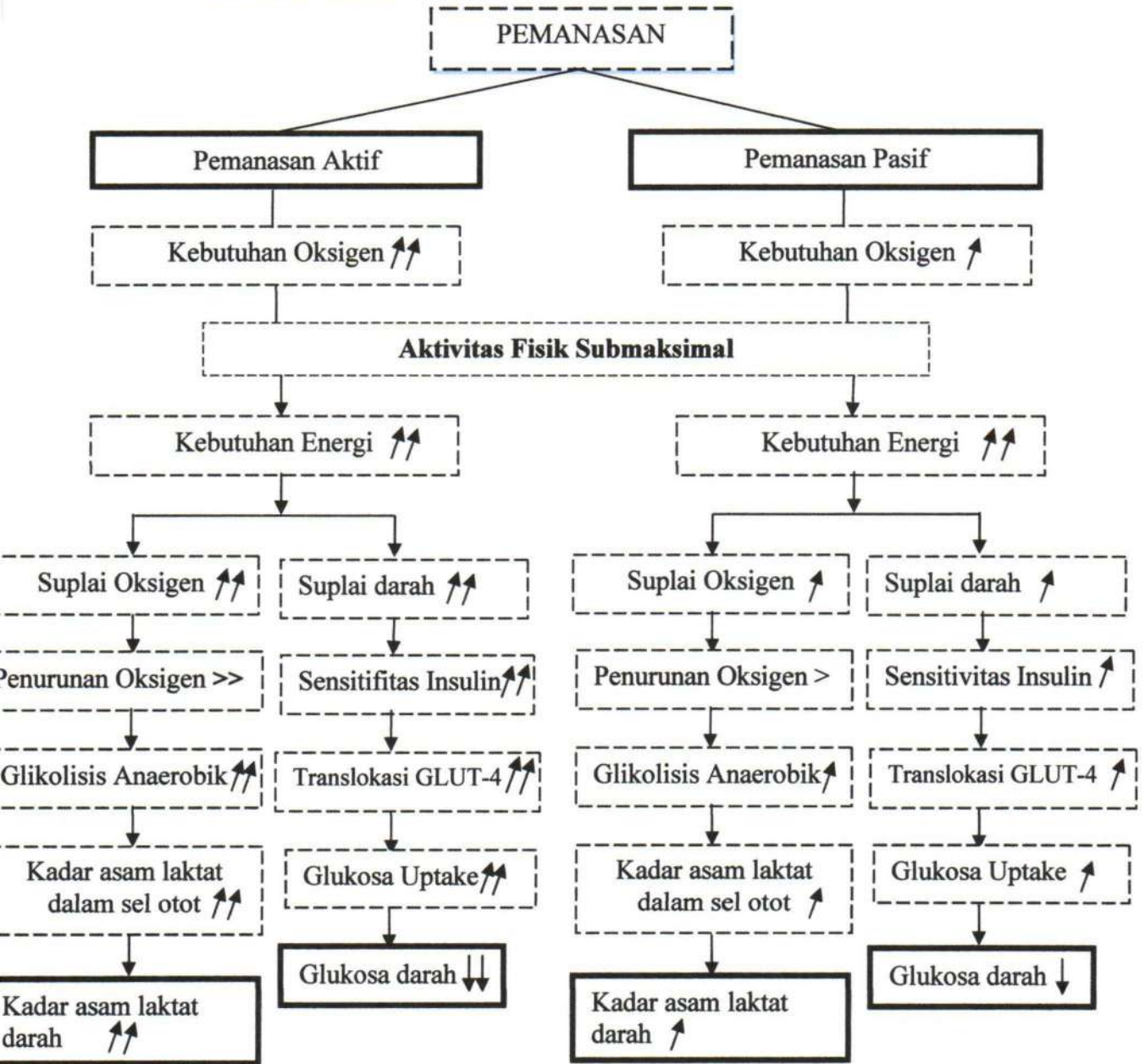
**BAB III**  
**KERANGKA KONSEPTUAL DAN**  
**HIPOTESIS PENELITIAN**



**BAB 3**

**KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN**

**3.1 Kerangka Konseptual**



Gambar 3.1 : Kerangka Konseptual penelitian

**Keterangan :**

- ↑ : Peningkatan
- ↓ : Penurunan
- ▭ : Yang diteliti
- ▭ (dashed) : Yang tidak diteliti
- >> : Lebih besar

### 3.2. Penjelasan Kerangka Konseptual

Aktivitas fisik submaksimal merupakan salah satu aktivitas fisik yang sering dilakukan hingga mencapai 80% *HRmax* berlangsung secara aerobik dan anaerobik. Aktivitas fisik submaksimal diawali melakukan pemanasan sebagai bagian permulaan. Pemanasan merupakan gerakan yang dilakukan saat hendak melakukan aktivitas sesungguhnya. Pemanasan terdiri dari 2 macam yaitu, pemanasan aktif merupakan gerakan bervariasi dan secara tidak langsung berkaitan dengan gerakan yang dipakai dalam olahraga itu sendiri dan pemanasan pasif adalah gerakan yang dilakukan dengan melibatkan berbagai macam peralatan dan bantuan baik secara umum dan khusus dalam mempersiapkan tubuh maupun psikis secara optimal sebelum aktivitas fisik dan pertandingan (Alter, 2003).

Melakukan pemanasan aktif atau pasif sebelum memulai aktivitas fisik akan merangsang aktivitas neoromuscular lebih besar sehingga membutuhkan oksigen dan glukosa lebih banyak akibatnya glikolisis anaerobik lebih besar sehingga produksi asam laktat menjadi lebih tinggi. Akan tetapi kebutuhan pada pemanasan pasif tidak sebesar pada pemanasan aktif.

Aktivitas fisik submaksimal merupakan salah satu alternatif meningkatkan *uptake* glukosa darah ke dalam sel (Sheperd, 1999). Salah satu fungsi darah yaitu mengangkut O<sub>2</sub> dan zat-zat makanan yang berguna dalam proses metabolisme tubuh. Selama aktivitas fisik terjadi distribusi aliran darah pada otot yang aktif. Aktivitas fisik akan meningkatkan aliran darah yang berakibat *uptake* glukosa meningkat. Puncak penumpukan asam laktat terjadi 5 menit setelah melakukan aktivitas fisik submaksimal ((Westerblad & Allen, 2000).

### 3.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka konseptual diatas maka hipotesis penelitiannya adalah:

- 1 Pemanasan aktif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.
- 2 Pemanasan pasif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.
- 3 Penurunan kadar glukosa darah lebih besar dan peningkatan kadar asam laktat lebih besar pada pemanasan aktif dibanding pemanasan pasif setelah aktivitas fisik submaksimal.

# **BAB IV**

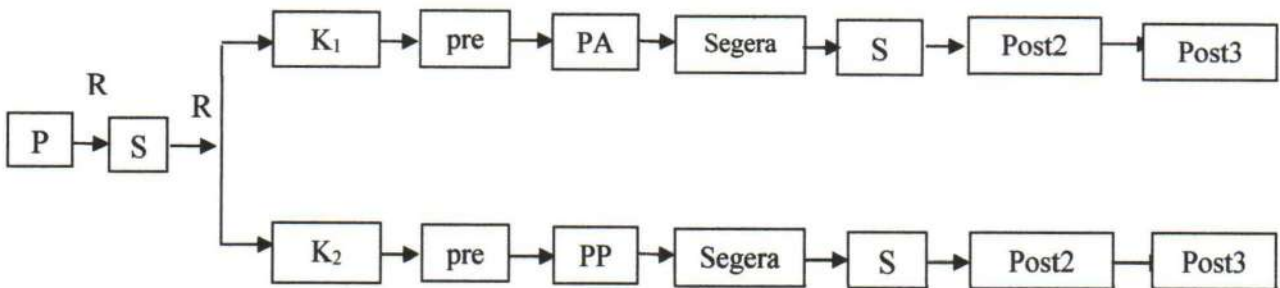
# **METODELOGI PENELITIAN**

## BAB 4

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Berdasarkan jenis dan rancangannya, penelitian ini termasuk Eksperimental Laboratoris dengan rancangan “*the randomized pretest-posttest control group design*” (Zainuddin, 2011) sebagai berikut :



Gambar 4.1 : Rancangan penelitian

#### Keterangan :

- P : Populasi  
 R : Random  
 S : Sampel  
 K<sub>1</sub> : Kelompok 1, pemanasan aktif  
 K<sub>2</sub> : Kelompok 2, pemanasan pasif  
 P<sub>A</sub> : Perlakuan 1, pemanasan aktif : naik turun bangku sebelum aktivitas fisik.  
 P<sub>P</sub> : Perlakuan 2, pemanasan pasif : mandi sauna sebelum aktivitas fisik.  
 S : Aktivitas fisik Submaksimal 80% HR<sub>max</sub> ( Ergocycle).  
 pre : Observasi 1, *pretest* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat sebelum perlakuan pemanasan aktif.  
 pre : Observasi 2, *pretest* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat sebelum perlakuan pemanasan pasif.  
 Segera : Observasi 3, *segera posttest 1* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat segera setelah pemanasan aktif.  
 Segera : Observasi 4, *segera posttest 1* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat segera setelah pemanasan pasif.  
 Post1 : Observasi 5, *5' posttest 2* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik pada pemanasan aktif.  
 Post1 : Observasi 6, *5' posttest 2* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik pada pemanasan pasif.  
 Post2 : Observasi 7, *30' posttest 3* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat 30 menit setelah aktivitas fisik pada pemanasan aktif

Post2 : Observasi 8, 30' *posttest* pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat 30 menit setelah aktivitas fisik pada pemanasan pasif

## 4.2 Populasi, Besar Sampel, Teknik Pengelompokan

### 4.2.1 Populasi

Populasi dalam penelitian adalah keseluruhan mahasiswa jurusan PENJAS angkatan 2013 Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya, dengan jumlah sampel terpilih 18 orang dengan jenis kelamin laki-laki, berusia antara 21-23 tahun.

### 4.2.2 Besar sampel

Untuk menentukan besar sampel dalam penelitian ini berpedoman pada rumus Higgins dan Kleinbaum (1985) yang mensyaratkan adanya penelitian sejenis sebagai patokan. Dalam penelitian patokan ini yang digunakan adalah hasil penelitian Febriyanti I (2010) dengan taraf kemaknaan 5% diperoleh besar subyek penelitian sebesar  $n = 7,02$  orang, kemungkinan kegagalan sampel 20% ( $20\% \times 7,02 = 1,4$ ) sehingga menjadi 9 orang. Jadi penggunaan subyek penelitian sebanyak 9 orang masing-masing kelompok pada penelitian yang akan dilaksanakan sudah memenuhi syarat penelitian.

Rumus :

$$n = \frac{1}{1-f} X \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 \cdot SD^2}{(Xc - Xt)^2}$$

Dimana :

- n = Jumlah subyek penelitian perkelompok
- Xt = Rata-rata kelompok eksperimen
- Xc = Rata-rata kelompok kontrol
- SD = Simpang baku yang memiliki koefisien varian terbesar diantara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.
- F = Proporsi kegagalan 20%
- Z $\alpha$  = Deviasi standart  $\alpha = 0,05$  satu arah = 1,96
- Z $\beta$  = Deviasi standart  $\beta = 0,1$  satu arah = 1,28

Dengan demikian besar subyek penelitian diperoleh  $n = 7,02$  menjadi 9. Dalam penelitian ini terdiri : 9 orang kelompok pemanasan aktif dan 9 kelompok pemanasan pasif. Penentuan sampel dalam penelitian ini dengan beberapa kriteria inklusi dan eksklusi antara lain : subjek dalam kondisi sehat, bukan perokok, bukan pengguna obat-obatan terlarang, tidak memiliki riwayat penyakit kronis (diabetes, hipertensi, hepatitis, jantung koroner dan TBC), tidak dalam keadaan cedera (engkel, kram otot, luka), tidak dalam keadaan sakit, denyut nadi awal 60-80 denyut.menit, bersedia menjadi subjek penelitian dengan mengisi formulir persetujuan, dan mampu melakukan aktivitas fisik submaksimal (80%  $HR_{max}$ ) dengan cara mengayuh sepeda diatas *ergocycle*.

#### **4.2.3 Teknik pengelompokan**

Teknik pengelompokan sampel dalam penelitian ini adalah dengan *simple random sampling*, melalui undian. Jumlah subyek penelitian keseluruhan yaitu 18 orang sampel yang telah terpilih dari populasi kemudian dilakukan randomisasi lagi menjadi 2 kelompok. Dimana kelompok 1 untuk pemanasan aktif naik turun bangku 9 orang dan kelompok 2 untuk pemanasan pasif dengan mandi sauna sebanyak 9 orang. setelah itu akan diberi aktivitas fisik submaksimal dengan beban yang sama.

### **4.3 Variabel penelitian**

#### **4.3.1 Variabel bebas**

1. Pemanasan aktif
2. Pemanasan pasif

#### **4.3.2 Variabel tergantung**

1. Penurunan kadar glukosa darah
2. Peningkatan kadar asam laktat

#### **4.3.3 Variabel kendali**

Variabel kendali dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Subyek penelitian (Jenis kelamin, umur, BB, TB, status kesehatan)
- 2) Dosis, intensitas pemanasan yang diberikan.

### **4.4 Defenisi Operasional Variabel**

#### **4.4.1 Pemanasan aktif**

Pemanasan aktif adalah gerakan yang dilakukan bervariasi dan secara tidak langsung berhubungan dengan gerakan yang dipakai dalam olahraga itu sendiri. Pemanasan aktif dilakukan pada subyek sebanyak 1 kali perlakuan dengan naik turun bangku setinggi 20 inchi. Pelaksanaannya subyek berdiri dengan salah satu kaki di atas bangku, saat ada aba-aba “Ya”, kaki yang satu lagi naik ke atas bangku hingga berdiri dengan kedua lutut lurus. kemudian salah satu kaki (awal) turun, disusul dengan kaki lainnya. Dilakukan dengan irama frekuensi metronom 120 selama 10 menit sebelum aktivitas fisik submaksimal (Durahim, 2008).

#### **4.4.2 Pemanasan pasif**

Pemanasan pasif merupakan gerakan dengan menggunakan bantuan atau peralatan khusus seperti mandi sauna. Pemanasan pasif ini dilakukan duduk diam selama 10 menit di dalam ruang mandi sauna. Mandi sauna adalah salah satu jenis



terapi air dimana seseorang mandi di ruang uap hangat yang dirancang khusus pada suhu 39-40 °C. Uap berasal dari air yang dipanaskan sehingga menguap dan dipompakan ke ruangan tertutup sehingga menciptakan panas basah (Minna *et al*, 2001). Pemanasan pasif dengan sauna dilakukan pada subyek sebanyak 1 kali.

#### **4.4.3 Pemeriksaan kadar glukosa darah**

Kadar glukosa darah dalam penelitian ini adalah kadar glukosa pada subyek penelitian. Pada penelitian ini terdapat 4 kali pemeriksaan kadar glukosa darah yaitu, kadar glukosa darah puasa awal sebelum diberikan perlakuan dalam kondisi basal, kadar glukosa darah segera setelah pemanasan, kadar glukosa darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*ergocycle*) dan kadar glukosa darah pada 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*ergocycle*).

- a. Kadar glukosa darah puasa, yaitu kadar glukosa darah yang diukur setelah berpuasa 8 jam. Selama puasa hanya diperbolehkan konsumsi air putih.
- b. Kadar glukosa darah aktivitas fisik, yaitu kadar glukosa darah yang diukur 5 menit dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.

Sampel darah diambil dari darah kapiler ujung jari, yang diperiksa dengan alat *easy touch glucose meter* buatan San Diego-Amerika dengan satuan mg/dL.

#### **4.4.4 Pemeriksaan kadar asam laktat**

Kadar asam laktat yg dimaksud adalah kadar asam laktat dari subyek penelitian. Pada penelitian ini terdapat 4 kali pengukuran kadar asam laktat darah yaitu, kadar asam laktat darah awal dalam kondisi basal, kadar asam laktat darah sesaat setelah melakukan pemanasan dan kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*ergocycle*) dan kadar asam laktat pada 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*ergocycle*).

- a. Kadar asam laktat darah puasa, yaitu kadar asam laktat darah yang diukur setelah berpuasa 8 jam. Selama puasa yang hanya diperbolehkan mengkonsumsi air putih.
- b. Kadar asam laktat darah aktivitas fisik, yaitu kadar asam laktat darah yang diukur 5 menit dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.

Sampel darah diambil dari darah kapiler ujung jari, yang diperiksa dengan alat *accutrend lactate* buatan Roche-Jerman dengan satuan mmol/L.

#### **4.4.5 Aktivitas fisik submaksimal**

Aktivitas fisik submaksimal diartikan sebagai suatu kegiatan fisik yang dilakukan dengan intensitas submaksimal (80% HRmax). HRmax didapatkan dengan rumus : DNM (denyut nadi maksimal) = 220-umur. Denyut nadi maksimal adalah denyut nadi yang boleh dicapai waktu melakukan olahraga. 70%-80% dari DNM adalah denyut nadi submaksimal.

Subyek penelitian mengayuh *ergocycle* dengan kecepatan 70-80 rpm hingga mencapai submaksimal, apabila terjadi kenaikan *heart rate* maka beban ditingkatkan sampai tercapai *heart rate* stabil pada 80% HRmax. Aktivitas fisik ini dilakukan dilaboratorium kebugaran Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya.

#### **4.4.6 Berat badan (BB)**

Berat badan yang dimaksud pada penelitian ini adalah bobot berat badan orang coba yang diukur dengan timbangan *stadiometer* dalam satuan kilogram.

#### **4.4.7 Tinggi badan (TB)**

Tinggi badan yang dimaksud pada penelitian ini adalah jarak *vertical* dari lantai ke titik tertinggi dari kepala orang coba yang diukur dengan *stadiometer* satuan *centimeter*. Pengukuran tinggi badan dalam posisi tegak tanpa alas kaki.

#### **4.4.8 Umur**

Umur yang dimaksud dalam penelitian ini adalah umur subyek sejak tahun lahir, yang didapat dari akta kelahiran atau ijazah.

#### **4.4.9 Jenis kelamin**

Jenis kelamin dalam penelitian ini adalah jenis kelamin laki-laki berdasarkan data dari akta kelahiran atau ijazah.

#### **4.4.10 Status kesehatan**

Dalam penelitian ini mahasiswa tersebut dalam keadaan sehat setelah dilakukan pemeriksaan oleh dokter dengan kriteria sebagai berikut :

1. Pemeriksaan fisik (Pengukuran : Tekanan darah, Denyut Nadi, )
2. Riwayat Penyakit Kronis :
  - a. Penyakit Terdahulu (Diabetes, hipertensi, Hepatitis, dan TBC).
  - b. Riwayat Penyakit Keluarga (Diabetes, hipertensi, Hepatitis, dan TBC).
3. Bukan perokok.
4. Tidak mengkonsumsi alkohol.
5. Tidak sedang mengalami cedera (Engkel, Kram otot, luka).

### **4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian**

#### **4.5.1 Lokasi penelitian**

Pada penelitian ini berlokasi di laboratorium *Achilles Sport Science Center* kampus Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya.

#### 4.5.2. Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan selama seminggu dimulai pukul 09.00 sampai pukul 12.00 WIB. Dilaksanakan pada tanggal 22 Mei s/d 07 Juni 2014.

#### 4.6 Instrumen Penelitian

##### 4.6.1 Alat

Adapun alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. *Ergocycle Technogym* untuk melakukan aktivitas fisik submaksimal.
- b. bangku untuk naik turun bangku pada pemanasan aktif.
- c. *Heart rate monitor (Polar)* untuk mengetahui denyut nadi.
- d. Tensimeter (*Litmann, Mercury Sphygmomanometer*) untuk pemeriksaan kesehatan fisik subyek penelitian.
- e. *Accutrend Lactate* dengan *test strip* untuk ukur kadar asam laktat darah.
- f. *Glucose meter* dengan *test strip* untuk mengukur kadar glukosa darah.
- g. *Stopwatch* untuk mengukur waktu aktivitas fisik submaksimal.
- h. *Continental Scale Corp* untuk mengukur tinggi dan berat badan.
- i. Tempat khusus mandi sauna untuk melakukan pemanasan pasif.
- j. Metronom untuk irama naik naik turun bangku
- k. Kamera untuk dokumentasi penelitian
- l. Alat tulis menulis.

##### 4.6.2 Bahan

- a. Kapas dan alkohol 70% (*Alkohol pads*) untuk membersihkan permukaan kulit tempat pengambilan darah.
- b. Air mineral dengan ukuran 250 ml untuk mencegah terjadinya dehidrasi.

## 4.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digunakan untuk mengetahui tahapan yang dilakukan selama penelitian, sehingga resiko kegagalan dalam penelitian dapat dihindari.

### 4.7.1 Persiapan penelitian

Sebelum pelaksanaan penelitian ada beberapa persiapan yang harus dilakukan meliputi :

- a. Mengurus ijin penelitian untuk menggunakan mahasiswa Fakultas Ilmu keolahragaan Universitas Negeri Surabaya ( FIK UNESA) sebagai subyek penelitian.
- b. Mengurus ijin penggunaan fasilitas laboratorium kampus Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Surabaya seperti *ergocycle*, bangku timbangan berat badan, serta ruangan untuk melakukan penelitian.
- c. Mempersiapkan sarana dan prasarana penelitian.
- d. Menghubungi dan mengumpulkan pembantu pelaksanaan penelitian serta memberi tahu tugas masing-masing.
- e. Memilih subyek penelitian yang sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan dan menjelaskan kepada subyek penelitian mengenai konsep penelitian yang dilakukan.
- f. Pengisian *form* kesanggupan menjadi subyek penelitian (*information of consent*) oleh sampel.
- g. Menyiapkan tata cara dalam pelaksanaan tes dan pengukuran, untuk peneliti, pembantu peneliti dan subyek penelitian.
- h. Pemeriksaan kesehatan dan fisik (tinggi badan, berat badan, tekanan darah, dan denyut nadi) sampel melalui pengisian form pemeriksaan kesehatan.

#### 4.7.2 Prosedur pelaksanaan

Adapun prosedur yang harus diikuti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan Subyek penelitian berdasarkan kriteria.
- b. Subyek penelitian dikelompokkan secara random menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif.
- c. Kelompok perlakuan 1 dengan pemanasan aktif kemudian pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- d. Kelompok perlakuan 2 dengan pemanasan pasif kemudian pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- e. Melakukan pengukuran awal berupa berat badan, tinggi badan, denyut nadi.
- f. Pelaksanaan *pretest* yaitu pemeriksaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat awal sebelum perlakuan.
- g. Sebelum perlakuan pemanasan maka diberi air minum berupa air mineral dengan dosis 250 ml untuk mencegah terjadinya dehidrasi.
- h. Memberikan perlakuan pada kelompok pemanasan aktif dengan naik turun bangku dan kelompok pemanasan pasif dengan sauna setelah itu diberi aktivitas fisik submaksimal mengayuh *ergocycle*.
- i. Setelah aktivitas fisik submaksimal mengayuh *ergocycle* dilakukan *post test* untuk mengukur kadar glukosa darah dan kadar asam laktat sesaat setelah melakukan pemanasan, 5 menit dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.

#### 4.7.3 Pelaksanaan pengambilan data

Pelaksanaan pengambilan data akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pengambilan data untuk kelompok pemanasan aktif dengan naik turun bangku kemudian melakukan aktivitas fisik submaksimal dengan *ergocycle*.
- b. Pengambilan data untuk kelompok pemanasan pasif dengan mandi sauna kemudian melakukan aktivitas fisik submaksimal dengan *ergocycle*.
- c. Pukul 09.00 WIB kelompok subyek penelitian kelompok pemanasan aktif dan pemanasan pasif dikumpulkan kemudian diambil darah puasa dari ujung darah kapiler untuk mengetahui kadar asam laktat dan glukosa darah awal sebelum perlakuan pemanasan aktif maupun pasif sebelum aktivitas fisik submaksimal dengan *ergocycle* akan dilaksanakan.
- d. Setelah pemanasan aktif dan pemanasan pasif dilakukan maka subjek penelitian diambil darahnya dari ujung pembuluh darah kapiler sebanyak 1 kali untuk mengetahui kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- e. Selanjutnya subyek melakukan aktivitas fisik submaksimal tes di *ergocycle*. Kemudian subyek penelitian kembali diambil darahnya dari ujung pembuluh darah kapiler sebanyak 1 kali saat 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal untuk mengetahui kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- f. Selanjutnya diberi istirahat, 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal subjek kembali diambil darahnya dari ujung pembuluh darah kapiler sebanyak 1 kali untuk mengetahui kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- g. Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah akan nampak dengan satuan mg/dL dan kadar asam laktat akan nampak dengan satuan mMol/L.

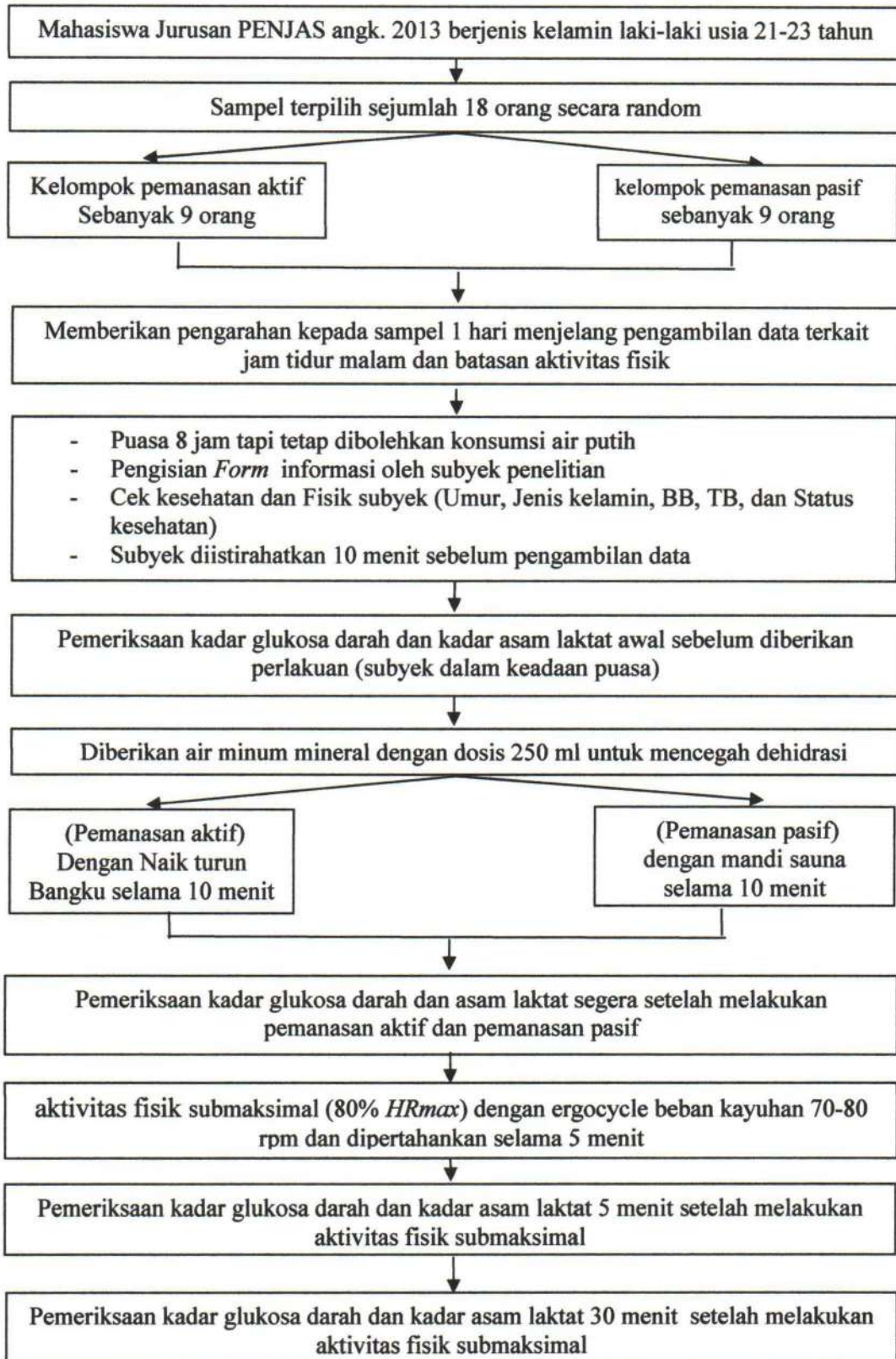
#### 4.7.4 Pengambilan sampel darah

Pengambilan sampel darah dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Tentukan dahulu ujung jari yang akan ditusuk dengan lanset, yaitu darah kapiler pada ujung jari kedua dan ketiga.
- b. Bersihkan ujung jari yang akan diambil darahnya dengan menggunakan kapas beralkohol 70%.
- c. Tusuk ujung jari dengan menggunakan lanset, penggunaan lanset diharuskan satu kali pengambilan darah digunakan satu lanset.
- d. Pemeriksaan kadar glukosa darah dengan alat glukosa *easy touch glucose meter* dan kadar asam laktat dengan alat *accutrend lactate* .
- e. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil satu tetes darah untuk diletakkan pada strip glukosa dan laktat. Kemudian strip glukosa dan laktat dimasukkan ke masing-masing alat, yaitu strip glukosa ke dalam *easy touch glucose* dan strip laktat ke dalam *accutrend lactate* untuk dilakukan pembacaan kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.
- f. Pemeriksaan dilakukan dengan bantuan dokter atau ahli.



#### 4.8. Kerangka Operasional Penelitian



Gambar 4.1 : Kerangka Operasional Penelitian

#### **4.9 Tehnik Analisis Data**

Data yang terkumpul dari hasil penelitian akan diolah dan dianalisa melalui bantuan program IBM SPSS statistik 20 dengan taraf signifikansi 5% Uji statistik yang digunakan adalah :

1. Analisis deskriptif.
2. Uji normalitas
3. Uji t- berpasangan
4. Uji t-bebas

**BAB V**  
**HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

## BAB 5

### HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Dari hasil penelitian diperoleh data berupa variabel kendali meliputi : berat badan (BB), tinggi badan (TB), umur, dan jenis kelamin. Variabel tergantung berupa kadar glukosa darah dan kadar asam laktat awal, pengukuran dilakukan sebelum perlakuan (*pretest*), segera setelah perlakuan pemanasan (*segera post-test 1*), 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*5' post-test 2*), dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal (*30' post-test 3*), masing-masing 2 kelompok yaitu kelompok pemanasan aktif (naik turun bangku), dan kelompok pemanasan pasif (sauna). Data hasil penelitian diolah dengan analisis deskriptif, uji normalitas data, uji t-berpasangan, uji t-bebas.

#### 5.1 Analisis Deskriptif

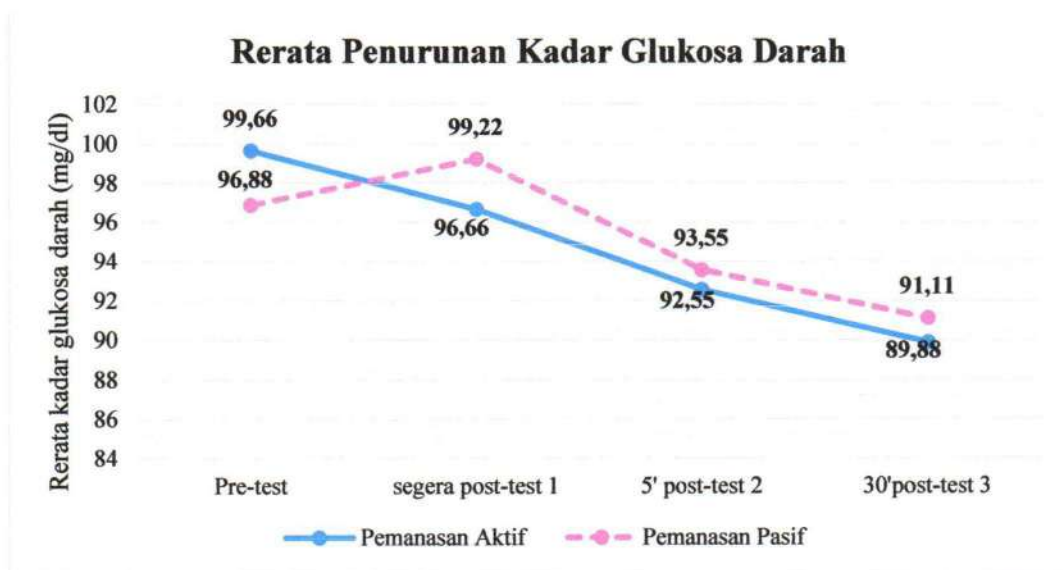
Analisis Deskriptif digunakan untuk persyaratan uji normalitas yang digunakan untuk mengetahui pengaruh pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat. Data hasil penelitian meliputi variabel bebas, variabel tergantung dan variabel kendali dapat dilihat pada tabel 5.1 :

**Tabel 5.1 nilai rerata $\pm$ SD variabel berat badan, tinggi badan dan kadar glukosa darah**

Variabel	Berat Badan	Tinggi Badan	Kadar Glukosa Darah (mg/dl)			
			Pre-test	Segera Post-1	5'Post -2	30'Post -3
<b>Rerata<math>\pm</math>SD pemanasan aktif</b>	63,22 $\pm$ 5,093	169,22 $\pm$ 6,591	99,66 $\pm$ 2,738	96,66 $\pm$ 2,645	92,55 $\pm$ 2,185	89,88 $\pm$ 3,444
<b>Rerata<math>\pm</math>SD pemanasan pasif</b>	63,22 $\pm$ 5,093	169,22 $\pm$ 6,591	96,88 $\pm$ 3,018	99,22 $\pm$ 2,223	93,55 $\pm$ 3,244	91,11 $\pm$ 5,555

**Keterangan tabel 5.1 :**

- Pre-test : Pemeriksaan kadar glukosa darah awal  
 Segera post 1 : Pemeriksaan kadar glukosa darah segera setelah pemanasan aktif dan pasif.  
 5' post-test 2 : Pemeriksaan kadar glukosa darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.  
 30' post-test 3 : Pemeriksaan kadar glukosa darah 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.



Gambar 5.1 Rerata kadar glukosa darah (mg/dl) kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif

**Keterangan Gambar :**

- K1 : kelompok pemanasan aktif  
 K2 : kelompok pemanasan pasif  
 Pengambilan kadar glukosa darah 4 kali yaitu:  
 Pretest : sebelum pemanasan  
 Post 1 : segera setelah pemanasan  
 Post 2 : 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal mengayuh ergocycle  
 Post 3 : 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal mengayuh ergocycle

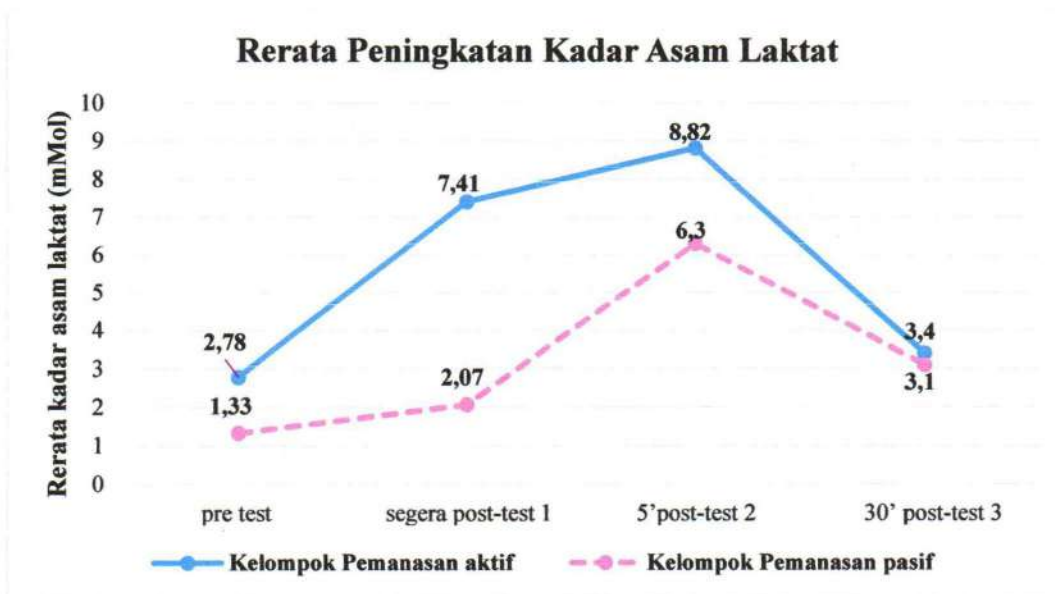
Kadar glukosa darah puasa atau sebelum pemanasan kedua kelompok tidak ada perbedaan. Setelah pemanasan 10 menit pada kelompok pemanasan aktif terjadi penurunan kadar glukosa darah, sedangkan pemanasan pasif terjadi peningkatan kadar glukosa darah. Hal ini menarik oleh karena pada pemanasan pasif menggunakan sauna.

**Tabel 5.2 nilai rerata±SD variabel kadar Asam laktat**

Variabel	Kadar Asam Laktat (mMol/L)			
	Pre-test	Segera Post-1	5'Post-2	30'Post-3
<b>Rerata±SD</b> pemanasan aktif	2,78 ±0,413	7,41 ±1,411	8,82 ±1,503	3,40 ±0,497
<b>Rerata±SD</b> pemanasan pasif	1,33 ±0,418	2,07 ±0,653	6,30 ±1,395	3,10 ±0,663

**Keterangan tabel 5.1 :**

- Pre-test : Pemeriksaan kadar asam laktat darah awal  
 Segera post 1 : Pemeriksaan kadar asam laktat darah segera setelah pemanasan aktif dan pasif.  
 5' post-test 2 : Pemeriksaan kadar asam laktat darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.  
 30' post-test 3 : Pemeriksaan kadar asam laktat darah 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.



Gambar 5.2 Rerata kadar asam laktat (mMol/L) kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif.

**Keterangan Gambar :**

K1 : kelompok pemanasan aktif

K2 : kelompok pemanasan pasif

Pengambilan kadar asam laktat darah 4 kali yaitu:

Pretest : sebelum pemanasan

Post 1 : segera setelah pemanasan

Post 2 : 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal mengayuh ergocycle

Post 3 : 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal mengayuh ergocycle

Kadar asam laktat darah puasa atau sebelum pemanasan kedua kelompok tidak ada perbedaan. Setelah pemanasan 10 menit pada kelompok pemanasan aktif terjadi peningkatan kadar asam laktat darah lebih tinggi daripada kelompok pemanasan pasif.

## 5.2 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data digunakan untuk mengetahui apakah sampel yang telah diambil berasal dari populasi yang sama (populasi data berdistribusi normal). Hasil uji normalitas data dengan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Z Test*. Hasil perhitungan data uji normalitas dapat dilihat pada tabel 5.2.

**Tabel 5.3 Uji normalitas data variabel-variabel penelitian**

Variabel	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	Kadar Glukosa Darah (mg/dl)				Kadar Asam Laktat (mMol/L)			
			Pre-test	Segera Post-1	5'Post -2	30'Post -3	Pre-test	Segera Post-1	5'Post -2	30'Post -3
<b>Mean±SD</b> pemanasan aktif	63,22 ±5,093	169,22 ±6,591	99,66 ±2,738	96,66 ±2,645	92,55 ±2,185	89,88 ±3,444	2,78 ±0,413	7,41 ±1,411	8,82 ±1,503	3,40 ±0,497
<b>p (sig)</b>	<b>0,987</b>	<b>0,430</b>	<b>0,666</b>	<b>0,942</b>	<b>0,901</b>	<b>0,848</b>	<b>1,000</b>	<b>0,957</b>	<b>0,891</b>	<b>0,646</b>
<b>Mean±SD</b> pemanasan pasif	63,22 ±5,093	169,22 ±6,591	96,88 ±3,018	99,22 ±2,223	93,55 ±3,244	91,11 ±5,555	1,33 ±0,418	2,07 ±0,653	6,30 ±1,395	3,10 ±0,663
<b>p (sig)</b>	<b>0,987</b>	<b>0,430</b>	<b>0,868</b>	<b>0,556</b>	<b>0,877</b>	<b>0,992</b>	<b>0,925</b>	<b>0,922</b>	<b>0,618</b>	<b>0,964</b>

### Keterangan :

- Pre-test : Pemeriksaan kadar asam laktat darah awal  
 Segera post 1: Pemeriksaan kadar asam laktat darah segera setelah pemanasan aktif dan pasif.  
 5' post-test 2 : Pemeriksaan kadar asam laktat darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.  
 30' post-test 3: Pemeriksaan kadar asam laktat darah 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal.  
 p : Signifikansi  $p > 0,05$  adalah normal.

Dari hasil uji normalitas diketahui bahwa nilai p untuk seluruh data adalah  $p > 0,05$ . Hal ini diketahui bahwa sebaran data (distribusi data) adalah normal.

### 5.3 Uji t-Berpasangan

Uji t berpasangan digunakan bertujuan untuk menganalisis perbedaan antara 2 pengamatan, uji t-berpasangan dilakukan pada subyek kondisi sebelum perlakuan (pre-test) dan sesudah perlakuan (post-test) kelompok pemanasan aktif dan kelompok pemanasan pasif pada tabel dibawah ini :

**Tabel 5.4 Uji t-berpasangan terhadap kadar Glukosa Darah (mg/dl) pada kelompok pemanasan aktif**

Pasangan Variabel	n	Rerata Hasil Pemeriksaan (Mean±SD)		p sig
Pre test-segera post 1	9	99,66 ±2,738	96,66 ±2,645	0,000
Pre test -5'post 2	9	99,66 ±2,738	92,55 ±2,185	0,000
Pre test -30'post 3	9	99,66 ±2,738	89,88 ±3,444	0,000
Segera post 1 -5'post 2	9	96,66 ±2,645	92,55 ±2,185	0,001
Segera post 1-30'post 3	9	96,66 ±2,645	89,88 ±3,444	0,000

**Keterangan :**

- Pre test : Kadar glukosa darah awal
- Segera post-test 1 : Kadar glukosa darah segera setelah pemanasan aktif
- 5'post-test 2 : Kadar glukosa darah 5 menit setelah aktivitas fisik
- 30'post -test 3 : Kadar glukosa darah 30 menit setelah aktivitas fisik

Berdasarkan uji t berpasangan pada tabel 5.3 nilai  $p < 0,05$  ada perbedaan yang bermakna pada kadar glukosa darah pada kelompok pemanasan aktif semua pasangan variabel (pre test-segera post test 1, pre test-5' post test 2 , pre test-30' post test 3, segera post test 1-5' post test 2 dan segera post test 1-30' post test 3).

**Tabel 5.5 uji t-berpasangan terhadap kadar Asam Laktat (mMol/l) pada kelompok pemanasan aktif**

Pasangan Variabel	n	Rerata Hasil Pemeriksaan (Mean±SD)		p sig
Pre test-segera post 1	9	2,78 ±0,413	7,41 ±1,411	0,000
Pre test -5'post 2	9	2,78 ±0,413	8,82 ±1,503	0,000
Pre test -30'post 3	9	2,78 ±0,413	3,40±0,497	0,000
Segera post 1 -5'post 2	9	7,41 ±1,411	8,82 ±1,503	0,000
Segera post 1-30'post 3	9	7,41 ±1,411	3,40±0,497	0,000



**Keterangan :**

- Pre test : Kadar asam laktat awal  
 Segera post test 1 : Kadar asam laktat segera setelah pemanasan aktif  
 5' post test 2 : Kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik  
 30' post test 3 : Kadar asam laktat 30 menit setelah aktivitas fisik

Berdasarkan uji t-berpasangan pada tabel 5.4 nilai  $p < 0,05$  ada perbedaan yang bermakna pada kadar asam laktat kelompok pemanasan aktif semua pasangan (pre test-segera post test 1, pre test-5' post test 2, pre test-30' post test 3, segera post test 1-5' post test 2 dan segera post test 1-30' post test 3).

**Tabel 5.6 uji t berpasangan terhadap kadar Glukosa Darah (mg/dl) pada kelompok pemanasan pasif**

Pasangan Variabel	n	Rerata Hasil Pemeriksaan (Mean $\pm$ SD)		p sig
Pre test-segera post 1	9	96,88 $\pm$ 3,018	99,22 $\pm$ 2,223	0,029
Pre test -5' post 2	9	96,88 $\pm$ 3,018	93,55 $\pm$ 3,244	0,036
Pre test -30' post 3	9	96,88 $\pm$ 3,018	91,11 $\pm$ 5,555	0,004
Segera post 1 -5' post 2	9	99,22 $\pm$ 2,223	93,55 $\pm$ 3,244	0,005
Segera post 1-30' post 3	9	99,22 $\pm$ 2,223	91,11 $\pm$ 5,555	0,001

**Keterangan :**

- Pre test : Kadar glukosa darah awal  
 Segera post-test 1 : Kadar glukosa darah segera setelah pemanasan aktif  
 5' post-test 2 : Kadar glukosa darah 5 menit setelah aktivitas fisik  
 30' post -test 3 : Kadar glukosa darah 30 menit setelah aktivitas fisik

Berdasarkan uji t berpasangan pada tabel 5.3.3 nilai  $p < 0,05$  disimpulkan ada perbedaan yang bermakna pada kadar glukosa darah kelompok pemanasan pasif semua pasangan (pre test-segera post test 1, pre test-5' post test 2, pre test-30' post test 3, segera post test 1-5' post test 2 dan segera post test 1-30' post test 3).

**Tabel 5.7 Tabel uji t berpasangan terhadap kadar Asam Laktat (mMol/l) pada kelompok pemanasan pasif**

Pasangan Variabel	n	Rerata Hasil Pemeriksaan (Mean±SD)		p sig
Pre test-segera post 1	9	1,33 ±0,418	2,07 ±0,653	0,000
Pre test -5' post 2	9	1,33 ±0,418	6,30 ±1,395	0,000
Pre test -30' post 3	9	1,33 ±0,418	3,10 ±0,663	0,000
Segera post 1 -5' post 2	9	2,07 ±0,653	6,30 ±1,395	0,000
Segera post 1-30' post 3	9	2,07 ±0,653	3,10 ±0,663	0,002

**Keterangan :**

- Pre test : Kadar asam laktat awal  
 Segera post test 1 : Kadar asam laktat segera setelah pemanasan aktif  
 5' post test 2 : Kadar asam laktat 5 menit setelah aktivitas fisik  
 30' post test 3 : Kadar asam laktat 30 menit setelah aktivitas fisik.

Berdasarkan uji t-berpasangan pada tabel 5.3.4 nilai  $p < 0,05$  ada perbedaan yang bermakna pada kadar asam laktat kelompok pemanasan pasif semua pasangan (pre test-segera post test 1, pre test-5' post test 2, pre test-30' post test 3, segera post test 1-5' post test 2 dan segera post test 1-30' post test 3).

**5.4 Uji t-Bebas****5.4.1 Variabel kadar glukosa darah****Tabel 5.8 Tabel uji t-Bebas kadar Glukosa Darah (mg/dl)**

Variabel	Kelompok	n	Delta-1 segera-pre	Delta-2 5'-pre	Delta-3 30'-pre	Delta-4 5'-segera	Delta-5 30'-segera
Kadar glukosa darah (mg/dl)	Pemanasan aktif	9	-3,00 ±1,581	-7,11 ±4,075	-6,77 ±2,990	-4,11 ±4,013	-9,77 ±2,728
	Pemanasan pasif	9	2,33 ±2,645	-3,33 ±3,968	-9,33 ±2,061	-5,66 ±4,472	-7,00 ±3,201
<b>p (sig)</b>		-	0,000	0,064	0,051	0,449	0,065

**Keterangan :**

- Delta-1 : Selisih segera post test 1- pre test pemanasan aktif dan pasif  
 Delta-2 : Selisih 5' post test 2 - pre test pemanasan aktif dan pasif  
 Delta-3 : Selisih 30' post test 3- pre test pemanasan aktif dan pasif  
 Delta-4 : Selisih 5' post test 2- segera post test 1 pemanasan aktif dan pasif  
 Delta-5 : Selisih 30' post test 3- segera post test 1 pemanasan aktif dan pasif

**Berdasarkan tabel 5.8 maka di peroleh :**

Penurunan kadar glukosa darah (mg/dl) lebih cepat pada kelompok pemanasan aktif dibandingkan kelompok pemanasan pasif dengan nilai p untuk delta 1=0,000 ( $p<0,05$ ), delta 2=0,064 ( $p>0,05$ ), delta 3=0,051 ( $p>0,05$ ), delta 4=0,449 ( $p>0,05$ ), delta 5=0,065 ( $p>0,05$ ). Disimpulkan pada delta 1 (segera post 1-pre test) terdapat perbedaan yang bermakna  $p<0,05$  antara pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap penurunan kadar glukosa darah setelah pemanasan.

**5.4.2 Variabel kadar asam laktat****Tabel 5.9 Tabel uji t-bebas kadar Asam Laktat (mMol/l)**

Variabel	Kelompok	n	Delta-1 segera-pre	Delta-2 5'-pre	Delta-3 30'-pre	Delta-4 5'-segera	Delta-5 30'-segera
Kadar asam laktat (mg/dl)	Pemanasan aktif	9	4,62 $\pm 1,304$	6,03 $\pm 1,385$	0,61 $\pm 0,231$	1,41 $\pm 0,448$	-4,01 $\pm 1,239$
	Pemanasan pasif	9	0,74 $\pm 0,287$	4,96 $\pm 1,408$	1,76 $\pm 0,687$	4,22 $\pm 1,337$	1,02 $\pm 0,685$
<b>p (sig)</b>		-	0,000	0,125	0,000	0,000	0,000

**Keterangan :**

- Delta-1 : Selisih segera *post test 1 - pre test* pemanasan aktif dan pasif
- Delta-2 : Selisih 5' *post test 2 - pre test* pemanasan aktif dan pasif
- Delta-3 : Selisih 30' *post test 3 - pre test* pemanasan aktif dan pasif
- Delta-4 : Selisih 5' *post test 2 - segera post test 1* pemanasan aktif dan pasif
- Delta-5 : Selisih 30' *post test 3 - segera post test 1* pemanasan aktif dan pasif

**Berdasarkan tabel 5.9 maka di peroleh :**

Peningkatan kadar asam laktat (mMol/l) lebih cepat pada kelompok pemanasan aktif dibandingkan kelompok pemanasan pasif dengan nilai p untuk delta 1=0,000 ( $p<0,05$ ), delta 2=0,125 ( $p>0,05$ ), delta 3=0,000 ( $p<0,05$ ), delta 4=0,000 ( $p<0,05$ ), delta 5=0,000 ( $p<0,05$ ). Disimpulkan pada delta 1 (segera post 1-pre test), delta 3 (30' post 3-pre test), delta 4 (5' post 2-segera post 1) dan delta 5 (30' post 3-post 1) terdapat perbedaan yang bermakna  $p<0,05$  antara pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap peningkatan kadar asam laktat segera setelah pemanasan.

**BAB VI**  
**PEMBAHASAN**

## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris menggunakan "*the randomized pretest-posttest control group design*" (Zainuddin, 2011). Penelitian ini terdiri atas 2 kelompok yaitu: kelompok pemanasan aktif dengan naik turun bangku selama 10 menit dan kelompok pemanasan pasif dengan melakukan mandi sauna selama 10 menit. Sampel pada penelitian ini berjumlah 18 orang untuk kedua kelompok, tiap kelompok terdiri dari 9 sampel.

Karena penelitian ini untuk mengetahui perbandingan efek pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal, maka perlakuan yang diberikan untuk kelompok pemanasan aktif dengan naik turun bangku selama 10 menit sedangkan kelompok pemanasan pasif dengan mandi sauna selama 10 menit. Kemudian aktivitas fisik submaksimal yang diberikan adalah dengan mengayuh *ergocycle* dengan 80% HRmax.

#### 6.2 Pembahasan Hasil Penelitian

##### 6.2.1 Efek pemanasan aktif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat.

Kadar glukosa darah awal adalah kadar glukosa darah puasa yang ukur sebelum diberikan perlakuan dan aktivitas fisik. Nilai rerata kadar glukosa darah awal pada pemanasan aktif  $99,66 \pm 2,738$  mg/dl. Keadaan awal kadar glukosa darah adalah normal karena sebelum pemeriksaan subjek melakukan puasa selama 8 jam akibatnya tubuh berada dalam kondisi basal. Keadaan puasa (sebelum makan

pagi) konsentrasi glukosa darah normal berada pada kisaran 70-110 mg/dl. (Ganong, 2001).

Sedangkan kadar asam laktat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respons aktivitas fisik (Guyton & Hall, 2006). Pada orang sehat dalam keadaan istirahat, besarnya kadar asam laktat darah berkisar 1-2 mMol/l (Janssen, 1987) dan menurut Bowman (2001) kadar asam laktat terendah saat istirahat mencapai 2,5 mMol/l. Nilai rerata kadar asam laktat awal pada pemanasan aktif  $2,78 \pm 0,413$  mMol/l menunjukkan bahwa kadar asam laktat darah istirahat diatas kadar asam laktat normal merupakan suatu indikasi adanya kelelahan (Mattner, 1988) dan kondisi demikian membatasi kinerja fisik seseorang (Bangsbo, 1994).

Pemanasan dilakukan bertujuan mempersiapkan tubuh (adaptasi fisiologis) pada kondisi aktivitas fisik. Adaptasi fisiologis meliputi kardiovaskular, respirasi, dan sistem penyediaan energi metabolisme untuk beraktivitas fisik (Fox et al, 1993). Nilai rerata kadar glukosa darah segera setelah pemanasan pada pemanasan aktif  $96,66 \pm 2,645$  mg/dl. Pemanasan dilakukan secara aktif dan sesuai dengan aktivitas yang akan dilakukan merupakan bentuk pemanasan yang paling baik karena dengan melakukan pemanasan cara ini suhu otot akan meningkat, kekuatan otot bertambah besar dan koordinasi dalam melakukan gerakan bertambah baik (Danny & Josep, *et al.*, 2006).

Sistem energi predominan yang berperan dalam menyediakan energi pada saat melakukan pemanasan aktif penyediaan energi paling cepat adalah dengan ATP-PC, diikuti glikolisis anaerobik dan glikolisis aerobik. Kecepatan proses metabolisme berbanding terbalik dengan jumlah energi yang mampu dihasilkan, metabolisme aerobik menghasilkan energi siap pakai paling besar dibanding

dengan ATP-PC dan asam laktat sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah secara bermakna.

Nilai rerata kadar asam laktat darah segera setelah melakukan pemanasan untuk pemanasan aktif adalah  $7,41 \pm 1,411$  mMol/l. Pemanasan diharapkan memberikan solusi untuk meningkatkan jumlah energi siap pakai. Dengan jumlah energi yang diperlukan lebih besar dalam waktu singkat. Sediaan energi dalam bentuk ATP, akan digunakan untuk mendukung kegiatan pemanasan aktif tersebut. Keadaan ini menyebabkan metabolisme yang terjadi adalah anaerob. Dalam keadaan anaerob terjadi pengurangan ATP dan akumulasi laktat sebagai produk sisa metabolisme pada otot. Peningkatan kadar asam laktat dalam plasma atau otot selama aktifitas berat disebabkan oleh kebutuhan energi yang sangat tinggi. Dalam kondisi aktivitas yang sangat berat kebutuhan energi diperoleh dari metabolisme anaerob yaitu metabolisme glukosa yang tidak sempurna dengan hasil akhir berupa 2 ATP ditambah produk sisa berupa asam laktat. Produksi sisa yang berupa asam laktat, setelah mengalami disosiasi menjadi laktat dan  $H^+$  merupakan asam kuat. Peningkatan  $H^+$  sangat berpengaruh terhadap munculnya kelelahan otot skelet tersebut.

Nilai rerata kadar glukosa darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal untuk pemanasan aktif adalah  $92,55 \pm 2,185$  mg/dl dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal untuk pemanasan aktif adalah  $89,88 \pm 3,444$  mg/dl. Aktivitas yang dilakukan adalah aktivitas fisik submaksimal dengan  $80\% HR_{max}$ , sistem energi dominan yang berperan dalam penyediaan energi adalah sistem energi gabungan secara anaerobik dan aerobik sehingga menghasilkan limbah berupa

asam laktat, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O selain itu juga dapat menurunkan kadar glukosa darah (Sakamoto, 1999).

Dengan aktivitas fisik submaksimal penurunan kadar glukosa darah setelah 5 dan 30 menit akan meningkat karena translokasi GLUT-4 akan meningkat dengan mekanisme melalui peningkatan sekresi epineprin, kenaikan ion kalsium, kenaikan stres metabolik, dan peningkatan sensitivitas insulin sehingga *uptake* glukosa dari darah mengalami peningkatan dan kadar glukosa darah akan lebih besar penurunannya (Nonogaki, 2000; Musi, 2001; Richter, 2001).

Selama aktivitas fisik kebutuhan kalori dipenuhi melalui glikolisis di otot dan peningkatan *uptake* glukosa. Kadar glukosa darah selama latihan fisik tergantung pada keseimbangan antara *uptake* glukosa darah oleh sel otot, kadar glukosa darah, dan glukosa yang dilepaskan oleh hepar. Dalam regulasi kadar glukosa darah selama latihan fisik ada beberapa faktor yang terlibat antara lain hormon, dan intensitas latihan fisik (Wilmore, 1994; Ganong, 2001).

Nilai rerata kadar asam laktat darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal untuk pemanasan aktif  $8,82 \pm 1,503$  mMol/l yang menyebabkan makin tinggi aktivitas fisik seseorang maka kebutuhan energi dan kebutuhan oksigen juga meningkat. Pasokan kebutuhan oksigen dapat ditingkatkan dengan menggunakan respirasi paru dan denyut jantung. Saat aktivitas fisik lebih tinggi maka terjadilah metabolisme anaerobik untuk pemenuhan kebutuhannya dan kondisi ini akan meningkatkan kadar asam laktat baik dalam darah maupun dalam otot (Mercier, 1991). Puncak penumpukan kadar asam laktat terjadi pada 5 menit setelah melakukan aktivitas fisik submaksimal. Kadar asam laktat darah yang



melebihi 6 mMol/l dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan (Westerblad, Allen and Iannergren, 2000).

Nilai rerata kadar asam laktat darah 30 menit setelah pemanasan untuk pemanasan aktif adalah  $3,40 \pm 0,497$  mMol/l. Pada saat istirahat tumpukan asam laktat akan menyingkir bersamaan dengan aliran darah. Menurut Bowers (1992), asam laktat yang disingkirkan selama masa pemulihan dari suatu latihan yang melelahkan adalah sekitar 50% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit, dan sekitar 95% setelah 60 menit.

Eliminasi asam laktat dari darah terutama berlangsung pada periode *recovery* setelah melakukan aktivitas latihan berintensitas tinggi. Eliminasi laktat darah pada orang yang terlatih lebih cepat daripada orang yang tidak terlatih (Soedarso, 2004). Eliminasi asam laktat dari otot dan darah setelah kerja fisik yang melelahkan tergantung dari aktivitas fisik yang dilakukannya pada saat pemulihan. Menurut Fox (1993), penyingkiran asam laktat dapat terjadi karena beberapa hal yaitu :

- a. Asam laktat akan dikeluarkan lewat urine dan keringat, akan tetapi dengan cara ini selama fase pemulihan jumlahnya sangat sedikit.
- b. Sebagian kecil laktat akan diubah menjadi glukosa atau glikogen didalam hati dan otot. Resintesis glikogen di otot dan dihati jauh lebih lambat dibandingkan dengan penyingkiran laktat, disamping itu besarnya perubahan dalam kadar glukosa selama masa pemulihan juga kecil. Oleh karena itu perubahan laktat menjadi glukosa dan glikogen hanya mencukupi sebagian kecil dari laktat seluruhnya yang disingkirkan.

### **6.2.2 Efek pemanasan pasif menurunkan kadar glukosa darah dan meningkatkan kadar asam laktat.**

Kadar glukosa darah awal adalah kadar glukosa darah puasa yang ukur sebelum diberikan perlakuan dan aktivitas fisik. Nilai rerata kadar glukosa darah awal pada pemanasan pasif  $96,88 \pm 3,018$  mg/dl. Keadaan awal kadar glukosa darah adalah normal karena sebelum pemeriksaan subjek melakukan puasa selama 8 jam akibatnya tubuh berada dalam kondisi basal. Sedangkan kadar asam laktat digunakan sebagai parameter untuk mengetahui respons aktivitas fisik (Guyton & Hall, 2006). Nilai rerata kadar asam laktat awal pada pemanasan pasif  $1,33 \pm 0,418$  mMol/l menunjukkan bahwa kadar asam laktat darah istirahat adalah normal.

Pada orang sehat dalam keadaan istirahat, besarnya kadar asam laktat darah berkisar 1-2 mMol/l (Janssen, 1987) dan menurut Bowman (2001) kadar asam laktat terendah saat istirahat mencapai 2,5 mMol/l.

Secara fisiologis melakukan pemanasan akan meningkatkan suhu tubuh dan otot. Meningkatnya suhu tubuh dan otot akan meningkatkan aktivitas enzim, peredaran darah dan penyediaan oksigen, dan waktu kontraksi secara reflex (Fox *et al.*, 1993).

Peningkatan suhu tubuh akibat melakukan pemanasan menyebabkan aktivitas dan reaksi metabolisme meningkatkan penggunaan oksigen yang menyebabkan sirkulasi darah bertambah cepat, kecepatan dan kekuatan kontraksi serta penghantaran impuls lebih cepat, dan denyut nadi meningkat sesuai dengan peningkatan suhu tubuh.

Pemanasan akan membantu melebarkan pembuluh darah otot dan secara bertahap dapat meregangkan tendon serta ligamen, sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya cedera (Fox *et al.*, 1988).

Berdasarkan nilai rerata kadar glukosa darah segera setelah melakukan pemanasan untuk pemanasan pasif  $99,22 \pm 2,223$  mg/dl. Pemanasan pasif dengan sauna mengakibatkan suhu disekeliling juga ikut naik sehingga meningkatkan metabolisme tubuh berupa peningkatan sirkulasi darah dan peningkatan suhu otot. Dengan terjadinya peningkatan metabolisme tubuh akan merangsang peningkatan hormon adrenalin yang berakibat terjadinya glikogenolisis yaitu pemecahan glikogen menjadi glukosa dan ke seluruh organ tubuh termasuk ke dalam darah yang merangsang peningkatan metabolisme tubuh (Hannuksela & Ellaham, 2001).

Berdasarkan nilai rerata kadar asam laktat darah segera setelah melakukan pemanasan untuk pemanasan pasif  $2,07 \pm 0,653$  mMol/l. Pemanasan pasif menyebabkan penggunaan cadangan energi lebih kecil, karena jumlah kegiatan tidak besar (Alter, 2003). Pemanasan pasif dengan aktivitas duduk diam dalam ruang sauna maka energi yang dibutuhkan tidak sebesar pada saat melakukan pemanasan aktif. Peningkatan kadar asam laktat pada saat melakukan pemanasan pasif terjadi akibat ada bantuan panas dari luar tubuh sehingga suhu tubuh meningkat, kenaikan suhu tubuh mengakibatkan peningkatan proses metabolisme tubuh secara anaerobik untuk pemenuhan kebutuhan energi dan kondisi ini dapat meningkatkan kadar asam laktat baik dalam darah maupun dalam otot (Mercier, 1991). Meskipun peningkatan kadar asam laktat pada pemanasan pasif tidak setinggi pemanasan aktif.

Nilai rerata kadar glukosa darah pemanasan pasif 5 dan 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal adalah  $93,55 \pm 3,244$  mg/dl dan  $89,88 \pm 5,555$  mg/dl. Dengan aktivitas fisik submaksimal penurunan kadar glukosa darah setelah 5 dan

30 menit akan meningkat karena translokasi GLUT-4 akan meningkat dengan mekanisme melalui peningkatan sekresi epineprin, kenaikan ion kalsium, kenaikan stres metabolik, dan peningkatan sensitivitas insulin sehingga *uptake* glukosa dari darah mengalami peningkatan dan kadar glukosa darah akan lebih besar penurunannya (Nonogaki, 2000; Musi, 2001; Richter, 2001).

Nilai rerata kadar asam laktat darah 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal untuk pemanasan pasif  $6,30 \pm 1,395$  mMol/l. Meningkatnya kadar laktat disebabkan karena kurangnya oksigen yang tersedia akibat aktivitas fisik yang melelahkan (Balson, 1994). Puncak penumpukan kadar asam laktat terjadi pada 5 setelah melakukan aktivitas fisik submaksimal. Kadar asam laktat darah yang melebihi 6 mMol/l dapat mengganggu mekanisme kerja sel otot sampai pada tingkat koordinasi gerakan (Westerblad, Allen and Iannergren, 2000).

Nilai rerata kadar asam laktat darah 30 menit setelah pemanasan untuk pemanasan pasif  $3,10 \pm 0,663$  mMol/l. Agar seorang atlet dapat melakukan aktivitas kembali dengan penampilan terbaiknya, maka kadar asam laktat yang ada harus diturunkan sampai batas kadar laktat yang tidak mengganggu aktivitas tubuh. Dalam penurunannya asam laktat membutuhkan persediaan oksigen yang mencukupi. Pada saat istirahat tumpukan asam laktat akan menyingkir bersamaan dengan aliran darah. Menurut Bowers (1992), asam laktat yang disingkirkan selama masa pemulihan dari suatu latihan yang melelahkan adalah sekitar 50% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit, dan sekitar 95% setelah 60 menit.

Eliminasi laktat darah pada orang yang terlatih lebih cepat daripada orang yang tidak terlatih (Soedarso, 2004). Eliminasi asam laktat dari otot dan darah setelah kerja fisik yang melelahkan tergantung dari aktivitas fisik yang

dilakukannya pada saat pemulihan. Menurut Fox (1993), penyingkiran asam laktat dapat terjadi karena beberapa hal yaitu :

- a. Asam laktat akan dikeluarkan lewat urine dan keringat, akan tetapi dengan cara ini selama fase pemulihan jumlahnya sangat sedikit.
- b. Sebagian kecil laktat akan diubah menjadi glukosa atau glikogen didalam hati dan otot. Resintesis glikogen di otot dan dihati jauh lebih lambat dibandingkan dengan penyingkiran laktat, disamping itu besarnya perubahan dalam kadar glukosa selama masa pemulihan juga kecil. Oleh karena itu perubahan laktat menjadi glukosa dan glikogen hanya mencukupi sebagian kecil dari laktat seluruhnya yang disingkirkan.

### **6.3 Aplikasi Hasil Penelitian pada Olahraga**

#### **6.3.1 Pemanasan aktif**

Pada cabang olahraga angkat besi dan atletik seperti sprint jarak 100, 200 dan 400 meter seorang atlet memerlukan pemanasan aktif lebih banyak diawal pertandingan untuk adaptasi tubuh dan mengoptimalkan pemakaian sistem energi anaerob yang membutuhkan glukosa lebih banyak dalam waktu singkat. Akan tetapi tidak boleh sampai mengalami kelelahan yang bisa menyebabkan munculnya asam laktat, sehingga mengganggu keadaan fungsional tubuh pada saat perlombaan atau kompetisi.

Pada atlet yang terlatih dimungkinkan adanya toleransi kadar asam laktat sampai ambang batas sehingga tetap mampu melakukan latihan atau kompetisi meskipun kadar asam laktat berada pada ambang batas toleransi. Agar seorang atlet dapat melakukan aktivitas kembali dengan penampilan terbaiknya, maka kadar asam laktat yang ada harus diturunkan sampai batas kadar laktat yang tidak

mengganggu aktivitas tubuh. Dalam penurunannya asam laktat membutuhkan persediaan oksigen yang mencukupi. Meningkatnya kadar laktat disebabkan karena kurangnya oksigen yang tersedia (Balson, 1994).

### **6.3.2 Pemanasan pasif**

Peningkatan kadar glukosa darah pada saat segera setelah pemanasan pasif dengan sauna menyebabkan simpanan energi berupa glukosa lebih banyak dan tidak terpakai maksimal. Pada cabang olahraga atletik seperti pada lari jarak jauh justru membutuhkan simpanan energi yg banyak karena waktu dan jarak tempuh yang lama.

Peningkatan kadar glukosa darah segera setelah pemanasan pasif juga dapat menjadi rekomendasi untuk tidak melakukan pemanasan pasif dengan sauna pada penderita diabetes karena malah akan membantu peningkatan kadar glukosa darah.

Atlet yang akan melakukan pertandingan atau kompetisi di daerah bersuhu dingin dibawah 20 °C maka lebih baik melakukan pemanasan pasif dengan sauna daripada pemanasan aktif karena simpanan energi lebih banyak. Pada atlet yang terlatih dimungkinkan adanya toleransi kadar asam laktat sampai ambang batas sehingga tetap mampu melakukan latihan atau kompetisi meskipun kadar asam laktat berada pada ambang batas toleransi.

Agar seorang atlet dapat melakukan aktivitas kembali dengan penampilan terbaiknya, maka kadar asam laktat yang ada harus diturunkan sampai batas kadar laktat yang tidak mengganggu aktivitas tubuh. Dalam penurunannya asam laktat membutuhkan persediaan oksigen yang mencukupi. Meningkatnya kadar laktat disebabkan karena kurangnya oksigen yang tersedia (Balson, 1994).

# **BAB VII**

# **PENUTUP**

## **BAB 7**

### **PENUTUP**

#### **7.1 Kesimpulan**

1. Terjadi penurunan kadar glukosa darah setelah aktivitas fisik pada kedua kelompok pemanasan.
2. Terjadi peningkatan kadar asam laktat setelah aktivitas fisik submaksimal pada kedua kelompok pemanasan.
3. Terjadi penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan kadar asam laktat lebih besar pada kelompok pemanasan aktif dibanding kelompok pemanasan pasif setelah pemanasan.

#### **7.2 Saran**

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

1. Masih perlu diteliti dengan bentuk metode pemanasan, cara dan waktu pemberian yang berbeda agar diketahui yang berpengaruh terhadap penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan kadar asam laktat.
2. Pada penelitian ini orang coba tidak diasramakan sehingga perlakuan diluar orang coba tidak terkontrol. Harapannya adalah penelitian-penelitian lebih lanjut perlu dikembangkan satu penelitian dengan diasramakan,
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan efek pemanasan aktif, pemanasan pasif dan pemanasan aktif dalam ruang sauna terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.



# DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Alter, J. M., 2003. *300 Tehnik Peregangan Olahraga*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Arnold , G. N. & Jouko , K., 2007. *Stretching Anatomy*. USA: Human Kinetics.
- Astrand , P. & Rodahl , K., 1986. *Text book of Work Physiologi Basic Exercise*. USA: Mc Graw-Hill Book Company, pp. pp. 224-276.
- Astrand, P. & Rodhal, K., 2003. *Physiological Basic of Exercise. Textbook of Work Physiology*. Stanningley: Human Kinetics. UK: Kinetics.
- Bansbo, Juel & Hellsten, 1997. Dissociation Between Lactate and Proton Exchange in Mucle during Intense Exercise in Man. *Journals Physiology*, Issue London.
- Bateman, H., McAdam, K. and Sargeant, H, 2006. *Dictionary of Sport and Exercise Science*, London: A & C Black.
- Bompa, T. O., 1994. *Teori and Metodology of Training*. Lowa: Kendall Hunt Publishing Company, pp. 2-6.
- Bompa, T. O., 1999. *Theory and Methodology of Training : The Key to Athletic Performance*. Auckland New Zealand: Human Kinetics.
- Bowers , R. W., 1992. *Sport Physiology. 3<sup>th</sup> Edition*. New York: Wmc Brown Publisher.
- Brooks G.A, Fahey T.D, 1984. *Exercise Physiology of Human Biogenetics and Its Aplication*. New York: John Willey and Sons, pp. 701-705.
- Burket LN, Phillips WT, Ziuraitis J, 2005. The Best Warm-Up For The Vertical Jump in College-age atheletic Men, Departement of Exercise and Welness, Arizona, USA. *Journal Strength Conditioning Respons*. (3) : 673-6.
- Coyle E.F, Jeukendruf A.E, Wagenmaker A.J.M, Saris W.H.M., 1997. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate metabolsm during exercise. *American Journal of Physiology*. 273 : E261-E275.
- Danny J. McMillian, Josep H. Moore, Brian S. Hatler, Dean C. Taylor, 2006. *Dynamic vs Static- Streching Warm-Up : The Effect On Power And*

- Agility Performance. *Journal of Strength and Condition Research New York*, 20(3), pp. 492-499.
- Darmadipura, M. S, dkk., 2008. *Kajian Bioetik*. Edisi 2. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair (AUP).
- Dinata, M., 2003. *Senam Aerobik dan Peningkatan Kesegaran Jasmani*. Bandar Lampung: Cerdas Jaya, pp. 4-7.
- Durahim, D., 2008. *Membandingkan efek pemanasan 30%, 50%, dan 70% Cadangan Denyut Jantung Maksimal terhadap waktu tempuh lari 400 meter*. Surabaya: Tesis Program Magister Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Effendi, C. and Irwadi, I., 2012. *Aktivitas Fisik Terhadap Ambilan Glukosa Pada Otot Rangka*, Seminar Obelar-FK UNAIR, Surabaya.
- Febriyanti , I., 2010. *Perbandingan kadar asam laktat dan kadar glukosa darah pada wanita berpakaian olahraga tertutup dengan olahraga terbuka setelah aktivitas fisik submaksimal*. Surabaya: Tesis Program magister Pascasarjana Universitas Airlangga.
- Fox El, Bower RW, Foss ML, 1993. *The Physiological for Exercise and Sport*. Philadelphia: Lowa:WBC Brown and Benchmark, pp. 13-37, 43-71 and 871-828.
- Fox El, et al, 1988. *The Pysiological Basis of Physical education and Atheletic*. Philadelphia: Saunder College Publishing, pp. 270-272.
- Frank, B.D, 1972. *Physical Warm-up In Exercise, Ergogenik Aid And Muscular Performance*. New York: Academic Press, pp. 159-191.
- Ganong WF, 2001. *Review of Medical Physiology*. 20<sup>th</sup> edition. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill.
- Gollnick P, bayly MW, Hodgson RD, 1986. Exercise Intensity, Training Diet and Lactate Concetration in Muscle and Blood. *Medicine and Science Sport Exercise*, 18(3), pp. 334-339.
- Goodwin, M.L, 2007. Blood Lactate Measurent and Analysie During Exercise : A Guid for Clinician. *Journal of Diabetes Science and Thecnology*, Volume 4, pp. 558-569.

- Goodyear, L.J., 2008. Diabetes and Exercise: Why Exercise Works When Insulin Does Not', *The New England Journal of Medicine*, vol. 359, no. 17, pp. 1842-1844, Available: outreach.mcb.harvard.edu/ [23 Aug 2013].
- Guyton A, M.D, 1996. *Textbook of Work Physiology*. 8<sup>nd</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Guyton And Hall, 2006. *Textbook of medical physiology* 12<sup>th</sup> edition. New York: Saunders Company, pp. 1063-1072, 1129-1132, and 1139-1347.
- Higgins JE, 1985. *Intruduction to Randomized Clinical Trial, Part One Of Series : The Basic of Randomized Clinical UIT and Emphasisi on Contraceptive Research*.
- Irawan A, 2007. Metabolisme Energi Tubuh dan Olahraga. *Polton Sport Science & performance lab Online di <http://www.pssplab.com/journal/07.pdf>* , Volume 1 diakses pada tanggal 12 Januari 2014.
- Ivy dan JO, H. 1981. Persistent increase in glucose uptake by skeletal muscle following exercise following exercise, *Am J Phisiology Cell physiology*, vol. 241, pp.200-203.
- Jhon, B., 2004. *101 fun warm-up and coll down games*. New Zealand: Human Kinetics.
- Kaporvich P.V, 1956. Effect of warming-up Upon Performance. *JAMA*, Volume 162, pp. 1117-1119.
- Kent M., 1994. *The Oxford Dictionary Sport Science and Medicine*. New York: Oxford University Press.
- Komaruddin, 2013. *Psikologi Olahraga*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Kreisman SH, Manzon A, Nessim SJ, Gougeon R, Fisher sJ, vranic M, Marliss EB, 2000. Glucoregulatory Responses to Intense Exercise Performed in the Postprandial State. *Am J Physiol Endocrinol Metabolism*, Volume 278, pp. 8786- 8793.
- Lamb, D., 1978. *Physiology of exercise Responses and adaptations*. New York: Macmilan Publishing Co Inc.
- Lawther, J. D., 1959. *Physiology of Coaching*. Prentice - Hall, Englewood Cliff, p. 229.

- Marliss E.B, Vranic M, 2002. Intense Exercise has Unique effects on Both Insulin Release and Its Role in Glucose Regulation-implication for diabetes. *Diabetes Journal*, Volume 51, Supplement 1, pp. 271-283.
- Mayes, P.A, 2000. *Harper's biochemistry*. In: Graner DK., Mayes. P.A., Rodwell V.W., Murray RK, ed. 25<sup>th</sup> edition. New York: McGraw-Hill, pp. 149-159, 173,177.
- Mc Ardle W.D, Katch F.I and Katch V.L, 2010. *Exercise physiology : Energy, nutrition and human performance*. 2<sup>nd</sup> edition. USA: Lea & Febiger Philadelphia, pp. 106-107,171-181.
- Melvins H., William, 1991. *Nutrition For Fitness and Sport*. Iowa: Wm.C . Brown Publishers, p.25.
- Mercier J,Mercier B, Prefaut C, 1991. Blood Lactate During The Force Velocity Exercise Test. *International Journal Sport Medicine*, Volume 12 (1), Pp. 17-20.
- Minna L, Hannuksela MD, Samer Ellaham MD, 2001. Benefits and Risks of Sauna Bathing. *The American Journal of Medicine*, volume 110, pp. 118-123.
- Morhouse L.E. and Rash, Philip J, 1976. *Sport Medicine for Trainer*. Philadelphia and London: W.B. Saunders Company.
- Musi N, Fuji N, Hirsman MF, Ekrberg I, Froberg S, Ljungqvist O, Thorell A, Goodyear LJ, 2001. AMP-activated Protein Kinase (AMPK) is Activated in Muscle of Subject with type 2 Diabetes During Exercise. *Diabetes*. Volume 50, pp. 921-927.
- Nonogaki K, 2000. New Insight into Sympathetic of Glucose and Fat Metabolism. *Diabetologia*.volume 43, pp. 533-537.
- Ozolin, N.G, 1991. *Sovremennaiia Systema Sportivnoi Trenovky (Athlete's Training System For Competition)*. Moskow: Phyzkultura Sport.
- Pattelongi I, 2000. *Fisiologi Olahraga*. Makassar: Bagian Ilmu Faal Universitas Hasanuddin, pp. 36,93.
- Peter Jansen G.J.M, 1989. *Training Lactate Pulse Rate*. Oule Finland: Polar Electrooy.
- Pocock G, Richard C.D, 2004. *Human Physiology The Basic of Medicine*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Oxford University Press, p. 11.

- Program Pascasarjana Unair, 2004. *Pedoman Penulisan Tesis dan Desertasi*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Quinn E., 2013. How To Warm Up Before Exercise (A proper warm up has important exercise benefits), [Http://Sportsmedicine.About.Com](http://Sportsmedicine.About.Com). [Accessed on 08/10/2013].
- Richter EA, Derave W, Wojtaszewski JFP, 2001. Glucose, Exercise, and insulin : Emerging Concept. *Journal of Physiology* (2001) Volume 535 (2), Pp.313-322.
- Rose A.J, Richter E.A, 2005. Skeletal Muscle Glucose Uptake During Exercise. *Journal of Physiology*. Volume 20 , pp. 260-270.
- Rushall, B.S., and Pyke FS, 1990. *Training For Sport and Fitness*. Australia: The Macmillan Company of Australia Pty Ltd.
- Sakamoto M, Higaki Y, Nishida Y, Kiyogana S, Shindo M, Tokoyama M, 1999. Influence of Mild Exercise at The Lactate Threshold or Glucose Effectiveness. *J. Appl Physiology*, Volume 87, pp. 2305-2310.
- Shellock F.G., Frentice W.E, 1985. *Warming-Up and Streching For Improved Physical Performance and Prevention Of Sports-Related Injuries*.
- Shepherd PR, K. B., 1999. Glucose Transporter And Insulin Action. *The Net England Journal of medicine*, 341(4), pp. 248-255.
- Singer, R. N., 1980. *Motor Learning and Human Performance*. New York: Millan Publishing Company Inc.
- Skinner, J., 2005. *Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases: Theoretical Basis and Clinical Application*, 3rd edition, Philadelphia: Lea & Febrieger.
- Soedarso, 2004. Akumulasi asam laktat dan kelelahan selama berolahraga. *Jurnal IKOR*.
- Soekarman, 1981. *Sistem Energi Predominan Pada Olahraga*. Jakarta: Komite Olahraga Nasional Indonesia, pp. 3-8.
- Soekarman, 1991. *Energi dan sistem Predominan pada olahraga*. Jakarta: Komite Olahraga Nasional Indonesia, pp. 7-45.
- Stewart I.B, sleivert G.G, 1998. *The Effect Of Warm-Up Intensity or Range Of Motion and Anarebik Performance*, University Of British Colombia, Vancouver, Canada.

Strauss R.H, 1979. *Sport Medicine and Phisyology*. W.B. Saunders, pp 3-25.

Suharno, 1978. *Ilmu Coaching Umum*. Yogyakarta: Yayasan Sekolah Tinggi Olahraga.

Taylor, P. M., 2002. *Mencegah dan mengatasi Cedera Olahraga*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, pp. 222-223.

Westerblad H., Allen D.G., and Lannergen J, 2000. Muscle Fatigue : lactid acid or inorganic phosphate the major cause. *New Physiological Science*, pp. 17-21.

Willmore J.H & Costill D.L, 1994. *Physiology of sport and Exercise*. USA: Human Kinetic, pp. 216-236.

Youngren, J., 2003. *Exercise and regulation of blood glucose*, s.l.: [www.Endotext.org/diabetes/diabetes14/diabetesframe14.htm](http://www.Endotext.org/diabetes/diabetes14/diabetesframe14.htm). Diakses pada tanggal 3 Maret 2010.

Zainuddin, M., 2011. *Metodologi Penelitian*. Surabaya: Universitas Airlangga.

Zierath J.R, Krook. A, Wallberg.-Henriksoon. H., 2008. Insulin Action and Insulin resistance and human skeletal muscle. *Diabetologia*, Volume 43, pp. 822-823.

# LAMPIRAN



**Lampiran 1**

Menghitung jumlah sampel

Besar sampel penelitian ini ditentukan berdasarkan rumus Higgins & Kleimnaum (1995) :

Rumus :

$$n = \frac{1}{1-f} X \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 \cdot SD^2}{(Xc - Xt)^2}$$

keterangan :

- N = Jumlah subyek penelitian
- Xt = Rata-rata kelompok eksperimen
- Xc = Rata-rata kelompok kontrol
- SD = Simpang baku yang memiliki koefisien varian terbesar diantara Kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.
- F = kemungkinan proporsi kegagalan
- Z $\alpha$  = Nilai tabel Z dari  $\alpha$  1,96
- Z $\beta$  = Nilai tabel Z dari b 1,28
- $\alpha$  = Peluang menolak Ho bila Ho benar
- $\beta$  = Peluang menerima H1 bila H1 salah.

$$\frac{SD^2}{(Xc - Xt)^2}$$

= 1 pada kelompok eksperimen (Pudjirahardjo, 1993)

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{1-10} X (1,65 + 0,84)^2 \\ &= 1,11 \times (4,49)^2 \\ &= 1,11 \times 8,20 \\ &= 8,89 \\ &= 9 \end{aligned}$$

Besar sampel untuk setiap kelompoknya sebanyak 9 orang

**Penjelasan Untuk Mendapat Persetujuan**  
(*Information for consent*)

**Penjelasan dan informasi yang diberikan antara lain :**

1. Penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan efek pemanasan aktif dan pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan kadar asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal.
2. Penelitian ini perlu dilakukan pada subjek penelitian yaitu subjek mahasiswa laki-laki yang sehat dan mampu melakukan aktivitas fisik submaksimal.
3. Subjek diikutsertakan dalam penelitian ini karena bermanfaat/ penting bagi subjek mahasiswa bahwa melakukan pemanasan apapun baik pemanasan aktif maupun pasif akan memberikan efek bagi sistem faal tubuh.
4. Subjek diukur tinggi badan menggunakan *stadiometer*, berat badan diukur menggunakan timbangan dalam satuan *kilogram*, *Heart rate* diukur dengan Polar, kadar glukosa darah diukur dengan *Accu Chek Glucose Meter* dan asam laktat menggunakan *accutrend lactate*. Dengan jenis kelamin dikhususkan pada laki-laki umur 21-24 tahun.
5. Tidak menimbulkan resiko pada subjek penelitian karena ditangani oleh pembina ahli secara langsung.
6. Untuk melindungi subjek penelitian dari resiko mendapatkan perlakuan diskriminatif yang tidak diinginkan dari pihak manapun, semua catatan nama baik, alamat subjek bersifat pribadi dirahasiakan sepenuhnya (*anonymous*).
7. Penelitian ini bersifat bebas dan tanpa paksaan, subjek bebas mengundurkan diri sewaktu-waktu sebagai sampel dari penelitian ini jika merasa dirugikan tanpa adanya sanksi yang memberatkan.

Surabaya, 22 Mei 2014

Hormat saya,

Pemberi Penjelasan

Penerima Penjelasan

(Aminuddin)

(.....)

**Lampiran 3****SURAT PERMOHONAN PENGISIAN *Information for Consent***

Lampiran : 1 (satu) Pernyataan Persetujuan  
Perihal : Pemberitahuan *Information for Consent*

Kepada, Yth :  
Mahasiswa FIK UNESA  
Di Surabaya

Dengan Hormat,

Dengan ini menyampaikan bahwa, saya :

Nama : AMINUDDIN, S.Or

Pendidikan : Peserta Program pascasarjana ( S2 Ilmu Kesehatan  
Olahraga) Universitas Airlangga Surabaya.

Judul Penelitian : Perbandingan Efek Pemanasan Aktif dan Pemanasan Pasif  
Terhadap Kadar Glukosa darah dan Kadar Asam Laktat Pada  
Aktivitas Fisik Submaksimal.

Pembimbing : 1. Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes  
2. Choesnan Effendi, dr., AIFM., AIFO

Dengan ini menyampaikan untuk berpartisipasi dalam penelitian saya. Dimana tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membuktikan bahwa melakukan pemanasan aktif lebih baik daripada pemanasan pasif terhadap kadar glukosa darah dan asam laktat pada aktivitas fisik submaksimal. Penelitian ini bersifat bebas dan tanpa paksaan, saudara dapat mengundurkan diri sewaktu-waktu sebagai subjek dari penelitian ini jika merasa dirugikan tanpa ada sangsi apapun yang memberatkan.

Jika saudara setuju, Silakan mengisi dan menandatangani *informed consent* yang telah terlampir. Atas partisipasi dan kerjasamanya saudara saya mengucapkan banyak terima kasih.

Surabaya, 22 Mei 2014

Hormat saya,

Aminuddin

**Lampiran 4**

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN  
SEBAGAI SUBJEK PENELITIAN  
(INFORMED CONSENT)**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Lengkap :

Alamat Lengkap :

Tempat/Tgl/lahir :

No. Tlp :

Umur/BB/TB : / Kg/ Cm

Tekanan Darah :

Riwayat Penyakit:

Dengan ini saya menyatakan bahwa, setelah memperoleh penjelasan sepenuhnya dan menyadari tujuan, manfaat serta resiko yang mungkin timbul dalam penelitian yang berjudul :

“PERBANDINGAN EFEK PEMANASAN AKTIF DAN PEMANASAN PASIF TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH DAN KADAR ASAM LAKTAT PADA AKTIVITAS FISIK SUBMAKSIMAL”.

Dengan sukarela saya setuju untuk diikutsertakan dan bersedia menjadi subjek, dengan catatan bila suatu waktu saya merasa dirugikan dalam bentuk apapun, maka saya akan mengundurkan diri dan membatalkan persetujuan ini tanpa sanksi apapun dikemudian hari.

Surabaya, 22 Mei 2014

Penanggung Jawab  
Penelitian

Hormat Saya,  
Yang membuat pernyataan

(Aminuddin)

Saksi-Saksi

(.....)

1. ....(.....)

2. ....(.....)

3. ....(.....)

## Lampiran 5

### PANDUAN PRAKTIS PENGGUNAAN ALAT “*ACCUTREND PLUS*”

#### Prosedur:

1. Nyalakan alat dengan menekan tombol ©
2. Layar monitor akan menampilkan seluruh icons. Sesuaikan tanggal dan jam
3. Bila tanda condenser berkedip, masukkan code strip.  
Jangan sentuh bagian barcode.
4. Masukkan code strip dengan posisi chamber tertutup.  
Segera tarik kembali strip.
5. Code strip yang sukses terdeteksi akan ditandai dengan bunyi Beep.  
Jika gagal, ulangi setelah beberapa detik.
6. Keluarkan test strip dari kemasan.  
Segera tutup kemasan untuk menghindari kerusakan pada test strip.
7. Masukkan test strip. Bunyi beep akan terdengar dua kali.
8. Buka Bagian penutup alat.
9. Gunakan lanset yang tersedia untuk mengambil sampel darah dari ujung jari.
10. Untuk aplikasi darah di dalam instrument; letakkan sampel darah tepat pada area aplikasi yang berwarna kuning.  
Jangan sentuh area aplikasi dengan tangan.  
Darah harus diaplikasikan dalam 15 detik. Untuk menghindari kesalahan pembacaan karena terjadi penggumpalan.
11. Untuk aplikasi darah di luar instrument; Keluarkan test strip dari alat.  
Biarkan penutup chamber tetap terbuka. Aplikasikan darah pada area aplikasi berwarna kuning.  
Jangan sentuh area aplikasi dengan tangan.
12. Masukkan kembali test strip pada alat. Tutup penutup chamber. Alat akan segera membaca sampel.  
Hasil akan tampak setelah:
  - Glukosa : 12 detik
  - Asam laktat : 60 detik

Setelah pembacaan selesai, hasil akan tampak pada layar. Hasil yang berada di luar range akan ditandai dengan “LO” (dibawah batas) atau “HI” (di atas batas).

**Lampiran 6****PERINCIAN ANGGARAN****PERINCIAN YANG DIBUTUHKAN****1. Biaya peralatan dan lapangan**

a. Alat tulis menulis	= Rp. 100.000,-
b. Alat tes glukosa darah	= Rp. 450.000,-
c. Stik untuk tes asam laktat <u>3x@Rp.500.000,-</u>	= Rp. 1.500.000,-
d. Stik untuk tes glukosa darah <u>3x@Rp.100.000,-</u>	= Rp. 300.000,-
e. Sewa <i>Ergocycle</i> + tempat sauna untuk 18 orang @Rp.150.000,-	= Rp. 2.700.000

---

Jumlah = Rp. 4.750.000,-

**2. Biaya transpor Sampel**

a. Untuk mahasiswa	
18 orang x @Rp. 50.000,-	= Rp. 900.000,-
b. Untuk yang membantu dilaboratorium	
8 orang x @ Rp.50.000,-	= Rp. 450.000,-
Jumlah	= Rp. 1.350.000,-

**3. Biaya Komsumsi Sampel**

a. Untuk Mahasiswa	
18 orang x @Rp. 10.000,-	= Rp. 180.000,-
Jumlah	= Rp. 180.000,-

**Rekapitulasi Biaya :**

1. Biaya peralatan dan lapangan	= Rp. 4.750.000,-
2. Biaya transpor Sampel	= Rp. 1.350.000,-
3. Biaya Komsumsi Sampel	= Rp. 180.000,-
Jumlah	= Rp. 6.280.000,-

## Lampiran 7



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN

Kampus Lidah Wetan Surabaya 64732  
Telp. +62.31.7532571  
Fax. +62.31.7532759  
fik@unesa.ac.id

Nomor : 1182 /UN38.6.1/LT/2014  
Lampiran : -  
Hal : Permohonan Ijin Penelitian

04-07-14

Yth. Aminuddin  
KPS S2 Ilmu Kesehatan Olahraga  
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga  
Surabaya

Sehubungan dengan Surat Saudara No : 46/UN3. 1.1/PPd/IKESOR/2014 tanggal 21 Mei 2014 Tentang Pemohonan Kegiatan Penelitian, kami beritahukan bahwa kami memberikan ijin mulai tanggal 22 Mei – 07 Juni 2014

Nama : Aminuddin  
No. Registrasi : 011214553004  
Program/Jurusan : S2/ Ilmu Kesehatan Olahraga - Unair

untuk mengadakan Penelitian dengan judul Tesis:

**Perbandingan Efek Pemanasan Aktif dan Pemanasan Pasif Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Kadar Asam Laktat Pada Aktifitas Fisik Submaksimal**

Demikian, atas perhatian dan kerjasama yang baik ini diucapkan terima kasih.

a.n. Dekan  
\*) Pembantu Dekan I,



**Prof. Dr. drg. Soetanto Hartono, M.Sc.**  
NIP. 195104021979031003

Tembusan yth:

1. Dekan FIK Unesa
2. Direktur Achilles Sport Science Center ✓
3. KPS S2 Ilmu Kesehatan Olahraga
4. Mahasiswa yang bersangkutan
5. Arsip

## Lampiran 8



**UNIVERSITAS AIRLANGGA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER**

<b>1. Immunologi</b> <b>2. Ilmu Kedokteran Dasar</b> Minat Studi Biologi Kedokteran Minat Studi Farmakologi Minat Studi Ilmu Faal Minat Studi Ilmu Biokimia	<b>5. Ilmu Kedokteran Dasar</b> Minat Studi Ked. Laboratorium Minat Studi Ilmu Farmakologi Minat Studi Patobiologi Minat Studi Mikrobiologi Kedokteran	<b>3. Ilmu Kesehatan Olahraga</b> <b>4. Ilmu Kesehatan Tropis</b> Minat Studi Parasitologi Minat Studi Ked. Hiperbarik Minat Studi Ked. Dasar Klinik
--	--	--

No. : 46/UN3.1.1/PPd/IKESOR/2014

21 Mei 2014

Lamp. : -

Hal. : Permohonan Kegiatan Penelitian


Kepada Yth.  
 Dekan  
 Fakultas Ilmu Keolahragaan Unesa  
 Surabaya

Dengan hormat,  
 Yang bertanda tangan dibawa ini :  
 Nama : Aminuddin  
 Nim : 011214553004  
 Program Studi : Ilmu Kesehatan Olahraga – Unair  
 Pembimbing : Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes  
 JUDUL TESIS : Perbandingan Efek Pemanasan Aktif dan Pemanasan Pasif Terhadap Kadar Glukosa Darah dan Kadar Asam Laktat pada Aktifitas Fisik Submaksimal.

Sehubungan dengan hal tersebut, kami mohon ijin untuk melakukan kegiatan penelitian di Sport Science and Fitness Center Fakultas Ilmu Keolahragaan Unesa – Surabaya. Diperkirakan kegiatan penelitian tersebut dilaksanakan pada 22 Mei – 7 Juni 2014.

Atas perhatiannya kami sampaikan terima kasih.

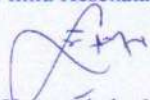
Mengetahui  
 Pembimbing

  
 Dr. Gadis Meinar Sari, dr., M.Kes  
 NIP : 19660504 199603 2 001

Pemohon

  
 Aminuddin  
 NIM. 011214553004

KPS S2 Ilmu Kesehatan Olahraga

  
 Llik Herawati, dr., MKes  
 NIP. 19750314 200312 2 001

Tembusan : - Direktur Sport Science and Fitness Center



## Lampiran 9

## Sertifikat etik



**KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK  
("ETHICAL CLEARANCE")**

No. 244/EC/KEPK/FKUA/2014

KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA, TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN BERJUDUL :

**PERBANDINGAN EFEK PEMANASAN AKTIF DAN PEMANASAN PASIF  
TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH DAN KADAR ASAM LAKTAT PADA  
AKTIVITAS FISIK SUBMAKSIMAL**

PENELITI UTAMA :

**Aminuddin**

UNIT / LEMBAGA / TEMPAT PENELITIAN :

**Laboratorium SSCF Kampus Fakultas Ilmu Keolahragaan  
Universitas Negeri Surabaya**

**DINYATAKAN LAIK ETIK.**

Surabaya, 16 Juni 2014



Ketua KEPK  
Ketua KEPK

Prof. Moersintowarti B. Narendra, dr, MSc, Sp.A(K)

No	Kegiatan	BULAN																											
		2				3				4				5				6				7				8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Studi pustaka	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
2	Penyusunan proposal				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
3	Bimbingan dan konsultasi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
4	Seminar proposal													■															
5	Persiapan penelitian													■	■	■	■	■	■										
6	Pelaksanaan penelitian																			■	■								
7	Analisis data dan pembahasan																				■	■	■	■					
8	Persiapan ujian																								■	■			
9	Ujian tesis																											■	

**DATA –DATA HASIL PENELITIAN****1. Kelompok Perlakuan Pemanasan Aktif**

Klp 1	BB	TB	Pre_Glu	Post 1_Glukosa sgera stlh pmanasan	Post 2_Glukosa 5 mnt stlh submksml	Post 3_glukosa 30 mnit stlh submksml	Pre_laktat	Post_1 laktat sgra stlh pemanasan	Post_2 laktat_5 mnt stlh submksimal	Post_3 laktat_30 mnit stlh submksimal
1	57	160	99,00	98,00	95,00	91,00	3,10	7,00	8,50	3,60
2	65	168	97,00	94,00	91,00	86,00	2,50	6,80	9,00	3,50
3	61	163	103,00	99,00	94,00	94,00	2,70	6,00	7,60	2,90
4	65	167	102,00	96,00	93,00	92,00	2,80	6,90	8,60	3,50
5	62	168	96,00	93,00	94,00	89,00	2,90	8,50	9,70	3,70
6	58	169	101,00	97,00	92,00	86,00	2,10	5,30	6,00	2,50
7	60	169	102,00	101,00	90,00	90,00	2,40	9,70	11,00	3,00
8	68	181	101,00	98,00	89,00	95,00	3,20	7,60	8,50	3,90
9	73	178	96,00	94,00	95,00	86,00	3,40	8,90	10,50	4,00

**2. Kelompok Perlakuan Pemanasan Pasif**

Klp 2	BB	TB	Pre_Glu	Post 1_Glukosa sgera stlh pmanasan	Post 2_Glukosa 5 mnt stlh submksimal	Post3 glukosa 30 mnit stlh submksimal	Pre_laktat	Post_1 laktat sgra stlh pemanasan	Post_2 laktat_5 mnt stlh submksimal	Post_3 laktat_30 mnit stlh submksimal
1	57	160	98,00	99,00	97,00	91,00	,90	1,20	5,50	2,50
2	65	168	91,00	98,00	90,00	82,00	1,70	2,70	7,30	3,80
3	61	163	100,00	102,00	97,00	98,00	1,80	2,80	5,30	2,40
4	65	167	98,00	97,00	94,00	92,00	1,20	1,90	4,80	3,10
5	62	168	95,00	101,00	90,00	87,00	1,60	2,40	8,00	3,00
6	58	169	98,00	98,00	93,00	86,00	1,00	1,40	5,20	2,20
7	60	169	96,00	97,00	95,00	90,00	1,90	2,80	5,80	3,70
8	68	181	95,00	98,00	97,00	98,00	0,80	1,30	6,00	3,10
9	73	178	101,00	103,00	89,00	96,00	1,10	2,20	8,80	4,10

## Lampiran 12

DATASET ACTIVATE DataSet1.

DESCRIPTIVES VARIABLES=Kelompok\_pemanasan\_aktif BB TB Pre\_GD Post\_GD1

Post\_GD2 Post3\_GD3 Pre\_Laktat Post\_laktat1 Post\_laktat2

Post\_laktat3/STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE RANGE MIN MAX.

### Descriptives Kelompok Pemanasan Aktif

Descriptive Statistics

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Kelompok pemanasan aktif	9	,00	1,00	1,00	1,0000	,00000
berat badan (kg)	9	16,00	57,00	73,00	63,2222	5,09357
tinggi badan (cm)	9	21,00	160,00	181,00	169,2222	6,59124
Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	9	7,00	96,00	103,00	99,6667	2,73861
posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	9	8,00	93,00	101,00	96,6667	2,64575
posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	6,00	89,00	95,00	92,5556	2,18581
posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	9,00	86,00	95,00	89,8889	3,44400
kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	1,30	2,10	3,40	2,7889	,41366
Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	9	4,40	5,30	9,70	7,4111	1,41107
posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	5,00	6,00	11,00	8,8222	1,50314
posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,50	2,50	4,00	3,4000	,49749
Valid N (listwise)	9					

**Lampiran 13**

DATASET ACTIVATE DataSet1.

DESCRIPTIVES VARIABLES=Kelompok Pemanasan pasif BB TB Pre\_GD Post\_GD1  
 Post\_GD2 Post\_GD3 Pre\_Laktat Post\_laktat1 Post\_laktat2  
 Post\_laktat3/STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE RANGE MIN MAX.

**Descriptives Kelompok pemanasan pasif****Descriptive Statistics**

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Kelompok pemanasan pasif	9	,00	2,00	2,00	2,0000	,00000
berat badan (kg)	9	16,00	57,00	73,00	63,2222	5,09357
tinggi badan (cm)	9	21,00	160,00	181,00	169,2222	6,59124
Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	9	10,00	91,00	101,00	96,8889	3,01846
posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	9	6,00	97,00	103,00	99,2222	2,22361
posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	8,00	89,00	97,00	93,5556	3,24465
posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	16,00	82,00	98,00	91,1111	5,55528
kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	1,10	,80	1,90	1,3333	,41833
Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	9	1,60	1,20	2,80	2,0778	,65341
posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	4,00	4,80	8,80	6,3000	1,39553
posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,90	2,20	4,10	3,1000	,66332
Valid N (listwise)	9					

**Lampiran 14**

NPAR TESTS

/K-S(NORMAL)=Kelompok\_pemanasan\_aktif BB TB Pre\_GD Post\_GD1 Post\_GD2

Post3\_GD3

/MISSING ANALYSIS.

**NPar Tests Kelompok Pemanasan Aktif**

[DataSet1] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas Data\data pemanasan aktif.sav

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

	Kelmpk pemanasan aktif	berat badan (kg)	tinggi badan (cm)	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal
N	9	9	9	9	9	9	9
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean Std. Deviation	1,0000 ,00000 <sup>c</sup> 5,09357	63,2222 6,59124	169,2222 2,73861	99,6667 2,64575	96,6667 2,18581	92,5556 3,44400
Most Extreme Differences	Absolute Positive Negative	,150 ,150 -,111	,291 ,291 -,146	,242 ,168 -,242	,177 ,177 -,137	,190 ,132 -,190	,204 ,204 -,129
Kolmogorov-Smirnov Z		,451	,874	,727	,530	,570	,612
Asymp. Sig. (2-tailed)		,987	,430	,666	,942	,901	,848

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

ution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

**Lampiran 15**

NPAR TESTS

/K-S(NORMAL)=Pre\_Laktat Post\_laktat1 Post\_laktat2 Post\_laktat3  
/MISSING ANALYSIS.**NPar Tests Kelompok Pemanasan Aktif**(DataSet1) E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DATA\data  
pemanasan aktif.sav**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal
N		9	9	9	9
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,7889	7,4111	8,8222	3,4000
	Std. Deviation	,41366	1,41107	1,50314	,49749
	Absolute	,107	,170	,193	,246
Most Extreme Differences	Positive	,091	,170	,120	,123
	Negative	-,107	-,113	-,193	-,246
Kolmogorov-Smirnov Z		,322	,510	,579	,739
Asymp. Sig. (2-tailed)		1,000	,957	,891	,646

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## Lampiran 16

```
GET
FILE='E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DAta\Data
pemanasan Pasif.sav'.
DATASET NAME DataSet2 WINDOW=FRONT.
NPAR TESTS
/K-S(NORMAL)=Kelompok_Pemanasan_pasif BB TB Pre_GD Post_GD1 Post_GD2
Post_GD3
/MISSING ANALYSIS.
```

### NPar Tests Kelompok Pemanasan pasif

[DataSet2] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DAta\Data pemanasan Pasif.sav

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	Kelompok pemanasan pasif	berat badan (kg)	tinggi badan (cm)	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal
N	9	9	9	9	9	9	9
Normal Mean	2,0000	63,2222	169,2222	99,2222	93,5556	91,1111	89,8889
Parameters <sup>a,b</sup> Std. Deviation	,00000 <sup>c</sup>	5,09357	6,59124	2,22361	3,24465	5,55528	2,26078
Most Extreme Absolute Differences		,150	,291	,264	,197	,144	,186
Positive		,150	,291	,264	,197	,107	,122
Negative		-,111	-,146	-,159	-,189	-,144	-,186
Kolmogorov-Smirnov Z		,451	,874	,597	,793	,590	,432
Asymp. Sig. (2-tailed)		,987	,430	,868	,556	,877	,992

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.



**Lampiran 17**

NPAR TESTS

/K-S(NORMAL)=Pre\_Laktat Post\_laktat1 Post\_laktat2 Post\_laktat3  
/MISSING ANALYSIS.**NPar Tests Kelompok Pemanasan Pasif**

[DataSet2] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DAta\Data pemanasan Pasif.sav

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal
N		9	9	9	9
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1,3333	2,0778	6,3000	3,1000
	Std. Deviation	,41833	,65341	1,39553	,66332
	Absolute	,183	,184	,252	,167
Most Extreme Differences	Positive	,181	,184	,252	,167
	Negative	-,183	-,163	-,141	-,150
Kolmogorov-Smirnov Z		,548	,551	,755	,500
Asymp. Sig. (2-tailed)		,925	,922	,618	,964

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**Lampiran 18**

```
T-TEST PAIRS=Pre_GD Pre_GD Post_GD1 Post_GD1 WITH Post_GD1 Post_GD2
Post3_GD3 Post_GD2 Post3_GD3 (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

**T-Test Pemanasan aktif Variabel Glukosa Darah**

[DataSet2] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DATA\data pemanasan aktif.sav

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	99,6667	9	2,73861	,91287
	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	96,6667	9	2,64575	,88192
Pair 2	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	99,6667	9	2,73861	,91287
	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	92,5556	9	2,18581	,72860
Pair 3	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	99,6667	9	2,73861	,91287
	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	89,8889	9	3,44400	1,14800
Pair 4	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	96,6667	9	2,64575	,88192
	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	92,5556	9	2,18581	,72860
Pair 5	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	96,6667	9	2,64575	,88192
	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	89,8889	9	3,44400	1,14800

## Lampiran 19

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	9	,828	,006
Pair 2 Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	-,362	,338
Pair 3 Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,632	,068
Pair 4 posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif & posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	-,375	,320
Pair 5 posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif & posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,544	,130

## Lampiran 20

## Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif	3,00000	1,58114	,52705	1,78463	4,21537	5,692	8	,000
Pair 2	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	7,11111	4,07567	1,35856	3,97827	10,24395	5,234	8	,001
Pair 3	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9,77778	2,72845	,90948	7,68050	11,87505	10,751	8	,000
Pair 4	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif - posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	4,11111	4,01386	1,33795	1,02578	7,19644	3,073	8	,001
Pair 5	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan aktif - posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	6,77778	2,99073	,99691	4,47890	9,07665	6,799	8	,000

**Lampiran 21**

```
T-TEST PAIRS=Pre_GD Pre_GD Post_GD1 Post_GD1 WITH Post_GD1 Post_GD2
Post_GD3 Post_GD2 Post_GD3 (PAIRED)
/CRITERIA=CI(.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

**T-Test Kelompok Pemanasan Pasif Variabel Glukosa Darah**

[DataSet1] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas Data\Data pemanasan Pasif.sav

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean	
Pair 1	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	96,8889	9	3,01846	1,00615
	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	99,2222	9	2,22361	,74120
Pair 2	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	96,8889	9	3,01846	1,00615
	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	93,5556	9	3,24465	1,08155
Pair 3	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest)	96,8889	9	3,01846	1,00615
	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	91,1111	9	5,55528	1,85176
Pair 4	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	99,2222	9	2,22361	,74120
	posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	93,5556	9	3,24465	1,08155
Pair 5	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	99,2222	9	2,22361	,74120
	posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	91,1111	9	5,55528	1,85176

## Lampiran 22

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	9	,526	,146
Pair 2	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,199	,609
Pair 3	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) & posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,642	,062
Pair 4	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif & posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	-,314	,411
Pair 5	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif & posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,403	,283

## Lampiran 23

## Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif	-2,33333	2,64575	,88192	-4,36704	-,29963	-2,646	8	,029
Pair 2	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	3,33333	3,96863	1,32288	,28278	6,38389	2,520	8	,036
Pair 3	Kadar glukosa darah (mg/dL) awal (pretest) - posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	5,77778	4,29470	1,43157	2,47658	9,07898	4,036	8	,004
Pair 4	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif - posttest 2 kadar glukosa darah (mg/dL) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	5,66667	4,47214	1,49071	2,22908	9,10425	3,801	8	,005
Pair 5	posttest 1 kadar glukosa darah (mg/dL) segera setelah pemanasan pasif - posttest 3 kadar glukosa darah (mg/dL) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	8,11111	5,08538	1,69513	4,20214	12,02008	4,785	8	,001

**Lampiran 24**

T-TEST PAIRS=Pre\_Laktat Pre\_Laktat Pre\_Laktat Post\_laktat1 Post\_laktat1  
 WITH Post\_laktat1 Post\_laktat2 Post\_laktat3 Post\_laktat2 Post\_laktat3  
 (PAIRED)  
 /CRITERIA=CI(.9500)  
 /MISSING=ANALYSIS.

**T-Test Kelompok Pemanasan Aktif Variabel Kadar Asam Laktat**

[DataSet2] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas DATA\data pemanasan aktif.sav

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41366	,13789
	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	9	1,41107	,47036
Pair 2	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41366	,13789
	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,50314	,50105
Pair 3	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41366	,13789
	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,49749	,16583
Pair 4	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	9	1,41107	,47036
	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,50314	,50105
Pair 5	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	9	1,41107	,47036
	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,49749	,16583



## Lampiran 25

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	9	,394	,294
Pair 2	9	,411	,272
Pair 3	9	,887	,001
Pair 4	9	,955	,000
Pair 5	9	,500	,170

## Lampiran 26

## Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - Posttest 1								
	kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif	-4,62222	1,30459	,43486	-5,62502	-3,61943	-10,629	8	,000
Pair 2	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - posttest 2								
	asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-6,03333	1,38564	,46188	-7,09843	-4,96824	-13,063	8	,000
Pair 3	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - posttest 3								
	asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-,61111	,23154	,07718	-,78909	-,43313	-7,918	8	,000
Pair 4	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif - posttest 2								
	kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-1,41111	,44845	,14948	-1,75582	-1,06640	-9,440	8	,000
Pair 5	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan aktif - posttest 3								
	kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	4,01111	1,23940	,41313	3,05842	4,96380	9,709	8	,000

**Lampiran 27**

```
T-TEST PAIRS=Pre_Laktat Pre_Laktat Pre_Laktat Post_laktat1 Post_laktat1
WITH Post_laktat1 Post_laktat2 Post_laktat3 Post_laktat2 Post_laktat3
PAIRED)
/CRITERIA=CI (.9500)
/MISSING=ANALYSIS.
```

**T-Test Pemanasan Pasif Variabel Kadar Asam Laktat**

```
(DataSet1] E:\TESISKU\TESISKU\Uji Deskriptif dan Normalitas Data\Data
pemanasan Pasif.sav
```

**Paired Samples Statistics**

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41833	,13944
	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	9	,65341	,21780
Pair 2	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41833	,13944
	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,39553	,46518
Pair 3	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest)	9	,41833	,13944
	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,66332	,22111
Pair 4	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	9	,65341	,21780
	posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	1,39553	,46518
Pair 5	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	9	,65341	,21780
	posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	9	,66332	,22111

## Lampiran 28

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1	9	,950	,000
Pair 2	9	,120	,759
Pair 3	9	,257	,505
Pair 4	9	,321	,400
Pair 5	9	,459	,214

## Lampiran 29

## Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif	-,74444	,28771	,09590	-,96560	-,52329	-7,762	8	,000
Pair 2	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-4,96667	1,40801	,46934	-6,04896	-3,88437	-10,582	8	,000
Pair 3	kadar asam laktat (mMol/L) awal (pretest) - posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-1,76667	,68739	,22913	-2,29504	-1,23829	-7,710	8	,000
Pair 4	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif - posttest 2 kadar asam laktat (mMol/L) 5 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-4,22222	1,33770	,44590	-5,25047	-3,19397	-9,469	8	,000
Pair 5	Posttest 1 kadar asam laktat (mMol/L) segera setelah pemanasan pasif - posttest 3 kadar asam laktat (mMol/L) 30 menit setelah aktivitas fisik submaksimal	-1,02222	,68516	,22839	-1,54888	-,49556	-4,476	8	,002

**Lampiran 30**

T-TEST GROUPS=kel(1 2)  
 /MISSING=ANALYSIS  
 /VARIABLES=Delta\_Glu1 Delta\_Glu2 Delta\_Glu5 Delta\_Glu4 Delta\_Glu3  
 /CRITERIA=CI(.95).

**T-Test variabel kadar glukosa darah**

[DataSet4] E:\TESISKU\TESISKU\TESIS LENGKAP\Lampiran Statistik\INdependent t-test\dataaaaaku.sav

**Group Statistics**

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Delta Glukosa 1	pemanasan aktif	9	-3,0000	1,58114	,52705
	pemanasan pasif	9	2,3333	2,64575	,88192
Delta Glukosa 2	pemanasan aktif	9	-7,1111	4,07567	1,35856
	pemanasan pasif	9	-3,3333	3,96863	1,32288
Delta Glukosa 3	pemanasan aktif	9	-6,7778	2,99073	,99691
	pemanasan pasif	9	-9,3333	2,06155	,68718
Delta Glukosa 4	pemanasan aktif	9	-4,1111	4,01386	1,33795
	pemanasan pasif	9	-5,6667	4,47214	1,49071
Delta Glukosa 5	pemanasan aktif	9	-9,7778	2,72845	,90948
	pemanasan pasif	9	-7,0000	3,20156	1,06719

**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	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	1,969	,180	-5,191	16	,000	-5,33333	1,02740	-7,51133	-3,15534
Equal variances not assumed			-5,191	13,068	,000	-5,33333	1,02740	-7,55173	-3,11494
Equal variances assumed	,336	,570	-1,992	16	,064	-3,77778	1,89623	-7,79760	,24205
Equal variances not assumed			-1,992	15,989	,064	-3,77778	1,89623	-7,79783	,24228
Equal variances assumed	1,717	,209	2,111	16	,051	2,55556	1,21081	-,01124	5,12235
Equal variances not assumed			2,111	14,202	,053	2,55556	1,21081	-,03790	5,14901
Equal variances assumed	,227	,640	,777	16	,449	1,55556	2,00308	-2,69079	5,80190
Equal variances not assumed			,777	15,817	,449	1,55556	2,00308	-2,69480	5,80591
Equal variances assumed	,730	,406	-1,981	16	,065	-2,77778	1,40216	-5,75022	,19467
Equal variances not assumed			-1,981	15,808	,065	-2,77778	1,40216	-5,75631	,20075

**Lampiran 31**

```
T-TEST GROUPS=kel(1 2)
/MISSING=ANALYSIS
/VARIABLES=Delta_lac1 Delta_lac2 Delta_lac3 Delta_Lac4 Delta_Lac5
/CRITERIA=CI(.95).
```

**T-Test variabel kadar asam laktat**

[DataSet4] E:\TESISKU\TESISKU\TESIS LENGKAP\Lampiran Statistik\Independent t-test\dataaaaku.sav

**Group Statistics**

	kelompok	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Delta laktat 1	pemanasan aktif	9	4,6222	1,30459	,43486
	pemanasan pasif	9	,7444	,28771	,09590
Delta laktat 2	pemanasan aktif	9	6,0333	1,38564	,46188
	pemanasan pasif	9	4,9667	1,40801	,46934
Delta laktat 3	pemanasan aktif	9	,6111	,23154	,07718
	pemanasan pasif	9	1,7667	,68739	,22913
Delta Laktat 4	pemanasan aktif	9	1,4111	,44845	,14948
	pemanasan pasif	9	4,2222	1,33770	,44590
Delta laktat 5	pemanasan aktif	9	-4,0111	1,23940	,41313
	pemanasan pasif	9	1,0222	,68516	,22839

**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	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	9,174	,008	8,708	16	,000	3,87778	,44531	2,93376	4,82180
Equal variances not assumed			8,708	8,776	,000	3,87778	,44531	2,86649	4,88907
Equal variances assumed	,010	,920	1,620	16	,125	1,06667	,65849	-,32927	2,46261
Equal variances not assumed			1,620	15,996	,125	1,06667	,65849	-,32930	2,46264
Equal variances assumed	4,857	,043	-4,779	16	,000	-1,15556	,24178	-1,66810	-,64301
Equal variances not assumed			-4,779	9,792	,001	-1,15556	,24178	-1,69582	-,61529
Equal variances assumed	6,903	,018	-5,977	16	,000	-2,81111	,47029	-3,80808	-1,81414
Equal variances not assumed			-5,977	9,776	,000	-2,81111	,47029	-3,86225	-1,75997
Equal variances assumed	3,100	,097	-10,663	16	,000	-5,03333	,47206	-6,03405	-4,03261
Equal variances not assumed			-10,663	12,472	,000	-5,03333	,47206	-6,05756	-4,00911

Lampiran 32

Dokumentasi Penelitian



Alat-alat Pemeriksaan



Pengarahan sebelum melakukan penelitian



Pemeriksaan Kesehatan Orang Coba



Perlakuan pada kelompok Pemanasan aktif



## Lampiran 33

## Dokumentasi Penelitian



Perlakuan pada kelompok Pemanasan pasif



Aktivitas fisik Submaksimal



Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah (mg/dl)



Pemeriksaan Kadar Asam Laktat (mmol/l)

Lampiran 34

Dokumentasi Penelitian



Foto Bersama subjek Penelitian